

# Custos de Produção Agrícola e Industrial de Açúcar e Álcool no *Brasil*

na Safra 2007/2008





**“CUSTO DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA E INDUSTRIAL DE AÇÚCAR E  
ÁLCOOL NO BRASIL NA SAFRA 2007/2008”**

**Maio de 2009**



Universidade de São Paulo - USP  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ  
Departamento de Economia, Administração e Sociologia  
Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas - PECEGE

Coordenador:  
PEDRO VALENTIM MARQUES

Gerente:  
DANIEL YOKOYAMA SONODA

Equipe técnica:  
LEONARDO BOTELHO ZILIO  
CARLOS EDUARDO OSÓRIO XAVIER  
FILIPE JOSÉ ALMEIDA DE ARRUDA  
JOÃO HENRIQUE MANTELLATTO ROSA  
ALINE ANGÉLICA VITTI

Equipe adicional nas pesquisas de campo:  
JOAQUIM HENRIQUE DA CUNHA FILHO  
MAURÍCIO MEIRA GUIMARÃES

Apoio técnico:  
P.A.SYS ENGENHARIA E SISTEMAS LTDA.  
M. MORAES CONSULTORIA AGRONÔMICA LTDA.  
PO2 PLANEJAMENTO E OTIMIZAÇÃO LTDA

**Custo de Produção Agrícola e Industrial de Açúcar e Álcool no Brasil na safra  
2007/2008**

MARQUES, P.V. (Coord.) **Custo de produção agrícola e industrial de açúcar e álcool no Brasil na safra 2007/2008**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas/Departamento de Economia, Administração e Sociologia. 2009. 194 p. Relatório apresentado a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA.

Maio de 2009

## ÍNDICE

SUMÁRIO EXECUTIVO .....	4
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 ABRANGÊNCIA DO ESTUDO.....	14
2.1 Caracterização das Áreas do Estudo.....	16
2.1.1 Critério 1 – Tradição de Cultivo.....	19
2.1.2 Critério 2 – Época de Safra.....	19
2.1.3 Critério 3 – Relevô.....	20
2.1.4 Critério 4 – Balanço Hídrico.....	21
2.1.5 Critério 5 – Arrendamentos .....	23
2.1.6 Critério 6 – Produção Industrial .....	27
3 PRODUÇÃO DA CANA, AÇÚCAR, ÁLCOOL E SUBPRODUTOS .....	28
3.1 Processo Produtivo Agrícola (Cana-de-açúcar).....	29
3.1.1 Preparo do Solo.....	29
3.1.2 Plantio.....	31
3.1.3 Tratos Culturais .....	32
3.1.4 Colheita.....	33
3.2 Processo Produtivo Industrial (Açúcar e Álcool) .....	35
3.2.1 Recepção da cana.....	37
3.2.2 Preparo da cana.....	38
3.2.3 Extração do Caldo.....	39
3.2.4 Tratamento do caldo .....	40
3.2.5 Evaporação .....	41
3.2.6 Fábrica de açúcar .....	42
3.2.7 Fermentação.....	43
3.2.8 Destilação .....	44
3.2.9 Estação de tratamento de água.....	46
3.2.10 Geração de Vapor e Eletricidade .....	47
3.2.11 Laboratórios.....	48
4 METODOLOGIA DE CÁLCULO DE CUSTO .....	52
4.1 Cálculo do Custo de Produção Agrícola (Cana-de-açúcar).....	54

4.1.1	Custo Operacional Efetivo .....	54
4.1.2	Custo Operacional Total.....	57
4.1.3	Custo Total .....	59
4.2	Cálculo do Custo de Produção Industrial (Açúcar e Álcool) .....	61
4.2.1	Custo Operacional Efetivo .....	62
4.2.2	Custo Operacional Total.....	72
4.2.3	Custo Total .....	74
4.3	Amostragem .....	75
4.4	Cronograma de atividades .....	78
4.5	Resumo sobre a coleta de dados.....	80
5	RESULTADOS.....	82
5.1	Resultados técnicos agrícolas.....	82
5.2	Resultados Técnicos Industriais .....	88
5.2.1	Dados de Produção.....	88
5.2.2	Qualidade de matéria-prima .....	90
5.2.3	Informações sobre a configuração industrial .....	94
5.2.4	Perdas industriais.....	107
5.2.5	Fatores de formação dos custos.....	117
5.3	Custos de Produção .....	132
5.3.1	Cana-de-açúcar.....	132
5.3.2	Industrial (Açúcar e Álcool).....	154
5.4	Tópicos Adicionais.....	161
5.4.1	Estimativa do Custo de Produção Eficiente – Cana-de-açúcar .....	161
5.4.2	Estimativa do Custo de Produção Eficiente – Açúcar e Álcool .....	165
5.4.3	Economias de Escala.....	169
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	173
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	175
	ANEXOS.....	181

## SUMÁRIO EXECUTIVO

A capacidade produtiva e os baixos custos relativos ao setor sucroalcooleiro no Brasil vêm chamando a atenção das principais economias do mundo. O potencial agrícola brasileiro é incontestável, porém ainda existem muitas divergências no que se refere aos custos de produção sucroalcooleiros. Atualmente, os trabalhos sobre o custo de produção agrícola e industrial do setor são, em sua maioria, pontuais, suas metodologias diversificadas e com muitas variáveis apresentadas na forma agregada, o que faz com que os valores obtidos não representem verdadeiramente a realidade.

Assim sendo, é de fundamental importância o desenvolvimento de uma metodologia homogênea para o cálculo dos custos de produção da cana-de-açúcar, do açúcar e do álcool, que permita ainda o acompanhamento ano a ano. Além disso, existe a necessidade do acompanhamento sistemático das variáveis que compõem os seus respectivos custos de produção. Estes estudos podem trazer muitos benefícios ao setor quando acompanhados de prática de gestão de custos nas empresas, desenvolvimento de políticas públicas, aprimoramento da forma de pagamento da cana de açúcar, etc.

Neste sentido, em conjunto com a Confederação Nacional da Agricultura, foi desenvolvido este estudo, no qual foram mensurados custos de produção da cana-de-açúcar, álcool e açúcar. O método utilizado contemplou a mensuração dos Custos Operacionais Efetivos, Custos Operacionais Totais e Custos Totais, os quais envolvem os custos desembolsáveis (COE), incluindo depreciações (COT) e custos de oportunidade (CT).

Definiram-se 3 regiões para o estudo: região Nordeste (Estados de Pernambuco e Alagoas); Centro-Sul Tradicional (São Paulo - exceto oeste, Paraná e Rio de Janeiro); Centro-Sul Expansão (Mato Grosso do Sul, Minas Gerais - Triângulo Mineiro, Goiás e o oeste paulista). A amostra do estudo contemplou 32 usinas e 16 painéis com produtores e técnicos do setor. Para a definição dos índices técnicos, além da amostra foram utilizados dados de outros órgãos e empresas ligadas ao setor (CTC, Orplana, Dedini, BNDES).

Os resultados agrícolas mostram que a região Nordeste apresenta o maior custo por tonelada de cana (R\$ 54,07/t para usinas e R\$ 59,82/t para fornecedores), devido, principalmente, a sua baixa produtividade média. Os custos totais do Centro-Sul para as usinas permaneceram entre R\$ 43,71/t e R\$ 47,31/t, e para os fornecedores entre R\$

43,66 e R\$ 48,11/t. Nesta região, nota-se maiores gastos diretos com a lavoura na região de Expansão, justificados pela intensificação das operações de preparo de solo e plantio. A região Tradicional possui custos administrativos, de capital e de terras mais elevados.

Também foi calculado o custo de produção “eficiente” para cada caso apresentado anteriormente. Trata-se de um custo teórico, levando em consideração os valores de preços mais atrativos aferidos a campo. Cabe salientar que os coeficientes técnicos de produtividade, raio médio, percentual de colheita mecanizada e manual, teor de ATR na cana, níveis de arrendamentos, quantidades necessárias dos conjuntos de máquinas e implementos e dosagem dos insumos agrícolas foram mantidos constantes com a finalidade de não modificar as características produtivas de cada região. Os custos de produção quando a cana é obtida de fornecedores ou a produção é própria são apresentados nas Tabelas A e B respectivamente.

**Tabela A – Custos de Produção (COE, COT e CT) Padrão (P) e Eficiente (E): Tradicional, Expansão e Nordeste – Fornecedores de Cana – (R\$/t)**

Região Descrição do custo (R\$/t)	Tradicional		Expansão		Nordeste	
	Padrão	Eficiente	Padrão	Eficiente	Padrão	Eficiente
<i>Mecanização</i>	14,40	12,27	14,95	13,73	13,71	13,05
<i>Mão-de-obra</i>	6,87	6,11	8,84	8,39	17,03	16,87
<i>Insumos</i>	10,22	9,33	9,68	9,04	14,57	12,86
<i>Arrendamento</i>	2,27	2,27	2,18	2,18	1,17	1,17
<i>Despesas administrativas</i>	5,40	4,81	2,76	2,70	5,66	4,97
<b>Custo Operacional Efetivo (COE)</b>	<b>39,16</b>	<b>34,80</b>	<b>38,41</b>	<b>36,04</b>	<b>52,14</b>	<b>48,92</b>
<i>Depreciações</i>	3,03	2,96	1,39	1,34	2,49	2,36
<b>Custo Operacional Total (COT)</b>	<b>42,19</b>	<b>37,77</b>	<b>39,81</b>	<b>37,38</b>	<b>54,63</b>	<b>51,28</b>
<i>Remuneração da terra</i>	4,22	4,22	2,84	2,84	3,63	3,63
<i>Remuneração do capital</i>	1,69	1,61	1,01	0,95	1,57	1,45
<b>Custo Total (CT)</b>	<b>48,11</b>	<b>43,60</b>	<b>43,66</b>	<b>41,17</b>	<b>59,82</b>	<b>56,35</b>

Fonte: dados do trabalho



**Tabela B - Custos de Produção (COE, COT e CT) Padrão (P) e Eficiente (E): Tradicional, Expansão e Nordeste – Produção Própria de cana – (R\$/t)**

Região	Tradicional		Expansão		Nordeste	
	Padrão	Eficiente	Padrão	Eficiente	Padrão	Eficiente
Descrição do custo (R\$/t)						
<i>Mecanização</i>	12,32	11,59	13,12	12,57	12,68	10,75
<i>Mão-de-obra</i>	6,37	6,37	9,02	7,49	14,24	13,21
<i>Insumos</i>	10,40	9,73	10,99	9,53	11,27	10,83
<i>Arrendamento</i>	3,66	3,66	2,85	2,85	1,75	1,75
<i>Despesas administrativas</i>	4,34	3,42	3,97	3,15	8,16	4,48
<b>Custo Operacional Efetivo (COE)</b>	<b>37,09</b>	<b>34,78</b>	<b>39,96</b>	<b>35,59</b>	<b>48,10</b>	<b>41,02</b>
<i>Depreciações</i>	2,74	2,74	3,60	3,57	2,56	2,56
<b>Custo Operacional Total (COT)</b>	<b>39,84</b>	<b>37,52</b>	<b>43,56</b>	<b>39,16</b>	<b>50,66</b>	<b>43,58</b>
<i>Remuneração da terra</i>	2,57	2,57	2,19	2,19	1,98	1,98
<i>Remuneração do capital</i>	1,30	1,26	1,56	1,50	1,44	1,41
<b>Custo Total (CT)</b>	<b>43,71</b>	<b>41,36</b>	<b>47,31</b>	<b>42,84</b>	<b>54,07</b>	<b>46,97</b>

Fonte: dados do trabalho

Partindo para a integração agroindustrial, calculou-se o custo da cana para a indústria, necessário aos cálculos dos custos dos produtos (açúcar e álcool). Para a obtenção deste valor, foi ponderada a participação de cana própria e de fornecedores em cada região. Sobre a participação própria, foi considerado o custo da cana produzida pela usina, entretanto, sobre a participação de terceiros (cana de fornecedores), foi considerado o preço regional de mercado (CONSECANA). Neste caso, foram respeitados os parâmetros de ATR existentes em cada região (quantidade de ATR por tonelada de cana e preço do quilograma do ATR). Os valores são apresentados nas tabelas C e D.

**Tabela C – Custo ponderado da tonelada da cana-de-açúcar: input industrial – Tradicional, Expansão e Nordeste**


Região	R\$/t	% cana própria	CONSECANA	Preço ponderado (input)
Tradicional - usina	43,71	64%	34,88	40,53
Expansão - usina	47,31	73%	35,41	44,09
Nordeste - usina	54,07	70%	37,42	49,08

Fonte: dados do trabalho


**Tabela D – Custo “eficiente” ponderado da tonelada da cana-de-açúcar: input industrial – Tradicional, Expansão e Nordeste**

Região	R\$/t	% cana própria	CONSECANA	Preço ponderado (input)
Tradicional - usina	41,36	64%	34,88	39,03
Expansão - usina	42,84	73%	35,41	40,84
Nordeste – usina	46,97	70%	37,42	44,11


Fonte: dados do trabalho



Na região Nordeste e no Centro-Sul, os custos totais de produção agrícolas de fornecedores e usinas ficaram acima do preço médio de compra estabelecido nas regiões: R\$ 37,43/t (Nordeste), R\$ 34,88/t (Expansão) e R\$ 35,41/t (Tradicional). Mesmo considerando os resultados dos custos “eficientes” o Centro-Sul apresentaria o custo entre R\$ 41,17/t e R\$ 43,60/t e o Nordeste entre R\$ 46,97/t e R\$ 56,35/t, ainda acima dos preços pagos para as regiões.



O custo médio industrial da cana das usinas Nordestinas também foi mais alto, em função dos custos administrativos maiores, causados pela menor escala de produção. O CT do processamento industrial da cana, desconsiderando o custo da matéria-prima, é de R\$ 24,05/t na região Nordeste enquanto os da região de expansão e tradicional são de R\$ 22,78/t e R\$ 22,98/t respectivamente. O custo médio do Nordeste, considerando processamento industrial e valor da matéria-prima, foi de R\$ 29,77/saca de 50 kg de açúcar (ou R\$ 73,82/t de cana) e de R\$ 972,24/m<sup>3</sup> de álcool anidro equivalente (ou R\$ 71,65/t de cana). No Centro-Sul as diferenças de custos de processamento industrial dos produtos ocorrem em função das diferenças dos custos e da qualidade da matéria-prima.



O custo médio do açúcar é de R\$ 23,62/sc na região tradicional (ou R\$ 64,75/t de cana) e de R\$ 24,03/sc (ou R\$ 68,11/t de cana) na região de expansão. Em relação ao álcool, os custos totais observados foram de R\$ 744,29/m<sup>3</sup> álcool anidro equivalente (R\$ 62,35/t de cana) e R\$ 757,70/m<sup>3</sup> de álcool anidro equivalente (R\$ 65,69/t de cana).

A proposta de custo de produção industrial “eficiente” de cada região diferencia-se do custo médio em função de se considerar uma melhor qualidade de matéria-prima, ou seja, uma cana com maior teor de açúcar na sua composição. Além disso, considera-se uma diminuição das perdas industriais, do número de funcionários e dos custos administrativos. Ressalta-se que os custos manutenção, administração industrial, depreciação e custo de oportunidade do capital foram mantidos constantes para não modificar as características produtivas de cada região (Tabelas E e F).



**Tabela E – Custos de Produção (COE, COT e CT) Padrão (P) e Eficiente (E): Tradicional, Expansão e Nordeste – Açúcar – (R\$/t de cana e R\$/sc de açúcar)**

Região	Tradicional				Expansão				Nordeste			
	R\$/t		R\$/sc		R\$/t		R\$/sc		R\$/t		R\$/sc	
	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E
<b>Cana</b>	40,53	39,03	14,79	13,32	44,09	40,84	15,56	13,87	49,08	44,11	19,79	16,52
<b>Mão de obra</b>	3,67	3,05	1,34	1,04	3,67	3,05	1,30	1,04	3,28	2,75	1,32	1,03
<b>Insumos</b>	2,48	2,59	0,91	0,88	2,57	2,64	0,91	0,90	2,41	2,53	0,97	0,95
<b>Manutenção</b>	4,14	4,14	1,51	1,41	4,14	4,14	1,46	1,41	3,83	3,83	1,54	1,43
<b>Administrativo</b>	3,71	2,75	1,35	0,94	3,42	2,55	1,21	0,87	5,01	3,66	2,02	1,37
<i>Industrial</i>	0,50	0,50	0,18	0,17	0,50	0,50	0,18	0,17	0,50	0,50	0,20	0,19
<i>Rateio adm.</i>	3,21	2,25	1,17	0,77	2,92	2,05	1,03	0,70	4,51	3,16	1,82	1,18
<b>COE</b>	<b>54,54</b>	<b>51,56</b>	<b>19,90</b>	<b>17,60</b>	<b>57,90</b>	<b>53,21</b>	<b>20,43</b>	<b>18,07</b>	<b>63,61</b>	<b>56,87</b>	<b>25,65</b>	<b>21,30</b>
<b>Depreciação</b>	3,84	3,84	1,40	1,31	3,84	3,84	1,35	1,30	3,84	3,84	1,55	1,44
<b>COT</b>	<b>58,38</b>	<b>55,40</b>	<b>21,30</b>	<b>18,91</b>	<b>61,74</b>	<b>57,05</b>	<b>21,78</b>	<b>19,38</b>	<b>67,45</b>	<b>60,71</b>	<b>27,20</b>	<b>22,74</b>
<b>Custo de cap.</b>	6,37	6,37	2,32	2,17	6,37	6,37	2,25	2,16	6,37	6,37	2,57	2,39
<b>CT</b>	<b>64,75</b>	<b>61,77</b>	<b>23,62</b>	<b>21,08</b>	<b>68,11</b>	<b>63,42</b>	<b>24,03</b>	<b>21,54</b>	<b>73,82</b>	<b>67,08</b>	<b>29,77</b>	<b>25,13</b>

Fonte: dados do trabalho

**Tabela F – Custos de Produção (COE, COT e CT) Padrão (P) e Eficiente (E): Tradicional, Expansão e Nordeste – Álcool – (R\$/t de cana e R\$/m<sup>3</sup> AEAC eq)**

Região	Tradicional				Expansão				Nordeste			
	R\$/t		R\$/m <sup>3</sup>		R\$/t		R\$/m <sup>3</sup>		R\$/t		R\$/m <sup>3</sup>	
	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E
<b>Cana</b>	40,53	39,03	483,79	424,24	44,09	40,84	508,59	441,48	49,08	44,11	665,94	543,65
<b>Mão de obra</b>	3,67	3,05	43,81	33,15	3,67	3,05	42,34	32,97	3,28	2,75	44,47	33,85
<b>Insumos</b>	2,00	2,11	23,84	22,93	2,04	2,15	23,53	23,28	2,24	2,36	30,35	29,12
<b>Manutenção</b>	4,14	4,14	49,42	45,00	4,14	4,14	47,76	44,75	3,83	3,83	51,97	47,20
<b>Administr.</b>	3,51	2,60	41,86	28,31	3,24	2,42	37,34	26,12	4,72	3,46	64,07	42,59
<i>Industrial</i>	0,50	0,50	5,97	5,43	0,50	0,50	5,77	5,41	0,50	0,50	6,78	6,16
<i>Rateio adm</i>	3,01	2,10	35,89	22,88	2,74	1,92	31,57	20,71	4,22	2,96	57,28	36,42
<b>COE</b>	<b>53,84</b>	<b>50,93</b>	<b>642,73</b>	<b>553,63</b>	<b>57,18</b>	<b>52,60</b>	<b>659,55</b>	<b>568,60</b>	<b>63,15</b>	<b>56,50</b>	<b>856,80</b>	<b>696,41</b>
<b>Depreciação</b>	3,20	3,20	38,20	34,78	3,20	3,20	36,91	34,59	3,20	3,20	43,42	39,44
<b>COT</b>	<b>57,04</b>	<b>54,13</b>	<b>680,92</b>	<b>588,42</b>	<b>60,38</b>	<b>55,80</b>	<b>696,47</b>	<b>603,19</b>	<b>66,35</b>	<b>59,70</b>	<b>900,22</b>	<b>735,85</b>
<b>Custo de cap.</b>	5,31	5,31	63,36	57,70	5,31	5,31	61,23	57,38	5,31	5,31	72,02	65,42
<b>CT</b>	<b>62,35</b>	<b>59,44</b>	<b>744,29</b>	<b>646,11</b>	<b>65,69</b>	<b>61,11</b>	<b>757,70</b>	<b>660,57</b>	<b>71,65</b>	<b>65,01</b>	<b>972,24</b>	<b>801,27</b>

Fonte: dados do trabalho

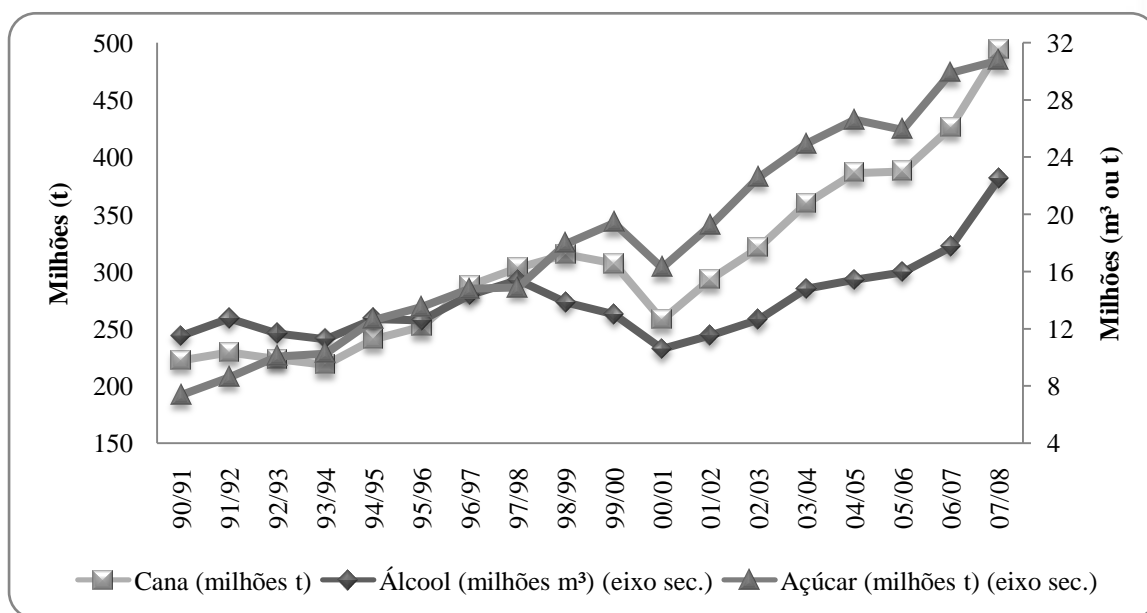
A redução dos custos “eficiente” de açúcar e álcool em relação aos custos médios foi decorrente de três fatores: ganhos de eficiência no processamento industrial da cana, redução dos custos da matéria-prima e melhor qualidade da matéria-prima. Dessa forma, os custos finais da produção eficiente de açúcar apresentam uma redução de aproximadamente 11% no perímetro tradicional, 12% na expansão e quase 20% na região Nordeste.



# 1 INTRODUÇÃO

O setor sucroalcooleiro consolidou-se ao longo dos últimos anos como um dos pilares da atividade agrícola brasileira. A expressiva expansão da cana-de-açúcar frente a outras culturas, tais como a soja, o milho e mesmo a pecuária, demonstra a dimensão que o setor possui dentro do cenário nacional. Da mesma forma, observa-se grande crescimento da produção dos produtos gerados a partir desta matéria prima, sendo eles: o álcool, o açúcar e a energia elétrica.

Segundo dados da União da Indústria da Cana-de-açúcar (UNICA) e da União dos Produtores de Bioenergia (UDOP), entre as safras 2001/02 e 2007/08 houve um aumento de cerca de 68% na quantidade moída de cana e 95% na produção de álcool, principalmente do tipo hidratado. Já a produção de açúcar apresentou aumento de aproximadamente 60% no mesmo período, saindo de 19,2 milhões de toneladas para 30,8 milhões (Figura 1).



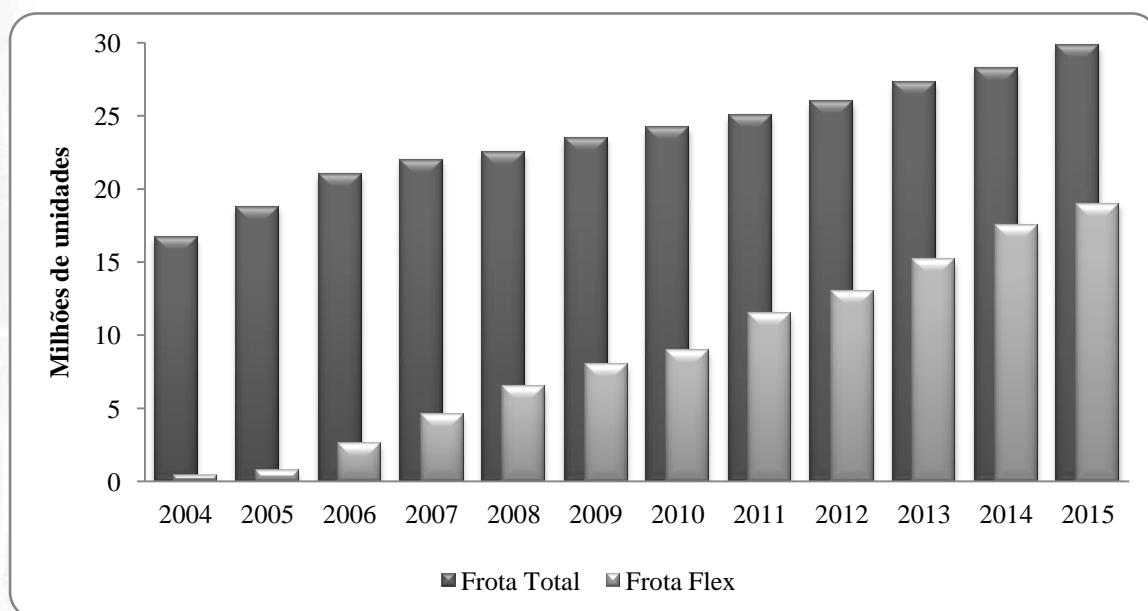
**Figura 1 – Produção brasileira de cana, álcool e açúcar – 1990 a 2007**

Fonte: UNICA/UDOP

O Balanço Energético Nacional 2008 (BEN 2008) aponta para o fato de que a cadeia sucroalcooleira já representa cerca de 16% do total da Oferta Interna de Energia (OIE), posicionando-se como segunda fonte primária de energia e ultrapassando inclusive

a geração hidráulica de energia, pilar do sistema de eletricidade brasileira. A energia obtida das fontes derivadas do petróleo segue como líder na OIE.

O BEN 2008 registra ainda que entre 2007 e 2008 houve um aumento considerável no consumo de álcool carburante (34%), enquanto que a demanda por gasolina caiu cerca de 4% no mesmo período. Este fato reforça a atual conjuntura de substituição de combustíveis no Brasil. De acordo com a Associação Nacional Dos Fabricantes de Veículos Automotores- ANFAVEA, em 2008, cerca de 35% da frota ativa dentro do território nacional pode ser abastecida tanto com álcool hidratado como com gasolina, fato este visível em poucos lugares do mundo. Há estimativas de que esta relação chegue a 64% em 2015 (Figura 2).



**Figura 2 – Expansão da frota brasileira de veículos automotores – observado (2004 e 2005) e estimado (2006 a 2015)**

Fonte: UNICA/COPERSUCAR/ANFAVEA

Assim sendo, alguns fatores apontam para a expansão do setor sucroalcooleiro no Brasil:

- i) o forte aumento da demanda pelo álcool carburante, principalmente interna, devido ao advento dos veículos *flex fuel*, a partir de 2002 (ANFAVEA, ano);

- ii) a fragilidade da matriz de energia elétrica brasileira, fortemente dependente da geração hidráulica, o que cria novas oportunidades para a atividade de co-geração de energia a partir do bagaço de cana (BEN 2008);
- iii) o crescimento da produção de açúcar, em cerca de 8% a.a., dado o aumento do consumo mundial deste produto a taxas constantes ao longo das últimas décadas (UNICA, ano).

Nota-se que, até antes da atual crise financeira mundial, havia uma elevada euforia do mercado em relação aos investimentos neste setor. Segundo a SCA Etanol do Brasil, na safra 07/08 entraram em operação 17 novas unidades de processamento de álcool e açúcar, sendo a maioria dos investimentos efetuados nos Estados de Goiás e Mato Grosso do Sul. Havia ainda um grande número de projetos em andamento, os quais deverão iniciar suas operações ao longo dos próximos anos.

Tal crescimento foi impulsionado tanto pela presença de capital nacional quanto estrangeiro, atraídos pelas taxas de retorno alcançadas no setor (BACCHI, 2006c). As expectativas de que o etanol torne-se uma das principais fontes de energia a nível mundial, a vantagem competitiva em termos de custos de produção e a localização geográfica colocam o Brasil numa posição privilegiada no cenário mundial (BRESSAN FILHO, 2008; NEVES e CONEJERO, 2007; ALBANEZ, BONIZIO e RIBEIRO, 2008).

Entretanto ainda há pouca precisão nas informações sobre os custos de produção dos produtos do setor sucroalcooleira, uma vez que são poucos os trabalhos públicos sobre o tema, além da falta de uma metodologia de aferição de custos comum as diversas unidades industriais.

Albanez et al. (2008), citando dados da UNICA (2004), afirmam que o custo de produção do açúcar atinge algo em torno de US\$ 150,00/t para a região Nordeste e US\$ 130,00/t para o Estado de São Paulo. Os mesmos valores são expostos em Carvalho e Oliveira (2006). Este estudo ainda afirma que os custos de produção do álcool seriam de US\$ 0,15/L e US\$ 0,18/L, para Centro-Oeste e Norte-Nordeste, respectivamente. Os mesmos US\$ 0,18/L são calculados por Bon (2006), o qual estuda a viabilidade da produção de álcool pela da hidrólise do bagaço.

Já o Ministério de Minas e Energia (MME), no Plano Decenal de Expansão de Energia: 2007/2016, registra como custo médio um total de US\$0,165/L de álcool, valor

semelhante aos US\$ 0,15/L expostos por Toneto Júnior et al. (2008). Segundo Perina et al. (2008) o custo para o álcool anidro, corrigido com o Índice de Preços do Consumidor ao Atacado (IPCA), é de R\$ 0,87/L.

Dados de mercado apontam para o custo operacional de usinas de açúcar e álcool no Brasil. Segundo estes, uma usina de 1 milhão de toneladas depara-se com um custo operacional industrial de cerca de R\$ 10,5/t de cana, enquanto que outra unidade de 4 milhões arcaria com cerca de R\$ 7,5/t. O decréscimo do custo operacional dá-se na dimensão de R\$ 0,50/t a cada 500.000 t de cana moídas.

Contudo, não se pode deixar de considerar os fortes impactos da crise mundial sobre o setor sucroalcooleiro observados a partir de meados de 2008, tais como: dificuldades no pagamento de fornecedores de matéria prima e insumos, na aquisição de novos equipamentos e na obtenção de crédito para capital de giro. Todos estes fatores impactaram diretamente na “saúde financeira” do setor, sendo indispensável a utilização de ferramentas de gestão no processo produtivo, tanto na área agrícola como na industrial.

Nota-se, portanto, a necessidade da elaboração de estudos que garantam o prosseguimento da expansão do setor sucroalcooleiro de forma sustentável. A partir da metodologia exposta neste documento, pretende-se definir um critério para o cálculo dos custos de produção da cana-de-açúcar, do açúcar e do álcool produzidos nas unidades sucroalcooleiras brasileiras, além de obter índices de custos nas regiões delimitadas no estudo. Este método visa servir como base para o acompanhamento periódico dos preços dos insumos e o cálculo dos custos de produção safra a safra, servindo de base para a tomada de decisão dos agentes do setor.



## 2 ABRANGÊNCIA DO ESTUDO

Segundo levantamento da CONAB (2008), 79% das unidades sucroalcooleiras brasileiras estão localizadas no Centro-Sul, enquanto que no Norte/Nordeste encontram-se os demais 21%. (Tabela 1).

**Tabela 1 – Distribuição das unidades sucroalcooleiras do Brasil por Estado e região**

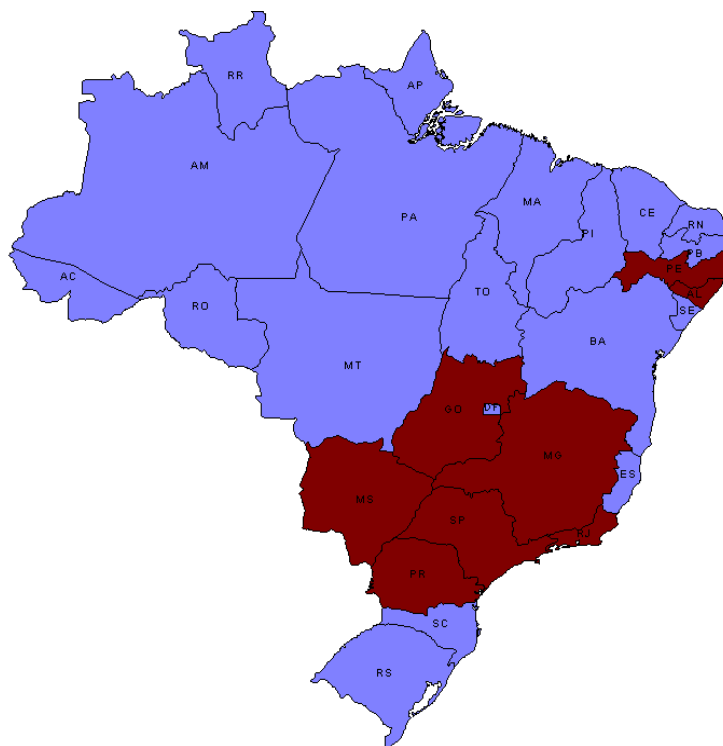
Estado/região	Usinas mistas	Usinas álcool	Usinas açúcar	Total
Paraná	19	10	0	29
<b>SUL</b>	<b>19</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>29</b>
São Paulo	115	32	6	153
Minas Gerais	17	13	1	31
Rio de Janeiro	3	2	0	5
Espírito Santo	2	5	0	7
<b>SUDESTE</b>	<b>137</b>	<b>52</b>	<b>7</b>	<b>196</b>
Mato Grosso do Sul	7	4	0	11
Goiás	8	10	0	18
Mato Grosso	5	5	0	10
<b>CENTRO OESTE</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>39</b>
<b>CENTRO-SUL</b>	<b>176</b>	<b>81</b>	<b>7</b>	<b>264</b>
Alagoas	22	0	2	24
Pernambuco	16	3	5	24
Paraíba	3	5	0	8
Rio Grande do Norte	2	1	0	3
Bahia	2	2	0	4
Maranhão	1	5	0	6
Piauí	1	0	0	1
Sergipe	1	3	0	4
Ceará	0	3	0	3
<b>NORDESTE</b>	<b>48</b>	<b>22</b>	<b>7</b>	<b>77</b>
Amazonas	1	0	0	1
Tocantins	0	1	0	1
<b>NORTE</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
<b>NORTE-NORDESTE</b>	<b>49</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>79</b>
<b>BRASIL</b>	<b>225</b>	<b>104</b>	<b>14</b>	<b>343</b>

Fonte: Adaptado de CONAB (2008)

Nota-se a baixa expressividade que o Norte apresenta em termos de produção sucroalcooleira. Tal fato pode ser explicado por questões ambientais (presença da Amazônia), climáticas (a presença constante de chuvas inibe o correto desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar) e geográficas (baixa demanda da região).

Com relação ao Nordeste, os estados de Pernambuco e Alagoas são responsáveis por parcela significativa da produção regional (77,4%). Já no Sudeste, São Paulo detém 87,1% da produção de cana enquanto, o Espírito Santo e o Rio de Janeiro retêm apenas 2,3% das unidades regionais (BRASIL, 2009). O Centro Oeste brasileiro possui distribuição relativamente equitativa das unidades entre seus três Estados, sendo Goiás o mais representativo.

Para a aferição dos custos de produção da cana-de-açúcar, do açúcar e do álcool, este estudo contemplou visitas as principais regiões produtoras do Brasil, sendo selecionados oito Estados que, conjuntamente, concentram mais de 86% da cadeia sucroalcooleira (Figura 3).



**Figura 3 – Estados contemplados no estudo**

Fonte: dados do trabalho

Na região Nordeste foram visitados os Estados de Alagoas e Pernambuco, sobretudo as regiões da Zona da Mata e no Agreste Nordestino, que concentram as unidades produtoras de açúcar e/ou álcool. .

Já no Centro-Sul foram entrevistadas usinas e produtores nos Estados do Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais. Embora o Rio de Janeiro

não possua significativo grau de participação na produção de açúcar e álcool, sua escolha deveu-se a grande quantidade de produtores inseridos na atividade canavieira. Por outro lado, o Mato Grosso foi excluído da amostra por tratar-se de uma localidade relativamente distante dos centros consumidores. Além disso, os custos das usinas mato-grossenses podem ser aproximados com determinada precisão pelos resultados obtidos nos outros dois Estados do Centro-oeste (Mato Grosso do Sul e Goiás), já que os três Estados representam áreas de expansão da cana-de-açúcar no Brasil.

Devido às condições climáticas, o Paraná possui usinas concentradas basicamente na região norte do Estado. As baixas temperaturas observadas abaixo do paralelo 25 são consideradas desfavoráveis para o cultivo da cana. Já no Mato Grosso do Sul, recente no cultivo de cana, a produção concentra-se na região leste do Estado.

O Estado de São Paulo possui tradição na produção sucroalcooleira, exceto na região oeste, nas proximidades das cidades de Andradina, Presidente Prudente e até próximo a Araçatuba, onde a cultura possui relativamente pouco tempo de existência. Minas Gerais conta com usinas basicamente na região do Triângulo Mineiro, enquanto que Goiás caracteriza-se pela produção no centro-sul do Estado.

O programa de atividades inicial deste projeto contemplou cerca de 50 visitas aos Estados supracitados, sendo realizadas entrevistas individuais nas usinas e painéis com produtores autônomos (fornecedores) e técnicos do setor.

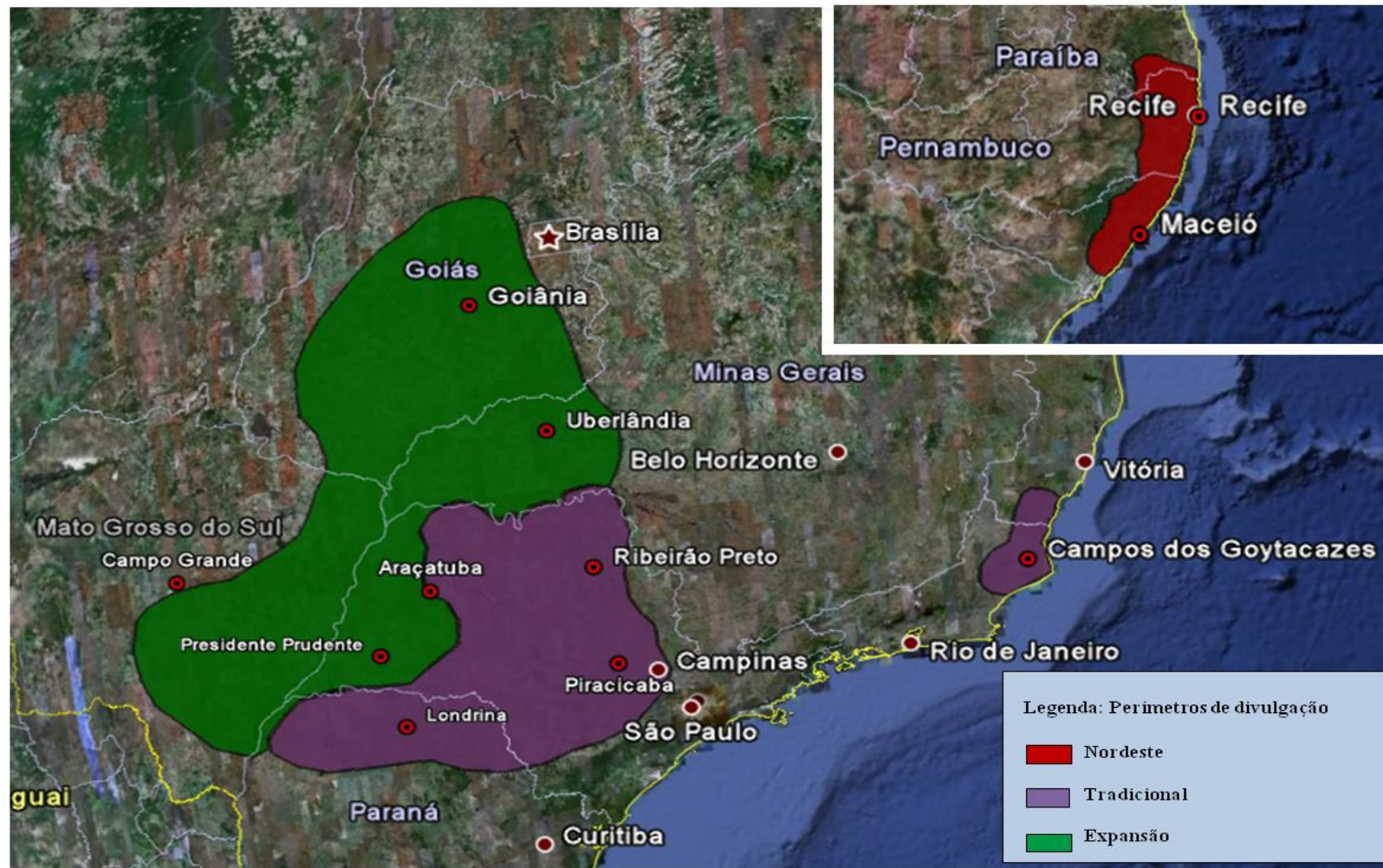
## **2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DO ESTUDO**

Cada uma das regiões do estudo pode ser caracterizada de acordo com alguns critérios dos sistemas produtivos.

Foram eleitos três (3) perímetros distintos Figura 4, aos quais são relacionados os valores médios dos custos de produção. Os custos de produção podem ser expressos em reais por tonelada de cana (R\$/t) para a cana-de-açúcar, reais por saca de 50 kg de açúcar (R\$/sc) para o açúcar e reais por metro cúbico (R\$/m<sup>3</sup>) de álcool anidro equivalente para o álcool. Para realização desta eleição, foram definidos 6 critérios agroindustriais de determinação, os quais visam definir características comuns das diversas regiões contempladas nas visitas.

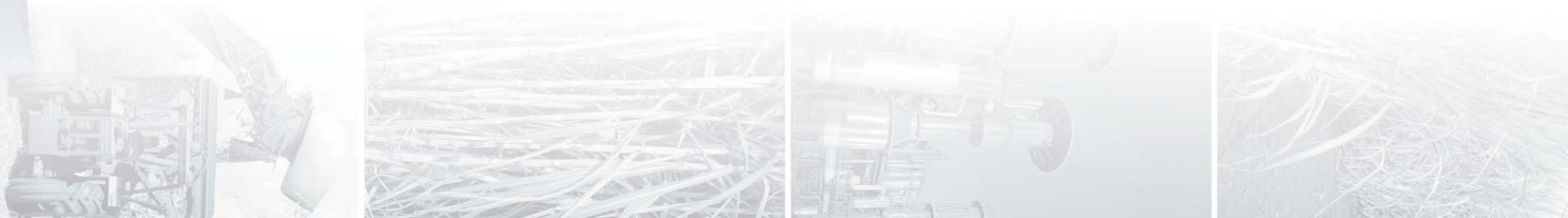
Assim, com base nos critérios de caracterização regional, foram definidos três (3) perímetros para o cálculo dos custos de produção:

- i) **Nordeste:** abrangendo os Estados de Pernambuco e Alagoas;
- ii) **Centro-Sul Tradicional:** abrangendo São Paulo (exceto oeste), Paraná e Rio de Janeiro;
- iii) **Centro-Sul Expansão:** abrangendo o Mato Grosso do Sul, Minas Gerais (Triângulo Mineiro), Goiás e o oeste paulista.



**Figura 4 – Delimitação das Áreas de Estudo**

Fonte: dados do trabalho



### 2.1.1 CRITÉRIO 1 – TRADIÇÃO DE CULTIVO

O primeiro critério proposto para a definição dos perímetros de estudo foi quanto à tradição da cultura de cana na região, ou seja, se a região em análise possui canaviais antigos (áreas tradicionais) ou recentes (áreas de expansão).

As áreas tradicionais caracterizam-se pela existência de usinas com mais de 20 anos de fundação, construídas basicamente na época do Proálcool. Já nas áreas de expansão, os empreendimentos são novos, construídos principalmente após a desregulamentação do setor, em 1999.

Os Estados de São Paulo (exceto o extremo oeste) e Paraná enquadram-se na região tradicional da produção canavieira, bem como o Nordeste e o Rio de Janeiro. Já o leste sul matogrossense, o Triângulo Mineiro, o Estado de Goiás e o extremo oeste paulista podem ser consideradas as atuais áreas de expansão da cana no Brasil (GOES e MARRA, 2008; NASTARI, 2008; MARTHA JÚNIOR, 2008; CASTRO, BORGES e AMARAL, 2007).

Desta forma, são definidos dois perímetros segundo o Critério da tradição: um englobando o Nordeste, os Estados do Rio de Janeiro, São Paulo (exceto extremo oeste) e Paraná; e outro caracterizado pela área de expansão da cana no Brasil.

### 2.1.2 CRITÉRIO 2 – ÉPOCA DE SAFRA

Outro critério para definição dos perímetros foi quanto à época de safra. Em todo o Centro-Sul do Brasil, o período de atividade sucroalcooleira inicia-se entre os meses de março/abril e se estende até o final do mês de novembro/início de dezembro. Já a safra nordestina é realizada entre os meses de agosto/setembro a março/abril.

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Época de colheita da região Centro-Sul											
Época de colheita da região Nordeste											

**Figura 5 – Época de colheita: Centro-Sul e Nordeste**

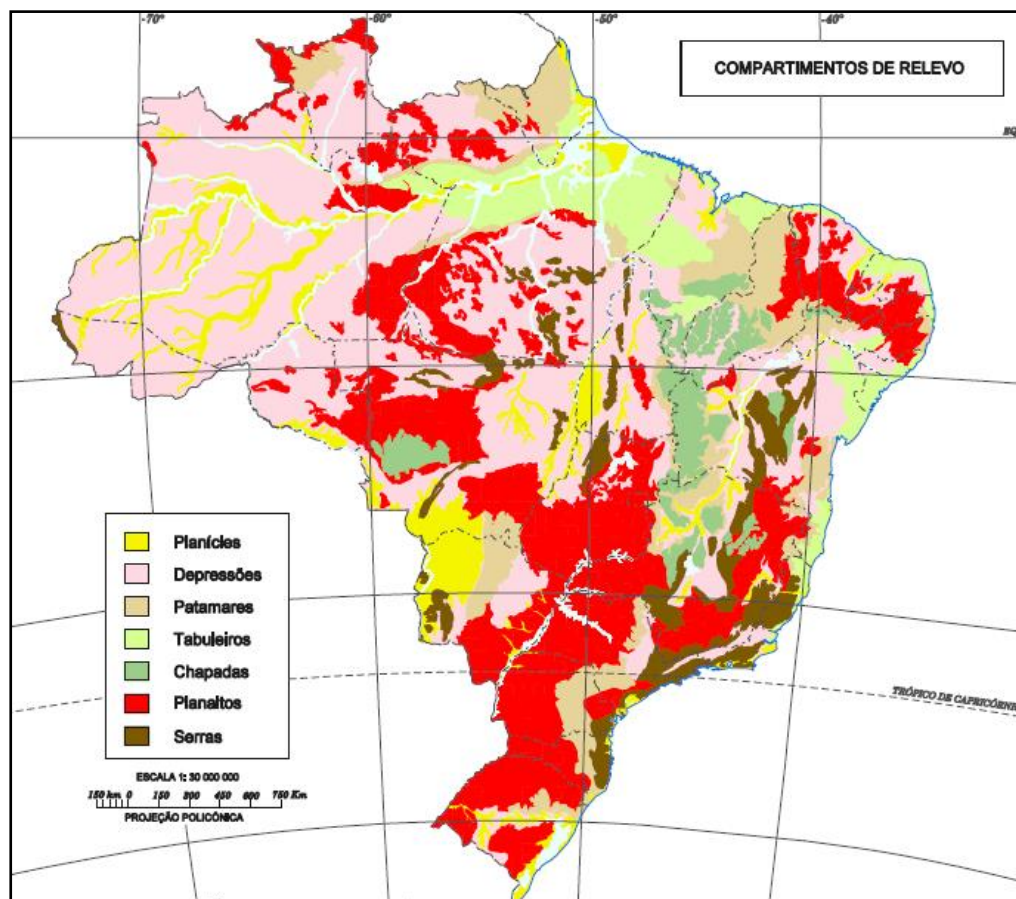
Fonte: dados do trabalho

Para efeito de custos de produção, esse critério é importante principalmente devido ao comportamento sazonal dos preços dos insumos de produção. Desta forma, é plausível esperar que as duas lavouras localizadas em São Paulo e em Alagoas, por exemplo, possuam diferentes custos com insumos.

Assim, definem-se duas áreas distintas com base no Critério 2: o Centro-Sul como um todo e o Nordeste.

### 2.1.3 CRITÉRIO 3 – RELEVO

O terceiro critério refere-se ao relevo característico das regiões canavieiras. No Nordeste são encontradas áreas definidas como depressões, planaltos e tabuleiros (IBGE – Figura 6).



**Figura 6 – Relevo brasileiro**

Fonte: IBGE

Já no Centro-Sul, ainda segundo o IBGE, há predomínio de planaltos, constatando-se também a presença de patamares e depressões nas regiões produtoras de cana. Nas viagens aos Estados do Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, Paraná e São Paulo puderam ser verificados tais tipos de relevos, além de regiões com declividade mais acentuada (Estado do Rio de Janeiro).

As conseqüências diretas do relevo nos custos de produção ocorrem principalmente na produtividade e na intensificação de operações. Em áreas de maior declividade existe maior intensidade de operações manuais, em áreas mais planas, predominam-se as operações mecanizadas.

Com isso foram delimitados dois perímetros distintos quanto ao relevo: um englobando o Nordeste e o Rio de Janeiro e outro abrangendo o restante do Centro-Sul.

#### **2.1.4 CRITÉRIO 4 – BALANÇO HÍDRICO**

O balanço hídrico é de grande importância no que tange a cultura da cana-de-açúcar, uma vez que contabiliza a quantidade de água em excesso ou em déficit no solo e conseqüentemente, a necessidade de irrigação. As regiões contempladas nesse projeto foram divididas de acordo com sua similaridade nesse quesito.

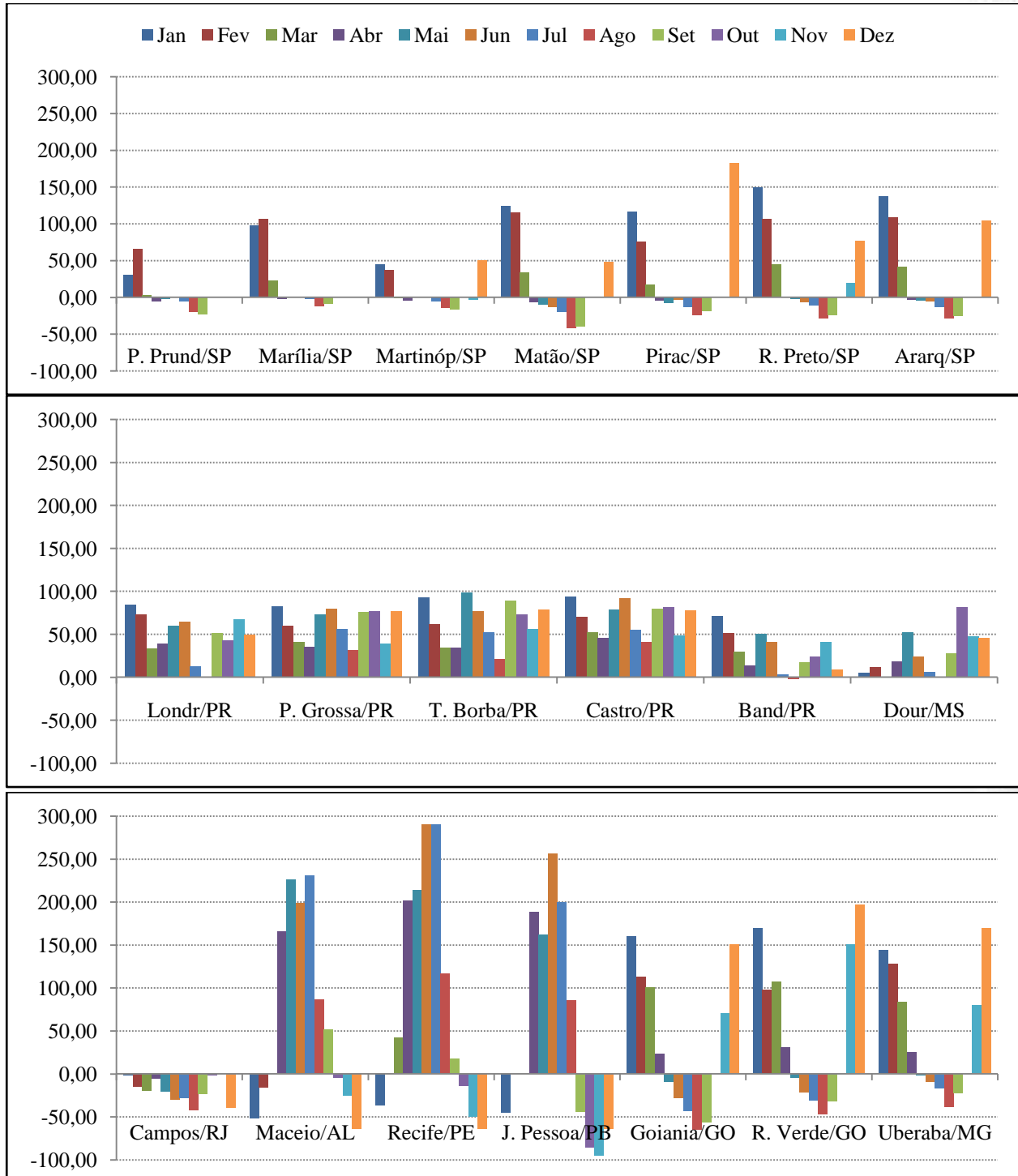
Através da análise dos dados expostos na Figura 7, notam-se as diferenças existentes entre as regiões selecionadas. As observações contidas dentro do Estado de São Paulo apresentam características semelhantes, contudo, foi observado maior déficit hídrico no eixo Piracicaba/SP – Ribeirão Preto/SP quando comparado ao Oeste Paulista, principalmente entre os meses de abril e setembro. Já no mês de dezembro, há maior presença de chuvas no eixo, fato não observado claramente na região de expansão do Estado.

As regiões norte do Paraná e do Estado do Mato Grosso do Sul também são semelhantes neste critério. O excedente hídrico é visível em todas as localidades selecionadas, a não ser nas cidades de Bandeirantes/PR e Dourados/MS, onde há menor intensidade de precipitações ao longo do ano.

O perímetro do Triângulo Mineiro, representado pela cidade de Uberaba/MG, e a área de cobertura de Goiás apresentam similaridades quanto ao balanço, com excedente hídrico abundante nos meses de verão e déficit acentuado nos meses de outono-inverno.



Observam-se ainda características hídricas compostas por déficits na maior parte do ano na região de Campos dos Goytacazes/RJ. Da mesma forma, nas localidades de João Pessoa/PB, Recife/PE e Maceió/AL, representantes do Nordeste, nota-se um verão seco e inverno úmido, caracterizando uma safra canieira diferenciada em relação ao resto do país.



**Figura 7 – Balanços hídricos de localidades selecionadas (CAD = 100 mm)**

Fonte: dados do trabalho a partir de SENTELHAS ET AL (1999)

Assim sendo, levando em conta o critério do balanço hídrico, podem ser definidas pelo menos cinco grandes áreas geográficas: uma englobando os Estados do Paraná e Mato Grosso do Sul; outra representada pelo Estado de São Paulo; uma terceira região que vai do Triângulo Mineiro ao centro de Goiás; o Estado do Rio de Janeiro; e o Nordeste brasileiro.

### **2.1.5 CRITÉRIO 5 – ARRENDAMENTOS**

O quinto critério agrícola para caracterização dos perímetros foi quanto ao preço dos arrendamentos observados nas regiões produtoras de cana. Este item mostra-se de suma importância por fazer parte tanto das despesas com arrendamentos (componente do COE) quanto dos custos de oportunidade da terra.

Conforme dados aferidos nas visitas de campo, em FNP (2007) e IEA (2008) (Tabela 2), os contratos de arrendamento existentes na região de expansão do Mato Grosso do Sul contemplam preços médios de R\$ 10,00/t. Patamar semelhante é observado no Rio de Janeiro (8 t/ha) e na região Nordeste (entre 5 t/ha e 13,32 t/ha). Já em Goiás, no Triângulo Mineiro e no Oeste Paulista observaram-se valores em torno de R\$ 12,00/t a R\$ 14,00/t, delimitando uma faixa dentro do Estado de São Paulo que vai desde Andradina até a região de Bauru.

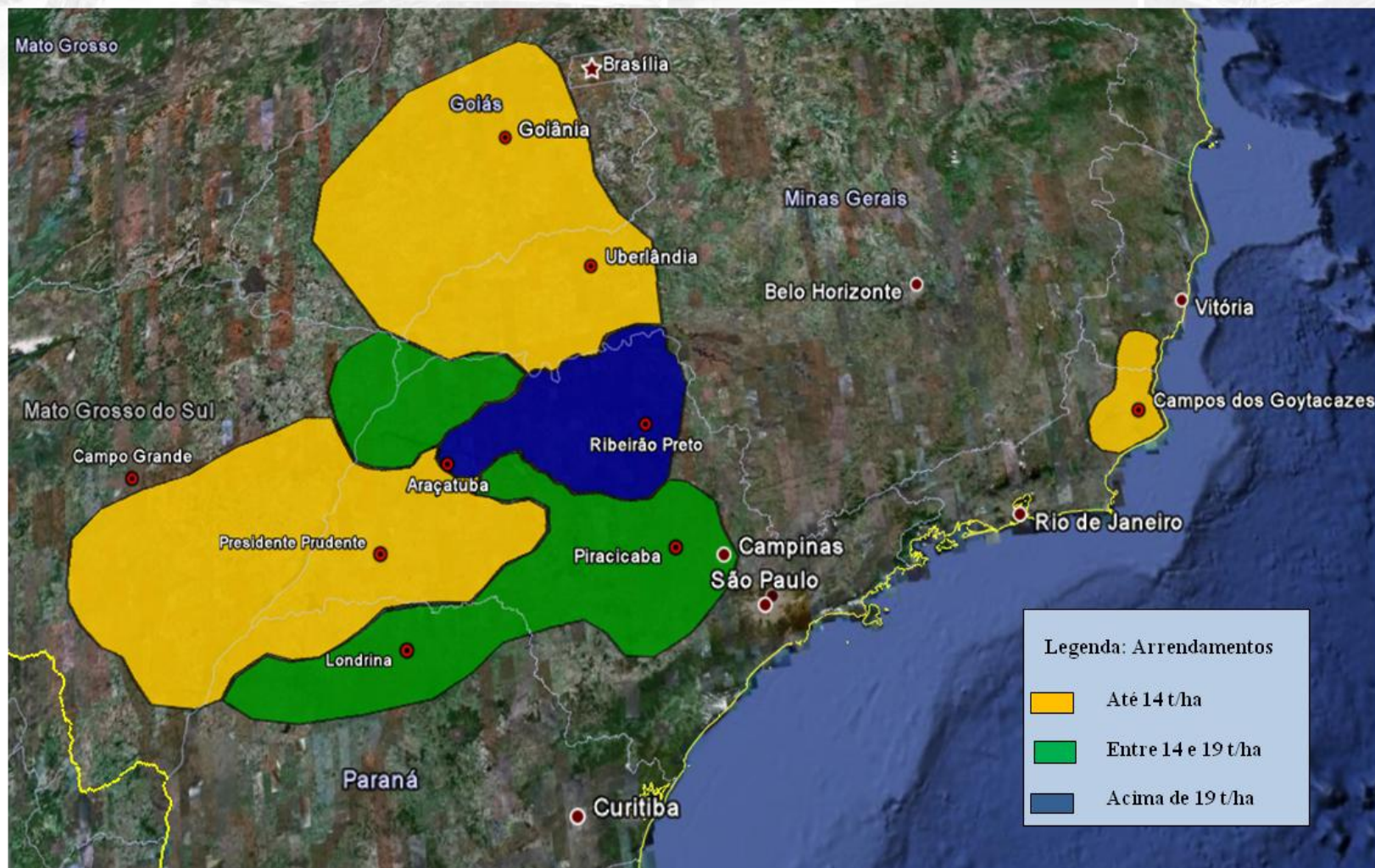
Nas regiões norte do Paraná (Jacarezinho) e em parte de São Paulo (Jaú, Araraquara, São José do Rio Preto, Fernandópolis e Piracicaba) há um patamar mais elevado de preços, entre R\$ 15,50/t e R\$ 19,00/t. Ainda assim, foram observados valores arrendamentos mais elevados no eixo Ribeirão Preto – Sertãozinho – Catanduva – Araçatuba. Nestes casos encontram-se valores de até R\$ 27,00/t.

Classificando os preços de arrendamentos em três faixas de preços (até 14 t/ha - de 14 a 19 t/ha - acima de 19 t/ha), foram definidos três perímetros distintos: um que constitui a região Nordeste, o Rio de Janeiro e as áreas de expansão do Mato Grosso do Sul, oeste paulista, Goiás e Triângulo Mineiro; outro que engloba o norte do Paraná e parte do Estado de São Paulo; e um terceiro nas áreas “nobres” de cana dentro do Estado de São Paulo, nas proximidades de Ribeirão Preto. A definição geográfica das áreas pode ser vista na Figura 8 e Figura 9 a seguir.

**Tabela 2 – Preços de arrendamento: contratos de 2007**

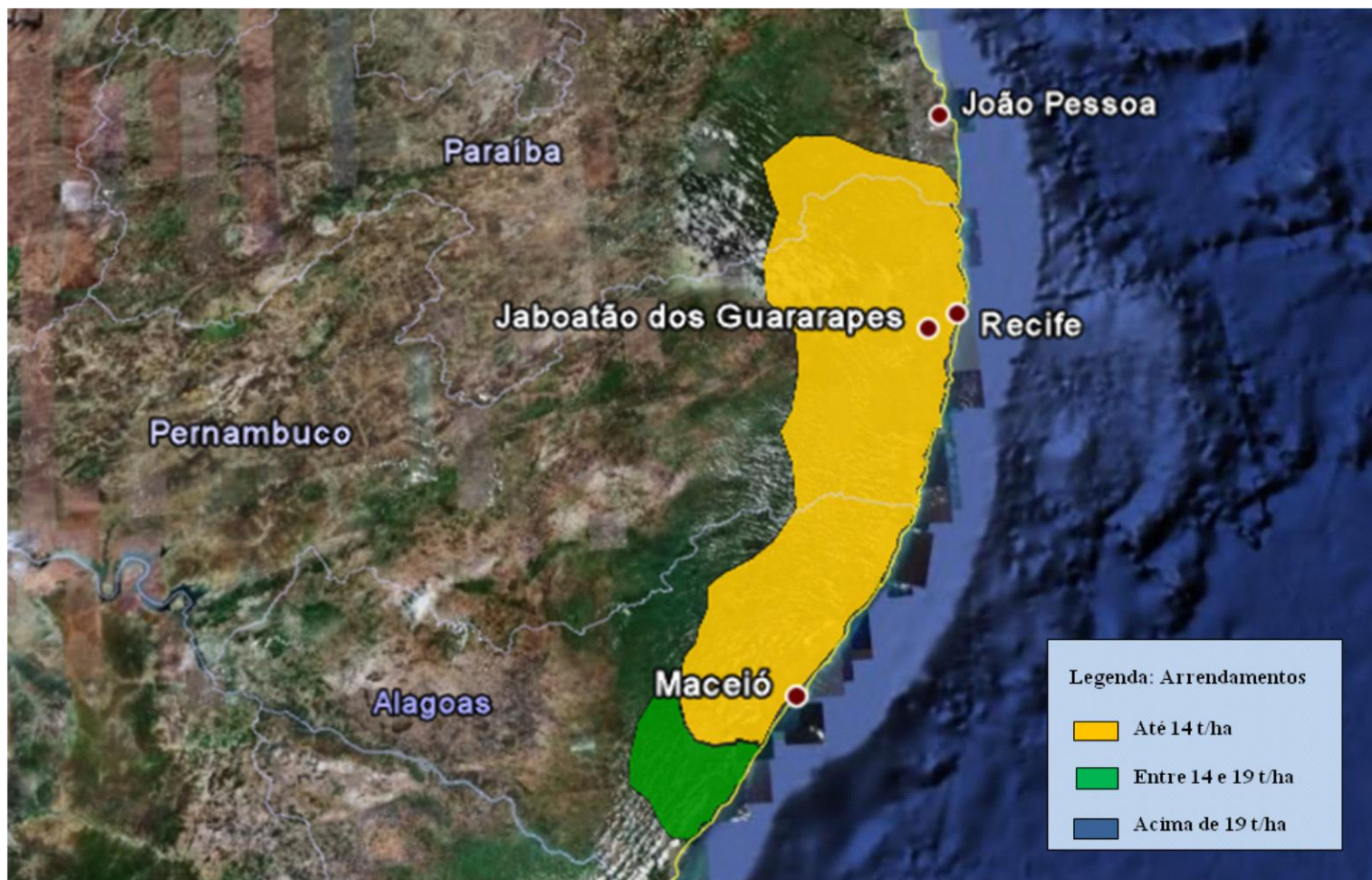
<b>Cidade – Estado</b>	<b>Região</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidade</b>
Andradina – SP	Araçatuba	12,4	t/ha/ano
Araçatuba – SP	Araçatuba	19,3	t/ha/ano
Araraquara – SP	Araraquara	19,8	t/ha/ano
Assis – SP	Ourinhos	12,0	t/ha/ano
Barretos – SP	Ribeirão Preto	22,9	t/ha/ano
Bauru – SP	Bauru	13,7	t/ha/ano
Catanduva – SP	São José do Rio Preto	25,0	t/ha/ano
Fernandópolis – SP	São José do Rio Preto	14,5	t/ha/ano
Jaboticabal – SP	Ribeirão Preto	23,6	t/ha/ano
Jaú – SP	Ourinhos	17,0	t/ha/ano
Orlândia – SP	Ribeirão Preto	22,4	t/ha/ano
Ourinhos – SP	Ourinhos	14,3	t/ha/ano
Piracicaba – SP	Piracicaba	16,5	t/ha/ano
Presidente Prudente - SP	Presidente Prudente	12,3	t/ha/ano
Ribeirão Preto – SP	Ribeirão Preto	21,8	t/ha/ano
São José do Rio Preto - SP	São José do Rio Preto	19,6	t/ha/ano
Sertãozinho – SP	Ribeirão Preto	27,1	t/ha/ano
Jacarezinho – PR	Jacarezinho	18,8	t/ha/ano
Quirinópolis – GO	Quirinópolis	12,0	t/ha/ano
Campo Florido – MG	Campo Florido	12,0	t/ha/ano
Campos dos Goytacazes - RJ	Campos dos Goytacazes	8,0	t/ha/ano
Maracaju – MS	Rio Brillhante	10,0	t/ha/ano
Recife – PE	Recife	6,0	t/ha/ano
Camutanga – PE	Norte PE	6,0	t/ha/ano
Porto Calvo – AL	Maceió	5,0	t/ha/ano
Maceió – AL	Maceió	10,0	t/ha/ano
Jequiá da Praia – AL	Norte AL	13,3	t/ha/ano

Fonte: dados do trabalho, IEA e FNP



**Figura 8 – Mapa de arrendamentos – Centro-Sul**

Fonte: dados do trabalho; FNP (2007); IEA (2008)



**Figura 9 – Mapa de arrendamentos – Nordeste**

Fonte: dados do trabalho; FNP (2007); IEA (2008)



### 2.1.6 CRITÉRIO 6 – PRODUÇÃO INDUSTRIAL

Apesar da variabilidade de produtos, funções e conseqüentemente de tecnologia industrial, podemos simplificar a representação da produção industrial sucroalcooleira, como uma série de processos que determinam o mix de produção de: *i)* álcool, unicamente; *ii)* açúcar, unicamente *iii)* álcool e energia elétrica; *iv)* álcool e açúcar; e *v)* álcool, açúcar e energia elétrica. Açúcar e álcool são considerados uma *commodity*, não tendo sido portanto, diferenciados em suas variedades. Desta forma, foi identificado o mix de produção em cada região visitada, bem como suas características tecnológicas.

O Centro-Sul tradicional possui todas as combinações possíveis, sendo concentrada a presença da produção de açúcar e álcool, e das destilarias autônomas que surgiram durante o PROALCOOL. Nota-se também a forte presença de co-geração de energia para consumo próprio, e tendências de expansões e renovações indústrias para o aumento da capacidade de co-geração para o mercado de eletricidade. O mesmo é válido para o Estado do Rio de Janeiro.

Já as áreas de expansão, contam com produção de álcool, majoritariamente, açúcar e ainda energia elétrica para exportação. Além disso, uma tendência natural dessas novas unidades é de serem empreendimentos cujas escalas de produção médias são maiores que as da região Centro-Sul tradicional.

No Nordeste brasileiro, por outro lado, a produção é voltada basicamente para o açúcar, visto as condições para exportação para os EUA. Nesta região, há menor incidência de barreiras tarifárias do que no restante do Brasil, portanto, as safras são prioritariamente açucareiras. O álcool produzido nessa região ainda deriva basicamente do tradicional mel final. Como na área tradicional de produção do Centro-Sul, a co-geração de energia praticamente abastece a própria usina.

### 3 PRODUÇÃO DA CANA, AÇÚCAR, ÁLCOOL E SUBPRODUTOS

O açúcar consumido pela população mundial e o álcool carburante que abastece os veículos fazem parte dos produtos oriundos da cadeia produtiva sucroalcooleira. A matéria prima que possibilita a produção desses é a cana-de-açúcar, originada das variedades híbridas do gênero *Saccharum* (SEGATO et al., 2006 apud CRONQUIST, 1981). É caracterizada pela adaptação a climas quentes, com boas condições de luminosidade e relativa escassez de água, ou seja, adapta-se bem em regiões tropicais.

Basicamente, pode-se dividir a planta em duas partes: aérea e subterrânea. A parte aérea é composta por colmos, folhas, inflorescências e frutos, enquanto que a parte subterrânea é composta por raízes e rizomas. Do colmo é extraída a sacarose, água e o bagaço. Da sacarose são produzidos o açúcar e o álcool e a partir da queima do bagaço é gerada a energia elétrica. As folhas são geralmente queimadas antes do corte, ou são depositadas no solo após o corte mecanizado. Mais recentemente tem sido utilizadas na geração de energia elétrica juntamente com o bagaço. . A parte subterrânea é mantida no solo para rebrota da cana de açúcar por 4 a 6 ciclos, dependendo do tipo manejo utilizado.

A indústria do setor sucroalcooleiro possui historicamente suas atividades voltadas à produção de açúcar. O Proálcool e o nascente mercado consumidor interno na década de 1970 motivaram grandes adaptações dos processos industriais do setor, surgindo o álcool combustível como relevante segundo produto na geração de receitas de uma indústria anteriormente alimentícia. Há também o surgimento das destilarias autônomas, indústria voltada especificamente para a produção de álcool. Após a desregulamentação do setor sucroalcooleiro no final da década de 1990 e com a subsequente criação do carro flex, o álcool combustível passou ao status de primeiro produto, não apenas para as destilarias autônomas, mas para grande parte das unidades industriais do setor. Além disso, a desregulamentação da geração e comercialização de eletricidade, na década anterior, possibilitou o surgimento da energia elétrica produzida a partir de bagaço de cana como um nascente terceiro produto para as indústrias do setor que tradicionalmente já produziam a eletricidade que consumiam.

Além dessa curiosa diversidade de finalidades dos produtos, as unidades do setor sucroalcooleiro possuem natural diversificação da mesma linha de produtos e de subprodutos. Começando pelo açúcar, encontram-se unidades produzindo desde nichos de

mercado como açúcar orgânico, açúcar mascavo e açúcar líquido; as diferentes classes de açúcar branco cristal e açúcar refinado voltadas tanto ao mercado atacadista como de varejo; e o açúcar VHP, em um estado mais bruto, voltado à exportação e à reprocessadores de açúcar.

No caso de álcool, a dominante finalidade como combustível automotivo não impede a possibilidade de outros tipos de refinamentos no processamento para a produção voltada para fins específicos como indústrias químicas, de bebidas, de perfumes, de produtos de limpeza e de forma incipiente de alcoolquímicas.

No caso de subprodutos ou produtos semi-processados, podemos verificar outra grande diversidade de finalidades das unidades sucroalcooleiras. Podemos listar ainda: méis, xaropes, leveduras, bagaço de cana, briquetes feitos de bagaço de cana, composto orgânico para adubação e vinhaça. O mercado consumidor desses produtos é igualmente diversificado, desde o mercado de varejo de alimentos, combustíveis, produtos agrícolas e de alimentação animal até a integração com produtores rurais, industriais alimentícias ou de ração animal e outras unidades do setor sucroalcooleiro.

A seguir, são detalhados os processos produtivos da cana-de-açúcar, do açúcar e do álcool.

### **3.1 PROCESSO PRODUTIVO AGRÍCOLA (CANA-DE-AÇÚCAR)**

#### **3.1.1 PREPARO DO SOLO**

O preparo de solo na cultura da cana-de-açúcar é relativamente profundo se comparado a outras culturas como soja, milho e feijão, isso porque a cultura concentra cerca de 70 a 80% das raízes em profundidades de 40 a 45 cm de solo. Além disso, a profundidade de plantio é de 20 a 30 cm, portanto um preparo de solo para o plantio da cana-de-açúcar deve ser de no mínimo 30 cm (CÂMARA, 2006).

As operações realizadas nesta etapa não apresentam um padrão definido. Isto ocorre devido a fatores como condições do terreno, tipo de solo, regime de chuvas, disponibilidade de máquinas e implementos, declividade, suscetibilidade a erosão, e, principalmente, a situação da área, ou seja, se são áreas de expansão ou renovação do canavial.

Dentre as operações mais usuais encontram-se: aração, calagem, confecção de terraços, dessecação para plantio, gessagem, gradagem niveladora, manutenção de estradas e



carreadores, sistematização do terreno e subsolagem (Figura 10). As regiões conhecidas como de expansão são aquelas que realizam maior número de operações mecanizadas na etapa de preparo do solo, enquanto que a região Nordeste apresenta características mais ligadas a operações manuais. Tal diferença é explicada pela declividade do terreno, sendo que a região Nordeste apresenta maior declive, impossibilitando assim a entrada de máquinas em alguns locais.



**Figura 10 – Operações de preparo do solo: A) Confeção dos terraços; B) Calagem; C) Gradagem Intermediária; D) Gradagem Niveladora.**

Fonte: Câmara (2006)

No caso das operações manuais, o emprego da mão-de-obra se dá principalmente em tarefas de análise de solo, marcação e topografia. Na região Nordeste é usual o complemento

do preparo de solo com outras operações manuais, tais como: dessecação, roçagem, calagem e encoivaração (enleiramento de restos culturais após a queima).

### **3.1.2 PLANTIO**

O plantio da cana-de-açúcar é realizado em diferentes épocas, dependendo de sua localização geográfica, o que ocorre, dentre outros fatores, devido às divergências climáticas dentro do território nacional. No caso da região Centro-Sul, o plantio é realizado geralmente nos meses de janeiro a maio, sendo caracterizado como plantio de “18 meses” ou “cana-de-ano-e-meio”, distinguindo-se em plantio de verão, ocorrendo nos meses de janeiro, fevereiro e março; e plantio de outono, ocorrendo no período de abril a maio. Pode se fazer ainda, com auxílio de irrigação, o plantio de inverno, que abrange os meses de junho, julho e agosto (SEGATO et al, 2006). A região Nordeste, por sua vez, é caracterizada pelo plantio de “12 meses” ou “cana-de-ano”, sendo o mesmo realizado nos meses de setembro e outubro.

O espaçamento utilizado é de suma importância para um bom desenvolvimento da cultura. Além de influenciar diretamente na produtividade, diminui a ação de daninhas e adequa a cultura para o tipo de colheita desejada, evitando casos de pisoteio da soqueira na colheita mecanizada. As medidas mais utilizadas variam de 1 a 1,6 m e dependem, entre outros fatores, do tipo de colheita a ser realizada. No caso da colheita mecanizada, o espaçamento mais utilizado é o de 1,5 m, uma vez que este se adapta de forma mais adequada às colhedoras disponíveis no mercado. Em alguns casos ainda é realizado o plantio “abacaxi”, combinando linhas duplas distanciadas 0,4 a 0,5 m entre si e 1,4 m entre as duplas (SEGATO et al, 2006).

Como citado acima, o plantio é realizado numa profundidade entre 20 a 30 cm, sendo recomendado de 10 a 12 gemas por metro, oriundas de viveiros corretamente conduzidos, evitando problemas como aborto de gemas e doenças transmissíveis por muda. De acordo com Segato et al (2006), um plantio econômico não deveria despender mais que 10 t de cana/ha.



**Figura 11 – Operações de plantio: A) Sulcação/Adubação Mecanizado; B) Plantio Semi Mecanizado; C) Plantio Manual; D) Plantio Semi-Mecanizado.**

Fonte: Câmara (2006) e Ripoli (2007)

### **3.1.3 TRATOS CULTURAIS**

Tem como finalidade proporcionar melhores condições para o desenvolvimento da cultura, baseando-se no trinômio planta, ambiente e manejo, alcançando, com isso, maiores produtividades. Dentre algumas técnicas podem ser citadas: adubações complementares (cobertura), aplicação de defensivos químicos e biológicos, irrigação/fertirrigação, aplicação de corretivos, como calcário e gesso, entre outros.



**Figura 12 – Tratos Culturais: A) Fertirrigação; B) Aplicação de Herbicidas**

Fonte: Bernardes (2006) e Câmara (2009)

### **3.1.4 COLHEITA**

Devido as diferentes épocas de plantio, a colheita da cana-de-açúcar, ocorre em períodos distintos. No caso do Centro-Sul, o processo inicia-se geralmente em maio, prolongando-se até o mês de novembro, fazendo com que a “safra canavieira” se encaixe no ano civil. Especificamente na região Nordeste, a colheita é iniciada no mês de setembro e vai até março, atravessando o ano civil.

Segundo Ripoli (2005), existem três tipos de sistemas de colheita de cana-de-açúcar. O sistema manual, que consiste no emprego da mão-de-obra para o corte e carregamento da matéria-prima. Tal sistema foi muito comum na região Nordeste do país, entretanto, devido a recentes leis trabalhistas, o carregamento manual tornou-se proibido, sendo utilizados animais para tal tarefa. O sistema semi-mecanizado, no qual o corte é manual e o carregamento é mecanizado é o mais comumente utilizado no país, principalmente por grande parte dos produtores autônomos que não possuem capital suficiente para aquisição das colhedoras mecanizadas. Vale ressaltar a importância do corte manual em áreas de alta declividade, as quais não permitem a atividade de máquinas.

Por fim, têm-se os sistemas mecanizados, nos quais a matéria-prima é cortada e carregada por máquinas, sem a utilização direta da mão-de-obra. Com a preocupação ambiental e humana por parte de vários segmentos da sociedade, a tendência é que este último sistema seja o mais utilizado nas próximas décadas.



**Figura 13 – Colheita: A) Colheita Mecanizada; B) Colheita Manual; C) Tombo; D) Carregamento Mecanizado**

Fonte: Ripoli (2007)

Após as etapas de colheita e carregamento, dá-se o processo de transporte da cana até a unidade processadora. O transporte de cana do campo para as fábricas é realizado essencialmente por meio do uso de caminhões, uma vez que a forma de transporte que se apresenta mais adequada para as características de distâncias, volumes, agilidade, confiabilidade e periodicidade demandada no transporte dessa matéria-prima a fábrica ao longo do seu ciclo de colheita em campo e processamento na fábrica.

Existe uma grande diversidade de diferentes conjuntos rodoviários utilizados no transporte de cana tanto que as capacidades transportadas variam desde 25 a 60 toneladas de cana-de-açúcar por viagem. Os conjuntos mais utilizados na região Sudeste são: Sistema

“Rodotrem”, também chamado de “Romeu e Julieta”, no qual um caminhão cavalo-mecânico traciona um semi-reboque canavieiro; e o “Treminhão”, no qual um caminhão canavieiro traciona dois reboques (SEGATO et al, 2006).

Os tipos de reboques e/ou semi-reboques utilizados variam conforme a matéria-prima. Para a cana colhida em áreas com colheita mecanizada, é adequada a utilização de reboques/semi-reboques “fechados”. Nestes casos diz-se que é feito o transporte de cana picada. Já em casos onde a matéria-prima é originária de áreas com colheita manual, são utilizados reboques/semi-reboques “abertos”. Diz-se nestes casos que é realizado o transporte da cana inteira.

A utilização de caminhões com dois ou três eixos é constatada principalmente na região Nordeste, com capacidade de carga de 10 e 15 toneladas por viagem, respectivamente. Devido a características de relevo, utiliza-se ainda, em algumas regiões nordestinas, o uso de animais para o transporte de cana.

O transporte da cana até a unidade processadora é um fator de extrema importância não só pelo fato de existir perda de qualidade da matéria-prima durante tal operação, mas também no que se refere ao montante dos custos de produção. Neste sentido, a logística e o raio médio do transporte impactam diretamente nos custos, podendo inclusive, inviabilizar o processo produtivo.

### 3.2 PROCESSO PRODUTIVO INDUSTRIAL (AÇÚCAR E ÁLCOOL)<sup>1</sup>

A Figura 14 apresenta um fluxograma simplificado da seqüência típica das etapas do processamento industrial da cana-de-açúcar para a obtenção de açúcar e álcool.

Os primeiros grandes grupos de operações, apresentados paralelamente no lado esquerdo da Figura 14 englobam as atividades comuns ao processamento industrial da produção tanto de açúcar como de álcool.

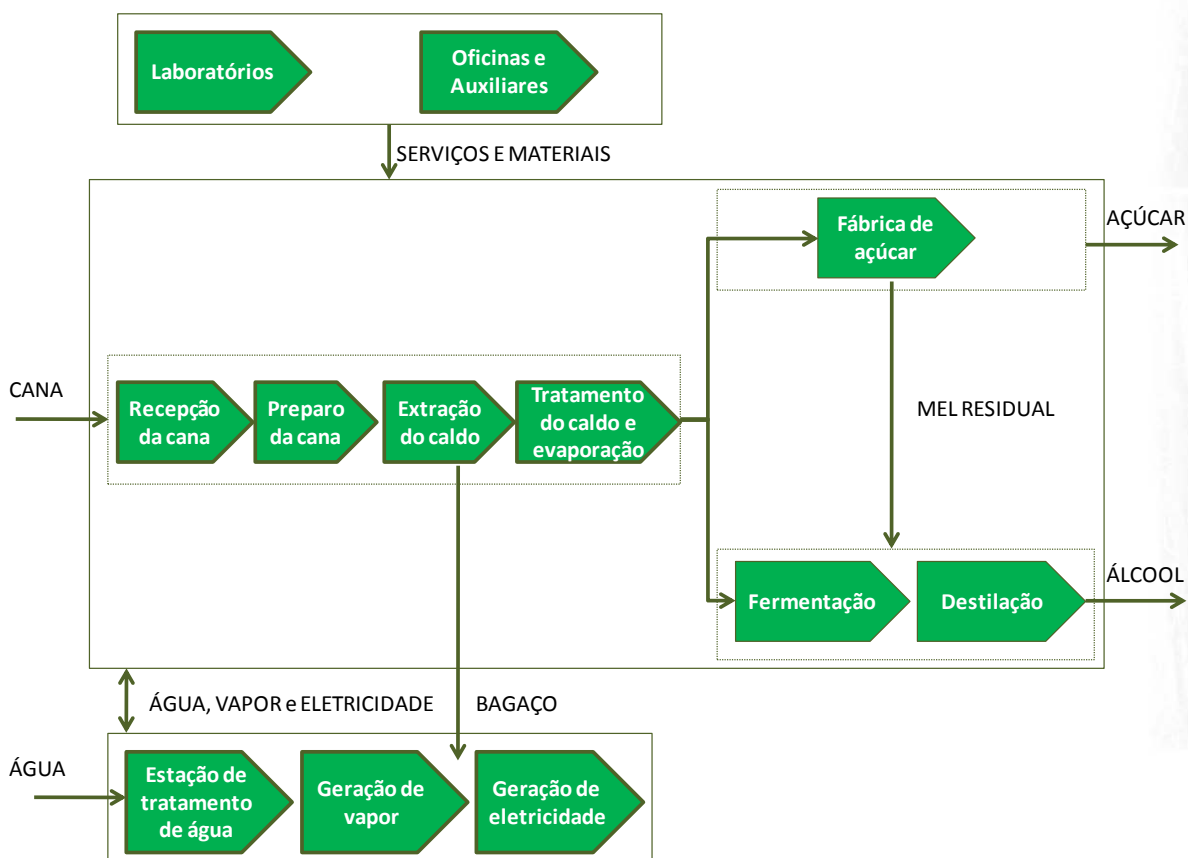
O primeiro grupo de operações, formado pelos processos de recepção de cana, preparo de cana, extração do caldo, tratamento do caldo e evaporação estão relacionadas basicamente

---

<sup>1</sup> As informações contidas nesse tópico são baseadas na interpretação do material de projeto disponibilizado pela P.A.Sys Engenharia e Sistemas, das notas de aula de Assis (2007), César (2008) e da consulta ao material de Dal Bem et al (2006), Fernandes (2003) e Paiva (2005).

à etapa inicial de medição e limpeza da cana, transformação da cana em caldo e bagaço seguido pelo tratamento do caldo e evaporação para uso nos processos de fabricação de açúcar e álcool.

O segundo grupo de operação, formado pelos processos de estação de tratamento de água, geração de vapor, geração de eletricidade estão basicamente relacionadas na captação e tratamento de água sua transformação em vapor a partir da transferência do calor específico de combustão do bagaço à água e da conversão desse vapor em eletricidade a partir da transformação no par turbina de vapor e gerador de eletricidade. Os três produtos: água, vapor e eletricidade são insumos essenciais na utilização das operações de processamento de cana, sendo os dois primeiros utilizados em um circuito de realimentação em que depois de utilizados no processamento de cana são retornados às operações de tratamento de água e tratamento de vapor.



**Figura 14 – Fluxograma simplificado das operações industriais**

Fonte: Adaptado de Assis (2007), César (2008), Dal Bem et al (2006) e Paiva (2005)

Já o terceiro grupo de operações formado pelas atividades de laboratórios, oficinas e auxiliares são operações de suporte de materiais e serviços para as demais operações industriais. Os laboratórios fornecem serviços de medição de qualidade de matéria-prima e eficiência de processos, as oficinas e auxiliares estão relacionadas às atividades de reparos e adaptação de equipamentos e de suprimento de materiais e serviços de mão-de-obra para os demais processos produtivos da usina.

O quarto grupo de operação, já na parte superior direita da Figura 14, refere-se à etapa específica de produção de açúcar. Nessa etapa além da produção de açúcar há como resultado a produção de mel residual, um subproduto rico em concentração de açúcares que não foram recuperados na forma de cristais de açúcar. Nas configurações industriais brasileiras típicas, produtoras de açúcar e álcool, o mel residual é uma segunda fonte de matéria-prima do processo de fabricação de álcool, o último grupo de operações apresentado na parte inferior direita da Figura 14. Na fabricação de álcool além do mel residual, utiliza também o caldo concentrado vindo do processo de tratamento de caldo. São dois os processos fundamentais da fabricação de álcool, a fermentação, ou seja, a transformação de açúcares redutores em álcool e a destilação com objetivo de separar a mistura de álcool e água gerada no processo anterior.

Vale ressaltar que a fábrica de açúcar pode ser classificada como uma indústria de extração, uma vez que, o açúcar é produzido pela natureza, neste caso, sendo apenas concentrado no processo (DAL BEM et al., 2006). Já a destilaria, responsável pela produção do álcool, pode ser classificada como uma indústria de transformação, pois o produto final será obtido através da fermentação biológica (DAL BEM et al, 2006).

Uma apresentação mais detalhada das operações características do processo de produção de açúcar e álcool no Brasil é apresentada nos tópicos a seguir.

### **3.2.1 RECEPÇÃO DA CANA**

O processo industrial inicia-se com a recepção da cana, quando se define a quantidade e qualidade da matéria-prima. Os caminhões de cana são pesados antes e depois do descarregamento, para assim se definir a quantidade de cana entregue. Após pesada, a cana é analisada para que se tenha definido o indicador de qualidade de cana para a produção de açúcar e álcool, ou seja, quantidade de ART (Açúcar Redutor Total) da cana. A medição da quantidade de ART é realizada por meio da retirada, via sondas, de três amostras de cana em



pontos diferentes do caminhão (determinados aleatoriamente). Essas três amostras são misturadas entre si e conduzidas até o laboratório para a determinação do ART e demais características da amostra.

O procedimento de medição da quantidade e qualidade de cana é necessário para fins de pagamento de cana aos fornecedores e para o controle e planejamento dos processos industriais subsequentes.

### 3.2.2 *PREPARO DA CANA*

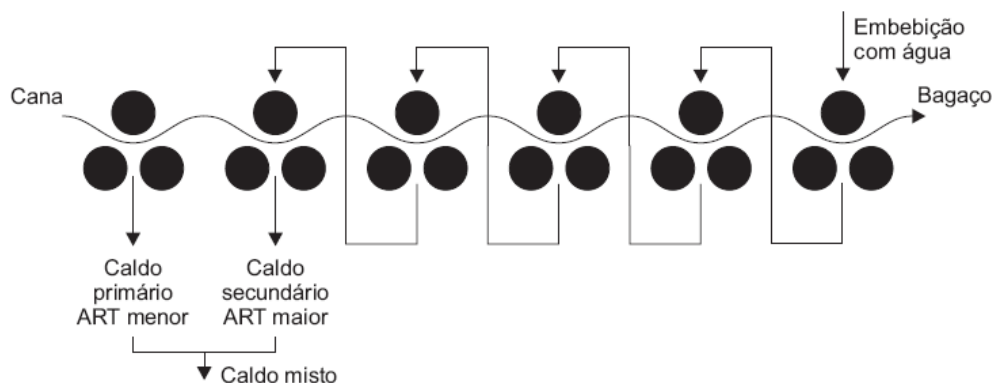
Juntamente com a matéria-prima, há também as impurezas mineiras e vegetais, como terra, cinzas, folhas e outros resíduos. Assim, após a recepção da cana, há a preparação da mesma, para que se possa adequá-la para a máxima extração de açúcares contidos nas células da cana-de-açúcar na forma de um caldo limpo. O processo de preparo da cana inicia-se com o descarregamento da cana por meio de um tombador em uma mesa alimentadora onde a cana passa por um processo de limpeza.

É comum nas usinas brasileiras haverem duas formas diferentes de limpeza. A cana queimada e colhida na forma de cana inteira geralmente passa por um sistema de lavagem com água. Já as canas colhidas mecanicamente, geralmente são conduzidas para um sistema de limpeza a seco com peneira vibratórias e vento, que minimiza a perda de açúcares, o que ocorre comumente no processo de lavagem. Na face cortada da cana, o açúcar contido nas células da cana é facilmente transferido para a água de lavagem por difusão. Na cana colhida mecanicamente essa perda é mais intensa uma vez que a matéria-prima é cortada em formas de toletes, o que aumenta a superfície de contato da cana com a água.

A cana limpa é então lançada em uma esteira metálica, na qual passa por um conjunto de facas niveladoras, picadores, sucedido por desfibrador. O objetivo das facas niveladoras é de fazer com que a alimentação da fase subsequente seja uniforme. O picador e o desfibrador aumentam a densidade da matéria prima e sua superfície de contato e assim, aumentar a capacidade de extração do caldo. Após o desfibrador através de uma esteira de borracha a cana desfibrada passa por um eletroímã cuja função é retirar qualquer material ferroso ou magnético que tenha vindo com a cana e que possa causar algum dano às estruturas de extração.

### 3.2.3 EXTRAÇÃO DO CALDO

Logo após o preparo da cana, inicia-se o processo de extração de um caldo, que depois de tratado e concentrado será direcionado para a produção de açúcar ou para a produção de álcool. O processo de extração consiste na separação física do caldo da cana de sua fibra (bagaço). Este processo pode ser feito de duas formas: moagem ou difusão. O primeiro, típico nos processos da indústria brasileira, consiste em extrair o caldo por meio de fricção mecânica com a adoção de um conjunto de ternos de moenda que submetem uma pressão mecânica a cana desfibrada. Trata-se de sistema repetitivo geralmente com 4 a 6 estágios de prensagem denominados historicamente de moagem. Este processo alia a pressão mecânica à embebição com água, como representado na Figura 15, onde se ilustra esquematicamente uma linha de extração de caldo utilizando moendas.



**Figura 15 – Esquema de extração de caldo em moendas de 6 ternos**

Fonte: DAL BEM et al (2006).

O resíduo final da moagem é o bagaço que tipicamente é direcionado para um depósito, para ser utilizado como combustível no processo de produção de vapor.

É relevante ressaltar que no processo de extração ocorre uma perda de açúcares que não conseguem ser removidos das células da cana de açúcar e que não são recuperados no caldo de cana, pois permanecem fixados no bagaço. Boa parte dessas perdas ocorre em função da perda de eficiência dos equipamentos que ao entrarem em contato direto com a cana, sofrem desgastes por atrito e abrasão. Uma forma comum de evitar a perda de eficiência de moagem é o uso de eletrodos especiais (base, sobre-base, laterais e picotes) para o revestimento da superfície dos equipamentos que entram em contato com a cana. Além disso,

também é comum a ocorrência de perdas devido à decomposição dos açúcares redutores por microorganismos ou eventuais vazamentos. Entretanto, essas perdas são de difícil mensuração e geralmente são denominadas “perdas indeterminadas”, sendo calculadas como o saldo final da diferença entre os açúcares totais da cana inicialmente processada e a soma dos açúcares total dos produtos com as perdas industriais medidas.

### **3.2.4 TRATAMENTO DO CALDO**

O caldo extraído da cana ainda contém grande quantidade de resíduos sólidos, impurezas orgânicas e minerais tais como, terra e microorganismos, que precisam ser eliminados para se ter uma boa qualidade de açúcar e eficiência na produção de álcool. Para a remoção dos sólidos em suspensão de maior tamanho o caldo passa por uma peneira. Porém, para a remoção das partículas menores, uma seqüência de procedimentos de tratamento físicos e químicos precisa ser adotada. Os principais são a aquecimento, sulfitação, caleagem, flasheamento, decantação e filtragem.

Após o peneiramento, o caldo passa por um aquecimento prévio e posteriormente, caso o caldo se destine à produção de açúcar branco, é comum a realização de um processo de sulfitação de forma a promover o branqueamento e clarificação mais intensa do produto final.

Logo após, inicia-se o processo de calagem que consiste na adição ao caldo de proporções específicas de cal para se corrigir seu pH, o que é feito com o intuito de tornar os processos físicos subseqüentes de tratamento de caldo mais eficientes. O caldo é então novamente aquecido e levado a uma operação rápida de despressurização que reduz levemente sua temperatura (processo de flasheamento). Este processo objetiva eliminar os gases dissolvidos no caldo que, quando presente, dificultam a decantação das impurezas mais leves.

O caldo segue para o decantador para separação das impurezas. A ação física de decantação é acelerada pela adição química de polímeros e ácido fosfórico que aglutinam e aumentam o peso das impurezas suspensas, precipitando-as mais rapidamente.

O caldo, agora chamado de caldo clarificado segue para os processos seguintes de produção de açúcar e de álcool. Já as impurezas formam o lodo, que é posteriormente tratado em filtros e/ou prensas para se reaver parte dos resíduos de açúcar ainda presentes nessa material. Como resultado do tratamento do lodo se obtém o caldo filtrado e a torta de filtro. O caldo filtrado geralmente retorna ao processo inicial de tratamento de caldo. Já a torta de filtro

é retirada do processo industrial, para ser utilizada na lavoura como fertilizante. Nesse ponto do processo industrial ocorre mais uma significativa perda de açúcares, os que não são extraídos dos resíduos sólidos da torta de filtro e conseqüentemente são perdidos.

Até a obtenção do caldo clarificado, com exceção da eventual operação de sulfitação, não há diferenças entre os processos industriais da produção de açúcar e álcool. É a partir deste ponto, no entanto, que o processo produtivo dos dois se diferencia (DAL BEM et al, 2006).

### **3.2.5 EVAPORAÇÃO**

O caldo clarificado, resultado do tratamento de caldo é aquecido novamente e segue para a etapa de evaporação, realizada por meio de conjunto de evaporadores (geralmente a vácuo) dimensionados para concentrar os sólidos para as etapas seguintes. Geralmente, na produção de álcool, o caldo clarificado passa apenas um conjunto de simples de evaporadores, ajustado para obtenção de uma concentração de 18% de sólidos a fim de otimizar a eficiência da fermentação. Em alguns casos, o caldo clarificado, pode não passar pela etapa de evaporação e ser misturado apenas com o mel residual resultante da produção do açúcar. Neste procedimento, já é possível atingir a concentração de 18% de sólidos.

Para a produção de açúcar, o caldo clarificado passa por conjunto de evaporadores, geralmente 5, até atingir uma concentração de 65% de sólidos, ideal para o início do processo de cozimento nas fábricas de açúcar.

Na fase de evaporação, é comum a ocorrência de perdas de açúcar por arraste na evaporação e a decomposição dos açúcares redutores devido a altas temperaturas. Por essas perdas serem de difícil determinação elas também são classificadas como perdas indeterminadas. Após o processo de evaporação, o caldo passa a ser chamado de xarope, “nome usado para o caldo concentrado na saída da evaporação destinado a fábrica de açúcar” (DAL BEM et al, 2006). Para a obtenção do açúcar, ainda é necessário se passar pelas fases de cozimento, centrifugação e secagem.

### 3.2.6 FÁBRICA DE AÇÚCAR

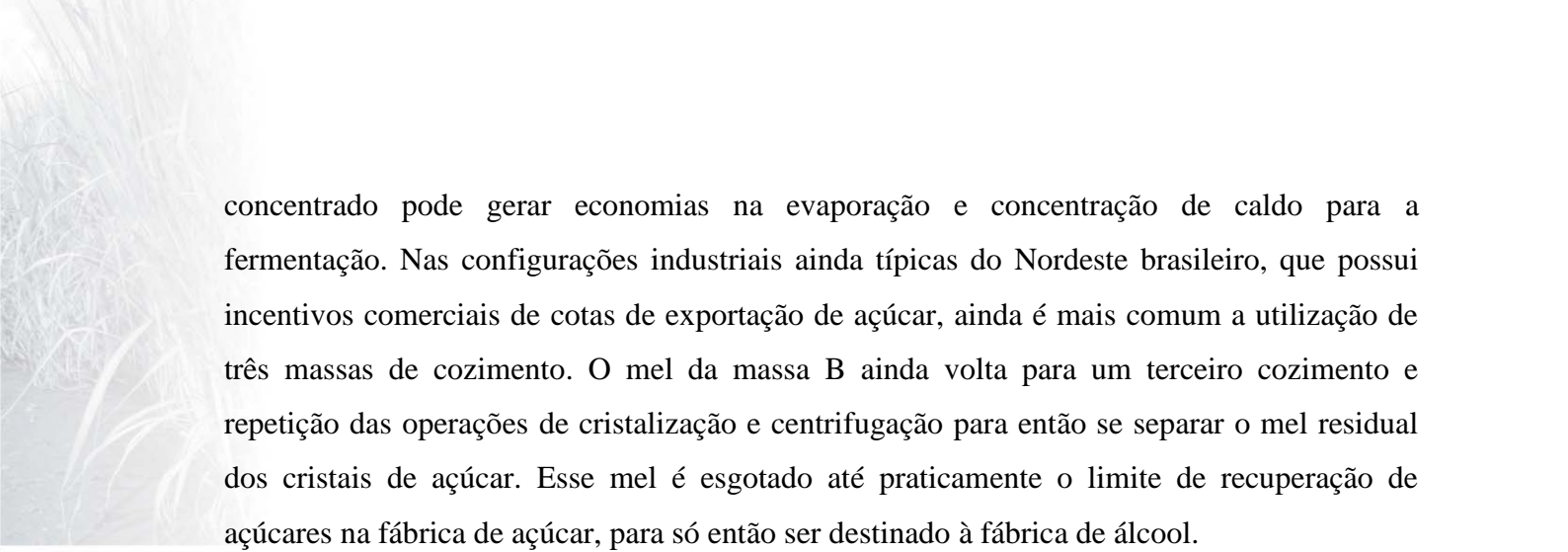
Na produção de açúcar, o xarope saído da evaporação passa por flutadores, para a retirada de outras impurezas, seguindo posteriormente para a etapa de cozimento. Para casos de produção de açúcar de menor qualidade, o processo de flotação pode ser dispensado.

O cozimento consiste na evaporação controlada da água contida no caldo concentrado dos evaporadores, sendo o xarope concentrado até o início da formação de cristais, devido à precipitação da sacarose dissolvida na água. O produto final originado desta etapa é denominado massa cozida (solução açucarada). São normalmente empregadas duas ou três massas de cozimento.

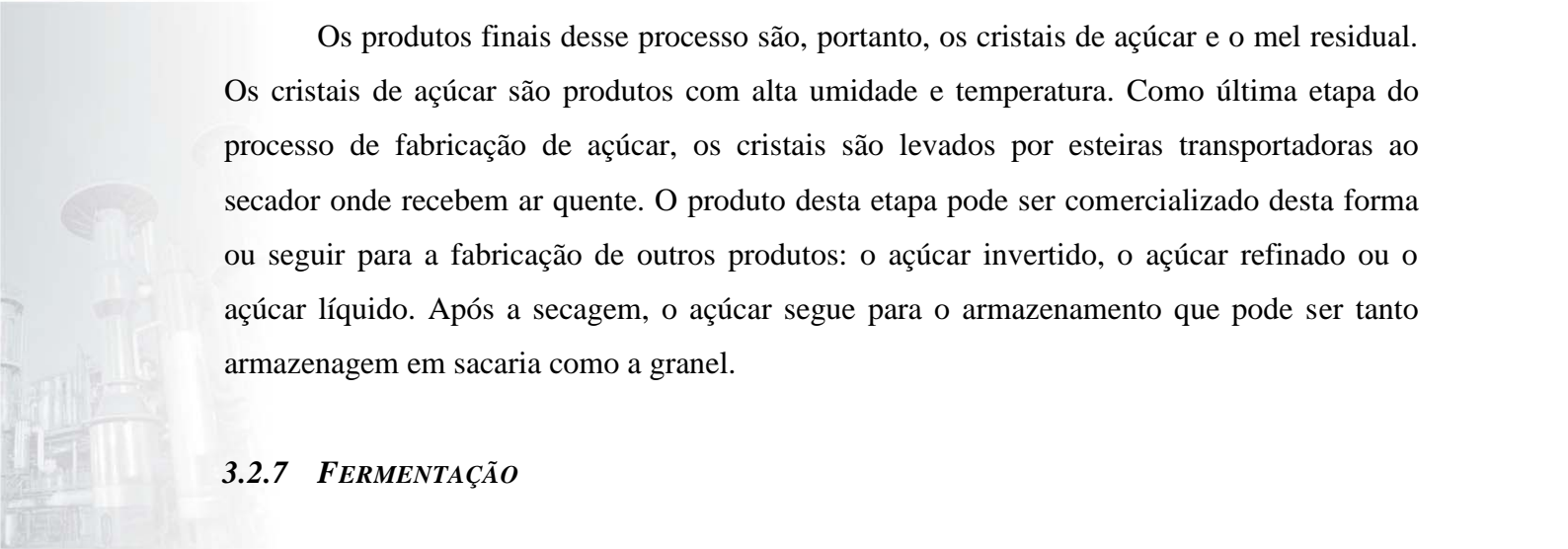
Depois do primeiro cozimento, a massa cozida, chamada comumente de massa A, é enviada para os cristalizadores, que funciona como um regulador de fluxo entre o cozimento e a centrifugação. Os cristalizadores são os responsáveis por proporcionar o final da formação dos cristais. Este processo é realizado através da introdução de micro-cristais (iscas) e um lento resfriamento com o auxílio de água. A fase seguinte consiste na centrifugação, quando os cristais de açúcar são separados do mel (solução líquida rica em açúcares).

Após a separação, o mel da massa A retorna para o segundo processo de cozimento, denominado cozimento da massa B. Nesse processo o mel da massa A é misturado com xarope vindo da evaporação e se repetem os procedimentos de cristalização e centrifugação. Nos processos mais comuns da região Centro-Sul do Brasil, o processo de produção de açúcar se encerra após o cozimento, cristalização e centrifugação da massa B. Este processo gera além de novos cristais de açúcar, um mel residual. Em usinas puramente açucareiras esse é um subproduto, que pode ser considerado como perda devido a restrições de mercado, porém, para a maioria das usinas típicas do Brasil, esse subproduto, rico em açúcar, é destinado para a fabricação de álcool.

Essa forma de produção de açúcar é muito interessante porque simplifica, otimiza e reduz custos na produção de açúcar, e é citado como uma das vantagens competitivas da produção de açúcar no Brasil. A economia de custos da produção de açúcar ocorre porque o processo repetitivo de cozimento, cristalização e centrifugação são realizadas por menos equipamentos, que operam com matérias-primas mais concentradas em açúcar e conseqüentemente em faixas de eficiência de maior recuperação de açúcares. Além disso, o processo de produção de álcool também é beneficiado uma vez que o mel residual já tratado e

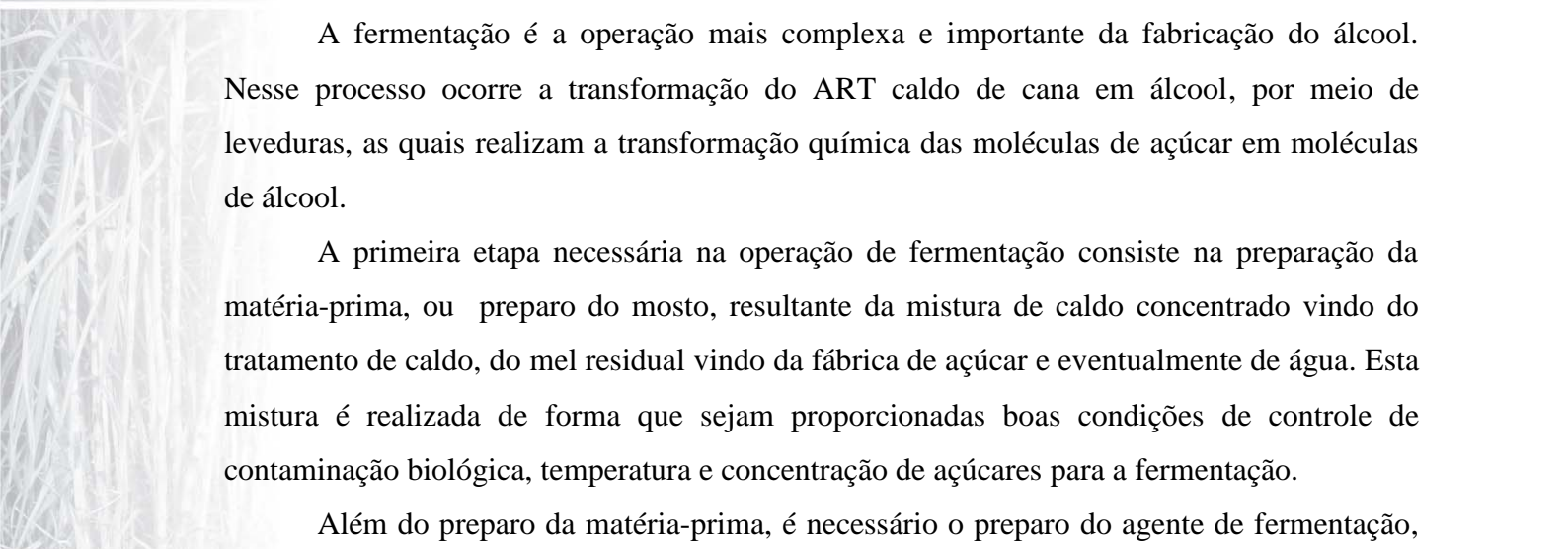


concentrado pode gerar economias na evaporação e concentração de caldo para a fermentação. Nas configurações industriais ainda típicas do Nordeste brasileiro, que possui incentivos comerciais de cotas de exportação de açúcar, ainda é mais comum a utilização de três massas de cozimento. O mel da massa B ainda volta para um terceiro cozimento e repetição das operações de cristalização e centrifugação para então se separar o mel residual dos cristais de açúcar. Esse mel é esgotado até praticamente o limite de recuperação de açúcares na fábrica de açúcar, para só então ser destinado à fábrica de álcool.



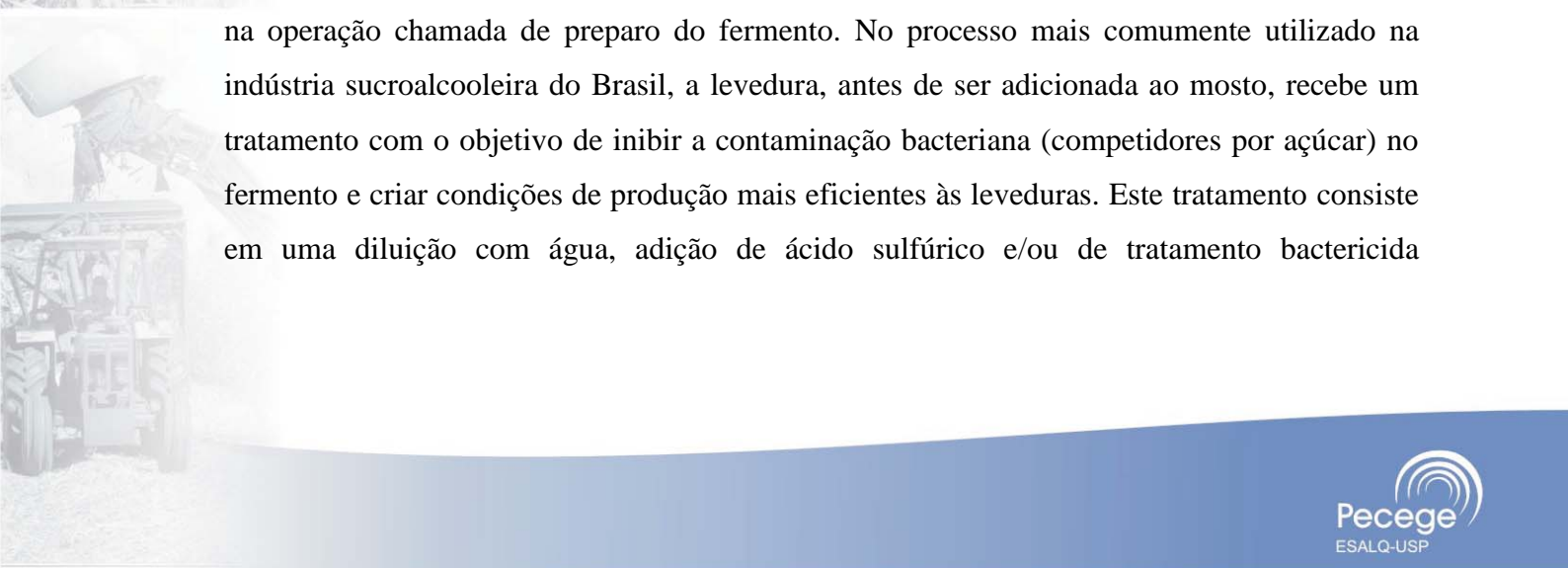
Os produtos finais desse processo são, portanto, os cristais de açúcar e o mel residual. Os cristais de açúcar são produtos com alta umidade e temperatura. Como última etapa do processo de fabricação de açúcar, os cristais são levados por esteiras transportadoras ao secador onde recebem ar quente. O produto desta etapa pode ser comercializado desta forma ou seguir para a fabricação de outros produtos: o açúcar invertido, o açúcar refinado ou o açúcar líquido. Após a secagem, o açúcar segue para o armazenamento que pode ser tanto armazenagem em sacaria como a granel.

### **3.2.7 FERMENTAÇÃO**



A fermentação é a operação mais complexa e importante da fabricação do álcool. Nesse processo ocorre a transformação do ART caldo de cana em álcool, por meio de leveduras, as quais realizam a transformação química das moléculas de açúcar em moléculas de álcool.

A primeira etapa necessária na operação de fermentação consiste na preparação da matéria-prima, ou preparo do mosto, resultante da mistura de caldo concentrado vindo do tratamento de caldo, do mel residual vindo da fábrica de açúcar e eventualmente de água. Esta mistura é realizada de forma que sejam proporcionadas boas condições de controle de contaminação biológica, temperatura e concentração de açúcares para a fermentação.



Além do preparo da matéria-prima, é necessário o preparo do agente de fermentação, na operação chamada de preparo do fermento. No processo mais comumente utilizado na indústria sucroalcooleira do Brasil, a levedura, antes de ser adicionada ao mosto, recebe um tratamento com o objetivo de inibir a contaminação bacteriana (competidores por açúcar) no fermento e criar condições de produção mais eficientes às leveduras. Este tratamento consiste em uma diluição com água, adição de ácido sulfúrico e/ou de tratamento bactericida

(antibióticos). . Esta suspensão de fermento diluído e acidificada é conhecida popularmente como pé-de-cuba e permanece em agitação de uma hora a três horas.

O mosto e o pé-de-cuba são então conduzidos às dornas (tanques) de fermentação, onde são misturados na proporção 2:1. Depois de aproximadamente sete horas de processo de fermentação, a mistura inicial transforma-se em uma mistura de vinho, com solução líquida de concentração volumétrica entre 7% e 10% de álcool, e leveduras.

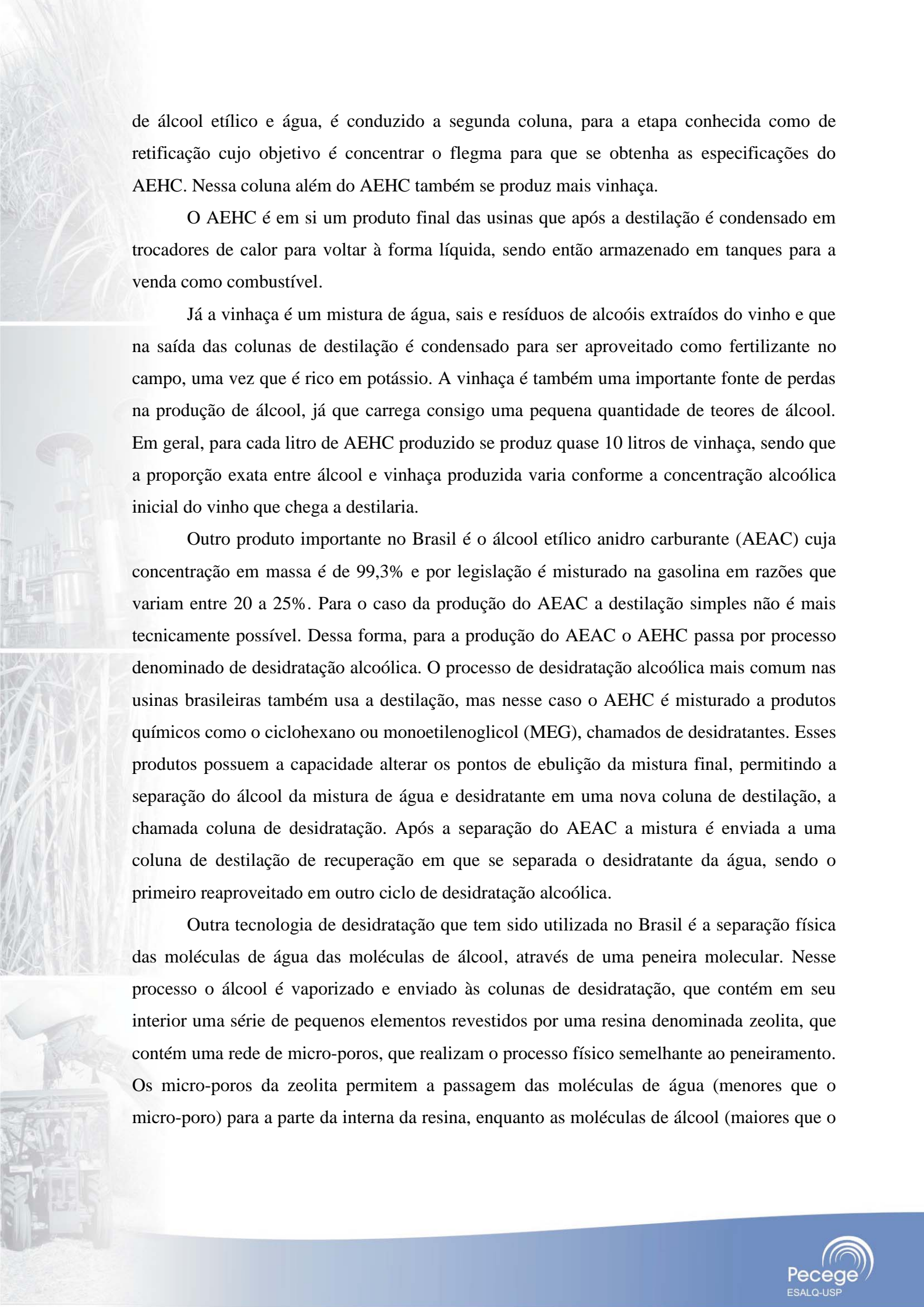
Essa mistura de vinho e leveduras é então levada às centrífugas que separam o vinho das leveduras, que são então recuperadas e conduzidas ao preparo do fermento para serem reaproveitadas nos ciclos de fermentação subsequentes. Recentemente, o excesso de leveduras é retirado e processado para ser usado como fonte de proteína para ração animal. Já o vinho resultante, composto basicamente por álcool e água, é bombeamento para as colunas de destilação onde ocorrerá a separação do álcool etílico, água, além de outros compostos, gases e impurezas.

No processo de fermentação ocorre a maior perda industrial da produção de álcool. A eficiência típica da reação de transformação de ART em álcool na indústria brasileira situa-se na faixa de 85% a 90%. Ou seja, aproximadamente 10% a 15% do total de ART que potencialmente poderia ser transformado em álcool, não é recuperado.

### **3.2.8 DESTILAÇÃO**

O processo físico de destilação possui a finalidade de realizar a separação de misturas homogêneas composta por líquidos com diferentes pontos de ebulição. No caso da destilação para separação dos elementos do vinho, o álcool possui o ponto de ebulição inferior aos demais componentes da mistura aquosa, evaporando, portanto, com mais facilidade. Contudo, o álcool carrega consigo parcela considerável de água que também é evaporada.

Assim, o processo de destilação nas usinas utiliza uma seqüência de destilações parciais que aumentam a porcentagem de álcool nas misturas de vapores, até atingir um ponto de concentração e nível de contaminação de impurezas específico. No Brasil, esse ponto é usualmente definido para o álcool etílico hidratado carburante (AEHC) como sendo de 93% de concentração da massa do álcool etílico na massa da mistura total. Para se atingir esse ponto, geralmente o vinho passa por duas colunas de destilação. Na primeira coluna o vinho é decomposto em duas correntes: flegma e vinhaça. O flegma, mistura mais concentrada e pura



de álcool etílico e água, é conduzido a segunda coluna, para a etapa conhecida como de retificação cujo objetivo é concentrar o flegma para que se obtenha as especificações do AEHC. Nessa coluna além do AEHC também se produz mais vinhaça.

O AEHC é em si um produto final das usinas que após a destilação é condensado em trocadores de calor para voltar à forma líquida, sendo então armazenado em tanques para a venda como combustível.

Já a vinhaça é uma mistura de água, sais e resíduos de alcoóis extraídos do vinho e que na saída das colunas de destilação é condensado para ser aproveitado como fertilizante no campo, uma vez que é rico em potássio. A vinhaça é também uma importante fonte de perdas na produção de álcool, já que carrega consigo uma pequena quantidade de teores de álcool. Em geral, para cada litro de AEHC produzido se produz quase 10 litros de vinhaça, sendo que a proporção exata entre álcool e vinhaça produzida varia conforme a concentração alcoólica inicial do vinho que chega a destilaria.

Outro produto importante no Brasil é o álcool etílico anidro carburante (AEAC) cuja concentração em massa é de 99,3% e por legislação é misturado na gasolina em razões que variam entre 20 a 25%. Para o caso da produção do AEAC a destilação simples não é mais tecnicamente possível. Dessa forma, para a produção do AEAC o AEHC passa por processo denominado de desidratação alcoólica. O processo de desidratação alcoólica mais comum nas usinas brasileiras também usa a destilação, mas nesse caso o AEHC é misturado a produtos químicos como o ciclohexano ou monoetilenoglicol (MEG), chamados de desidratantes. Esses produtos possuem a capacidade alterar os pontos de ebulição da mistura final, permitindo a separação do álcool da mistura de água e desidratante em uma nova coluna de destilação, a chamada coluna de desidratação. Após a separação do AEAC a mistura é enviada a uma coluna de destilação de recuperação em que se separa o desidratante da água, sendo o primeiro reaproveitado em outro ciclo de desidratação alcoólica.

Outra tecnologia de desidratação que tem sido utilizada no Brasil é a separação física das moléculas de água das moléculas de álcool, através de uma peneira molecular. Nesse processo o álcool é vaporizado e enviado às colunas de desidratação, que contém em seu interior uma série de pequenos elementos revestidos por uma resina denominada zeolita, que contém uma rede de micro-poros, que realizam o processo físico semelhante ao peneiramento. Os micro-poros da zeolita permitem a passagem das moléculas de água (menores que o micro-poro) para a parte da interna da resina, enquanto as moléculas de álcool (maiores que o



micro-poro) seguem seu fluxo fora da resina. Dessa forma, os vapores de álcool separados dos de água são retirados da coluna de desidratação e posteriormente condensados na forma de álcool anidro. Após a retirada do álcool é realizada a regeneração da zeolita, que consiste na aplicação de vácuo para remoção dos vapores de água da parte interna dos micro-poros das resinas e sua conseqüente retirada da coluna de desidratação.

O AEAC já na sua forma líquida é levado aos tanques de armazenamento. O produto destinado a comercialização no mercado brasileiro, na finalização do seu processo de produção, por questões de legislação, deve ter adicionado na sua composição um corante de cor laranja. A função desse corante é diferenciar o AEAC do AEHC, de forma a facilitar a fiscalização tributária dos dois produtos.

### **3.2.9 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

Na estação de tratamento de água da indústria sucroalcooleira é feita a captação da água dos rios, tratamento para eliminação de impurezas mais simples e desmineralização para uso de água em caldeiras.

Após a captação da água, o tratamento geralmente inicia-se com a remoção dos metais presentes na água – principalmente manganês e ferro – ao se adicionar cloro ou material semelhante, que tornam os metais insolúveis na água. A próxima fase consiste na coagulação na qual será adicionando dosagem de sulfato de alumínio ou cloreto férrico, que irão aglomerar a sujeira, formando flocos. Adiciona-se também cal, com intuito de manter o pH da água neutro.

Na floculação, que é a etapa seguinte, a água é movimentada, aumentando de volume, peso e consistência. Assim sendo, na próxima fase – a decantação – os flocos formados anteriormente separam-se da água, sedimentando-se no fundo dos tanques. No entanto, algumas impurezas ainda permanecem na água, fazendo com que seja necessário a passagem da água por filtros constituídos por camadas de areia ou areia suportada por cascalhos. Em geral, esse tratamento é suficiente para o uso da água na maior parte dos processos industriais da usina. Para o caso específico de uso em caldeiras, há a necessidade de remoção dos sais minerais presentes na água, o que é feito por meio da desmineralização- passagem da água por um sistema de membranas, que retém os minerais.

### **3.2.10 GERAÇÃO DE VAPOR E ELETRICIDADE**

As usinas de álcool e açúcar necessitam de bastante energia nas formas elétrica, mecânica e térmica para movimentação dos sistemas de processamento industrial da cana-de-açúcar. A forma primordial de obtenção de energia para esses processos se dá via produção de vapor e eletricidade. A etapa de geração de vapor consiste no aproveitamento do bagaço como combustível básico da usina para o aquecimento da água obtida do tratamento de água e sua transformação em vapor.

Este processo é feito com a utilização de caldeiras, equipamentos onde o calor gerado na combustão (queima) do bagaço é transmitido à água transformando-a em vapor. Nas caldeiras o vapor é gerado em alta pressão, que variam de 15 kgf/cm<sup>2</sup> a 65 kgf/cm<sup>2</sup>. Esses vapores são então utilizados para o acionamento de turbinas, onde existe a transformação de energia térmica em mecânica. Nas usinas, as turbinas a vapor geralmente são responsáveis pelo acionamento de picadores, desfibradores, moendas, bombas de captação de água assim como o acionamento de geradores para a produção de eletricidade necessária no processo de fabricação de álcool e açúcar.

Na transformação da energia térmica em mecânica o vapor de alta pressão transmite parte de sua energia aos acionamentos mecânicos da turbina e outra parte dá origem a um vapor com menor energia térmica, ou seja, menor pressão e temperatura. Esse vapor, também chamado vapor de escape ou de processo, que possui pressão de aproximadamente 1,5 kgf/cm<sup>2</sup>, é usado nos processos de evaporação de caldo, cozimento de massas e destilação da usina de açúcar e álcool.

O sistema de geração de energia térmica e mecânica a partir do vapor produzido da queima do bagaço de cana faz com que o rendimento energético das usinas alcance valores da ordem de 90%. Uma tendência tecnológica recente para o melhor aproveitamento energético tem sido a substituição dos acionamentos realizados por turbinas por acionamentos via motores elétricos, que podem trabalhar com melhores níveis de consumo de energia. O aumento da demanda de eletricidade dos motores elétricos, também contribui para o aumento dos geradores de eletricidade, os quais conseguem, em função da escala, trabalhar em faixas de maior eficiência. Adicionalmente, a menor utilização de turbinas pode contribuir para a simplificação do circuito de recirculação de água e vapor nas caldeiras. Outra tendência tem

sido a adoção de turbinas de condensação, em que a transformação da energia térmica em mecânica é mais eficiente.

A geração de eletricidade das unidades industriais brasileiras típicas possui potência de geração de eletricidade variando entre 5 e 15 MW. Para suprir o consumo industrial, são necessários aproximadamente 12 kWh por tonelada de cana moída (MACEDO, 2001). Assim sendo, tem sido comum o aproveitamento energético do bagaço de cana para a geração de excedente de eletricidade, que é destinado para as áreas agrícolas das usinas, principalmente para operação de sistemas de irrigação e, ou para a comercialização no mercado de energia elétrica.

### 3.2.11 LABORATÓRIOS

No laboratório da usina são feitas as análises das amostras que determinam todas as eficiências dos processos industriais, iniciando-se pela qualidade da matéria-prima, que influencia diretamente na composição dos custos industriais. Sabe-se que o pagamento da cana é feito de acordo com a qualidade, que pode ser mensurada por meio de alguns parâmetros, entre os quais se destacam: o teor de sacarose na cana (POL), pureza da cana, teor de fibra da cana, açúcares redutores (AR) presentes na cana e açúcares redutores totais da cana (ART). As definições desses parâmetros são:

- **POL ou PC da Cana:** Porcentagem aparente de sacarose, em peso, contida na cana. Sua determinação é importante já que o POL é o principal fator considerado na avaliação da qualidade da cana para seu pagamento. A POL da cana significa a quantidade de açúcares da cana que podem ser diretamente cristalizados para se tornarem o produto açúcar. A época de colheita, variedade de cana e condições climáticas interferem diretamente na qualidade da cana, principalmente devido à relação entre POL e AR.
- **Pureza da cana:** É a porcentagem de sacarose contida nos sólidos solúveis totais da cana, sendo que quanto maior a pureza (porcentagem de sacarose), melhor é a qualidade da matéria-prima.
- **Fibra:** Fração dos colmos de cana insolúvel em água. A fibra da cana interfere na eficiência da extração pela moenda, sendo que quanto maior a quantidade de fibra, menor a eficiência de extração.

- **AR – Açúcares Redutores:** são basicamente glicoses e frutoses, sendo também chamados de açúcares invertidos. Na produção de açúcar não são aproveitados sendo inclusive prejudiciais já que afetam diretamente na pureza e em reações que alteram a cor do produto. Já na produção de álcool são matérias-primas que compõem o grupo de sólidos solúveis da cana fermentescíveis, logo podem ser transformados em etanol. Quando ocorrem em teores elevados, os açúcares redutores evidenciam um estágio de menor maturação da matéria-prima ou “cana verde”. A quantificação de AR na cana geralmente é estimada nos laboratórios em função das equações de correlação desse parâmetro com a POL e a fibra da cana.
- **ART – Açúcares Redutores Totais:** Representa a quantidade total de açúcares da cana (sacarose, glicose e frutose). O conhecimento do ART é importante para avaliação da qualidade da matéria-prima, principalmente aquela destinada à produção de álcool.

No laboratório é realizada ainda outra importante função: controle de eficiência produtiva referente à mensuração e gerenciamento das perdas industriais. Os principais pontos de perdas ocorrem nas chamadas perdas industriais comuns (perdas ocorridas nas operações de produção comum ao açúcar e ao álcool) e nas perdas ocorridas na fabricação do álcool. Já as perdas na fabricação de açúcar são pouco significantes se comparadas às anteriores, uma vez que o, o mel final, que se constitui na maior perda, é totalmente reaproveitado como matéria-prima na destilaria.

As perdas industriais comuns são geralmente medidas nas unidades industriais na lavagem da cana, extração de caldo, torta de filtro e as perdas indeterminadas do processo industrial. Além disso, coletam-se informações sobre as perdas na fermentação e destilação as quais são determinadas indiretamente via as eficiências industriais desses dois processos.

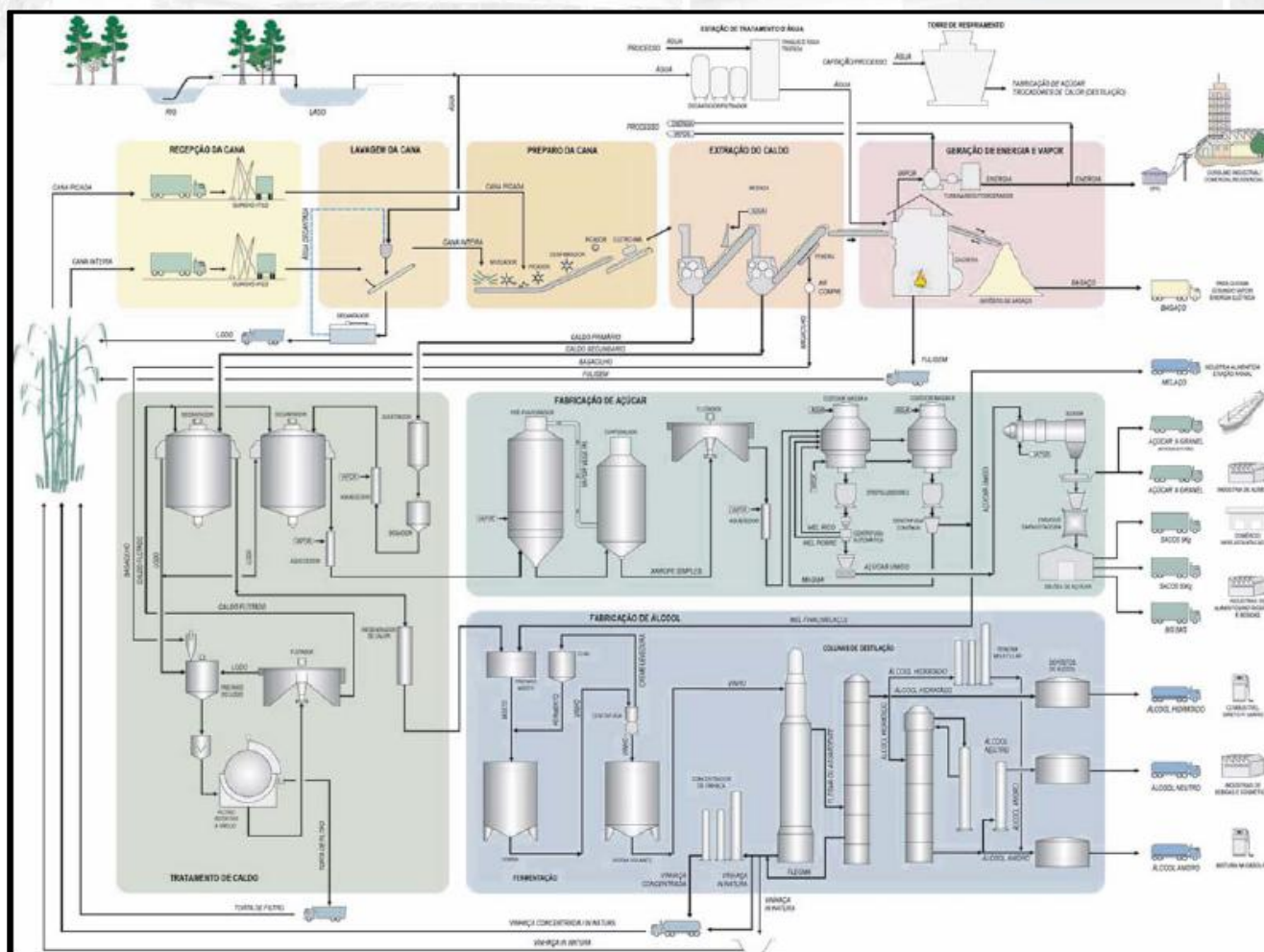
As perdas de lavagem de cana, bagaço e torta geralmente são medidas nos laboratórios via mensuração do total de resíduos resultantes (água de lavagem, bagaço e torta) e seus respectivos teores médios de açúcar, os quais são estimados pela porcentagem de POL, em algumas amostras. Calcula-se então a relação entre a quantidade de POL presente em cada resíduo e a quantidade total de POL da cana processada para a definição das porcentagens de perdas industriais de POL em cada processo industrial. Em geral, a porcentagem de perda de POL é usada como aproximação das porcentagens de perdas de ART.

A perda de destilação também é calculada de forma semelhante às anteriores, mas nesse caso é medida a quantidade total de vinhaça, seu teor alcoólico e o total de álcool

produzido (medido em concentração 100%). Faz-se uma relação entre o total de álcool produzido e a total de álcool idealmente possível de ser produzido, calculado como o álcool produzido mais o álcool presente na vinhaça. Essa relação define a eficiência de destilação, a partir da qual se calcula as perdas. Para o caso das perdas de fermentação a medição da eficiência geralmente segue um procedimento um pouco mais elaborado. Entretanto, os procedimentos realizados no laboratório podem ser simplificados e a eficiência de fermentação pode ser determinada como a razão entre a quantidade total de álcool presente no vinho produzido e o total de álcool potencialmente produzido pela quantidade total de ART presentes no mosto (calculado via relação estequiométrica da reação de fermentação dos ART em etanol).

As perdas indeterminadas são calculadas a partir de um fechamento de contas, ou seja, um valor que leve a igualdade entre o valor inicial de ART da cana e a soma dos valores do ART dos produtos e o ART das perdas industriais. Em geral, as perdas indeterminadas se referem a erros de amostragens e medições, assim como perdas não medidas nos processos industriais.

Para ilustrar toda a etapa industrial de produção de açúcar, álcool e subprodutos, apresenta-se a Figura 16, que representa a planta industrial da Companhia Energética Santa Elisa. Nesta figura, podemos ter uma visão geral de todas as atividades diretas de produção descritas nesta seção por meio da ilustração dos processos de recepção de cana, lavagem da cana, preparo da cana, extração do caldo (em moendas), geração de vapor, tratamento de caldo, fabricação de açúcar e fabricação de álcool. Podemos perceber também outras atividades periféricas, como o tratamento de água para as caldeiras, o resfriamento de água de processo, o armazenamento dos produtos e de tipo de transporte utilizado para movimentar os produto e subprodutos.



**Figura 16 - Fluxograma industrial de fabricação de açúcar, álcool e subprodutos**

Fonte: Santa Elisa, 2005 *apud* Paiva (2005)

## 4 METODOLOGIA DE CÁLCULO DE CUSTO

A definição de custo é dada pela *“soma, expressa monetariamente, de todos os sacrifícios suportados para a obtenção de uma utilidade ou de um serviço de caráter oneroso”* (VALLE, 1987). Para o produtor, o custo total de produção é entendido como a soma de todas as despesas para a obtenção do produto.

Segundo Crepaldi (2005), há dois tipos de custos: diretos e indiretos. Assim sendo, a definição de custos diretos é dada por custos que *“podem ser diretamente (sem rateio) apropriados aos produtos agrícolas”*. Para que isso ocorra, faz-se necessário que exista uma medida de consumo (quilos, horas de máquina, etc). Já os custos indiretos necessitam de algum critério de rateio para serem incorporados aos produtos agrícolas (aluguel, iluminação, depreciações, etc). Na mesma linha a CONAB (BRASIL, 2008) define tais custos como explícitos e implícitos, remetendo a mesma idéia de custos diretos e indiretos, respectivamente.

É importante ressaltar ainda a diferença entre custos fixos e custos variáveis. Os custos fixos *“são aqueles cujo total não varia proporcionalmente ao volume produzido”*, enquanto que os custos variáveis *“variam proporcionalmente ao volume produzido”* (CREPALDI, 2005).

Segundo a Metodologia de Cálculo de Custos de Produção da CONAB (BRASIL, 2008), *“No cálculo do custo de produção de uma determinada cultura deve constar como informação básica a combinação de insumos, de serviços e de máquinas e implementos utilizados ao longo do processo produtivo.”* As quantidades necessárias de cada um destes itens são definidas como coeficientes técnicos de produção, sendo expressos conforme suas características individuais (toneladas, quilogramas, litros, horas, dia de trabalho).

As despesas que compõem *“todos os itens de custos variáveis (despesas diretas) e a parcela dos custos fixos diretamente associada à implementação da lavoura”* fazem parte do custo operacional de produção (BRASIL, 2008). Este pode ser dividido em Custo Operacional Efetivo (COE) e Custo Operacional Total (COT).

Portanto, o custo operacional efetivo pode ser entendido como sendo os gastos com recursos de produção que exigem desembolso para sua recomposição por parte da empresa (DUARTE, 2006). Já o custo operacional total engloba os custos diretos, a mão-de-obra familiar, que mesmo não sendo remunerada é essencial para a execução da atividade, e as

depreciações, que são apenas uma parte dos custos indiretos. Assim sendo, o custo operacional total pode ser considerado como o custo realizado pelo produtor no curto prazo para produzir e repor o maquinário e continuar produzindo (DUARTE, 2006).

Finalmente, incluindo ao COT a remuneração do capital investido em benfeitorias, máquinas, implementos, equipamentos e outros ativos imobilizados, obtêm-se o Custo Total (CT) (GOUVEIA ET AL, 2006).

Os cálculos de custo de produção de cana-de-açúcar, açúcar e álcool desse trabalho foram desenvolvidos com base nos estudos de Fernandes (2003), Moraes (2008), Assis (2008) e César (2008). Além disso, durante o desenvolvimento do projeto, contou-se com a colaboração das empresas de consultoria M. Moraes Consultoria Agrônômica Ltda., P.A.Sys Engenharia e Sistemas Ltda. e PO2 Planejamento e Otimização Ltda para a aferição e correção dos cálculos.

Para a obtenção destes custos, utilizou-se a estrutura de cálculo do custo operacional de produção, na qual foi adotada a definição de dois custos, um relacionado aos processos agrícolas e outro aos processos industriais. Esses dois custos foram então somados para a determinação final dos custos agroindustriais da produção e processamento de cana e dos custos de açúcar e álcool.

Dentro do COE devem estar contidos todos os custos desembolsáveis do ciclo produtivo agroindustrial, sejam eles variáveis ou fixos. Citam-se nesta categoria as operações com máquinas e implementos, mão-de-obra, insumos, despesas administrativas, arrendamentos e manutenções. Somando-se ao COE as depreciações de maquinário, benfeitorias e equipamentos (imobilizados da empresa), obtêm-se o COT. Por fim, ao serem considerados os custos de oportunidade da terra e do capital investido, chega-se o CT.

O levantamento das informações necessárias para o cálculo dos custos de produção da cana-de-açúcar, do açúcar e do álcool foi realizado em duas etapas distintas:

- **Painéis** – Reuniões com produtores e técnicos do setor, geralmente realizados em sindicatos e/ou associações rurais, nas quais são coletadas informações com o intuito de se obter o custo de produção do produtor típico de uma determinada região.
- **Entrevistas Individuais** – Visitas a usinas produtoras de açúcar e/ou álcool, nas quais, além da aplicação do questionário agrícola, semelhante aos dos painéis, são realizados levantamentos de dados industriais. Proporcionam a obtenção dos custos de produção da cana, do açúcar e do álcool, bem como a caracterização tecnológica da usina.



Torna-se necessário, ainda, o tratamento estatístico dos dados coletados. Este se caracteriza pela exclusão dos chamados *outliers*, ou seja, aqueles valores que mostram-se acima ou abaixo de um desvio padrão da média. A finalidade desta prática é homogeneizar a amostra, de forma que a média calculada seja a mais representativa possível.

#### 4.1 CÁLCULO DO CUSTO DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA (CANA-DE-AÇÚCAR)

A seguir é feita uma descrição detalhada dos itens que compõem cada etapa do custo operacional de produção da cana-de-açúcar. São apresentadas também as equações utilizadas.

##### 4.1.1 CUSTO OPERACIONAL EFETIVO

Fernandes (2003) determina que os custos de produção da cana-de-açúcar podem ser divididos em três etapas distintas, sendo elas:

- a) Preparo de solo e plantio
- b) Tratos culturais da soqueira
- c) Corte, carregamento e transporte (CCT)

Dentro de cada etapa são alocadas as respectivas operações agrícolas. Para a realização destas, são necessárias combinações de máquinas e implementos (definida como “operações mecanizadas”), mão-de-obra (“operações manuais”) e insumos (“insumos”). Portanto, a classe de operações mecanizadas inclui todos os gastos com máquinas e implementos referentes ao preparo de solo, tratos culturais e CCT. O mesmo se aplica às classes de mão de obra e insumos. A Tabela 3 resume as principais operações (mecanizadas e manuais) e tipos de insumos inseridos nas etapas *a)*, *b)* e *c)* descritas acima.

**Tabela 3 – Principais operações agrícolas e tipos de insumos da lavoura de cana-de-açúcar**

Preparo de solo/plantio	Etapa/fase		Insumos
	Tratos culturais da soca	CCT	Descrição
Marcação/Topografia	Carpa química	Aceiro	Fertilizantes
Análise de solo	Repasse	Queima	Corretivos
Dessecação para plantio	Aplicação de herbicida	Corte mecanizado	Herbicidas
Aração	Aplicação de inseticida	Corte manual	Inseticidas
Sistematização do terreno	Aplicação de nematicida	Catação de bituca	Nematicidas
Confecção de terraços	Transporte de insumos	Carregamento	Maturadores
Gradagem pesada	Tríplice operação	Transbordo	Mudas
Gradagem intermediária	Transporte de água	Transporte	
Gradagem niveladora	Irrigação de apoio		
Subsolagem	Cultivo/Adubação		
Manutenção de estradas	Catação		
Transporte e carregamento mudas	Combate de pragas		
Calagem			
Gessagem			
Cobrição			
Sulcação/Adubação			
Plantio mecanizado			
Plantio manual			

Fonte: dados do trabalho

Para cada operação realizada, são designados o coeficiente técnico e seu preço, bem como o número de hectares que foram contemplados na mesma. Assim, inicialmente defini-se a quantidade necessária da combinação utilizada para a execução de 1 (um) hectare (horas máquina/ha, homens dia/ha, dose do insumo/ha) e o seu preço unitário (R\$/h, R\$/homem dia, R\$/dose). O resultado é um valor monetário, medido em reais, que expõe o quanto custa à realização da respectiva operação em 1 (um) hectare de terra. Conhecendo-se o número de hectares contemplados com a realização de cada uma das operações, obtêm-se o montante total despendido na safra em análise. Matematicamente, defini-se o cálculo acima descrito conforme a Equação 1.

$$OPER_i = [(c_{MAQ,i} \times P_{HM}) + (c_{MOB,i} \times P_{MOB}) + (c_{INS,i} \times P_{INS})] \times HA_i \quad (1)$$

Onde:  $i$  = operação em questão;

$OPER_i$  = custo da operação  $i$ ;

$c_{MAQ}$  = coeficiente de utilização da máquina e/ou equipamento na operação  $i$ ;

$P_{HM}$  = preço da máquina e/ou equipamento utilizados na operação  $i$ , medido em reais por hora (R\$/h), reais por quilômetro (R\$/km) ou reais por tonelada de cana (R\$/t);

$c_{MOB}$  = coeficiente de utilização da mão-de-obra na operação  $i$ ;

$P_{MOB}$  = preço da mão-de-obra utilizada na operação  $i$ , medido em reais por dia trabalhado (R\$/dia);

$c_{INS}$  = coeficiente de utilização (dose) do insumo na operação  $i$ ;

$P_{INS}$  = preço do insumo utilizado na operação  $i$ , medido em reais por unidade de dose (R\$/t, R\$/kg, R\$/L, etc.);

$HA$  = número de hectares em que a operação  $i$  foi realizada.

Nota-se ainda que a presença dos custos administrativos dentro dos custos operacionais de produção. Neles, salienta-se para os gastos com salários (pessoal administrativo, contador, ajudantes, pró-labore do proprietário, etc.), materiais de escritório, seguros e manutenções de benfeitorias, contas diretas em geral (luz, água, telefone, etc.), alimentação e serviços aos funcionários (médicos, odontológicos, etc.). Assim, denotam-se os custos administrativos como segue:

$$ADM = SAL + MAT + SEG + MAN + CONT + ALIM + SERV + OUTR \quad (2)$$

Onde:  $ADM$  = custos administrativos, medido em reais (R\$);

$SAL$  = gasto com salários, inclusive encargos, medido em reais (R\$);

$MAT$  = gastos com materiais de escritório, medido em reais (R\$);

$SEG$  = gasto com seguros de benfeitorias agrícolas, medido em reais (R\$);

$MAN$  = gasto com manutenção de benfeitorias agrícolas, medido em reais (R\$);

$CONT$  = gasto com contas em geral, medido em reais (R\$);

$ALIM$  = gasto com alimentação dos funcionários, medido em reais (R\$);

$SERV$  = gasto com serviços subsidiados para os funcionários, medido em reais (R\$);

$OUTR$  = gasto com outros custos administrativos relevantes, medido em reais (R\$).

O arrendamento é considerado no COE quando o produtor efetivamente produzir em terras arrendadas, ou seja, quando o arrendamento for caracterizado como um desembolso

direto. Em geral, estas despesas são expressas em função do ATR padrão regional, do preço pago pelo quilograma de ATR e do preço estipulado nos contratos de arrendamento. A multiplicação destes três fatores resulta numa medida, em reais por hectare (R\$/ha), que designa o custo do arrendamento de 1 (um) hectare de terra. Conhecendo-se o número de hectares arrendados é possível obter-se o montante total gasto com arrendamentos, conforme exposto abaixo.

$$ARREND = (cATR_{PADRÃO} \times P_{ATR} \times P_{ARREND}) \times HA \quad (3)$$

Onde:  $ARREND$  = gasto total com arrendamentos, medido em reais (R\$);  
 $cATR_{PADRÃO}$  = coeficiente padrão fixado na região em análise, medido em quilogramas de ATR por tonelada de cana (kg ATR/t);  
 $P_{ATR}$  = preço do quilograma de ATR praticado na região em análise, medido em reais por quilograma de ATR (R\$/kg ATR);  
 $P_{ARREND}$  = preço do contrato de arrendamento praticado na região em análise, medido em toneladas de cana por hectare (t/ha);  
 $HA$  = número de hectares arrendados.

Pela soma das equações 1, 2 e 3 obtêm-se o COE, conforme expõe a Equação 4:

$$COE = \sum OPER_i + ADM + ARREND \quad (4)$$

Esta medida (COE) indica a quantidade monetária efetivamente desembolsada pelo produtor ao longo da safra. Para que a atividade seja rentável no curto prazo, torna-se necessário que o montante advindo das receitas (RT) supere o COE. Isto indicaria um fluxo de caixa positivo no momento analisado. Já se  $COE > RT$ , então se constata prejuízo líquido da atividade no respectivo período.

#### 4.1.2 CUSTO OPERACIONAL TOTAL

Para obtenção do Custo Operacional Total foram considerados os seguintes itens de depreciações:

- Depreciações de benfeitorias

- Depreciações de máquinas e equipamentos
- Depreciações de equipamentos de irrigação e fertirrigação

Em todos os casos foi estimado o montante de capital investido em cada item, sendo depreciado segundo uma vida útil pré-determinada, no qual o resultado é exposto em reais (R\$). Matematicamente, obtêm-se o valor a ser depreciado na safra vigente da seguinte forma:

$$D_i = \frac{(VI_i - VR_i)}{vu_i} \times G\% \quad (5)$$

Onde:  $i$  = benfeitorias, máquinas e equipamentos ou equipamentos de irrigação e fertirrigação;

$D_i$  = depreciação do item  $i$ , medida em reais por tonelada de cana (R\$/t);

$VI$  = valor inicial de  $i$ , medido em reais (R\$);

$VR$  = valor residual de  $i$ , medido em reais (R\$);

$vu$  = vida útil de  $i$ , medida em anos;

$G\%$  = grau de utilização de  $i$  para a cultura da cana-de-açúcar, medido em termos percentuais (%).

Salienta-se ainda que se deve sempre considerar o grau de utilização da benfeitoria, máquina, implemento ou equipamento de irrigação dentro da cultura da cana-de-açúcar. Isto se dá pois determinada construção ou máquina pode ser empregada em outras atividades existentes na propriedade entrevistada.

Assim, a equação que define o COT pode ser descrita por:

$$COT = COE + \sum D_i \quad (6)$$

Onde o COE resulta da Equação 4, exposta no item 4.1.1.

A interpretação econômica do COT retrata as condições de longo prazo da atividade produtiva. Se as receitas geradas pela produção da safra vigente superarem o COT, e esta condição se manter por um período relativamente longo de tempo, então não só puderam ser constatados fluxos de caixa positivos ao produtor, mas ainda há recursos para que seja feita a reposição de sua frota, benfeitorias e outros equipamentos considerados nos custos de produção. Para que exista sustentabilidade da atividade produtiva, é necessário que  $COT <$

RT no longo prazo. Caso contrário, o produtor não estará remunerando adequadamente seu capital imobilizado, comprometendo assim sua reposição ao final de sua vida útil.

### 4.1.3 CUSTO TOTAL

Finalmente, para obtenção do Custo Total (CT) de produção são considerados os custos de oportunidade apresentados a seguir:

- Custo de oportunidade da terra própria
- Custo de oportunidade do capital investido

No primeiro caso, o custo de oportunidade da terra própria ( $COP_{terra}$ ) foi determinado conforme os contratos de arrendamento de cada região, sendo considerados o valor do ATR padrão regional (kg ATR/t), o preço pago pelo quilograma de ATR (R\$/kg ATR) e o preço de arrendamento vigente, geralmente expresso em toneladas de cana por hectare (t/ha). Nota-se que o  $COP_{terra}$  incide apenas sobre a terra cultivável, devendo ser desconsideradas as áreas próprias destinadas a outros propósitos, tais como reserva legal, APP, etc.. A justificativa é de que o custo intrínseco as áreas não cultiváveis encontra-se incorporado nos preços dos arrendamentos sendo, portanto, contabilizados dentro dos custos de produção da lavoura. Matematicamente, esta relação pode ser expressa por:

$$COP_{terra} = ATR_{padr\tilde{a}o} \times P_{ATR} \times P_{arrend} \times HA_{pr\tilde{o}prio} \quad (7)$$

Onde:  $COP_{terra}$  = custo de oportunidade da terra própria, medido em reais (R\$);  
 $ATR_{padr\tilde{a}o}$  = quantidade de ATR fixa estipulada nos contratos de arrendamento da região analisada, medido em quilogramas de ATR por tonelada de cana (kg ATR/t);  
 $P_{ATR}$  = preço do ATR praticado, medido em reais por quilograma de ATR (R\$/kg ATR);  
 $P_{arrend}$  = preço do arrendamento praticado, medido em toneladas de cana por hectare (t/ha);  
 $HA_{pr\tilde{o}prio}$  = número de hectares cultiváveis.

Já no segundo caso, o custo de oportunidade do capital investido ( $COP_{capital}$ ) foi dividido segundo: *i*) capital investido na fundação da lavoura; *ii*) em equipamentos de

irrigação/fertirrigação; *iii*) em máquinas e implementos; e *iv*) em benfeitorias. A Equação 8 demonstra de forma matemática o cálculo do  $COP_{capital}$ .

$$COP_{capital,i} = CI_i \times r \quad (8)$$

Onde:  $i$  = fundação da lavoura, equipamentos de irrigação/fertirrigação, máquinas e implementos ou benfeitorias;  
 $COP_{capital}$  = custo de oportunidade do capital investido, medido em reais (R\$);  
 $CI$  = capital investido em  $i$ , medido em reais (R\$);  
 $r$  = taxa de juros, medida em percentual ao ano (% a.a.).

Sendo que a taxa real de juros designada foi de 5,3081% a.a., referente à taxa nominal média de remuneração do Certificado de Depósito Bancário (CDB) no período analisado<sup>2</sup>.

Assim, o Custo Total de produção pode ser expresso por:

$$CT = COT + COP_{terra} + \sum COP_{capital,i} \quad (9)$$

Onde o COT resulta da Equação 6, exposta no item 4.1.2.

Se ao longo do tempo o CT se mantiver abaixo dos encaixes totais advindos da lavoura de cana-de-açúcar, conclui-se que há lucro econômico na atividade, uma vez que, além da manutenção e reposição dos ativos imobilizados, o produtor teve de fato remunerado seu capital e terra aplicados no processo produtivo. Este cenário caracterizaria uma condição de longo prazo sustentável à atividade canavieira.

Os resultados obtidos nas equações 1 a 9 podem ser expressos tanto em sua medida original (R\$) quanto em unidades diferenciadas. Efetuando a divisão do valor original pelo respectivo número de hectares cultivados, chega-se a mensuração em reais por hectare (R\$/ha), medida que facilita a comparação dos resultados com outros estudos disponíveis na literatura e no mercado canavieiro atual. Por outro lado, dividindo-se o montante total pela

---

<sup>2</sup> IPEADATA. **Taxa de juros: CDB / pré-fixado.** A taxa média de remuneração do CDB no ano de 2007 foi de 11,8167% a.a.. No entanto, deve-se descontar deste valor as tributações, consideradas como sendo 15%, referente a montantes investidos acima de R\$ 400.000,00, e a expectativa de inflação de 4,5% para ano de 2007 BACEN (2009).

produção total de cana, obtêm-se a uma medida em reais por tonelada de cana (R\$/t), a qual serve como dado de entrada aos custos industriais de produção. Salienta-se que a utilização de uma ou outra medida depende do anseio do pesquisador, sendo ambas úteis para as análises econômicas intrínsecas a atividade produtiva.

#### **4.2 CÁLCULO DO CUSTO DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL (AÇÚCAR E ÁLCOOL)**

Os custos industriais foram definidos levando-se em consideração os processos típicos listados no tópico 3.2. Para composição e divisão dos custos, definiu-se que a somatória das despesas realizadas com mão-de-obra, insumos consumíveis, manutenção e despesas administrativas resultam no Custo Operacional Efetivo (COE) do processamento de cana-de-açúcar. Somados a este montante as depreciações de instalações e equipamentos imobilizados para o processo industrial, obtêm-se o Custo Operacional Total (COT). Finalmente, quando considerados os custos de oportunidade do capital imobilizado, é definido o Custo Total de produção (CT).

A divisão de custos do processamento industrial da cana para a formação de custos do açúcar ou do álcool foi definida pela divisão dos custos por processos industriais. Os processos típicos da produção de açúcar tiveram seus custos alocados à produção de açúcar, da mesma forma para o álcool. Nos casos dos custos em processos que eram comuns tanto para o açúcar quanto para o álcool, ou quando o grupo de custos que não pode ser dividido em processos adotou-se o critério de rateio de custos entre os dois produtos, de acordo com o percentual direcionado para cada produto.

Como premissa para o cálculo de custos foi considerado que o açúcar e o álcool são os únicos produtos produzidos pelas usinas. Dessa forma desconsideraram-se eventuais fontes de receitas e de custos industriais e administrativos adicionais como, por exemplo: da produção e comercialização do excedente de eletricidade, leveduras, bagaço etc.

Para a delimitação dos tipos de açúcar produzidos, foram considerados os custos até a etapa de secagem e ensacamento, sendo então desconsiderados os custos adicionais de refino, empacotamento para a comercialização em mercado de varejo, por exemplo. Dessa forma, considerou-se o custo de produção característico dos açúcares VHP, cristal e algumas de suas variações (como VVHP, açúcares orgânicos) os quais são os mais comuns na indústria brasileira. Em relação à delimitação da produção de álcool, considerou-se que os custos



industriais são relacionados para a produção do AEHC e AEAC. Nos custos de administração não foram incluídos custos de atividades mais extensivas de comercialização de produtos tais como: operações de exportações realizadas pelas usinas, custos de transporte de produtos acabados, comissões pagamento de vendedores e etc. Os custos de produção se referem aos custos dos produtos na usina.

#### 4.2.1 CUSTO OPERACIONAL EFETIVO

A determinação dos custos de produção do processamento industrial de cana-de-açúcar foi dividida em quatro grupos de custos, sendo eles: mão-de-obra, insumos, manutenção e administração.

Para a criação de um indicador de custo comum, comparável a todas as usinas, os custos operacionais foram medidos em reais por tonelada de cana processada. Dessa forma o COE do processamento industrial de cana foi definido pela Equação 10.

$$COE_{ind} = MO + II + MI + ATI \quad (10)$$

Onde:  $COE_{ind}$  = custo operacional efetivo do processamento industrial da cana (R\$/t);

$MO$  = custo total de mão-de-obra (R\$/t);

$II$  = custo dos insumos industriais (R\$/t);

$MI$  = custo de manutenção industrial (R\$/t);

$ATI$  = custo administrativo total do processamento industrial da cana (R\$/t).

#### **Mão-de-obra**

O grupo de custos mão-de-obra foi determinado em duas etapas distintas. A primeira etapa consistiu na declaração direta dos custos totais de mão-de-obra industrial da unidade industrial na safra 2007/2008.

A segunda etapa consistiu no aprofundamento das informações obtidas. Foram detalhados o número de funcionários e seus respectivos custos nas classes de cargos típicos das indústrias do setor sucroalcooleiro listado na Tabela 4.

**Tabela 4 – Níveis de cargos industriais**

Níveis de cargos
Gerentes
Chefe de Área / Supervisor / Engenheiro
Coordenador / Encarregado
Auxiliares Administrativos
Técnico
Operador / Ajudante

Fonte: dados do trabalho

Na determinação de quantidade de funcionários em cada cargo há uma divisão para quantidade de funcionários no período de safra e a quantidade de funcionários no período de entressafra. Na determinação de custo de mão-de-obra há três subdivisões: salários mensais, encargos trabalhistas e bônus de produtividade. Assim, defini-se o custo total de mão-de-obra utilizada no processamento industrial da cana-de-açúcar como a quantidade utilizada de mão-de-obra para cada cargo em cada período multiplicado pelo número de meses de cada período e a soma das três subdivisões de custos de salário. O resultado é um valor monetário, medido em reais, que expõe o custo total de mão-de-obra industrial. Esse valor foi então comparado ao valor obtido na primeira etapa para verificação de consistência e correção de valores de coeficientes de quantidade de mão-de-obra e custos de salários, encargos e bônus.

Para a definição do custo específico de mão-de-obra por tonelada de cana processada o custo total de mão-de-obra da usina é dividido pela moagem total da usina. A fórmula de cálculo desse custo é indicada na equação 11.

$$MO = \frac{\sum_c \sum_p [QF_{c,p} \times NM_p \times (S_c + E_c + B_c)]}{M} \quad (11)$$

- Onde:  $c$  = cargo;  
 $p$  = período (safra ou entressafra);  
 $MO$  = custo total de mão-de-obra (R\$/t);  
 $QF_{c,p}$  = quantidade de funcionários ocupando determinado cargo em cada período;  
 $NM_p$  = número de meses de cada período (unidades);  
 $S_c$  = salário médio mensal do cargo (R\$/mês);  
 $E_c$  = encargos trabalhistas médios mensais relativos ao cargo (R\$/mês);  
 $B_c$  = bônus salarial médio mensal do cargo (R\$/mês);  
 $M$  = moagem da usina na safra (toneladas de cana).

A divisão dos custos de mão-de-obra entre o açúcar e o álcool foi definida pelo rateio dos custos via ponderação da quantidade total de ART alocada para produção de cada produto. A proporção da quantidade de ART alocada para a produção de açúcar em relação a quantidade total de ART presente na cana processada é definida pela equação 12. Já a proporção da quantidade de ART alocada à produção de álcool em relação a quantidade total de ART presente na cana processada é definida pela equação 13.

$$Part_{açúcar} = \frac{Qc_{açúcar}}{Qc_{total}} Mart_{cana} IR_{sjm} PPA \quad (12)$$

$$Part_{álcool} = \frac{Mart_{cana}}{Qc_{total}} \{ Qc_{álcool} + Qc_{açúcar} [(1 - IR_{sjm}) + (1 - PPA) * IR_{sjm}] \} \quad (13)$$

Onde:  $Part_{açúcar}$  = proporção dos ARTs totais da cana processada alocada a produção de açúcar;

$Part_{álcool}$  = proporção dos ARTs totais da cana processada alocada a produção de álcool;

$Qc_{açúcar}$  = quantidade de cana alocada a produção de açúcar em t;

$Qc_{álcool}$  = quantidade de cana alocada a produção de álcool em t;

$Qc_{total}$  = quantidade total de cana processada na indústria em t;

$Mart_{cana}$  = ART médio da cana em kg/t de cana;

$IR_{SJM}$  = índice de recuperação de açúcar na fábrica de açúcar, ou seja, proporção dos ART presente no caldo de cana destinado ao açúcar que são recuperados na forma de açúcar<sup>3</sup>.

$PPA$  = participação percentual da POL (sacarose) na composição final do ART presente no caldo. Já que a fábrica de açúcar só recupera a sacarose de cana sendo os AR totalmente alocados no mel final<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Esse índice de recuperação é calculado pela fórmula:  $IR_{sjm} = [S * (J - M)] / [J - (S - M)]$ , em que as variáveis S, J e M representam as purezas de açúcar, caldo e mel final respectivamente (FERNANDES, 2003, p. 131).

<sup>4</sup> Essa relação é calculada pela fórmula:  $PPA = (POL/0,95) / ART$ , em que os valores de POL e ART devem estar na mesma unidade, ou seja, em notação percentual ou em kg por tonelada de cana. O valor 0,95 divide a

Na equação 13 a primeira parcela da soma se refere à quantidade de ART contido no caldo clarificado destinado a produção de álcool, já a segunda parcela se refere à quantidade de ART contidos no mel residual da fábrica de açúcar, o qual é destinado à produção de álcool.

Para a criação de um indicador comum a todas as usinas, a proporção de mão-de-obra relativa à produção de açúcar e álcool foram então calculadas pelas equações 14 e 15 respectivamente.

$$MO_{açúcar} = \frac{Part_{açúcar} \times MO \times M}{SA} \quad (14)$$

$$MO_{álcool} = \frac{Part_{álcool} \times MO \times M}{Qaehc \times FTaeq + Qaeac} \quad (15)$$

Onde:  $MO_{açúcar}$  = custos de mão de obra da produção de açúcar em R\$ por saco de 50 kg;

$MO_{álcool}$  = custos de mão de obra da produção de álcool em R\$ por m<sup>3</sup> de AEAC equivalente;

$Part_{açúcar}$  = proporção dos ARTs totais da cana processada alocada ao açúcar;

$Part_{álcool}$  = proporção dos ARTs totais da cana processada alocada ao álcool;

$MO$  = custo de mão-de-obra (R\$/t);

$M$  = moagem de cana da usina na safra em t;

$SA$  = quantidade de sacas de açúcar de 50 kg produzidas;

$Qaehc$  = quantidade de álcool hidratado produzido em m<sup>3</sup>;

$Qaeac$  = quantidade de álcool anidro produzido em m<sup>3</sup>;

$FTaeq$  = fator de transformação do álcool hidratado em álcool anidro equivalente. É calculado como a razão da concentração alcoólica em massa do primeiro pelo segundo, ou seja 93% dividido por 99,3%.

---

valor da POL para que ela possa ser representada no mesmo fator de rendimento do ART. Para detalhes Adicionais vide Assis (2006) e Fernandes (2003).

## ***Insumos***

Os custos de insumos industriais foram divididos em quatro grupos típicos de insumos consumíveis: químicos, eletrodos de proteção, sacaria e combustíveis, lubrificantes e eletricidade.

Para a divisão dos custos, os insumos foram divididos em grupos conforme as operações industriais em que sua utilização é necessária. O custo de consumo de cada processo industrial foi relacionado à produção de açúcar, álcool ou ao processamento geral da cana, cujos custos são comuns aos dois produtos, conforme indicado na Tabela 5.

**Tabela 5 – Processos industriais classificados para consumo de insumos químicos**

<b>Insumos</b>	<b>Processos industriais</b>	<b>Custo relacionado à</b>
Químicos	Extração de caldo	Açúcar e álcool
	Tratamento de caldo	Açúcar e álcool
	Tratamento de água	Açúcar e álcool
	Tratamento de caldeira e vapor	Açúcar e álcool
	Fábrica de Açúcar	Açúcar
	Fermentação	Álcool
	Destilação	Álcool
Eletrodos	Preparo de cana	Açúcar e álcool
	Extração de caldo	Açúcar e álcool
Sacaria	Fábrica de Açúcar	Açúcar
Combustíveis, lubrificantes e eletricidade	Todos (não especificado)	Açúcar e álcool

Fonte: dados do trabalho

Por simplificação na aplicação dos questionários, houve algumas adaptações, como por exemplo: o consumo de produtos químicos específicos da produção de açúcar na etapa de tratamento de caldo foi alocado ao processo de fabricação de açúcar. Além disso, o grupo de insumos, combustíveis, lubrificantes e eletricidade, não foram alocados para nenhum processo específico. Dessa forma, foi considerado como um custo comum ao açúcar e álcool.

Dentro de cada processo industrial foram listados os insumos utilizados, e definidas as quantidades utilizadas e preços médios pagos por unidade na safra 2007/2008. Os principais grupos de insumos consumidos são listados na Tabela 6.

**Tabela 6 – Principais grupos de insumos**

<b>Insumos</b>	<b>Processos industriais</b>	<b>Tipo de insumo</b>	
Químicos	Extração de caldo	Bacterida Cal	
	Tratamento de caldo	Floculante Polímeros	
	Tratamento de água	Decantadores Desifentantes Fosfatos Sulfitos	
	Tratamento de caldeira e vapor	Corretor de PH Neutralizante de vapor Lubrificante de massa	
	Fábrica de Açúcar	Clareador Enxofre Ánti-biótico Anti-espumante	
	Fermentação	Dispersante Nutrientes Ácido Sulfúrico	
	Destilação	Desidratante	
	Eletrodos	Preparo de cana	Para facas e desfribradores
		Extração do caldo	Chapisco
		Extração do caldo	Picotes
Sacaria	Fábrica de açúcar	Lateral, base e sobrebase	
		Big bags Sacos de 50 kg	
Combustíveis, lubrificantes e eletricidade	Geral	Graxas Lubrificantes Combustíveis Eletricidade	

Fonte: dados do trabalho

Assim, defini-se o custo total de insumos utilizado no processamento industrial da cana-de-açúcar como a quantidade utilizada de insumos em cada operação industrial multiplicado pelo preço médio pago pelos produtos. O resultado é um valor monetário, medido em reais por tonelada de cana, calculado como apresentado na equação 16.

$$II = \frac{\sum_o \sum_i (Q_{I_o,i} \times P_{o,i})}{M} \quad (16)$$

Onde:  $o$  = operação industrial;  
 $i$  = insumo utilizado;  
 $II$  = custo dos insumos industriais (R\$/t);  
 $Q_{I_o,i}$  = quantidade insumo  $i$  utilizado na operação  $o$ ;  
 $P_{o,i}$  = preço médio pago pelo insumo  $i$  utilizado na operação  $o$  (R\$/unidade);  
 $M$  = moagem de cana da usina na safra em t.

Para a alocação dos custos dos insumos na produção de açúcar ou de álcool, as operações específicas foram alocadas a cada respectivo grupo de custo. Já as operações comuns aos dois produtos tiveram o mesmo critério de rateio determinado pelas equações 12 e 13.

Em geral, a forma de obtenção dos custos de insumo industriais foi definida a partir dos relatórios de boletins industriais detalhados, desenvolvidos pelos profissionais do laboratório de controle industrial. Além disso, em alguns casos, foram utilizados dados dos orçamentos realizados nas usinas.

### ***Manutenção***

Em função de sua complexidade e diversidade de atividades, a parcela de custos industriais referente à manutenção de equipamentos, teve abordagem de cálculo semelhante aos custos de mão-de-obra, ou seja, foi determinada em duas etapas distintas. Na primeira, obteve-se a declaração direta dos custos totais de manutenção industrial da unidade na safra 2007/2008.

Na segunda etapa, os custos de manutenção foram divididos por operação industrial e dentro de cada operação diferenciados em materiais e serviços gastos. Da mesma forma que nos custos de insumos, os custos de manutenção cada processo industrial foram relacionados às suas respectivas produções ou ao processamento geral da cana, cujos custos são comuns aos dois produtos.

A Tabela 7 apresentação as operações de divisões de custos de manutenção e sua alocação a produção de açúcar, álcool ou ao processamento geral da cana.

**Tabela 7 – Divisão dos custos de manutenção por operação industrial e produto**

<b>Operações industriais</b>	<b>Custo relacionado à</b>
Recepção da cana	Açúcar e álcool
Preparo da cana	Açúcar e álcool
Extração do caldo	Açúcar e álcool
Tratamento de caldo	Açúcar e álcool
Captação, tratamento e distribuição de água	Açúcar e álcool
Geração e distribuição de vapor	Açúcar e álcool
Geração e distribuição de energia	Açúcar e álcool
Laboratórios	Açúcar e álcool
Auxiliares (oficinas, controle industrial)	Açúcar e álcool
Fermentação	Álcool
Destilaria	Álcool
Armazenagem de álcool	Álcool
Fabricação de açúcar	Açúcar
Armazenagem de açúcar	Açúcar

Fonte: dados do trabalho

Na delimitação de escopo dos custos industriais de manutenção, definiu-se como manutenção as operações de reparo de avarias e desgastes em equipamentos sem que ocorra grande alteração de configuração. Exemplos típicos definidos como operações de manutenção foram reforma de moendas, motores, bombas, reparos de tubulações, instalações elétricas, válvulas, pinturas e limpeza de equipamentos e prédios. Essa delimitação foi definida para que não houvesse a sobreposição entre os custos de manutenção industrial e os custos de investimentos industriais de expansão ou de depreciação de equipamentos. Foram delimitadas como investimentos as operações de reforma com grandes mudanças de configuração de equipamentos ou aquisição de novos equipamentos e benfeitorias.

Assim, o custo total de manutenção do processamento industrial da cana-de-açúcar é definido como a soma dos custos de materiais e dos serviços de cada uma das operações industriais. O resultado é um valor monetário, medido em reais por tonelada de cana, calculado como apresentado na equação 17.



$$MI = \frac{\sum_o \sum_t (CM_{o,g})}{M} \quad (17)$$

Onde:  $o$  = operação industrial;  
 $g$  = grupo de custo (material ou serviço) ;  
 $MI$  = custo de manutenção industrial (R\$/t);  
 $CM_{o,g}$  = custo de manutenção de cada operação  $o$  conforme cada grupo de custo  $g$ ;  
 $M$  = moagem de cana da usina na safra em t.

Para a alocação dos custos dos insumos na produção de açúcar ou de álcool, as operações específicas foram alocadas a cada respectivo grupo de custo. Já as operações comuns aos dois produtos tiveram o mesmo critério de rateio determinado pelas equações 12 e 13.

Em geral, os custos de manutenção industrial foram obtidos a partir do orçamento realizado nas usinas na safra 2007/2008.

### **Administração**

Para a composição final dos custos operacionais industriais é preciso adicionar o custo administrativo, que é dividido em dois diferentes grupos, dada a organização típica das usinas de açúcar e álcool. .

O primeiro é relacionado aos custos administrativos do departamento industrial da usinas, ou seja, são os custos básicos de materiais de escritório, seguros, aluguéis e leasing de instalações, serviços de consultorias, assim como treinamento e serviços de assistência social (médicos, dentistas, creches etc) aos funcionários da indústria. Esse é um custo único e obtido via classificação dos itens relacionados do orçamento realizado nas usinas na safra 2007/2008 ou da declaração direta da própria usina.

O segundo grupo de custos administrativos está relacionado aos gastos com o departamento administrativo da usina, sendo incluídos neste caso salários dos funcionários do departamento administrativos, custos de insumos administrativos do departamento e outros custos diversos do departamento. Os custos de salários administrativos são definidos exatamente da mesma forma que os custos de mão-de-obra citados anteriormente. Já as duas parcelas de insumos administrativos e as demais despesas são obtidas via classificação dos

itens relacionados ao orçamento realizado nas usinas na safra 2007/2008 ou da declaração direta única da própria usina.

Como as atividades do departamento administrativo são comuns às operações agrícolas e industriais das usinas, definiu-se um critério de rateio desse custo às operações industriais. A equação 18 apresenta este critério de rateio:

$$AA_{ind} = AA_{total} \times \left[ 1 - \frac{Q_{c_{própria}}}{Q_{c_{total}}} \times (Part_{aç} \times PCC_{aç} + Part_{álc} \times PCC_{álc}) \right] \quad (18)$$

Onde:  $AA_{total}$  = custos totais do departamento administrativo (R\$);  
 $AA_{ind}$  = custos administrativos do departamento administrativo alocado aos custos do processamento industrial de cana;  
 $Q_{c_{própria}}$  = quantidade de cana produzida pelo departamento agrícola da própria usina e utilizada no processamento da indústria em t;  
 $Q_{c_{total}}$  = quantidade total de cana processada na indústria em t;  
 $Part_{aç}$  = proporção dos ARTs totais da cana processada alocada a produção de açúcar;  
 $Part_{álc}$  = proporção dos ARTs totais da cana processada alocada a produção de álcool;  
 $PCC_{aç}$  = participação do custo da cana para a composição do custo de produção do açúcar de acordo com o atual participação vigente de formação do preço da cana definida pelo CONSECANA-SP<sup>5</sup>. CONSECANA (2006) destaca que o valor atual do preço da cana é 59,5% do preço do açúcar;  
 $PCIC_{álc}$  = participação do custo da cana para a composição do custo de produção do álcool de acordo com o atual participação vigente de formação do preço da cana definida pelo CONSECANA-SP. CONSECANA (2006) destaca que o valor atual do preço da cana é 62,1% do preço do álcool;

Dessa forma, o custo administrativo do processamento da cana-de-açúcar é definido pela soma dos custos de administração do departamento industrial e o rateio de custos do

---

<sup>5</sup>Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de S. Paulo é uma associação formada por representantes das indústrias de açúcar e álcool e dos plantadores de cana-de-açúcar, que tem como principal responsabilidade zelar pelo relacionamento entre ambas as partes.

departamento industrial ao processamento industrial da cana. O resultado é um valor monetário, medido em reais por tonelada de cana, calculado como apresentado na equação 19.

$$ATI = \frac{(AI + AA_{ind})}{M} \quad (19)$$

Onde:  $ATI$  = custo administrativo total do processamento industrial da cana (R\$/t);  
 $AI$  = custos administrativos do departamento industrial;  
 $AA_{ind}$  = custos administrativos do departamento administrativo alocado aos custos do processamento de cana;  
 $M$  = moagem de cana da usina na safra em t.

Para a alocação dos custos administrativos à produção de açúcar ou a álcool utilizou-se o mesmo critério de rateio determinado pelas equações 12 e 13.

#### 4.2.2 CUSTO OPERACIONAL TOTAL

Para obtenção do custo industrial operacional total foi adicionado ao  $COE_{ind}$  de processamento da cana os custos de depreciações das instalações industriais, incluindo neste caso máquinas, equipamentos, veículos e edificações, como apresentado na equação 20.

$$COT_{ind} = COE_{ind} + DII \quad (20)$$

Onde:  $COT_{ind}$  = custo operacional total do processamento industrial da cana (R\$/t)  
 $COE_{ind}$  = custo operacional efetivo do processamento industrial da cana (R\$/t)  
 $DII$  = depreciação do investimento industrial (R\$/t);

O método de depreciação adotado foi o da depreciação linear, ou seja, o valor de investimento necessário para a construção das instalações industriais se deprecia a valores constantes ao longo de um período de vida útil pré-determinada, havendo ao fim da vida útil das instalações industriais, um valor residual do capital originalmente investido.

Por questões de simplificação da coleta de dados, os custos de investimentos industriais foram estimados baseados nos custos de investimentos de uma unidade completa nova em reais por tonelada de cana processada. O mesmo critério foi adotado para o valor residual do capital depreciado, uma vez que, em teoria, caso as depreciações anuais das

instalações industriais sejam continuamente repostas, os equipamentos são mantidos como novos. Além disso, a consideração de preço em reais por tonelada de cana processada possui a vantagem de permitir comparações diretas entre diferentes unidades. Esses critérios simplificadores são relevantes em função das dificuldades de um levantamento preciso em um ambiente com grande diversidade de equipamentos, diferentes condições de produção, diferentes anos de fabricação, escalas, tecnologias, além da dificuldade de precificação de equipamentos industriais usados, que geralmente possuem grande especificidade de uso.

Outro critério relevante é o de diferenciação entre os custos de investimentos para a produção de açúcar ou de álcool. Segundo informação recorrente nas entrevistas com fabricantes de equipamento, consultores de mercado e de usinas, os custos em reais por tonelada de cana processada para a produção de açúcar são 20% maiores que os mesmos investimentos para a produção de álcool, como apresentado por Assis (2007) e Ieda (2008). Portanto, o custo de depreciação do processamento industrial da cana foi calculado conforme a equação 21.

$$DII = \frac{\sum_a VI_a + VR_a}{VU} \quad (21)$$

Onde:  $a$  = tipo de produto (açúcar ou álcool)

$DII$  = depreciação do investimento industrial (R\$/t);

$VI_a$  = valor do investimento industrial destinado a produção de  $a$  (em R\$/t);

$VR_a$  = valor residual do investimento industrial destinado a produção de  $a$  (em R\$/t);

$VU$  = vida útil estimado no investimento industrial (medida em anos);

Dessa forma, para a alocação dos custos de depreciação para a produção de açúcar ou de álcool, foi utilizado critério composto pelo mix de produção da unidade industrial (determinados pelas equações 12 e 13), utilizando os respectivos custos de investimento em instalações industriais para o processamento de açúcar ou de álcool.

### 4.2.3 CUSTO TOTAL

Finalmente, para obtenção do custo total de processamento da cana soma-se ao COT do processamento industrial da cana o custo de oportunidade do capital investido nas instalações industriais, como indicado pela equação 22.

$$CT_{ind} = COT_{ind} + COI \quad (22)$$

Onde:  $CT_{ind}$  = custo total do processamento de cana (R\$/t);  
 $COT_{ind}$  = custo operacional total do processamento industrial da cana (R\$/t);  
 $COI$  = custo de oportunidade do capital investido nas instalações industriais (em R\$/t);

O valor de investimento considerado e alocação de custos para açúcar e álcool foram os mesmos adotados para os cálculos de custos de depreciação. Dessa forma o custo de oportunidade do capital investido para o processamento industrial de cana foi calculado como indicado pela equação 23.

$$COI = \sum_a VI_a \times r \quad (23)$$

Onde:  $a$  = tipo de produto (açúcar ou álcool)  
 $COI$  = custo de oportunidade do capital investido nas instalações industriais (em R\$/t);  
 $VI_a$  = valor do investimento industrial destinado a produção de  $a$  (em R\$/t);  
 $r$  = taxa de juros real do período (em % a.a.).

A taxa real de juros designada para o cálculo de custo de oportunidade do capital foi a mesma considerada para a definição dos custos de oportunidade do capital dos investimentos agrícolas. Além disso, foi considerada a premissa de que todo o capital investido está sendo remunerada a taxas compatíveis com os retornos de investimentos bancários típicos para o capital próprio de empresas.

Assim como para os custos agrícolas, os resultados obtidos nas equações 10 a 23 podem ser expressos tanto em sua medida original (R\$) quanto em unidades diferenciadas. Efetuando a divisão do valor original pelo respectivo número de toneladas de cana

processada, chega-se a mensuração em reais por tonelada (R\$/t), medida que propicia facilidade de comparação entre diferentes unidades industrial. Para o detalhamento de custos típicos de cada produto e sua comparação direta com os preços praticados no mercado, torna-se interessante a divisão dos custos industriais de cada produto pela produção de açúcar e álcool em número de sacas de 50 kg e metros cúbicos respectivamente.

### 4.3 AMOSTRAGEM

Para determinação *a priori* de quais usinas seriam visitadas, elaborou-se um sistema de amostragem no qual foram que designadas as unidades mais representativas dentro do universo brasileiro. Com este intuito, foi feito um levantamento de todas as unidades sucroalcooleiras em operação no Centro-Sul (CS) e no Nordeste (NE), bem como suas respectivas moagens na safra 2007/08. A seguir, esta população foi dividida em 6 classes equivalentes quanto à moagem, de modo que em cada classe fosse obtido 1/6 da moagem total regional (Centro-Sul ou Nordeste). No caso do Centro-Sul, as classes obtidas foram:

- A. De 0 a 1,1 milhões de toneladas;
- B. De 1,1 a 1,7 milhões de toneladas;
- C. De 1,7 a 2,1 milhões de toneladas;
- D. De 2,1 a 2,9 milhões de toneladas;
- E. De 2,9 a 4 milhões de toneladas;
- F. De 4 a 6,9 milhões de toneladas.

Já no caso nordestino, obteve-se a seguinte distribuição de classes:

- A. De 0,1 a 0,7 milhões de toneladas;
- B. De 0,7 a 0,9 milhões de toneladas;
- C. De 0,9 a 1,1 milhões de toneladas;
- D. De 1,1 a 1,4 milhões de toneladas;
- E. De 1,4 a 1,6 milhões de toneladas;
- G. De 1,6 a 2,8 milhões de toneladas.

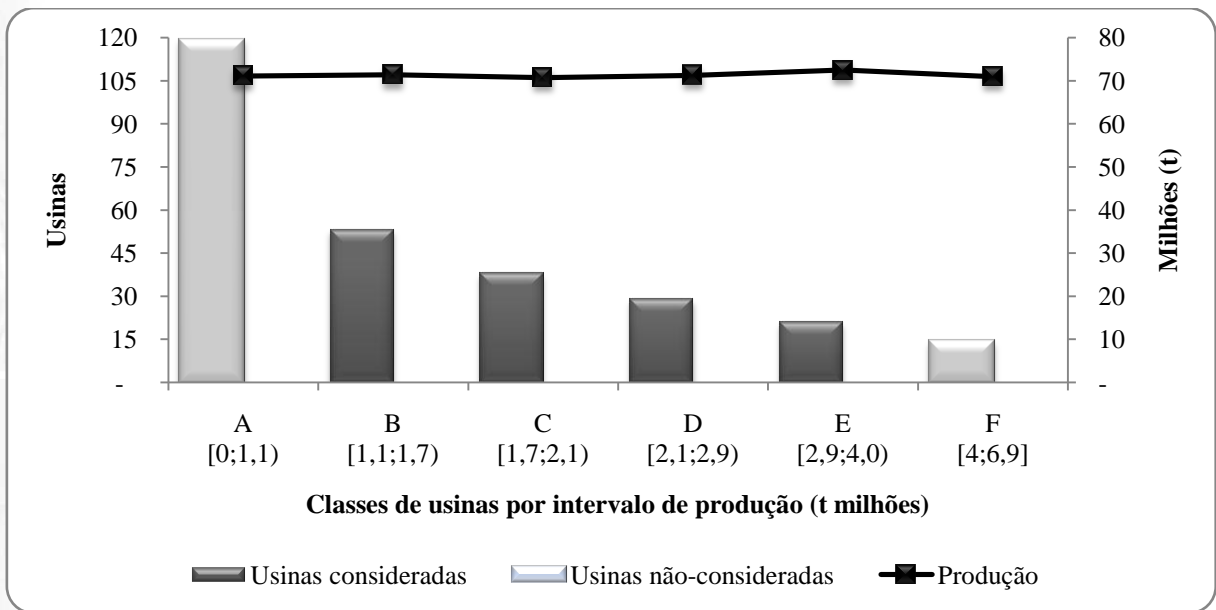
Desta forma, 1/6 da moagem total de cana do Centro-Sul (Nordeste) encontra-se na classe A, 1/6 na classe B, e assim sucessivamente até 1/6 da moagem na classe F. Obviamente, o somatório das moagens de todas as classes deve ser igual a moagem total da safra 2007/08 na região analisada.

Nota-se que não necessariamente o número de usinas de uma classe deve ser igual ao número de usinas de outra. Conforme a Figura 17 e Figura 18, observa-se um maior número de unidades nas classes A e B em comparação as demais, e uma baixa concentração de usinas nas classes E e F. A interpretação é simples, uma vez que são necessárias mais usinas de menor porte (alocadas na classe A) para realizar a mesma moagem de uma usina de maior porte (alocada na classe F).

A Figura 17 e Figura 18 esboçam as distribuições de unidades por classes de moagem, obtidas para o Centro-Sul e para o Nordeste.

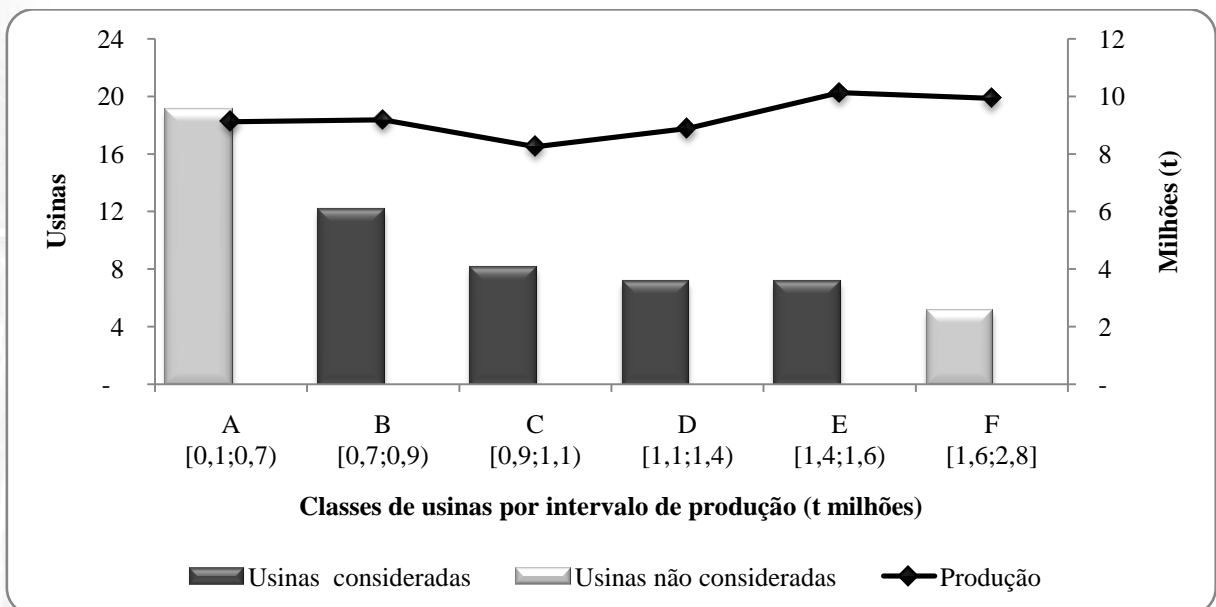
Para a definição do tamanho das usinas a serem visitadas, optou-se por selecionar aquelas que estivessem, na safra 2007/08, no intervalo confiança de 70% da moagem total regional. Interpreta-se, desta forma, que as usinas pré-selecionadas deveriam estar contidas nas classes B a E, de forma que aquelas pertencentes às classes extremas (A e F) seriam excluídas.

Dentro das usinas existentes nas classes B a E de cada região foram selecionadas ao acaso unidades que pudessem e aceitassem participar dessa pesquisa. Um cuidado tomado foi de se obter uma amostra com proporção de participação estadual semelhante à proporção do número real de usinas.



**Figura 17 – Histograma de frequência das usinas do Centro-Sul**

Fonte: dados do trabalho, UNICA (2008)



**Figura 18 – Histograma de frequência das usinas do Nordeste**

Fonte: PECEGE/ESALQ/USP, PROCANA (2008)

No caso dos painéis com produtores, procurou-se definir o fornecedor típico da região. Para tanto, solicitou-se que os participantes das reuniões delineassem a propriedade de um produtor que, no mínimo, fosse responsável pelos tratos culturais de sua lavoura. Esta exigência força a exclusão de ocorrências onde todas as etapas produtivas (preparo de solo, plantio, tratos e colheita) são realizadas pelas unidades agroindustriais, nas terras do



fornecedor. Nestes casos, o produtor não arrenda sua área, mas tampouco necessita de conhecimentos específicos para o cultivo da cana-de-açúcar. Em geral são pequenos agricultores com pouquíssima ou nenhuma expressividade econômica sobre a produção.

O tamanho típico de fazenda foi definido pela média das observações pertencentes às classes B a E de tamanho das propriedades da região (conforme descrito anteriormente). Novamente, tem-se uma situação em que as áreas pertencentes aos 1/6 inferiores e aos 1/6 superiores são excluídas da amostra.

#### 4.4 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Definida a amostra, foram elaborados dois questionários para as entrevistas no campo e na indústria. O questionário agrícola para a coleta das informações de custos e os coeficientes técnicos das operações agrícolas foi aplicado junto ao departamento agrícola das usinas e os produtores rurais e sua apresentação e descrição encontram-se no Anexo A.

Por meio do segundo questionário, o industrial, foram coletados dados da matéria-prima, configuração industrial, eficiência, rendimentos industriais, produtos finais e os custos dos departamentos industriais e administrativos das usinas. A apresentação e a descrição desse questionário estão apresentadas no Anexo B.

O Quadro 1 resume as atividades subseqüentes à elaboração do questionário para o desenvolvimento do projeto.

**Quadro 1- Cronograma das atividades**

Atividades	2008						2009		
	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar
<i>Desenvolvimento dos questionários</i>									
<i>Visitas de campo à 3 usinas para validação de questionários</i>									
<i>Visitas de campo aos Estados de GO e MG</i>									
<i>Visitas de campo aos Estados de RJ, MS, PR e SP</i>									
<i>Visitas de campo aos Estados de AL e PE</i>									
<i>Pesquisas e visitas à fornecedores do setor</i>									
<i>Entrevistas telefônicas para finalização do preenchimento</i>									
<i>Consolidação dos resultados e modelos</i>									
<i>Painéis de aferição com parceiros e especialistas</i>									
<i>Relatório e apresentação de resultados finais</i>									

Ao todo, a amostra selecionada abrangeu 32 usinas e 16 painéis com produtores e técnicos do setor, divididos conforme o cronograma de atividades apresentado na Tabela 8. Contudo, como determinadas unidades foram visitadas mais de uma vez, foram efetuadas 52 entrevistas.

**Tabela 8 – Visitas a campo: realização das entrevistas em usinas e painéis**

Semana	Estado	Usinas	Painéis	Total
20/07/2008 a 26/07/2008	SP	1	0	1
03/08/2008 a 09/08/2008	SP	1	0	1
	MG	3	0	1
07/09/2008 a 13/09/2008	GO	3	0	3
	MG	3	0	3
	SP	1	0	1
28/09/2008 a 04/10/2008	RJ	2	1	3
12/10/2008 a 18/10/2008	SP	2	0	2
	MG	0	1	1
26/10/2008 a 01/11/2008	SP	2	0	2
	MS	1	1	2
09/11/2008 a 15/11/2008	SP	2	3	5
	PR	3	1	4
	GO	0	1	1
07/12/2008 a 13/12/2008	SP	0	4	4
14/12/2008 a 20/12/2008	SP	4	0	4
04/01/2009 a 10/01/2009	AL	2	1	3
11/01/2009 a 17/01/2009	PE	4	1	4
	AL	1	0	1
01/02/2009 a 03/02/2009	GO	2	0	2
15/01/2009 a 21/01/2009	SP*	0	1	1
15/03/2009 a 21/03/2009	SP**	0	2	2
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>37</b>	<b>17</b>	<b>54</b>

\* Entrevista com fornecedores de equipamentos industriais (Local: Piracicaba)

\*\* Painéis com consultores para aferição dos resultados agrícolas e industriais (Local: Piracicaba).

Fonte: dados do trabalho

Cabe salientar que nem todas as observações amostradas converteram-se em valores válidos para o cálculo dos custos de produção. Em muitos casos, por questões internas das empresas como políticas de sigilo e/ou estratégicas, a visita não gerou a informação necessária. Nestes casos, quando possível, buscaram-se os dados técnicos das unidades, visando sua caracterização tecnológica atual.

## 4.5 RESUMO SOBRE A COLETA DE DADOS

Como resultado da coleta de dados pode-se destacar que todos os painéis de levantamento de custos com produtores rurais, organizados nas em sindicatos e organizações de produtores rurais, foram completos e bem sucedidos. Todos os 14 painéis de custos de produtores puderam fornecer informações completas para a contabilização de custos de produção, fornecendo um índice de resposta de 100%. Entretanto, na coleta de dados diretamente nas usinas, o índice de respostas das 32 usinas foi menor.

Como resultado aos questionários agrícolas, o índice de repostas foi de aproximadamente 35%, 11 usinas forneceram informações suficientes para o preenchimento do questionário.

Em relação aos questionários industriais, como respostas as visitas, 22 usinas fornecerem parcialmente ou completamente às informações técnicas solicitadas nos questionários industriais, ou seja, um índice de reposta de aproximadamente 70% das visitas. Em relação às informações de custos solicitadas no preenchimento dos questionários industriais, os índices de repostas foram de quase 50%, 15 usinas disponibilizaram informações suficientes para o preenchimento parcial ou total desse questionário.

Estas dificuldades de levantamento se dá, dentre outros fatores, à:

1. Confidencialidade e valor estratégico de muitas informações solicitadas pelo questionário
2. Dificuldade de acesso a diferentes perfis de funcionários em diversas funções das empresas para o devido preenchimento de cada parte do questionário
3. Dificuldade de contato e compatibilidade de agendas com os profissionais tomadores de decisão na operação e administração industrial e administrativa das usinas
4. Processo de aprendizagem da equipe do PECEGE sobre detalhes das atividades produtivas e administrativas do setor sucroalcooleiro assim como do organograma hierárquico das empresas visitas
5. Comprometimento das unidades industriais na disponibilização de tempo e recursos para a contribuição com a pesquisa, uma vez que, a reciprocidade de contribuição com os resultados da pesquisa, em muitos casos, não eram suficientes ou suficientemente claras

Todas as usinas entrevistadas receberam via eletrônica previamente seus resumos de resultados e puderam validar os resultados da coleta de dados em suas unidades.

Os perfis de entrevistados com melhores índices de respostas foram:

1. Contato pessoal do PECEGE, CNA ou parceiros do projeto com os proprietários das usinas ou com funcionários de direção e alta gerência
2. Interesse da empresa em definir uma metodologia ou programa de levantamento de custos, assim como interesse em um benchmark em relação a outras unidades industriais ou ao próprio levantamento de custos já realizado
3. Habilidade e qualificação profissional do principal contato da usina para o preenchimento do questionário com metodologia de levantamento de custos e o organograma hierárquico da empresa

## 5 RESULTADOS

### 5.1 RESULTADOS TÉCNICOS AGRÍCOLAS

As características técnicas observadas nos 14 painéis realizados com produtores e técnicos do setor são apresentadas na Tabela 9. São expostas informações sobre a distribuição das áreas cultiváveis e legalmente reservadas, ciclo, produção e produtividade média, raio médio, percentuais manuais e mecanizados de colheita e valores correntes de arrendamentos, considerando, em todos os casos, a safra 2007/08.

**Tabela 9 – Resultados técnicos dos painéis realizados**

<i>Local do painel</i>	<i>Andradina/SP</i>	<i>Araçatuba/SP</i>	<i>Assis/SP</i>	<i>Catanduva/SP</i>	<i>Jaú/SP</i>	<i>Piracicaba/SP</i>	<i>Sertãozinho/SP</i>
<b>Cód.</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Código</b>	ANDR	ARAÇ	ASSIS	CATAN	JAÚ	PIRA	SERT
<b>Área cultivável - ha</b>	200	185	600	150	120	50	135
Área própria - ha	50	150	300	150	50	25	135
Área arrendada - ha	150	35	300	0	70	25	0
Área APP/reserva legal - ha	30	0	60	22,5	12	7,5	15
<b>Cortes por ciclo</b>	5	6	6	5	6	5	6
<b>Produção total - t</b>	13.833	13.611	41.314	10.000	8.294	3.400	10.549
<b>Produtividade média - t/ha</b>	83	86	80	80	81	82	91
<b>Raio médio - km</b>	30	25	18	28	30	30	25
<b>Colheita manual - %</b>	75%	75%	85%	100%	88%	90%	90%
<b>Colheita mecanizada - %</b>	25%	25%	15%	0%	12%	10%	10%
<b>Preço de arrendamento - t/ha</b>	12,40	19,30	12,00	25,00	17,00	16,50	27,08

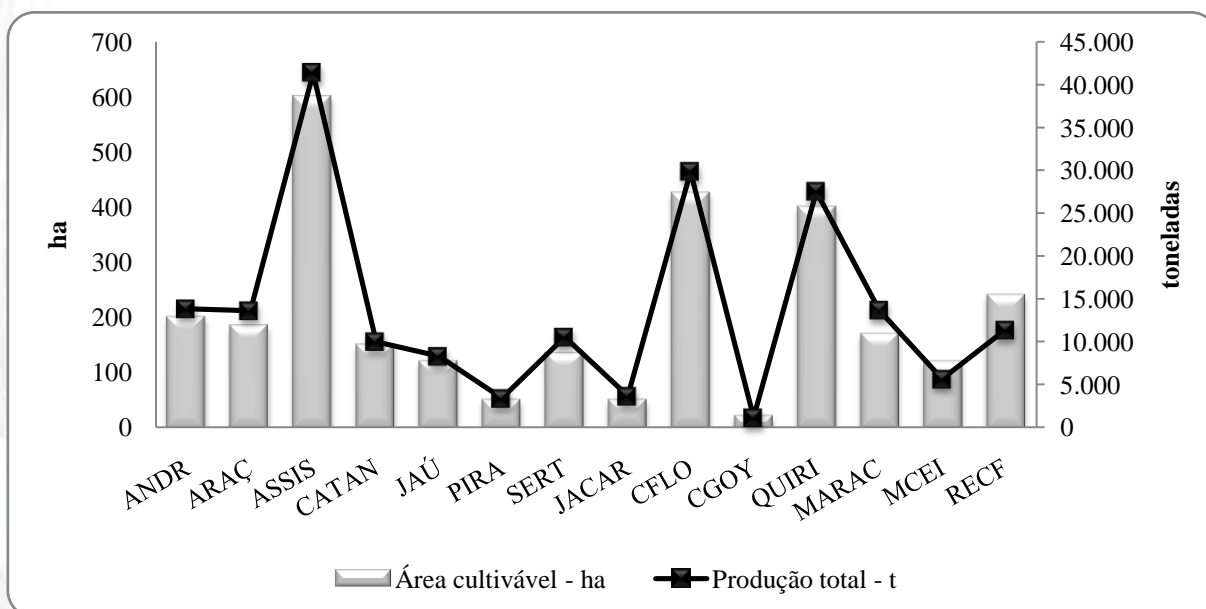
continua.

continuação.

<i>Local do painel</i>	<i>Jacarezinho/ PR</i>	<i>Campo Florido/ MG</i>	<i>Campos dos Goytacaz/ RJ</i>	<i>Quirinópolis /GO</i>	<i>Maracaju /MS</i>	<i>Maceió /AL</i>	<i>Recife /PE</i>
<b>Cód.</b>	8	9	10	11	12	13	14
<b>Código</b>	JACAR	CFLO	CGOY	QUIRI	MARAC	MCEI	RECF
<b>Área cultivável - ha</b>	50	425	21	400	170	120	240
Área própria - ha	50	50	21	360	170	104,4	168
Área arrendada - ha	0	375	0	40	0	15,6	72
Área APP/reserva legal - ha	0	63,75	1,05	20	25,5	7	12
<b>Cortes por ciclo</b>	5	5	7	5	5	5	5
<b>Produção total - t</b>	3.667	29.821	1.171	27.509	13.659	5.660	11.360
<b>Produtividade média - t/ha</b>	88	84	51	83	100	56,60	56,80
<b>Raio médio - km</b>	25	20	35	20	20	25	20
<b>Colheita manual - %</b>	100%	86%	100%	0%	0%	100%	100%
<b>Colheita mecanizada - %</b>	0%	14%	0%	100%	100%	0%	0%
<b>Preço de arrendamento - t/ha</b>	18,75	12,00	8,00	12,00	10,00	10,00	6,00

Fonte: dados do trabalho

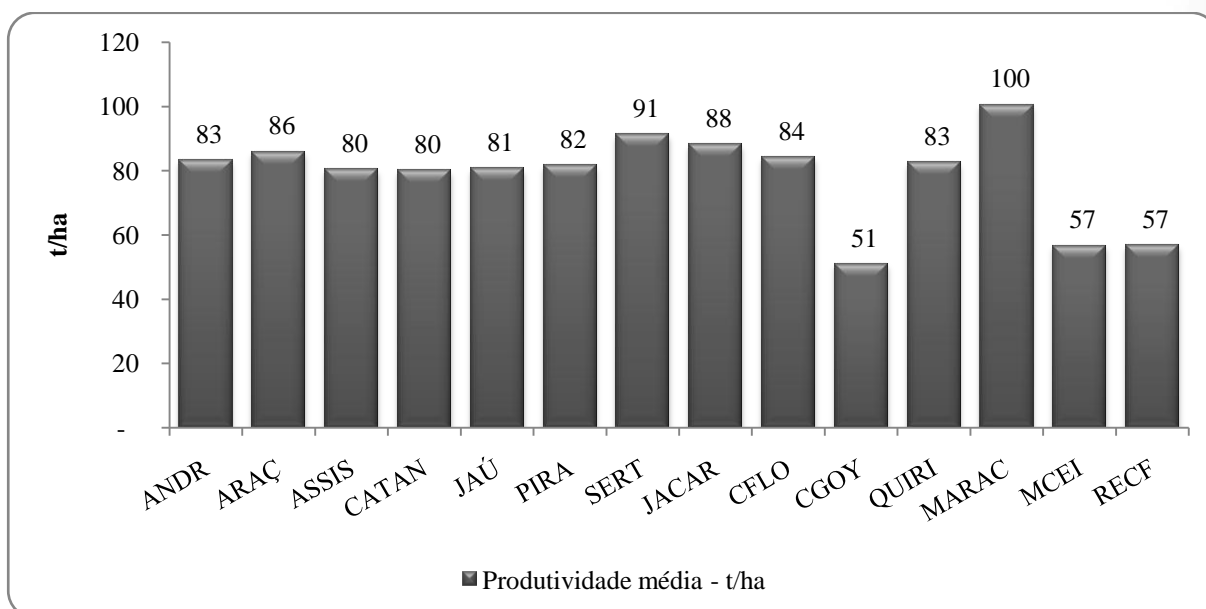
Pequenas áreas de cultivo são observadas nas localidades de Campos dos Goytacazes/RJ (21 hectares), Piracicaba/SP e Jacarezinho/PR (50 hectares em ambos). Já as maiores propriedades típicas para fornecedores de cana foram encontradas em Assis/SP, com 600 ha, seguido de Campo Florido/MG (425 ha) e Quirinópolis/GO (400 ha). A região Nordeste caracteriza-se por fazendas entre 120 e 240 hectares, conforme expõem os painéis de Maceió/AL e Recife/PE (Figura 19).



**Figura 19 – Área e produção total de cana (ha) – painéis**

Fonte: dados do trabalho

Em média os ciclos são de 5 a 6 anos, exceto pela observação de Campos dos Goytacazes/RJ, onde a amplitude chega a 7 anos. Nesta mesma localidade foi registrada a menor produtividade média por hectare (51 t/ha), valor semelhante aos painéis do Recife/PE e Maceió/AL (56,8 e 56,6 t/ha, respectivamente). Já nos Estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás observaram-se produtividade médias entre 80 e 100 t/ha. Tal amplitude foi observada graças à observação de Maracaju/MS, com a maior produtividade (100 t/ha), entretanto, este valor é uma aproximação da realidade, já que na região ainda não foram realizados o número máximo de cortes por ciclo. Excluindo-se esta observação da amostra de painéis, a produtividade média fica entre 80 e 91 t/ha. Em função da produtividade média e da área da propriedade, obtém-se a produção total de um fornecedor típico de cana para cada localidade (Figura 20).

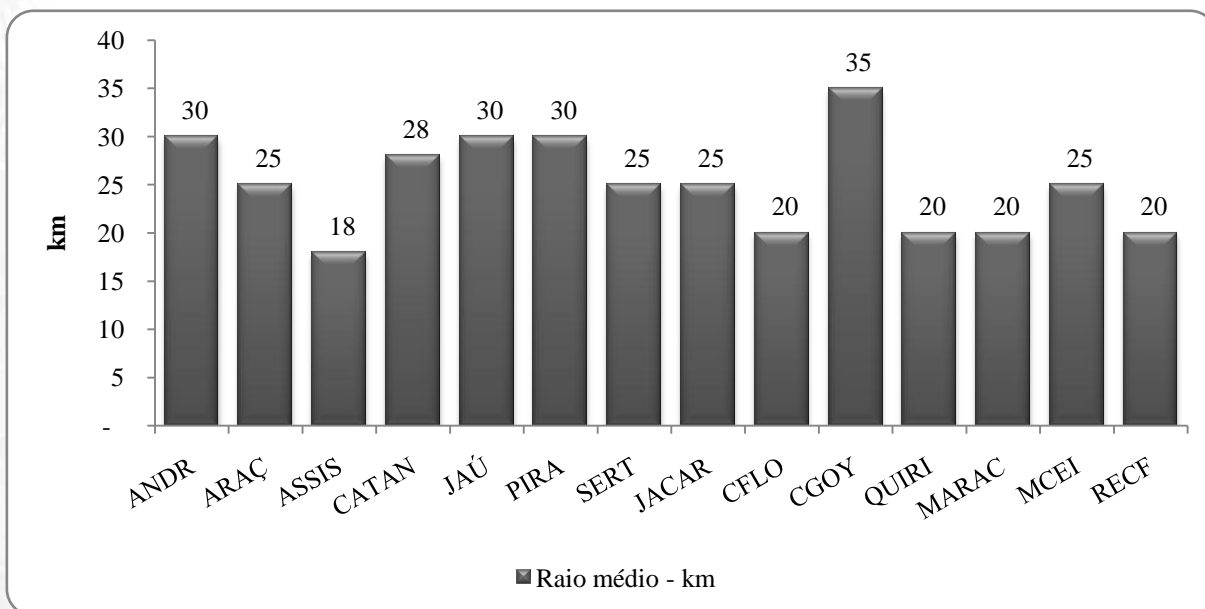


**Figura 20 – Produtividade média da cana-de-açúcar (t/ha) – painéis**

Fonte: dados do trabalho

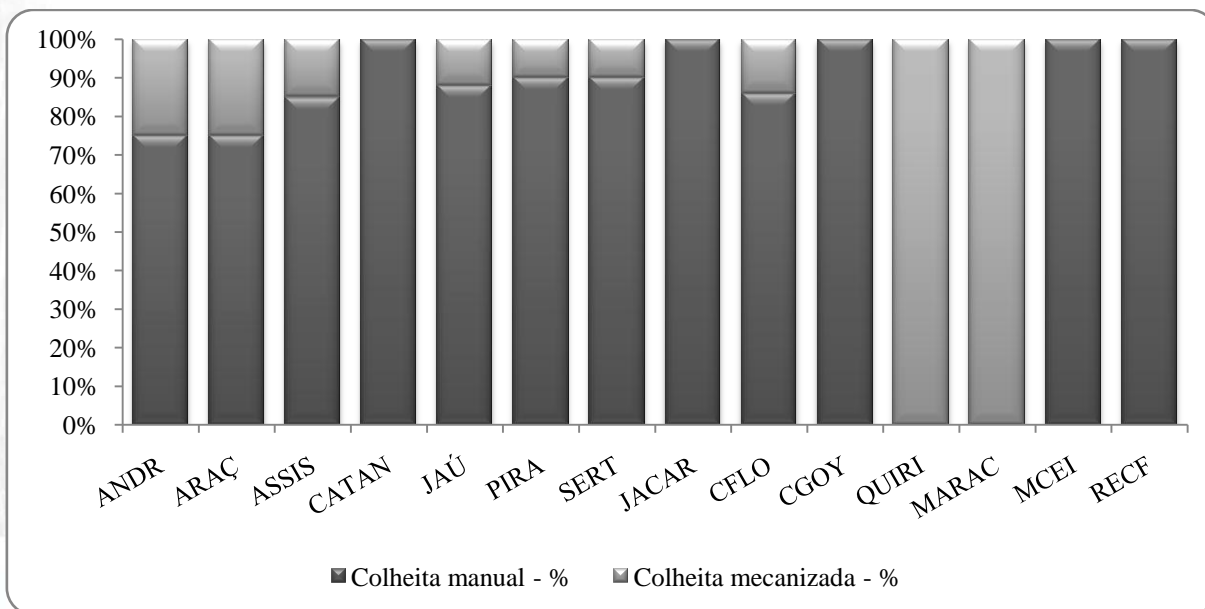
O raio médio da lavoura até a usina variou entre 18 km (Assis/SP) e 35 km (Campos dos Goytacazes/RJ). Em relação à colheita manual, verificou-se por meio dos painéis realizados, que existem propriedades que nunca utilizam até aquelas com 100% de utilização da colheita manual.

Finalmente, apresenta-se o preço médio pago por arrendamentos, cujos valores variam de 6 toneladas de cana por hectare (Recife/PE) a 27,08 t/ha em Sertãozinho/SP. As informações supracitadas podem ser observadas ainda na Figura 21 a Figura 23.



**Figura 21 – Raio médio da lavoura até a usina (km) – painéis**

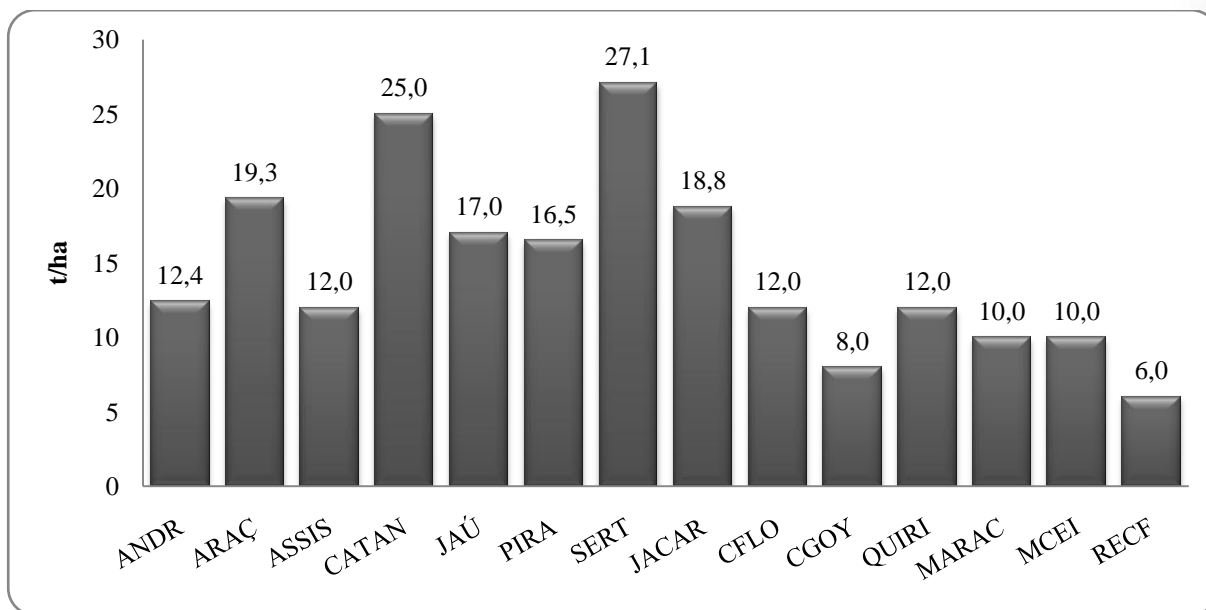
Fonte: dados do trabalho



**Figura 22 – Percentuais de colheita manual e mecanizada (%) – painéis**

Fonte: dados do trabalho





**Figura 23 – Arrendamento (t/ha) – painéis**

Fonte: dados do trabalho

Os resultados técnicos obtidos nas entrevistas a usinas dos Estados contemplados no estudo são apresentados na Tabela 10. O tamanho de área com cana própria no Centro-Sul varia entre 3.047 a 22.285 hectares, sendo observadas, em média, propriedades de 13.878 ha. Por outro lado, no Nordeste o mínimo observado foi de 8.620 ha e o máximo de 19.597 ha, sendo a média de 13.082 ha. Conforme observado nos casos de fornecedores autônomos, o ciclo de produção desta cultura manteve-se entre 5 e 6 anos, enquanto que a produtividade média variou entre 65,2 e 85,3 t/ha, com média de 74,3 t/ha (Centro-Sul) e 65,6 e 80,9 t/ha, com média de 73,5 t/ha (Nordeste). No caso do Nordeste, não foram constatados níveis de produtividade inferiores à média, contrapondo-se ao ocorrido nos painéis com fornecedores.

**Tabela 10 – Resultados dos principais parâmetros técnicos agrícolas das usinas**

Região	Centro-Sul			Nordeste		
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
Área cultivável (ha)	3.047	22.285	13.878	8.620	19.597	13.082
Área própria (ha)	76	17.634	6.744	292	10.890	6.949
Área arrendada (ha)	0	21.235	7.134	1.140	9.195	6.133
Área APP/reserva legal (ha)	525	4.654	2.117	2.190	3.919	3.088
Cortes por ciclo	5	6	6	6	6	6
Produção própria total(t/ha)	209.564	1.900.841	994.553	565.326	1.213.687	836.727
Produtividade média (t/ha)	65,2	85,3	74,3	65,6	80,9	73,5
Raio médio (km)	15,7	27,5	21,5	18,0	26,8	23,3
Colheita manual (%)	19%	99%	56%	100%	100%	100%
Colheita mecanizada (%)	1%	81%	44%	0%	0%	0%
Preço de arrendamento (t/ha)	8,00	16,53	12,17	5,00	13,32	8,07

Fonte: dados do trabalho

A produção total média cana própria foi de 994 mil toneladas no Centro-Sul (mínimo de 209 mil e máximo de 1,9 milhões), e de 836 mil toneladas no Nordeste (mínimo de 565 mil e o máximo de 1,2 milhões de toneladas).

Já o raio médio mínimo da lavoura foi de 15,7 quilômetros, enquanto que o máximo observado foi de 27,5 km, ambos no Centro-Sul. Em média, o canavial das usinas amostradas dista 21,5 km nessa região e 23,3 km no Nordeste. O grau de mecanização na colheita variou entre 0 e 100% (sendo 0% somente no Nordeste), enquanto que os preços de arrendamentos encontraram-se na faixa dos 5 t/ha (mínimo) e 16,53 t/ha (máximo), em Alagoas e São Paulo, respectivamente. Em média paga-se 12,17 t/ha de arrendamentos no Centro-Sul e 8,07 t/ha no Nordeste do país.

Na irrigação/fertirrigação, obtiveram-se dados consistentes somente para a região Nordeste. Nesta região, o capital imobilizado em ativos desta natureza é aplicado basicamente em tubulações de aço e alumínio, valas de distribuição, motobombas e eletrobombas. O raio de aplicação variou de 3,5 km a 10 km, no caso da fertirrigação, e de 15 km a 25 km no caso da irrigação. A lâmina aplicada teve oscilação entre 60 mm e 120 mm (fertirrigação) e 40 mm e 125 mm (irrigação). Já com as observações do Centro-Sul não foi possível obter nenhum valor conclusivo para tais informações, uma vez que nenhuma das unidades entrevistadas apresentou respostas aos inventários de equipamentos de irrigação/fertirrigação.

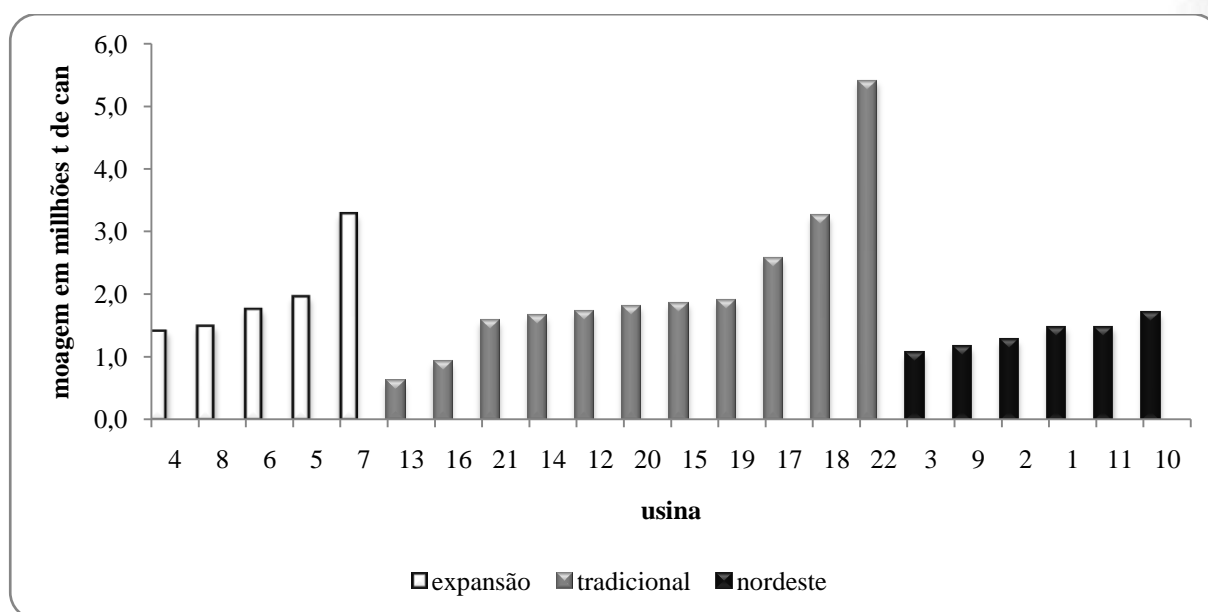
## 5.2 RESULTADOS TÉCNICOS INDUSTRIAIS

Os resultados sobre a amostra de unidades industriais pesquisadas são apresentados nesse tópico de forma agregada, em médias ou em histogramas em que as usinas são indicadas por números. Essa forma de apresentação possui o objetivo de preservar a confidencialidade dos dados das empresas participantes desse projeto.

Sempre que possível os dados serão detalhados de forma diferenciada para os três perímetros de análise desse projeto, ou seja, informação da região Nordeste, região centro sul tradicional e de expansão. Nos tópicos seguintes são apresentadas as principais informações coletadas nos questionários industriais.

### 5.2.1 DADOS DE PRODUÇÃO

A Figura 24 apresenta a quantidade total de cana processada (moagem) na safra 2007/2008 das 22 usinas que forneceram informações no preenchimento dos questionários industriais por região.



**Figura 24 – Moagem na safra 2007/2008 das usinas visitas destacadas por região**

Fonte: dados do trabalho

Como foi definido na amostragem, o foco das visitas a região Nordeste era visita às usinas produtoras tanto de açúcar como de álcool e que possuíssem um processamento na

safra 2007/2008 entre 700 mil e 1,6 milhões de toneladas. O intervalo de usinas amostrado ficou entre 1 milhão e 1,7 milhões de toneladas. Na região Centro-Sul a amostra variou entre 600 mil a 5,4 milhões de toneladas. Entretanto, 10 das 17 usinas que forneceram informações as visitas estavam na faixa de produção de maior interesse desse projeto, entre 1,5 e 2 milhões de tonelada de cana processada. A Tabela 11 apresenta as médias regionais de moagem da amostra: 5 usinas nordestinas e as 17 do centro-sul, sendo 11 da região tradicional e 6 da região de expansão. Ainda, estão disponibilizadas as informações sobre a produção média regional das usinas para a quantidade de sacas de açúcar, quantidade de m<sup>3</sup> de álcool (considerado hipoteticamente a concentração de 100% de álcool). Apresenta-se também o mix de produção das unidades, ou seja, a quantidade de ART total da cana destinada a produção de açúcar ou a produção de álcool.

**Tabela 11 – Dados médios de produção na safra 2007/2008 das usinas visitadas**

Região	Produção			Mix de produção	
	moagem (t)	açúcar (sacas 50 kg)	álcool puro (m <sup>3</sup> )	Açúcar	álcool
<b>Centro-Sul</b>	2.054.963	2.543.895	86.419	48,6%	51,4%
<i>tradicional</i>	2.096.087	2.671.992	88.304	48,5%	51,5%
<i>expansão</i>	1.964.491	2.409.370	82.274	48,8%	51,2%
<b>Nordeste</b>	1.335.406	2.450.366	31.578	68,0%	32,0%

Fonte: dados do trabalho

Como pode ser notado, há uma relativa uniformidade de produção dos dois diferentes perímetros analisados na região do Centro-Sul. No Nordeste, confirma-se sua tradição açucareira em unidades de menor escala de produção. Neste caso, todas as unidades são produtoras de açúcar e álcool, já no Centro-Sul duas unidades são destilarias autônomas e uma unidade é puramente açucareira.

A Tabela 12 apresenta um resumo do mix dos produtos das usinas visitadas. Na formação do mix de produtos o açúcar foi dividido nos tipo VHP, branco e outros. No grupo VHP está também incluído variações especiais desse tipo de açúcar como o VVHP. O açúcar branco engloba a produção de açúcar refinado e, o grupo “outros” refere-se basicamente à produção de açúcar orgânico. A divisão de produção de álcool foi feita baseado na quantidade de etanol absoluto presente nos dois tipos fundamentais de álcool carburante; o anidro e o hidratado.

**Tabela 12 – Mix médios dos produtos das usinas visitadas por região**

Região	Açúcar			Álcool	
	VHP	branco	outros	anidro	hidratado
<b>Centro-Sul</b>	40,8%	57,2%	2,0%	43,5%	56,5%
<i>Tradicional</i>	44,5%	55,5%	0,0%	40,2%	59,8%
<i>Expansão</i>	33,4%	60,6%	6,0%	51,9%	48,1%
<b>Nordeste</b>	56,5%	43,5%	0,0%	73,0%	27,0%

Fonte: dados do trabalho

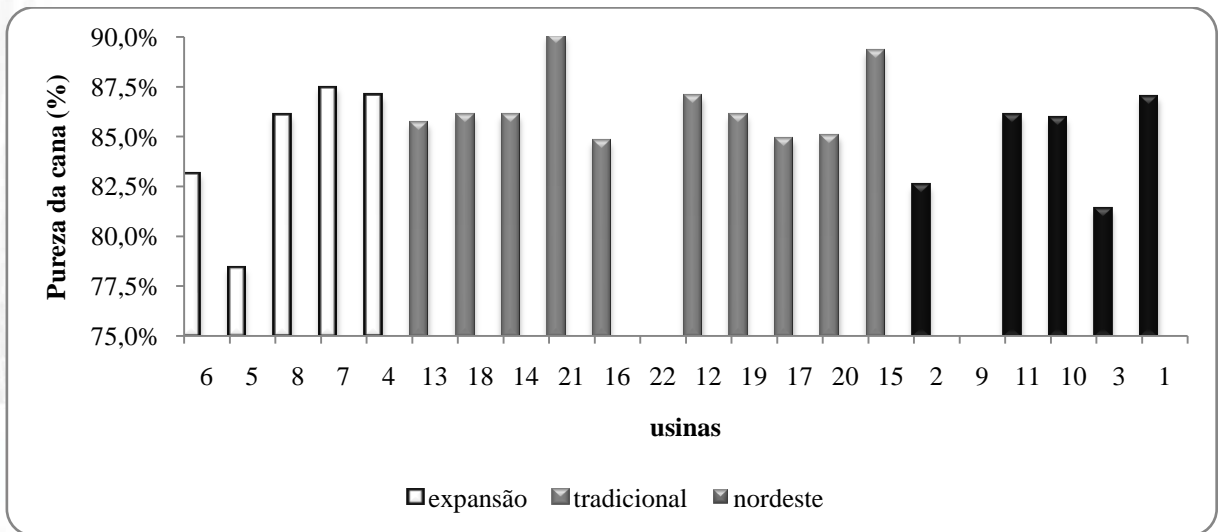
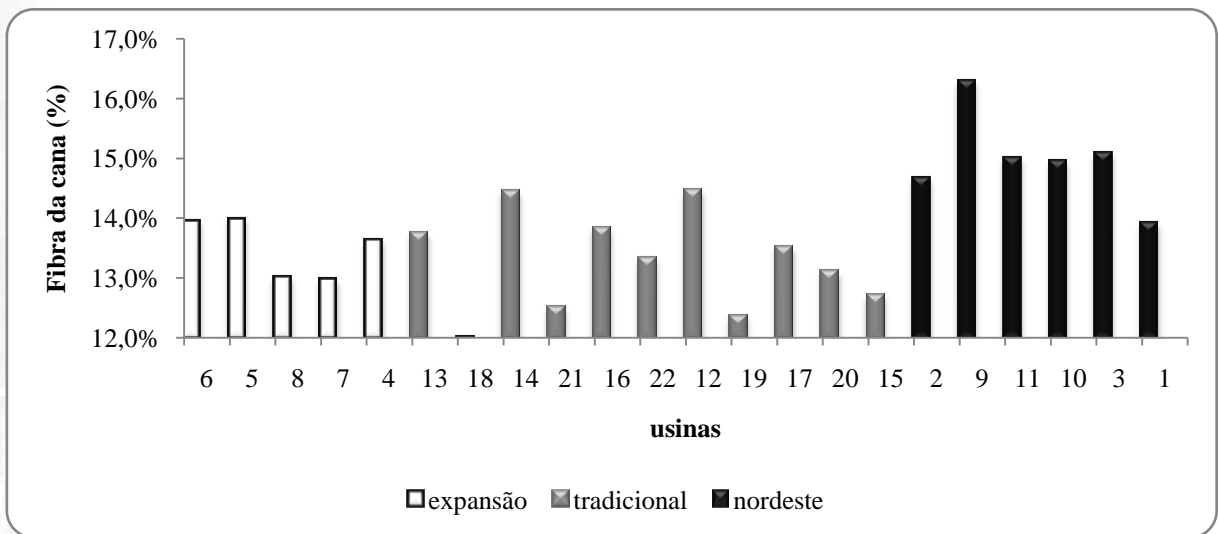
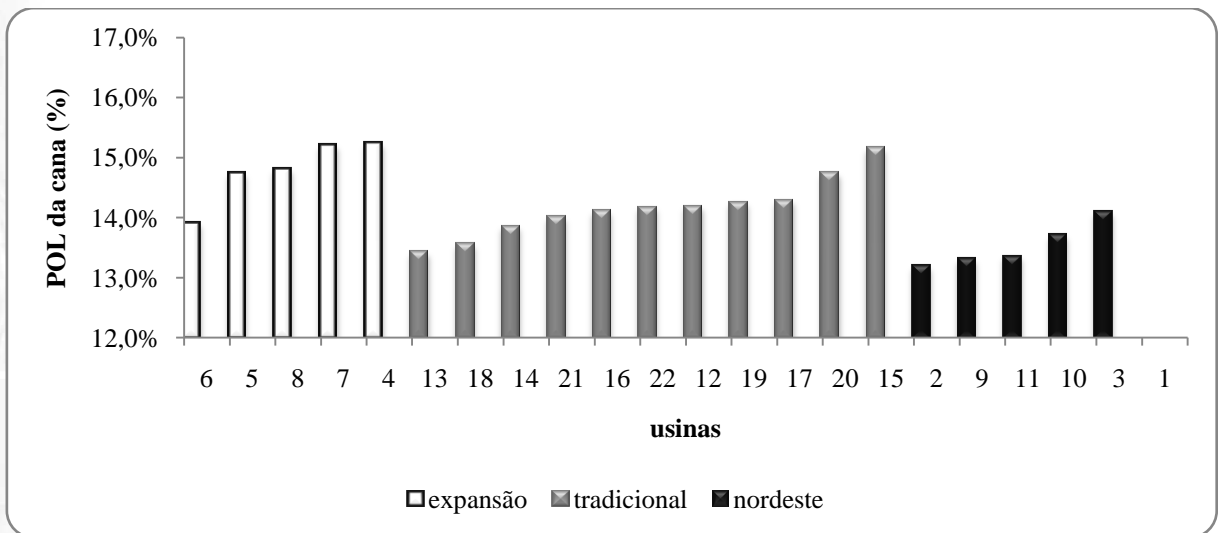
Através das informações contidas na Tabela 12 é possível inferir que na região Nordeste a produção de álcool anidro é maior que a de álcool hidratado. Conforme verificado nas visitas, na safra atual (2008/2009), tem havido um forte incentivo regional para a produção de álcool hidratado. Além disso, também na região Nordeste, observa-se uma maior participação da produção de açúcar tipo VHP, o qual é essencialmente destinado a exportação.

### 5.2.2 QUALIDADE DE MATÉRIA-PRIMA

Além da quantidade processada, outro fator fundamental para a verificação dos custos agro-industriais de produção de açúcar e álcool, é a qualidade da matéria-prima entregue à indústria. Uma cana-de-açúcar de alta qualidade significa maior quantidade de açúcar e álcool produzida com a mesma quantidade de cana. Ainda, há uma melhor utilização da infraestrutura e do capital industrial existente, além de uma série de outras vantagens no processo industrial que influem diretamente na composição dos seus custos.

Os parâmetros de qualidade de matéria-prima coletados na pesquisa, POL, fibra e pureza da cana são aqueles mais comumente amostrados nos laboratórios industriais das usinas para a realização do pagamento da cana e do controle industrial. A partir dessas informações, utilizando as equações de estimação de açúcares redutores recomendados pelo CONSECANA-SP<sup>6</sup> calculou-se a quantidade total de ART da matéria-prima utilizada pelas usinas. A Figura 25 apresenta os principais parâmetros de qualidade da cana que foram levantados nos três perímetros de abrangência desse trabalho.

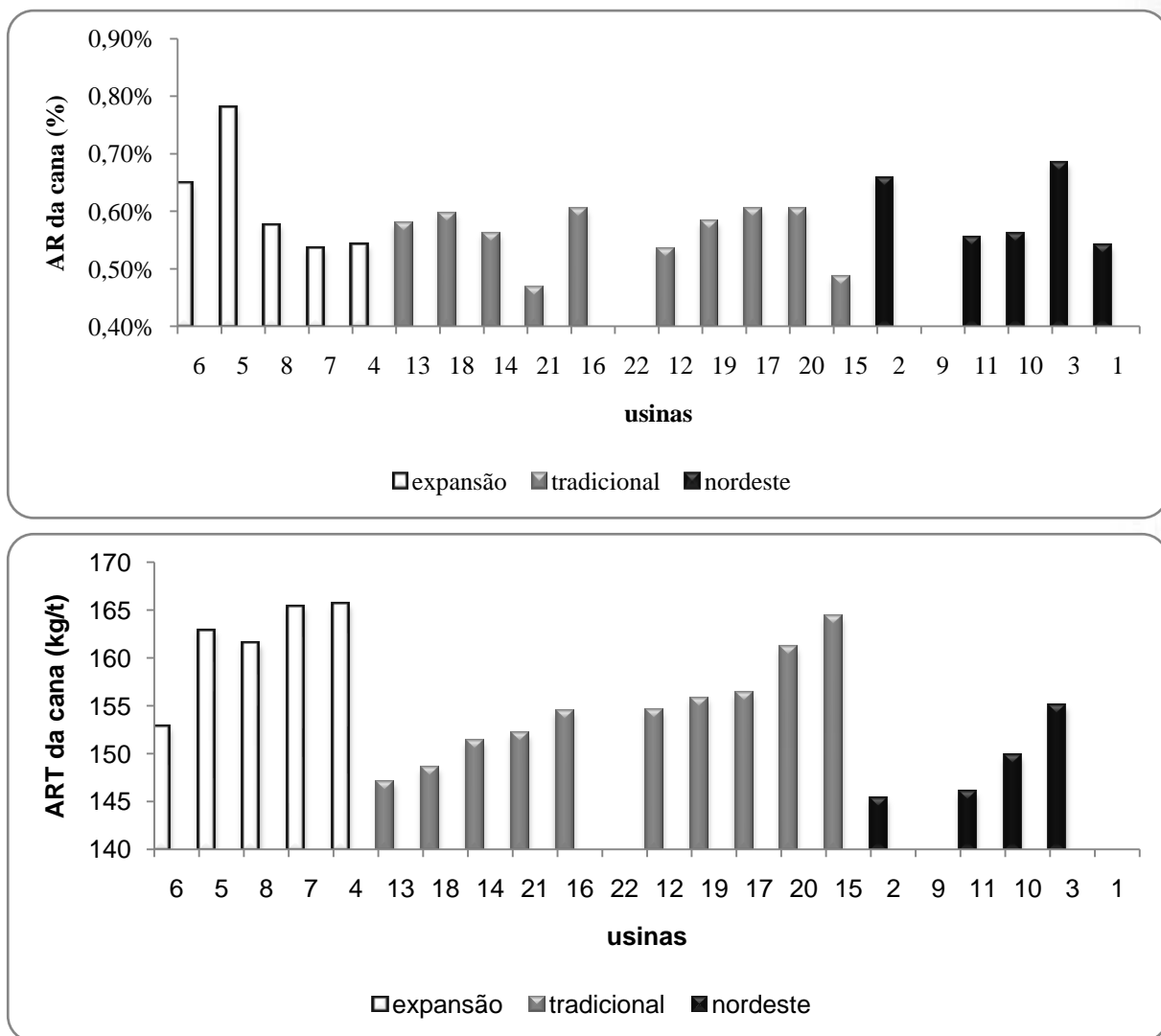
<sup>6</sup> Vide Fernandes (2003, p. 73-76) para maiores detalhes



**Figura 25 – Parâmetros de qualidade de matéria-prima levantados**

Fonte: dados do trabalho

A POL da cana significa a quantidade de sacarose, em porcentagem, presente na cana, que podem ser diretamente cristalizados para se tornarem o produto açúcar. O parâmetro de pureza da cana significa a participação percentual da sacarose no total de sólidos solúvel presentes nas células da cana. Esse é outro indicador de qualidade de matéria-prima que junto com a fibra da cana pode ser utilizado para a estimação de outros açúcares redutores da cana que, assim como a sacarose, podem ser aproveitados na fabricação do álcool, os quais são apresentados na Figura 26 como açúcares redutores da cana (AR) e ART (composição, em uma base, entre AR e POL).



**Figura 26 – Valores de AR e ART estimados a partir dos dados de qualidade de matéria-prima de cana usina**

Fonte: dados do trabalho

A Tabela 13 apresenta um resumo das médias regionais dos principais parâmetros de qualidade da matéria-prima das usinas visitadas. Esses valores médios se referem às médias das observações mais significativas da amostra, ou seja, as observações cujos valores se encontrassem no intervalo entre o limite inferior, formado pela média original da amostra menos um desvio padrão da média, e o limite superior, formado pela média da amostra mais um desvio padrão da média.

**Tabela 13 – Médias regionais dos parâmetros de qualidade de matéria-prima**

Região	POL da cana (%)	Fibra da cana (%)	Pureza da cana (%)	AR da cana (%)	ART da cana (kg/t)
Nordeste	13,38%	14,91%	85,34%	0,58%	146,95
Centro-Sul geral	14,43%	13,33%	85,73%	0,58%	157,93
<i>expansão</i>	14,99%	13,85%	85,88%	0,57%	163,81
<i>tradicional</i>	14,11%	13,13%	86,65%	0,58%	154,02
CTC Centro-Sul geral	14,49%	12,93%	86,40%	0,56%	158,17
<i>expansão</i>	14,87%	12,94%	86,11%	0,54%	162,02
<i>tradicional</i>	14,38%	12,92%	86,66%	0,53%	156,62

Fonte: dados do trabalho

Pode-se observar que a POL média da cana produzida nas usinas nordestinas é quase 8% inferior à do Centro-Sul. O mesmo padrão ocorre no ART da cana das duas regiões. Em relação aos valores dos dois diferentes perímetros do centro-sul, observa-se um maior teor de POL, pureza e ART da cana do perímetro da área de expansão da região Centro-Sul em relação à área tradicional. Outra observação interessante é que a cana da região Nordeste contém aproximadamente 12% mais fibra do que a cana produzida na região Centro-Sul. Realizando a comparação das informações das médias da amostra do centro-sul, com as fornecidas pelo CTC – Centro de Tecnologia Canavieira<sup>7</sup>, relativas a uma amostra entre 120 a 150 usinas pesquisadas para cada variável (75% no perímetro tradicional e 25% no de expansão), observa-se uma boa aderência à amostra do projeto.

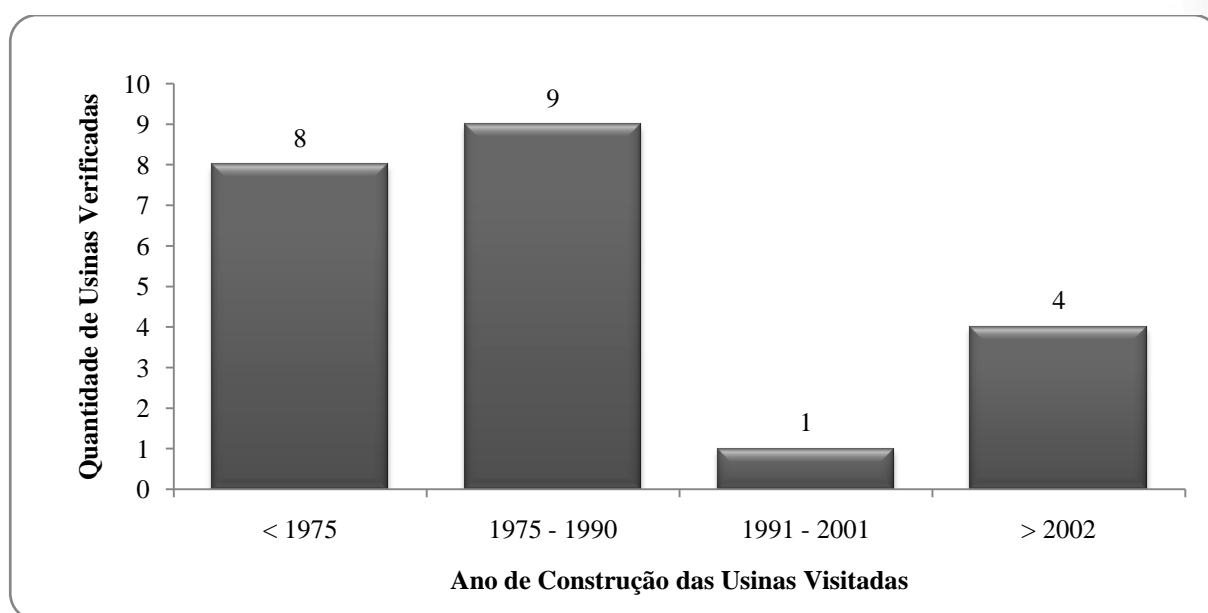
<sup>7</sup> PAES, L. A. D.; DIEHL, D. Gerente geral de produtos do CTC e analista econômica do CTC respectivamente. Comunicação pessoal no painel de aferição de resultados industriais desse projeto no campus da ESALQ, 19 mar. de 2009, e reunião realiza na sede CTC Piracicaba, 24 de mar. 2009.



### 5.2.3 INFORMAÇÕES SOBRE A CONFIGURAÇÃO INDUSTRIAL

Para definir o padrão de tecnologia dos custos de produção industriais, classificaram-se as usinas seguindo o critério de ano de construção das unidades. Esse critério foi adotado com base na história econômica do setor sucroalcooleiro, ou seja, distintos estágios tecnológicos das usinas.

A Figura 27 apresenta um resumo das usinas visitadas classificadas por esse critério. E a Tabela 14 a divisão regional das classes de idades das usinas.



**Figura 27 – Classes de idade das usinas visitadas**

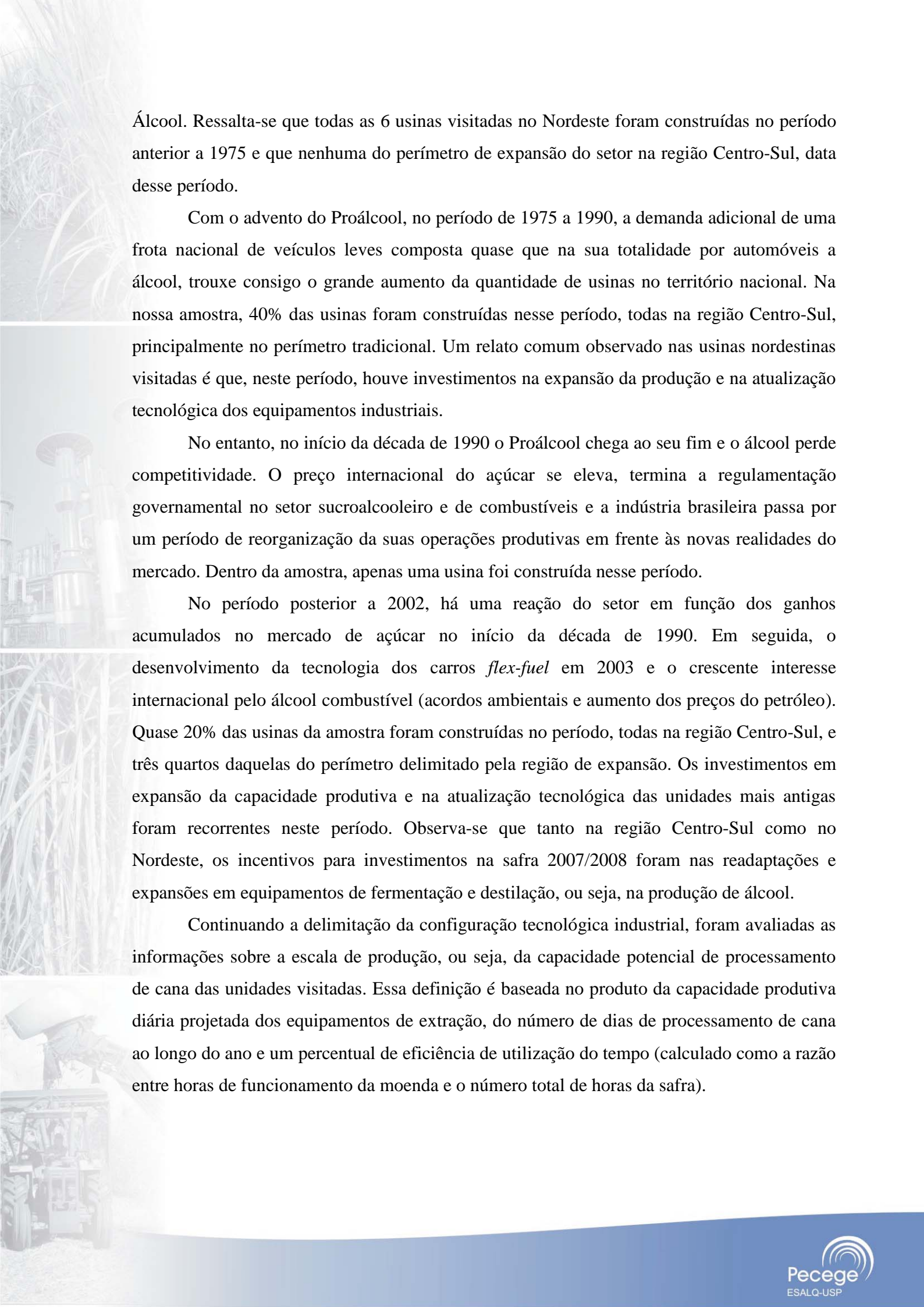
Fonte: dados do trabalho

**Tabela 14 – Classes de idade das usinas visitadas diferenciadas por região**

Região	< 1975	1975 - 1990	1991 - 2000	> 2000
Nordeste	6	-	-	-
Centro-Sul tradicional	2	6	1	1
Centro-Sul expansão	-	3	-	3

Fonte: dados do trabalho

Devido ao histórico da produção de cana-de-açúcar do Brasil, a amostra apresenta a ocorrência de unidades construídas no período anterior ao ano de 1975, momento histórico da evolução tecnológica do setor com o lançamento do Proálcool - Programa Nacional do



Álcool. Ressalta-se que todas as 6 usinas visitadas no Nordeste foram construídas no período anterior a 1975 e que nenhuma do perímetro de expansão do setor na região Centro-Sul, data desse período.

Com o advento do Proálcool, no período de 1975 a 1990, a demanda adicional de uma frota nacional de veículos leves composta quase que na sua totalidade por automóveis a álcool, trouxe consigo o grande aumento da quantidade de usinas no território nacional. Na nossa amostra, 40% das usinas foram construídas nesse período, todas na região Centro-Sul, principalmente no perímetro tradicional. Um relato comum observado nas usinas nordestinas visitadas é que, neste período, houve investimentos na expansão da produção e na atualização tecnológica dos equipamentos industriais.

No entanto, no início da década de 1990 o Proálcool chega ao seu fim e o álcool perde competitividade. O preço internacional do açúcar se eleva, termina a regulamentação governamental no setor sucroalcooleiro e de combustíveis e a indústria brasileira passa por um período de reorganização da suas operações produtivas em frente às novas realidades do mercado. Dentro da amostra, apenas uma usina foi construída nesse período.

No período posterior a 2002, há uma reação do setor em função dos ganhos acumulados no mercado de açúcar no início da década de 1990. Em seguida, o desenvolvimento da tecnologia dos carros *flex-fuel* em 2003 e o crescente interesse internacional pelo álcool combustível (acordos ambientais e aumento dos preços do petróleo). Quase 20% das usinas da amostra foram construídas no período, todas na região Centro-Sul, e três quartos daquelas do perímetro delimitado pela região de expansão. Os investimentos em expansão da capacidade produtiva e na atualização tecnológica das unidades mais antigas foram recorrentes neste período. Observa-se que tanto na região Centro-Sul como no Nordeste, os incentivos para investimentos na safra 2007/2008 foram nas readaptações e expansões em equipamentos de fermentação e destilação, ou seja, na produção de álcool.

Continuando a delimitação da configuração tecnológica industrial, foram avaliadas as informações sobre a escala de produção, ou seja, da capacidade potencial de processamento de cana das unidades visitadas. Essa definição é baseada no produto da capacidade produtiva diária projetada dos equipamentos de extração, do número de dias de processamento de cana ao longo do ano e um percentual de eficiência de utilização do tempo (calculado como a razão entre horas de funcionamento da moenda e o número total de horas da safra).

Tabela 15A Tabela 15 apresenta os valores médios regionais encontrados nas 17 usinas que declaram sua capacidade potencial diária de processamento de cana, unidade de mensuração comum para equipamentos de extração, e nas 22 que forneceram informações sobre a duração em dias de safra e horas de moagem. Destacam-se na Tabela 15 os melhores indicadores do Centro-Sul em relação ao Nordeste em todos os índices.

**Tabela 15 – Parâmetros sobre capacidade de processamento das usinas**

Descrição	Nordeste	Centro-Sul
Capacidade de processamento diário (em t)	8.500	10.388
Dias de safra	199	226
Horas de moagem	3.706	4.574
Eficiência de aproveitamento do tempo	77,6%	84,3%

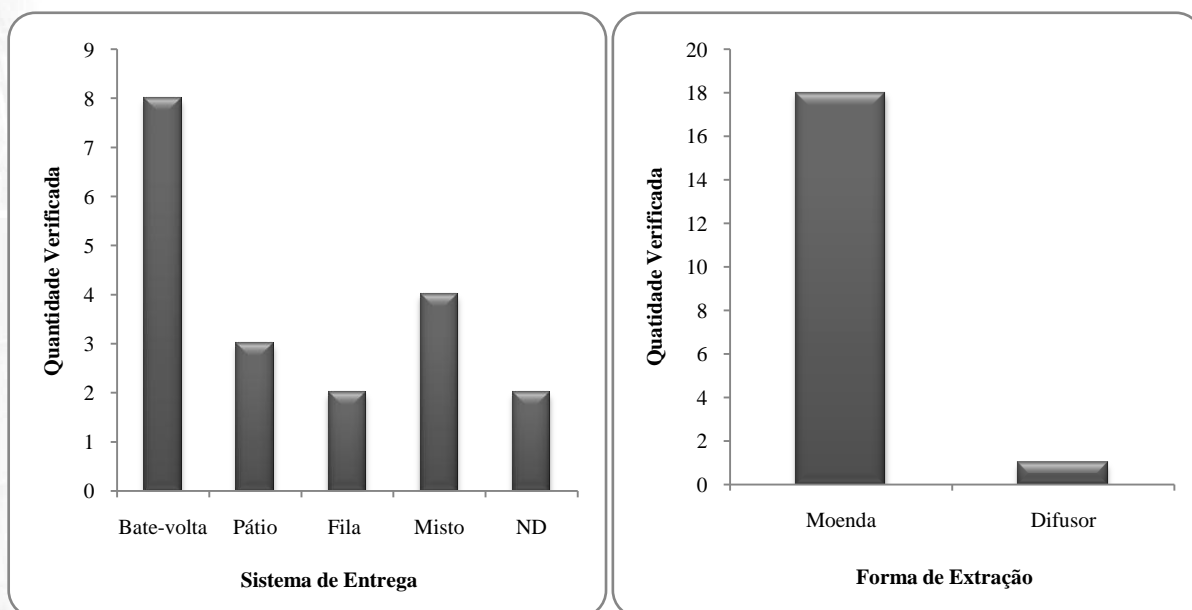
Fonte: dados do trabalho

É relevante ressaltar que as estimativas de capacidade de moagem diária declaradas pelas usinas parecem ser dependentes das configurações e padrões específicos dos mecanismos de extração das unidades, uma vez que, equipamentos semelhantes, foram declarados com diferentes capacidades de processamento diário. A capacidade de extração declarada pode estar aquém da verdadeira em função de gargalos em outras etapas do processo produtivo. Dessa forma, outras características industriais foram detalhadas para caracterizar a tecnologia industrial empregada e estabelecer a configuração de seus processos. Os dados são referentes a 20 usinas visitadas que forneceram informações sobre essas características.

A caracterização da configuração industrial partiu da forma de entrega de matéria-prima na recepção até a armazenagem dos produtos finais.

A grande maioria das usinas adota o sistema bate-e-volta de caminhões para entrega de cana (Figura 28). O predomínio desse sistema em relação aos pátios de cana (quando a cana é descarregada do caminhão e armazenada em estrutura para depois ser descarregada na mesa de recepção de cana da fábrica) ou filas de caminhões (os veículos ficam na espera de sua vez para descarregar a carga) indica o comprometimento das empresas com a melhor taxa de utilização dos seus veículos. E na adaptação dos sistemas de recepção de cana para hilos apropriados de descarga direta da matéria-prima dos reboques para as mesas de alimentação de cana.

Na extração do caldo da cana, observa-se a predominância do uso de moendas, pois em apenas uma das unidades visitadas, utilizava difusor para a extração de caldo (Figura 28).

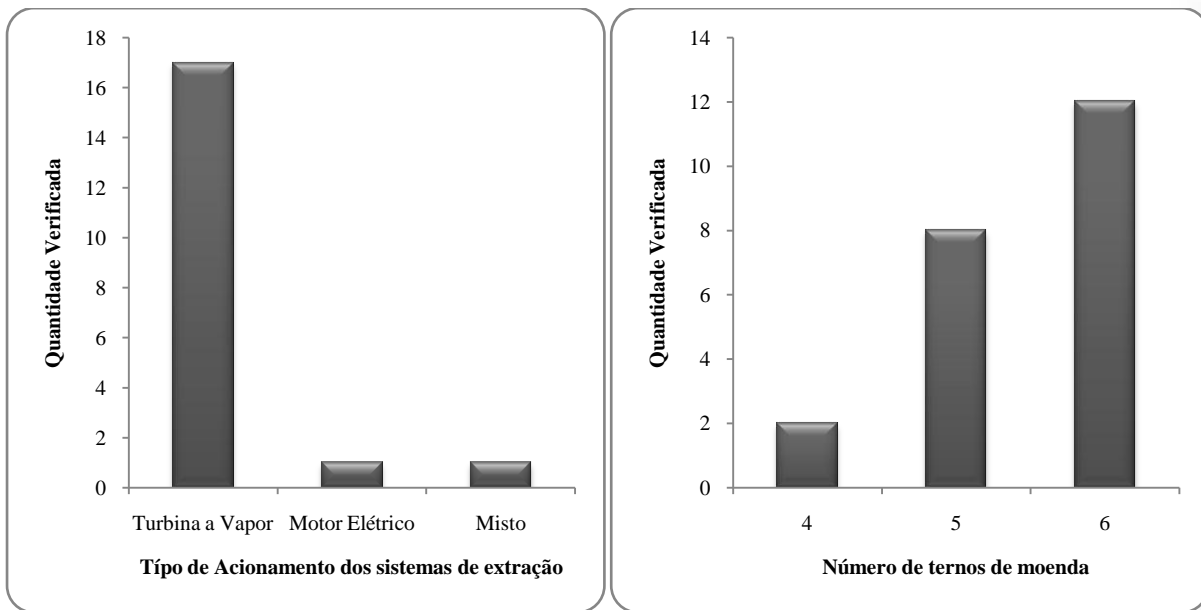


**Figura 28 – Sistema de Entrega e Forma de Extração nas Usinas Visitadas**

Fonte: dados do trabalho

Na amostra, existe o predomínio do acionamento via turbina a vapor nos mecanismos de extração do caldo, com exceção de uma, que utiliza apenas motores elétricos (Figura 29), o que é um indicativo de uso de tecnologia pouco avançada para reduzir o consumo de vapor e conseqüentemente aumentar a produção de eletricidade.

Na configuração das moendas, observa-se o maior nível de utilização de sistemas com 6 ternos de moendas, o que pode ser considerado uma evolução para melhorar os índices de eficiência de extração e conseqüentemente reduzir as perdas de ART no bagaço. Em um dos casos, a linha de extração com 4 ternos era secundária, pois a unidade estava ampliando sua capacidade de moagem.



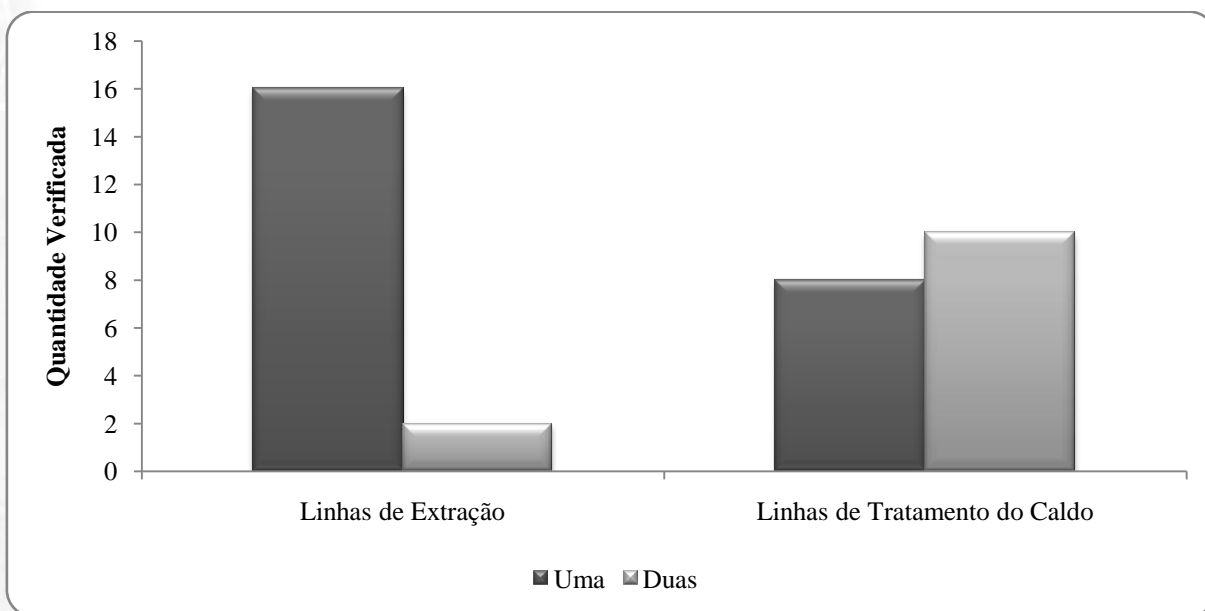
**Figura 29 – Tipo de acionamento dos sistemas de extração e característica das moendas.**

Fonte: dados do trabalho

Devido à dificuldade de atingir a capacidade de carga dos equipamentos no curto prazo, não é incomum que no início ou na fase de expansão de investimentos industriais, o uso de uma linha de extração com capacidade inicial inferior à máxima projetada. Como ilustrado na Figura 30, com apenas uma linha de extração se atinge o processamento de cana dimensionado para a maior parte das unidades visitadas. O processamento de 2 milhões de toneladas por safra é aproximadamente o limite de produção possível, com uso das tecnologias e equipamentos das linhas de extração de cana nas unidades visitadas. Todas as unidades com produção superior a esse valor, ou possuíam 2 linhas de extração, ou estendiam seu período de safra além dos limites de duração de safra normalmente recomendados. Nenhuma usina visitada declarou capacidade de extração, em uma única linha, superior a 14.000 toneladas de cada por dia. Esse é um valor de capacidade intermediária dentro da gama dos novos equipamentos declarados pelos fabricantes (Dedini, 2009).

A variação nos processos de tratamento de caldo ocorreu mais em função da especialização dos produtos, do que para a escala eficiente de uso dos equipamentos. As usinas alocavam o número de linhas de tratamento conforme a prioridade da produção. Nas indústrias de produção de açúcar ou nas destilarias autônomas existe apenas uma linha de tratamento de caldo. Numa avaliação regional, percebe-se a adoção de duas linhas de tratamento para a maior parte das unidades da região Centro-Sul, que produzem álcool e

açúcar, e de apenas uma linha para as usinas Nordestinas, com exceção de uma. Em algumas unidades foi verificado o desvio direto do caldo logo após a sua extração para as destilarias. Este fato é mais comum em usinas que passam por mudanças para a ampliação da linha de produção de álcool.



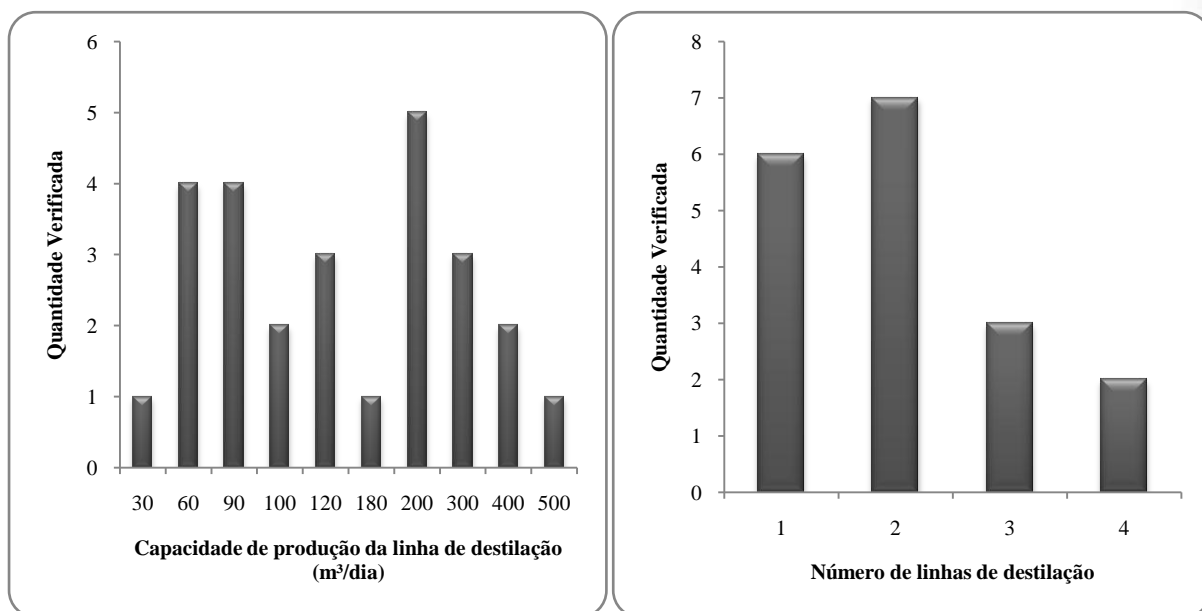
**Figura 30 – Linhas de Extração e Linhas de Tratamento do Caldo**

Fonte: dados do trabalho

Existe uma grande diversidade dos tipos e capacidades dos equipamentos destinados à produção de álcool e de açúcar. Isso se deve a característica comum do setor de crescimento contínuo das escalas de produção das unidades. Dessa forma, há equipamentos antigos operando junto aos mais modernos. Em relação à produção de açúcar adotaram-se para o levantamento de custos as premissas confirmadas nas visitas, sobre os diferentes processos de produção da região Centro-Sul e Nordeste.

Na produção de álcool, como ilustra a Figura 31, destacam-se as grandes variações entre capacidades mínimas e máximas das linhas de destilação da amostra (10 usinas forneceram informações). Além disso, verificam-se projetos típicos de construção de novas linhas de destilação de 600 m<sup>3</sup>/dia e casos de investimentos para aumentar a capacidade de produção de duas a duas vezes e meia. De forma geral, duas linhas de destilação (moda de 18 observações) é uma boa aproximação para a definição de modelo de usinas nos três perímetros da amostra. Na região Centro-Sul predomina a ocorrência de linhas de destilação

com capacidade de produção total de 500 m<sup>3</sup>/dia, este valor foi definido como modelo para os perímetros da região. Já na região Nordeste a consideração de capacidade de destilaria de 200 m<sup>3</sup>/dia. Trata-se de um número coerente quando relacionado aos dados de produção de álcool típico das unidades da região.

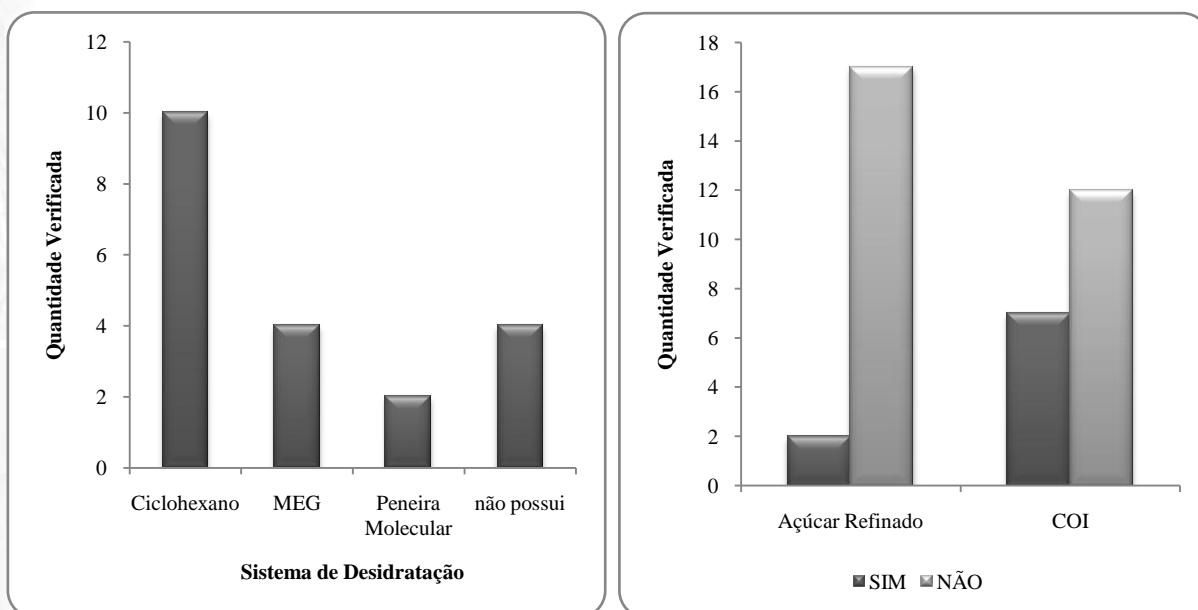


**Figura 31 – Capacidade de linhas de destilação e número de linhas amostradas**

Fonte: dados do trabalho

Prosseguindo a discussão sobre o nível de tecnologia utilizado nas usinas, caracterizou-se o grau de desenvolvimento tecnológico ou a prioridade da empresa por produtos específicos.

Na produção de álcool, mais especificamente na etapa final de produção, pesquisou-se o sistema de desidratação empregado para a produção do álcool anidro. Como indicado na Figura 32, percebe-se que a maioria das usinas possui como sistema de desidratação alcoólica mais comum, o ciclohexano, a tecnologia mais antiga e custosa. Todas as 5 usinas visitadas no nordeste utilizam essa forma de desidratação. Na área de expansão da região centro-sul também foi a mais comum, utilizada em 2 das 3 unidades que possuem desidratadoras (2 não possuíam). Já na área tradicional houve um equilíbrio: 3 unidades utilizavam MEG, 3 ciclohexano, 2 peneiras moleculares e 2 não possuem sistema de desidratação.



**Figura 32 – Dados desidratação alcoólica, produção de açúcar refinado e existência de COI**

Fonte: dados do trabalho

O sistema tecnologicamente mais atual, de peneira molecular, foi verificado em apenas duas das usinas amostradas. Entretanto, todos os investimentos de expansão na capacidade de desidratação alcoólica relatados nas visitas planejavam o uso desse sistema de desidratação alcoólica. Vale ressaltar que das usinas visitadas, aproximadamente 80% produzem álcool anidro. Todas as unidades que não produziam álcool anidro na amostra estavam no perímetro de expansão da região Centro-Sul, ou eram usinas pequenas localizadas no perímetro tradicional da mesma região.

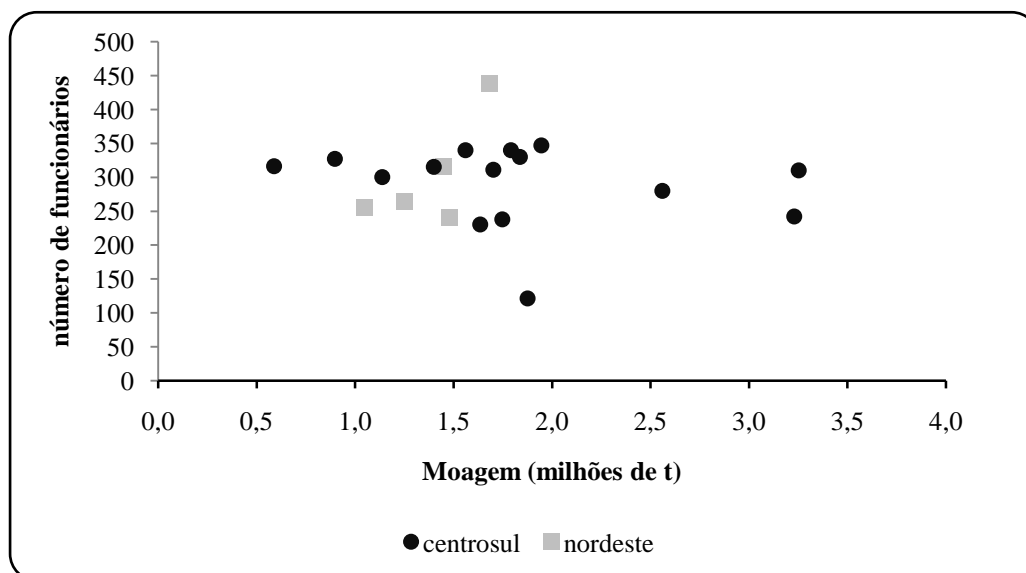
Esse padrão de adoção de tecnologias chama a atenção para o fato de que o gradativo avanço de utilização de tecnologias e processos de produção mais avançados ocorre com a evolução da maturidade operacional e de escalas de produção da empresa. Destaca-se também a influência do mercado, uma vez que os incentivos do mercado de álcool hidratado têm sido progressivos, principalmente no perímetro de expansão do Centro-Sul.

A produção de açúcar refinado foi verificada apenas em duas das usinas visitadas, notadamente em usinas com forte viés de produção açucareira. Destaca-se que as análises de custos de produção dessas unidades foram organizadas de forma a evitar a inclusão dos custos adicionais dessa operação nos seus custos finais como já destacado no item 4.2.



Uma última característica de nível de tecnologia indicado na Figura 32 se refere à existência de um centro de operações integradas – COI, ou seja, uma sala de gerenciamento e supervisão unificada para o controle dos processos de produção industrial das usinas. Essa característica foi utilizada como meio de aproximação para a verificação do nível de automatização dos processos industriais das unidades fabris, já que o COI é típico de unidades com alto nível de automatização e de controle de processos via sistemas supervisores. Pode-se verificar que o COI gradativamente tem sido implantado nas unidades industriais à medida que cresce o nível de utilização de processos com automação industrial. Percebeu-se também que a automação industrial é típica e disseminada nas operações de geração de vapor e eletricidade, extração de caldo, fermentação e destilação, nas quais geralmente existem centros de controle locais do processo. Entretanto esse controle não chega a ser utilizado em todas as fábricas. Todas as usinas visitadas do perímetro região Centro-Sul área de expansão contavam com alto índice de utilização de processos automatizados, sendo que em apenas uma delas não existia o COI. Na região Nordeste, apenas uma unidade visitada possuía COI.

O nível de utilização de automação mais disseminada em usinas tecnologicamente mais atualizadas e conseqüentemente com escalas de produção maiores, justifica o fato de não se verificar grande variação no contingente de mão-de-obra empregado nas fábricas à medida que aumentam sua escala de produção, como ilustrado na Figura 33.



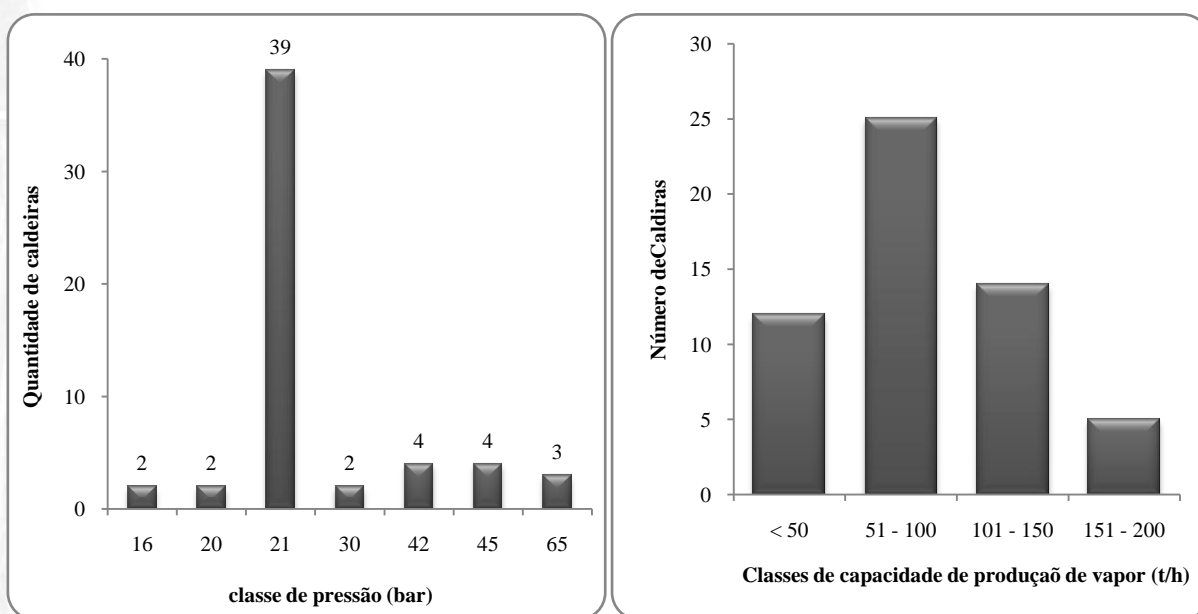
**Figura 33 – Relação de número de funcionários com a escala de produção das usinas**

Fonte: dados do trabalho

Foi observado que o estoque de açúcar é feito a granel, ‘big-bag’ e sacas de 50 kg. A estocagem pode ser em: armazéns locais, em armazéns infláveis alugados e em armazéns externos alugados de companhias de armazenagem, cooperativas e portos. A capacidade de estocagem de etanol corresponde em média a 51% da produção total das usinas visitadas, sendo que esta capacidade variou entre 20% e 100%.

Como última informação para a delimitação da configuração industrial das usinas procurou-se obter informações sobre características de tecnologia e capacidade na geração de vapor e eletricidade das unidades.

A geração de vapor apresenta uma grande diversidade de tipos de caldeiras, classificadas por pressão do vapor gerado (Figura 34). As caldeiras que geram vapor pressão de 21 bar são as predominantes na amostra. Um fato interessante é que em todas as usinas visitadas na região Nordeste, esse foi o único tipo declarado. Nessas unidades observaram-se a correlação entre um grande número de caldeiras e a baixa capacidade de produção de vapor (Tabela 16).



**Figura 34 – Divisão das caldeiras levantadas por classe de pressão e capacidade de produção**

Fonte: dados do trabalho

**Tabela 16 – a) Capacidade média de produção das caldeiras por classe de pressão e perímetro b) Número médio de caldeiras por usina, classe de pressão e perímetro**

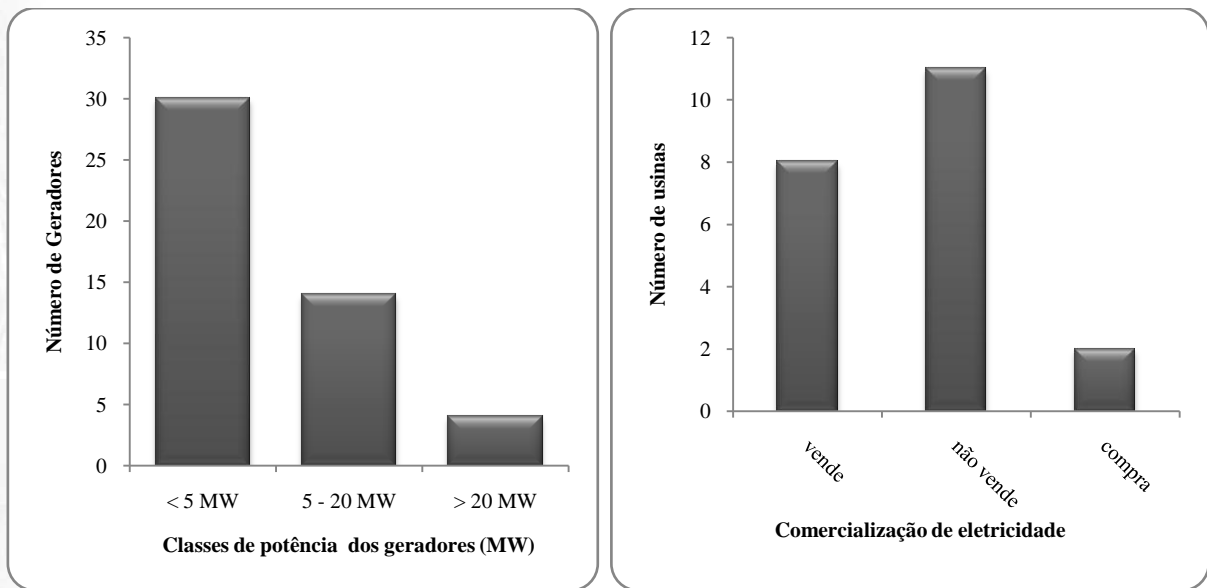
a)				b)			
	nordeste	tradicional	expansão		nordeste	tradicional	expansão
16		20		16			
20		64		20		0,2	
21	61	82		21	3,8	2,0	
30			120	30		0,4	
42		95	180	42		0,2	
45			140	45		0,8	
65		158	200	65		0,2	
<b>Média</b>	61	82	151	<b>Média</b>	3,8	2,8	

Fonte: dados do trabalho

Já no perímetro delimitado pela área de expansão na região Centro-Sul, as 5 usinas que forneceram informações sobre caldeiras, possuíam situações opostas às do Nordeste, predominando um pequeno número de caldeiras, de alta capacidade de produção de vapor e de classes de pressão média ou altas, todas superiores a 21 bar. Já nas usinas da região Centro-Sul tradicional foi verificado um misto das duas situações.

Sobre a taxa de utilização da capacidade das caldeiras, apesar de apenas metade da amostra ter fornecido informações precisas, pode-se observar que, em média, as usinas brasileiras possuíam uma folga de quase 20% da sua capacidade de produção de vapor. Em geral, utilizam-se uma produção de aproximadamente 200 t vapor/h para uma capacidade de produção de até 240 t vapor/h. A folga na produção de vapor foi mais comum nas usinas localizadas na região Nordeste e em algumas usinas na área de expansão da região Centro-Sul. Já na área tradicional da região Centro-Sul observam-se alguns casos que utilizam o limite da capacidade de geração de vapor das unidades.

O excedente de capacidade de geração de vapor pode ser aproveitado através da cogeração de eletricidade para venda. Entretanto, como destacado pela Figura 35, o número de geradores de alta capacidade, indicativos de investimentos para venda de eletricidade, ainda são muito pequenos. Da mesma forma, observa-se que quase dois terços das usinas não vendem eletricidade, sendo que, em alguns casos, era preciso comprar uma quantidade significativa (foram observados dois casos de compra de mais que 5% do consumo total).



**Figura 35 – Informações sobre geradores e co-geração de eletricidade**

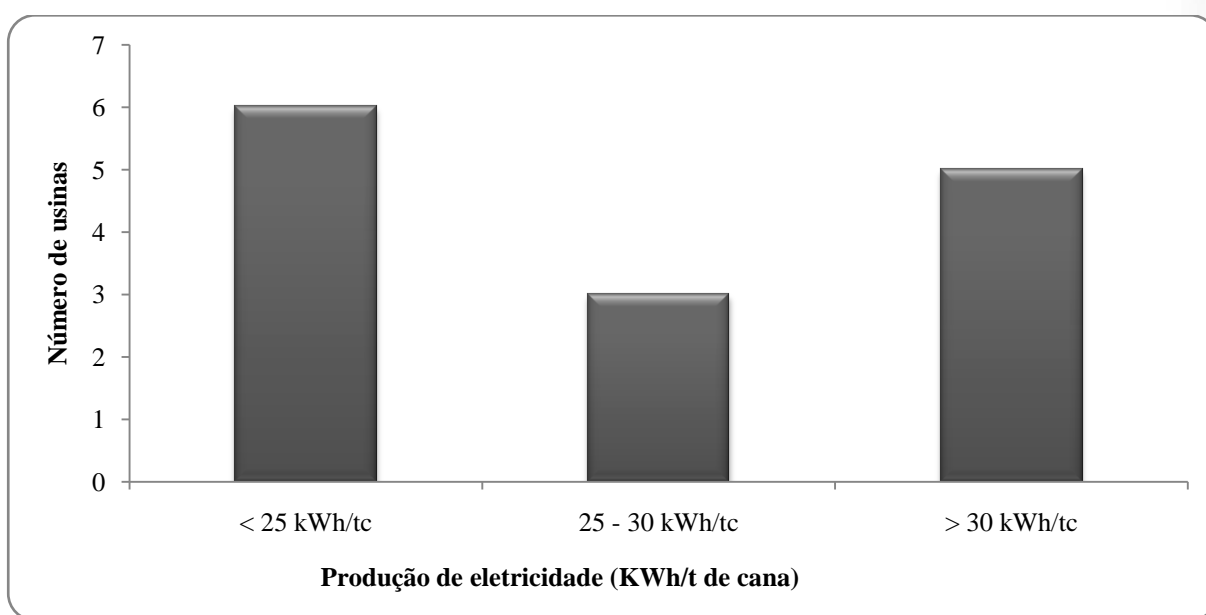
Fonte: dados do trabalho

Como no caso das caldeiras, existem muitos geradores de pequena capacidade nas usinas amostradas. O padrão de distribuição regional de quantidade e capacidade de potência dos geradores foi semelhante ao verificado nas caldeiras. No Nordeste predominam pequenos geradores, em média, 3 por usina. Entretanto, mesmo com essa condição regional, observou-se que 2 das usinas visitadas já comercializavam eletricidade e outras 2 tinham planos avançados para início da comercialização. Uma característica da comercialização regional de eletricidade é que ainda uma parte pequena da produção total de energia elétrica da usina é comercializada, em geral, menos que 25% da produção.

Já na área de expansão da região Centro-Sul, em 4 das 5 usinas pesquisadas havia apenas geradores de média e alta potência, em média, 2 por usina. Em 3 dessas usinas já é clara a configuração industrial com o objetivo de geração de excedente de eletricidade para a comercialização de eletricidade. Observa-se também uma quarta usina em início de preparação da configuração industrial para a comercialização de excedente de eletricidade. Na região, cerca de 50% da produção de eletricidade era comercializada. Na área tradicional da região Centro-Sul observou-se novamente a diversidade de situações, contando inclusive com 2 casos de unidades que compravam eletricidade em quantidades significativas (até 20% do seu consumo). As unidades da área que priorizavam a venda de eletricidade comercializam, em média, mais que 50% do total de energia elétrica gerada na unidade. É interessante

observar que nos três perímetros, as usinas que comercializavam eletricidade acabavam sendo também compradoras de bagaço.

Os dados de produção de eletricidade indicam grande variabilidade, sendo que das 14 declarações de produção coletadas, a energia por tonelada de cana processada varia entre 10 e 63 kWh (média 31 kWh/tc). Pode-se observar que usinas com produção inferiores a 25 kWh/tc produzem eletricidade apenas para o consumo próprio industrial e eventualmente agrícola. A faixa de transição entre produção para consumo próprio e para comercialização se encontra entre 25 e 30 kWh/tc, e a partir de 30 kWh/tc as usinas comercializam eletricidade. A Figura 36 apresenta a distribuição observada.

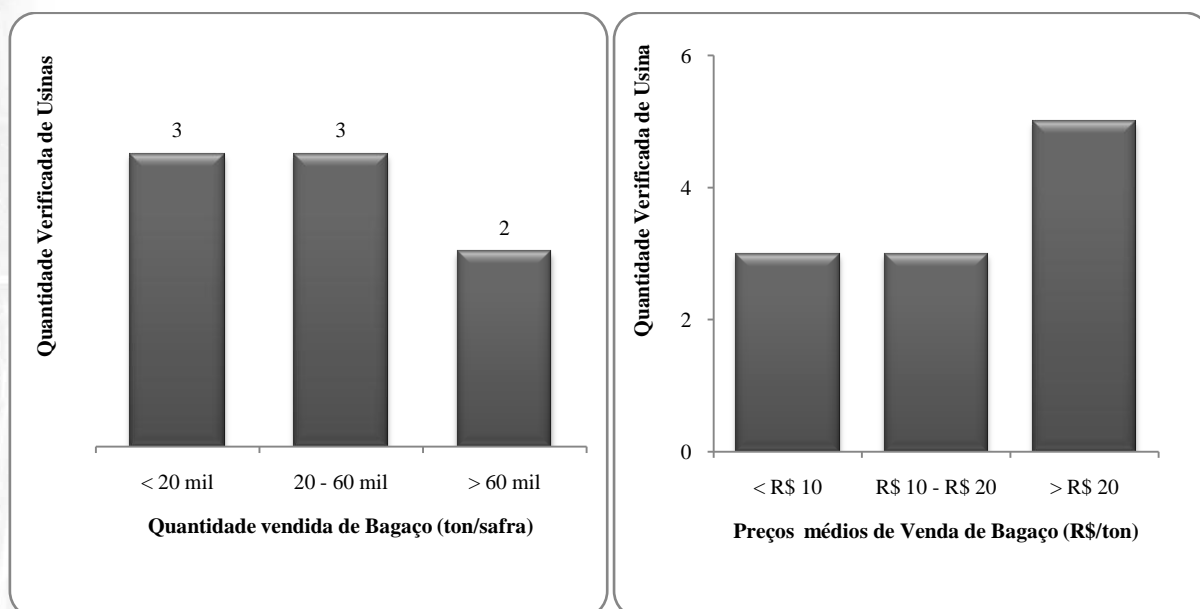


**Figura 36 – Produção de eletricidade das usinas em kWh/t de cana processada**

Fonte: dados do trabalho

Destaca-se que das 5 unidades na faixa correspondente a produção maior que 30 kWh/tc, 3 estão na área de expansão da região centro-sul e 2 na área tradicional. Na região nordeste, das 5 usinas que forneceram informações, 3 possuem produção entre 25 e 30 kWh/tc e 1 entre 20 kWh/tc e 25 kWh/tc. Metade dessas unidades já comercializa eletricidade e a outra metade possui planos de início de comercialização. Em relação às unidades com produção inferior a 25 kWh/tc, ressalta-se que apenas uma está localizada na área de expansão, sendo justamente a unidade de menor produção declarada.

Sobre o mercado de bagaço, foram levantadas informações para estabelecer uma referência inicial do preço de custo dessa matéria-prima para a geração de eletricidade. Entretanto, verificou-se que esse subproduto ainda possui um mercado próprio muito dependente da proximidade entre unidade produtora e os consumidores, sendo que, distâncias superiores a 100 km entre a produção e o consumidor final são forte inibidoras da existência de mercado. De forma geral apenas uma parcela pequena de bagaço é comercializado por um número também restrito de usinas. As oito usinas que declararam a venda de bagaço, em média, comercializaram número inferior a 10% da sua produção total. O preço médio foi de R\$ 17,50/t, mas deve-se ressaltar que é fortemente relacionado às condições específicas de mercado local de cada usina. A amplitude da amostra variou entre R\$ 5 e R\$ 35/t, sendo que em todos esses casos o preço do frete do bagaço era pago pelo comprador (Figura 37).



**Figura 37 – Informações que quantidade e preços no mercado de bagaço**

Fonte: dados do trabalho

#### 5.2.4 PERDAS INDUSTRIAIS

Outro importante fator na determinação dos custos refere-se às perdas industriais no processamento da cana. Esse fator é determinante para a redução de custos industriais, uma vez que com a diminuição das perdas pode-se obter maior quantidade de açúcar e álcool com a mesma quantidade de cana. Além disso, as perdas industriais são argumento de constante

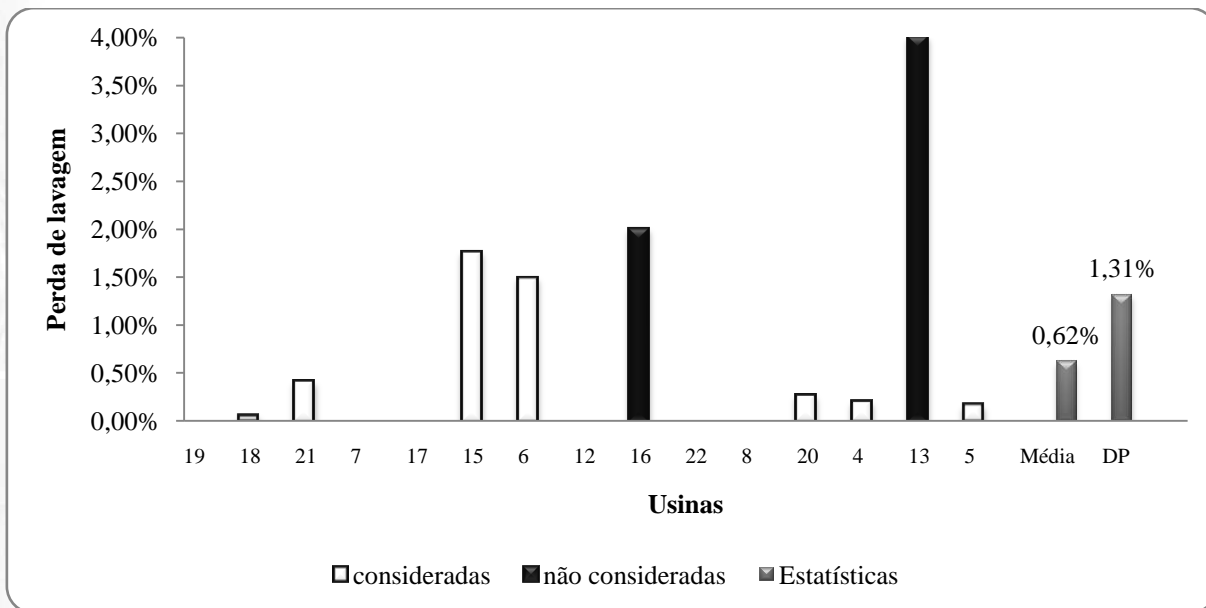
discussão entre produtores de cana e usineiros nas revisões de seus contratos de pagamento de cana.

Neste trabalho foram focadas as perdas industriais comuns, ou seja, perdas ocorridas nas operações de produção comum ao açúcar e ao álcool ou LBTI, e nas perdas ocorridas na fabricação do álcool. Em função da grande variabilidade dos dados nas usinas visitadas na região Centro-Sul, as unidades serão tratadas de forma conjunta. No caso das perdas industriais, a maturidade e estabilidade operacional, assim como o nível de tecnologia aplicada, são fatores muito mais relevantes que a localização espacial da unidade industrial.

Para todas as usinas da amostra realizou-se uma comparação entre os valores declarados de ART total da cana processada e os valores finais do ART dos produtos como procedimento de verificação de consistência dos valores de perdas industriais declaradas. Nos casos em que a diferença entre esses dois valores foi diferente do valor estimado baseado nas perdas industriais totais, a diferença foi corrigida pela alteração dos valores de perdas indeterminadas.

Das 15 observações colhidas na região Centro-Sul, 9 ou 60% das observações realizavam lavagem de cana. Observa-se, entretanto, que apenas 7 das observações foram utilizadas para compor a média das perdas de lavagem de cana, uma vez que se encontram entre o intervalo da média mais ou menos um desvio padrão. A Figura 38 ilustra o resumo das observações.

Na região Nordeste não foi observada na amostra nenhuma usina que realizasse controle de perdas de lavagem, sendo que apenas uma usina declarou perda zero na lavagem de cana, uma vez que o sistema de limpeza utilizado na unidade é a seco.

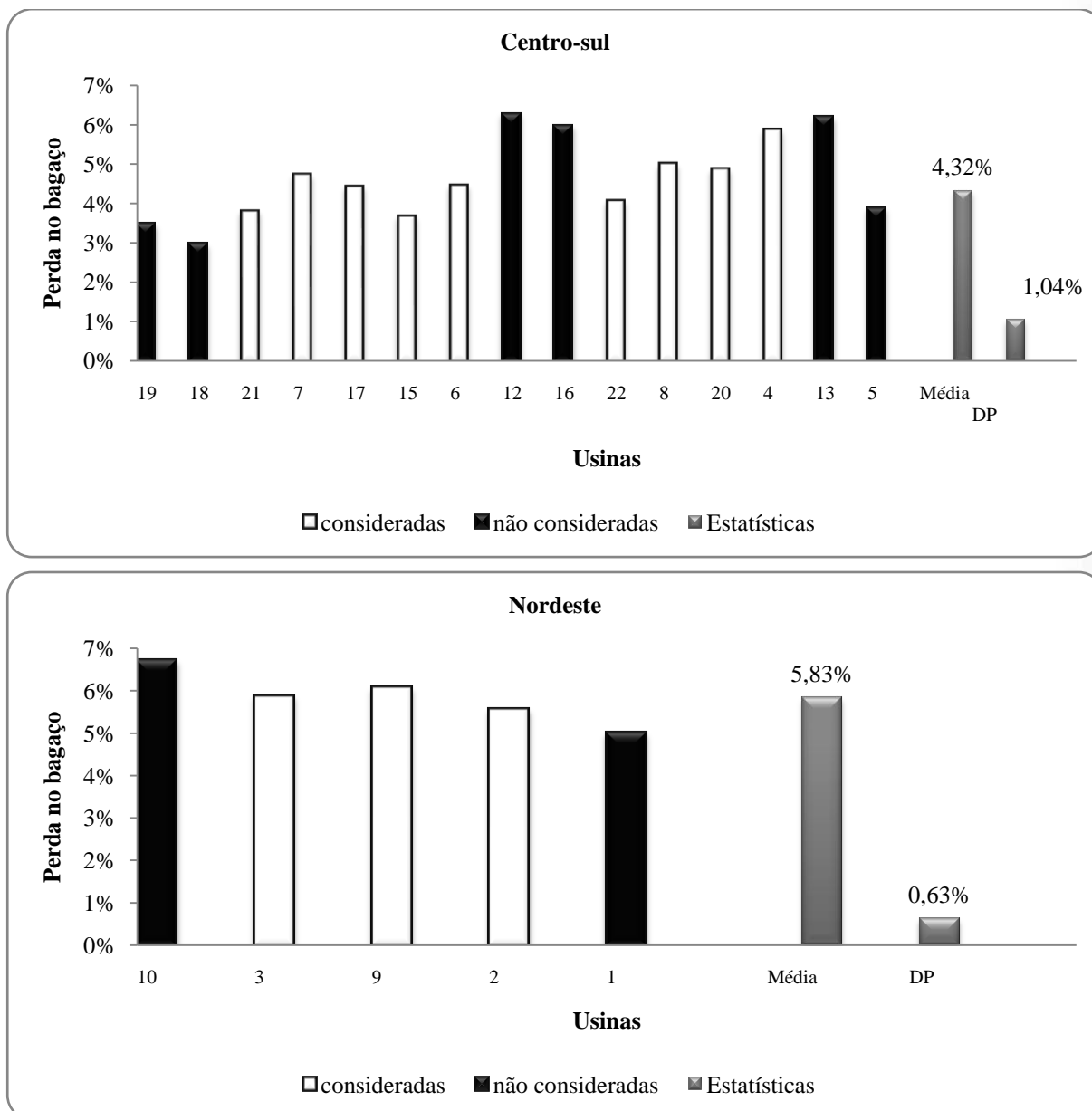


**Figura 38 – Perdas percentuais do ART total da cana na lavagem de cana nas usinas da região Centro-Sul**

Fonte: dados do trabalho

Sobre as perdas de ART da cana no bagaço de cana na região Centro-Sul, apenas 9 das 15 observações foram utilizadas para compor a média como apresentado na Figura 39. Na região Nordeste, 3 das 5 observações foram utilizadas e verificou-se que as perdas industriais (ART no bagaço) no Nordeste são 20% superiores às da região Centro-Sul.

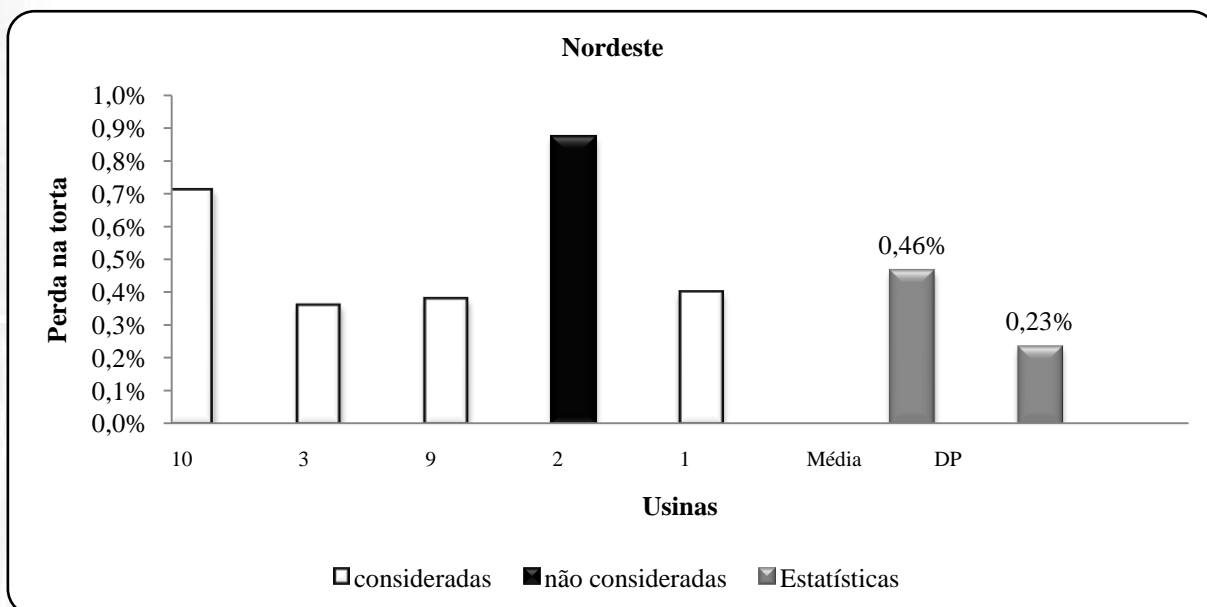
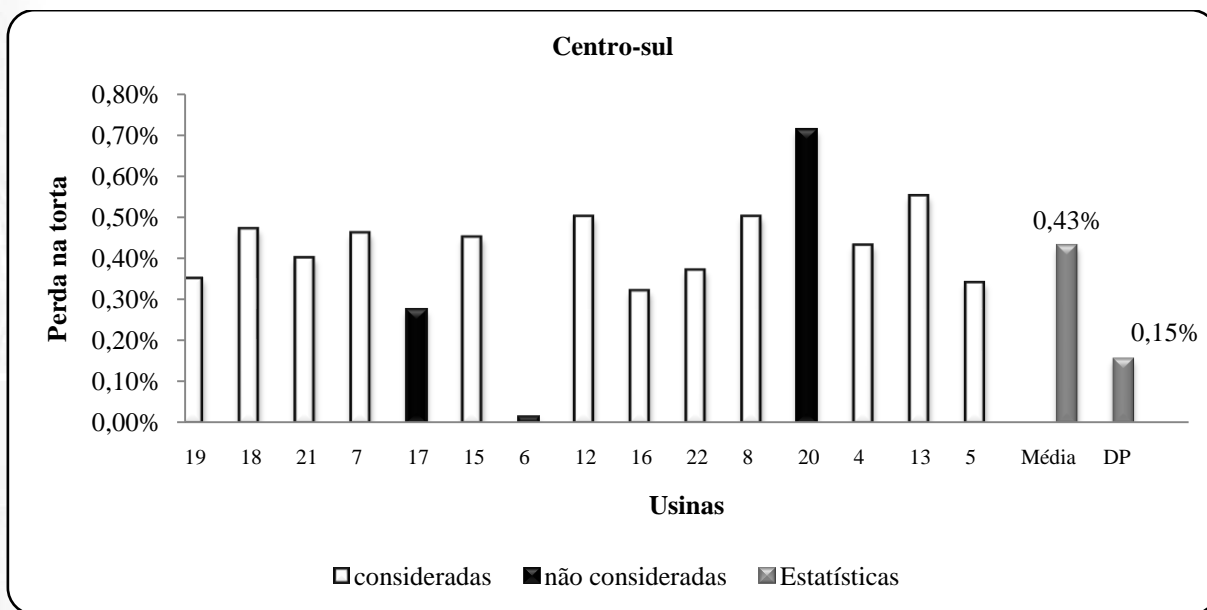




**Figura 39 – Perda percentual de ART da cana no bagaço nas usinas das diferentes regiões**

Fonte: dados do trabalho

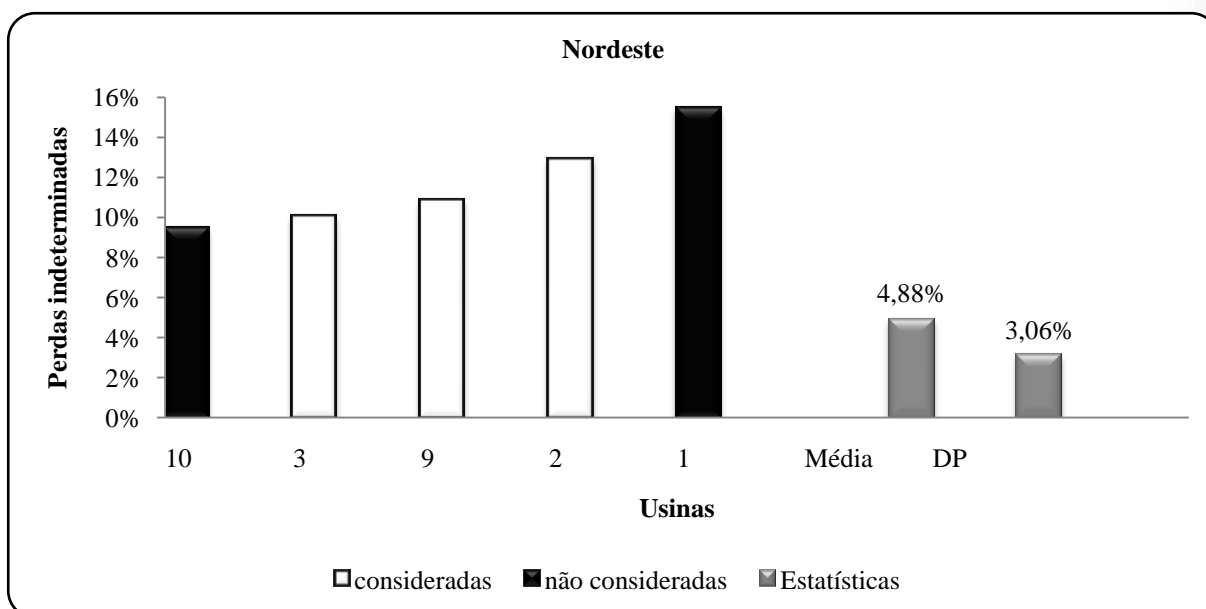
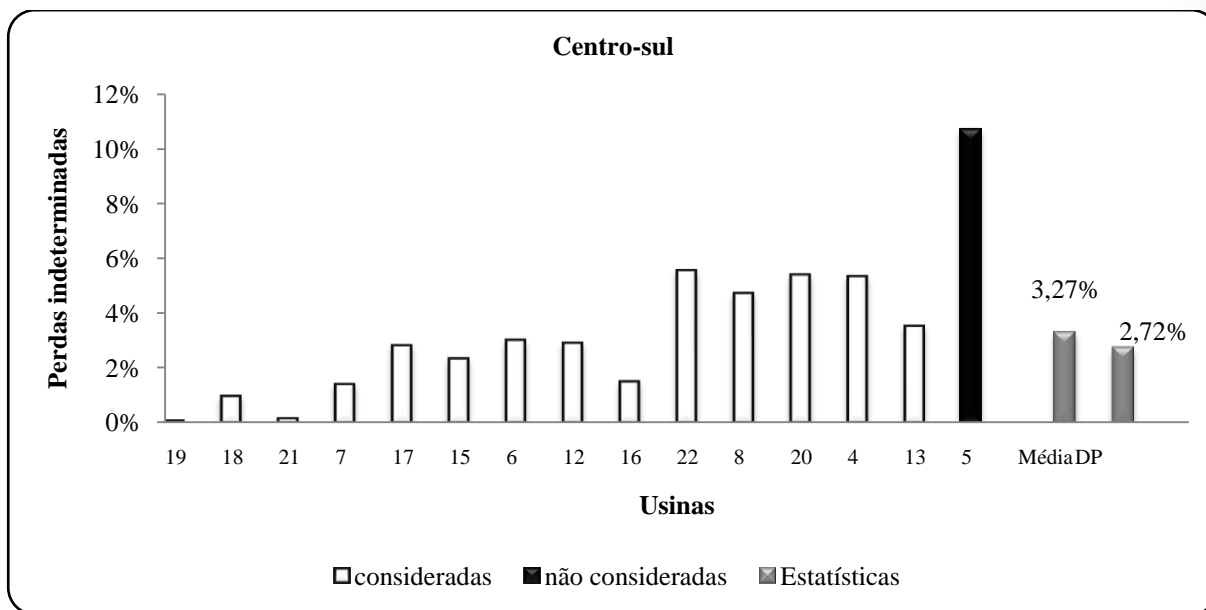
Para as perdas de ART na torta de filtro da região Centro-Sul foram utilizadas 10 das 15 observações da amostra, enquanto que na região Nordeste, utilizou-se 4 das 5 usinas participantes. Nesta região, as perdas médias foram 10% superiores a da região Centro-Sul. A Figura 40 apresenta um detalhamento das observações nas duas regiões.



**Figura 40 – Perdas percentuais de ART da cana na torta de filtro nas usinas das diferentes regiões**

Fonte: dados do trabalho

Na região Centro-Sul, 15 nas usinas que declaram informação de perdas indeterminadas, pois possuíam maior controle de perdas em processos como lavagem de cana, fermentação e destilação. As perdas indeterminadas da região Centro-Sul foram próximas a dois terços das perdas indeterminadas do Nordeste. A Figura 41 ilustra as informações e destaca as utilizadas para a composição das médias.

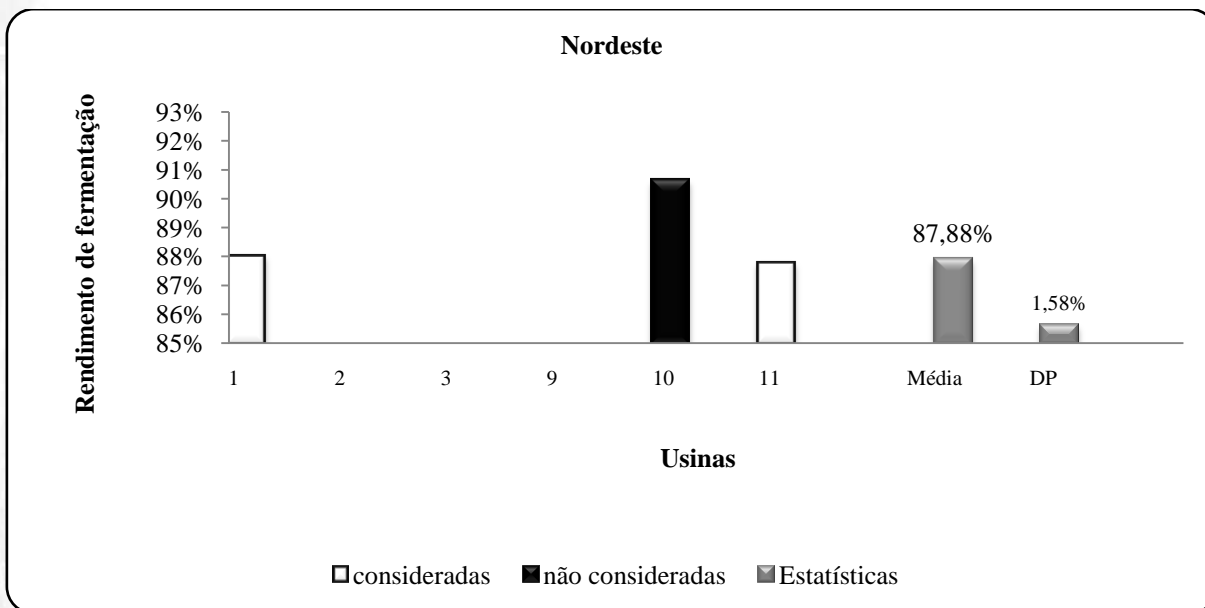
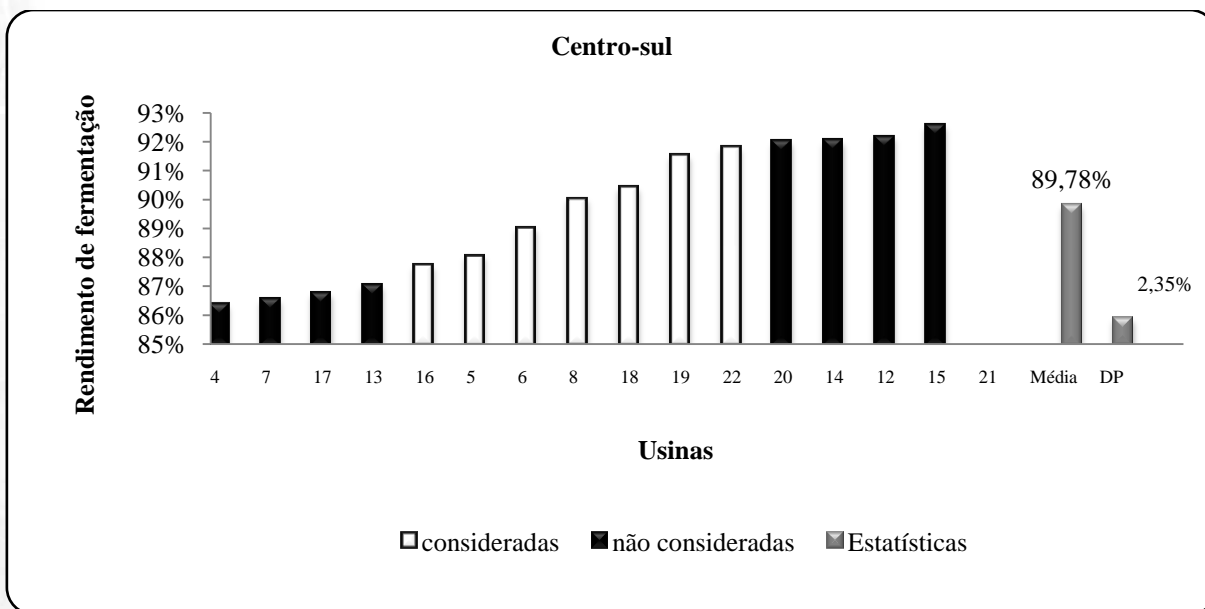


**Figura 41 – Perdas percentuais em ART da cana em perdas indeterminadas do processamento industrial nas usinas das diferentes regiões**

Fonte: dados do trabalho

As perdas na fabricação de álcool foram medidas por meio da eficiência das operações de sua fabricação. As perdas de fermentação são as mais significativas, e de certa forma, inerente à atividade biológica das leveduras que transformam os açúcares redutores totais, em álcool. Observa-se ainda baixa priorização da indústria nordestina na fabricação de álcool, uma vez que apenas 3 usinas forneceram informações dessa medida de eficiência. Uma delas foi descartada para a composição da média da eficiência de fermentação regional, conforme

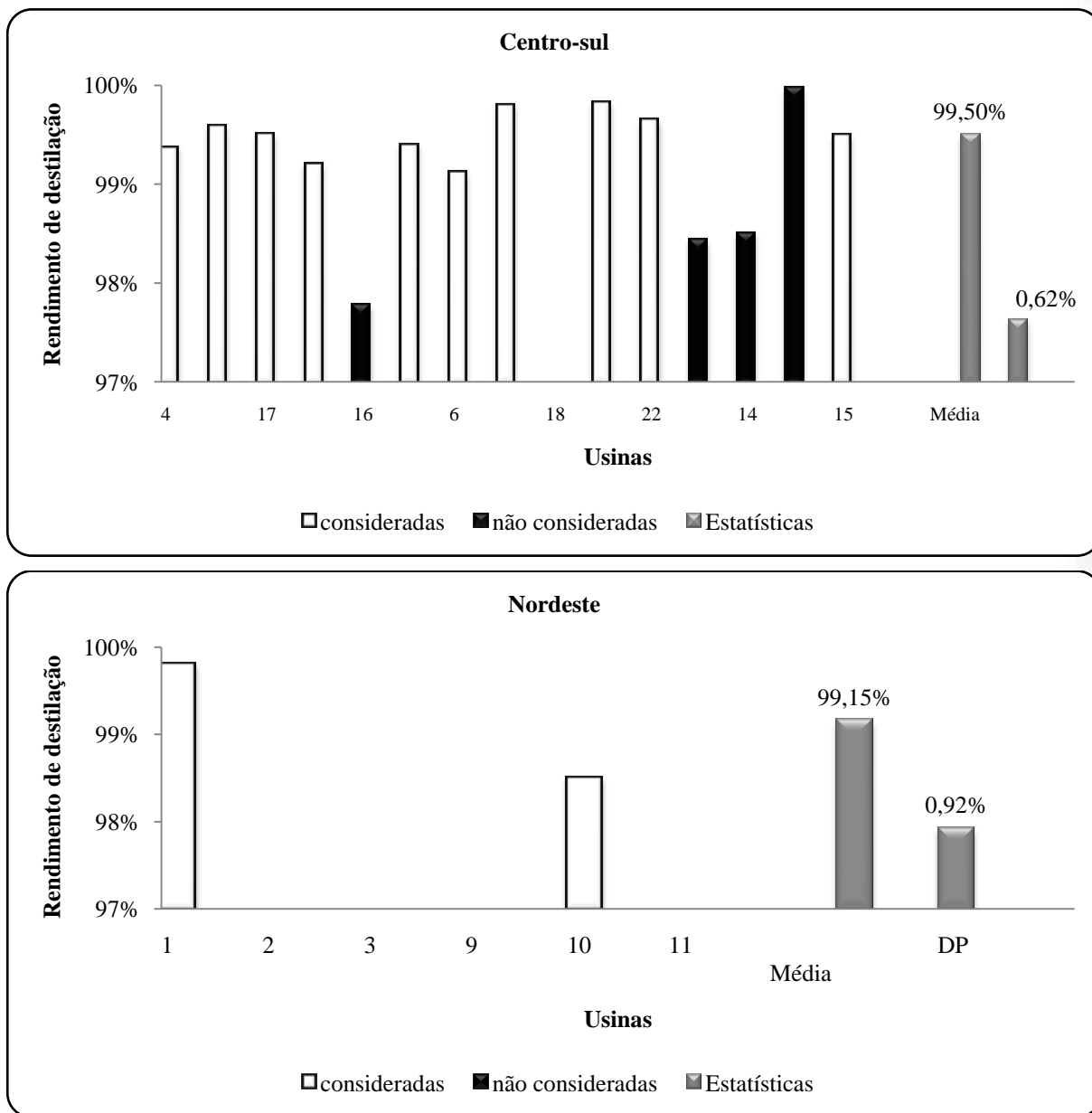
ilustrado na Figura 42. Em relação à região Centro-Sul, todas as 15 usinas que forneceram informações detalhadas de perdas, declararam sua eficiência de fermentação. A eficiência média do Centro-Sul é quase 2 pontos percentuais maior que as do nordeste, ou seja, um ganho de quase 2,5% na produção de álcool.



**Figura 42 – Eficiência de fermentação usinas das diferentes regiões**

Fonte: dados do trabalho

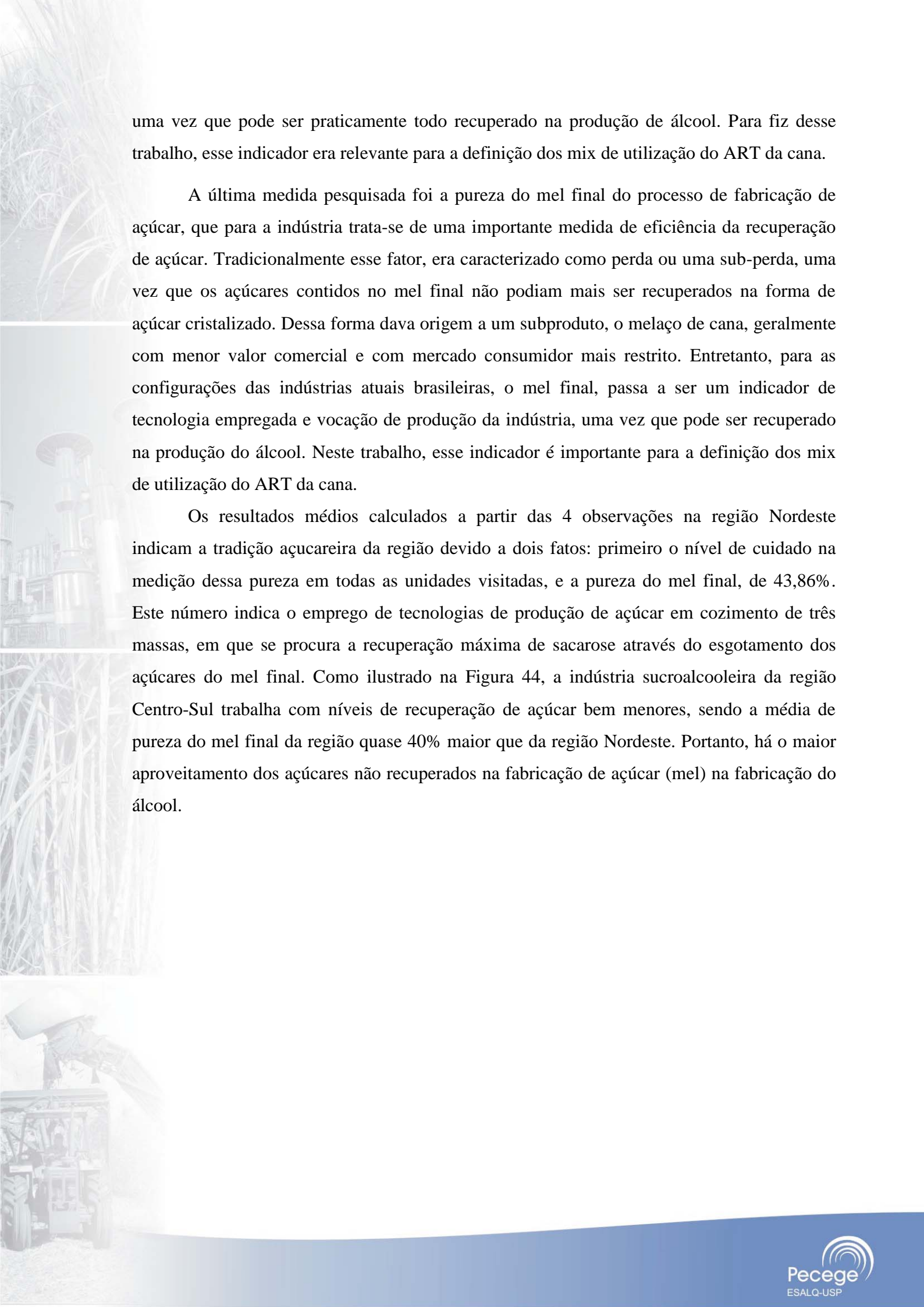
Na eficiência de destilação, medidas de composição alcoólica da vinhaça são utilizadas por 9 das 14 usinas da região Centro-Sul (Figura 43) e por apenas 2 da região Nordeste.



**Figura 43 – Eficiência de destilação das usinas das diferentes regiões**

Fonte: dados do trabalho

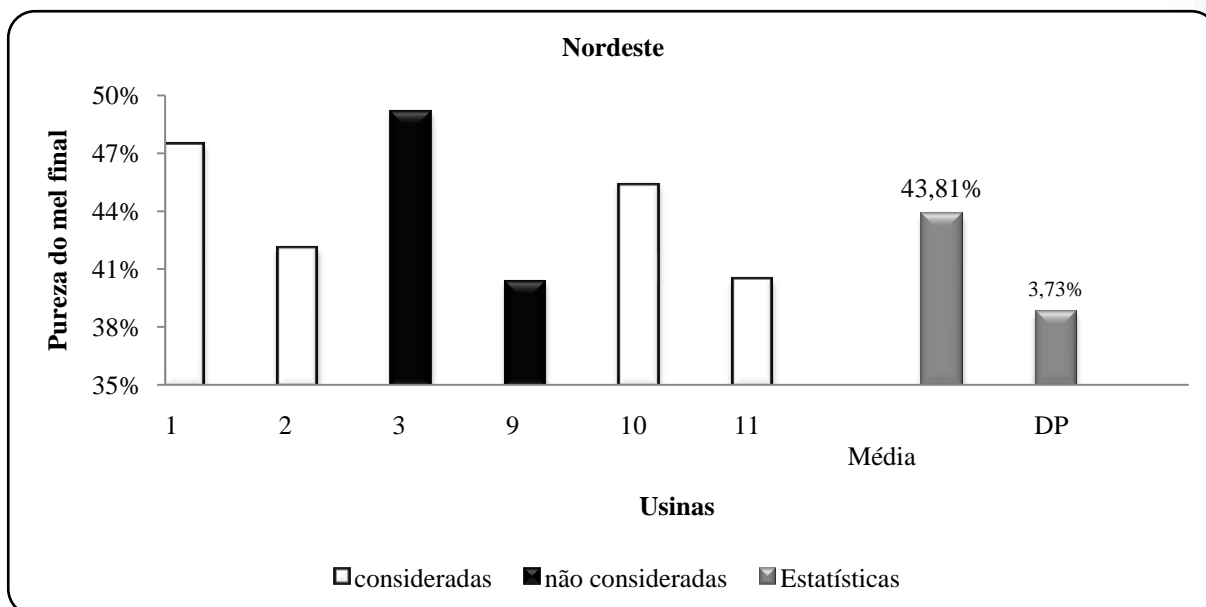
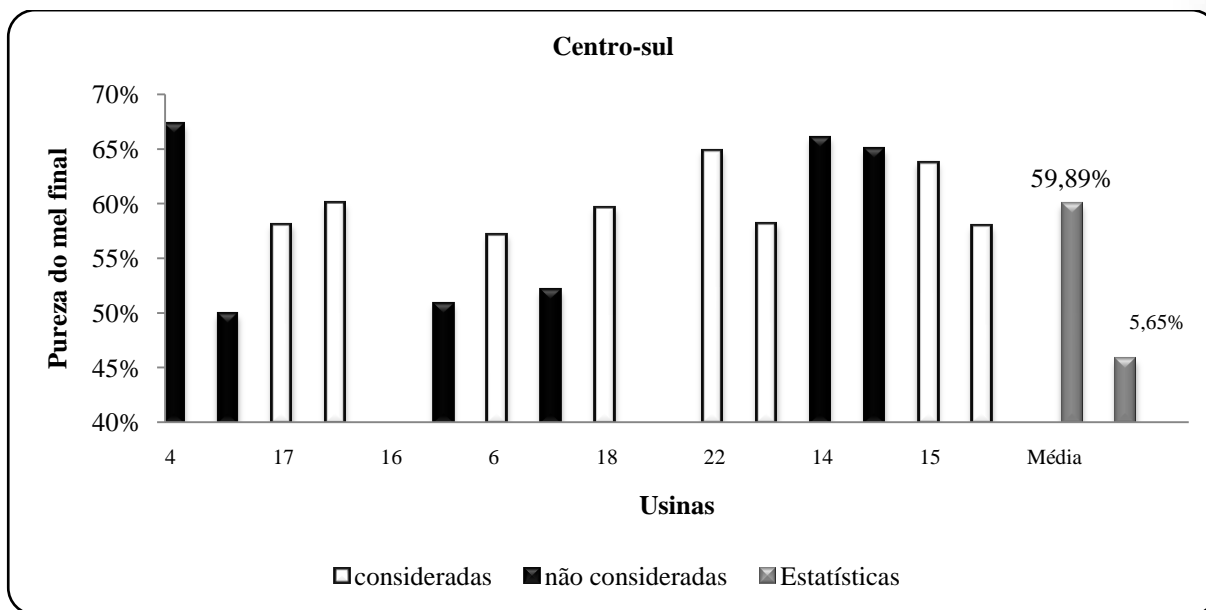
Entretanto, para as configurações típicas das indústrias atuais brasileiras, o mel final, passa apenas a ser um indicador de tecnologia empregada e vocação de produção da indústria,



uma vez que pode ser praticamente todo recuperado na produção de álcool. Para fiz desse trabalho, esse indicador era relevante para a definição dos mix de utilização do ART da cana.

A última medida pesquisada foi a pureza do mel final do processo de fabricação de açúcar, que para a indústria trata-se de uma importante medida de eficiência da recuperação de açúcar. Tradicionalmente esse fator, era caracterizado como perda ou uma sub-perda, uma vez que os açúcares contidos no mel final não podiam mais ser recuperados na forma de açúcar cristalizado. Dessa forma dava origem a um subproduto, o melaço de cana, geralmente com menor valor comercial e com mercado consumidor mais restrito. Entretanto, para as configurações das indústrias atuais brasileiras, o mel final, passa a ser um indicador de tecnologia empregada e vocação de produção da indústria, uma vez que pode ser recuperado na produção do álcool. Neste trabalho, esse indicador é importante para a definição dos mix de utilização do ART da cana.

Os resultados médios calculados a partir das 4 observações na região Nordeste indicam a tradição açucareira da região devido a dois fatos: primeiro o nível de cuidado na medição dessa pureza em todas as unidades visitadas, e a pureza do mel final, de 43,86%. Este número indica o emprego de tecnologias de produção de açúcar em cozimento de três massas, em que se procura a recuperação máxima de sacarose através do esgotamento dos açúcares do mel final. Como ilustrado na Figura 44, a indústria sucroalcooleira da região Centro-Sul trabalha com níveis de recuperação de açúcar bem menores, sendo a média de pureza do mel final da região quase 40% maior que da região Nordeste. Portanto, há o maior aproveitamento dos açúcares não recuperados na fabricação de açúcar (mel) na fabricação do álcool.



**Figura 44 – Pureza do mel final nas usinas das diferentes regiões**

Fonte: dados do trabalho

Um resumo das perdas e eficiências coletada no trabalho, é apresentado na Tabela 17. Trata-se de importantes parâmetros para a definição de metodologia de cálculo de custos industriais. Na mesma tabela os dados da amostra para a região Centro-Sul podem ser comparados com as informações de perdas das usinas associadas ao CTC para a mesma safra 2007/2008. Estas informações foram declaradas por um número entre 50 e 80 usinas, uma vez que para cada perda há uma variação de número de amostras. Um fato interessante dos

números do CTC é que um quarto das declarações de perdas de lavagem cana não entra na média da amostra, uma vez que são usinas que utilizam sistema de limpeza a seco.

Na Tabela 17 percebe-se a semelhança entre números da pesquisa com os números médios do CTC, exceto pelas perdas de bagaço.

**Tabela 17 – Resumo de perdas e eficiência industrial regional da pesquisa**

Descrição	Nordeste	Centro-Sul	Dados médios CTC
<b>PERDAS</b>	11,17%	8,64%	8,26%
<i>Lavagem</i>	<i>ND</i>	0,62%	0,59%
<i>Bagaço</i>	5,83%	4,32%	3,98%
<i>Torta</i>	0,46%	0,43%	0,48%
<i>Indeterminada</i>	4,88%	3,27%	3,21%
<b>EFICIÊNCIA</b>			
<i>Fermentação</i>	87,88%	89,78%	89,80%
<i>Destilação</i>	99,15%	99,50%	99,77%
<b>PUREZA DO MEL FINAL</b>	43,81%	59,89%	58,76%

Fonte: dados do trabalho

### 5.2.5 FATORES DE FORMAÇÃO DOS CUSTOS

A análise dos dados de custos de todas as unidades industriais visitadas é apresentada nesse tópico cujo objetivo é detalhar os critérios utilizados para a determinação dos 4 grupos de custos industriais regionais levantados na amostra (mão-de-obra, insumos, manutenção e administração) para a determinação dos custos operacionais efetivos. Além disso, apresentam-se os valores estimados para a determinação dos custos de depreciação e custo de oportunidade do capital investido.

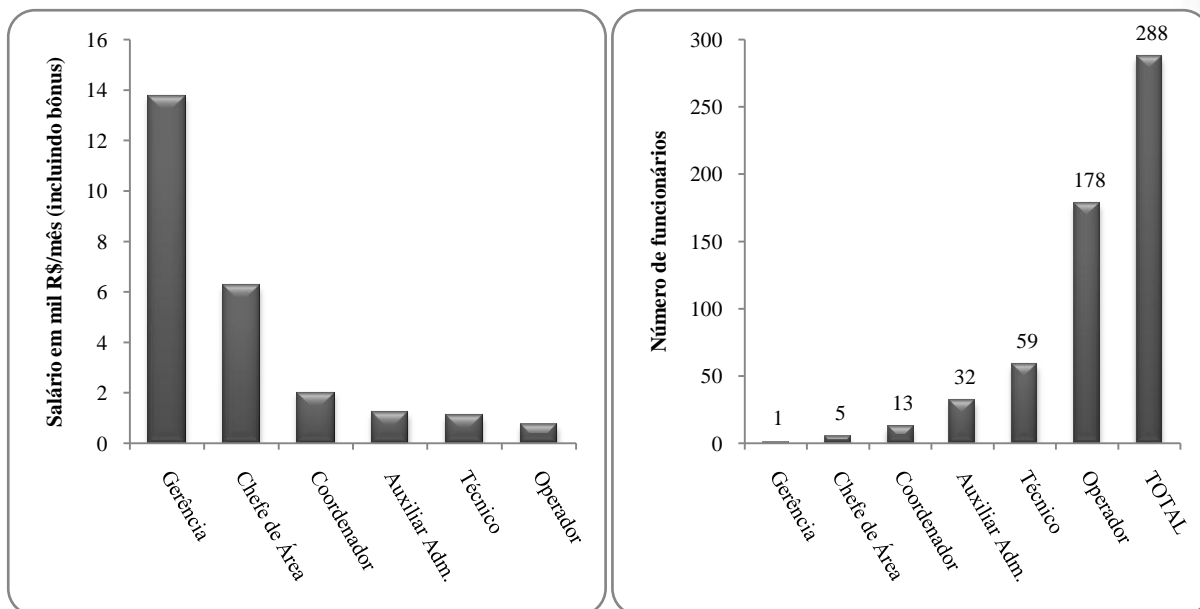
#### Mão de Obra

O levantamento dos dados relativos aos custos de mão-de-obra foi um dos pontos mais sensíveis da pesquisa. Das 20 usinas que declaram informações sobre número de funcionários, como indicado na Figura 33, apenas 14 chegaram a destacar informações sobre os pagamentos de funcionários do departamento industrial das usinas. Dessas, apenas 8 detalharam informações sobre políticas de cargos e salários.

Dessa forma, a determinação de coeficientes técnicos sobre a quantidade de mão-de-obra e seus respectivos custos médios detalhados por região, processos ou cargos, foi dificultada em função da amplitude da amostra. A Figura 45 apresenta um resumo dos dados



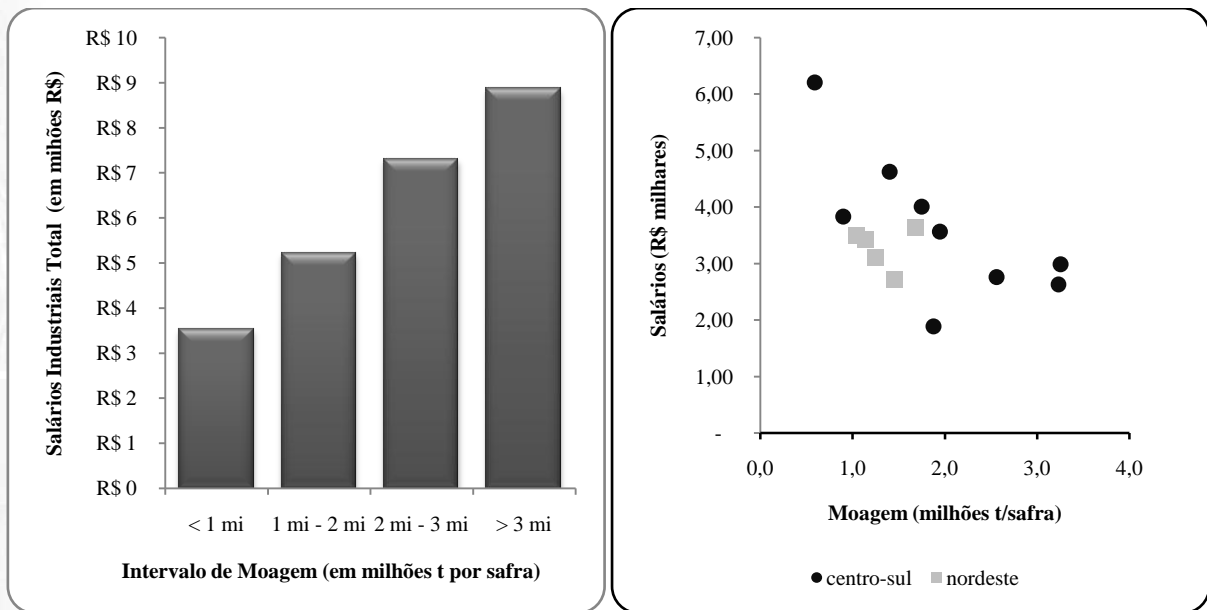
de média salarial por níveis de ocupação dentro das usinas, os quais apresentam uma variação grande não podendo ser utilizados para diferenciações regionais. Os salários médios dos cargos mais altos estão entre 5 e 14 mil reais, enquanto que os níveis salariais das funções operacionais têm médias entre 600 reais e 900 reais.



**Figura 45 – Médias salariais e número médio de funcionários por cargo nas usinas**

Fonte: dados do trabalho

Verificou-se ainda, uma relação positiva entre moagem total da usina e o gasto com salários industriais (Figura 46). Percebe-se que os gastos relativos de mão-de-obra (R\$/t), diminuem à medida que a capacidade de moagem das usinas aumenta. Nota-se também, que usinas com mesmos níveis de moagem, possuem custos relativos de mão-de-obra mais elevados na região Centro-Sul, do que no Nordeste.



**Figura 46 – Relação entre gastos com salários e moagem**

Fonte: dados do trabalho

Em relação às diferenças regionais, as usinas nordestinas visitadas empregam, em média, 284 funcionários para moagem média de 1,2 milhões de toneladas e os do centro-sul, 298 funcionários para moagem de 1,9 milhões. Já os custos médios anuais de salários, bônus e encargos trabalhistas por funcionário estão na faixa de R\$ 13.700 na região nordeste e R\$ 24.600, no centro-sul.

O uso de uma análise econométrica (método de mínimos quadrados ordinários) com uso de variáveis *dummies* regionais dos custos de mão-de-obra agregados fornecidas por 14 usinas, permitiu boas estimativas. O custo de mão-de-obra pode ser explicado pela escala de moagem, número de funcionários e região (Centro-Sul ou Nordeste) da usina com alto nível de significância. Todas as variáveis explicativas foram significativas considerando o intervalo de confiança de 95% e a estimativa de regressão pode explicar 60% da variação entre a observação estimada e a informação real (equação 24).

$$MO = 0,633 \times F + 1,122 \times CS - 0,909 \times M + 2,480 \quad (24)$$

Onde:  $MO$  = custo total de mão-de-obra (R\$/t);

$CS$  = variável indicativa da região da usina. Assume valor 0 para usinas localizadas no nordeste e 1 para usinas da região centro-sul

$M$  = moagem da usina na safra (em milhões de toneladas de cana)

$F$  = número (em centenas) de funcionários no departamento industrial da usina

Como pode ser observado, os custos de mão-de-obra cresceram com o aumento do número de funcionários, como ilustra o coeficiente positivo da variável número de funcionários (F) da equação. Verifica-se também uma relação positiva entre o custo de mão de obra e a variável indicativa da região centro-sul, ou seja, as usinas da região Centro-Sul possuem custos proporcionais de mão-de-obra mais altos. Uma explicação para isso pode ser dada pelos salários médios mais altos da região, já que o número de funcionários nas duas regiões é muito semelhante. Por fim, nota-se o fator de economia de escala da mão-de-obra em função do aumento da capacidade de moagem. Este parâmetro é medido pelo coeficiente negativo da variável de moagem (M). O significado desse coeficiente é que o custo relativo de mão-de-obra cai R\$ 0,91/t para cada acréscimo de um milhão de toneladas de moagem para o número constante de funcionários.

## Insumos

Das usinas visitadas, 14 forneceram informações detalhadas sobre o consumo e os custos de insumos, sendo 9 da região Centro-Sul e 5 da região Nordeste. Além disso, em outras 2 usinas, foi possível coletar informações sobre a quantidade de insumos consumida, porém sem informações de custos. Em outra usina, foram obtidos custos totais dos insumos, sem o detalhamento por processo.

O grupo de insumos químicos foi o que pode contar com maior número de informações. As informações sobre o consumo do grupo de eletrodos, combustíveis e lubrificantes, eletricidade foi relativamente menor e variou entre 8 e 12 observações.

A maior dificuldade de coleta de dados sobre consumo de insumos recaiu sobre informações de sacaria para embalagem de açúcar. Apenas 5 unidades informaram detalhadamente seus custos e em 2, o consumo de sacos em unidades. Dessa forma, a partir das informações da pesquisa obtiveram-se os preços médios pagos pelo saco de açúcar (foi definido que 30% da produção de açúcar são ensacadas)<sup>8</sup>, valor bastante próximo das 2

---

<sup>8</sup> MARJOTTA-MAISTRO, M. Pesquisadora do grupo responsável pelo desenvolvimento do índice de açúcar e álcool do CEPEA – Centro de Estudos em Economia Aplicada/ESALQ. Comunicação pessoal de que uma boa premissa é considerar alocação de 70% do açúcar produzido no país destinado ao mercado externo e comercializado na forma à granel, enquanto os 30% destinados ao mercado interno são comercializados ensacados.

observações registradas. A Tabela 18 apresenta a participação percentual de cada grupo de insumo.

**Tabela 18 – Participação dos grupos de insumos nos custos, por região**

<b>Grupo de insumo</b>	<b>Centro-Sul</b>	<b>Nordeste</b>
Químico	58,6%	50,2%
Eletrodos	2,4%	3,3%
Combustíveis e Lubrificantes	7,9%	8,9%
Eletricidade	10,1%	12,8%
Sacaria	21,1%	24,8%

Fonte: dados do trabalho

A Tabela 19 apresenta a lista de insumos de custos mais representativos na participação total do orçamento industriais das usinas. São apresentados apenas os insumos cuja frequência de ocorrência foi superior a 5 usinas. Para cada produto é apresentado os valores mínimos médios e máximos de consumo específico e preços.

---

PAIVA, R.P.P. Associado à Cooperativa Regional de Produtores de Açúcar e Álcool de Alagoas – CRPAAA informou que nas safras 2007/2008 e 2008/2009 a proporção comercializada de açúcar ensacado dessa cooperativa foi de 25% e 28% respectivamente.

**Tabela 19 – Lista de principais insumos utilizados por processo industrial**

Processo	Insumo	Consumo específico				Preço (R\$/kg)		
		uni.	mín	méd	máx	mín	méd	máx
Destilação	Corretivo pH	g/m <sup>3</sup>	2	8	16	4,01	4,99	6,30
Destilação	Ciclo-Hexano	g/m <sup>3</sup>	391	1.269	1.955	3,11	4,18	5,45
Destilação	Soda cáustica	g/m <sup>3*</sup>	83	446	1.642	0,60	1,60	2,50
Extração	Quaternário de amônia	g/t	0,3	5,6	16,0	2,04	5,91	12,80
Fábrica de Açúcar	Lubrif. de massa	g/sc	0,2	0,5	1,1	2,37	3,21	5,32
Fábrica de Açúcar	Enxofre	g/sc	62	160	224	0,86	1,34	2,04
Fábrica de Açúcar	Ácido fosfórico	g/sc	18	89	262	1,15	2,32	3,45
Fermentação	Bactericida	g/m <sup>3</sup>	7	105	303	3,70	9,51	17,13
Fermentação	Leveduras	g/m <sup>3</sup>	4	58	190	1,70	22,23	47,39
Fermentação	Nutriente	g/m <sup>3</sup>	30	362	1.241	0,55	2,13	3,85
Fermentação	Antibiótico	g/m <sup>3</sup>	3	11	47	104,14	179,84	324,00
Fermentação	Dispersante	g/m <sup>3</sup>	32	195	446	8,66	10,65	13,76
Fermentação	Ácido Sulfúrico	g/m <sup>3</sup>	4.810	7.129	11.647	0,45	0,95	1,55
Fermentação	Anti-espumante	g/m <sup>3</sup>	8	323	548	4,35	5,86	10,25
Trat. de água	Sal	g/t	1	20	48	0,16	0,22	0,33
Trat. de água	Sulfato de Alumínio	g/t	0,8	5,3	9,4	0,48	0,91	1,14
Trat. de água	Policloreto Alumínio	g/t	0,4	16,0	53,8	1,06	2,12	3,75
Trat. de água	Soda cáustica	g/t	1	47	246	0,60	1,59	2,50
Trat. de caldeira	Sequestrante O <sub>2</sub>	g/t	0,2	0,7	1,4	12,95	15,55	17,42
Trat. de caldeira	Dispersante	g/t	1,0	1,7	2,5	7,44	9,17	14,39
Trat. de caldeira	Sulfito	g/t	0,1	1,3	3,3	3,90	7,80	14,52
Trat. de caldeira	Fosfato	g/t	0,0	1,3	3,0	6,19	9,15	11,49
Trat. de caldeira	Soda cáustica	g/t	0,2	7,4	28,9	0,60	1,83	2,50
Trat. de caldeira	Neutraliz. vapor	g/t	0,2	3,4	8,5	1,50	4,92	9,27
Trat. de caldo	Soda cáustica	g/t	3	49	121	0,60	1,48	2,30
Trat. de caldo	Polímero	g/t	1	5	12	5,30	10,71	25,33
Trat. de caldo	Floculante	g/t	2	7	35	4,10	12,09	24,34
Trat. de caldo	Cal	g/t	263	853	1.403	0,18	0,23	0,28
Todos	Combustíveis	ml/t	7	94	165	1,62	1,76	2,00
Todos	Lubrificantes	g/t	14	29	40	2,15	4,67	10,48
Todos	Eletricidade	R\$/t	0,1	0,3	0,6	166,48	199,86	330,00
Extração (Eletrodo)	s/ especificação	g/t	1,9	5,1	8,0	7,54	9,64	10,88
Extração (Eletrodo)	Lateral e base	g/t	0,7	0,9	1,1	9,21	12,46	18,00
Extração (Eletrodo)	Picotes	g/t	0,3	0,5	0,7	12,00	20,87	49,10
Extração (Eletrodo)	Facas e desfibreadores	g/t	0,6	1,6	2,8	12,00	21,21	66,33
Extração (Eletrodo)	Chapisco	g/t	0,9	2,4	4,2	7,48	10,92	20,00
Fábrica de Açúcar	Sacos	un/sc	-	0,30	1,00	0,78	6,07	16,31

Nota: Todos consumos em m<sup>3</sup> se referem ao volume de álcool anidro equivalente, ou seja, o álcool hidratado produzido foi transformado para seu equivalente em volume de álcool anidro para ser somado ao segundo e assim determinar a produção de álcool anidro equivalente da usina. A unidade t significa toneladas de cana moída e a unidade sc sacos de açúcar.

\*Insumo utilizada para produção apenas de álcool anidro

Fonte: dados do trabalho

Devido à grande diversidade de insumos (mais de 120), e a grande variabilidade de consumo, houve a dificuldade na determinação dos coeficientes técnicos de consumo de

insumos. Entretanto, a partir da agregação de custos de insumos por processos de produção de açúcar e álcool, foi possível determinar os coeficientes técnicos de cada processo. Além disso, verificou-se a diferenciação de custos regionais dos insumos, como apresentado na Tabela 20.

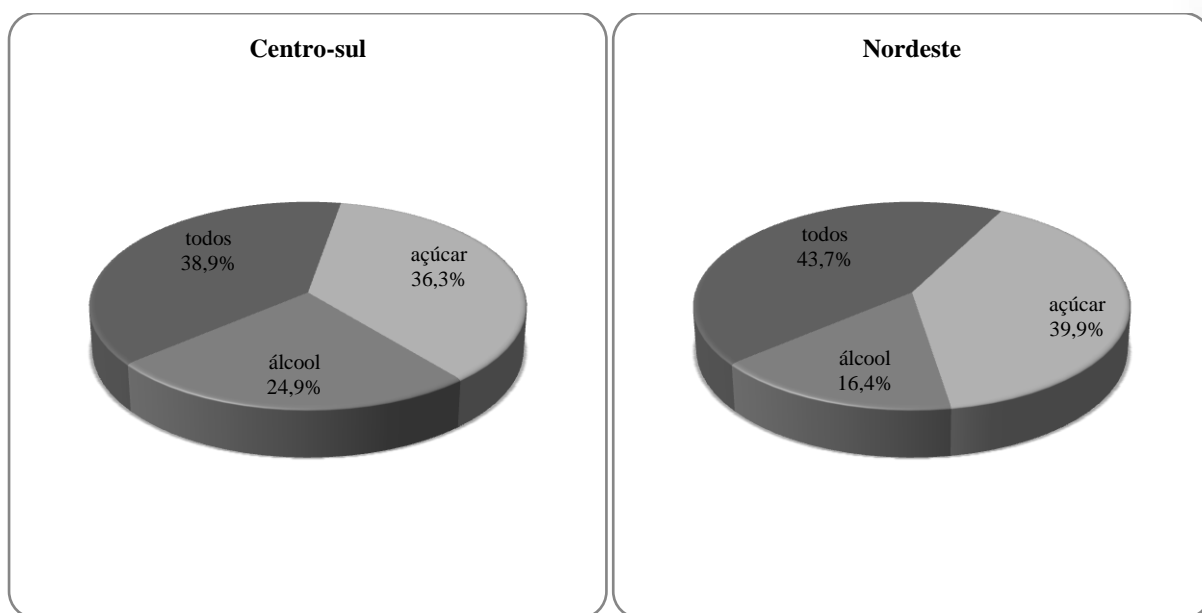
Destaca-se a importante participação dos custos dos insumos químicos nos processos de fermentação, fábrica de açúcar e tratamento do caldo. Também chamam a atenção algumas particularidades regionais. A cultura açucareira das usinas nordestinas reflete em custos mais altos nas etapas de tratamento de caldo, fabricação de açúcar e sacaria. Observa-se que os gastos com combustíveis, eletrodos e eletricidade também são maiores nas usinas nordestinas. Já no Centro-Sul, os maiores gastos nas etapas de fermentação extração e tratamento de água acabam refletindo na redução dos custos nos processos subseqüentes, como tratamento de caldo para o primeiro, e tratamento de caldeira e destilação para o segundo.

**Tabela 20 – Custo de consumo de insumos por grupo, processo industrial e região (em R\$/t)**

Grupo de custo	Processo	Produto	Custo Centro-Sul	Custo Nordeste
Químico	Destilação	álcool	0,087	0,086
Químico	Extração	todos	0,036	0,009
Químico	Fábrica de Açúcar	açúcar	0,326	0,356
Químico	Fermentação	álcool	0,464	0,287
Químico	Tratamento de água	todos	0,092	0,019
Químico	Tratamento de caldeira e vapor	todos	0,046	0,065
Químico	Tratamento de caldo	todos	0,228	0,346
<b>Combustíveis e Lubrificantes</b>		todos	0,172	0,211
<b>Eletrodo</b>	Extração	todos	0,052	0,078
<b>Eletricidade</b>		todos	0,220	0,303
<b>Sacaria</b>		açúcar	0,460	0,580
<b>TOTAL</b>			2,183	2,356

Fonte: dados do trabalho

Em relação a divisão de custos entre os processos de produção de açúcar e álcool, necessária para a alocação de custos dos produtos, observam-se os valores destacados na Figura 47.

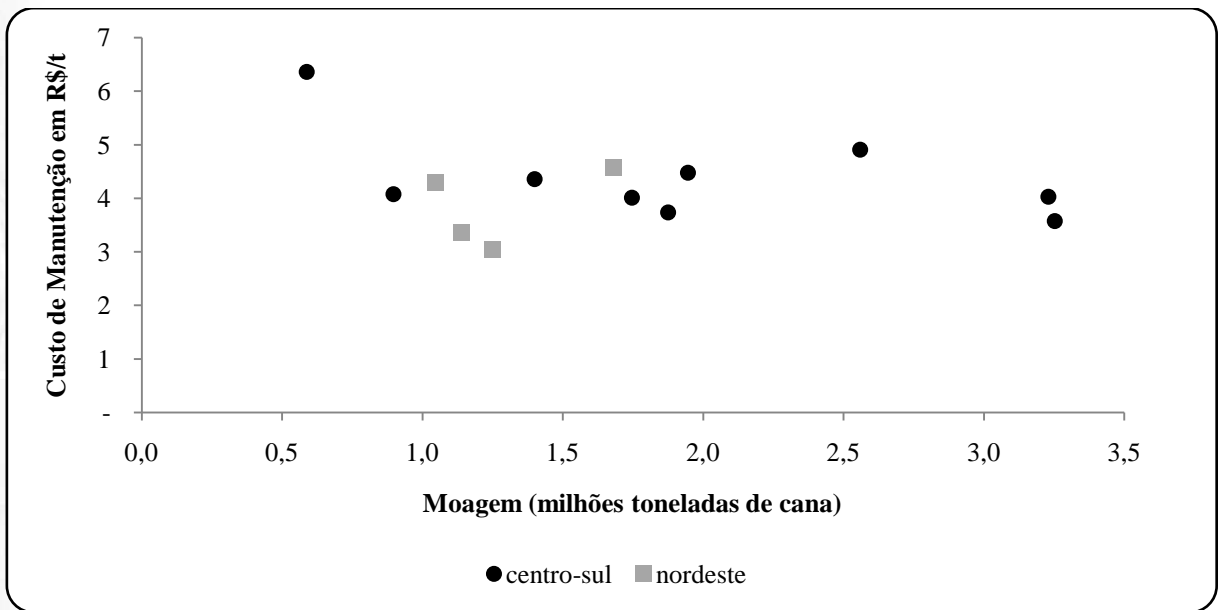


**Figura 47 – Divisão dos custos de insumos por produto e região**

Fonte: dados do trabalho

## Manutenção

Ao todo foram obtidas informações de custos de manutenção de 12 usinas, das quais, 7 detalharam os custos de manutenção por cada processo e dessa forma foi possível diferenciar os custos de manutenção na produção de açúcar e de álcool. A distribuição do total de usinas dessa amostra foi de 4, na região Nordeste, e 8, na Centro-Sul, sendo 2 delas do perímetro de expansão. Dentro das que forneceram informações detalhadas, 2 eram nordestinas e 5 do Centro-Sul, sendo duas delas localizadas no perímetro de expansão. Em função da pequena amostra, houve certa dificuldade em diferenciar os custos dos perímetros do Centro-Sul (Figura 48).

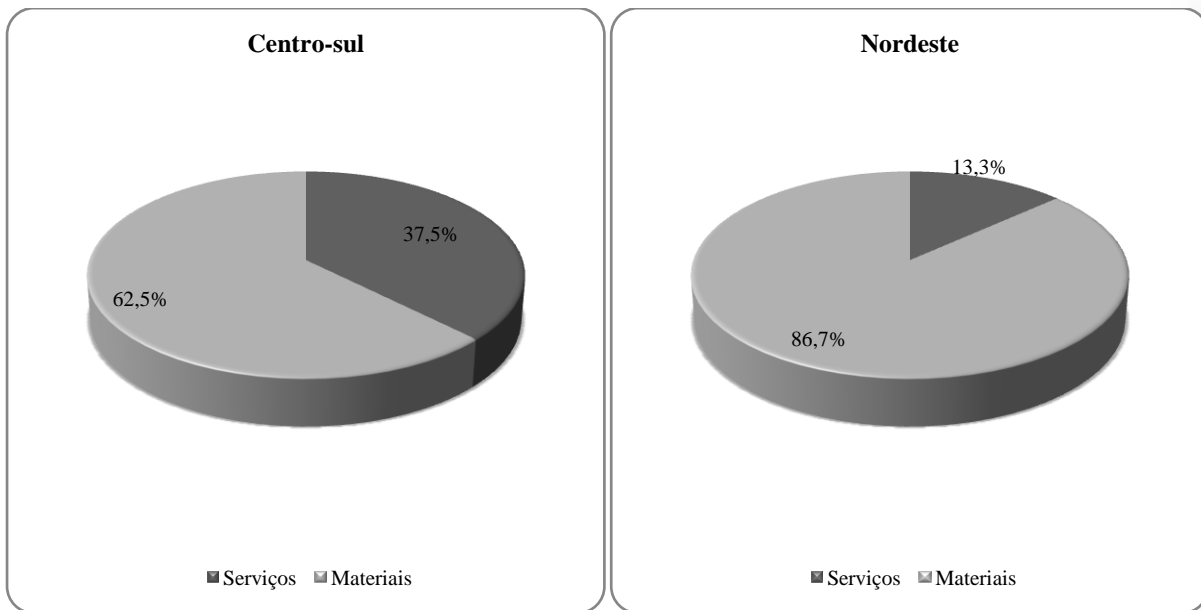


**Figura 48 – Relação dos custos de manutenção regionais em R\$/t em função da moagem**  
 Fonte: dados do trabalho

Os custos médios regionais de manutenção foram calculados em R\$ 4,14/t e R\$ 3,83/t para a região Centro-Sul e Nordeste respectivamente. Como já mencionado, esses foram os valores médios (eliminando os valores fora do intervalo entre a média mais ou menos um desvio padrão da amostra regional).

A principal justificativa para a diferença entre os custos de manutenção (em R\$/t de cana) entre as duas Regiões é de que no Nordeste, as usinas são muito mais intensivas na aquisição de materiais do que na contratação de serviço nas operações de manutenção de equipamentos. Ou seja, percebe-se que serviços de manutenção terceirizados nas usinas da região Centro-Sul são realizados por funcionários das próprias unidades industriais no Nordeste. Estes funcionários são declarados como custo de mão-de-obra e não de manutenção. É curioso observar que se trata de uma questão cultural regional. Uma usina pesquisada, pertencente a um grupo nordestino, porém localizada no Centro-Sul, apresentou mesmo padrão de divisão de custos de manutenção das usinas do Nordeste (Figura 49).





**Figura 49 – Divisão custos de manutenção por região**

Fonte: dados do trabalho

A menor escala de produção e os equipamentos mais antigos das usinas nordestinas teriam como consequência, custos de manutenção mais altos. Não é isso que ocorre quando se observa seus custos agregados. Porém, ao comparar os gastos com materiais, essa relação é confirmada. O gasto com materiais nas usinas nordestinas é quase 30% maior do que nas do Centro-Sul. Entretanto, no Nordeste, a gestão da manutenção privilegia o uso de mão-de-obra própria e tecnicamente qualificada, o que contribui para a redução do custo total de manutenção.

A Tabela 21 ilustra os resultados de participação de custos médias da amostra. Por simplificação, os custos industriais regionais totais de manutenção foram divididos proporcionalmente à utilização do ART da cana entre álcool e açúcar. Interessante observar que, a princípio, os valores médios de participação de custos de manutenção nos processos de recepção, de preparo e de extração são semelhantes a valores médios fornecidos pela Dedini Indústria de Bases. Trata-se dos custos de manutenção de alguns clientes do sistema RGD – Reposição Garantida Dedini, o qual é especializado no fornecimento de serviços de manutenção para esses três processos.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> RABALDELLI, V. V. Supervisor de administração do RGD da Dedini Indústrias de Base. **Dados de Usinas.** Mensagem recebida por <ceox@esalq.usp.br> em 20 de fev. 2009.

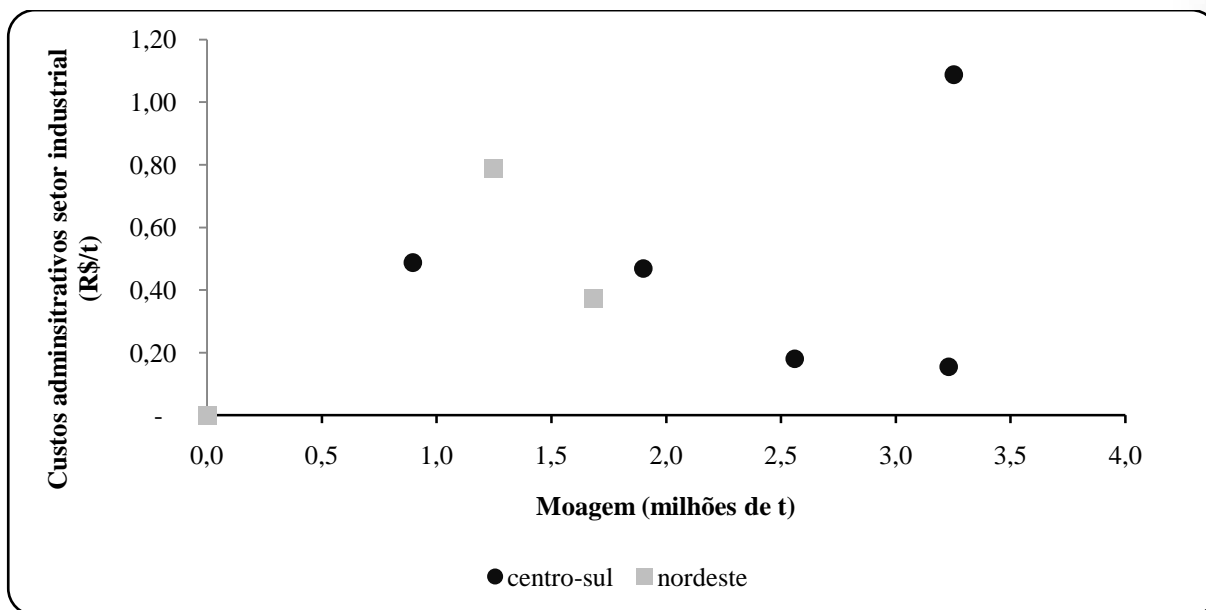
**Tabela 21 – Participação dos custos de manutenção por processo industrial**

<b>Produto</b>	<b>Processo</b>	<b>Participação no custo total</b>
Todos	Recepção da cana	
Todos	Preparo da cana	37,3%
Todos	Extração do caldo	
Todos	Tratamento de caldo	7,9%
Todos	Captação, tratamento e distribuição de água	2,8%
Todos	Geração e distribuição de vapor	11,3%
Todos	Geração e distribuição de energia	3,1%
Todos	Laboratórios	2,0%
Todos	Auxiliares (oficinas, controle industrial)	15,4%
Álcool	Fermentação	4,1%
Álcool	Destilaria	4,9%
Açúcar	Fabricação de açúcar	11,2%
<b>TOTAL</b>		<b>100%</b>

Fonte: dados do trabalho

### **Custos Administrativos**

O detalhamento dos custos administrativos industriais foi o que contou com o menor número de observações devido às diferentes formas como eles são considerados pelas unidades. Entretanto, o acesso a sete observações de custos administrativos industriais, sendo seis obtidas de orçamentos realizados detalhados da safra 2007/2008 gerou grande segurança para a estimação desses custos. O custo administrativo industrial, em reais por tonelada, é igual à média das observações apresentadas na Figura 50, desconsiderando os pontos fora do intervalo entre a média e mais ou menos um desvio padrão. Isso significa um valor de custo administrativo de R\$ 0,530/t.



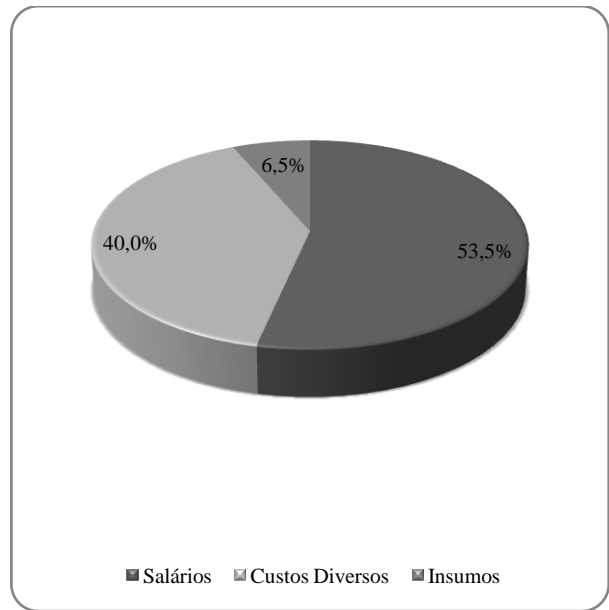
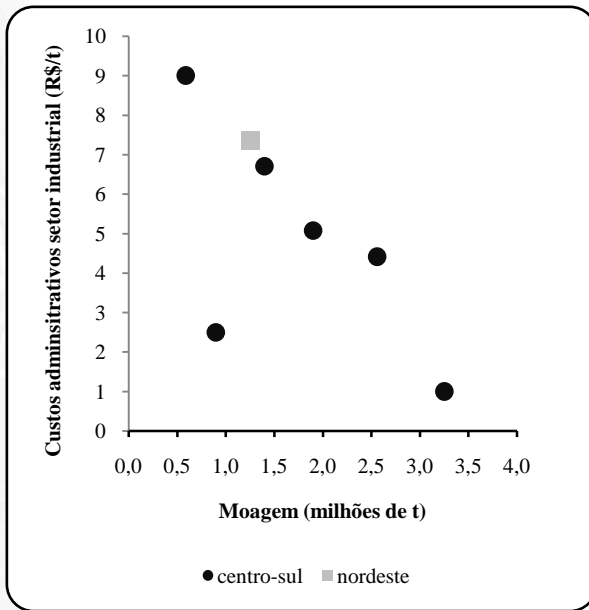
**Figura 50 – Custos administrativos industriais**

Fonte: dados do trabalho

A composição dos custos administrativos totais alocados ao processamento industrial pôde ser levantada com boa precisão devido à qualidade das informações disponibilizadas nos orçamentos realizados. Em 5 das usinas, foram coletadas informações completas sobre políticas de cargos e salários do departamento administrativo.

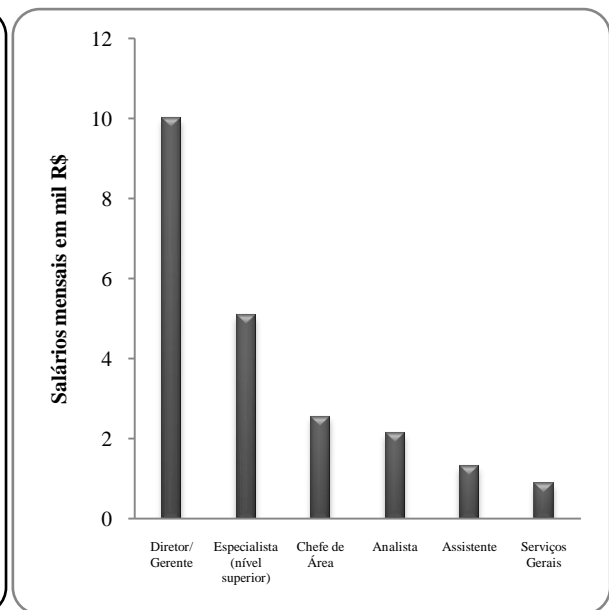
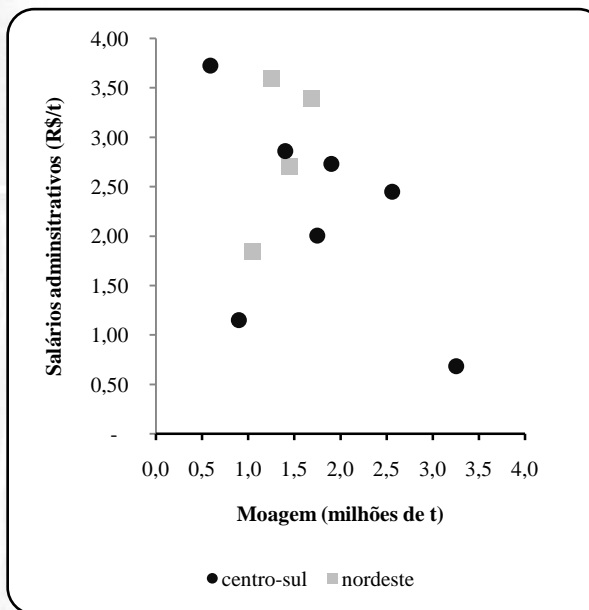
As informações de custos do departamento administrativo, ilustrado na Figura 51, demonstram a forte relação entre os custos do departamento administrativo com o aumento da escala de moagem das usinas. A mesma figura também ilustra a participação majoritária dos gastos com salários na composição dos custos totais do departamento administrativo. Por meio da análise das informações destacadas na Figura 52 não se pode verificar diferenças entre custos regionais de salários.

O custo total do departamento administrativo (Figura 50) pode ser estimado e verificou-se a existência de uma relação entre este custo e a escala de moagem. Nessa análise, desconsiderando os pontos fora do intervalo entre a média e mais ou menos um desvio padrão, a variável moagem foi significativa em intervalo de confiança de 99% e a estimativa de regressão pode explicar 95% da variação entre a observação estimada e a informação real (equação 25).



**Figura 51 – Custos departamento administrativo**

Fonte: dados do trabalho



**Figura 52 – Custos de salários departamento administrativo**

Fonte: dados do trabalho

$$AA_{total} = 10,780 - 2,846 \times M \quad (25)$$

Onde:  $AA_{total}$  = custo total do departamento administrativo (R\$/t);  
 $M$  = moagem da usina na safra (em milhões de toneladas de cana)

O coeficiente negativo da variável de moagem (M) destaca a economia de escala dos custos administrativos que caem em aproximadamente R\$ 2,85/t para cada aumento de moagem em um milhão de toneladas.

## Depreciação e Custos de Capital

Foram coletadas informações sobre investimentos industriais de 11 usinas, das quais 3 referem-se às usinas Nordesteanas e 8 à usinas da região Centro-Sul.

O interesse maior da coleta dessas informações foi o de verificar o grau de reposição da depreciação dos equipamentos industriais. Para usinas tradicionais, cuja capacidade de produção já está estabilizada, os investimentos podem ser uma boa aproximação para a reposição de máquinas, equipamentos e instalações depreciadas. Entretanto, devido ao momento de forte expansão pelo qual passava o setor sucroalcooleiro na safra 2007-2008, em algumas unidades, havia investimentos na expansão industrial. Isto dificultou a adoção da premissa dos investimentos em relação à depreciação de equipamentos.

Na região Centro-Sul notaram-se grandes investimentos em expansão em 3 usinas e investimentos em reposição de maquinário depreciado em 5 usinas. Já na região Nordeste, não se verificou nenhum investimento em expansão para a safra 2007/2008, entretanto, observaram-se investimentos principalmente em expansão de destilarias na safra 2008/2009.

A Tabela 22 apresenta os números de custos de investimentos (R\$/t de cana) nas unidades industriais, para as situações de investimentos na região Nordeste e Centro-Sul na safra 2007/2008. Os investimentos na tabela estão apresentados como, investimentos totais médios, investimentos para reposição de depreciação e de expansão industrial.

**Tabela 22 – Custos de investimentos em R\$/t de cana moída na safra 2007/2008**

Descrição	Nordeste	Centro-sul
Média	1,05	6,05
Reposição de depreciação		2,03
Expansão industrial		12,74

Fonte: dados do trabalho

Dada a dificuldade de estimação dos custos de depreciação via informação direta com questionários com as usinas, adotou-se no projeto a delimitação a consideração teórica para esse custo detalhada no tópico 4.2.2. A vida útil considerada para o projeto foi de 25 anos e o

valor residual de 20% do valor inicial de investimento. Estas estimativas basearam-se nas informações coletadas com empresas que negociam equipamentos industriais usados e estimativas de consultores de mercado.

Como valor de custo de investimento inicial, considerou-se: R\$ 100/t para investimentos na produção de álcool e R\$ 120/t para investimentos na produção de açúcar. Esses custos foram considerados independentes dos fatores de escala de produção e são justificados pelas diversas informações pesquisadas e coletadas nesse trabalho que são apresentadas na Tabela 23.

**Tabela 23 – Custo médio dos investimentos industriais em 2007 (em R\$/t de cana)**

Fonte	Custo médio do investimento
BNDES - Milanez et al (2008)	93,6
Consultores industriais - Painel de aferição de resultados	115,0
Orçamento da Dedini Indústrias de Base do ano de 2007 <sup>10</sup>	150,0
Valor mais citado nas usinas entrevistadas	100,0
Projetos disponibilizados ao PECEGE	105,0
Média	112,72

Fonte: dados do trabalho

Os números médios apresentados por Milanez et al (2008) relativos aos investimentos médios dos projetos financiados pelo BNDES foram considerados os mais confiáveis para estimativas de custos, uma vez que consideram a média de investimentos de 16 projetos que tiveram início de operação industrial na safra 2007/2008. Esse trabalho do BNDES destaca que o valor R\$ 93,6/t se refere ao valor médio em uma amostra de alta variabilidade de custos de investimentos cujo mix médio de produção é de 80% de álcool e as escalas de produção das unidades industriais são maiores que as tradicionais do setor. Além disso, o trabalho destaca que do total de 78 projetos de investimentos analisados pelo BNDES (para entrada em operação entre 2002 e 2010) a média de custos dos projetos sem co-geração foi de R\$ 99/t. Dessa forma, adotou-se por premissa considerar o valor de R\$ 100/t como uma boa referência a média de investimentos em unidades para a produção de álcool uma vez que as escalas de

<sup>10</sup> ALMEIDA, A.C.A. Analista de Desenvolvimento de Novos Negócios - Açúcar e Etanol da Dedini Indústrias De Base. **RES: Preços**. Mensagem recebida por <ceox@esalq.usp.br> em 2 de mar. 2009.

produção são menores que os do considerados pelo BNDES. O valor para investimentos em produção de açúcar foram, por premissa, adotados como 120% desse valor.

## 5.3 CUSTOS DE PRODUÇÃO

### 5.3.1 CANA-DE-AÇÚCAR

As premissas básicas adotadas para os cálculos dos custos de produção são apresentadas na Tabela 24 e Tabela 25. Nelas são expostos indicadores de área, produtividade, produção, percentuais de colheita, raios médios, preços de arrendamentos e preços e quantidades de ATR para cada uma das três regiões analisadas.

Para uma moagem de 2 e 1,1 milhões de toneladas de cana por safra, nas regiões Centro-Sul e Nordeste, respectivamente, e considerando as participações relativas de matéria prima própria e de fornecedores<sup>11</sup>, obtêm-se o total de cana-de-açúcar produzida pela usina típica e pelos produtores autônomos. Neste aspecto, o setor agrícola da usina dimensionada para a região Tradicional produziria 1,28 milhões de toneladas de cana por safra (64%), enquanto que as 720 mil toneladas restantes (36%) seriam entregues por fornecedores. A mesma lógica se aplica às demais regiões. Na zona de Expansão, a usina típica é responsável pela produção de 73% da cana moída (1,46 milhões de toneladas), enquanto que os fornecedores entregam os outros 27% (540 mil t cana). Já no Nordeste, 770 mil toneladas são produzidas na usina típica (70%) e 330 mil t cana são entregues pelos fornecedores (30%).

Baseado nas produtividades médias<sup>12</sup> obteve-se as áreas de lavoura de cana necessárias. No caso específico dos fornecedores, o tamanho das propriedades típicas foi considerado conforme resultados dos painéis.

Em relação às divisões das áreas próprias e arrendadas, salienta-se que as usinas da região Centro-Sul caracterizam-se por uma maior quantidade de arrendamentos em detrimento de terras próprias, enquanto que no Nordeste há predominância de áreas da própria unidade agroindustrial. Este tipo de distinção (terras próprias x arrendamentos) foi considerado para efeito de quantificação das despesas com arrendamentos (componente do

---

<sup>11</sup> Para o Centro-Sul, dados fornecidos pelo CTC. Para o Nordeste, dados da amostra de usinas visitadas.

<sup>12</sup> Para as produtividades dos fornecedores utilizou-se as médias aferidas nos painéis. Para as usinas, adotou-se valores fornecidos pelo CTC (Centro-Sul) e dados coletados nas entrevistas as usinas (Nordeste).

COE) e dos custos de oportunidade da terra própria (componente do CT), já que ambos possuem interpretações diferentes na análise de custos de produção.

São apresentados ainda os raios médios e os preços de arrendamentos aferidos no estudo<sup>13</sup>. Nota-se que no Centro-Sul a distância média dos canaviais de fornecedores até as usinas é maior em relação às lavouras das próprias unidades industriais. Já no Nordeste verifica-se inversão dessa tendência, sendo o raio médio dos fornecedores menor do que o das usinas entrevistadas.

**Tabela 24 – Premissas básicas para o cálculo dos custos de produção: Nordeste, Tradicional e Expansão – fornecedores e usinas**

Descrição	Tradicional fornec	Tradicional usina	Expansão fornec	Expansão usina	Nordeste fornec	Nordeste usina
Moagem (t)	-	2.000.000	-	2.000.000	-	1.100.000
Participação %	36%	64%	27%	73%	30%	70%
Produção (t)	11.147	1.280.000	19.320	1.460.000	8.520	770.000
Prod. (t/ha)	83,6	84,7	84,0	81,3	56,8	71,1
Cortes	5	6	5	6	5	6
Área (ha)	160	17.638	276	20.943	180	12.628
Área própria (ha)	104	7.284	156	9.089	136	6.705
Área arrend. (ha)	56	10.353	120	11.854	44	5.923
% colheita mec.	45%	45%	35%	35%	0%	0%
Raio médio (km)	28	25	21	20	23	26
Arrend. (t/ha)	15,2	15,2	11,8	11,8	7,2	7,2

Fonte: dados do trabalho

Considerados tanto para critério de pagamento de cana como de arrendamentos, os preços e quantidades do quilograma do ATR foram obtidos junto a fornecedores (painéis), usinas (entrevistas), e fontes secundárias. Ressalta-se para as distinções entre os dois tipos de pagamento:

- Para o pagamento da cana dos fornecedores, deve-se considerar a quantidade média de ATR obtida na respectiva cana-de-açúcar (ATR médio) e o preço do quilograma do ATR vigente no mercado, comumente calculado pelo CONSECAN regional (Preço ATR);

<sup>13</sup> Dados aferidos nas entrevistas (painéis e usinas), FNP e IEA.



- Já para os arrendamentos, há uma fixação da quantidade de ATR por tonelada de cana segundo um padrão de mercado (ATR padrão), podendo haver variações de região para região.

A Tabela 25 apresenta os parâmetros de ATR considerados.

**Tabela 25 – Quantidade de ATR por tonelada de cana (kg ATR/t cana) e preços do ATR (R\$/kg ATR)**

Região	ATR médio (kg/t cana)	ATR padrão (kg/t cana)	Preço ATR (R\$/kg)
Tradicional	142,77*	121,97**	0,2443**
Expansão	144,93*	121,97**	0,2443**
Nordeste	137,50***	116,55****	0,2722****

Fonte: dados do trabalho<sup>\*\*\*</sup>, CTC<sup>\*</sup>, UDOP<sup>\*\*</sup>, ACFP<sup>\*\*\*\*</sup>, SINDAÇUCAR-AL<sup>\*\*\*\*</sup>

A seguir são apresentadas tabelas contendo os preços e as quantidades de insumos, máquinas, mão-de-obra e despesas administrativas aferidos nas entrevistas realizadas às usinas e produtores, os quais serão utilizados para o cálculo dos custos de produção efetivos (COE's) da cana-de-açúcar (Tabela 26). Vale ressaltar que os valores a seguir são médias baseadas nas observações válidas, ou seja, aquelas que estavam entre o intervalo de mais ou menos um (1) desvio padrão da média, conforme critério estatístico proposto no item 4.

**Tabela 26 – Preços e quantidades dos itens “Mecanização”, “Mão-de-obra”, “Insumos” e “Administrativos” do custo de produção – agregação das informações obtidas em entrevistas a usinas e painéis**

Descrição	Tradicional		Expansão		Nordeste	
	Preço	Qtde.	Preço	Qtde.	Preço	Qtde.
<b>MECANIZAÇÃO</b>						
<i>Prç hr máq. pesada (R\$/h)</i>	90 a 110		90 a 120		60 a 100	
<i>Prç hr máq. média (R\$/h)</i>	70 a 90		70 a 90		50 a 60	
<i>Prç hr máq. leve (R\$/h)</i>	45 a 70		45 a 70		40 a 50	
<i>Irrigação (R\$/ha)</i>	-		185		150	
<i>Carreg., reboq. eng. (R\$/t)</i>	2,2 a 2,5		2,4 a 2,6		2,3 a 4,35	
<i>Corte mec. e transb. (R\$/t)</i>	10,5 a 12,5		8,5 a 11,5		-	
<i>Transp. cana inteira (R\$/t)</i>	4,5 a 5,5		5,2 a 6,0		5,2 a 7,5	
<i>Transp. cana crua (R\$/t)</i>	5 a 5,9		5,6 a 6,0		-	
<b>MÃO-DE-OBRA</b>						
<i>Diária (R\$/dia)</i>	35 a 37,4		42,5		23,5 a 25,5	
<i>Aceiro (R\$/t ou R\$/dia)</i>	0,1		-		23,5 a 25,5	
<i>Queima (R\$/t ou R\$/dia)</i>	0,15		-		23,5 a 25,5	
<i>Embolação (R\$/t)</i>	-		-		3 a 9,4	
<i>Catação bituca (R\$/t)</i>	0,5		-		0,32	
<i>Corte manual (R\$/t)</i>	8,0 a 8,3		8,3 a 9,2		7,2 a 9,4	

Descrição	Tradicional		Expansão		Nordeste	
	Preço	Qtde. dose/ha	Preço	Qtde. dose/ha	Preço	Qtde. dose/ha
<b>INSUMOS</b>						
<i>Fert. plan. – 05.25.25 (R\$/t)</i>	781 a 804	0,55	900 a 1.130	0,55	-	-
<i>Fert. plan. – 08.20.20 (R\$/t)</i>	-	-	-	-	1.300	0,5
<i>Fert. plan. – 12.10.18 (R\$/t)</i>	-	-	-	-	1.280	0,5
<i>Fert. soca – 14.00.18 (R\$/t)</i>	-	-	794 a 843	0,5	763,5 a 800	0,5
<i>Fert. soca – 18.00.27 (R\$/t)</i>	725 a 755	0,5	-	-	-	-
<i>Herb. plan. – Diuron (R\$/L)</i>	-	-	11,6	3	14	2
<i>Herb. plan. – Combine (R\$/L)</i>	30 a 36	1,5 a 1,7	32	1,5	-	-
<i>Herb. plan. – Goal (R\$/L)</i>	-	-	-	-	32 a 36,5	2 a 2,5
<i>Herb. plan. – Gamit (R\$/L)</i>	41,2	2	29	1,5	-	-
<i>Herb. plan. – Velpar K (R\$/L)</i>	28,7 a 30	1,4 a 1,5	27,5 a 30	1,5 a 2,5	-	-
<i>Herb. plan. – Round-up (R\$/kg)</i>	10	5	10	5	14	5
<i>Herb. plan. – Provenge (R\$/L)</i>	-	-	320	0,2	-	-
<i>Herb. plan. – MSMA (R\$/L)</i>	-	-	10,1	1,5	-	-
<i>Herb. soca – Sencor (R\$/L)</i>	-	-	-	-	35,5	3
<i>Herb. soca – Combine (R\$/L)</i>	-	-	32	1,5	38	2
<i>Herb. soca – Plateau (R\$/kg)</i>	338	0,2	-	-	455,4	0,15
<i>Herb. soca – Gramoxone (R\$/L)</i>	-	-	-	-	21	0,5
<i>Herb. soca – Advance (R\$/L)</i>	-	-	-	-	30	3
<i>Herb. soca – Ametrina (R\$/L)</i>	-	-	-	-	9	3
<i>Herb. soca – Volcane (R\$/L)</i>	11,5	2	-	-	-	-
<i>Herb. soca – Velpar K (R\$/kg)</i>	30 a 32,9	2	27,5 a 30	1,5 a 2,5	-	-
<i>Herb. soca – 2,4 D (R\$/L)</i>	12	2	11,5	1	-	-
<i>Herb. soca – Herbipak (R\$/L)</i>	9,5	3	-	-	-	-
<i>Herb. soca – Gamit (R\$/L)</i>	44,5	1,5	29	1,5	-	-
<i>Calcário (R\$/t)</i>	50 a 56,8	2	54,9 a 60	2	75	2 a 3
<i>Gesso (R\$/t)</i>	40 a 64,9	1	62,6 a 71,2	1 a 1,5	-	-
<i>Mudas (R\$/t)</i>	60	12	53,4 a 60	12	53 a 62,5	12 a 13
<i>Inset. – Regent 800 WG (R\$/kg)</i>	595 a 605,4	0,25	515 a 680	0,25	650 a 651	0,25
<i>Inset. – Actara (R\$/kg)</i>	-	-	-	-	190	0,8
<i>Inset. – Evidence (R\$/kg)</i>	-	-	-	-	96,2	1,2
<i>Nemat. – Furadan (R\$/L)</i>	23 a 23,5	6	23,3 a 23,5	6	-	-
<i>Maturador – Moddus (R\$/L)</i>	70	0,4 a 0,8	70	0,8	-	-
<i>Ctrl biológ. – Cotesia (R\$/cp)</i>	2,6	8	2,6	8	0,2	4
<b>ADMINISTRATIVOS</b>						
<i>Prolabore propr. (R\$/mês)</i>	1.675		2.500		1.750	
<i>Salário func. resp. (R\$/mês)</i>	1.675		900		1.392	
<i>Salário ajudante (R\$/mês)</i>	590		357,5		-	
<i>Contador (R\$/mês)</i>	450		298,8		307,8	
<i>Contas gerais (R\$/mês)</i>	303,3		226,7		325	
<i>Folha adm. agr. usina (R\$/mês)</i>	87.191		110.442		180.000	
<i>Rateio adm. gerais (R\$/mês)</i>	359.342		359.342		320.833	

Fonte: dados do trabalho

Os chamados coeficientes técnicos de máquinas e implementos e mão-de-obra caracterizam-se pela sua variabilidade de operação para operação. Fatores como a potência da máquina utilizada, qualidade do solo, relevo ou ainda preços dos fatores de produção influenciam a quantidade utilizada por hectare. Há, ainda, diversas maneiras de se medir uma

mesma operação, visto que em algumas localidades utilizam medidas por hectares, outras por alqueire; algumas declaram em horas por hectare, outras em metros lineares por hora, etc.

Dados consistentes dos coeficientes técnicos não foram facilmente encontrados, devido à heterogeneidade das especificações declaradas pelos colaboradores deste estudo. No entanto, uma medida que foi obtida com um grau aceitável de confiança foi o custo exposto em reais por hectare (R\$/ha). Desta forma, a Tabela 27 e Tabela 28 apresentam os valores de custos das operações mecanizadas e manuais levantadas.

**Tabela 27 – Custo por hectare das operações mecanizadas (R\$/ha) – usinas e painéis**

<b>Operação</b>	<b>Tradicional</b>	<b>Expansão</b>	<b>Nordeste</b>
Dessecação para plantio	25,0	30 a 40,5	25 a 27,3
Aração		120,0	
Subsolagem	112,5 a 144	125,0	125,0
Gradagem pesada		68,1	107,7 a 120
Gradagem intermediária	70 a 99	54 a 108	
Gradagem niveladora	36 a 54	54 a 60	53,1 a 90
Calagem	30 a 35	22,5 a 30	40 a 42,5
Gessagem	30 a 35	22,5 a 30	
Sistematização do terreno	80,0	90,0	100,0
Confecção dos terraços	154 a 165	180,0	25,0
Manutenção de estradas e/ou carreadores	25 a 81	25 a 95,2	25,0
Sulcação e/ou adubação	87,5 a 126	47,6 a 132	104,8 a 146,3
Distribuição torta de filtro	20,0	47,6	56,3
Carregamento de mudas	27 a 30	22,5 a 28	
Cobrição	26,4 a 33	42 a 59,6	30,8
Adubação			27,5
Aplicação de herbicida	35,0	27 a 36	20 a 27,5
Aplicação de inseticida	35,0		
Aplicação de maturador		25,0	
Aplicação de vinhaça	42,0	42,0	42,0
Transporte de pessoal	2,0	2 a 12	102,8
Transporte de mudas	60 a 72	221,3 a 225	32,5 a 125
Transporte insumos	25 a 30	22,5	20 a 25
Transporte água	25 a 30	22,5	20 a 25
Irrigação de apoio		185,0	150,0
Cultivo/Adubação	50,0	65,0	
Quebra - lombo	50 a 70	71,5 a 75	75,0
Carpa química		32,0	
Aceiro			5,0
Carregamento, reboque e engate	181 a 210	195 a 215	130 a 309
Transporte cana inteira	384 a 462	422 a 504	366 a 426
Corte mecanizado + transbordo	889 a 1045	691 a 968	
Transporte cana crua	420 a 489	473 a 488	

Fonte: dados do trabalho

**Tabela 28 – Custo por hectare das operações manuais (R\$/ha) – usinas e painéis**

<b>Operação</b>	<b>Tradicional</b>	<b>Expansão</b>	<b>Nordeste</b>
Marcação/Topografia/Análise	3,5 a 3,7	42,5	2,3 a 25,5
Dessecação			53,9
Calagem			46,9
Roçagem			203,6
Aplicação de defensivos		63,8	35,2
Despalha e corte de mudas			122,2
Distribuição de mudas	105 a 112,2	127,5	57,3 a 93,8
Corte de muda em toletes	105 a 112,2	127,5	50,9 a 93,8
Desdobra			46,9
Cobertura de sulcos	37,4	42,5	44,5 a 46,9
Repasso	37,4 a 70	42,5	
Catação		12,8	25,5
Sulcação			351 a 381
Carpa química	35 a 56,1		11,7 a 25,5
Carpa repasse	37,4	42,5	11,7 a 38,2
Combate formiga	17,5 a 18,7	21,3	2,5 a 23,5
Manejo de irrigação/fertirrigação	17,5	95,6	76,4
Aplicação de herbicidas	37,4	12,8	25,5
Limpeza de área			46,9
Adubação	37,4		25,5 a 46,9
Soltura de Cotesia	1,1	1,3	2,6
Auditoria de colheita			38,2
Equipe de apoio			18,2
Embolação de cana			170,4
Aceiro	8,4 a 8,5		17,6
Queima	12,5 a 12,7		17,6
Catação da bituca	42,3		8,2 a 18,2
Colheita manual	670 a 702	697 a 745	411 a 666

Fonte: dados do trabalho

As despesas administrativas obtiveram o maior nível de detalhamento para os dados de fornecedores, uma vez que apresentou uma estrutura de custos substancialmente menos complexa das usinas. Nas unidades agroindustriais, o patamar mais desagregado de informações deu-se pela divisão em:

- Folha de salários dos funcionários administrativos ligados diretamente a atividade agrícola (*Folha adm. agr. usina*);
- Rateio dos custos administrativos gerais da agroindústria (*Rateio adm. gerias*), conforme critério exposto no item 4.

Devido ao baixo número de observações do item *Rateio adm. gerais*, foi considerado como equivalente o montante para as duas regiões do Centro-Sul (R\$ 359.342/mês), enquanto que para o Nordeste considerou-se um valor diferenciado (R\$ 320.833/mês), baseado nos dados aferidos à campo.

Considerou-se uma taxa de 2% a.a. para manutenções de benfeitorias, sendo tais despesas lançadas como custos administrativos. Não houveram informações sobre seguros de benfeitorias agrícolas, sendo considerado valor nulo para tal item.

No que tange aos ativos imobilizados necessários à produção de cana-de-açúcar, a Tabela 29 e Tabela 30 retratam as quantidades médias estimadas de máquinas, implementos e benfeitorias aferidos nas entrevistas. De acordo com as respostas obtidas nos questionários agrícolas, ajustou-se o montante necessário de cada item, sendo acatadas as características de área e produção de cada região.

**Tabela 29 – Inventário de máquinas e implementos – Valor unitário (R\$ base 2008 – deflacionado pelo IGP-DI do período) e quantidade necessária por região – fornecedores e usinas**

Máquina/implemento	Valor unitário (R\$)	Tradicional		Expansão		Nordeste	
		Fornec.	Usina	Fornec.	Usina	Fornec.	Usina
Ancinho enleirador	15.978	1	0	0	0	1	1
Aplicador defensivo	5.326	1	0	1	0	0	0
Arado fixo hidráulico	3.995	0	9	1	10	0	1
Arado fixo leve	1.332	1	7	0	8	0	0
Caminhão ¾	62.138	1	9	1	10	0	5
Caminhão Comboio	173.672	0	0	0	0	0	2
Caminhão Oficina	170.663	0	3	0	4	0	0
Caminhão Guincho	168.660	0	0	0	0	0	3
Caminhão Pipa	240.445	0	10	0	13	0	3
Caminhão Prancha	461.595	0	0	0	0	0	2
Caminhão VW 360 transporte cana	220.145	0	25	0	30	0	17
Carregadora de cana	62.138	0	0	0	0	0	28
Carreta aplicadora corretivo	7.545	1	10	1	15	1	28
Carreta Tanque	17.754	1	0	1	0	1	0
Carretel Hidro Roll	39.946	0	15	0	19	0	0
Carroceria	20.417	0	30	1	38	0	0
Cobridor	4.438	1	9	1	10	0	2
Colhedora	976.450	0	10	0	23	0	0
Compostador	62.138	0	1	0	1	0	0
Cultivador	13.315	1	15	1	19	1	6
Distribuidor de fertilizantes	1.598	0	10	0	15	0	4
Grade intermediária	15.978	1	9	1	11	1	9
Grade niveladora	18.641	1	9	1	10	1	4
Grade pesada	15.978	0	9	0	10	0	1
Lâmina	1.332	1	0	1	0	0	0
Motocicleta	7.545	0	10	0	12	0	12
Motoniveladora (140-185 hp)	465.887	0	2	0	2	0	1
Ônibus	213.044	0	0	0	0	0	1
Pá-carregadeira	155.344	0	5	0	6	0	2
Pá-traseira	2.663	0	5	1	6	0	0
Plantadora	390.580	0	5	0	7	0	0
Pulverizador acoplado trator	43.940	0	15	0	23	0	6
Reboque cana inteira	17.754	0	60	0	25	0	82
Reboque cana picada	20.417	0	20	0	85	0	0
Retroescavadeira (> 75 cv.)	177.536	0	1	0	1	0	1
Roçadora	1.775	1	5	1	13	0	2
Subsolador	28.406	1	9	0	10	0	5
Sulcador	8.433	1	8	0	13	1	23
Terraceador	18.641	0	3	0	2	0	0
Transbordo	57.699	0	70	0	83	0	0
Trator 4x2 (< 51 hp)	48.177	0	3	0	2	0	0
Trator 4x2 (51 - 85 hp)	60.995	0	20	1	25	0	0
Trator 4x2 (85 - 110 hp)	73.813	1	0	0	0	1	18
Trator 4x4 (51 - 85 hp)	60.995	0	10	0	13	0	0
Trator 4x4 (85 - 110 hp)	73.813	0	5	0	7	0	0
Trator 4x4 (110 - 140 hp)	86.630	1	40	1	50	0	17
Trator 4x4 (175 - 200 hp)	119.957	0	4	0	4	0	0
Trator esteira	119.957	0	0	0	0	0	1
Utilitários (pesado)	79.891	0	3	0	4	0	0
Utilitários (leve)	31.069	1	20	1	25	1	35

Fonte: dados do trabalho

**Tabela 30 – Inventário de benfeitorias – Montante imobilizado na propriedade (em reais) por região – fornecedores e usinas**

Benfeitoria	Tradicional		Expansão		Nordeste	
	Fornec.	Usina	Fornec.	Usina	Fornec.	Usina
Casa (R\$)	74.000	100.000	45.000	100.000	45.000	400.000
Galpão máquinas (R\$)	40.000	320.000	35.000	320.000	25.000	
Poço artesiano (R\$)	15.000		10.000			
Caixa d'água (R\$)	10.000		10.000			
Casa funcionários (R\$)	50.000	1.600.000		1.400.000	15.000	2.500.000
Redes elétricas (R\$)	5.000	2.100.000		1.662.500	10.000	1.000.000
Represa (R\$)		3.000.000		3.000.000		7.000.000
Almoxarifado insumos (R\$)		50.000		50.000	20.000	600.000
Escritório agrícola/P&D (R\$)		324.000		324.000		
Estação tratamento água (R\$)		250.000		250.000		150.000
Canais de vinhaça (R\$)		2.500.000		2.000.000		
Outros (R\$)		2.000.000		1.000.000		2.000.000
<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>194.000</b>	<b>12.244.000</b>	<b>100.000</b>	<b>10.106.500</b>	<b>115.000</b>	<b>13.650.000</b>

Fonte: dados do trabalho

Nota-se que os montantes designados para algumas benfeitorias foram considerados equivalentes na região Tradicional e de Expansão. Isto ocorreu pela insuficiência de dados, uma vez que apenas 2 das 8 observações válidas do Centro-Sul declararam algum tipo de benfeitoria agrícola, mesmo assim, ambos os inventários estavam incompletos. O meio de correção adotado foi à aferição destes valores através de pesquisa telefônica em outras unidades. Os resultados apontaram para uma estrutura mais enxuta na área de Expansão quando comparada a Tradicional.

Observa-se esta diferença nos valores dos itens “Casa funcionários”, “Redes elétricas”, “Canais de vinhaça” e “Outros”. A presença de lavouras mais concentradas ao redor da usina (conforme indica o raio médio apresentado), a estratégia de manejo e a manutenção de cultura na região de Expansão permitem maior eficiência no quesito benfeitorias. No Nordeste, os dados coletados nas unidades industriais propiciaram a elaboração do inventário de benfeitorias mais próximo da realidade regional.

Um terceiro inventário incluído nos questionários agrícolas foi dos equipamentos de irrigação e fertirrigação. No caso dos fornecedores, nenhum painel apontou para a existência deste tipo de equipamento nas fazendas. Já para as usinas, novamente mostrou-se como deficitário o levantamento de dados dessa natureza. Nenhuma das unidades do Centro-Sul declarou possuir equipamentos de irrigação (exceto em Hidro Holl's, considerados no

inventário de máquinas e implementos), embora em alguns casos tenham sido coletadas informações de custos de irrigação de salvamente nesta região.

Por outro lado, com as informações disponibilizadas pelas usinas nordestinas, tal análise pode ser contemplada. Em média, o investimento em equipamentos de irrigação e fertirrigação em uma usina típica desta região é de R\$ 6,85 milhões. A Tabela 31 apresenta as informações coletadas na pesquisa.

**Tabela 31 – Capital imobilizado (em reais), raio (em quilômetros) e lâmina (em milímetros) – fertirrigação e irrigação – usinas amostradas**

Descrição	Tradicional	Expansão	Nordeste
Capital fertirrigação (R\$)	-	-	5.000.000
Capital irrigação (R\$)	-	-	1.850.000

Fonte: dados do trabalho

Para determinação das depreciações foram considerados os parâmetros de vida útil e valor residual expostos na Tabela 32. Os valores foram extraídos de IDEA (2006), Pacheco (2000), IBAPE-SP (2007) e consultas a empresas de máquinas e equipamentos agrícolas atuantes no mercado.

**Tabela 32 – Vida útil e valor residual dos ativos imobilizados agrícolas – fornecedores e usinas**

Descrição	Vida útil	Valor residual
<b>MÁQUINAS E IMPLEMENTOS</b>		
<i>Colhedoras, motocicletas, ônibus, utilitários e carrocerias.</i>	6 a 9 anos	30%
<i>Aceiradores, arados, carretas, carretéis, cobridores, compostadores, cultivadores, distribuidores de fertilizantes, grades, lâminas, niveladores, pás-traseiras, pulverizadores, reboques, semi-reboques, roçadoras, subsoladores, terraceadores e transbordos.</i>	10 anos	20%
<i>Ancinhos e plantadoras.</i>	10 anos	30%
<i>Aplicadores de defensivos, tratores e carregadoras.</i>	13 a 16 anos	30%
<i>Motoniveladoras, pás-carragadoras, retroescavadeiras e caminhões.</i>	20 a 21 anos	30%
<b>BENFEITORIAS</b>		
<i>Casas e escritórios.</i>	20 anos	25%
<i>Galpões, almoxarifados, ETA's e outras benfeitorias.</i>	15 anos	20%
<i>Represas.</i>	25 anos	10%
<i>Caixas d'água, poços artesianos, canais de vinhaça e redes elétricas.</i>	10 anos	5%
<b>EQUIPAMENTOS DE IRRIGAÇÃO/FERTIRRIGAÇÃO</b>		
<i>Diversos.</i>	10 anos	20%

Fonte: dados do trabalho



Ainda, conforme salientado no tópico 4.1.3, a taxa de juros designada para remuneração do capital imobilizado foi definida em 5,3081% a.a., incidindo sobre o montante imobilizado em máquinas e implementos, benfeitorias, equipamentos de irrigação/fertirrigação e fundação da lavoura.

Através das informações expostas até então, foram elaboradas planilhas de custos de produção conforme o método do custo operacional. Os resultados aferidos para fornecedores e usinas, expostos em reais por tonelada de cana (R\$/t) e reais por hectare (R\$/ha), podem ser vistos nas Tabela 33 a Tabela 36.

**Tabela 33 – Custos de Produção (COE, COT e CT): Tradicional, Expansão e Nordeste – Fornecedores – (R\$/t e R\$/ha)**

Região Descrição do custo	Tradicional		Expansão		Nordeste	
	R\$/t	R\$/ha	R\$/t	R\$/ha	R\$/t	R\$/ha
<i>Mecanização</i>	14,40	R\$ 922	14,95	R\$ 986	13,71	R\$ 623
<i>Mão-de-obra</i>	6,87	R\$ 479	8,84	R\$ 619	17,03	R\$ 806
<i>Insumos</i>	10,22	R\$ 712	9,68	R\$ 677	14,57	R\$ 690
<i>Arrendamento</i>	2,27	R\$ 158	2,18	R\$ 153	1,17	R\$ 56
<i>Despesas administrativas</i>	5,40	R\$ 376	2,76	R\$ 193	5,66	R\$ 268
<b>Custo Operacional Efetivo (COE)</b>	<b>39,16</b>	<b>R\$ 2.647</b>	<b>38,41</b>	<b>R\$ 2.629</b>	<b>52,14</b>	<b>R\$ 2.442</b>
<i>Depreciações</i>	3,03	R\$ 325	1,39	R\$ 172	2,49	R\$ 156
<b>Custo Operacional Total (COT)</b>	<b>42,19</b>	<b>R\$ 2.972</b>	<b>39,81</b>	<b>R\$ 2.802</b>	<b>54,63</b>	<b>R\$ 2.598</b>
<i>Remuneração da terra</i>	4,22	R\$ 294	2,84	R\$ 199	3,63	R\$ 172
<i>Remuneração do capital</i>	1,69	R\$ 181	1,01	R\$ 125	1,57	R\$ 98
<b>Custo Total (CT)</b>	<b>48,11</b>	<b>R\$ 3.447</b>	<b>43,66</b>	<b>R\$ 3.126</b>	<b>59,82</b>	<b>R\$ 2.868</b>

Fonte: dados do trabalho

Analisando os resultados obtidos para fornecedores autônomos (Tabela 33), nota-se maior intensificação da mecanização no Centro-Sul, enquanto que no Nordeste há presença mais acentuada dos serviços manuais. Os custos com o primeiro item nas regiões Tradicional e de Expansão assemelham-se (R\$ 14,40/t e R\$ 14,95/t), enquanto que nos Estados de Pernambuco e Alagoas tem-se R\$ 13,71/t. Já o custo com mão-de-obra manteve-se abaixo dos R\$ 9,00/t no Centro-Sul, mas no Nordeste chegou a R\$ 17,03/t. Justificam-se tais relações por fatores como:

- a) Preço da mão-de-obra mais barata no Nordeste, seguido pela região Tradicional e de Expansão (Tabela 26);

- b) Relevo mais acentuado no Nordeste, o que inviabiliza o uso de determinados tipos de máquinas e implementos (Item 2.1.3 - Relevo);
- c) Necessidade de mecanização da colheita no Centro-Sul em decorrência da aplicação de leis ambientais restritivas à queima da cana.

As despesas com insumos foram maiores em São Paulo, no Paraná e no Rio de Janeiro (R\$ 712/ha), seguidos pelos Estados Nordestinos (R\$ 690/ha) e pela região de fronteira sucroalcooleira (Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Goiás) (R\$ 677/ha). Considerando os valores em reais por tonelada de cana (R\$/t), verifica-se que a região Nordeste apresenta custos mais altos de insumos. No entanto, esta alteração dá-se pelas baixas produtividades observadas na região, não significando que o desembolso com adubos, defensivos e corretivos seja mais alto do que no Centro-Sul.

O somatório dos gastos com mecanização, mão-de-obra e insumos define o desembolso direto da lavoura de cana-de-açúcar. Nota-se que os fornecedores atuantes na região de Expansão possuem desembolso mais elevado por unidade de área (Tabela 34 a Tabela 36).

**Tabela 34 – Custos de Preparo de Solo, Plantio e Tratos Culturais da Cana Planta: Tradicional, Expansão e Nordeste – Fornecedores – (R\$/ha)\***

Preparo/plantio	Mecaniz.	Mão de obra	Insumos	Total	% CT
Tradicional	2.264	386	1.660	4.311	12,52%
Expansão	3.198	752	1.868	5.818	19,91%
Nordeste	1.561	666	2.040	4.266	17,97%

Fonte: dados do trabalho

\* Valores referentes apenas às áreas de plantio (reforma). A inclusão dos valores expostos acima nos custos totais por hectare apresentados na Tabela 33 deve ser realizada de forma ponderada, ou seja, multiplicando cada valor por  $1/(N+1)$ , onde N = número de cortes.

**Tabela 35 – Custos de Tratos Culturais da Cana Soca: Tradicional, Expansão e Nordeste – Fornecedores – (R\$/ha)\***

Tratos da soca	Mecaniz.	Mão de obra	Insumos	Total	% CT
Tradicional	83	117	523	723	19,42%
Expansão	59	139	439	637	18,88%
Nordeste	71	181	420	671	21,05%

Fonte: dados do trabalho

\* Valores referentes apenas às áreas de soqueiras. A inclusão dos valores expostos acima nos custos totais por hectare apresentados na Tabela 33 deve ser realizada de forma ponderada, ou seja, multiplicando cada valor por  $N/(N+1)$ , onde N = número de cortes.

**Tabela 36 – Custos de Colheita da Cana (CCT): Tradicional, Expansão e Nordeste – Fornecedores – (R\$/ha e R\$/t)\***

Colheita	Mecaniz.	Mão de obra	Total	R\$/t	% CT
Tradicional	570	380	950	17,24	33,51%
Expansão	485	454	938	16,98	37,86%
Nordeste	365	653	1.018	22,80	36,72%

Fonte: dados do trabalho

\* Valores referentes apenas às áreas de soqueiras. A inclusão dos valores expostos acima nos custos totais por hectare apresentados na Tabela 33 deve ser realizada de forma ponderada, ou seja, multiplicando cada valor por  $N/(N+1)$ , onde N = número de cortes.

Esta condição é justificada pelos gastos adicionais em operações pesadas necessárias para a implantação de uma nova lavoura de cana: arações, gradagens pesadas e sistematizações de terreno em área maiores do que nas demais regiões produtoras. Estas operações são necessárias devido a predominância de terras com pastagens ou ainda não exploradas pela atividade agrícola. As regiões Nordeste e Tradicional possuem maior semelhança nos custos com a lavoura. Nota-se ainda que, em termos de despesas com CCT, o Nordeste apresenta maior custo unitário, tanto em reais por hectare (R\$/ha) quanto em reais por tonelada de cana (R\$/t).

Para a determinação do COE devem ser contabilizados ainda os desembolsos com arrendamentos e de cunho administrativo. Nestes casos, verificam-se maiores desembolsos na região Tradicional, devido aos preços de arrendamentos e de salários administrativos mais elevados. Já na área de Expansão constata-se um menor número de benfeitorias (menor gasto com manutenção), menores despesas com contas gerais e menores níveis salariais, o que reduz de forma significativa os custos administrativos desta região.

Com isto, obtêm-se o Custo Operacional Efetivo para os fornecedores de cana-de-açúcar. O custo por hectare variou entre R\$ 2.442/ha (Nordeste) e R\$ 2.647/ha (Tradicional). Por outro lado, se comparados os custos por tonelada (R\$/t), o Nordeste obteve custos acima dos observados no Centro-Sul (R\$ 52,14/t frente cerca de R\$ 39,00/t), devido, principalmente a baixa produtividade média daquela região (56,8 t/ha). O COE pode ser definido como de grande importância para o produtor por propiciar a ele relações de curto prazo entre receitas e custos. No caso da safra 2007/08, o que pode ser observado foram custos desembolsáveis

acima dos preços pagos pela cana, uma vez que estes ficaram em torno de R\$ 35/t<sup>14</sup>. Assim, para os fornecedores atuantes no Centro-Sul, foram verificadas perdas de caixa de cana na ordem de R\$ 3 a R\$ 4/t, enquanto que no Nordeste este valor foi de cerca de R\$ 13/t.

As depreciações calculadas variaram de forma significativa comparando-se a região Tradicional com as demais (R\$ 325/ha frente R\$ 172/ha e R\$ 156/ha). Basicamente o montante imobilizado em máquinas e implementos nessa região define tal discrepância, induzindo a conclusão de que as estruturas operacionais existente nos Estados de São Paulo, Paraná e Rio de Janeiro encontram-se muito aquém daquelas observadas nos demais Estados produtores do Brasil. A conversão dos valores em reais por tonelada (R\$/t) evidencia a vantagem competitiva a favor da região de Expansão frente às demais.

Somando as depreciações ao COE, obteve-se o COT. Como a interpretação do COE identificou perdas líquidas no curto prazo, obviamente o COT evidencia a situação de prejuízo dos fornecedores no longo prazo. Os valores para esta parte do custo permaneceram entre R\$ 39,81/t a R\$ 42,19/t no Centro-Sul e em R\$ 54,53/t no Nordeste.

Os custos de oportunidade da terra própria mostram a tendência de custos por hectare mais elevados na região Tradicional (onde os níveis de preços de arrendamentos são maiores) e mais baixos no Nordeste (onde os níveis de preços de arrendamentos são menores). O mesmo ordenamento pode ser analisado com relação ao custo de oportunidade do capital investido, sendo este maior na região Tradicional, seguido pela de Expansão e Nordeste. Os níveis de produtividade média (t/ha) modificam a ordem destes custos, estabelecendo o Nordeste como mais oneroso do que a região de Expansão.

Assim, somando-se ao COT os custos de oportunidade, obtêm-se o Custo Total de produção (CT), o qual variou entre R\$ 43,66/t (Expansão) e R\$ 48,11/t (Tradicional) no Centro-Sul e chegou a R\$ 59,82/t no Nordeste.

A análise de custos de fornecedores autônomos de cana-de-açúcar no Brasil evidenciou que, na safra 2007/08, houve prejuízo na atividade. No entanto, é importante citar que não devem ser conclusivas advertências de longo prazo quanto à rentabilidade do setor

---

<sup>14</sup> Segundo o CONSECANA-SP, principalmente, pois representa os preços pagos a grande massa de produtores do Centro-Sul. No entanto, no caso do Nordeste deve-se considerar os Conselhos de Pernambuco e Alagoas para determinação do preço pago pela tonelada de cana.

agrícola sucroalcooleiro, uma vez que esta safra apresentou uma relação de custos e receitas desfavoráveis ao produtor.

Analisando os resultados obtidos para as unidades agroindustriais (Tabela 37), nota-se semelhança em diversos aspectos com relação aos fornecedores autônomos. Bem como nestes casos, dentro do Centro-Sul tem-se o uso intensivo de máquinas, enquanto que no Nordeste há maior participação da mão-de-obra no custo total. Ainda, devido às áreas novas de cana, as usinas do perímetro de Expansão apresentam maiores desembolsos diretos na lavoura em comparação com as unidades da região Tradicional.

**Tabela 37 – Custos de Produção (COE, COT e CT): Tradicional, Expansão e Nordeste – Usinas – (R\$/t e R\$/ha)**

Região Descrição do custo	Tradicional		Expansão		Nordeste	
	R\$/t	R\$/ha	R\$/t	R\$/ha	R\$/t	R\$/ha
<i>Mecanização</i>	12,32	R\$ 673	13,12	R\$ 626	12,68	R\$ 716
<i>Mão-de-obra</i>	6,37	R\$ 463	9,02	R\$ 629	14,24	R\$ 868
<i>Insumos</i>	10,40	R\$ 755	10,99	R\$ 766	11,27	R\$ 687
<i>Arrendamento</i>	3,66	R\$ 266	2,85	R\$ 199	1,75	R\$ 107
<i>Despesas administrativas</i>	4,34	R\$ 315	3,97	R\$ 277	8,16	R\$ 498
Custo Operacional Efetivo (COE)	<b>37,09</b>	<b>R\$ 2.471</b>	<b>39,96</b>	<b>R\$ 2.497</b>	<b>48,10</b>	<b>R\$ 2.875</b>
<i>Depreciações</i>	2,74	R\$ 482	3,60	R\$ 579	2,56	R\$ 294
Custo Operacional Total (COT)	<b>39,84</b>	<b>R\$ 2.953</b>	<b>43,56</b>	<b>R\$ 3.075</b>	<b>50,66</b>	<b>R\$ 3.169</b>
<i>Remuneração da terra</i>	2,57	R\$ 187	2,19	R\$ 153	1,98	R\$ 121
<i>Remuneração do capital</i>	1,30	R\$ 228	1,56	R\$ 251	1,44	R\$ 165
Custo Total (CT)	<b>43,71</b>	<b>R\$ 3.368</b>	<b>47,31</b>	<b>R\$ 3.479</b>	<b>54,07</b>	<b>R\$ 3.455</b>

Fonte: dados do trabalho

Um fato que chama a atenção é de que as unidades atuantes no Nordeste, arcaram com maiores custos em insumos agrícolas. A alta de preços iniciada no primeiro trimestre de 2008 onerou de forma significativa os custos de produção de cana daquela região.

Da Tabela 38 a Tabela 40 sintetizam os desembolsos diretos com a lavoura. As usinas nordestinas possuem custo por hectare mais elevado nas operações mecanizadas de preparo de solo e plantio com relação às usinas da região de Expansão, uma vez que no Nordeste há menor intensificação da mecanização. Isto se justifica pela maior necessidade de potência das máquinas agrícolas, devido o relevo acidentado, e por mais altos custos com transporte de pessoal, uma vez que o número de trabalhadores rurais é expressivamente maior.

Os custos com tratos culturais da soqueira retratam certa semelhança entre as regiões. Os custos com CCT apontam para maior desembolso no Nordeste. O Centro-Sul apresenta

custos com colheita muito parecidos entre as regiões tradicionais e de expansão. Tanto o corte manual como o mecanizado equiparam-se (CCT mecanizado de R\$ 15,47/t e R\$ 14,5/t e CCT manual de R\$ 15,74/t e R\$ 16,77/t nas regiões Tradicional e de Expansão, respectivamente).

Como nos fornecedores, os arrendamentos possuem peso mais significativo nas regiões Tradicional e de Expansão, dado o nível de preços observado nestas localidades. Para as despesas administrativas nota-se que as usinas do Nordeste possuem desvantagens competitivas, chegando este custo a R\$ 8,16/t (R\$ 498/ha). Apesar de sua menor capacidade de moagem, a folha de salários dos funcionários administrativos da área agrícola supera as folhas das usinas do Centro-Sul, ao mesmo tempo em que os rateios das despesas administrativas gerais encontram-se em patamar semelhante (Tabela 26).

**Tabela 38 – Custos de Preparo de Solo, Plantio e Tratos Culturais da Cana Planta: Tradicional, Expansão e Nordeste – Usinas – (R\$/ha)\***

Preparo/plantio	Mecaniz.	Mão de obra	Insumos	Total	% CT
Tradicional - usina	2.134	355	1.676	4.164	10,94%
Expansão - usina	2.345	625	1.858	4.827	12,71%
Nordeste - usina	2.570	984	1.888	5.442	15,23%

Fonte: dados do trabalho

\* Valores referentes apenas às áreas de plantio (reforma). A inclusão dos valores expostos acima nos custos totais por hectare apresentados na Tabela 37 deve ser realizada de forma ponderada, ou seja, multiplicando cada valor por  $1/(N+1)$ , onde N = número de cortes.

**Tabela 39 – Custos de Tratos Culturais da Cana Soca: Tradicional, Expansão e Nordeste – Usinas – (R\$/ha)\***

Tratos da soca	Mecaniz.	Mão de obra	Insumos	Total	% CT
Tradicional - usina	70	59	601	730	22,14%
Expansão - usina	91	145	584	820	25,84%
Nordeste - usina	74	132	487	693	19,85%

Fonte: dados do trabalho

\* Valores referentes apenas às áreas de soqueiras. A inclusão dos valores expostos acima nos custos totais por hectare apresentados na Tabela 37 deve ser realizada de forma ponderada, ou seja, multiplicando cada valor por  $N/(N+1)$ , onde N = número de cortes.

**Tabela 40 – Custos de Colheita da Cana (CCT): Tradicional, Expansão e Nordeste – Usinas – (R\$/ha e R\$/t)\***

Colheita	Mecaniz.	Mão de obra	Total	R\$/t	% CT
Tradicional - usina	360	421	781	15,62	33,48%
Expansão - usina	248	485	733	15,98	31,48%
Nordeste - usina	332	717	1.050	19,65	35,55%

Fonte: dados do trabalho

\* Valores referentes apenas às áreas de soqueiras. A inclusão dos valores expostos acima nos custos totais por hectare apresentados na Tabela 37 deve ser realizada de forma ponderada, ou seja, multiplicando cada valor por  $N/(N+1)$ , onde N = número de cortes.

O COE calculado para as usinas atuantes nas três regiões analisadas revela que o Nordeste apresenta o custo por tonelada mais elevado (R\$ 48,10/t), seguido da área de Expansão (R\$ 39,96/t) e Tradicional (R\$ 37,09/t). Diferente dos fornecedores, o perímetro de Expansão apresentou COE mais elevado se comparado a região Tradicional. Além dos maiores desembolsos diretos com a lavoura, as usinas localizadas no Triângulo Mineiro, Goiás e Mato Grosso do Sul assemelham-se as usinas tradicionais nos itens de custos arrendamentos e despesas administrativas. Estes fatores são determinantes para o maior COE dos fornecedores da região Tradicional.

Também diferindo dos produtores autônomos, as depreciações da área de Expansão foram as maiores dentre as três regiões, tanto na mensuração em reais por hectare quanto por tonelada de cana. Neste caso, o item depreciações com maquinários possuiu peso significativo para as usinas de Expansão. A justificativa para altos investimentos em máquinas e implementos agrícolas é dada pela ausência, comparativamente com os demais Estados analisados, da terceirização de serviços no preparo de solo/plantio, tratos culturais e colheita da lavoura. Assim, torna-se necessário, nos Estados de fronteira agrícola, a aquisição de máquinas pesadas tais como colhedoras, retroescavadeiras, entre outras com grande valor de compra.

O COT para as agroindústrias variou entre R\$ 50,66/t (R\$ 3.169/ha) para o Nordeste e R\$ 39,84/t (R\$ 2.953/ha) para a região Tradicional. A área de Expansão apresentou valor de R\$ 43,56/t (R\$ 3.075/ha).

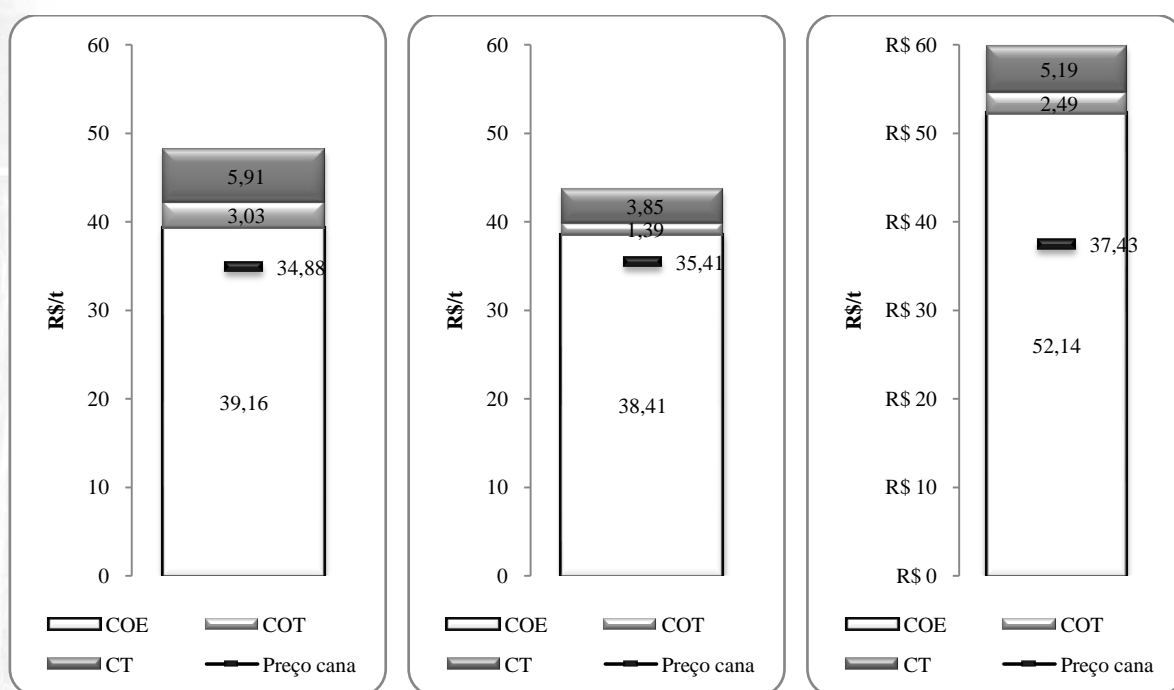
Conforme explicitado no caso dos fornecedores, o custo de oportunidade da terra própria foi maior na região Tradicional, enquanto que o custo de oportunidade do capital investido em ativos imobilizados e na fundação da lavoura foi semelhante em todo o Centro-Sul.

O Custo Total (CT) obtido foi de R\$ 43,71/t para o perímetro Tradicional, R\$ 47,31/t para o de Expansão e R\$ 54,07/t para o Nordeste.

Comparando-se os CT's de usinas e fornecedores, observa-se uma inversão de ordem entre as regiões do Centro-Sul. Isto pode ser explicado pela produtividade média (maior na região de Expansão entre os fornecedores e maior na região Tradicional entre as usinas) e pelas diferentes eficiências administrativas e de maquinário entre agroindústrias e produtores autônomos.

Não cabe, no caso das usinas, uma análise detalhada sobre a remuneração da cana *versus* seu custo unitário, uma vez que trata-se da própria unidade agroindustrial produzindo sua matéria prima. Neste caso, deve-se atentar para as possibilidades de ganhos existentes entre a compra de cana de terceiros e a produção própria. Em casos como os da safra 2007/08, nota-se que as unidades sucroalcooleiras com maior percentual de cana de terceiros obtiveram vantagens frente aquelas com maior percentual de cana própria, uma vez que o preço pago no mercado manteve-se sempre abaixo dos custos de produção da mesma. Assim, usinas com maior participação de cana de fornecedores conseguiram abaixar seus custos ponderados agrícolas, enquanto que usinas com realidade inversa foram obrigadas a arcar com as altas despesas na produção da cana própria.

Os gráficos e tabelas a seguir apresentam os desempenhos do COE, COT e CT para fornecedores (Figura 53), diagramas de distribuição dos custos dentro dos Custos Totais de produção (Figura 54).



**Figura 53 – COE, COT e CT para fornecedores de cana: A) Tradicional; B) Expansão; C) Nordeste**

Fonte: dados do trabalho

A comparação entre os custos operacionais dos fornecedores da região Tradicional, de Expansão e Nordeste mostra que em nenhum caso o produtor foi remunerado corretamente

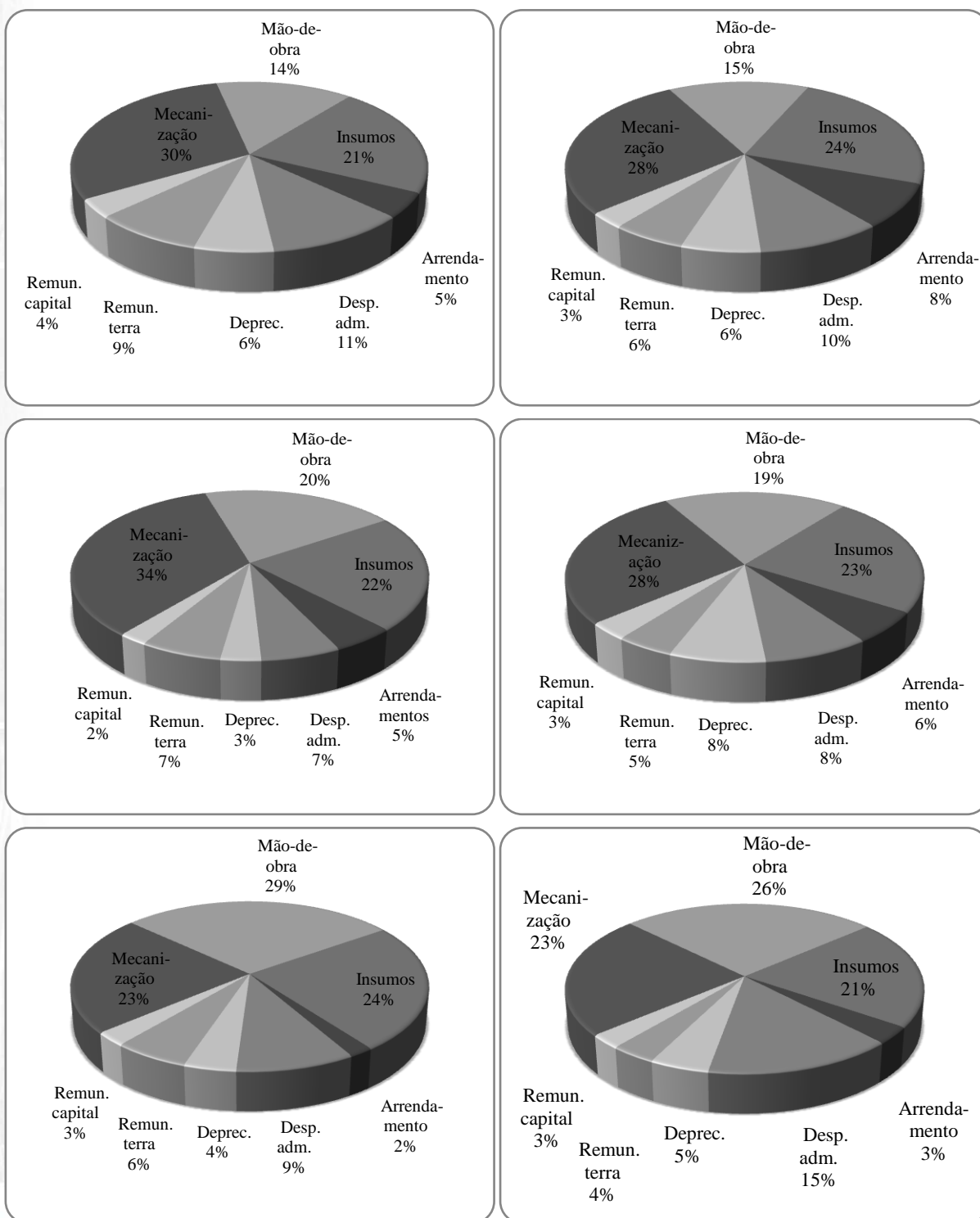


por estar exercendo a atividade produtiva. Conforme é possível observar na Figura 53, os preços médios pagos pela tonelada de cana nas diferentes regiões fecharam a safra 2007/08 abaixo do COE, não existindo margem de lucro de curto prazo. As depreciações e remunerações dos fatores de capital e terra também não foram pagas pelas receitas, indicando que neste ano o preço da cana não remunerou a atividade agrícola canavieira no longo prazo.

Os Custos Totais de produção, conforme a Figura 56<sup>15</sup>, apontam para a intensificação de mecanização no Centro-Sul e das operações manuais no Nordeste. Os insumos mostram-se como significativas despesas em todas as regiões, variando sua participação percentual de 21% a 24%, dependendo do caso analisado. Os descaixes administrativos são mais representativos na região Tradicional (fornecedores e usinas) e Nordeste (usinas), enquanto que o fator de produção terra (somando os percentuais de arrendamentos e custos de oportunidade da terra própria) possui maior significância nos Estados de São Paulo e Paraná.

---

<sup>15</sup> Diagramas elaborados com base nos valores em reais por tonelada de cana (R\$/t).



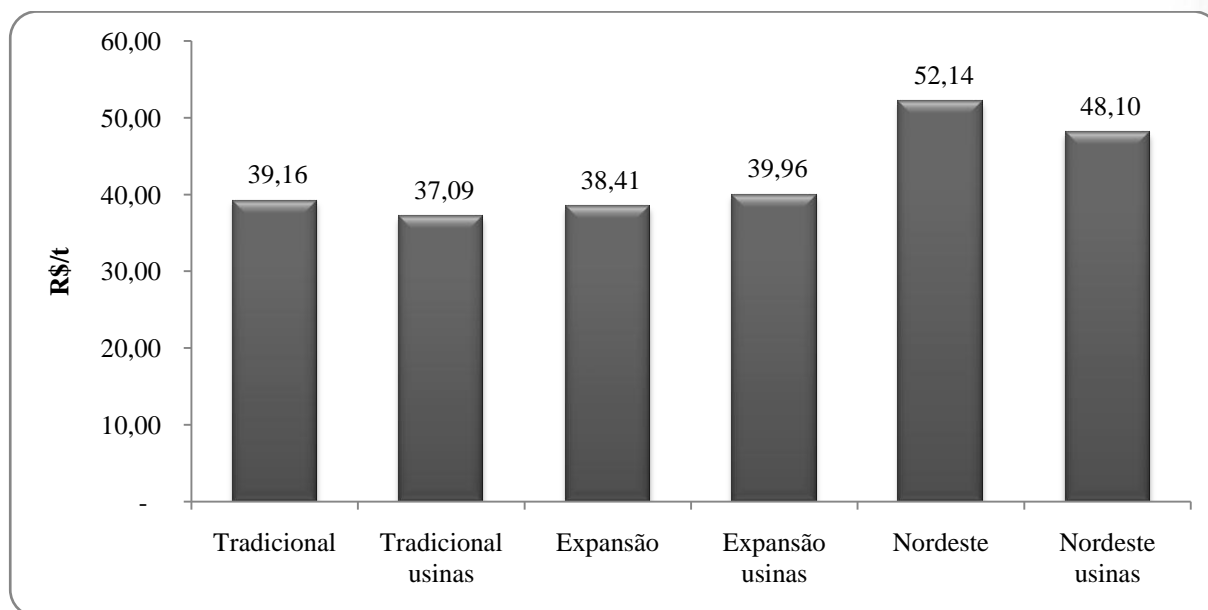
**Figura 54 – Componentes do CT – usinas e fornecedores: A) Tradicional – Fornecedores; B) Tradicional – Usinas; C) Expansão – Fornecedores; D) Expansão – Usinas; E) Nordeste – Fornecedores; F) Nordeste – Usinas**

Fonte: dados do trabalho

**Tabela 41 – COE, COT e CT calculado para usinas e fornecedores – Regiões Tradicional, de Expansão e Nordeste (R\$/t) – Safra 2007/08**

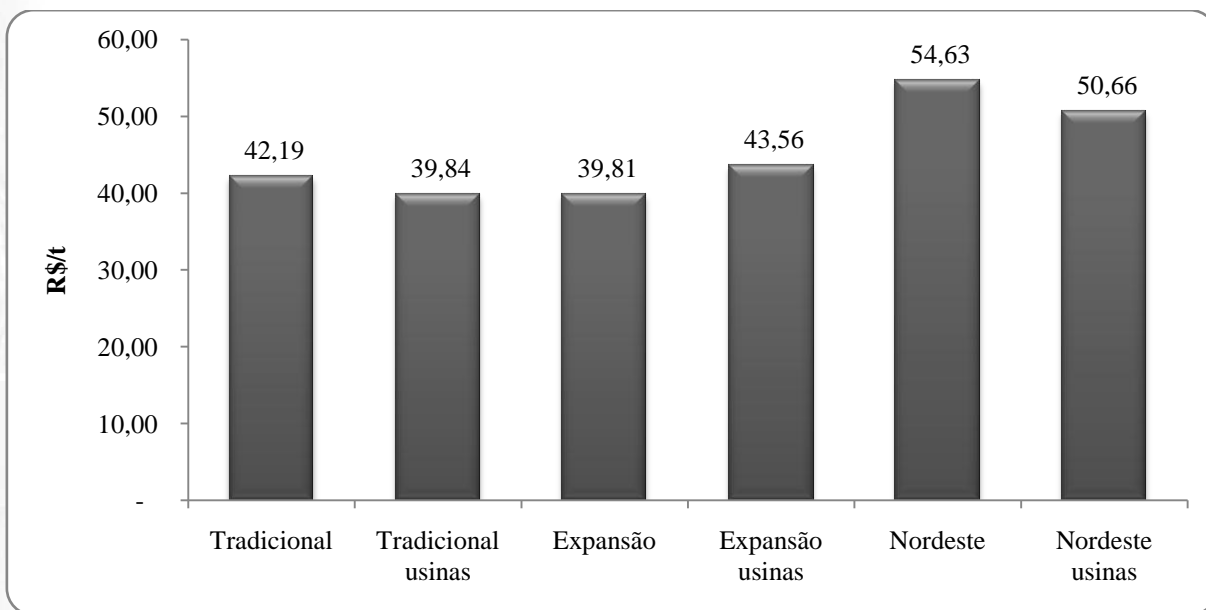
Região	Custo	R\$/ha	R\$/t
Tradicional	COE	2.647	39,16
	COT	2.972	42,19
	CT	3.447	48,11
Tradicional – usina	COE	2.471	37,09
	COT	2.953	39,84
	CT	3.368	43,71
Expansão	COE	2.629	38,41
	COT	2.802	39,81
	CT	3.126	43,66
Expansão – usina	COE	2.497	39,96
	COT	3.075	43,56
	CT	3.479	47,31
Nordeste	COE	2.442	52,14
	COT	2.598	54,63
	CT	2.868	59,82
Nordeste – usina	COE	2.875	48,10
	COT	3.169	50,66
	CT	3.455	54,07

Fonte: dados do trabalho



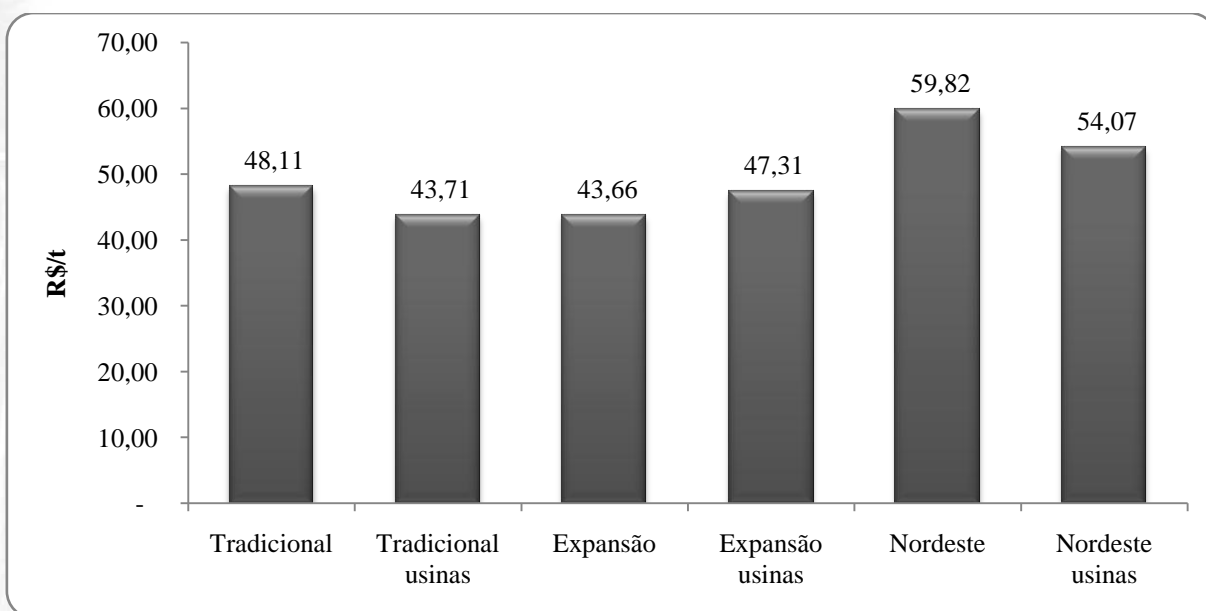
**Figura 55 – Custo Operacional Efetivo (COE) calculado para usinas e fornecedores (R\$/t) – Regiões Tradicional, de Expansão e Nordeste – Safra 2007/08**

Fonte: dados do trabalho



**Figura 56 – Custo Operacional Total (COT) calculado para usinas e fornecedores (R\$/t) – Regiões Tradicional, de Expansão e Nordeste – Safra 2007/08**

Fonte: dados do trabalho



**Figura 57 – Custo Total (CT) calculado para usinas e fornecedores (R\$/t) – Regiões Tradicional, de Expansão e Nordeste – Safra 2007/08**

Fonte: dados do trabalho

Partindo para a integração agroindustrial, calculou-se o dado de entrada (*input*) necessário aos cálculos dos custos industriais (açúcar e álcool). Para tanto, foi ponderada a participação de cana própria e de fornecedores em cada região. Sobre a participação própria,

foi considerado o custo da cana produzida pela usina, sendo respeitado o valor calculado (Tabela 37). Já sobre a participação de terceiros (cana de fornecedores) foi considerado o preço regional de mercado (CONSECANA), sendo respeitados os parâmetros de ATR existentes em cada região (quantidade de ATR por tonelada de cana e preço do quilograma do ATR).

A Tabela 42 apresenta os valores que servirão como dados de entrada para os cálculos dos custos industriais.

**Tabela 42 – Custo ponderado da tonelada da cana-de-açúcar: *input* industrial – Tradicional, Expansão e Nordeste**

Região	R\$/t	% cana própria	CONSECANA	Preço ponderado ( <i>input</i> )
Tradicional - usina	43,71	64%	34,88	40,53
Expansão - usina	47,31	73%	35,41	44,09
Nordeste - usina	54,07	70%	37,42	49,08

Fonte: dados do trabalho

Assim, os dados de entrada considerados para o cálculo dos custos produção de açúcar e álcool são: R\$ 40,53/t na região Tradicional, R\$ 44,09/t na de Expansão e R\$ 49,08/t no Nordeste.

A abordagem completa dos custos de açúcar e álcool é apresentada a seguir.

### 5.3.2 INDUSTRIAL (AÇÚCAR E ÁLCOOL)

As premissas básicas adotadas para os cálculos dos custos do processamento industrial da cana e conseqüente produção de açúcar e álcool são os dados médios coletados na amostra, destacados no tópico 0. A configuração industrial típica considerada para cada um dos três perímetros analisados é apresentada na Tabela 43.

**Tabela 43 – Configuração industrial representativa dos três perímetros analisados**

<b>Processo</b>	<b>Tradicional</b>	<b>Expansão</b>	<b>Nordeste</b>
Recepção, Preparo e Moagem	<i>1 linha de moenda de 11.000 TCD</i>	<i>1 linha de moenda de 11.000 TCD</i>	<i>1 linha de moenda de 8.500 TCD</i>
Tratamento de caldo	<i>2 linhas (álcool e açúcar)</i>	<i>2 linhas (álcool e açúcar)</i>	<i>1 linha (açúcar)</i>
Geração de vapor	<i>3 caldeiras 80 t/h e 21 bar</i>	<i>2 caldeiras 150 t/h e 45 bar</i>	<i>4 caldeiras 50 t/h e 21 bar</i>
Geração e distribuição de energia	<i>3 geradores de 5 MW</i>	<i>2 geradores de 15 MW</i>	<i>3 geradores de 4 MW</i>
Destilaria (incluindo fermentação)	<i>2 linhas de 200 m<sup>3</sup>/dia (1 de ciclohexano)</i>	<i>2 linhas de 200 m<sup>3</sup>/dia (1 de ciclohexano)</i>	<i>2 linhas de 100 m<sup>3</sup>/dia (2 de ciclohexano)</i>
Tanques de álcool	<i>4 x 10.000 m<sup>3</sup></i>	<i>4 x 10.000 m<sup>3</sup></i>	<i>4 x 3.000 m<sup>3</sup></i>
Fábrica de açúcar	<i>cozimento de 2 massas</i>	<i>cozimento de 2 massas</i>	<i>cozimento de 3 massas</i>
Armazéns de açúcar	<i>2 x 500.000 sacas</i>	<i>2 x 500.000 sacas</i>	<i>2 x 400.000 sacas</i>

Fonte: dados do trabalho

Como destacado na Tabela 43, as unidades industriais médias consideradas processam 2 milhões e 1,1 milhão de toneladas de cana por safra, na região Centro-Sul (tradicional e expansão) e Nordeste, respectivamente. Os coeficientes de custos industriais das unidades dos perímetros de expansão e tradicional são os mesmos, enquanto as unidades industriais da região Nordeste possuem coeficientes distintos.

A diferença entre os custos industriais do perímetro tradicional e de expansão ocorrem na qualidade de matéria-prima, conseqüentemente nas quantidades de açúcar e álcool produzidas, e na quantidade de insumos consumidos para cada um destes produtos. Para a divisão dos custos industriais entre produtos faz-se necessário a determinação da quantidade de açúcar e álcool produzida na unidade.

A definição dessas quantidades depende das informações da qualidade da matéria-prima que influenciam no cálculo da quantidade de ART da cana. Este trabalho utilizou os valores da Tabela 13 para determinar a qualidade de matéria-prima. Na região Nordeste utilizou-se os valores médios da amostra. Enquanto que na região Centro-Sul foram considerados os dados disponibilizados pelo CTC, que estão muito próximos das informações coletadas na amostra.

Definida a quantidade de ART da cana é necessário determinar seu destino para a produção de açúcar e álcool. As informações sobre o mix de produção nos três perímetros foram apresentadas na Tabela 11 e sobre o mix de produtos na Tabela 12.

Definida a alocação da quantidade de ART entre os produtos deve-se determinar a quantidade efetivamente recuperada na forma de açúcar e álcool. Este valor é calculado descontando as perdas industriais do ART da cana. As perdas industriais comuns são distribuídas para a produção de açúcar e álcool nas proporções definidas pelas equações (12) e (13). Enquanto as perdas na fermentação e destilação são totalmente alocadas à produção de álcool. Os valores de perdas industriais comuns, em porcentagem em relação ao ART total processado, estão na Tabela 17. As perdas na fermentação e destilação são definidas como: um menos os valores de eficiências dos respectivos processos também apresentados na Tabela 17. As perdas industriais para os dois perímetros da região Centro-Sul (tradicional e expansão) foram definidas como iguais já que não foi possível verificar uma diferença clara entre os dois perímetros na amostra ou nos dados disponibilizados pelo CTC.

As equações (12) e (13) são indiretamente dependentes das informações da pureza de açúcar, caldo e mel final. Os valores de pureza de açúcar foram baseados em Assis (2006) que consistem em 99,74% para açúcar branco ou outros tipos e de 99,45% para açúcar VHP. A pureza do caldo foi obtida através da pureza da cana menos um ponto percentual, como nos cálculos de recuperação teórica da fábrica de açúcar definido no sistema Consecana-SP (ASSIS, 2006; FERNANDES, 2003). Já a pureza do mel final foi considerada como os dados amostrados para região Nordeste e os valores médios do CTC para região Centro-Sul (Tabela 17).

A quantidade de açúcar e álcool, na forma pura, é obtida através da divisão dos seus respectivos ART por seus rendimentos teóricos. O rendimento do açúcar é de 1,0526 (ou 1/0,95) kg ART/kg de açúcar puro e do álcool de 1,5443 kg ART/L de álcool puro (FERNANDES, 2003). Para a definição exata de produção de açúcar branco, VHP ou outros, a quantidade de açúcar puro é dividida por suas respectivas polaridades (99,7%, 99,3% e 99,7%), e, em seguida, dividida por 50 kg para determinar o número de sacas de açúcar produzidas. A obtenção da quantidade de álcool anidro e hidratado é determinada pelo o mix de produção de cada tipo de álcool dividida por sua respectiva concentração, 99,3% e 93% (FERNANDES, 2003).

A Tabela 44 apresenta as quantidades de açúcar e álcool consideradas para os três perímetros analisados.

**Tabela 44 – Dados de produção de açúcar e álcool dos três perímetros**

Produto	Tradicional	Expansão	Nordeste
<b>Açúcar (sacas 50 kg)</b>	2.658.462	2.766.130	1.854.950
<i>branco (sacas 50 kg)</i>	1.479.886	1.681.319	809.331
<i>VHP (sacas 50 kg)</i>	1.191.355	930.400	1.055.435
<i>outros (sacas 50 kg)</i>	-	166.467	-
<b>Álcool (anidro equivalente m<sup>3</sup>)</b>	86.444	88.900	25.964
<i>anidro (m<sup>3</sup>)</i>	34.751	46.139	18.954
<i>hidratado (m<sup>3</sup>)</i>	55.195	45.658	7.485

Fonte: dados do trabalho

Definidos os valores de produção de açúcar e álcool obtêm os denominadores na determinação dos custos por produto equivalente, expressos em reais por saca de açúcar e reais por metro cúbico de álcool anidro equivalente. Inicia-se então o processo de determinação dos custos totais do processamento da cana.

A Tabela 45 apresenta os resultados dos custos de processamento para cada grupo de custos considerado na composição dos custos totais industriais dos 3 modelos de usinas típicas. A Tabela 46 apresenta os mesmos custos, porém, inclui o custo médio da cana adquirida pela usina.

**Tabela 45 – Custo do processamento industrial da cana nos três perímetros (sem custo da cana)**

Região	Tradicional	Expansão	Nordeste
	R\$/t	R\$/t	R\$/t
<b>Descrição do custo industrial</b>			
Mão de obra	3,67	3,67	3,28
Insumos	2,20	2,29	2,34
Manutenção	4,14	4,14	3,83
Custo administrativo	3,61	3,33	4,92
<i>Industrial</i>	0,50	0,50	0,50
<i>rateio do setor administrativo</i>	3,11	2,83	4,42
Custo operacional efetivo (COE)	13,62	13,43	14,37
Depreciação	3,51	3,51	3,64
Custo operacional total (COT)	17,13	16,94	18,00
Custo de capital	5,82	5,83	6,03
Custo total (CT)	22,95	22,77	24,03

Fonte: dados do trabalho



**Tabela 46 – Custo do processamento industrial da cana nos três perímetros (com custo da cana)**

<b>Região</b>	<b>Tradicional</b>	<b>Expansão</b>	<b>Nordeste</b>
<b>Descrição do custo</b>	<b>R\$/t</b>	<b>R\$/t</b>	<b>R\$/t</b>
Cana	40,53	44,09	49,08
Custo operacional efetivo (COE) – sem cana	13,62	13,43	14,37
Custo operacional efetivo (COE) – com cana	54,15	57,52	63,45
Depreciação	3,51	3,51	3,64
Custo operacional total (COT)	57,66	61,03	67,08
Custo de capital	5,82	5,83	6,03
Custo total (CT)	63,48	66,86	73,11

Fonte: dados do trabalho

Os custos de mão-de-obra são calculados baseados na equação 24. Nos dois perímetros da região Centro-Sul considerou-se uma moagem de 2 milhões t/safra e 298 funcionários, enquanto para o Nordeste se considerou 284 para uma moagem de 1,1 milhões t/safra (valores baseados nas médias da amostra).

Os custos de insumos são calculados a partir das informações da Tabela 19 e Tabela 20. A Tabela 47 apresenta os preços e o consumo específico dos insumos considerados para os modelos das Regiões Centro-Sul e Nordeste.

**Tabela 47 – Quantidade de consumo específica e preços dos insumos consumidos no processamento industrial nas regiões centro-sul e nordeste**

Processo	Insumo	Unidade	CENTRO-SUL		NORDESTE	
			Consumo	Preço (R\$)	Consumo	Preço (R\$)
Destilação	Corretivo pH	g/m <sup>3</sup> (AEAC eq)	9,00	5,07	8,00	5,40
Destilação	Ciclo-Hexana	g/L (AEAC)	0,95	4,28	1,00	3,80
Destilação	Soda Cáustica	g/L (AEAC eq)	0,24	1,80	0,50	1,65
Extração	Quaternário de amônia	g/t	6,10	5,91	5,60	2,50
Fábrica de Açúcar	Lubrificante de massa	g/sc	0,45	3,15	0,50	3,20
Fábrica de Açúcar	Enxofre	kg/sc (aç. branco)	0,17	1,30	145,00	1,20
Fábrica de Açúcar	Ácido Fosfórico	g/sc	60,00	2,13	60,00	2,21
Fermentação	Leveduras	mg/L (AEAC eq)	30,00	8,97	5,00	22,50
Fermentação	Nutriente	mg/L (AEAC eq)	225,00	1,30	0,50	2,35
Fermentação	Antibiótico	mg/L (AEAC eq)	9,00	180,00	5,00	160,00
Fermentação	Dispersante	g/L (AEAC eq)	0,20	11,45	0,25	9,50
Fermentação	Ácido Sulfúrico	g/L (AEAC eq)	7,00	0,70	6,00	1,01
Fermentação	Anti-espumante	g/L (AEAC eq)	0,30	6,00	0,30	6,25
Tratamento de água	Sal	g/t	13,00	0,22	1,00	0,20
Tratamento de água	Sulfato de alumínio	g/t	10,00	0,91	9,25	0,92
Tratamento de água	Policloreto de alumínio	g/t	15,00	2,12	-	-
Tratamento de água	Soda Cáustica	g/t	26,50	1,80	6,00	1,65
Trat. Caldeira/Vapor	Dispersante	g/t	2,00	9,17	-	-
Trat. Caldeira/Vapor	Sulfito	g/t	1,00	7,80	1,30	8,89
Trat. Caldeira/Vapor	Fosfato	g/t	1,00	9,15	2,50	12,00
Trat. Caldeira/Vapor	Soda Cáustica	g/t	3,50	1,80	10,00	1,65
Trat. Caldeira/Vapor	Neutralizante vapor	g/t	1,00	4,92	1,50	4,92
Tratamento de caldo	Floculante	g/t	-	-	7,50	9,90
Tratamento de caldo	Soda Cáustica	g/t	33,25	1,48	50,00	1,65
Tratamento de caldo	Cal	kg/t	0,85	0,21	850,00	0,23
Todos	Combustíveis	g/t	45,00	1,75	46,20	1,86
Todos	Lubrificantes	g/t	20,00	4,65	25,00	5,00
Todos	Eletricidade	R\$/t	0,22	-	0,303	-
Extração	Eletrodo – lateral e base	g/t	0,30	12,46	0,90	12,00
Extração	Eletrodo – picotes	g/t	0,25	20,87	0,50	12,25
Extração	Eletrodo – facas e desfibradores	g/t	1,00	21,21	1,60	20,00
Extração	Eletrodo – chapisco	g/t	2,00	10,92	2,40	10,00
Fábrica de Açúcar	Sacos	uni/sc	0,30	1,15	0,30	1,15

Fonte: dados do trabalho

Os custos de manutenção e de despesas administrativas industriais consideradas foram as médias das amostras regionais calculadas no tópico 5.2.5. O rateio dos custos administrativos foi calculado através das equações 18 e 25. A participação da cana própria e da cana de terceiros foi definida na Tabela 42. As informações de depreciação foram calculadas por meio da equação 21, das premissas do tópico 4.2.2, e, dos custos de investimento industrial, valor residual e vida útil do capital apresentados no tópico 5.2.5. O

custo de oportunidade do capital investido em equipamentos industriais foi calculado pela equação 23 e as informações de custo de capital e taxas de juros reais destacadas nos tópicos 5.2.5 e 4.2.3 respectivamente.

A partir destas informações foram elaborados os custos de produção conforme o método do custo operacional. Os resultados são apresentados em reais por tonelada de cana (R\$/t) e reais por sacas de açúcar (R\$/sc) conforme a Tabela 48. Os resultados dos custos de produção de álcool expostos em R\$/t e reais por metro cúbico de álcool anidro equivalente (R\$/m<sup>3</sup> AEAC eq) são apresentados na Tabela 49.

**Tabela 48 – Custos de Produção (COE, COT e CT): Tradicional, Expansão e Nordeste – Açúcar – (R\$/t e R\$/sc)**

Região Descrição do custo	Tradicional		Expansão		Nordeste	
	R\$/t	R\$/sc	R\$/t	R\$/sc	R\$/t	R\$/sc
Cana	40,53	14,79	44,09	15,56	49,08	19,79
Mão de obra	3,67	1,34	3,67	1,30	3,28	1,32
Insumos	2,48	0,91	2,57	0,91	2,41	0,97
Manutenção	4,14	1,51	4,14	1,46	3,83	1,54
Custo administrativo	3,71	1,35	3,42	1,21	5,01	2,02
<i>Industrial</i>	0,50	0,18	0,50	0,18	0,50	0,20
<i>Rateio do setor administrativo</i>	3,21	1,17	2,92	1,03	4,51	1,82
Custo operacional efetivo (COE)	54,54	19,90	57,90	20,43	63,61	25,65
Depreciação	3,84	1,40	3,84	1,35	3,84	1,55
Custo operacional total (COT)	58,38	21,30	61,74	21,78	67,45	27,20
Custo de capital	6,37	2,32	6,37	2,25	6,37	2,57
Custo total (CT)	64,75	23,62	68,11	24,03	73,82	29,77

Fonte: dados do trabalho

**Tabela 49 – Custos de Produção (COE, COT e CT): Tradicional, Expansão e Nordeste – Álcool – (R\$/t e R\$/m<sup>3</sup> AEAC eq)**

Região Descrição do custo	Tradicional		Expansão		Nordeste	
	R\$/t	R\$/m <sup>3</sup> (AEAC eq)	R\$/t	R\$/m <sup>3</sup> (AEAC eq.)	R\$/t	R\$/m <sup>3</sup> (AEAC eq.)
Cana	40,53	483,79	44,09	508,59	49,08	665,94
Mão de obra	3,67	43,81	3,67	42,34	3,28	44,47
Insumos	2,00	23,84	2,04	23,53	2,24	30,35
Manutenção	4,14	49,42	4,14	47,76	3,83	51,97
Custo administrativo	3,51	41,86	3,24	37,34	4,72	64,07
<i>Industrial</i>	0,50	5,97	0,50	5,77	0,50	6,78
<i>Rateio do setor administrativo</i>	3,01	35,89	2,74	31,57	4,22	57,28
Custo Operacional Efetivo (COE)	53,84	642,73	57,18	659,55	63,15	856,80
Depreciação	3,20	38,20	3,20	36,91	3,20	43,42
Custo Operacional Total (COT)	57,04	680,92	60,38	696,47	66,35	900,22
Custo de capital	5,31	63,36	5,31	61,23	5,31	72,02
Custo Total (CT)	62,35	744,29	65,69	757,70	71,65	972,24

Fonte: dados do trabalho

## 5.4 TÓPICOS ADICIONAIS

### 5.4.1 ESTIMATIVA DO CUSTO DE PRODUÇÃO EFICIENTE – CANA-DE-AÇÚCAR

Os resultados apresentados no capítulo 6 tratam-se de médias calculadas segundo informações obtidas junto a usinas, produtores e técnicos das regiões contempladas. Por sua vez, os preços e quantidades podem variar significativamente de uma localidade para outra, inclusive dentro da mesma região de divulgação (Tradicional, de Expansão e Nordeste).

A proposta deste tópico é calcular o custo de produção “eficiente” para cada caso apresentado anteriormente. Trata-se de um custo teórico, levando em consideração os valores de preços mais atrativos aferidos a campo. Por outro lado, os coeficientes técnicos de produtividade, raio médio, percentual de colheita mecanizada e manual, teor de ATR na cana, níveis de arrendamentos, quantidades necessárias dos conjuntos de máquinas e implementos e dosagem dos insumos agrícolas foram mantidos constantes com a finalidade de não modificar as características produtivas de cada região.

Dentre os valores modificados para a elaboração do custo “eficiente” encontram-se os preços de hora-máquina de algumas operações, preço da mão-de-obra (diária de rurícolas), preços dos insumos, despesas administrativas (folha, contas gerais e rateio) e valores de benfeitorias.

Vale ressaltar que os valores alocados nas planilhas de cálculo dos custos “eficientes” não se tratam necessariamente dos extremos mínimos apresentados nas tabelas 27 e 28, mas sim dos limites inferiores das observações de preços contidas dentro do intervalo de mais ou menos um desvio padrão da média de cada item. Ao mesmo passo, diversos elementos não foram modificados, uma vez que diferenças significativas de preços entre as observações de usinas e painéis não foram constatadas em todos os casos. A Tabela 50 apresenta os itens de custos que sofreram modificações para o cálculo dos custos “eficientes” de produção.

**Tabela 50 – Itens modificados para o cálculo dos custos “eficientes” – Tradicional, Expansão e Nordeste**

<b>Tradicional</b>	<b>Expansão</b>	<b>Nordeste</b>
Dessecação para plantio	Calagem	Dessecação para plantio
Confecção dos terraços	Gessagem	Calagem
Conservação de carregadores	Transporte de mudas	Gradagem pesada
Calagem	Aplicação de herbicidas	Gradagem niveladora
Gessagem	Quebra-lombo	Sulcação
Gradagem intermediária	Transporte cana inteira	Cobrição
Gradagem niveladora	Transporte cana crua	Adubação
Subsolagem	Corte mecanizado	Aplicação de herbicidas
Sulcação/adubação	Diária (mão-de-obra)	Carregamento, reboque, engate
Distribuição de torta	Colheita manual	Transporte cana inteira
Transporte de mudas	Formulado 05-25-20	Diária (mão-de-obra)
Carregamento de mudas	Formulado 14-00-18	Colheita manual
Cobrição	Provence	Formulado 08-20-20
Aplicação de herbicidas	Velpar K	Formulado 12-10-18
Quebra-lombo	MSMA	Formulado 14-00-18
Carregamento, reboque, engate	Diuron	Sencor
Transporte cana inteira	Furadan	Evidence
Transporte cana crua	Regent 800 WG	Regent 800 WG
Corte mecanizado	Calcário	Round-up
Diária (mão-de-obra)	Gesso	Calcário
Colheita manual	Mudas	Mudas
Formulado 18-00-27	Casa proprietário	Contador
Formulado 05-25-20	Galpão máquinas	Funcionário responsável
Hexaron	Contador	Rateio adm. gerais
Velpar K	Contas gerais	Folha adm. agrícola
Gamit	Rateio adm. gerais	Casa de funcionários
Regent 800 WG		
Combine		
2,4 D		
Furadan		
Volcane		
Herbipak		
Calcário		
Gesso		
Mudas		
Contador		
Funcionário responsável		
Contas gerais		
Rateio adm. gerais		

Fonte: dados do trabalho

Assim, foram realizados os recálculos necessários para a obtenção dos custos “eficientes” de produção. As respostas do modelo podem ser observadas na Tabela 51 e Tabela 52 a seguir.

**Tabela 51 – Custos de Produção Eficientes (COE, COT e CT): Tradicional, Expansão e Nordeste – Fornecedores – (R\$/t e R\$/ha)**

Região	Tradicional		Expansão		Nordeste	
	R\$/t	R\$/ha	R\$/t	R\$/ha	R\$/t	R\$/ha
<i>Mecanização</i>	12,27	R\$ 774	13,73	R\$ 901	13,05	R\$ 592
<i>Mão-de-obra</i>	6,11	R\$ 426	8,39	R\$ 587	16,87	R\$ 798
<i>Insumos</i>	9,33	R\$ 650	9,04	R\$ 633	12,86	R\$ 609
<i>Arrendamento</i>	2,27	R\$ 158	2,18	R\$ 153	1,17	R\$ 56
<i>Despesas administrativas</i>	4,81	R\$ 335	2,70	R\$ 189	4,97	R\$ 235
<b>Custo Operacional Efetivo (COE)</b>	<b>34,80</b>	<b>R\$ 2.343</b>	<b>36,04</b>	<b>R\$ 2.463</b>	<b>48,92</b>	<b>R\$ 2.289</b>
<i>Depreciações</i>	2,96	R\$ 318	1,34	R\$ 165	2,36	R\$ 148
<b>Custo Operacional Total (COT)</b>	<b>37,77</b>	<b>R\$ 2.661</b>	<b>37,38</b>	<b>R\$ 2.628</b>	<b>51,28</b>	<b>R\$ 2.437</b>
<i>Remuneração da terra</i>	4,22	R\$ 294	2,84	R\$ 199	3,63	R\$ 172
<i>Remuneração do capital</i>	1,61	R\$ 173	0,95	R\$ 118	1,45	R\$ 91
<b>Custo Total (CT)</b>	<b>43,60</b>	<b>R\$ 3.128</b>	<b>41,17</b>	<b>R\$ 2.945</b>	<b>56,35</b>	<b>R\$ 2.700</b>

Fonte: dados do trabalho

**Tabela 52 – Custos de Produção Eficientes (COE, COT e CT): Tradicional, Expansão e Nordeste – Usinas – (R\$/t e R\$/ha)**

Região	Tradicional		Expansão		Nordeste	
	R\$/t	R\$/ha	R\$/t	R\$/ha	R\$/t	R\$/ha
<i>Mecanização</i>	11,59	R\$ 620	12,57	R\$ 587	10,75	R\$ 598
<i>Mão-de-obra</i>	6,37	R\$ 463	7,49	R\$ 522	13,21	R\$ 805
<i>Insumos</i>	9,73	R\$ 706	9,53	R\$ 664	10,83	R\$ 661
<i>Arrendamento</i>	3,66	R\$ 266	2,85	R\$ 199	1,75	R\$ 107
<i>Despesas administrativas</i>	3,42	R\$ 248	3,15	R\$ 220	4,48	R\$ 273
<b>Custo Operacional Efetivo (COE)</b>	<b>34,78</b>	<b>R\$ 2.303</b>	<b>35,59</b>	<b>R\$ 2.192</b>	<b>41,02</b>	<b>R\$ 2.444</b>
<i>Depreciações</i>	2,74	R\$ 482	3,57	R\$ 573	2,56	R\$ 294
<b>Custo Operacional Total (COT)</b>	<b>37,52</b>	<b>R\$ 2.785</b>	<b>39,16</b>	<b>R\$ 2.765</b>	<b>43,58</b>	<b>R\$ 2.738</b>
<i>Remuneração da terra</i>	2,57	R\$ 187	2,19	R\$ 153	1,98	R\$ 121
<i>Remuneração do capital</i>	1,26	R\$ 222	1,50	R\$ 240	1,41	R\$ 162
<b>Custo Total (CT)</b>	<b>41,36</b>	<b>R\$ 3.194</b>	<b>42,84</b>	<b>R\$ 3.158</b>	<b>46,97</b>	<b>R\$ 3.020</b>

Fonte: dados do trabalho

Para os fornecedores autônomos, notam-se diferenças significativas entre os custos “eficientes” e os calculados anteriormente, principalmente com relação às operações mecanizadas (no Centro-Sul) e manuais (no Nordeste). A interpretação destes resultados pode ser feita da seguinte forma: a medida que o produtor contratasse melhores preços de máquinas

e mão-de-obra, menor seriam suas despesas com as operações agrícolas. Da mesma forma, ferramentas de controle de estoques e de planejamentos das compras de insumos poderiam reduzir os desembolsos com adubos, corretivos e defensivos em até R\$ 0,89/t na região Tradicional e R\$ 1,71/t no Nordeste. As despesas administrativas também poderiam ser otimizadas caso os gastos com contas gerais, contadores e funcionários fossem reduzidos. Neste caso, a região Tradicional apresenta maior espaço para reduções nos custos de produção.

Relações semelhantes podem ser observadas nas análises dos valores obtidos para as usinas. Neste caso, chama-se a atenção para a significativa redução das despesas com maquinário no Nordeste e com mão-de-obra na região de Expansão. Os custos com insumos de produção poderiam ser reduzidos de forma expressiva em todas as regiões contempladas.

No caso das despesas administrativas, no Centro-Sul a otimização deste tipo de gastos reduziria entre R\$ 0,92/t e R\$ 0,82/t o custo total de produção. Já no Nordeste, observa-se que as despesas administrativas poderiam ser diminuídas em cerca de 45%, ou seja, poderiam passar de R\$ 8,16/t para R\$ 4,48/t. Tal redução poderia ser observada com o encolhimento da folha de pagamento de funcionários administrativos ligados diretamente ao setor agrícola da usina e via diminuição dos gastos administrativos gerais da usina, abaixando o item rateio dos custos administrativos gerais.

Comparando os resultados dos custos “eficientes” com aqueles previamente calculados, observa-se que os fornecedores da região Tradicional poderiam chegar a um patamar de custos onde o COE seria absorvido pelas receitas da produção, já que a média de preços pagos pela tonelada de cana-de-açúcar no período foi de R\$ 34,88/t. Mesmo assim, a sobra de apenas R\$ 0,08/t não abriria margens para os riscos sabidamente existentes neste tipo de atividade econômica.

Em suma, o custo total do Centro-Sul ficaria entre R\$ 41,17/t e R\$ 43,60/t, frente aos R\$ 43,66/t e R\$ 48,11/t previamente calculados. No Nordeste a diferença seria de R\$ 3,47/t, dos R\$ 59,82/t para R\$ 56,35/t.

Finaliza-se assim a etapa de cálculo dos custos de produção da cana-de-açúcar, ressaltando que a estimativa do custo de produção “eficiente” trata-se apenas de uma abordagem teórica, refletindo uma situação hipotética aplicada aos cenários estudados.

Neste sentido, torna-se necessária uma abordagem equivalente no que tange à determinação dos custos ponderados da cana-de-açúcar, ou seja, o aferimento dos valores

regionais que serão designados como *inputs* aos cálculos dos custos “eficientes” industriais (açúcar e álcool). Seguindo a proposta apresentada na Tabela 42, apresenta-se a seguir os custos “eficientes” ponderados da cana-de-açúcar (Tabela 53).

**Tabela 53 – Custo eficiente ponderado da tonelada da cana-de-açúcar: *input* industrial – Tradicional, Expansão e Nordeste**

Região	R\$/t	% cana própria	CONSECANA	Preço ponderado ( <i>input</i> )
Tradicional - usina	41,36	64%	34,88	39,03
Expansão - usina	42,84	73%	35,41	40,84
Nordeste – usina	46,97	70%	37,42	44,11

Fonte: dados do trabalho

Evidenciam-se a paridade de valores entre as regiões do Centro-Sul e a redução do custo calculado para o Nordeste. Assim, os dados de entrada para as análises industriais são: R\$ 39,03/t para a região Tradicional; R\$ 40,84/t para a de Expansão; e R\$ 44,11/t para o Nordeste.

#### **5.4.2 ESTIMATIVA DO CUSTO DE PRODUÇÃO EFICIENTE – AÇÚCAR E ÁLCOOL**

A proposta de custo de produção industrial “eficiente” para cada caso difere em função de se considerar uma melhor qualidade de matéria-prima e uma diminuição das perdas industriais, do número de funcionários e dos custos administrativos. Trata-se de um custo teórico considera os melhores valores de cada parâmetro aferido a campo. Por outro lado, os custos manutenção, administração industrial, depreciação e custo de oportunidade do capital foram mantidos constantes para não modificar as características produtivas de cada região.

A Tabela 54 e Tabela 55 apresentam respectivamente os parâmetros de qualidade de matéria-prima e perdas industriais utilizadas na produção industrial eficiente dos três perímetros. Destaca-se que todas as informações de qualidade de matéria-prima são baseadas nos valores da melhor usina de cada período todas. O mesmo critério adota-se as perdas industriais. Outros fatores de aumento de eficiência admitido – também baseado em uma estimativa das melhores práticas da amostra – referem-se ao número de funcionários estimados nas unidades industriais “eficientes” e aos custos do setor administrativo. Admitiu-se na análise a hipótese de que apenas 200 funcionários seriam necessários nas fábricas dos



três perímetros e o custo do setor administrativo de usinas eficientes correspondente a 70% do valor médio definido para o tópico 5.2.5.

**Tabela 54 – Qualidade de matéria-prima da produção industrial eficiente**

Descrição	Tradicional	Expansão	Nordeste
pol	15,14%	15,20%	14,07%
fibra	12,70%	12,96%	15,07%
pureza	89,25%	88,43%	81,34%
ar	0,58%	0,51%	0,68%
ART	16,52%	16,51%	15,49%
ATR	14,95%	14,94%	13,79%

Fonte: dados do trabalho

**Tabela 55 – Perdas industriais da produção industrial eficiente**

Descrição	Tradicional	Expansão	Nordeste
Total (perdas LBTI)	6,45%	6,45%	9,70%
<i>Lavagem</i>	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Bagaço</i>	3,67%	3,67%	5,55%
<i>Torta</i>	0,45%	0,45%	0,36%
<i>Indeterminadas</i>	2,33%	2,33%	3,79%
<b>EFICIÊNCIAS</b>			
<i>eficiência de fermentação</i>	92,50%	92,50%	89,50%
<i>eficiência de destilação</i>	99,50%	99,50%	99,50%
<b>MEL FINAL</b>			
<i>pureza do mel final</i>	63,71%	63,71%	43,81%

Fonte: dados do trabalho

A Tabela 56 apresenta os dados de produção obtidos com as qualidades de matéria-prima e perdas industriais admitidas para as unidades industriais eficientes. Os novos valores de produção são significativamente maiores aos das usinas médias apresentadas na Tabela 44. A produção de açúcar nas unidades eficientes são aproximadamente 7% maiores que as médias já a produção de álcool é quase 10% superior.

**Tabela 56 – Dados de produção de açúcar e álcool nas unidades industriais eficientes**

Descrição	Tradicional	Expansão	Nordeste
Açúcar (sacas 50 kg)	2.842.430	2.873.737	1.996.700
<i>branco (sacas 50 kg)</i>	1.568.041	1.746.725	901.218
<i>VHP (sacas 50 kg)</i>	1.288.110	966.594	1.105.926
<i>outros (sacas 50 kg)</i>	-	172.943	-
Álcool (anidro equivalente m <sup>3</sup> )	94.932	94.864	28.582
<i>anidro (m<sup>3</sup>)</i>	37.973	49.235	21.436
<i>hidratado (m<sup>3</sup>)</i>	60.818	48.721	7.629

Fonte: dados do trabalho

Uma vez realizados os cálculos necessários para a obtenção dos custos “eficientes” de produção. A redução dos custos do processo industrial foi de aproximadamente 7% para todos os perímetros (Tabela 57). Ao introduzir no modelo, o custo “eficiente” da cana – matéria prima do processo, o custo total industrial cai em aproximadamente 5%, 7,5% e 10% nos perímetros Centro-Sul tradicional, Centro-Sul expansão e Nordeste respectivamente (Tabela 58).

**Tabela 57 – Custo eficiente do processamento industrial da cana (sem custo da cana)**

Região	Tradicional	Expansão	Nordeste
Descrição do custo industrial	R\$/tc	R\$/tc	R\$/tc
Mão de obra	3,05	3,05	2,75
Insumos	2,35	2,39	2,47
Manutenção	4,14	4,14	3,83
Custo administrativo	2,67	2,48	3,59
<i>Industrial</i>	0,50	0,50	0,50
<i>Rateio do setor administrativo</i>	2,17	1,98	3,09
Custo operacional efetivo (COE)	12,21	12,06	12,64
Depreciação	3,51	3,51	3,64
Custo operacional total (COT)	15,72	15,57	16,28
Custo de capital	5,82	5,83	6,03
Custo total industrial (CT)	21,54	21,40	22,31

Fonte: dados do trabalho

**Tabela 58 – Custo eficiente do processamento industrial da cana (com custo da cana)**

Região	Tradicional	Expansão	Nordeste
Descrição do custo	R\$/tc	R\$/tc	R\$/tc
Custo da cana	39,03	40,84	44,11
Custo operacional efetivo (COE) - sem cana	12,21	12,06	12,64
Custo operacional efetivo (COE) - com cana	51,24	52,90	56,75
Depreciação	3,51	3,51	3,64
Custo operacional total (COT)	54,75	56,41	60,39
Custo de capital	5,82	5,83	6,03
Custo total (CT)	60,57	62,24	66,42

Fonte: dados do trabalho

A redução dos custos eficiente de açúcar e álcool é decorrente dos ganhos de eficiência no processamento industrial da cana, da redução dos custos da matéria-prima e melhor qualidade de matéria-prima. Dessa forma, os custos finais da produção eficiente de açúcar apresentam uma redução de aproximadamente 11% no perímetro tradicional, 12% na expansão e quase 20% na região Nordeste. A Tabela 59 apresenta os custos finais observados nos três perímetros.

A Tabela 60 apresenta dos custos de produção eficiente do álcool. No caso do álcool, a redução de custos é ainda maior que a do açúcar, em função do ganho de rendimento de fermentação. A redução média de custos é de aproximadamente 15% na região Centro-Sul e de 21% na região Nordeste.

**Tabela 59 – Custos de Produção Eficiente (COE, COT e CT): Tradicional, Expansão e Nordeste – Açúcar – (R\$/t e R\$/sc)**

Região Descrição do custo	Tradicional		Expansão		Nordeste	
	R\$/tc	R\$/sc	R\$/tc	R\$/sc	R\$/tc	R\$/sc
Custo da cana	39,03	13,32	40,84	13,87	44,11	16,52
Mão de obra	3,05	1,04	3,05	1,04	2,75	1,03
Insumos	2,59	0,88	2,64	0,90	2,53	0,95
Manutenção	4,14	1,41	4,14	1,41	3,83	1,43
Custo administrativo	2,75	0,94	2,55	0,87	3,66	1,37
<i>Industrial</i>	0,50	0,17	0,50	0,17	0,50	0,19
<i>Rateio do setor administrativo</i>	2,25	0,77	2,05	0,70	3,16	1,18
Custo operacional efetivo (COE)	51,56	17,60	53,21	18,07	56,87	21,30
Depreciação	3,84	1,31	3,84	1,30	3,84	1,44
Custo operacional total (COT)	55,40	18,91	57,05	19,38	60,71	22,74
Custo de capital	6,37	2,17	6,37	2,16	6,37	2,39
Custo total (CT)	61,77	21,08	63,42	21,54	67,08	25,13

Fonte: dados do trabalho

**Tabela 60 – Custos de Produção Eficiente (COE, COT e CT): Tradicional, Expansão e Nordeste – Álcool – (R\$/t e R\$/sc)**

Região	Tradicional		Expansão		Nordeste	
	R\$/tc	R\$/m <sup>3</sup> (eq AEAC)	R\$/tc	R\$/m <sup>3</sup> (eq AEAC)	R\$/tc	R\$/m <sup>3</sup> (eq AEAC)
Custo da cana	39,03	424,24	40,84	441,48	44,11	543,65
Mão de obra	3,05	33,15	3,05	32,97	2,75	33,85
Insumos	2,11	22,93	2,15	23,28	2,36	29,12
Manutenção	4,14	45,00	4,14	44,75	3,83	47,20
Custo administrativo	2,60	28,31	2,42	26,12	3,46	42,59
<i>Industrial</i>	0,50	5,43	0,50	5,41	0,50	6,16
<i>Rateio do setor administrativo</i>	2,10	22,88	1,92	20,71	2,96	36,42
Custo operacional efetivo	50,93	553,63	52,60	568,60	56,50	696,41
Depreciação	3,20	34,78	3,20	34,59	3,20	39,44
Custo operacional total	54,13	588,42	55,80	603,19	59,70	735,85
Custo de capital	5,31	57,70	5,31	57,38	5,31	65,42
Custo total	59,44	646,11	61,11	660,57	65,01	801,27

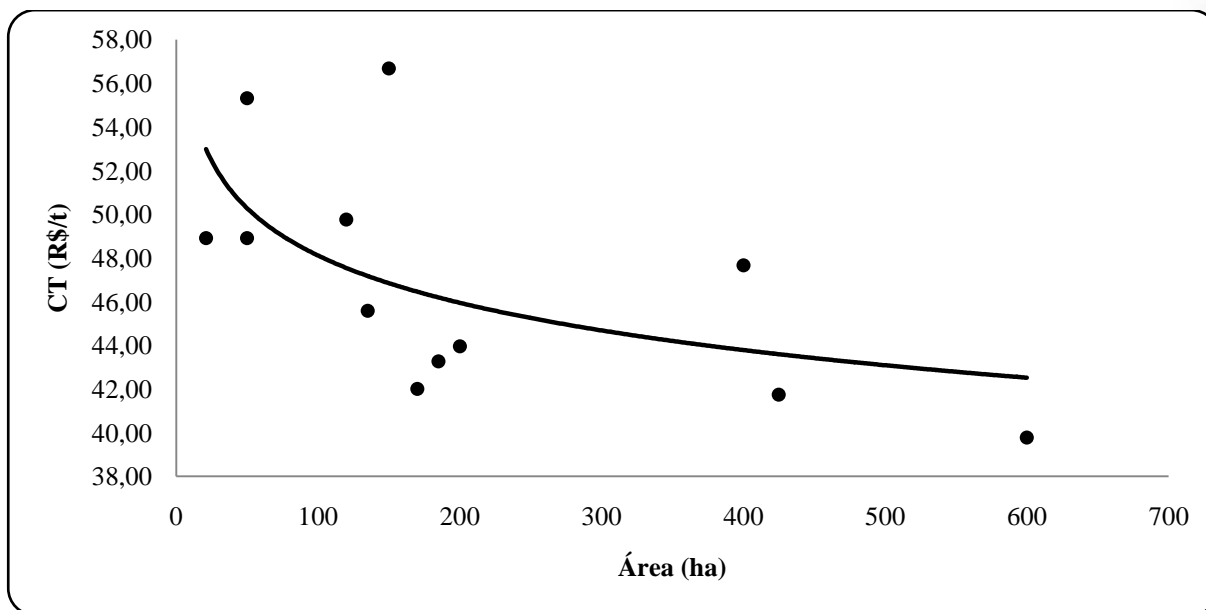
Fonte: dados do trabalho

Comparando os resultados dos custos eficientes com aqueles previamente calculados, observa-se a importância de um correto gerenciamento quanto a número de funcionários, custos administrativos, qualidade de matéria-prima e perdas industriais para a composição dos custos. A redução média de custos superior a 10% destaca a importância de melhorar os níveis de eficiência. Principalmente em uma safra cujos preços médios dos produtos estiveram desfavoráveis a rentabilidade positiva.

Reitera-se que a estimativa do custo de produção “eficiente” é apenas de uma abordagem teórica. Reflete uma situação hipotética em que se adotam as melhores práticas observadas na amostra do estudo. Os números isoladamente não foram observados em uma única unidade industrial. Isto demonstra a dificuldade de se atingir o nível de excelência em diferentes etapas do processo de produção de cana, açúcar e álcool.

### 5.4.3 ECONOMIAS DE ESCALA

Analisando os valores coletados nos painéis com técnicos e fornecedores de cana-de-açúcar, observa-se a presença de economias de escala em função da área cultivável (Figura 58).



**Figura 58 – Economias de escala na produção de cana-de-açúcar: Custo Total (CT) em função da área cultivável (ha) – Painéis selecionados**

Fonte: dados do trabalho

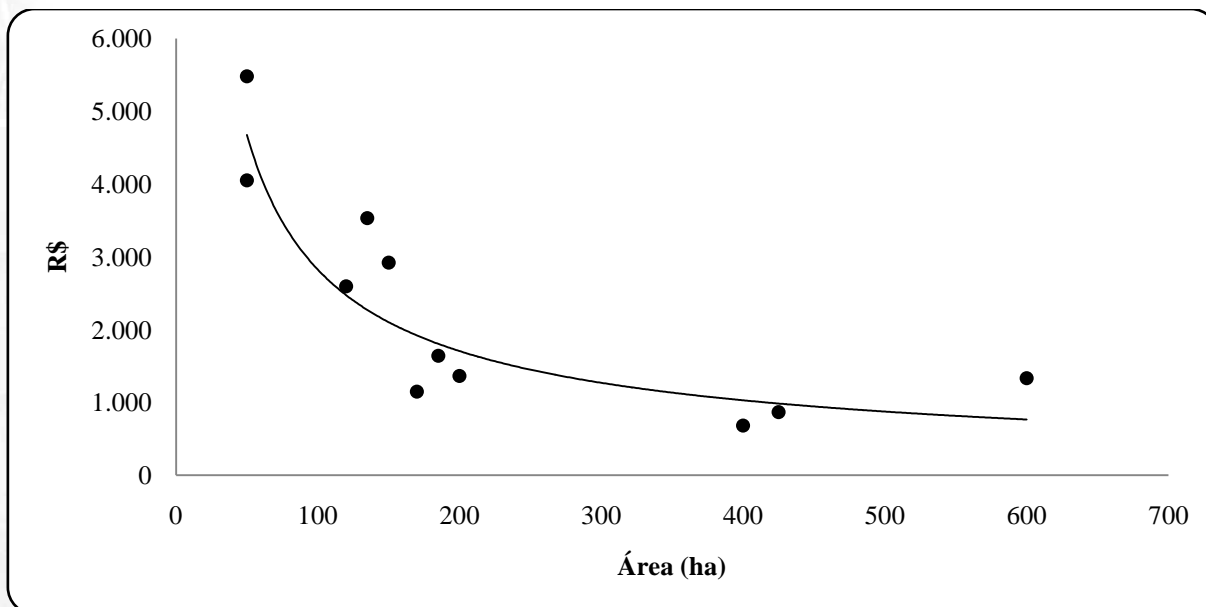
Considerando apenas as observações do Centro Sul<sup>16</sup>, o comportamento assintótico apresentado pela linha de tendência mostra que quanto menor a área cultivável (regiões de Piracicaba/SP e Jacarezinho/PR, por exemplo) maior o Custo Total (CT) de produção. A justificativa para este tipo de comportamento é de que quanto maior o tamanho da propriedade, maior a produção e, conseqüentemente, mais diluídos serão os custos fixos por unidade.

Por exemplo, as despesas administrativas com funcionários são equivalentes em propriedades de 50 ha a 150 ha, uma vez que em todos os casos são necessários o proprietário, um contador e um funcionário responsável (ajudante geral) para o bom funcionamento da fazenda. A adição de um número maior de trabalhadores é dada somente a partir de 170 ha, mas há uma relação menos que proporcional entre a elevação dos gastos com salários e o aumento do tamanho da fazenda.

Outros custos fixos significativos que são diluídos com o acréscimo de área são o montante investido em benfeitorias e em máquinas e implementos agrícolas. Elaborando-se

<sup>16</sup> Excluiu-se os painéis do Nordeste devido as divergências operacionais e tecnológicas observadas nesta região. Como conseqüência destes e outros fatores, os custos de Recife/PE e Maceió/AL apresentaram-se mais elevados do que os do Centro Sul, não cabendo comparação quanto a economias de escala.

um índice de capital investido em maquinário<sup>17</sup> e cruzando-o num gráfico contra a área útil total, nota-se que, em maiores propriedades, há um montante menor de capital investido por hectare, ou seja, houve uma diminuição dos custos de capital e depreciação do maquinário com o aumento da área de lavoura. (Figura 59).



**Figura 59 – Relação entre o capital investido em maquinário (R\$/ha) e área útil (ha) da propriedade – Painéis selecionados**

Fonte: dados do trabalho

Em termos de elasticidade, tem-se uma diminuição no custo total de produção na ordem de 0,0675% para cada 1% de aumento da área<sup>18</sup>. A Equação 26 define a relação de elasticidade existente entre estas duas variáveis:

$$\ln(CT) = 4,1796 - 0,0675 \times \ln(\text{ÁREA}) \quad (26)$$

<sup>17</sup> Para elaboração deste índice divide-se o montante total imobilizado em máquinas e implementos agrícolas pela área útil total (própria mais arrendada). Obtêm-se uma medida, expressa em reais por hectare (R\$/ha), que indica quanto capital o proprietário possui investido para cada hectare de cana plantada.

<sup>18</sup> Valores obtidos pelo coeficiente angular da regressão (Mínimos Quadrados Ordinários) entre os logaritmos neperianos das séries de custos totais em função das áreas, obtidas nos painéis realizados (Centro Sul). Tal resultado expressa a elasticidade da variável dependente em função da explicativa, no caso, do custo total em função da área cultivável.

O mesmo não pode ser concluído com relação às usinas, uma vez que não foram coletadas informações suficientes para que análises estatísticas pudessem ser realizadas. Para que isto se torne possível, é imprescindível que seja feito um aumento no tamanho da amostra, seja pela elevação do número de unidades a serem entrevistadas, seja pela maior aderência das unidades industriais ao estudo.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentado teve como objetivo determinar os custos de produção da cana-de-açúcar, do açúcar e do álcool através do método de cálculo do custo operacional para 3 regiões: Centro-Sul tradicional, Centro-Sul expansão e Nordeste. No caso agrícola foram pesquisados os custos de cana de fornecedores e da própria usina. No caso industrial foram determinados dois modelos de indústria: uma típica para o Nordeste e outra típica para o Centro-Sul. Também foram calculados os custos “eficientes” dos produtos para cada uma destas regiões.

Na região Nordeste e no Centro-Sul, os custos totais de produção agrícolas de fornecedores e usinas ficaram acima do preço médio de compra estabelecido nas regiões. Os custos totais de fornecedores e usinas do Nordeste ficaram em R\$ 54,07/t e R\$ 59,82/t, enquanto o preço médio de compra ficou em R\$ 37,43/t. Já no Centro-Sul, observaram-se custos entre R\$ 43,66/t e R\$ 48,11/t e o preço médio de compra entre R\$ 34,88/t e R\$ 35,41/t.

Mesmo considerando os resultados dos custos “eficientes” o Centro-Sul ficaria entre R\$ 41,17/t e R\$ 43,60/t e o Nordeste R\$ 56,35/t. Ainda acima dos preços pagos para ambas as regiões.

O custo médio industrial das usinas Nordestinas também foi mais alto. O processamento industrial foi de R\$ 24,05/t, enquanto as da região de expansão e tradicional são de R\$ 22,78/t e R\$ 22,98/t respectivamente. Ao se incluir os valores da cana, os custos do Nordeste do açúcar foram de R\$ 73,82/t de cana ou R\$ 29,77/saca de 50 kg, e do álcool, de R\$ 71,65/t de cana ou R\$ 972,24/m<sup>3</sup> de álcool anidro equivalente. No Centro-Sul as diferenças de custos de processamento industrial dos produtos ocorrem em função das diferenças dos custos e da qualidade da matéria-prima. O custo do açúcar foi de R\$ 64,75/t de cana ou R\$ 23,62/sc na região tradicional, e, de R\$ 68,11/t de cana ou R\$ 24,03/sc na região de expansão. Os custos do álcool para a região tradicional foram de R\$ 62,35/t de cana ou R\$ 744,29/ m<sup>3</sup> álcool anidro equivalente e R\$ 65,69/ t de cana ou R\$ 757,70 / m<sup>3</sup> de álcool anidro equivalente para a região de expansão.

A redução dos custos “eficiente” de açúcar e álcool foi decorrente dos ganhos de eficiência no processamento industrial da cana, da redução dos custos da matéria-prima e melhor qualidade de matéria-prima. Dessa forma, os custos finais da produção eficiente de



açúcar apresentam uma redução de aproximadamente 11% no perímetro tradicional, 12% na expansão e quase 20% na região Nordeste.

Este trabalho trouxe uma série de informações primárias inéditas e de grande interesse para o setor. Certamente, o acompanhamento periódico destes indicadores permitirá que os agentes tenham uma referência para aferir sua forma de gerenciamento de custos. O setor público por sua vez teria um número de referência sério e isento, no qual poderia basear as políticas para o desenvolvimento do setor. O aperfeiçoamento deste estudo pode trazer uma série de novas informações, cada vez mais consistentes e, principalmente novos colaboradores.

O estudo de custos chamou a atenção por onde passou e criou uma grande expectativa, pois ainda são poucos os produtores e até usinas que dominam este método. Esta ansiedade do setor por esse tipo de que motiva a equipe para trabalhar em prol da continuidade do levantamento de dados e divulgação das informações.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBANEZ, T., BONIZIO, R.C. & RIBEIRO, E.M.S. Análise da estrutura de custos do setor sucroalcooleiro brasileiro. **Custos e Agronegócio online** – v. 4, n. 1 – Jan/Abr, 2008.

ASSIS, P.E.P. **Configuração industrial e coeficientes técnicos**. Ribeirão Preto: Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas. 2007. 37p.

ASSOCIAÇÃO DOS FORNECEDORES DE CANA DE PERNAMBUCO – AFCP. **Comparativo do KG e da TON de ATR**. Disponível em: <[http://www.afcp.com.br/inicio/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=21&Itemid=42](http://www.afcp.com.br/inicio/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=21&Itemid=42)>.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA. <<http://www.anfavea.com.br/Index.html>>.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Histórico das Metas para Inflação. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/Pec/metas/TabelaMetaseResultados.pdf>>.

BERNARDES, M.S. **Balço hídrico e fertirrigação em cana**. Piracicaba: Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas. 2008. 70p.

BERNARDES, M.S. **Planejamento estratégico da produção de cana-de-açúcar: Fazenda Abadia – Campos dos Goytacazes – RJ**. Piracicaba, 2002. 131 p.

BON, E.P.S., Ethanol Production Via Enzymatic Hydrolysis of Sugar-cane Bagasse and Straw. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Custos de Produção**. Metodologia de Cálculo de Custo de Produção da CONAB. Disponível em:

<<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=213>>.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Acompanhamento da Produção Sucroalcooleira Safra 2007/2008**. Disponível em:

<[http://mapas.agricultura.gov.br/spc/daa/Resumos/Agosto07-08b\\_2.pdf](http://mapas.agricultura.gov.br/spc/daa/Resumos/Agosto07-08b_2.pdf)>.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Balço Energético Nacional 2008**: Ano base 2007. Resultados preliminares. Rio de Janeiro, 2007. 44p.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético e Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2007/2016**. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/site/menu/select\\_main\\_menu\\_item.do?channelId=14753](http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=14753)>.

BRESSAN FILHO, A. **O Etanol como Novo Combustível Universal**: Análise estatística e projeção do consumo doméstico e exportação do etanol brasileiro no período de 2006 a 2011. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Brasília, 2008.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**: uma apresentação didática. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 266p.

CÂMARA, G.M.S. **Instalação e tratos culturais da cana**. Piracicaba: Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas. 2008. 31p.

CARVALHO, G.R. e OLIVEIRA, C. O Setor Sucroalcooleiro em Perspectiva. Circular Técnica – EMBRAPA. Campinas, 2006.

CASTRO, S.S., BORGES, R.O. e AMARAL, R. **Estudo da expansão da cana-de-açúcar no Estado de Goiás**: Subsídios para uma avaliação do potencial de impactos ambientais. Disponível em: <[http://arruda.rits.org.br/oeco/reading/oeco/reading/pdf/estudo\\_preliminar\\_area\\_expansao\\_cana\\_sbpc.pdf](http://arruda.rits.org.br/oeco/reading/oeco/reading/pdf/estudo_preliminar_area_expansao_cana_sbpc.pdf)>.

CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA – CTC. <<http://www.ctc.com.br/>>.

CESAR, M.A.Z. **Planejamento industrial sucroalcooleiro**. Ribeirão Preto: Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas. 2008. 108p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Perfil do Setor do Açúcar e do Alcool no Brasil**. Brasília, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Metodologia de cálculo de custo de produção da CONAB.** Disponível em:

<<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=213>>.

CONSECANA-SP - CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual de Instruções. Piracicaba, 2006. 112 p.

CREPALDI, S.A. **Contabilidade Rural:** uma abordagem decisorial. São Paulo: Atlas, 2005.

DAL BEM, A. J; KOIKE, G.H.A; PASSARINI, L.C. Modelagem e simulação para o processo industrial de fabricação de açúcar e álcool. Revista Minerva – Pesquisa & Tecnologia. Volume 3, Número 1 - janeiro a junho de 2006.

DEDINI INDÚSTRIAS DE BASE. MCD 01 Moendas Dedini. Disponível em: <<http://www.dedini.com.br/pt/pdf/mcd.pdf>>. Acesso em 11 de fevereiro de 2009.

DUARTE JÚNIOR, J.B. Avaliação agrônômica da cana-de-açúcar, milho e feijão em sistema de plantio direto em comparação ao convencional em Campos dos Goytacazes – RJ. 2006. 284 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2006.

FERNANDES, A.C. **Cálculos na Agroindústria da Cana-de-açúcar.** Piracicaba: STAB, 2003. 240p.

IEDA, E. **Reinventando a Usina: Modelo de Negócios Brenco.** In: 8º CBA – CONGRESSO BRASILEIRO AGROINDUSTRIAL, 8., 2008, Ribeirão Preto. Piracicaba: STAB – Sociedade do Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 2008. Disponível em: <[http://www.stab.org.br/agenda/eventos/8\\_cba/palestra/eduardo\\_ieda.pdf](http://www.stab.org.br/agenda/eventos/8_cba/palestra/eduardo_ieda.pdf)>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO – IBAPE-SP. **Estudo de vidas úteis para máquinas e equipamentos.** 2007.

GOES, T. e MARRA, R. **A expansão da cana-de-açúcar e sua sustentabilidade.** Embrapa, 2008. Disponível em <<http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2008>>.

GOUVEIA, A.M.G., HADDAD, J.P.A, RIBEIRO, J.G.B.L. **Viabilidade econômica da criação de ovinos de corte nas regiões Centro-Oeste e Sudeste.** Tecnologia Fácil. Brasília, 2006.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO AGROINDUSTRIAL LTDA – IDEA.

**Indicadores agrícolas do setor sucroalcooleiro: Safra 2005/06.** Ribeirão Preto, 2006.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA. Base de Dados. Preços Agrícolas. Preços médios pagos. Disponível em <<http://www.iea.sp.gov.br/out/banco/menu.php>>. Acesso em 21 de Nov. 2008.

INSTITUTO FNP. **Arrendamento de terras.** Relatório semestral – N.º 01 -Julho/Dezembro, 2007.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. Taxa de juros: CDB / pré-fixado. Disponível em: <[http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?SessionID=767888613&Tick=1236112471453&VAR\\_FUNCAO=SubmeterFormulario%28%27frmMain%27%2C%27Series%3FSessionID%3D767888613%26Text%3Dtaxa%20di%26Tick%3D1236112471453%27%29%3B&Mod=M](http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?SessionID=767888613&Tick=1236112471453&VAR_FUNCAO=SubmeterFormulario%28%27frmMain%27%2C%27Series%3FSessionID%3D767888613%26Text%3Dtaxa%20di%26Tick%3D1236112471453%27%29%3B&Mod=M)>.

MACEDO. I. C. Geração de energia elétrica a partir de biomassa no Brasil: situação atual, oportunidades e desenvolvimento. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Junho 2001. Disponível em: <[http://www.cgee.org.br/arquivos/estudo003\\_02.pdf](http://www.cgee.org.br/arquivos/estudo003_02.pdf)>.

MARTIN, N.B.; SERRA, R.; ANTUNES, J.F.G.; OLIVEIRA, M.D.M. e OKAWA, H. **CUSTOS: Sistema de custos de produção agrícola.** Informações Econômicas. V. 24, n. 9. São Paulo, set. 1994.

MARTHA JÚNIOR, G.B. **Dinâmica de uso da terra em resposta à expansão da cana-de-açúcar no Cerrado.** Revista de Política Agrícola, Brasília, ano XVII, n. 3, p. 31 – 43, Jul./Ago./Set. 2008.

MILANEZ, A. Y.; BARROS N. R.; FAVERET FILHO, P. S. C. **O perfil do apoio do BNDES ao setor sucroalcooleiro.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 28, p. 3-36, set. 2008.

MORAES, C. Opções de produção de cana. Disponível em: <[http://www.zebu.paraomundo.com/zebu/index.php?option=com\\_content&task=view&id=661&Itemid=46](http://www.zebu.paraomundo.com/zebu/index.php?option=com_content&task=view&id=661&Itemid=46)>.

NASTARI, P.M. O Setor Brasileiro de Cana-de-açúcar: perspectivas de crescimento.

Disponível em:

<[http://portalexame.abril.com.br/static/aberto/complementos/870/nastari\\_presentation.pdf](http://portalexame.abril.com.br/static/aberto/complementos/870/nastari_presentation.pdf)>.

NEVES, M.F. e CONEJERO, M.A. **Sistema agroindustrial da cana:** cenários e agenda estratégica. Economia Aplicada, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 587 – 604, out/dez 2007.

PACHECO, E.P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas.** Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21p.

PAIVA, R.P.O. Um modelo baseado em seleção de processos e dimensionamento de lotes para planejamento agregado da produção em usinas de açúcar e álcool. 2006. 184 p.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

PEREIRA, A.R., ANGELOCCI, L.R. e SENTELHAS, P.C. Meteorologia Agrícola. 3ª Edição. Piracicaba, 2000.

PERINA, R.A., SICILIANO, A. e PERINA, A.L.A. **Valor de Empresas do Setor Sucroalcooleiro: Um Modelo de Avaliação.** 2008. Disponível em: < <http://www.pecege.esalq.usp.br/site/index.php?task=artigos&idArtigo=6>>.

PROCANA. **Novo Anuário da Cana 2008.** Ribeirão Preto.2008.258 p.

RIPOLI, T.C.C. **Colheita da cana.** Piracicaba: Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas. 2008. 110p.

RIPOLI, T.C.C. **Plantio mecanizado da cana.** Piracicaba: Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas. 2008. 80p.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C.; CASAGRANDE, D.V. e IDE, B.Y. **Plantio da cana-de-açúcar: estado da arte.** Esalq, 2007. 198p.

SCA ETANOL DO BRASIL. Relatório da Safra 2007/08 – Centro-Sul.

SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E. e NÓBREGA, J.C.M. **Atualizações em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba, CP 2, 2006. 415p.

SENTELHAS, P.C., PEREIRA, A.R., MARIN, F.R., ANGELOCCI, L.R., ALFONSI, R.R., CARAMORI, P.H., SWART, S. BHBRASIL - Balanços hídricos climatológicos de 500 localidades brasileiras. Piracicaba, ESALQ/USP. CD-ROM, 1999.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL NO ESTADO DE ALAGOAS - SINDAÇÚCAR-AL. <<http://www.sindacucar-al.com.br/www/index.asp>>.

SOUZA, Z.J. e AZEVEDO, P.F. Geração de energia elétrica excedente no setor sucroalcooleiro: um estudo a partir das usinas paulistas. RER, vol. 44, nº 02, p. 179-199. Rio de Janeiro. 2006.

TONETO JÚNIOR, R., PALOMINO, J.M. e LIBONI, L. Uma agenda competitiva para a indústria paulista. Setor Sucroalcooleiro. Nota Técnica – FIPE. São Paulo. 2008.

THORNTHWAITE, C.W. e MATHER, J.R. The water balance. **Publications in Climatology**. New Jersey, Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR – UNICA. <<http://www.unica.com.br/>>.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA – UDOP. <<http://www.udop.com.br/>>.

VALLE, F. **Manual de Contabilidade Agrária**. São Paulo: Atlas, 1987.

XAVIER, C.E.O. Localização de tanques de armazenagem de álcool combustível no Brasil: aplicação de um modelo matemático de otimização. 2008. 175p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.



## ANEXOS





## CUSTOS COM OPERAÇÕES AGRÍCOLAS

Descrição	VU	Un.	Qtde.	R\$/ha	Área (ha)	Total (R\$)	R\$/ton
<b>OPERAÇÕES MECANIZADAS</b>							
<b>1 - PREPARO DE SOLO</b>							
Dessecação para plantio							
Eliminação de soqueiras							
Aração							
Sistematização do terreno							
Confecção dos terraços							
Gradagem aradora							
Gradagem niveladora							
Subsolagem							
Calagem							
Gessagem							
Manutenção de estradas							
Conservação de carregadores							
<b>2 - PLANTIO</b>							
Sulcação/Adubação							
Distribuição torta de filtro							
Plantio mecanizado							
Carregamento de mudas (viveiro)							
Transporte de mudas (viveiro)							
Cobrição/aplic. de inset. e nemat.							
Distribuição de muda							
<b>3 - TRATOS CULTURAIS</b>							
Adubação							
Aplicação de maturador							
Aplicação de inseticida							
Aplicação de herbicida							
Aplicação de vinhaça							
Transporte insumos							
Enleiramento							
Tríplice operação							
Transp. água aplic. Defensivos							
Irrigação de apoio							
Cultivo/Adubação							
Quebra - lombo							
Carpa química							
<b>4 - CCT</b>							
Aceiro							
Corte mecanizado + transbordo							
Carregamento, reboque e engate							
Transporte							
<b>OPERAÇÕES MANUAIS</b>							
<b>1 - PREPARO DE SOLO</b>							
Marcação, análise solo, etc							
<b>2 - PLANTIO</b>							
Despalha e corte de mudas							
Distribuição de mudas							
Corte de muda em toletes							
Repasso							
Recobrição							
<b>3 - TRATOS CULTURAIS</b>							
Carpa química							
Carpa repasse							
Combate formiga							
Manejo de irrigação							
Aplicação de herbicidas							
Adubação							

Continua...

Continuação...

<b>4 – COLHEITA</b>							
Auditoria de colheita							
Auditoria de cultivo							
Aceiro							
Queima							
Queima da palha							
Catação da bituca							
Colheita manual							

### INSUMOS

Descrição	VU	Un.	Qtde.	R\$/ha	Área (ha)	Total (R\$)	R\$/ton
<b>INSUMOS</b>							
<b>1 - FERTILIZANTES CANA-PLANTA</b>							
XX - XX - XX							
<b>2 - HERBICIDA CANA-PLANTA</b>							
Combine/Gamit + Herbipak							
Boral + Herbipak							
Glifosato							
<b>3 - CALAGEM / GESSAGEM</b>							
Calcário							
Gesso							
Fósforo							
<b>4 - FERTILIZANTES CANA-SOCA</b>							
XX - XX - XX							
<b>5 - HERBICIDA CANA-SOCA</b>							
2,4 D							
Volcane							
Velpar K							
<b>6 – OUTROS</b>							
Mudas							
Inseticida (Regente)							
Nematicida (Furadan)							
Maturador							
Inseticida (Actara)							
Cotesia Flavipes							

### BENFEITORIAS

Descrição	Material	Tamanho	Qtde.	Valor
<b>Total</b>				
<b>Total (R\$/ha)</b>				
<b>Total (R\$/t)</b>				
<b>Taxa seguro predial</b>				%
<b>Taxa manutenção predial</b>				%
<b>Grau utilização cana</b>				%

Fonte: dados do trabalho

## MAQUINÁRIOS

Máquina/Implemento	Descr.	Qtde.	Ano	Valor
Aceirador (tombador)				
Ancinho enleirador				
Aplicador defensivo (pulverizador acoplado trator)				
Arado fixo hidráulico				
Arado fixo leve				
Arado subsolador disco e rolo				
Caminhão ¾				
Caminhão Comboio				
Caminhão Oficina				
Caminhão para transporte de adubo equipado com guincho				
Caminhão Pipa				
Caminhão Prancha				
Caminhão Procalda Tanque de Fibra				
Caminhão Transbordo VW 31-260 para 12 T e pneus de alta flutuação				
Caminhão VW 31-260 para transporte de fardos				
Caminhão VW 360 para transporte de cana				
Caminhão VW 380 para transporte de cana				
Carregadora de cana				
Carreta aplicadora corretivo				
Carreta Tanque				
Carretel Hidro Roll				
Carroceria				
Cobridor				
Colhedora				
Compostador				
Conjunto Bi Trem				
Cultivador				
Destruidor de soqueiras				
Distribuidor de fertilizantes				
Enleiradora				
Grade intermediária				
Grade niveladora				
Grade pesada				
Grade terraceadora				
Lâmina (sistematização)				
Motocicleta				
Motoniveladora 140-185 hp				
Nivelador leve				
Nivelador normal				
Ônibus				
Pá-carregadeiras				
Pá-traseira				
Plantadora				
Pulverizador acoplado trator				
Pulverizador manual 18 l				
Reboque canavieiro cana inteira				
Reboque canavieiro cana picada				
Retroescavadeira > 75 cv.				
Roçadora				
Semi-reboque canavieiro cana picada				
Subsolador				
Sulcador				
Terraceador				
Transbordo				
Trator 4x2				
Trator 4x4				
Trator esteira				
Trator leve carregadora cana				
Utilitários (pesado)				
Utilitários (leve)				
<b>Grau de utilização para cana (%)</b>		%		

Fonte: dados do trabalho

## EQUIPAMENTOS DE IRRIGAÇÃO/FERTIRRIGAÇÃO

FERTIRRIGAÇÃO			IRRIGAÇÃO		
Item	Un.		Item	Un.	
Tipo de irrigação			Tipo de irrigação		
Sistema de fertirrigação			Sistema de fertirrigação		
Investimento em ativos fixos		R\$	Investimento em ativos fixos		R\$
Vida útil dos equipamentos		anos	Vida útil dos equipamentos		anos
Mão-de-obra mobilizada		homens	Mão-de-obra mobilizada		homens
Salário médio da mão-de-obra		/mês	Salário médio da mão-de-obra		/mês
Tempo de aplicação (meses)		meses	Tempo de aplicação (meses)		meses
Área aplicada		ha	Área aplicada		ha
Raio médio de aplicação		km	Raio médio de aplicação		km
Lâmina aplicada		mm/ha	Lâmina aplicada		mm/ha
Eficiência de aplicação		%	Eficiência de aplicação		%
<b>ESPECIFICIDADES:</b>			<b>ESPECIFICIDADES:</b>		
Item	Descr.	Qtde.	Item	Descr.	Qtde.
Caminhões apoio (n°)			Caminhões apoio (n°)		
Carretéis (n°)			Carretéis (n°)		
Caminhões tanque (n°)			Caminhões tanque (n°)		
Carretas (n°)			Carretas (n°)		
Tratores (n°)			Tratores (n°)		
Tubos de aço zincado(km)			Tubos de aço zincado(km)		
Tubos de alumínio (km)			Tubos de alumínio (km)		
Valas de distribuição (km)			Valas de distribuição (km)		
Motobombas (n°)			Motobombas (n°)		
Eletrobombas (n°)			Eletrobombas (n°)		
<b>Grau de utilização para cana</b>			<b>Grau de utilização para cana</b>		
		%			%

Fonte: dados do trabalho

## ANEXO B – QUESTIONÁRIO INDUSTRIAL

### DADOS DE PRODUÇÃO

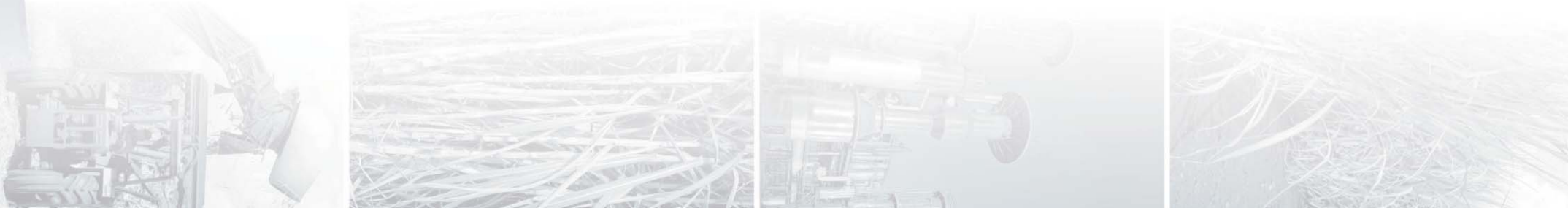
Nome da empresa:			
Localização (cidade/Estado):			
Contato			
<b>DADOS TÉCNICOS DE PRODUÇÃO</b>		<b>INDICADORES DE PRODUTIVIDADE</b>	
Capacidade diária de moagem	ton/dia	Horas de moagem	horas/dias
Moagem total	ton	Horas de destilação	horas/dias
Moagem diária (efetiva)		Horas paradas	horas
Própria	ton	Estimativa de eficiência de tempo	%
Fornecedores	ton	<b>OUTROS INDICADORES</b>	
Dias de safra		Mix de produção (em ART) (%)	Açúcar
Data de início de safra	data		Álcool
Data de fim de safra	data	Ano de construção da Usina	
Produção de açúcar (ton ou sacas/safra):	ton, SC	Obs:	
Açúcar Branco – MI	ton, sc		
Açúcar Branco – ME	ton, sc		
Açúcar VHP	ton, sc		
Açúcar outros	ton, sc		
Produção de álcool :	m <sup>3</sup>		
Produção de álcool hidratado – MI	m <sup>3</sup>		
Produção de álcool hidratado – ME	m <sup>3</sup>		
Produção de álcool Anidro – MI	m <sup>3</sup>		
Produção de álcool Anidro – ME	m <sup>3</sup>		
Produção de álcool outros fins – MI	m <sup>3</sup>		
Produção de álcool outros fins – ME	m <sup>3</sup>		
Produção de eletricidade	MWh		
Consumo próprio de energia	MWh		
Excedente exportado de energia	MWh		
Compra de energia	MWh		
Venda de bagaço	ton/safra		
Compra de bagaço	ton/safra		
Preço do bagaço	R\$/t		

Fonte: dados do trabalho

## CONFIGURAÇÃO INDUSTRIAL

1. Qual sistema de entrega de cana utilizado na usina? (bate-e-volta, patio de cana, etc)	
2. Qual a forma de extração de caldo utilizada (moenda ou difusor)? Dimensões da moenda ou difusor?	
3. Número de linhas extração (tandens de moenda ou número de difusores)? Capacidade de cada um?	
4. Qual o tipo de acionamento utilizado para preparação de cana (turbina a vapor ou motor elétrico)	
5. Número de linhas de tratamento de caldo? É separada a linha de açúcar e a de álcool?	
6. Número de linhas de destilação?	
7. A usina produz álcool anidro? Qual o dispositivo utilizado sua produção? (coluna de monoetileno, ciclohexano, peneira molecular)	
8. A usina produz açúcar refinado?	
9. Há atualmente existência de COI (ou de uma ou mais salas de gerenciamento da linha de produção industrial)?	
10. Qual o número de funcionários na fábrica?	
11. Qual a capacidade de estocagem de da usina?	
Açúcar (sacas ou ton)	
Álcool (m <sup>3</sup> )	

Fonte: dados do trabalho



## GERAÇÃO DE VAPOR E ELETRICIDADE

GERAÇÃO DE VAPOR	Capacidade de produção (ton/h)	Produção Real(ton/h)	pressão (bar)	temperatura (°C)
Produção média de vapor				
Capacidade instalada geração de vapor:				
Caldeira 1				
Caldeira 2				
Caldeira 3				
Caldeira 4				
Perdas de vapor				
Consumo próprio de vapor de processo (escape):				
Consumo de vapor reduzido:				
Vapor ao condensador:				

### GERAÇÃO DE ENERGIA

Potência total de co-geração		
Gerador 1		MW
Gerador 2		MW
Gerador 3		MW
Gerador 4		MW
Potência total utilizada de co-geração		MW
Energia elétrica produzida total		MWh
Consumo próprio de energia		MWh
Excedente exportado de energia		MWh
Compra de energia		MWh

Fonte: dados do trabalho



## QUALIDADE DA CANA E PERDAS INDUSTRIAIS

### QUALIDADE DA CANA

POL da cana (Pol%cana)		%
Fibra da cana		%
AR		%
ATR		kg/t
Pureza da cana		%

### PERDAS

Perdas industriais comuns		
Lavagem		%
Porcentagem de cana lavada		
Bagaço (extração)		%
Pol do bagaço		%
umidade do bagaço		%
fibra do bagaço		%
quantidade produzida		kg/t
Torta (trat. caldo)		ton
Pol do bagaço		%
quantidade produzida		kg/t
Indeterminadas		%

Fonte: dados do trabalho

### TIPO DE ENTREGA DE CANA

Inteira		%
Picada		%
Integral (recolhimento de palhiço)		%

### ÍNDICES DE IMPUREZAS DE CANA

vegetal		kg/t
mineral		kg/t

### RENDIMENTOS

Eficiência de extração (pol%pol)		%
Fabrica de Alcool		
Rendimento prático de fermentação		%
Rendimento de Destilação		%
Fabrica de Açúcar		
Pureza do mel final		%



## INSUMOS INDUSTRIAIS CONSUMÍVEIS

Produto	Processo	Insumo utilizado	unidade	Total utilizado	Preço mínimo	Preço médio	Preço máximo
Produtos Químicos	Extração	Quaternário de Amônia	Kg				
	Tratamento de caldo	Cal virgem	Kg				
		Anti-incrustante	Kg				
		Floculante - Decantador	Kg				
	Tratamento de água	Soda Caustica	Kg				
		Sal Grosso	Kg				
		Policloreto de Alumínio	Kg				
	Fermentação	Ácido Sulfúrico (pureza:98%)	Kg				
		Dispersante	Kg				
		Anti-biótico (Bactericida)	Kg				
		Antiespumante	Kg				
		Nutriente	Kg				
	Destilação	Leveduras	Kg				
		Desidratante (MEG ou ciclohexano)	L				
	Fábrica de Açúcar	Soda Caustica	Kg				
		Enxofre (Açúcar Branco)	Kg				
		Lubrificante de massa	Kg				
	Tratamento de Caldeira*	Ácido Fosfórico	Kg				
		Fosfato	Kg				
		Sulfito	Kg				
Dispersante		Kg					
Soda Caustica		Kg					
Tratamento de vapor	Neutralizante vapor	Kg					
Carregamento álcool	Corretivo pH (ART AL)	Kg					
Eletrodos Especiais		Eletrodos de facas e desfibradores	Kg				
		Chapiscos	Kg				
		Picotes	Kg				
		Base, sobrebase e lateral	Kg				
Lubrificantes e Combustíveis		Lubrificantes	L				
		Combustíveis (Diesel e Gasolina)	L				
Embalagens**		Fios de polyester	Kg				
		Sacos (50kg) ate 1200 kg big bag	sacos				
Energia Elétrica comprada		DEMANDA CONTRATADA	MWh				

## SALÁRIOS INDUSTRIAIS

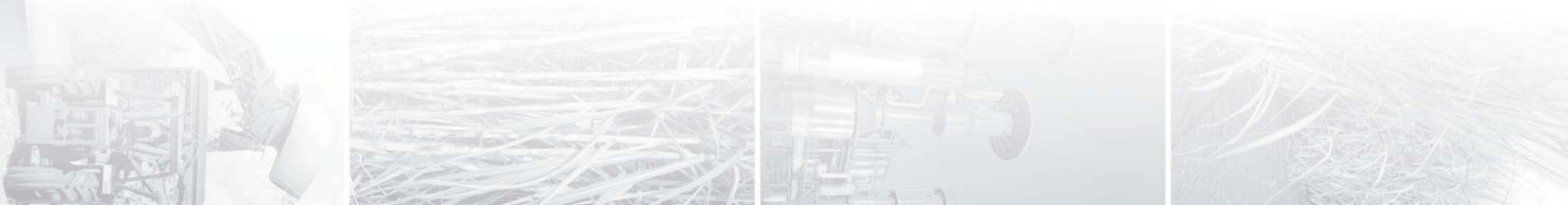
<b>SALÁRIOS INDÚSTRIA (Total)</b>		<b>R\$</b>			
<b>Descrição</b>	<b>Qtde.</b>	<b>Salário</b>	<b>Encargos</b>	<b>Bônus</b>	<b>Total</b>
Diretoria/Superintendência					
Gerência/Engenheiro					
Chefe de área/Supervisor					
Secretaria/Auxiliares Administrativos					
Técnico					
Operador/ Ajudante					

Fonte: dados do trabalho

## CUSTOS ADMINISTRATIVOS

<b>CUSTOS ADMINISTRATIVOS DIVERSOS (setor administrativo da empresa)</b>						<b>R\$</b>
<b>CUSTOS ADMINISTRATIVO (setor industrial)</b>						<b>R\$</b>
<b>CUSTO DO SERVIÇOS DE ASSISTÊNCIA SOCIAL</b>						<b>R\$</b>
<b>INSUMOS ADMINISTRATIVOS (Total da empresa)</b>						<b>R\$</b>
<b>SALÁRIOS ADMINISTRATIVO (Total)</b>						<b>R\$</b>
<b>Descrição</b>	<b>Qtde.</b>	<b>Salário</b>	<b>Encargos</b>	<b>Bônus</b>	<b>Total</b>	
Diretoria/Superintendência						
Gerência/Engenheiro						
Chefe de área/Supervisor						
Secretaria/Auxiliares Administrativos						
Técnico						
Operador/ Ajudante						

Fonte: dados do trabalho



## CUSTOS DE MANUTENÇÃO

	Materiais	Serviços	TOTAL	
<b>Recepção</b>				R\$
<b>Preparo</b>				R\$
<b>Moagem</b>				R\$
<b>Tratamento de caldo</b>				R\$
<b>Captação, tratamento e distribuição de água</b>				R\$
<b>Geração de vapor</b>				R\$
<b>Laboratórios</b>				R\$
<b>Auxiliares (Controle Industrial, Manutenção e Ar comprimido)</b>				R\$
<b>Álcool</b>				
<b>Fermentação</b>				R\$
<b>Destilaria</b>				R\$
<b>Armazenagem</b>				R\$
<b>Açúcar</b>				
<b>Fabricação</b>				R\$
<b>Armazenagem</b>				R\$
<b>Energia</b>				
<b>Geração e distribuição de energia</b>				R\$
<b>TOTAL</b>				R\$

Fonte: dados do trabalho

## CUSTOS DE INVESTIMENTOS

	Materiais	Serviços	TOTAL	
<b>Recepção</b>				R\$
<b>Preparo</b>				R\$
<b>Moagem</b>				R\$
<b>Tratamento de caldo</b>				R\$
<b>E.T.A</b>				R\$
<b>Geração de vapor</b>				R\$
<b>Laboratórios</b>				R\$
<b>Auxiliares (Controle Industrial, Manutenção e Ar comprimido)</b>				R\$
<b>Álcool</b>				
<b>Fermentação</b>				R\$
<b>Destilaria</b>				R\$
<b>Armazenagem</b>				R\$
<b>Açúcar</b>				
<b>Fabricação</b>				R\$
<b>Armazenagem</b>				R\$
<b>Energia</b>				
<b>Geração e distribuição de energia</b>				R\$
<b>TOTAL</b>				R\$

Fonte: dados do trabalho





**Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas**

Av. Pádua Dias, 11 – Caixa Postal 252 – CEP 13400-970 – Piracicaba – SP

19 3434-1333 / 34351022 – [pecege@esalq.usp.br](mailto:pecege@esalq.usp.br) – [www.pecege.esalq.usp.br](http://www.pecege.esalq.usp.br)