



cgée



Estudo Energias Renováveis - Etanol de Cana

Áreas Tradicionais

Relatório Final



cgée

Ministério da
Ciência e Tecnologia



Estudo Energias Renováveis – Etanol de Cana Áreas Tradicionais

Relatório Final



Brasília, DF
Junho, 2008

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

Presidenta

Lucia Carvalho Pinto de Melo

Diretor Executivo

Marcio de Miranda Santos

Diretores

Antonio Carlos Filgueira Galvão

Fernando Cosme Rizzo Assunção

Estudo Energias Renováveis – Etanol de Cana. Áreas Tradicionais. Relatório Final.
Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2008.
173 p : il.

1. Energias Renováveis - Brasil. 2. Energias Tradicionais – Brasil. 3. Política Energética -
Brasil. I. Título. II. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.

*Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
SCN Qd 2, Bl. A, Ed. Corporate Financial Center sala 1102
70712-900, Brasília, DF
Telefone: (61) 3424.9600
<http://www.cgee.org.br>*

Esta publicação é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do Contrato de Gestão CGEE – 13º Termo Aditivo/Ação:
Energias Renováveis: Etanol de Cana - Áreas Tradicionais/MCT/2008.

Todos os direitos reservados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Os textos contidos nesta publicação poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que citada à fonte.

Estudo Energias Renováveis – Etanol de Cana

Áreas Tradicionais

Relatório Final

Supervisão

Marcio de Miranda Santos

Consultores

Rogério Cezar de Cerqueira Leite (Coordenador)

Luís Augusto Barbosa Cortez (Coordenador Adjunto)

Oscar Antonio Braunbeck

Carlos Eduardo Vaz Rossell

Manoel Regis Lima Verde Leal

Mirna Ivonne Gaya Scandiffio

Djalma Euzébio Simões Neto

Carlos Brancildes M. Calheiros

Geraldo Veríssimo

Efraim Albrecht

Marcio Michelazzo

Clebio Santo Matioli

Terezinha de Fátima Cardoso

Miguel Douglas O. Martins

Isis Maria Ditrich Demario Fujij

Equipe técnica do CGEE

Marcelo Khaled Poppe (Coordenador)

Ana Carolina Silveira Perico (Especialista)

SUMÁRIO

	SUMÁRIO EXECUTIVO.....	01
1.	ÁREAS TRADICIONAIS	07
2.	MAPEAMENTO DE ÁREAS COM POTENCIAL PARA PRODUÇÃO DE ETANOL NAS ÁREAS TRADICIONAIS (NORDESTE ORIENTAL: BA, SE, PE, PB, RN E NORTE FLUMINENSE: RJ	12
2.1	AVALIAÇÃO DE RESERVAS, SOLO, CLIMA, DECLIVIDADE (MAPA-BASE CTC) EM ESCALA 1:5.000.000	12
2.1.1	ÁREAS SELECIONADAS.....	14
2.1.2	POTENCIAL EDAFOCLIMÁTICO NAS DEZ ÁREAS SELECIONADAS.....	16
2.1.3	DISPONIBILIDADE HÍDRICA DAS ÁREAS TRADICIONAIS SELECIONADAS.....	18
2.1.4	DECLIVIDADE E RESERVAS.....	19
2.1.5	BIODIVERSIDADE	20
2.1.6	POTENCIAL PARA A EXPANSÃO DA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	22
2.1.7	COMPORTAMENTO DA PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR.....	24
2.2	LEVANTAMENTO DA ÁREA OCUPADA COM CULTURAS PERMANENTES E TEMPORÁRIAS E SUA EVOLUÇÃO ATÉ 2025	25
2.2.1	DISPONIBILIDADE DE ÁREA E POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE ETANOL - ATUALMENTE	28
2.3	ESTUDO LOGÍSTICO PARA ESCOAMENTO DE ETANOL: ESTIMATIVA DE INVESTIMENTOS EM DUTOS, CENTROS COLETORES E TERMINAIS MARÍTIMOS	30
2.3.1	PORTOS.....	32
2.3.2	DUTOS	37
3	DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DA CANA EM ÁREAS	

	SELECIONADAS (AL, PE).....	40
3.1	VISITAS A USINAS E DESTILARIAS DOS ESTADOS DE ALAGOAS E PERNAMBUCO.....	40
3.1.1	ALAGOAS.....	40
3.1.2	PERNAMBUCO.....	50
3.2	ENTREVISTA COM DR. CÂNDIDO CARANÚBA MOTA – PRESIDENTE DA STAB LESTE.....	61
4	RECOMENDAÇÕES RELATIVAS À REVITALIZAÇÃO DE ÁREAS SELECIONADAS NOS ESTADOS DO NORDESTE.....	63
4.1	ESCOLARIDADE E QUALIFICAÇÃO DOS TRABALHADORES NA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	64
4.2	MECANIZAÇÃO DE BAIXO IMPACTO PARA TERRENOS DECLIVOSOS DA REGIÃO NORDESTE.....	67
4.2.1	PERFIL DE UMA MECANIZAÇÃO ADAPTADA A TERRENOS DECLIVOSOS.....	68
4.3	TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO.....	90
4.4	VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE PERNAMBUCO.....	98
4.4.1	INTRODUÇÃO.....	98
4.4.2	REGIÃO CANAVIEIRA DE PERNAMBUCO E O MELHORAMENTO GENÉTICO.....	99
4.5	UTILIZAÇÃO DE LÍQUIDOS NA PRODUÇÃO VEGETAL – IRRIGAÇÃO E/OU FERTIRRIGAÇÃO DO CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO NORDESTE DO BRASIL.....	125
5.	DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL E EXPECTATIVAS DO SETOR SUCROALCOOLEIRO DOS ESTADOS DO NORDESTE.....	129
5.1	SITUAÇÃO DA CULTURA DE CANA E IMPACTO DA MESMA NO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL.....	130
5.2	PERFIL DE PRODUÇÃO: MOAGEM, PRODUÇÃO DE AÇÚCAR E ETANOL.....	131
5.3	PERFIL TÉCNICO DO SETOR INDUSTRIAL DAS USINAS.....	135

5.4	DIAGNÓSTICO E RECOMENDAÇÕES PARA O SETOR INDUSTRIAL.....	141
6.	PROPOSTA DE POLÍTICAS PÚBLICAS VISANDO A REVITALIZAÇÃO DAS ÁREAS TRADICIONAIS (MODELOS DE FOMENTO À MODERNIZAÇÃO TECNOLÓGICA E ADMINISTRATIVA.....	143
6.1	EVOLUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR	143
6.2	SUBSÍDIOS E ORIENTAÇÕES PARA POLÍTICAS PÚBLICAS NO NE	146
6.2.1	ÁREA AGRÍCOLA	146
6.2.2	ÁREA INDUSTRIAL	151
6.2.3	ENERGIA ELÉTRICA.....	152
6.2.4	GERENCIAMENTO.....	152
6.2.5	ESCOAMENTO/INFRA ESTRUTURA/LOGÍSTICA	153
6.2.6	EMPREGO E RENDA.....	154
6.2.7	EXTENSÃO / PESQUISA	154
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	155

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1	.....	07
Figura 1-1:	Produção de cana-de-açúcar na região Norte/Nordeste....	08
Figura 1-2:	Evolução das safras de cana-de-açúcar	09
Figura 1-3:	Área plantada de cana-de-açúcar safras 06/07 e 07/08	09
Figura 1-4:	Participação na produção nacional de cana-de-açúcar NE e SE	10
Figura 1-5:	Produtividade da cana-de-açúcar de 1997 – 2004/2005 em toneladas por hectare	10
Figura 1-6:	Evolução da produtividade da cana-de-açúcar de 1997 – 2004/2005	11
Figura 1-7:	Produtividade da cana-de-açúcar safras 06/07 e 07/08	11
CAPÍTULO 2	.....	12
Figura 2.1-1:	Brasil: Potencial para produção de cana-de-açúcar com irrigação.....	13
Figura 2.1-2:	Áreas Tradicionais: Potencial SEM e COM irrigação	14
Figura 2.1.1-1:	Brasil: Áreas Tradicionais selecionadas A15r a A25	15
Figura 2.1.2-1:	Potencial Solo e Clima das Áreas Tradicionais selecionadas.....	16
Figura 2.1.2-2:	Áreas Tradicionais – Potencial climático – classificação Köppen.....	17
Figura 2.1.3-1:	Hidrovias e rios nas áreas selecionadas (NE).....	19
Figura 2.1.4-1:	Áreas A20 a A24 – Áreas de Reserva, Declividade e Usinas	20
Figura 2.1.5-1:	Estados e áreas selecionadas A20 a A24 – Participação nas biomas	22

Figura 2.1.6-1:	Potencial para produção de cana-de-açúcar com irrigação – Áreas selecionadas.....	23
Figura 2.3-1:	Infra-estrutura atual nas Áreas Tradicionais (A20 a A24).....	30
Figura 2.3-2:	Usinas Termoelétricas, subestações e Linhas de Transmissão.....	32
Figura 2.3.2-1:	Área 21 - Municípios Canal do Sertão (PE)	38
Figura 2.3.2-2:	Dutos (Projeto) Áreas A21, A22,e A24 (NE)	39
Capítulo 3	.....
Figura 3.1.1-1:	Trabalhadores do corte manual durante a refeição..	41
Figura 3.1.1-2:	Vista externa da área industrial	42
Figura 3.1.1-3:	Irrigação com pivôs.....	44
Figura 3.1.1-4:	Palha deixada no campo na colheita da cana crua...	44
Figura 3.1.1-5:	Sistema de lavagem da cana.....	45
Figura 3.1.1-6:	Caminhão transbordo e plataforma elevadora móvel.....	46
Figura 3.1.1-7:	Equipamento de controle de emissões das caldeiras	47
Figura 3.1.1-8:	Destilaria de álcool.....	48
Figura 3.1.1-9:	Vista externa setor industrial.....	49
Figura 3.1.2-1:	Trabalhadores utilizando a cortadora motorizada, importada da África do Sul.....	51
Figura 3.1.2-2:	Área industrial – dornas de fermentação.....	52
Figura 3.1.2-3:	Declividade do terreno dificultando a mecanização..	53
Figura 3.1.2-4:	Transporte de cana para o plantio.....	53
Figura 3.1.2-5:	Barragem para irrigação.....	55
Figura 3.1.2-6:	Tombamento da cana.....	57
Figura 3.1.2-7:	Carregadora Implanor Bell	57
Figura 3.1.2-8:	Vista frontal da carregadora (Santal) utilizando pneus de alta flutuação.....	58
Figura 3.1.2-9:	Oficina mecânica agrícola.....	59

Figura 3.1.2-10:	Escola do Grupo Petribu	60
Capítulo 4	.....	63
Figura 4.1-1:	Taxa de analfabetismo das pessoas de 15 anos ou mais de idade.....	64
Figura 4.1-2:	Problemas com falta de mão-de-obra especializada	65
Figura 4.1-3:	Empregados rurais com oito ou mais anos de estudo.....	65
Figura 4.1-4:	Média de anos de estudo dos trabalhadores da lavoura de cana-de-açúcar.....	66
Figura 4.2.1-1:	Carregadora Implenor-Bell com bitola larga e centro de gravidade baixo, montada sobre pneus...	69
Figura 4.2.1-2:	Estabilidade ao tombamento do trator agrícola e recursos para seu melhoramento.....	71
Figura 4.2.1-3:	Deformação lateral do pneu provocada pela componente lateral do peso do equipamento.....	72
Figura 4.2.1-4:	Deformação lateral do solo provocada pela componente lateral do peso do equipamento.....	73
Figura 4.2.1-5:	Componentes do peso do equipamento.....	74
Figura 4.2.1-6:	Resistência ao rolamento.....	77
Figura 4.2.1-7:	Efeito da angulação das rodas traseiras no raio de giro do veículo.....	78
Figura 4.2.1-8:	Modos de operação direcional do veículo com direção nas quatro rodas.....	78
Figura 4.2.1-9:	Recurso direcional na posição de inversão (A), posição de operação (B) e posição de transporte (C).....	79
Figura 4.2.1-10:	Pórtico Autopropelido.....	79
Figura 4.2.1-11:	Veículo com eixo expandido (fonte Taylor et al., 2003).....	82
Figura 4.2.1-12:	Veículo experimental "Gantry" (fonte LAGUË; AGNEW & KHELIFI, 2003)	83
Figura 4.2.1-13:	Veículo de estrutura larga usado para pesquisas de tráfego controlado (fonte Raper & Kirby, 2006).....	83
Figura 4.2.1-14:	Número de passadas de pneus nas entrelinhas de plantio da cana-de-açúcar no esquema de	84

	mecanização com estruturas de tráfego controlado (ETC)	
Figura 4.2.1-15:	Veículo "Wide-Span Implement Carrier" (fonte LAGUË; AGNEW & KHELIFI, 2003)	85
Figura 4.2.1-16:	Corte manual de cana queimada com carregamento mecânico de tráfego intenso e condições ergonômicas desfavoráveis.....	87
Figura 4.2.1-17:	Colheita mecânica de cana crua com transporte interno através de carreta de transbordo.....	87
Figura 4.2.1-18:	Auxílio mecânico para a colheita de cana cruz em terrenos declivosos – com despalhamento e despontamento (tecnologia em desenvolvimento)..	89
Figura 4.2.1-19:	Auxílio mecânico para a colheita de cana crua em terrenos declivosos, sem despalhamento e despontamento (testes Usina Bom Jesus, PE).....	89
Figura 4.4.2-1:	Regiões edafoclimáticas da Zona da Mata de Pernambuco	100
Figura 4.4.2-2:	Médias de precipitação pluviométrica em cada uma das regiões edafoclimáticas de Pernambuco em 2007.....	102
Figura 4.4.2-3:	Médias de precipitação pluviométrica nas cinco regiões edafoclimáticas da zona canavieira de Pernambuco	102
Figura 4.4.2-4:	Médias de precipitação pluviométrica dos últimos 10 anos nas cinco regiões edafoclimáticas da zona canavieira de Pernambuco	103
Figura 4.4.2-5:	Características agronômicas das principais variedades de cana-de-açúcar da região Nordeste	112
Figura 4.5-1:	Crescimento do número de equipamentos (máquinas) de irrigação (pivô fixo + pivô rebocável + linear) no Nordeste.....	126
Capítulo 5	.....	129
Figura 5.1-1:	Cana colhida na encosta.....	131
Figura 5.2-1:	Capacidade de moagem das usinas de Alagoas.....	132
Figura 5.2-2:	Perfil de produção de etanol e açúcar das usinas de Alagoas	133
Figura 5.2-3:	Capacidade de moagem das usinas de Pernambuco	134

Figura 5.2-4:	Perfil de produção de etanol e açúcar das usinas de Pernambuco.....	135
Figura 5.3-1:	Queima noturna da cana.....	135
Figura 5.3-2:	Lavagem da cana e sistema de decantação da água utilizada no processo de lavagem.....	136
Figura 5.3-3:	Co-geração de energia.....	140
Capítulo 6	.....	143
Figura 6.1-1:	Produção de cana-de-açúcar no Brasil	143
Figura 6.1-2:	Evolução da produção de cana-de-açúcar	145
Figura 6.1-3:	Produção de cana nos estados da região Nordeste	145

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2	.....	12
Tabela 2.1.2-1:	Potencial e Definição dos tipos climáticos - classificação Köppen.....	18
Tabela 2.1.5-1:	Brasil: extensão dos biomas Cerrado e Caatinga (Mha).....	21
Tabela 2.1.6-1:	Potencial de produtividade das Áreas Tradicionais selecionadas (em hectares).....	24
Tabela 2.1.7-1:	Produtividade tc/ha – Área plantada e colhida.....	25
Tabela 2.2-1:	Principais culturas da Área 18.....	26
Tabela 2.2-2:	Área ocupada com culturas temporárias (exceto cana) e permanentes em 2006 (ha) nas áreas selecionadas.....	27
Tabela 2.2-3:	Evolução da área ocupada com cana-de-açúcar nos estados selecionados (1990-2006) em ha.....	28
Tabela 2.2.1-1:	Potencial de produção de etanol N-NE nas áreas selecionadas – produtividade atual com tecnologia industrial atual e progressiva.....	29
Tabela 2.2.1-2:	Potencial de produção de etanol N-NE nas áreas selecionadas - produtividade 2025 com tecnologia industrial atual e progressiva.....	29
Tabela 2.3-1:	Participação das exportações de etanol por Unidade da Federação (2002-Out-2007).....	31
Tabela 2.3.1-1:	Movimentação por natureza de carga (Novembro/2007).....	33
Capítulo 4	.....	63
Tabela 4.2.1-1:	Força transversal máxima aplicável a um pneu 14.9-28 R1 sobre três condições de solo.....	75
Tabela 4.2.1-2:	Relação força tangencial/força normal (T/N), estimada pela norma D497 ASAE – Agricultural Machinery Management Data-ASAE STANDARDS....	75
Tabela 4.2.1-3:	Características principais de quatro sistemas de colheita de cana-de-açúcar.....	90
Tabela 4.4.2-1:	Resumo do esquema das fases, anos, períodos,	101

	metodologia e locais de atividades do Programa de Melhoramento Genético da cana-de-açúcar EECAC/UFPE.....	
Tabela 4.4.2-2:	Participação das variedades cultivadas na região no censo de moagem das safras 2002/2003, 2003/2004, 2004/2005, 2005/2006.....	104
Tabela 4.4.2-3:	Participação das variedades cultivadas na região no censo de moagem da safra 2006/2007	105
Tabela 4.4.2-4:	Participação das variedades cultivadas na região no censo de plantio de inverno 2002 a 2005.....	106
Tabela 4.4.2-5:	Participação das variedades cultivadas na região no censo de plantio de inverno 2006.....	107
Tabela 4.4.2-6:	Participação das variedades cultivadas na região no censo de plantio de verão de 2002 a 2005.....	108
Tabela 4.4.2-7:	Participação das variedades cultivadas na região no censo de plantio de verão 2006/2007.....	109
Tabela 4.4.2-8:	Intenção de plantio de inverno das principais variedades em 2007.....	110
Tabela 4.4.2-9:	Intenção de plantio de verão das principais variedades em 2007.....	111
Tabela 4.5-1:	Aspectos da fitotecnia e alguns parâmetros da relação água vs produção da planta de cana-de-açúcar e seu cultivo.....	127
Tabela 4.5-2:	Vazão média mensal disponível nos rios de Alagoas, para as condições "sem barramento" e "com barramento" – dados de estudo preliminares iniciados em 1979, pela COONE/PLANALÇUCAR (Peixoto, 1985)	128
Tabela 4.5-3:	Estimativa da disponibilidade hídrica de superfície na Zona da Mata no estado de Alagoas (Santana, 2007).....	128
Capítulo 6	.....	507
Tabela 6.2:	Indicadores de Produção (Bressan, 2005).....	543

GRUPO DE TRABALHO

PARTICIPANTES	INSTITUIÇÃO
Dr. Rogério Cezar de Cerqueira Leite, Coordenador	NIPE/UNICAMP
Dr. Luís Augusto Barbosa Cortez, Coordenador Adjunto	NIPE/UNICAMP
Dr. Oscar Antonio Braunbeck	NIPE/UNICAMP
Dr. Carlos Eduardo Vaz Rossell	NIPE/UNICAMP
Dr. Manoel Regis Lima Verde Leal	NIPE/UNICAMP
Dra. Mirna Ivonne Gaya Scandiffio	NIPE/UNICAMP
Dr. Manoel Regis Lima Verde Leal	NIPE/UNICAMP
Dr. Djalma Euzébio Simões Neto	Ridesa/UFRPE
Dr. Carlos Brancildes M. Calheiros	UFAL
Dr. Geraldo Veríssimo	Ridesa/UFAL
MS. Efraim Albrecht	NIPE/UNICAMP
MS. Marcio Michelazzo	NIPE/UNICAMP
Eng. Clebio Santo Matioli	Consultor
Terezinha de Fátima Cardoso	NIPE/UNICAMP
Miguel Douglas O. Martins	NIPE/UNICAMP
SUPORTE	
Isis Maria Ditrich Demario Fujiy	NIPE/UNICAMP

SUMÁRIO EXECUTIVO

MAPEAMENTO DE ÁREAS COM POTENCIAL PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL NAS ÁREAS TRADICIONAIS (NORDESTE ORIENTAL: BA, SE, AL, PE, PA, RN E CE; NORTE FLUMINENSE, ES E MG)

Foram selecionadas dez áreas com potencial para a produção de cana-de-açúcar, visando a produção de etanol, nas Áreas Tradicionais, com nítida ênfase na região Nordeste do país, abrigando oito das dez áreas selecionadas nos estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará. Na região Sudeste encontra-se mais duas áreas, entre o norte Fluminense, sul do Espírito Santo e o leste de Minas Gerais.

Das dez áreas selecionadas, duas, a A15r e A16r, foram estudadas no Relatório Final, Fase 2 do Projeto Etanol (Convênio CGEE, março de 2007) e, nesta oportunidade, foram ajustadas.

Os critérios para seleção das áreas acompanharam os parâmetros utilizados para a elaboração do Projeto Etanol. Para determinar o potencial, o Centro de Tecnologia Canavieira CTC (2005) apresentou o estudo edafoclimático, no qual consideraram-se também as áreas com declividade inferior a 12% e a produção com irrigação. A escala utilizada no estudo foi de 1:5.000.000.

Nas dez áreas selecionadas, foram identificados 20 milhões de hectares (Mha) com potencial para a produção de cana-de-açúcar. Destes, a área com potencial alto é de 9,1Mha, a médio de 5,7Mha e a área com potencial baixo, 5,2 Mha. A área imprópria somou 1,7Mha.

Considerando uma evolução tecnológica que permita atingir as produtividades médias da região Centro-Sul, as dez áreas selecionadas apresentam um potencial de produção de cerca de 1,2 Bi de toneladas de cana-de-açúcar (tc), já descontados os 20% de área reservada para preservação ambiental. O Brasil deverá processar, nesta safra que se inicia em abril de 2008, algo entre de 0,55 Bi e 0,57 Bi toneladas de cana-de-açúcar (CONAB, 2008). A região Nordeste deverá participar com 14% desta produção. Na safra 1990/1991, a região produziu 36% da cana-de-açúcar do país.

Quanto ao potencial para a produção de etanol, considerando-se a utilização de 100% da cana-de-açúcar produzida, com 85 litros por tc, as áreas selecionadas teriam capacidade, no cenário mais conservador, para produzir, cerca de 53 Mm³ de etanol, com a tecnologia atual, e já descontadas as áreas para as outras culturas, permanentes e temporárias, que em 2025 ocupariam 5,9 Mha. Atualmente essas culturas ocupam 3,4 Mha distribuídos nas dez áreas selecionadas. No cenário no qual se introduz pesquisa científica e tecnológica nas áreas agrícola e industrial, o potencial de produção de etanol das dez áreas selecionadas poderia chegar a 86 Mm³.

O Projeto Etanol produziu cenários prospectivos para uma produção de 205 Mm³ de etanol até o ano de 2025. Uma participação equilibrada entre as regiões do país sinaliza a produção de aproximadamente 100Mm³ para as regiões Norte e Nordeste,

tendo a última região uma participação de 80%.

Do volume destinado ao Nordeste, 80Mm³, a participação de 30% desse volume, sendo proveniente das dez áreas selecionadas neste estudo, totalizaria um volume de 24Mm³, ou 45% e 27,8% respectivamente, do potencial acima apontado, dependendo do grau de pesquisa e tecnologia a serem utilizados. Esse volume é pouco inferior à estimativa da produção total de etanol para todo o país para 2008, de 26 milhões de m³.

Este volume atenderia à demanda – crescente – de álcool hidratado para os veículos *flex* da região NE do país e tornaria a região em um importante *player* na comercialização internacional de etanol devido à sua posição estratégica de aproximação com os mercados norte-americano e europeu.

Para viabilizar esta produção é essencial, primeiramente, um estudo detalhado sobre a disponibilidade hídrica da região, com foco nos estados envolvidos neste estudo. Uma aproximação na escala utilizada e visitas *in loco* para verificar as características do solo e declividade também são necessárias.

Escoamento da Produção

As áreas tradicionais, atualmente produtoras de açúcar e álcool, encontram-se, na sua maioria, próximas aos portos de embarque para exportação, cujo principal produto de venda externa é o açúcar. Isto lhes confere um diferencial no quesito tempo e custo de transporte.

Das dez áreas identificadas neste estudo, cinco encontram-se mais afastadas da orla marítima (A16r, A21, A22, A24, A25), com distâncias acima de 130 km do porto mais próximo.

Estudos realizados para o Projeto Etanol apontam a competitividade (tempo e custo) do uso de dutos dedicados para o transporte de etanol. A maior dificuldade na construção de dutos diz respeito ao volume mínimo requerido de 2,55 Mm³, o que não encontraria dificuldade de acordo com as projeções deste estudo, e à licença ambiental devido ao traçado do duto.

Devido a esses aspectos é importante estudar-se a infra-estrutura existente para utilizar, na construção do duto, as faixas abertas na construção de linhas férreas e rodovias existentes.

A segunda melhor alternativa para o transporte de etanol – e das mercadorias em geral – é o uso das hidrovias. O modal aquaviário é pouco significativo, quando comparado a outros países com dimensão similar à do Brasil. A próxima alternativa é o uso de ferrovias.

A matriz de transporte de cargas no Brasil é altamente concentrada no modal rodoviário embora o país conte com 7.600 km de orla marítima e 80% da população more a 200 km da costa. Nos últimos cinco anos, a participação do modal rodoviário tem se mantido em cerca de 62% do total das cargas transportadas, seguido pelo modal ferroviário, com 22% e do aquaviário, com 13%. A cabotagem responde por cerca de 2% do total das cargas transportadas no país.

No que diz respeito ao transporte de etanol, somente 1% do volume é escoado atualmente através de dutos; o modal rodoviário responde por 90%, as ferrovias por 7% e as hidrovias respondem por 2% do volume escoado. Este modo atual de transporte de etanol, rodoviário, com intensa utilização de Diesel, não parece nada inteligente, principalmente por se tratar do escoamento de um combustível renovável.

Para o transporte de volumes significativos, de cerca de 24Mm³, torna-se necessário um novo modelo logístico para o etanol, o que inclui a construção de dutos dedicados, coletores e terminais de estocagem do combustível renovável, além de infra-estrutura em hidrovias, com comboios dedicados, reestruturação dos portos para receber navios de maior porte, o que exige estrutura de dragagem e calado; berços e equipamento de carregamento.

Neste sentido, o porto de Suape (PE) tem recebido investimentos significativos por conta do Complexo Industrial e Portuário de Suape: a refinaria Abreu e Lima, o Estaleiro Atlântico Sul e a consolidação do pólo petroquímico.

O porto de Recife (PE), tradicional pela exportação de açúcar, enfrenta dificuldades devido ao baixo calado e poucos berços de atracação.

O porto de Maceió (AL), segundo maior exportador de açúcar do país, em fevereiro de 2008, está com obras para aumentar o calado para permitir a atracagem de navios com mais de 60 mil toneladas. O calado do porto de Maceió é de 9 metros e meio, limitando a atracagem de navios e dificultando os negócios.

O porto de Maceió estava, até dezembro de 2007, sob o controle da Companhia de Docas do Rio Grande do Norte e o governador conseguiu aprovar a proposta para criação da Companhia de Docas de Alagoas, o que deve ser traduzido em maiores investimentos na estrutura portuária.

O PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) prevê, no que diz respeito aos portos do NE, investimentos no Porto de Itaqui/MA: dragagem dos berços 100 ao 103, a recuperação e ampliação dos Berços 101 e 102; a repotenciação do sistema de atracação de navios do Terminal Salineiro de Areia Branca/RN, a construção do acesso Rodoferroviário ao Porto de Suape/PE e a construção da Via Expressa Portuária ao Porto de Salvador/BA. Para as Hidrovias, o PAC contempla a dragagem e derrocagem da Hidrovia do São Francisco.

O estudo referente ao Canal do Sertão, no oeste de Pernambuco, pode ser uma estratégia diferenciada uma vez que se mostra viável o entroncamento com a ferrovia do Nordeste, a Transnordestina, no município de Salgueiro, viabilizando, em um primeiro momento, o escoamento de etanol através da via férrea com possibilidade da construção de um duto dedicado, paralelo à ferrovia, até o Porto de Suape. Um outro entroncamento a partir de Salgueiro rumo ao Norte, viabilizaria o escoamento de etanol pelo porto de Fortaleza.

Os esforços acima mencionados, embora significativos, apontam para uma capacidade exportadora de cerca de 12Mm³ de etanol para 2015, para todo o país. O Projeto Etanol sinaliza exportações de 205Mm³ para 2025, com uma participação de 50% desse volume advindos do Norte e Nordeste do país.

O estudo sobre a revitalização das áreas tradicionais, prevê uma produção de 24 Mm³, das áreas selecionadas. Desse volume, cerca de 80% estariam destinados à exportação.

RECOMENDAÇÕES RELATIVAS À REVITALIZAÇÃO DE ÁREAS SELECIONADAS NOS ESTADOS DO NORDESTE

Considerando as condições atuais de trabalho na colheita manual de cana com queima prévia, verifica-se que motivos ambientais, econômicos e sociais apontam para a necessidade de uma mecanização específica, adaptada às condições locais, e que, para a implantação, de maneira eficiente dessas tecnologias há a necessidade de desenvolvimento tanto de equipamentos quanto de mão-de-obra especializada, muitas vezes com nível técnico e superior.

Indica-se cobertura de palha nos canaviais dos estados de Pernambuco e Alagoas, com o intuito de reduzir a erosão do solo e melhorar a sobrevivência das soqueiras, ao reduzir a evaporação e a temperatura do solo. Também para estas áreas existe necessidade de mecanização específica para encostas que viabilize a colheita de cana crua, sendo também necessário alterar a logística de colheita e carregamento, assim como desenvolver equipamentos apropriados para retirar a cana das encostas, reduzindo drasticamente o pisoteio das soqueiras praticado atualmente.

A implantação da agricultura de precisão apresenta novas oportunidades para a redução de custos e aumento de produtividade através do manejo da adubação de forma localizada, dentro da grande variabilidade de solos existentes, especialmente na região canavieira de Pernambuco. A tecnologia da informação é uma ferramenta importante para o desenvolvimento e implantação da agricultura de precisão, alguns estudos de casos foram descritos neste relatório, reforçando a necessidade de uma mão-de-obra qualificada.

Verifica-se que programas de melhoramento devem continuar a procurar variedades resistentes ao stress hídrico, mas considerando o cultivo na palha e as pragas que eventualmente surjam desta prática. Analisa-se a prática do plantio de falhas nos casos de variedades novas, com bom desempenho, ainda em fase de expansão e a eliminação da lavagem de cana inteira, com a viabilização do carregamento e do transbordo sem rastelamento, e a necessidade de desenvolvimento de equipamentos para este fim.

DIAGNÓSTICO PRELIMINAR PARA O SETOR INDUSTRIAL DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DO NORDESTE DE BRASIL

Realizou-se um levantamento de dados e um programa de visitas técnicas para avaliar o estado atual do setor industrial da agroindústria canavieira do Nordeste e Norte de Brasil.

Nas regiões produtoras tradicionais e em particular nos Estados de Alagoas e Pernambuco existe uma percentagem considerável de unidades industriais de pequeno porte o que aumenta os custos de produção quando comparado com o Centro Sul. Isto limita também as possibilidades de melhorar a eficiência do processo, de introduzir melhorias tecnológicas e de qualificação do pessoal.

Quanto à situação do parque industrial em ambos os estados existem um número

relativamente pequeno de "Usinas de ponta" cujo nível tecnológico as coloca como modelo a ser seguido. Nestas o padrão das instalações industriais, práticas operacionais, eficiências de processo e padrão de qualidade são de excelente nível, em termos da agroindústria canavieira de Brasil. Este nível deve ser tomado como referencia e poderá ser atingido pelas outras usinas da região, não sendo este um gargalo. As "Usinas de ponta" também apresentam uma capacidade de moagem significativamente maior e acima de 1,5 milhões de toneladas de cana-de-açúcar o que lhes confere ganhos de escala.

Em outras economias canavieiras (exemplo: Ilhas Mauricio, Reunion, Lousiana) e na Região Centro-Sul do Brasil tem havido uma reorganização do setor industrial com aumento de capacidade da moagem média das usinas e redução do número de unidades industriais. Se esta transição se reproduzir no Nordeste irá levar a uma modernização do setor, podendo atingir as Usinas em geral, o mesmo nível tecnológico que as "Usinas de ponta".

Decididamente a região é basicamente produtora de açúcar visando atender prioritariamente a exportação e em segundo plano ao mercado regional.

A produção de etanol é residual, visando fundamentalmente aproveitamento do melaço final assim como eventuais excedentes de cana.

A região já destinou uma grande percentagem da moagem à produção de álcool etílico hidratado e anidro carburante, mas reorganizou-se para se concentrar na produção de açúcar.

Nas últimas safras tem havido aumentos na produção de etanol, porém estes aumentos são consequência da produção de etanol de qualidade para exportação e em parte também para a exportação de etanol hidratado para América Central e Caribe (processamento a AEAC via CBI).

Para inserir o setor na produção de etanol biocombustível ações políticas teriam que ser realizadas a fim de incentivar a retomada da produção de AEHC e AEAC em grande escala.

O setor tem potencial para se transformar num produtor de energia elétrica de biomassa, levando em conta a existência de um mercado consumidor destes excedentes. De um modo geral, sente-se, nas reuniões com empresários do setor, que a geração de excedentes de energia elétrica será um melhor negócio que o aumento de produção do etanol (prioridade para energia elétrica).

A introdução da irrigação principalmente no caso de Alagoas tem levado às Usinas à necessidade de gerar excedentes de energia elétrica para reduzir o custo de irrigação, levando assim às "Usinas de ponta" a dominar a tecnologia de geração de vapor em medias pressões (35-46 bar) acima do parâmetro convencional de 21 bar e à produção de energia elétrica com turbinas de condensação de alta eficiência, assim como transporte e distribuição na rede.

Considerando que a cana-de-açúcar no Nordeste apresenta teores maiores de fibra, a necessidade futura de eliminar a queima de cana e o potencial da palha como combustível, as usinas poderão futuramente reformular seus sistemas de geração para 65-90 bar e 480-520 °C, com potencial de gerar maiores excedentes de

bioeletricidade. Isto poderá aumentar significativamente a receita do setor no futuro. O entrave principal para esta alternativa está associado à pequena escala de produção de grande parte das Usinas.

Uma ação de fomento para reformulação e modernização das unidades de geração de vapor e Energia Elétrica com o propósito de direcionar as mesmas para a produção de excedentes de Energia Elétrica, simultaneamente à produção de açúcar, poderia gerar receita adicional e melhorar o perfil do setor.

Ainda mais um programa deste tipo teria sinergia sobre a irrigação da cana que se tem mostrado como grande responsável do aumento de produtividade agrícola, em Alagoas em particular. Recomendamos avaliar a conveniência de desenvolver um programa de fomento à produção de Energia Elétrica pelas Usinas.

As Usinas têm vantagens comparativas com as localizadas no Centro Sul, no que diz respeito a:

- Distância aos terminais portuários que favorece exportações e transporte marítimo aos centros de consumo.
- Terminais portuários, com armazém e sistemas de carregamento de navio que facilita exportação. Idem para exportação de etanol
- Melhor localização geográfica relativa aos importadores de açúcar e etanol.

Estas vantagens podem ser aproveitadas seja para a produção de açúcar como atualmente ou para um aumento na produção de etanol.

1. ÁREAS TRADICIONAIS

INTRODUÇÃO

A cultura de cana-de-açúcar foi trazida ao Brasil pelos colonizadores portugueses no início do século XVI, primeiramente com o objetivo de ocupar as terras com o plantio de cana-de-açúcar e evitar invasões nos domínios da colônia. O primeiro engenho oficialmente reconhecido em Pernambuco foi instalado no início na década de 30, do século XVI, por Jerônimo Albuquerque (UDOP).

As plantações de cana-de-açúcar eram concentradas no Nordeste brasileiro, com destaque para o litoral de Pernambuco e Bahia. Neste período, a economia colonial apoiava-se na exportação do açúcar, bastante consumido na Europa. Para a cultura de cana-de-açúcar destinavam-se as melhores terras, os maiores investimentos e a maioria da mão-de-obra. Pernambuco chegou a ser o maior produtor mundial de açúcar nos séculos XVI e XVII, período conhecido como o ciclo do açúcar, e foi a primeira atividade economicamente organizada no Brasil.

Com o incentivo à produção de açúcar de beterraba, no século XVIII, em alguns países da Europa e pela dificuldade de receber o açúcar das colônias, em virtude do bloqueio continental, o volume de exportação de açúcar da cana sofreu importante declínio. O atraso tecnológico das unidades produtoras de açúcar no Brasil, também contribuiu para a diminuição do volume de exportações. Com dificuldades para competir no mercado externo, os produtores concentraram-se no mercado interno.

Em 1765, o plantio de cana-de-açúcar foi incentivado no estado de São Paulo, nas cidades de Campinas, Itu, Capivari e Piracicaba, pertencentes à região denominada como quadrilátero do açúcar (Sorocaba, Piracicaba, Mogi-Guaçu e Jundiaí). O açúcar continuou a ter importância na economia brasileira entre o século XVIII e XIX, porém o café era a cultura de destaque, tornando-se o principal produto brasileiro de comercialização no século XIX. A cultura da cana-de-açúcar somente começou a se tornar expressiva na região Centro/Sul no final do século XIX.

A primeira Guerra Mundial, com início em 1914, provocou aumento no preço do açúcar no mercado mundial em decorrência da destruição da indústria do açúcar na Europa, isto incentivou o aparecimento de novas usinas no Brasil, com ênfase para o estado de São Paulo, iniciando em Campinas e estendendo-se até Ribeirão Preto. A primeira destilaria do Brasil foi construída em Piracicaba, em 1929, época em que, com o excesso da produção, e conseqüente queda nos preços, os produtores solicitaram a intervenção do Estado, no princípio da década de 30.

A criação do IAA – Instituto do Açúcar e do Alcool, em 1933, previa o controle da produção e aumento das exportações de açúcar, além da implantação da produção de álcool de forma mais intensa, e a modernização tecnológica do setor.

Até a primeira metade do século XX, a região da Zona da Mata, no NE, era a grande região produtora de açúcar abastecendo o mercado interno e exportando excedentes, sobretudo para a Europa e EUA. Segundo Rodrigues (2005), durante a 2ª Guerra

Mundial, a Região Norte/Nordeste produzia etanol e supria o Estado de São Paulo, chegando à mistura de 40% no Nordeste.

Em 1975 foi criado o Proálcool (Programa Nacional do Álcool) que, através de subsídios, inicialmente incentivava a implantação de destilarias anexas às usinas de açúcar e, posteriormente ao segundo choque do petróleo, passou a direcionar os investimentos para destilarias autônomas, com o objetivo de aumentar a produção de álcool combustível. Nesse período as usinas do Centro/Sul assumem a liderança na produção do setor sucroalcooleiro, utilizando melhor tecnologia, e provocando migração dos trabalhadores nordestinos, principalmente para as lavouras paulistas.

Entretanto, com a queda na demanda de veículos movidos a álcool combustível, devido à queda no preço do petróleo, as usinas voltaram a dar maior ênfase à produção de açúcar e as destilarias existentes também implantaram unidade produtora de açúcar. Com o crescimento das exportações, houve investimentos visando melhor qualidade no açúcar produzido e desenvolvimento de novos produtos.

Mecanismos de intervenção do Estado proporcionaram, principalmente ao Nordeste, medidas protecionistas, envolvendo reserva de mercado e facilidades de créditos (Lima, 2001). Entretanto, mesmo com estes benefícios, o setor sucroalcooleiro nordestino não apresentou a mesma evolução tecnológica encontrada no Centro/Sul.

O histórico do setor sucroalcooleiro Nordestino apresenta períodos de prosperidade, alternados com períodos de dificuldades. O déficit hídrico e a declividade acima de 12%, bem como a ausência de variedades apropriadas, o solo e o clima específicos da região são fatores que contribuem para esse desenvolvimento menos acelerado.

Analisando a evolução histórica da produção de cana-de-açúcar no N/NE, ilustrada na Figura 1-1, verifica-se um crescimento bastante consistente até a metade da década de 80 e posteriormente uma estabilização da produção em aproximadamente 50 milhões de toneladas.

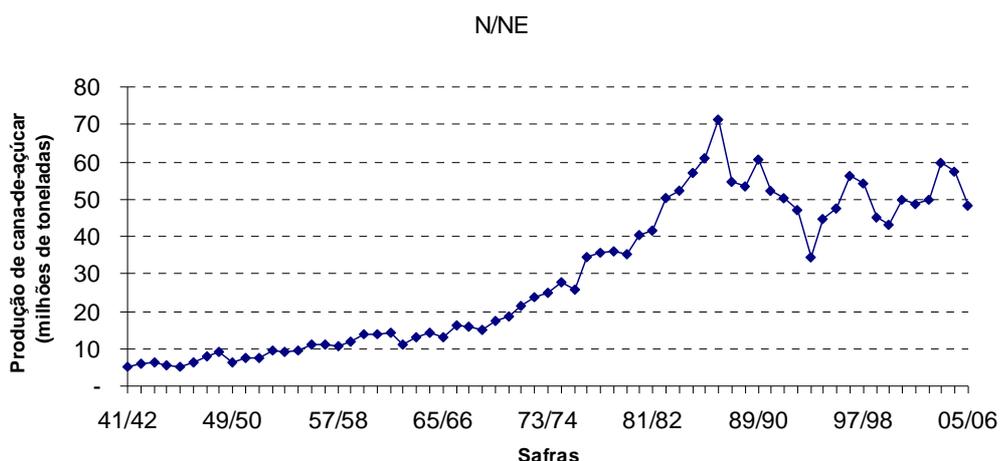


Figura 1-1: Produção de cana-de-açúcar na região Norte/Nordeste

Fonte: ALCOPAR, UNICA, MA-DAA

Comparando a evolução da produção nas regiões Sudeste e Nordeste a partir da década de 80, apresentada na Figura 1.2, verifica-se claramente a tendência crescente no Sudeste e de estabilização no Nordeste.

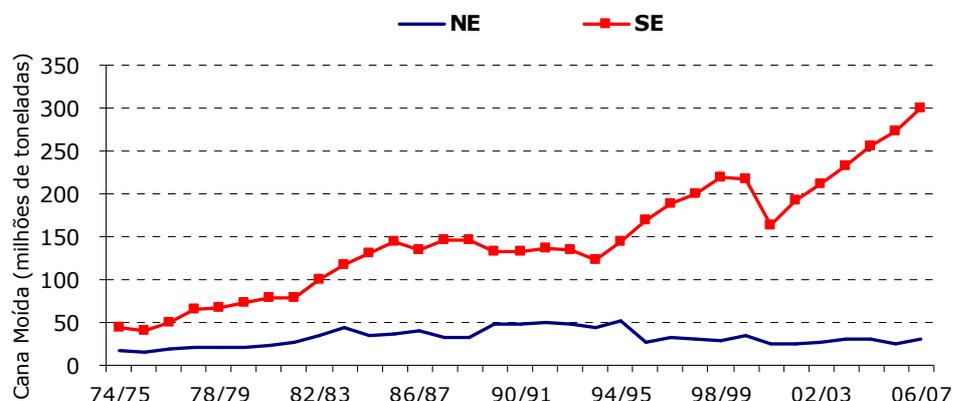


Figura 1-2: Evolução das safras de cana-de-açúcar

Fonte: UNICA - União da Indústria de Cana-de-Açúcar

Pode-se antecipar que a referida tendência nos níveis de produção deve continuar se não forem introduzidas mudanças no quadro de produção das áreas tradicionais. Comparando a evolução da área plantada com cana-de-açúcar, nas safras 2006/2007 e 2007/2008, de acordo com dados da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), pode-se observar um aumento de 7,4% de área plantada no Nordeste e 12,5% no Sudeste. Comparando as regiões Norte/Nordeste e Centro/Sul, verificam-se variações da área plantada de 7,4% e 14,3%, respectivamente (Figura 1-3).

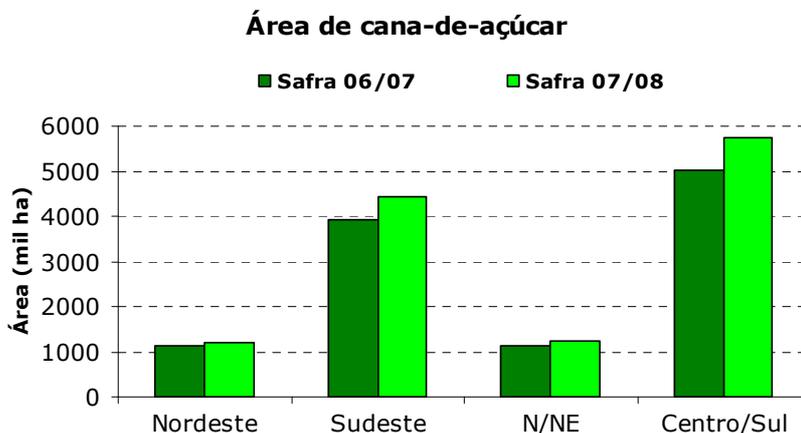


Figura 1-3: Área plantada de cana-de-açúcar safras 06/07 e 07/08

Fonte: Conab - 3º levantamento - Novembro/2007

O Nordeste brasileiro tem condições de relevo e pluviosidade menos favoráveis se comparados com o Centro/Sul, apresenta distribuição irregular de chuva, com períodos secos e forte déficit hídrico. Muitas vezes onde o volume de chuvas é satisfatório, o terreno é mais declivoso, elevando os custos de colheita e transporte, e

onde o terreno tem declividade menor falta água, ou, em outras regiões incidem ambos esses fatores negativos prejudicando a produção.

Apesar da queda da participação do Nordeste na produção nacional de cana-de-açúcar, (Figura 1-4), existem já iniciativas na linha de novas variedades e uso de irrigação que têm aumentado a produtividade na região. Alagoas e Pernambuco, respectivamente são os maiores produtores de cana-de-açúcar do Nordeste, com 69,6% da produção total do Nordeste na safra de 2004/2005, dados do ETENE (2007). A seu favor o Nordeste possui a proximidade dos terminais marítimos, cerca de 1/5 da distância, em média, das distâncias apresentadas no Centro/Sul, o que favorece o escoamento da produção.

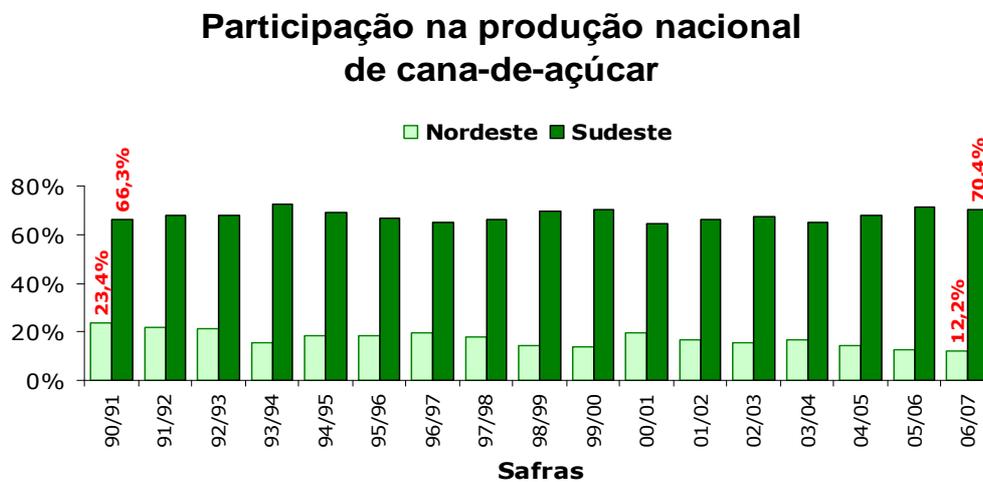


Figura 1-4: Participação na produção Nacional de cana-de-açúcar NE e SE
 Fonte: UNICA - União da Indústria de Cana-de-Açúcar

A Figura 1-5 mostra a produtividade nas regiões Nordeste e Sudeste, bem como a produtividade nacional, no período de 1997 a 2004/2005.

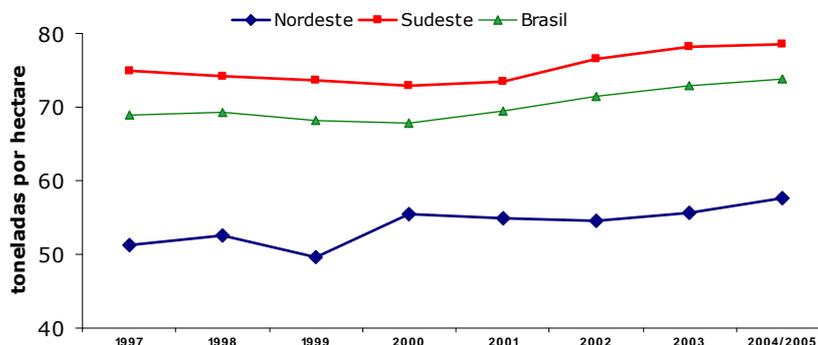


Figura 1-5: Produtividade da cana-de-açúcar de 1997 - 2004/2005 em toneladas por hectare

Fonte: IBGE (2006), CONAB (2006), AGRIANUAL (2005; 2006) - adaptado de documento ETENE nº 18

Analisando a produtividade na região Nordeste, na região Sudeste e a produtividade Nacional, no período de 1997 a 2004/2005, verifica-se que a região Nordeste apresentou aumento na produtividade maior do que a região Sudeste, Figura 1-6.

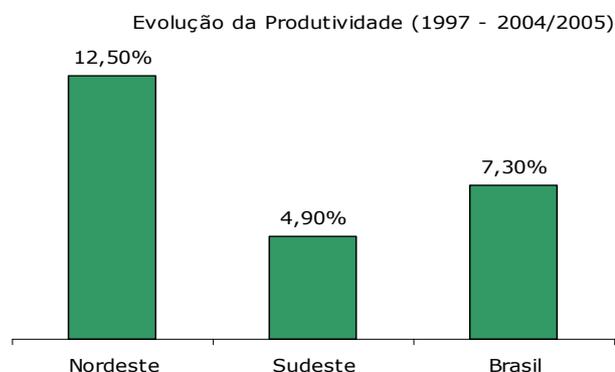


Figura 1-6: Evolução da produtividade da cana-de-açúcar de 1997 - 2004/2005

Fonte: IBGE (2006), CONAB (2006), AGRIANUAL (2005; 2006) - adaptado de documento ETENE nº 18

Quando analisadas as safras de 2006/2007 e 2007/2008, verifica-se que a variação do Sudeste foi de aumento de 0,33%, enquanto que no Nordeste o aumento foi de 8%, observa-se também um aumento de 1,3% e 8% na produtividade nas regiões Centro/Sul e N/NE, respectivamente.

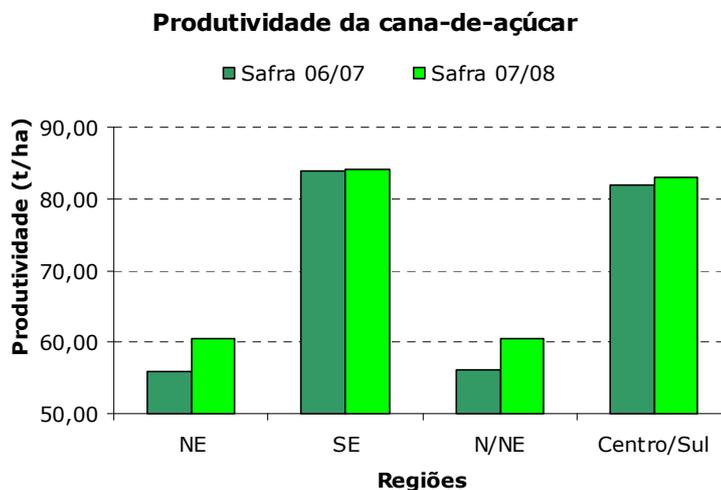


Figura 1-7: Produtividade de cana-de-açúcar safras 06/07 e 07/08

Fonte: Conab - 3º levantamento - Novembro/2007

Mesmo com maior variação positiva, a produtividade no Nordeste ainda é, aproximadamente, 40% menor que na região Sudeste. Irrigação e adubação específicas, diagnosticadas com a utilização da Agricultura de Precisão, Plantio Direto e colheita de cana crua são tecnologias que podem contribuir para a continuidade nos ganhos de produtividade no Nordeste.

2. MAPEAMENTO DE ÁREAS COM POTENCIAL PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL NAS ÁREAS TRADICIONAIS (NORDESTE ORIENTAL: BA, SE, AL, PE, PB, RN E Norte Fluminense)

Este primeiro item, 2.1, diz respeito à avaliação do potencial para produção de etanol nas áreas tradicionais do nordeste oriental, incluindo os estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e o Norte Fluminense. Adicionou-se, devido ao seu potencial, uma área localizada entre os estados do Espírito Santo, Bahia e Minas Gerais. Este item inclui o estudo e projeção sobre as lavouras existentes nas áreas selecionadas e uma análise sobre o escoamento da produção projetada.

O item 2.2 apresenta um diagnóstico da situação da cana-de-açúcar nas áreas selecionadas, com ênfase nos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. As recomendações relativas à revitalização dessas áreas encontram-se no item 2.3, o qual inclui o melhoramento das questões agrícolas e industriais.

As propostas de Políticas Públicas formuladas para viabilizar a revitalização dessas áreas tradicionais encontram-se no item 2.4.

2.1 Avaliação de reservas, solo, clima, declividade (mapa-base CTC) em escala 1:5.000.000

Para a seleção das áreas potenciais para a produção de etanol nas áreas tradicionais, este item inclui a avaliação de reservas ambientais, o potencial do solo e do clima, assim como as áreas com declividade superior a 12%, conforme o mapa-base elaborado pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC, 2005) em escala de 1:5.000.000.

O item 2.1.2 contemplará o levantamento das áreas ocupadas com culturas permanentes e temporárias e a sua evolução até o ano de 2025, visando garantir a expansão dessas culturas em cada município selecionado, mesmo com a expansão da produção de cana-de-açúcar.

A disponibilidade de terras para a produção de etanol em 2025 será determinada a partir do resultado do total das áreas selecionadas subtraída a área necessária para a expansão das demais culturas temporárias e permanentes, já projetada a sua evolução até o ano 2025.

Será considerado ainda o ganho de produtividade esperado para o mesmo período, até 2025. Com estes dados, será obtido o potencial de produção de etanol nas áreas tradicionais solicitadas.

O estudo para escoamento da produção através dos diferentes modais de transporte e um estudo sobre a situação dos terminais marítimos e principais portos nas áreas tradicionais encontra-se no item 2.1.3.

A seleção das áreas (neste estudo referido também como "Áreas Tradicionais" ou AT), teve como base o estudo elaborado pelo Centro de Tecnologia Canaveieira (CTC, 2005), que por sua vez processou e gerou os mapas temáticos (solo, clima e declividade) usando o Sistema de Informações Geográficas (SIG) na escala de 1:5.000.000 e a classificação climática de Köppen. Devido à região do Nordeste contar com conhecido déficit hídrico, considerou-se o mapa de potencial com irrigação de salvamento, conforme apresentado na Figura 2.1-1.

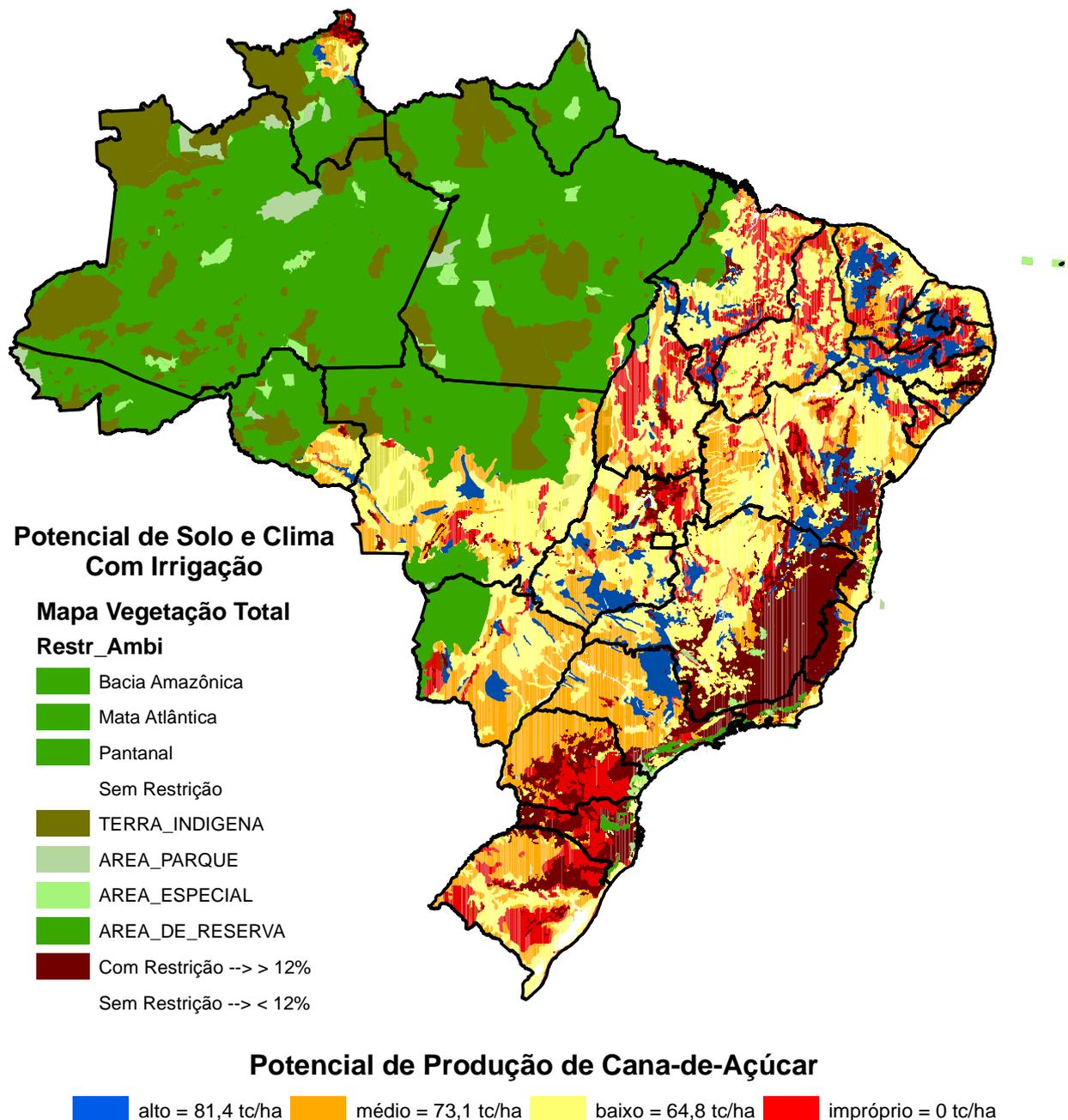


Figura 2.1-1: Brasil: Potencial para Produção de cana-de-açúcar com irrigação

Fonte: Elaboração a partir do mapa do CTC (2005)

O estudo do CTC (2005) apresentou o potencial do Brasil para a produção de cana-de-açúcar com e sem irrigação a partir do estudo do solo e clima e da declividade. O Projeto Etanol na fase 1 e 2 (CGEE 2005, 2007) estudou áreas não tradicionais no cultivo cana-de-açúcar para a expansão da produção de etanol sem irrigação.

Por ser conhecido o déficit hídrico da região Nordeste do país, objetivo deste estudo, optou-se por avaliar o potencial a partir do mapa com irrigação de salvamento, uma vez que a área solicitada apresenta potencial Impróprio para o cultivo da gramínea sem irrigação. Quando irrigada, grande parte dessa área passa a ser de potencial Médio e Alto, como pode ser observado na Figura 2.1-2.

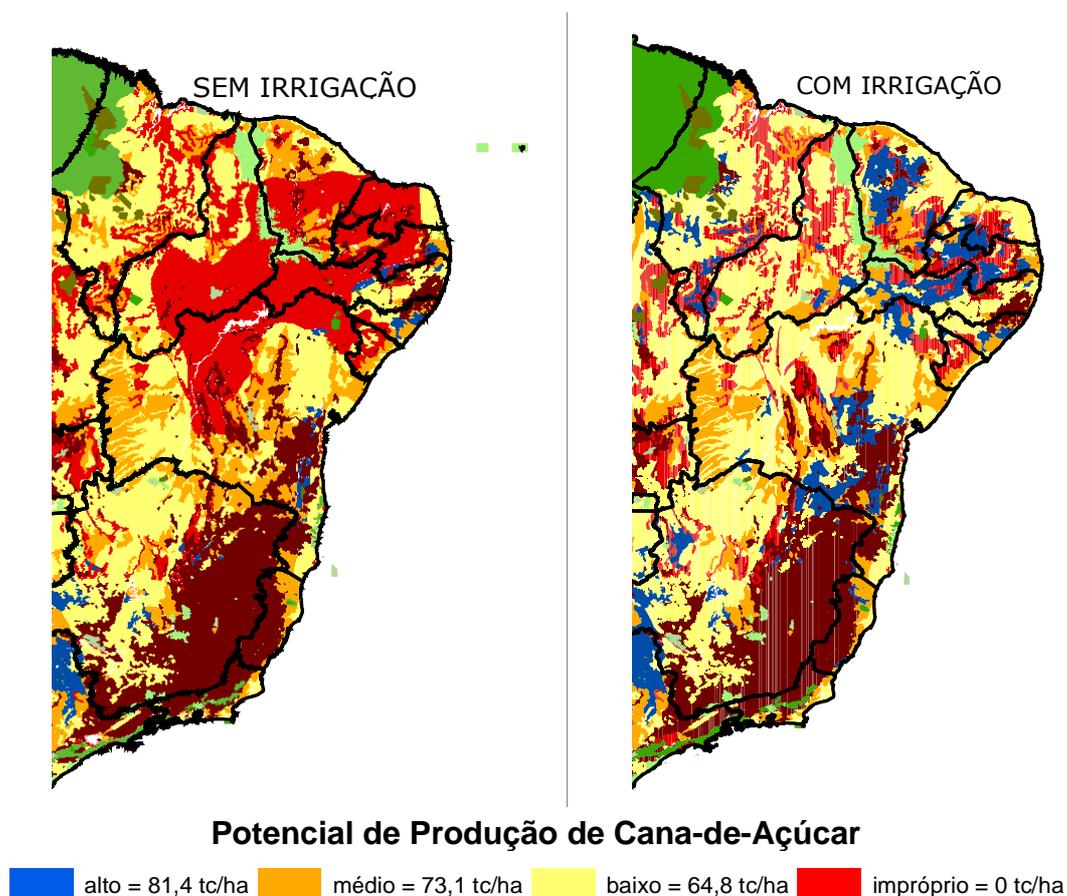


Figura 2.1-2: Áreas Tradicionais: Potencial SEM e COM Irrigação
 Fonte: Elaboração a partir do mapa do CTC (2005)

2.1.1 Áreas selecionadas

A partir do mapa com potencial para produção de cana-de-açúcar com irrigação, realizou-se a seleção de áreas, tendo como foco o potencial alto para a produção de etanol nas Áreas Tradicionais, com ênfase no Nordeste do país, abrangendo os seguintes estados: Bahia (BA), Sergipe (SE), Alagoas (AL), Pernambuco (PE), Paraíba (PB), Rio Grande do Norte (RN), Ceará (CE), Norte Fluminense (RJ) e sul do Espírito Santo (ES), totalizando dez áreas selecionadas (Figura 2.1.1-1). O estado de Minas Gerais (MG) participa com dois municípios.

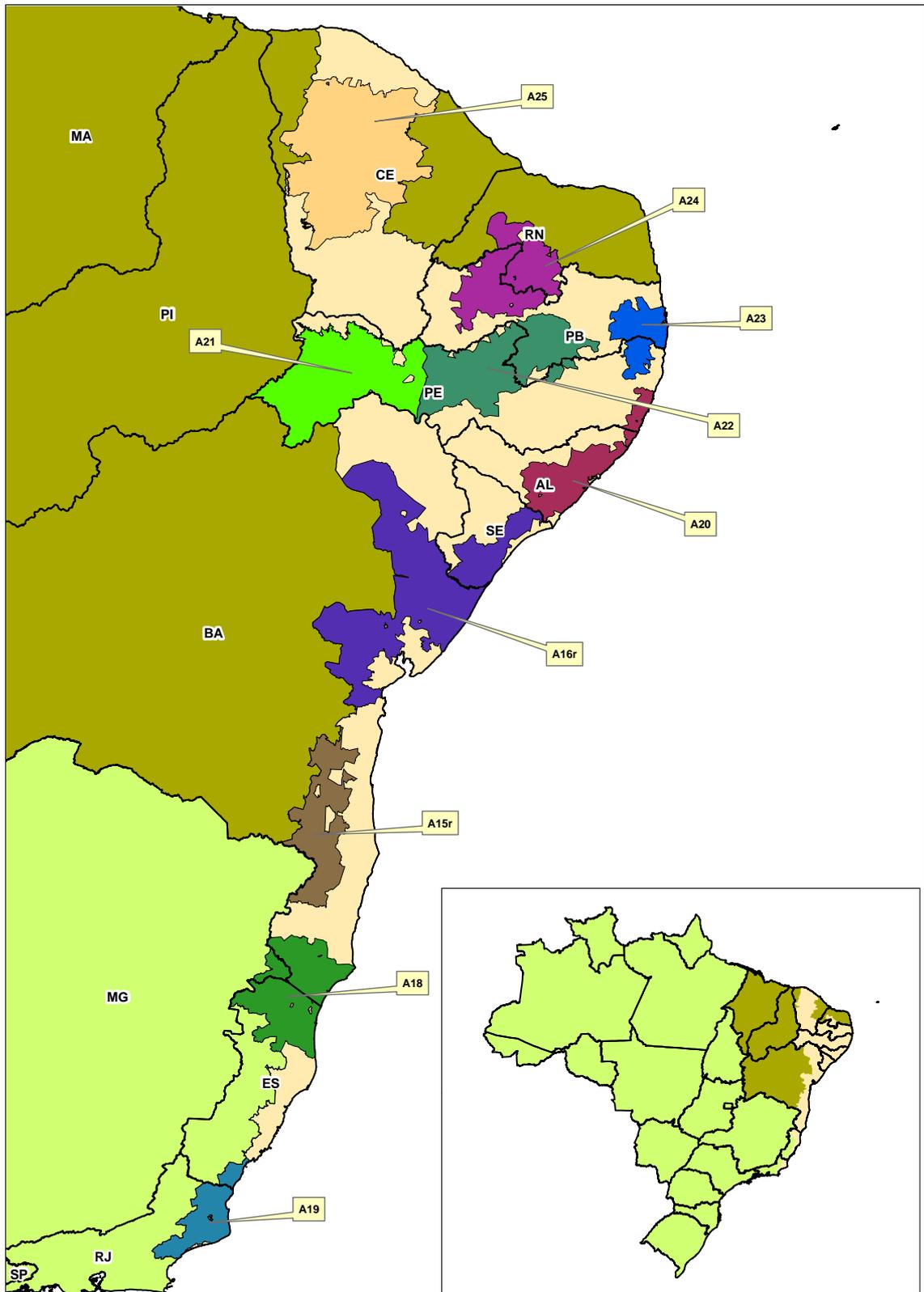


Figura 2.1.1-1: Brasil - Áreas Tradicionais Selecionadas A15r a A25

Duas destas áreas, A15r e A16r, foram abordadas no Relatório Final do Projeto Etanol – Fase 2 (CGEE, 2007) tendo sido revisadas e alteradas devido ao uso de áreas de potencial com irrigação.

Nove das dez áreas estão localizadas no Nordeste do país, sendo que somente a área A19 encontra-se, na sua totalidade, inserida na região do Sudeste. A área A18 encontra-se entre os estados da BA, ES e MG, estes dois últimos estados, localizados também na região Sudeste do Brasil.

2.1.2 Potencial Edafoclimático nas Dez Áreas Seleccionadas

Após a seleção das áreas, estudaram-se as variáveis edafoclimáticas das dez áreas escolhidas. Na Figura 2.1.2-1, pode-se observar o potencial do solo e do clima para a produção de cana-de-açúcar, com irrigação de salvamento.

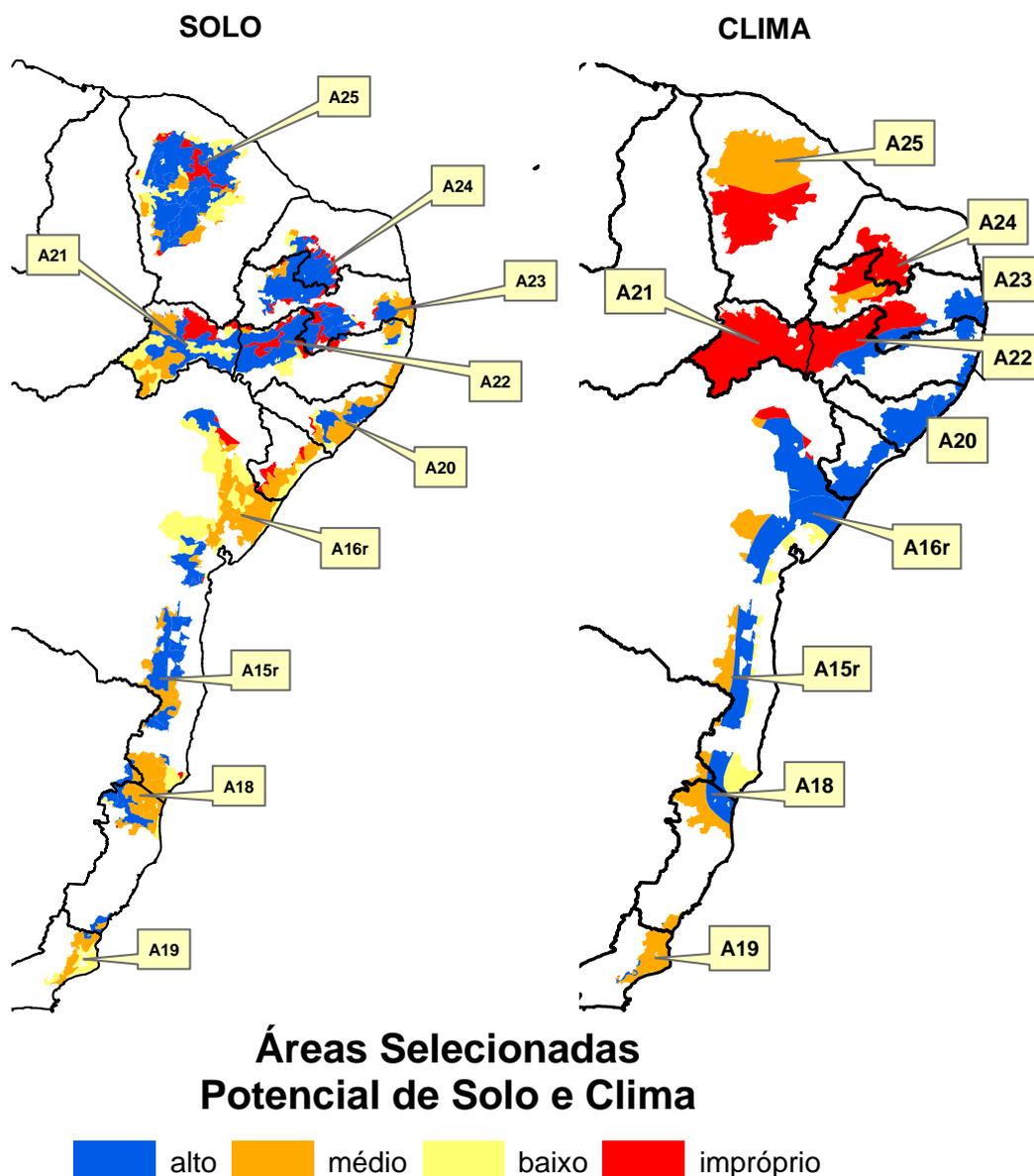


Figura 2.1.2-1: Potencial Solo e Clima das Áreas Tradicionais Seleccionadas

Em relação ao tipo de solo, as áreas A22, A24 e A25, apontam um potencial "Alto" para o cultivo da cana-de-açúcar. No entanto, ao analisar-se o potencial climático, percebe-se uma nítida queda nas mesmas áreas, apresentando extensas áreas de potencial "Impróprio". Por outro lado, as áreas A16r, A20, A23 teriam potencial

“Alto” no que diz respeito ao clima, passando para potencial “Médio” e “Baixo” quando analisado o solo dessas áreas. Já a área A21 é totalmente “Imprópria” do ponto de vista climático.

No que diz respeito ao clima, utilizou-se a classificação de Köppen, que por sua vez tem como base a subdivisão dos climas terrestres dentro de cinco grandes tipos, representados pelas letras A, B, C, D e E. Esses tipos climáticos estão definidos por critérios de temperatura e precipitação pluviométrica (Figura 2.1.2-2). A temperatura é um fator de grande importância no desenvolvimento da cana-de-açúcar, sendo considerada ideal a faixa entre os 21°C e 34°C.

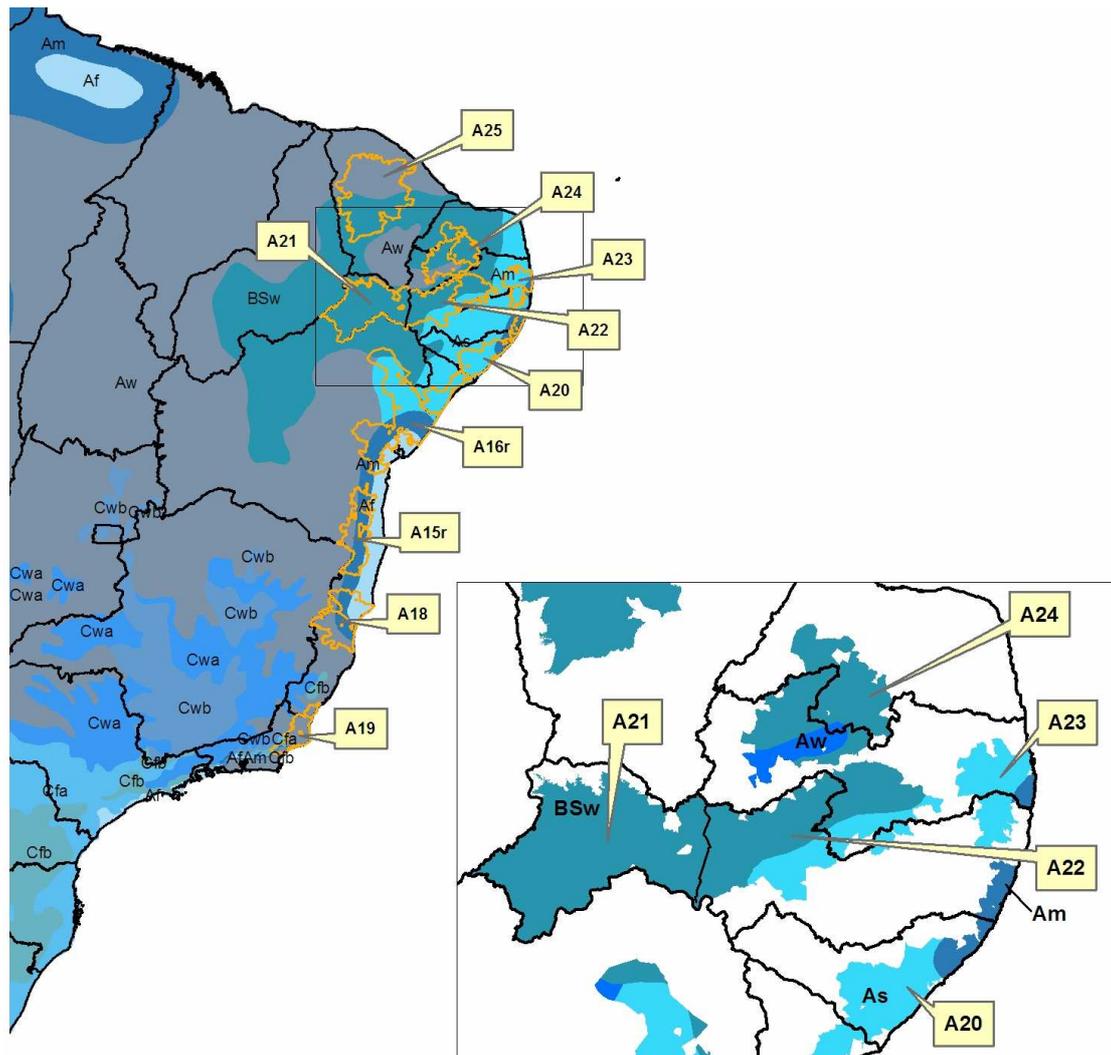


Figura 2.1.2-2: Áreas Tradicionais - Potencial Climático - Classificação Köppen

Fonte: Adaptação a partir dos dados do CTC (2005)

Os tipos climáticos foram agrupados nas mesmas classes de potencial - Alto, Médio, Baixo e Impróprio - sendo: a) tipo climático pertence ao potencial Alto: As, Am, e Cwa; b) potencial Médio, Aw e Cfa; potencial Baixo: Af e Cwb e d) Bsw e Cfb, de caráter Impróprio.

A Tabela 2.1.2-1 apresenta a definição dos tipos climáticos. Nas áreas selecionadas, enfatizam-se as áreas A20 a A24, as quais encontram-se distribuídas nos estados

de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Estas áreas deverão receber maior atenção também nas análises de culturas e projeções quanto ao potencial para a produção de cana-de-açúcar e etanol visando o satisfazer a demanda interna desses estados devido ao aumento de veículos *flex* e a exportação do combustível renovável.

Tabela 2.1.2-1: Potencial e Definição dos tipos climáticos – classificação Köppen

Potencial	Símbolos climáticos e suas características
Baixo	Af: Tropical úmido sem estação seca. Ausência de estação seca. Temperaturas médias sempre maiores que 22°C. Precipitação pluviométrica no mês mais seco maior que 60 mm
Alto	Am: Tropical úmido com pequeno período seco Temperatura e pluviosidade elevada. A temperatura mínima no mês mais frio é maior que 20°C.
Alto	As: Tropical úmido com período seco. Precipitações pluviométricas de inverno e outono com temperaturas elevadas sempre maiores que 18°C
Médio	Aw: Tropical úmido com nítida estação seca. Temperaturas elevadas com chuva no verão e seca no inverno. Médias de temperatura são maiores que 22°C no mês mais quente e, no mês mais frio do ano, as mínimas são maiores que 18°C. Precipitações pluviométricas no mês mais seco menor que 30mm
Impróprio	BSw: Semi-árido quente. Temperaturas maiores que 22°C em todos os meses do ano. Precipitação pluviométrica anual maior que 250 mm
Médio	Cfa: Subtropical com verão quente. Temperatura moderada com chuvas bem distribuídas e verão quente. Nos meses de inverno a média de temperatura é inferior a 18°C. No mês mais quente as máximas são maiores que 22°C. Precipitações pluviométricas no mês mais seco maior ou igual a 30 mm
Impróprio	Cfb: Subtropical com verão temperado. Temperatura moderada com chuva bem distribuída e verão brando. As médias de temperatura são inferiores a 22°C. No inverno média inferior a 14°C com mínimas inferiores a 8°C. Precipitações pluviométricas no mês mais seco maior ou igual a 30 mm
Alto	Cwa: Subtropical quente com inverno seco. Temperaturas moderadas com verão quente e chuvoso. Médias de temperatura são maiores que 22°C no mês mais quente e no mês mais frio as mínimas são menores que 18°C. Precipitações pluviométricas no mês mais seco menor que 30 mm.
Baixo	Cwb: Subtropical com verão temperado. Verão brando e chuvoso com temperatura moderada. Temperaturas médias no inverno e outono são inferiores a 18°C. Temperaturas no mês mais quente menor que 22°C. Precipitações pluviométricas no mês mais seco menor que 30 mm

Fonte: CTC (2005)

2.1.3 Disponibilidade Hídrica das Áreas Tradicionais Seleccionadas

Quanto à incidência hídrica, a gramínea precisa de, no mínimo, 1200 mm/safra. A disponibilidade hídrica do país e, principalmente na região objeto deste estudo, o Nordeste, tem recebido, assertivamente, uma atenção diferenciada neste quesito. A Figura 2.1.3-1, a seguir, apresenta os rios permanentes, o Rio São Francisco e as hidrovias do Nordeste e a localização das dez áreas seleccionadas, sombreadas em amarelo claro.

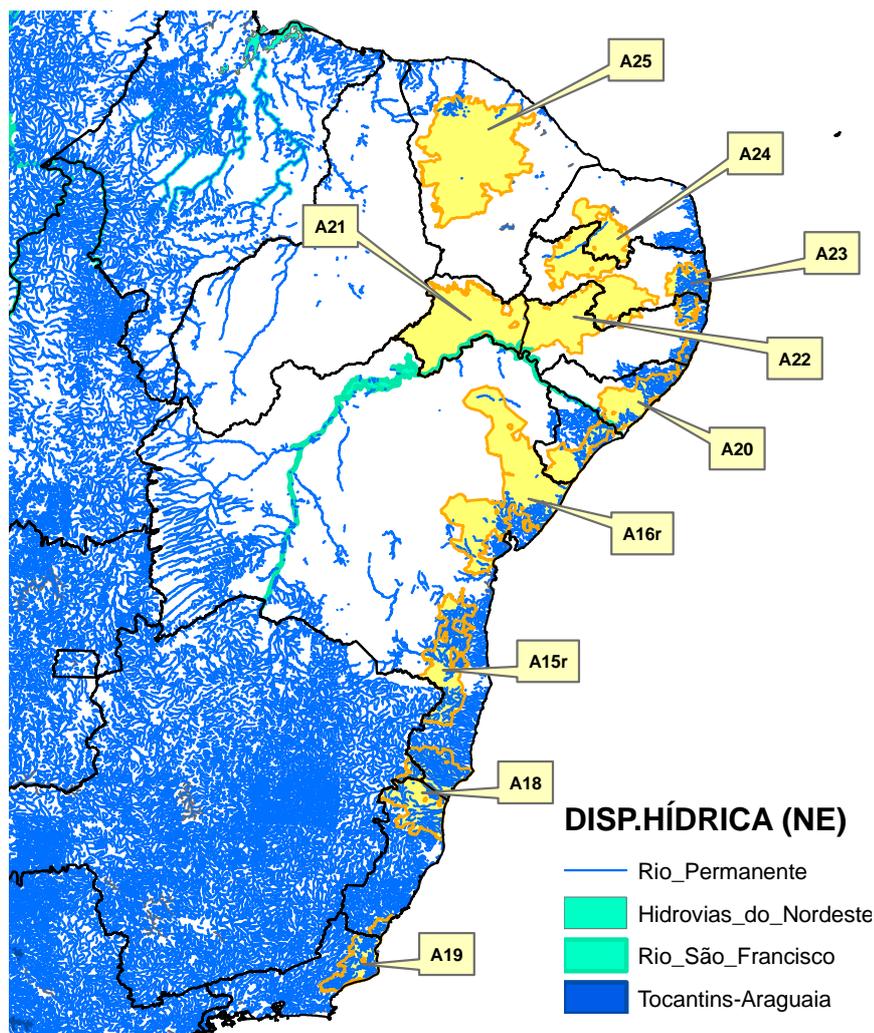


Figura 2.1.3-1: Hidrovias e rios nas áreas selecionadas (NE)

Ao observar a figura acima, torna-se evidente que a região do Nordeste do país carece de oferta de rios, o que evidencia a necessidade de estudos detalhados quanto à tecnologia a ser utilizada para a irrigação da cana-de-açúcar. Deverá considerar-se não somente a disponibilidade hídrica e pluvial, mas também o custo que representa a represagem de água haja vista a distância para acesso aos rios. Isto se aplica, principalmente às áreas A21, A22, A24 e A25 e a noroeste da área A16r.

2.1.4 Declividade e Reservas

O estudo de áreas que apresentam declividade inferior a 12% é relevante para a total mecanização do cultivo da cana-de-açúcar, premissa deste estudo. As áreas com índices superiores a essa declividade encontram-se destacadas na Figura 2.1.4-1, com foco nas áreas selecionadas A20 a A24, nos estados de AL, PE, PB e RN. Inclui-se, na mesma figura, as reservas indígenas, parques ecológicos, florestas protegidas por lei, áreas militares, etc.

Nenhuma das áreas de reservas, ou com declividade superior a 12%, foram consideradas para a expansão da cana-de-açúcar, conforme os critérios do Projeto Etanol (CGEE, 2005 e 2007).

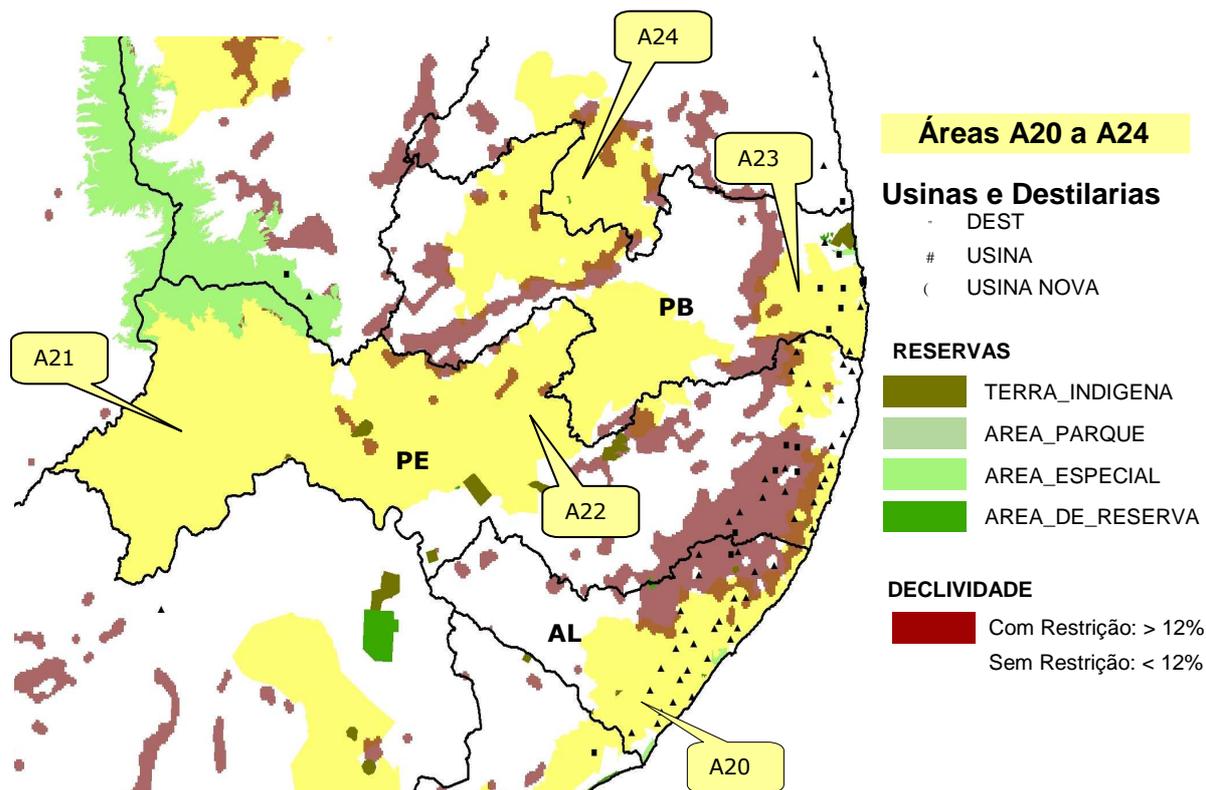


Figura 2.1.4-1: Áreas A20 a A24 – Áreas de Reserva, Declividade e Usinas

Os quatro estados – AL, PE, PB e RN apresentam poucas áreas com restrição ambiental, como terras indígenas e parques. A área de preservação ambiental mais significativa, a Apana da Chapada do Araripe, situa-se entre os estados de Pernambuco, Ceará e Piauí¹ (Figura 2.1.4-1).

Já a declividade acima de 12% é acentuada na área costeira dos estados de Alagoas, Pernambuco e Paraíba. As usinas e destilarias instaladas ao longo dessas áreas também são apresentadas na figura acima. Pode-se notar que, aproximadamente 50% dessas instalações encontram-se em áreas com declividade acima de 12%, principalmente as do estado de Pernambuco, o que dificulta a mecanização da colheita da cana-de-açúcar no estágio atual de desenvolvimento tecnológico dos equipamentos de plantio e colheita.

2.1.5 Biodiversidade

O conhecimento da vegetação e sua biodiversidade é essencial para a proposta de políticas públicas nacionais que visem oportunidades de conservação e o seu uso sustentável na necessidade de desenvolvimento de novas áreas.

O Brasil apresenta poucas iniciativas de mapeamento da vegetação do país como um todo. Um dos trabalhos pioneiros, conhecido como Projeto Radam Brasil, realizado entre os anos de 1970 e 1985, apresentou mapas em escala de 1:1.000.000. Em 2004, o Ministério de Meio Ambiente, através do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO),

¹ A Apana Serra de Ibiapaba situa-se entre os estados do Ceará e Piauí (Figura 2.1.2-2), ao norte da Apana da Chapada do Araripe.

selecionou, por editais, seis projetos dos principais biomas nacionais: Bacia Amazônica, Pantanal, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica e Pampa, com base nos mapas do IBGE (PROBIO), de 2004.

Os dados do IBGE (2004) apontam a Caatinga como o único bioma exclusivamente brasileiro, com uma área de 82,5 milhões de hectares (Tabela 2.1.5-1). De acordo com os dados do Probio, para o mapeamento da vegetação do bioma, foram processadas 54 cenas Landsat, todas de 2002. As atividades executadas foram: 1) Levantamento das iniciativas de mapeamento do bioma; 2) Processamento digital de imagens de satélite; 3) Validação da interpretação e das classificações; 4) Integração de dados; 5) Vetorização e edição dos produtos cartográficos finais.

As áreas dos dois biomas, Cerrado e Caatinga agrupadas por região fitoecológica, encontram-se na Tabela 2.1.5-1.

Tabela 2.1.5-1: Brasil- Extensão dos Biomas Cerrado e Caatinga (Mha)

Regiões Fitoecológicas Agrupadas	Milhões de hectares		Participação (%)	
	Cerrado	Caatinga	Cerrado	Caatinga
Vegetação Nativa Florestal	75,2	20,1	36,7	24,4
Vegetação Nativa Não-Florestal	48,5	31,7	23,7	38,4
Áreas Antrópicas	79,8	29,9	38,9	36,9
Água	1,3	0,8	0,6	0,95
Total	204,8	82,5	100,0	100,0

Fonte:IBGE (2004)

Das dez áreas selecionadas (A15r a A25), três áreas, A21, A22 e A24, encontram-se inseridas no bioma da Caatinga (Figura 2.1.5-1).

Na mesma figura, apresentam-se os dados dos biomas que fazem parte dos quatro estados, AL, PE, PB e RN. Chama a atenção o estado de Alagoas, por estar dividido eqüitativamente entre a Mata Atlântica (52%) e o bioma da Caatinga (48%). Pode-se observar que as usinas e destilarias desse estado não se encontram na área ocupada pela Caatinga.

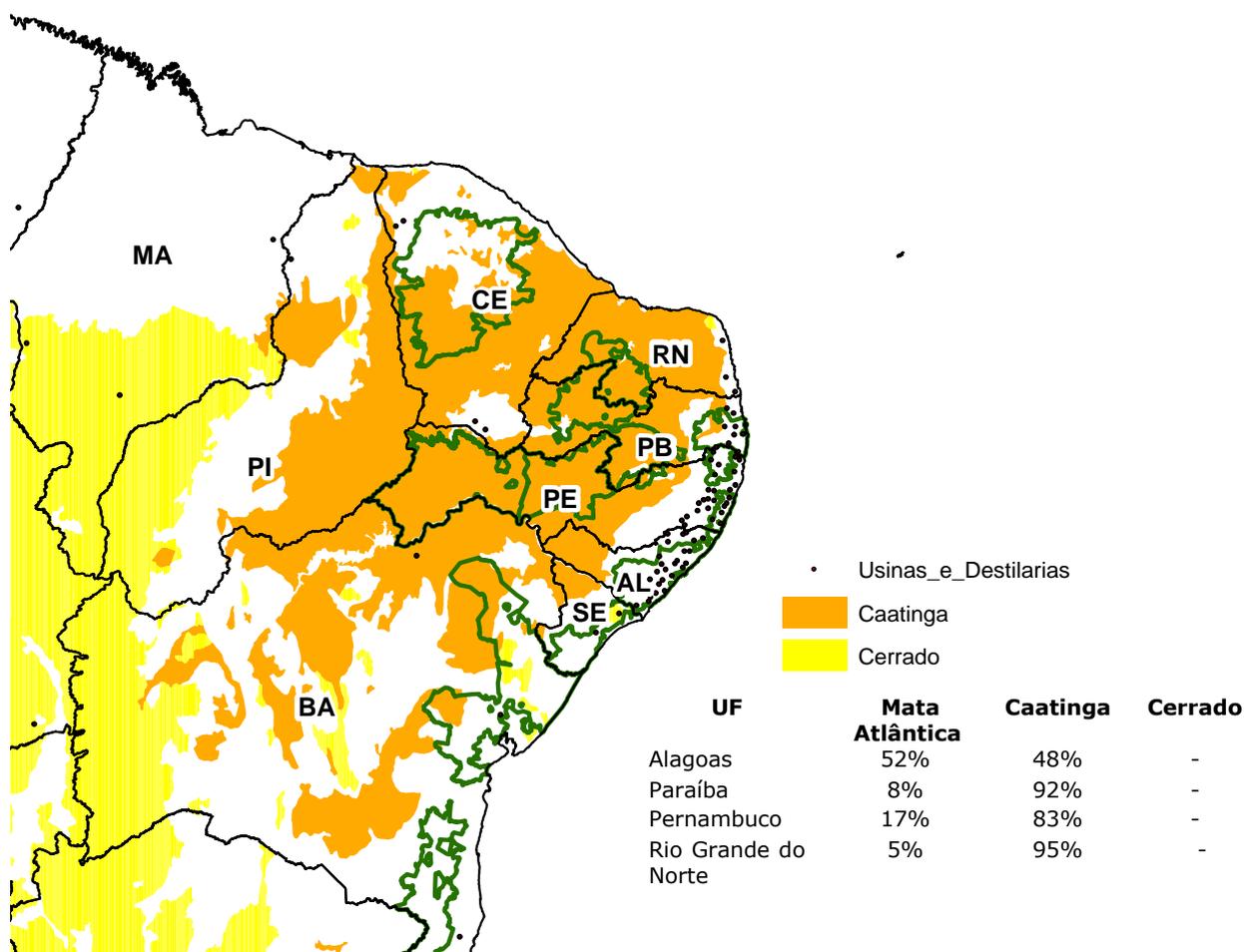
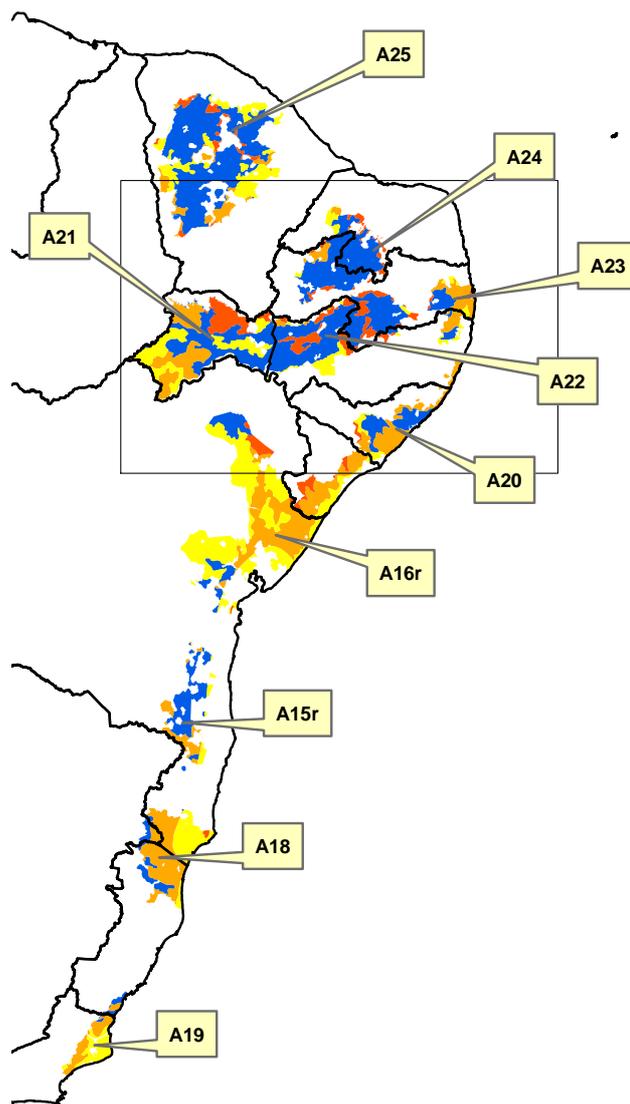


Figura 2.1.5-1: Estados e áreas selecionadas A20 a A24 - Participação nos biomas

2.1.6 Potencial para a expansão da produção de cana-de-açúcar

As áreas A15r a A25, selecionadas visando à revitalização das Áreas Tradicionais, localizadas em grande parte no Nordeste do país, apresentam, com o uso de irrigação, um total de 20,1 milhões de hectares distribuídos entre os potenciais "Alto", "Médio" e "Baixo", apresentado na Figura 2.1.6-1.

No destaque, encontram-se os estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. A região Norte/Nordeste participou com 12,8% do total da cana moída no país, na safra 2006-07. O estado de Alagoas, concentrou, 5,7%, Pernambuco, 3,7% e a Paraíba, 1,1% dessa produção. Quando comparados com a região N/NE, a participação desses estados é de 45%, 29% e 9% respectivamente (MAPA, 2007).



Potencial de Produção de Cana-de-Açúcar

■ alto = 81,4 t/ha
 ■ médio = 73,1 t/ha
 ■ baixo = 64,8 t/ha
 ■ impróprio = 0 t/ha

Figura 2.1.6-1: Potencial para produção de cana-de-açúcar com irrigação – Áreas Seleccionadas

Os 20,1 milhões de hectares das dez áreas selecionadas estão assim distribuídos: cerca de 9,1 Mha apresentam potencial de produtividade “Alto”, 5,7 Mha de potencial “Médio” e 5,3 Mha de potencial “Baixo” (Tabela 2.1.6-1).

A extensão da área Imprópria, 1,7 milhões de hectares, não é considerada para a expansão da cana-de-açúcar. Com isso, o total das dez áreas soma 21,8 milhões de hectares.

A Tabela 2.1.6-1 apresenta também os estados incluídos em cada área selecionada. No total, as dez áreas selecionadas encontram-se em dez estados na nação, somando 443 municípios.

Tabela 2.1.6-1 - Potencial de produtividade das Áreas Tradicionais Selecionadas (em hectares)

ÁREAS	Estado(s)	POTENCIAL DA ÁREA (em ha)				Σ POTENCIAIS DE PRODUÇÃO
		alto	médio	baixo	impróprio	
A15r	BA	544.478	257.633	82.295	0	884.406
A16r	BA/SE	443.243	1.792.368	2.296.806	281.431	4.813.848
A18	ES/RJ/MG	242.775	998.008	500.857	14.872	1.756.512
A19	RJ/ES	73.362	303.584	284.954	0	661.900
A20	AL	411.633	577.804	99.592	26.083	1.115.112
A21	PE	1.071.725	852.194	783.909	435.444	3.143.272
A22	PE/PB	1.826.781	38.139	227.012	592.405	2.684.337
A23	PE/PB	224.648	404.475	88.149	25.562	742.834
A24	PB/RN	1.444.992	117.081	97.658	165.263	1.824.994
A25	CE	2.789.073	377.013	803.294	194.670	4.164.050
10 Áreas		9.072.710	5.718.299	5.264.526	1.735.730	21.791.265

Os parâmetros para a definição do potencial da produtividade utilizada pelos estudos do CTC (2005), "Alto", "Médio", "Baixo" e "Impróprio" apresentam a média da produtividade entendida como a tonelada de cana-de-açúcar por hectare, com base nos números apresentados pela região Sudeste do país.

O Projeto Etanol (CGEE, 2007) traz um estudo sobre a produtividade (tc/ha) por região, tomando como base os dados do CTC e IBGE. A partir desses números, partiu-se para uma extrapolação da produtividade das diferentes regiões do país até 2025.

2.1.7 Comportamento da produtividade da cana-de-açúcar

Conhecendo-se a disponibilidade de terras nas áreas selecionadas, passou-se a considerar o potencial de produção de cana-de-açúcar em 2025, com a devida projeção da evolução da produtividade da tonelada de cana-de-açúcar por hectare, para cada região do país.

Para projetar essa produtividade, foi feito um exercício de simulação da evolução dessa produtividade. Segundo os dados do IBGE, o rendimento (t/ha) da cana-de-açúcar cresceu de 1990 a 2006, à taxa média de 1,20% ao ano. Porém essa produtividade cresceu a taxas diferenciadas entre as regiões e mesmo entre os estados.

Em São Paulo, no mesmo período, o crescimento foi de 0,47% a.a., sendo que na região Sudeste, foi de 0,89% a.a. por conta dos estados de RJ e ES, os quais

criceram a taxas superiores a 3% ao ano. Já no Centro-Oeste e no Nordeste, a taxa média de crescimento anual, de 1990 a 2006 foi de 0,94% a.a. em ambas regiões. Ainda assim, existem substanciais diferenças de produtividade. Em São Paulo, a média, segundo o CTC, foi de 91,4 tc/ha colhida, em 2005, já no Centro-Oeste, é de 85,0 tc/ha colhida e no NE de 66,7 tc/ha colhida, ou seja, o CO tem 93% da produtividade de SP e o NE tem 73% da produtividade paulista, no mesmo período.

Para fazer as projeções supôs-se que haveria um aumento das taxas de crescimento das produtividades em virtude do incentivo à pesquisa agrônômica. De maneira que a produtividade cresceria de 1,03% a.a. nos próximos 20 anos em São Paulo, de 1,375% a.a. no CO e de 2% a.a. no N-NE. Com isso, a região N-NE teria, em 2025, uma produtividade superior, em aproximadamente 10%, à média atual do estado de SP (Tabela 2.1.7-1).

Tabela 2.1.7-1: Produtividade tc/ha/ano – Área plantada

	Media Área Plantada*				Plantada(tc/ha)	Plantada(tc/ha)
	Potencial	2005	2015	2025	2005 (**)	2025 (**)
São Paulo	Alto	65,12	72,14	79,94	81,40	99,92
(CTC)	Medio	58,48	64,78	71,78	73,10	89,73
	Baixo	51,84	57,43	63,63	64,80	79,54
					73,10	89,73
Centro-Oeste	Alto	60,56	69,42	79,58	75,70	99,47
	Medio	54,40	62,36	71,48	68,00	89,36
	Baixo	48,24	55,26	63,35	60,30	79,24
					68,00	89,36
N-NE	Alto	47,52	57,93	70,62	59,40	88,27
	Medio	42,67	52,02	63,41	53,34	79,26
	Baixo	37,83	46,11	56,22	47,29	70,27

(*) Inclui area de preservacao ambiental
(**) somente area de plantio

Fonte: Elaboração a partir de dados de CTC (2005) e IBGE (2005)

Com a diferenciação nos índices, em 2025, o CO passaria a ter 99,6% da produtividade de SP e a região N-NE, 88,3%.

Os dados acima serão utilizados para ter-se uma aproximação do potencial de produção de cana-de-açúcar e etanol a partir das áreas selecionadas.

Prévio a esse cálculo faz-se necessário ter conhecimento sobre as terras que ora encontram-se ocupadas com as diversas culturas permanentes e temporárias e a projeção de expansão dessas culturas até 2025.

2.2 Levantamento da área ocupada com culturas permanentes e temporárias e sua evolução até 2025

O estudo das terras, em hectares, utilizadas com as principais culturas permanentes e temporárias das áreas selecionadas, teve como base o levantamento da Produção Agrícola Municipal-PAM de 2006, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2008).

Foram levantadas as culturas de cada município das 10 áreas selecionadas e projetou-se a evolução dessas lavouras até o ano de 2025, obedecendo a dois fatores principais. O primeiro tem como objetivo conhecer as áreas disponíveis para o cultivo da cana-de-açúcar sem interferir nas culturas existentes. Segundo, acredita-se que, havendo um desenvolvimento nas Áreas Tradicionais Selecionadas, devido à revitalização dessas áreas, torna-se necessário conhecer a evolução das demais culturas para se definir a área efetivamente disponível para a expansão da produção da cana-de-açúcar e conseqüente produção de etanol, sem que isso implique na substituição das atuais lavouras.

A Tabela 2.2-1 apresenta um exemplo das dez principais culturas, temporárias e permanentes, neste caso, da Área 18 (A18), composta por vinte municípios, estando seis localizados no estado da BA, 12 no ES, e dois municípios em MG.

Tabela 2.2-1: Principais culturas da Área 18 (em ha)

Culturas Temporárias	A18 (BA)	A18 (ES)	A18 (MG)	Total A18	Culturas Permanentes	A18 (BA)	A18 (ES)	A18 (MG)	Total A18
Cana-de-açúcar (2)	24.801	35.298	4.619	64.718	Café (beneficiado)	574	99.710	20	100.304
Mandioca (2)	3.270	6.792	144	10.206	Coco-da-baía (1)	2.646	6.755	11	9.412
Milho (em grão)	731	1.733	131	2.595	Mamão	2.373	6.653	0	9.026
Feijão (em grão)	1.322	1.197	21	2.540	Cacau (em amêndoa)	3.907	883	0	4.790
Melancia	1.799	0	0	1.799	Pimenta-do-reino	62	2.095	0	2.157
Amendoim (em casca)	58	400	0	458	Borracha (látex coagulado)	182	1.840	0	2.022
Arroz (em casca)	4	425	0	429	Maracujá	409	686	3	1.098
Batata-doce	215	0	0	215	Laranja	161	463	0	624
Abacaxi (1) (2)	126	17	1	144	Banana	363	251	1	615
Tomate	40	18	0	58	Palmito	10	360	0	370
	32.366	45.880	4.916	83.162		10.687	119.696	35	130.418

Fonte: PAM 2006 (IBGE)

A total de terras ocupado pelas culturas nos vinte municípios que compõe a A18 é de 214 mil hectares (tabela acima), o que representa 12,5% do total de 1,7 milhões de hectares da área A18 com potencial alto, médio e baixo, conforme a Tabela 2.1.6-1.

De acordo com a base de dados do PAM 2006 (IBGE, 2008), as terras ocupadas com as culturas temporárias, nas dez áreas selecionadas, foi de 1,7 milhões de hectares (Mha), sem incluir os 831 mil ha ocupados com a cana-de-açúcar. As lavouras permanentes ocuparam 778 mil ha, somando 2,6 Mha de terras com culturas (Tabela 2.2-2) ou 3,4 milhões de hectares incluindo-se a área com cana.

Tabela 2.2-2: Área ocupada com culturas temporárias (exceto cana) e permanentes em 2006 (ha) nas áreas selecionadas

ÁREA SELECIONADA	ESTADOS	TEMPORÁRIAS (Exceto Cana) (ha)	PERMANENTES (ha)	TOTAL 2006 (ha)	TOTAL 2025 (3,0% a.a.) (ha)
A15r	BA	130.149	119.073	249.222	437.012
A16r	BA SE	521.304	257.877	779.181	1.366.299
A18	BA ES MG	18.483	131.356	149.839	262.744
A19	RJ ES	15.679	6.820	22.499	39.452
A20	AL PE	76.831	18.712	95.543	167.535
A21	PE	225.387	27.304	252.691	443.095
A22	PE PB	220.422	3.761	224.183	393.106
A23	PE PB	53.560	18.735	72.295	126.770
A24	PB RN	60.349	9.587	69.936	122.633
A25	CE	451.599	184.641	636.240	1.115.651
		1.773.763	777.866	2.551.629	4.474.297

A tabela acima apresenta, na última coluna, a projeção das áreas a serem ocupadas em 2025, por conta da expansão dessas culturas, totalizando 4,5 milhões de hectares. A taxa média de crescimento anual foi calculado em 3,0%.

Em dezesseis anos, de 1990 a 2006, a área ocupada com as culturas temporárias e permanentes no Brasil passa de 53 para um pouco mais de 62 milhões de hectares. Durante a década de 90, a área agrícola não aumentou. Porém, expandiu-se em 11 milhões de hectares durante a atual década. A soja foi responsável praticamente por todo o aumento da área cultivada no país. A área dessa cultura cresceu de mais de 11 milhões de hectares desde o início dos anos 90 para 22 milhões de hectares em 2006. Essa expansão concentrou-se nos estados do Centro-Oeste.

Na Fase 2 do Projeto Etanol (CGEE, 2007) verificou-se que em alguns estados da nação a área ocupada com as lavouras temporárias e/ou permanentes não sofreu evolução significativa, a exemplo do estado de Sergipe, que de 1990 a 2005, evoluiu 0,26% ao ano. Outros estados apresentaram uma evolução negativa, isto é, nesses quinze anos, diminuíram a área ocupada com as lavouras. É o exemplo de Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte e Piauí.

Para determinar a evolução da expansão considera-se espaços temporais trienais. Após isto, é feita uma média dos triênios, o que resultará no número percentual a ser utilizado nas projeções das áreas de expansão das demais culturas, exceto a cana-de-açúcar.

A taxa média de crescimento de toda a área cultivada no país, de 1990 a 2006, foi de 1,13% a.a., mas acelerou-se para 4,3% a.a. na primeira metade da presente década, em função, principalmente, da forte expansão da cultura da soja; esse crescimento expressivo da área cultivada não deverá se verificar novamente. Por essa razão parece mais adequado extrapolar a tendência de longo prazo para a expansão da área cultivada. Essa expansão, no país, foi de 1,11% a.a. para a área cultivada com outras culturas fora da cana.

No entanto, para 2025, utilizou-se uma média entre a maior e menor taxa de expansão das terras utilizadas para culturas, ou seja, 3,0% ao ano. Desse modo,

dos 2,6 Mha utilizados para culturas temporárias, exceto a cana-de-açúcar, e permanentes, a área necessária para a expansão dessas culturas passa a ser de 4,5 Mha, nas dez áreas selecionadas, conforme apresentado na Tabela 2.2-2.

Como comparação, a área ocupada com a cana-de-açúcar nos estados nos quais encontram-se as dez áreas selecionadas, de 1990 a 2006, passou por um longo processo de involução (Tabela 2.2-3). A taxa média anual nesse período foi de 1,2% por conta da evolução do estado do Espírito Santo, o qual apresentou um incremento substancial, embora a área em si seja praticamente inexpressiva.

Se forem considerados os primeiros dez anos, tem-se uma involução, a taxa anual passa a ser de -1,6% ao ano, e reverte-se para 5,5% a.a. se considerada a evolução das terras com cana-de-açúcar, nesses estados, nos últimos dez anos, conforme a Tabela 2.2-3, a seguir.

Tabela 2.2-3: Evolução da área ocupada com cana-de-açúcar nos estados selecionados (1990-2006) em ha.

ESTADOS	1990	1995	2000	2005	2006	1990-2006	Tx Média Annual	Tx a.a. primeiros 10A	Tx a.a. últimos 10A
CE	63.600	43.456	34.535	35.098	29.067	-54,3%	-3,4%	-3,1%	2,8%
PB	160.294	152.435	93.055	105.403	116.115	-27,6%	-1,7%	-2,8%	1,6%
PE	473.726	471.272	359.662	368.188	336.765	-28,9%	-1,8%	-2,3%	-2,9%
AL	561.217	449.746	461.912	406.788	402.253	-28,3%	-1,8%	-0,8%	-0,7%
SE	38.104	24.808	21.208	26.867	38.853	2,0%	0,1%	-5,6%	6,7%
BA	80.302	76.880	92.060	92.947	106.455	32,6%	2,0%	1,6%	3,7%
ES	76	39	36	148	274	260,5%	16,3%	0,9%	32,1%
MG	301.710	267.571	292.571	349.112	431.338	43,0%	2,7%	-0,1%	6,0%
RJ	206.786	161.787	158.824	168.279	164.290	-20,6%	-1,3%	-2,5%	-0,2%

Fonte: Elaboração a partir de dados do PAM, 2006 (IBGE, 2007)

É importante notar que o total de 21,8 milhões de hectares com potenciais de produtividade Alto, Bom e Médio (Tabela 2.1.6-1) refere-se à disponibilidade de terras para expansão, e não ao uso efetivo para a produção de etanol. A esse montante, desconsidera-se as áreas com terras impróprias para o cultivo da cana-de-açúcar (1,8Mha); vinte por cento destinados a Reserva Ambiental (4Mha), e as terras destinadas à evolução das culturas até 2025, à taxa de crescimento de 3% ao ano (4,5Mha), restando 11,5 Mha para a efetiva utilização com o plantio da gramínea.

2.2.1 Disponibilidade de área e potencial de produção de etanol – atual

Com base nos dados da área disponível, será calculado o potencial de produção de etanol mantendo-se os parâmetros atuais de produção. De acordo com as premissas para a expansão da produção de etanol da Fase 1 e 2 do Projeto Etanol (CGEE, 2005, 2007), foi definida uma destilaria “padrão” que considera uma produção de 85 litros de etanol por tonelada de cana, com a tecnologia atual.

Com os dados de produtividade para a região N-NE conforme a tabela 2.1.7-1, o potencial estimado de produção de etanol, nas dez áreas selecionadas, é de 53,3 milhões de m³, sem levar em consideração avanços tecnológicos agrícolas ou

industriais. Como comparação, em 2007, o país produziu 22,5 milhões de m³ de etanol.

Com a introdução de novas tecnologias, focando na área industrial, a exemplo da hidrólise, pode-se considerar que a produção de etanol por litro de tonelada de cana será de 92,5. Com isso, o potencial passa a ser de cerca de 58 milhões de m³ de etanol (Tabela 2.2.1-1).

Tabela 2.2.1-1: Potencial de produção de etanol N-NE nas áreas selecionadas – produtividade atual com tecnologia industrial atual e progressiva

Potencial tc/ha NE (atual)		ha (10 ⁶)	Prot.Amb (20%)ha 10 ⁶	Culturas (T+P)	Area Disponível (ha)10 ⁶	Produção Cana 10 ⁶ t	Produção Etanol Tecnol. atual* 10 ⁶ ℓ	Produção Etanol Tecnol. Progr.** 10 ⁶ ℓ
Alto	59,40	9,1	7,28	45,5%	5,23	311	26.419	28.750
Médio	53,34	5,7	4,56	28,5%	3,28	175	14.860	16.171
Impróprio	47,29	5,2	4,16	26,0%	2,99	141	12.019	13.079
		20,0	16,0	100,0%	11,50	627	53.298	58.000

(*) 85 l/tc

(**) 92,5 l/tc

A exemplo dos avanços na área tecnológica, como a hidrólise, que elevaria a produção de etanol em cerca de 10%, na área agrícola é se esperar avanços na produtividade, conforme citado anteriormente. De acordo com os dados apresentados na Tabela 2.1.6-1, com a produtividade sendo incrementada a 2% ao ano, nas áreas selecionadas, o potencial de produção de etanol passa a ser de 79,2 e 86,2 milhões de m³, respectivamente, segundo a tecnologia utilizada, conforme apresentado na Tabela 2.2.1-2.

Tabela 2.2.1-2: Potencial de produção de etanol N-NE nas áreas selecionadas – produtividade 2025 com tecnologia industrial atual e progressiva

Potencial tc/ha NE (2025)		ha (10 ⁶)	Prot.Amb (20%)ha 10 ⁶	Culturas (T+P)	Area Disponível (ha)10 ⁶	Produção Cana 10 ⁶ t	Produção Etanol Tecnol. atual* 10 ⁶ ℓ	Produção Etanol Tecnol. Progr.** 10 ⁶ ℓ
Alto	88,27	9,1	7,28	45,5%	5,23	462	39.257	42.721
Médio	79,26	5,7	4,56	28,5%	3,28	260	22.081	24.029
Impróprio	70,27	5,2	4,16	26,0%	2,99	210	17.859	19.435
		20,0	16,0	100,0%	11,50	932	79.197	86.185

(*) 85 l/tc

(**) 92,5 l/tc

O Projeto Etanol, na Fase 2, projetou a expansão da produção de etanol no país, para 205 milhões de m³ até 2025. As regiões N-NE participam com cerca de 50% desse volume, ou 100 milhões de m³. Desse volume, 80% seria advindo dos estados do Nordeste (Áreas Tradicionais) de acordo com este estudo.

Nesse cenário, dadas as condições acima apresentadas é factível que as Áreas Tradicionais possam produzir 30% dos 80 milhões de m³, ou 24 milhões de m³, incrementando notadamente a sua produção de aproximadamente 2 milhões de m³ de etanol na safra 2007/2008.

Como comparação, a regiões Norte e Nordeste, juntas, foram responsáveis por 9,9% do total de etanol produzido no país. Desse volume, o estado de Alagoas, concentrou 35% da produção álcool, seguido pelos estados de Pernambuco e Paraíba, com 19% e 17%, respectivamente. A Bahia, com cerca de 6% de

participação dessas regiões, apresenta potencial expressivo para expansão da produção de etanol.

2.3 Estudo logístico para escoamento de etanol: estimativa de investimentos em dutos, centros coletores e terminais marítimos

O norte da costa leste do país, no qual se situam as áreas tradicionais selecionadas para este estudo, do Nordeste Oriental até o Norte Fluminense, conta com importantes portos. No que diz respeito à exportação de etanol, embora tímida, a participação desses pontos de embarque é significativa.

Historicamente, a região Nordeste tem um papel atuante e importante no que diz respeito à exportação de açúcar. Quanto ao etanol, a sua participação nas exportações não é expressiva, acompanhando o desempenho da produção do combustível renovável.

O porto de Santos, no estado de São Paulo é responsável por 58% das exportações de 2007 e Paranaguá, no Paraná, o segundo maior porto exportador de etanol do país, exportou 23% do combustível renovável. Juntos, os portos de Maceió e Cabedelo, respondem por cerca de 12% das exportações.

A Figura 2.3-1 apresenta a estrutura logística atual das áreas selecionadas, incluindo o rio São Francisco, os principais portos, ferrovias, oleodutos e usinas localizadas nos estados de AL, PE, PB e RN.

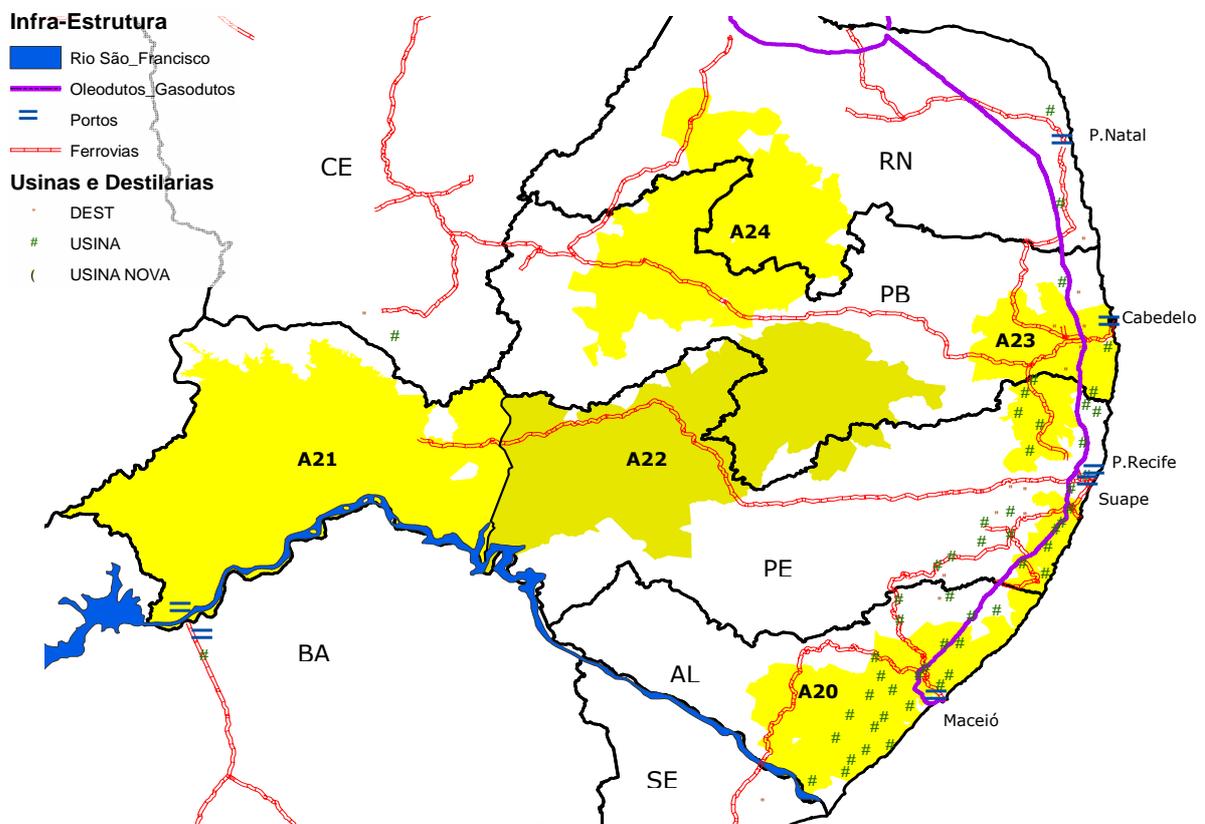


Figura 2.3-1: Infra-estrutura atual nas Áreas Tradicionais (A20 a A24)

As exportações de etanol devem alcançar 3,5 milhões de m³ de etanol no ciclo que

se encerra no mês de abril. Em 2007, as divisas geradas com a venda externa de álcool combustível, até outubro, foram de US\$ 1,2 bilhões (Tabela 2.3-1). Em 2006, o aporte foi de US\$ 1,6 bilhões para 3,6 milhões de m³ exportados. No *quantum*, as exportações de etanol sofreram um retrocesso, quando comparadas a 2006. Espera-se que para 2008 as exportações invertam esse resultado.

A participação dos quatro estados do Nordeste, em 2006 e em 2005, ficou em torno de 12% do montante financeiro, tendo o Estado de Alagoas a maior expressão. Os estados de São Paulo e Paraná foram responsáveis, em 2007, por 65 e 12%, respectivamente, das divisas provenientes das exportações de etanol.

Tabela 2.3-1: Participação das Exportações de Etanol por Unidade da Federação (2002 – Out-2007)

EXPORTAÇÃO BRASILEIRA DE ÁLCOOL ETÍLICO POR UNIDADE DA FEDERAÇÃO												
(US\$ Mil)												
Unidades da Federação	2002	2002 (%)	2003	2003 (%)	2004	2004 (%)	2005	2005 (%)	2006	2006 (%)	Jan-Out/07	Jan-Out/07 (%)
São Paulo	112.692	66,6%	76.425	48,4%	327.071	65,7%	512.823	67,0%	1.210.041	75,4%	838.090	64,9%
Paraná	157	0,1%	5.975	3,8%	28.234	5,7%	46.125	6,0%	121.189	7,6%	156.442	12,1%
Alagoas	33.420	19,8%	39.061	24,7%	89.213	17,9%	119.480	15,6%	117.018	7,3%	131.362	10,2%
Minas Gerais	2.684	1,6%	1.262	0,8%	10.522	2,1%	32.025	4,2%	80.279	5,0%	110.336	8,5%
Rio de Janeiro	887	0,5%	77	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	20.411	1,6%
Pernambuco	1.705	1,0%	4.991	3,2%	12.857	2,6%	21.961	2,9%	38.986	2,4%	15.189	1,2%
Paraíba	10.058	5,9%	18.887	12,0%	19.892	4,0%	24.468	3,2%	9.596	0,6%	7.409	0,6%
Rio Grande do Norte	509	0,3%	3.952	2,5%	4.848	1,0%	4.054	0,5%	24.007	1,5%	5.491	0,4%
Espírito Santo	5.684	3,4%	7.179	4,5%	4.866	1,0%	4.118	0,5%	135	0,0%	-	-
Rio Grande do Sul	-	0,0%	19	0,0%	20	0,0%	15	0,0%	20	0,0%	-	0,0%
Outros	1.357	0,8%	134	0,1%	217	0,0%	460	0,1%	3.459	0,2%	6.673	0,5%
TOTAL	169.153		157.962		497.740		765.529		1.604.730		1.291.403	

Fonte: Secex/MDIC (2008)

A expansão de produção de cana-de-açúcar tem como objetivo também a oferta de Energia Elétrica a partir das áreas selecionadas. A escolha da melhor localização para a expansão passa pela análise da distância às subestações e usinas termoelétricas (Figura 2.3-2).

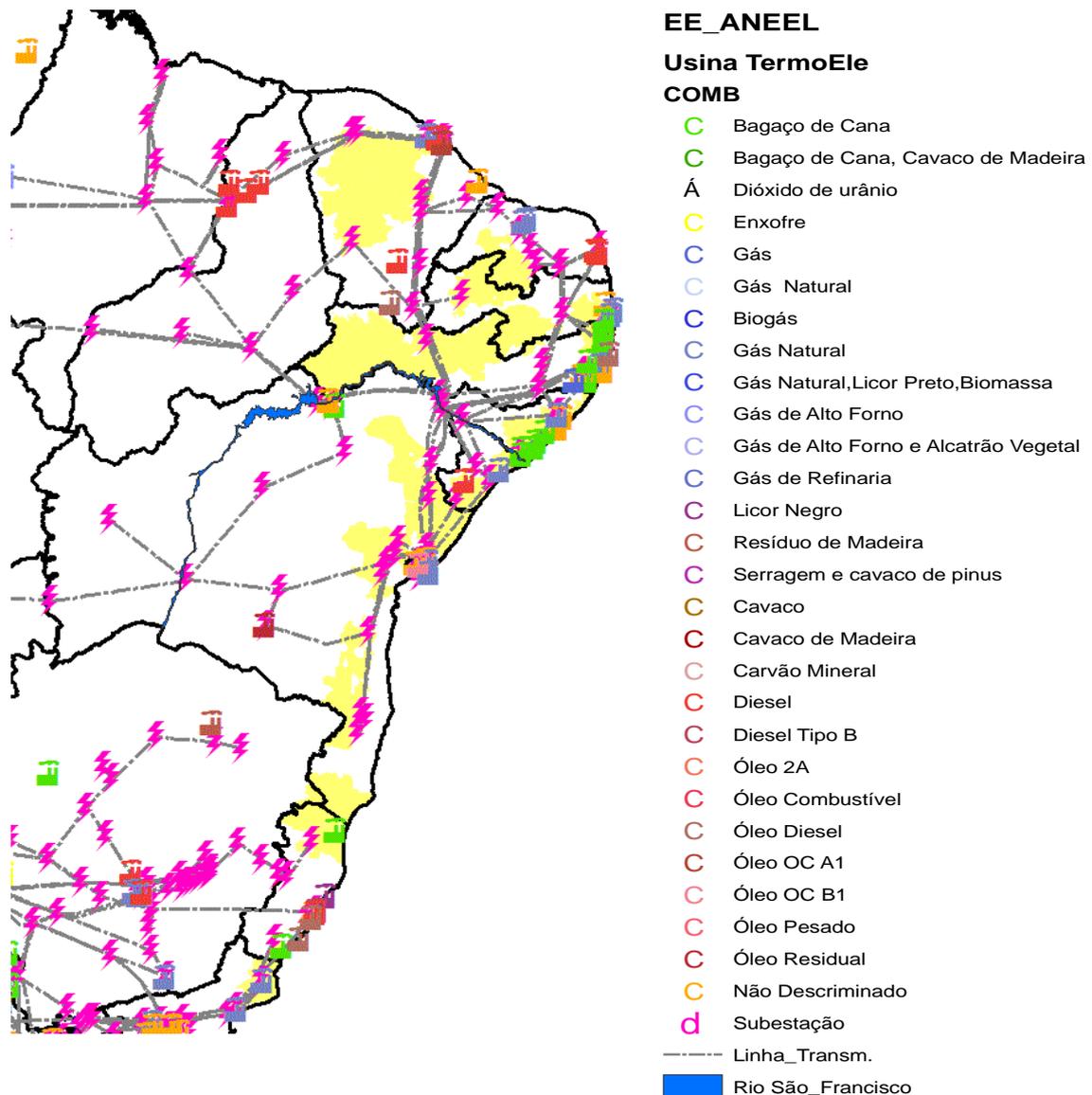


Figura 2.3-2– Usinas Termoeletricas, Subestações e Linhas de transmissão

Fonte: ANEEL (2007)

Um planejamento visando à revitalização das áreas selecionadas, com expressiva expansão da produção de cana-de-açúcar e etanol que tenham por objetivo a exportação do combustível renovável, passa necessariamente pela ampliação e modernização da área portuária.

2.3.1 Portos

Encontra-se, na seqüência, uma breve descrição dos principais portos situados em Alagoas (Porto de Maceió), em Pernambuco (Portos de Recife e Suape), na Paraíba (Porto de Cabedelo).

PORTO DE MACEIÓ – AL

O porto de Maceió está localizado na área leste da cidade de Maceió (AL), entre as praias de Pajuçara e Jaraguá, e tem em sua área de influência todo o estado de Alagoas. Durante a sua existência, o Porto de Maceió ampliou a sua estrutura realizando obras de engenharia que datam desde 1942, com o acesso rodoviário, acesso ferroviário e cais com estação de passageiros. O aterro hidráulico que propiciou o terminal açucareiro e o comercial totalizando 750 metros de cais foi realizado em 1974. Em 1978, foram executadas as obras do novo acesso rodoviário e o entroncamento para o seu lado externo mais uma rede de energia elétrica. Já o píer petroleiro iniciado em 1989 foi concluído em 1995. Em 1996, o porto realizou obra de dragagem do canal de acesso ao cais comercial.

Em dezembro de 2007 o porto de Maceió foi temporariamente federalizado, até a criação da Companhia de Docas de Alagoas, ficando subordinado à Secretaria Especial. O porto de Maceió foi administrado pela Companhia Docas do Rio Grande do Norte – Codern desde 1990, ano no qual foi extinta a Empresa de Portos do Brasil-PORTOBRÁS, instituído em 1975 em substituição do Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis-DNPVN, órgão criado pelo Governo Federal em 1963.

A estrutura do terminal de líquidos do porto é composta de um berço com 307 metros de comprimento e calado de 10,5 metros com capacidade para atracarem navios de até 50.000 toneladas. As principais cargas deste terminal são: o petróleo e seus derivados, o melão e o álcool.

No estado de Alagoas, o porto de Maceió é o grande escoadouro do estado, tendo movimentado até novembro de 2007 mais de 2,8 milhões de toneladas de cargas, com grande destaque para o açúcar em sacas e a granel que responderam por 57% desse total (Tabela 2.3.1-1). Diferentemente do que aconteceu em 2002 quando 49% do movimentado era de graneis líquidos.

Tabela 2.3.1-1: MOVIMENTAÇÃO POR NATUREZA DE CARGA (Nov/2007)

NATUREZA	PESO (ton)	PARTICIPAÇÃO (%)
GRANÉIS SÓLIDOS	1.607.005	57,21
GRANÉIS LÍQUIDOS	860.652	30,64
CARGA GERAL	277.065	9,86
CONTAINERES	64.005	2,28
Total	2.808.727	100,00

Fonte: Porto de Maceió (dez, 2007)

As principais cargas movimentadas, no embarque, foram: açúcar demerara, álcool anidro, petróleo, melão, gasolina, óleo diesel, arroz, máquinas, milho, borracha, petróleo bruto, contêiner, gasolina, dicloroetano e soda cáustica, e no desembarque: adubo, trigo, óleo diesel, milho, farelo de algodão, enxofre e contêineres com farelo de trigo. O álcool anidro e hidratado tiveram, juntos, no ano de 2007 (até novembro), uma participação de 7% do total da carga, somando mais de 200 mil toneladas, com tendência de aumento. Já o açúcar é o principal item na pauta de exportação de Alagoas.

Em 2006, o faturamento das vendas externas do Estado de Alagoas foi de US\$ 692,5 milhões. Do total, US\$ 495 milhões correspondem ao açúcar a granel. Outros US\$ 117 milhões correspondem às exportações de álcool e mais US\$ 59 milhões de açúcar em sacos, totalizando mais de US\$ 635 milhões provenientes do setor sucro-alcooleiro.

A Transpetro em parceria com agentes do setor sucro-alcooleiro pretendem expandir a capacidade de armazenamento de 30 para 50 milhões de litros. Isto se deve pela perspectiva de aumento das exportações do etanol e em virtude da localização do porto, ou seja, perto das áreas produtoras de Alagoas e Pernambuco. Além de possibilitar uma melhor estrutura para receber álcoois especiais, que necessitam de uma tecnologia mais sofisticada para armazenamento e transporte. O investimento é de R\$ 15 milhões.

Em 2001 foram iniciadas obras de recuperação e melhoramento da infra-estrutura do porto, mas acabaram sendo paralisadas e só foram retomadas em 2005. Esta obra foi estimada inicialmente em R\$ 46 milhões, mas em virtude dos atrasos pode superar os R\$ 70 milhões. Os recursos são provenientes do Ministério dos Transportes e repassados através do Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes - DNIT. Esta obra prevê a ampliação do cais em 408 m o que permitirá que mais dois navios atraquem ao mesmo tempo.

O Programa de Aceleração do Crescimento – PAC prevê investimentos em alguns portos no montante de R\$ 1 bilhão de reais. Entretanto, o porto de Maceió não foi contemplado no Programa. Os investimentos que deverão ser feitos no porto para a ampliação do cais do contêiner serão repassados pela Secretaria de Portos. A ampliação de 408 metros de berço está orçado em R\$54 milhões e deverá ser finalizada em 2009.

PORTO DE SUAPE – PE

O porto localiza-se no litoral Sul do estado de Pernambuco, próximo à foz dos rios Tatuoca e Masangana, entre o Cabo de Santo Agostinho e o Pontal do Cupê, distando 40 km ao Sul da cidade de Recife, tendo por área de influência o estado de Pernambuco e parte dos estados de Alagoas e da Paraíba e o acesso pode ser feito a partir da rodovia estadual PE-060, que encontra a federal BR-101 no município do Cabo (PE), e da AL-101, na divisa dos estados de Pernambuco e Alagoas, e pelo ramal de 23km da Companhia Ferroviária do Nordeste, malha nordeste, integrado às linhas da antiga Superintendência Regional Recife (SR 1), da Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA)

Principal porto do estado, Suape, é um dos portos que mais movimenta grãos líquidos, com destaque para o álcool. O Porto de Suape acumulou 41% de crescimento na movimentação de cargas entre janeiro e setembro de 2007, na

comparação com o mesmo período de 2006, passando de 3,6 milhões de toneladas para 5,1 milhões de toneladas até setembro de 2007. As cargas em contêineres cresceram 43% no acumulado do ano, atingindo 181.023 toneladas. Já os granéis líquidos, um dos principais produtos movimentados no porto, apresentam crescimento de 30% no acumulado do ano, somando 2.618.169 toneladas.

Estrutura de granéis líquidos no porto consiste de dois Píer de Granéis Líquidos

PGL L-1

Atende navios de até 45.000 tpb (toneladas de porte bruto). Tem 84m de comprimento e 25m de largura na sua plataforma de operação, com profundidades de 14m tanto no Berço Leste como no Berço Oeste. Dispõe de 4 dolphins (berços de atracação) laterais, ficando ligado ao molhe através de uma ponte de acesso, sobre a qual estão assentadas as tubulações destinadas ao transporte de granéis líquidos, com origem ou destino no parque de tancagem localizado no retro porto.

São 10 braços mecânicos para embarque e desembarque de granéis líquidos, sendo 5 em cada berço, com capacidade de 1.000m³/hora/cada. Toda a operação portuária é atualmente realizada pela Petrobrás e por operadores qualificados, vinculados a terminais de gases e álcool.

PGL-2

O segundo Píer de Granéis Líquidos, construído no Porto Externo de Suape, permite a operação de dois navios simultaneamente, com as seguintes características:

- Porte Bruto: 90.000 tpb
- Calado máximo: 14,50 metros
- Comprimento total: 266 metros
- Boca máxima: 39 metros

O PGL-2 foi desenvolvido em eixo ortogonal ao molhe do Porto Externo, contando com ponte rodoviária de acesso, plataforma de operação e dolphins de atracação e amarração, com as seguintes características:

- Ponte: 213m de extensão, pista de rolamento com 4,20m e passeio lateral de 1,20m de largura;
- Plataforma: 45m de comprimento e 32m de largura;
- Dolphins: em número de 10, sendo 4 de atracação e 6 de amarração;
- Comprimento total: 386m, incluindo as passarelas entre dolphins.

Estrutura da instalação:

Fundação em estacas cilíndricas (219 unidades) de concreto protendido de 0,80 m de diâmetro. Obra orçada em R\$ 9.827.417.

A tancagem flutuante de 41.000 toneladas de GLP (gás de cozinha), implantada a partir de julho de 1993, junto ao Molhe de Abrigo, contribuiu para ampliar a movimentação anual de granéis líquidos de 1,2 milhões de toneladas em 1991 para mais de 3,6 milhões de toneladas em 1998, atendendo, através de transbordo *ship to ship*, o abastecimento de todo o Nordeste/Norte do Brasil, até Manaus.

Mais de 70 empresas já se instalaram ou estão em fase de implantação no Complexo Industrial de Suape, representando investimentos da ordem de US\$ 1,7 bilhão. Além da infra-estrutura adequada, essas empresas contam ainda com incentivos fiscais, oferecidos pelos governo estadual e municipal, com o objetivo de estimular a geração de empregos e incrementar a economia regional.

O porto de Suape precisa de investimentos superiores a R\$ 140 milhões, para a dragagem do canal de acesso dos navios ao pólo, a duplicação de rodovias e a construção de um píer petroleiro. O Estado já disponibilizou R\$ 14 milhões, o restante será repassado pelo Governo Federal. De acordo com o ajuste celebrado, R\$ 6,8 milhões seriam liberados em 2007, R\$ 60 milhões em 2008, e o restante em outras parcelas que vencerão em 2010.

As obras do acesso incluem uma estrada rodoferroviária de 4,5 quilômetros de extensão e a dragagem de 4,2 milhões de metros cúbicos de areia na entrada do porto, orçadas em R\$ 112 milhões. O acesso rodoferroviário liga o estaleiro, que está sendo construído numa área de 78 hectares na Ilha de Tatuoca, à estrada TDR-Sul, via interna do porto. "Um acesso provisório está praticamente pronto", explicou o secretário de Desenvolvimento Econômico, Fernando Bezerra Coelho.

O presidente Luiz Inácio Lula da Silva transferiu, em decreto publicado, no Diário Oficial da União, R\$ 65,3 milhões do orçamento do Ministério dos Transportes para a Secretaria Especial de Portos. Desse montante, R\$ 19,3 milhões serão usados nas obras do acesso terrestre à Ilha de Tatuoca, no Complexo Industrial Portuário de Suape. O investimento é uma parte do total que será utilizado no projeto, avaliado em cerca de R\$ 45 milhões, para atender as demandas do Estaleiro Atlântico Sul. Ainda está faltando uma média de R\$ 25 milhões para terminar as atividades até 2010.

PORTO DE CABEDELLO - PB

Localizado na cidade de João Pessoa na Paraíba, o porto tem acesso pela rodovia BR-230 integrada à BR-101 e pela Companhia Ferroviária do Nordeste, tendo em sua área de influência os estados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte. As principais cargas transportadas, no embarque, foram: vermiculite, álcool, açúcar, bentonita, cordão de sisal e contêiner, e no desembarque: malte de cevada, petcoke, óleo vegetal, milho, algodão, contêiner, bentonita, farelo de algodão e clínquer.

O porto de Cabedelo é administrado pela Companhia Docas da Paraíba, órgão vinculado à Secretaria de Estado da Infra-estrutura. Esta empresa tem registrado uma movimentação em termos de exportações e importações em torno de 45% ao mês de Granel Líquido (Álcool, Gasolina e Diesel) e cerca de 30 a 40 mil toneladas/mês de produtos como o Carvão Mineral (Pet coque), Corda de Sisal, Granito, Clínquer, Cimento e Bentonita, Trigo e Álcool, totalizando uma média de anual de 800 mil toneladas.

O álcool é um dos principais produtos movimentados e deve ter sua participação ampliada com o projeto de investimento de 20 milhões de reais para a instalação de sete tanques de armazenagem de álcool. Atualmente, a capacidade de estocagem do produto é de 15 milhões de litros e com a conclusão do projeto esse volume deverá passar a ser de 45 milhões de litros.

O porto de Cabedelo possui instalações do setor privado, e dentre elas tem-se 50 tanques, pertencentes a diversas empresas distribuidoras de álcool e derivados de petróleo, totalizando 61.612t de capacidade. As empresas são: Esso Brasileira de Petróleo S.A., Petrobrás Distribuidora S.A., Norte Gás Butano Ltda., IAT – Companhia de Comércio Exterior, Companhia de Óleos Vegetais do Brasil (Convebras), Terminais de Armazenagem de Cabedelo Ltda. (Tecab).

As empresas privadas instaladas no porto fazem investimentos para melhorar a infra-estrutura de armazenagem. Pode – se citar o investimento do TECAB no valor de R\$ 10 milhões para ampliar o armazenamento de granel líquido e assim elevar sua capacidade de 25 milhões de litros para 42 milhões de litros de combustíveis. A Cabedelo Óleo e Gás está investindo também cerca de R\$ 40 milhões, para armazenar 80 milhões de litros de combustível. A empresa Dunea vai fazer investimentos no mais de R\$ 40 milhões, em parceria com um grupo japonês e libanês. No total, esses investimentos privados somam R\$ 210 milhões. Com estes investimentos o porto possui hoje a capacidade de armazenamento de 168 milhões de litros de combustíveis, sendo que movimenta todos os meses, sem interrupção, cerca de 40 milhões de litros.

O Governo do Estado, em parceria com o Ministério dos Transportes (DNIT), investiu na melhoria da infra-estrutura do Porto de Cabedelo injetando cerca de R\$ 9 milhões na dragagem do canal de acesso e do Cais Acostável (Área de trânsito de navios e desembarque de cargas e passageiros). Esta obra foi concluída em 2005 e possibilitou que o calado aumentasse de 27 pés para 30 pés, com maré mínima de 1,60 metros. Agora, o porto pode receber navios de grande porte.

Além do investimento supramencionado o Governo do Estado em parceria com o Governo Federal investiu mais R\$ 1,2 milhão no Plano de Segurança Internacional, o que garantiu ao porto a habilitação para receber navios dos 171 países que compõem a Organização Internacional Marítima. E, cerca de R\$ 6,3 milhões na implementação do Terminal Pesqueiro.

2.3.2 Dutos

Quanto à rede dutoviária, devido ao fácil acesso das áreas tradicionais ocupadas com cana-de-açúcar aos portos acima descritos, a construção de dutos seria viável para escoar o etanol produzido de áreas mais distantes. É o caso da área A21 no Oeste do estado de Pernambuco, a A22, situada no Pernambuco e Paraíba e ainda da área A24 localizada nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte.

Deve-se considerar que, para viabilizar a construção de dutos, com investimento de cerca de US\$ 35 mil por km polegada, faz-se necessário uma produção mínima anual de 2,55 milhões de m³ de etanol, razão pela qual é interessante ter-se agrupamentos de aproximadamente quinze destilarias, os *clusters*, o que se mostrou viável dado o potencial apontado na Tabela 2.1.6-1.

Estudos realizados² apontam para uma possível produção de 10 milhões de toneladas de cana-de-açúcar a partir do Canal do Sertão. Localizado no Oeste do Estado abrange 16 municípios do estado de Pernambuco.

² Sindaçúcar (2007)

A Figura 2.3.2-1, a seguir, apresenta, com destaque na cor verde claro, os municípios que fazem parte do projeto Canal do Sertão: Petrolina, Afrânio, Dormentes, Santa Filomena, Santa Cruz, Ouricuri, Trindade, Araripina, Bodocó, Ipubi, Granito, Exú, Moreilândia, Serrita, Cedro e Parnamirim e um município, na Bahia, Casa Nova.

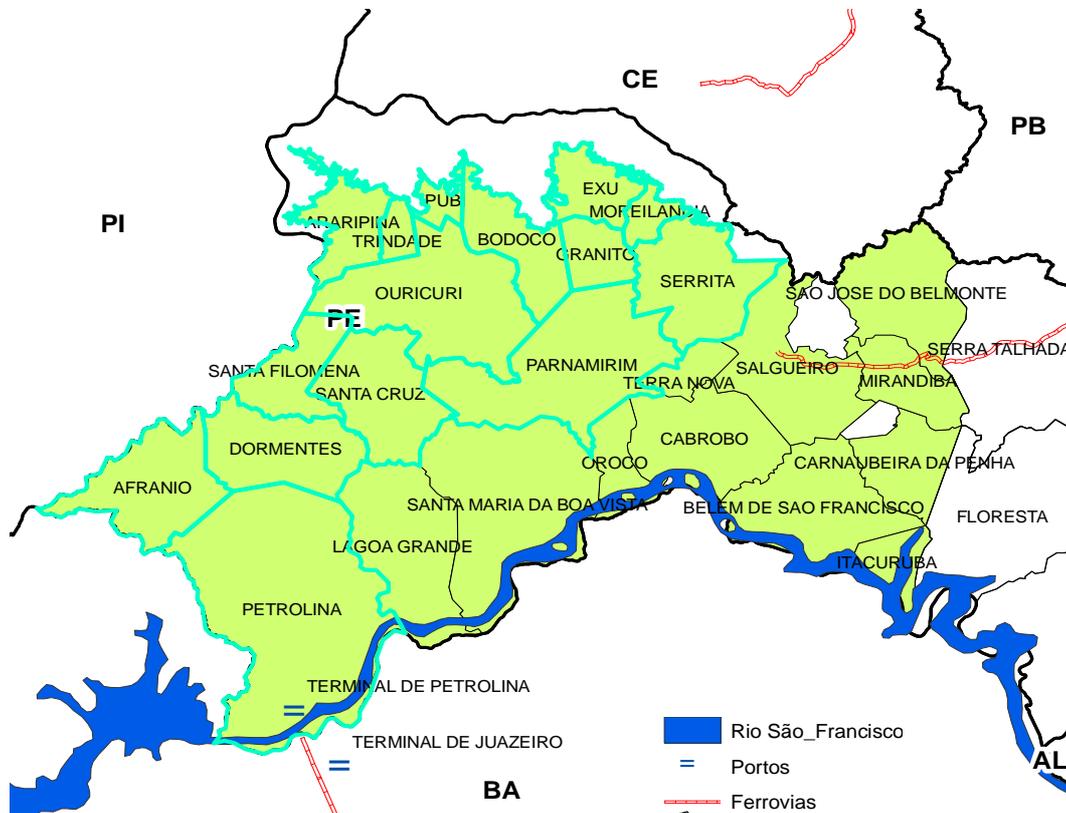


Figura 2.3.2-1: Área 21 - Municípios Canal do Sertão (PE)

O traçado do duto paralelo a um oleoduto, gasoduto ou via férrea existente, minimiza os impactos ambientais e os custos relacionados à sua construção. Os coletores e terminais a serem construídos devem ser incluídos no cálculo. No caso das áreas A21 e A22, no Pernambuco, o traçado poderia seguir a ferrovia do Nordeste, a Transnordestina, que deve chegar até o município de Eliseu Martins, no Piauí. A ferrovia, atualmente, termina no município de Salgueiro (Figura 10), no estado de Pernambuco.

Pode-se observar, na Figura 2.3.2-2, a dois dutos projetados paralelos à ferrovia existente. Um, com distância de aproximadamente 550 km, abrangendo as áreas A21 e A22 até o Porto de Suape (PE), e um outro com cerca de 350 km, partindo da área A24 para desembarque no porto de Cabedelo, na Paraíba.

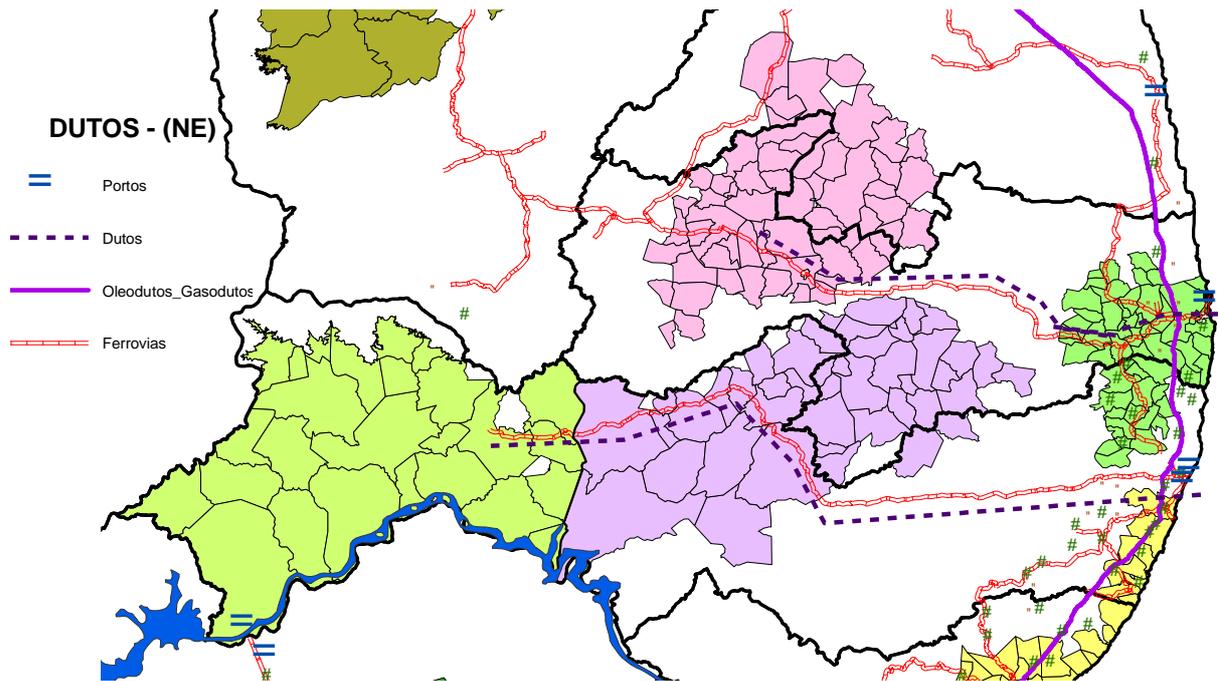


Figura 2.3.2-2 Dutos (Projeto) Áreas A21, A22 e A24 (NE)

Algumas considerações

As dez áreas selecionadas têm potencial para produzir, até 2025, um total de 86 milhões de m³ de etanol com o uso de tecnologia convencional e de hidrólise, e incrementos na produtividade agrícola (tc/ha) de 2% ao ano.

De acordo com os dados apresentados neste estudo, a região poderia satisfazer uma demanda mundial de etanol, em 2025, participando com 30 milhões de m³, incrementando expressivamente a atual produção de cerca de 2 milhões de m³.

A participação na produção de cana-de-açúcar da região do Nordeste tem apresentado queda constante desde o início da década atual. Na safra 2000-2001, participou com 19,5% dos 255 milhões de cana produzidos pelo Brasil, passando para 16,8% e 12,8% nas safras 2003/2004 e 2006/2007, respectivamente.

A produção de etanol e açúcar tem acompanhado essa tendência de queda, tendo participado, nas mesmas safras, com 14,5% (00/01), 11,8% (03/04) e 9,9% (06/07) da total de etanol produzido no país. O açúcar apresentou a seguinte participação nos mesmos períodos de safra: 22,2%, 18,0% e 13,6%.

As exportações de etanol podem ser incrementadas devido à facilidade de acesso e diversidade de portos. Investimentos nas instalações portuárias, em dutos e terminais para estocagem são primordiais. Notadamente, urge a necessidade de ações planejadas serem implementadas para reverter essa tendência.

3. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DA CANA EM ÁREAS SELECIONADAS (AL, PE)

3.1 VISITAS A USINAS E DESTILARIAS DOS ESTADOS DE ALAGOAS E PERNAMBUCO

Foram realizadas, em dezembro de 2007, visitas a algumas usinas dos estados de Alagoas e de Pernambuco para um levantamento das tecnologias utilizadas nas áreas agrícola e industrial. As informações e comentários, abaixo descritos, são o resultado de entrevistas com diretores e técnicos das usinas visitadas, os dados correspondem a declarações espontâneas sem consulta a banco de dados.

3.1.1 ALAGOAS

Usina Capricho

A moagem de safra é em torno de 600.000 toneladas de cana (50 % cana própria, 50 % cana de fornecedor).

A usina consegue irrigar somente 64 % da área plantada (aproximadamente 4.000 hectares) com 3 a 4 lâminas de 40-50 mm cada, empregando 36 conjuntos móveis, operados com moto bombas. Os 36 % restantes da área de cana não pode ser irrigado por falta de estrutura, apesar de dispor de água. A Gerência Agrícola considera muito caro irrigar com moto bomba, assim vai passar para eletro bomba e tem um projeto de eletrificação de 3.200 ha em execução avançada. Tem hoje 6.800 ha cultivados e vai chegar a 7.200 ha na próxima safra.

O que poderia alavancar ganhos de produtividade seria fazer irrigação complementar (maior de 400 mm), toda eletrificada, e manter pelo menos irrigação de salvação (160 a 200 mm) onde não seja possível a complementar. Para isso, as unidades precisariam gerar o máximo de eletricidade possível. De dezembro até o final da safra (março) a cana começa a secar o que requer irrigação complementar na soca e na cana a ser moída. Tem uma produtividade média de 61 tc/ha e dos 36 conjuntos de irrigação que possui, 18 são de canhão aspersor para uso em cana planta e 12 do tipo "rolão" para a cana soca. A longevidade atual do canavial é de 5 cortes e pretende chegar a 6 cortes em breve. Considera o investimento em pivô de irrigação muito alto e limitante.

A expansão horizontal do canavial deve ser evitada, pois implicaria em mais destruição de matas e ainda há muita margem para ganhos de produtividade. O corte de cana crua teria sentido nas áreas mecanizáveis e se conseguisse implantar uma mecanização nas encostas, o impacto sobre produtividade e custo agrícola seria extraordinário.

Há muita carência de tecnologia na mecanização agrícola. Colhe cana crua para mudas e consegue conviver com a cigarrinha através de controle biológico e, em parte, controle químico. No plantio, por dificuldade operacional, não utiliza a grade, erradica a cana com herbicida (glifosato) e sulca. Faz a calagem previamente e a subsolagem a 45 graus. Na sulcação (de dois sulcos) usa trator e enxada. Usa muito ancinho atrelado ao engate de três pontos do trator, sempre de ré, o que não é recomendado. Tem somente três carregadoras Bell.

No transporte, usa o sistema “bate e volta” com treminhão (55 t/ carga); a cana fica na margem do carreador e o trator entra no talhão. Está fazendo experiência com um “cavalinho” usando um peso de 8 t (que precisar passar para 12 t) e que, se operar bem, vai ajudar a otimizar o “bate e volta”.

Atualmente o maior investimento é em logística de escoamento de produção (cana) através de construção de estradas padronizadas de boa qualidade. Tem um programa de “Produtividade Agrícola Total”. O custo de colheita e transporte de cana (CCT) é de R\$ 22,30/tc. Foi apresentada à usina a alternativa de mecanização para áreas de declividade acima de 12%, em desenvolvimento na FEAGRI/Unicamp.

A mecanização é o terceiro ponto importante nas prioridades da usina. A colheita de cana crua estaria dentro deste contexto. Nas terras cultivadas atualmente, as encostas representam 70 %, as várzeas 10 % e a “chã” (pequeno tabuleiro) 20 %. Nas várzeas é possível se chegar a 140 t/ha e um ciclo de 12 a 15 cortes, com irrigação. A legislação ambiental proíbe a drenagem de várzeas dentro de dois anos.



Figura 3.1.1-1: Trabalhadores do corte manual durante a refeição

A produtividade do corte manual é de 5,2 t/dia e a meta é chegar logo a 6 t/dia. As variedades mais plantadas são: SP 7911 (30%), SP 3250 (36%), RB 92 579 (22%), RB 96 7515 (5%) e VAT 90-212(4%). A RB 92 579 tem raízes profundas, vegeta bastante e não para de crescer.

A usina tem um grande orgulho de suas atividades de preservação ambiental. Já recebeu vários prêmios importantes entre eles: Prêmio de Melhores Práticas Ambientais da Sociedade Nordestina de Ecologia (implantação de mata ciliar consorciada com cultura de subsistência como alternativa de renda) em 2006, Menção Honrosa em Atitude Ambiental Responsável e Cooperativa (2005) do Terceiro Benchmarking Brasileiro, Posto Avançado de Reserva Biológica da Mata Atlântica – Reserva de Biosfera da Mata Atlântica da MAB UNESCO, Prêmio Verde

do Instituto de Meio Ambiente de Alagoas (IMA) Categoria Empresarial em Conservação Ambiental, entre outros.

A Cooperativa da Alagoas está coordenando junto aos órgãos ambientais para estabelecer um programa de recuperação da mata ciliar pelo o setor. A Usina Capricho tem mais de 1.400 ha de mata nativa preservada e trabalha na recomposição da mata ciliar do rio Paraíba.



Figura 3.1.1-2: Vista externa da área industrial

A área industrial tem capacidade de moer 750.000 tc/ano, mas está moendo cerca de 600.000 tc/ano. Além da carência em tecnologia de mecanização, adequada para as condições locais, a usina sente uma grande falta de conhecimento em fertilidade do solo e gostaria de ter uma maior aproximação com os órgãos de pesquisa que atuam nestas áreas. Falta pessoal especializado para a cana, a usina "importa" mão-de-obra, há apenas uma universidade na região e não há programa específico para a cana. No Centro-Sul estes problemas estão mais bem equacionados e as condições do Nordeste exigem soluções específicas.

Usina Caeté

Trata-se de uma das melhores usinas do Nordeste e também do Brasil; pertence ao Grupo Carlos Lyra que tem um total de 5 usinas, sendo 3 no Nordeste (Usinas Cachoeira e Marituba, além da Caeté). A moagem de safra da Caeté é de 1,7 milhões de toneladas e a safra vai dos meados de setembro até o início de março. Este período de safra é limitado no início pelas chuvas e no fim pelo aumento das perdas. Há uma preocupação muito grande de buscar melhorias contínuas e de desenvolver e adaptar tecnologias novas para as condições locais.

A área cultivada da usina é de 15.400 ha, sendo 10.700 ha irrigados (5046 ha com pivô linear e o restante com canhão). Tem boa resposta à irrigação com as variedades RB.

Segundo a usina, o maior problema do Nordeste é a falta de infra-estrutura para armazenar a água; a construção dos açudes fica a cargo da iniciativa privada,

quando segundo eles deveria ser responsabilidade do governo. O resultado é que ficam limitados a uma irrigação de salvação, abaixo dos requerimentos da planta. Atualmente tem duas obras de barragens em andamento. A tecnologia de pivô linear foi desenvolvida pela usina que incentivou à indústria de implementos de irrigação a fabricar o produto; cada pivô linear atende a uma área de 400 a 500 ha.

A usina está localizada a apenas 30 km da região semi-árida. A região já tem cerca de 100 milhões de m³ de barragens, sendo que a Coruripe é dona de mais da metade desta água; a Seresta tem 5 barragens (5 milhões de m³ de média), a Porto Rico 8 barragens e existe aproveitamento hidroelétrico em algumas das barragens. A Usina Caeté tem usado água dos rios e a proximidade da praia causa influência das marés (a maioria das usinas está a menos de 30 km da praia). Alguns custos de barragens: R\$ 2,3 milhões (há 10 anos) para 20 Mm³, R\$ 17 milhões para 50 Mm³, R\$ 4,5 milhões para 15,5 Mm³. De maio a junho chove mais de 500 mm e a água vai direto para o mar se não for represada. O Senador Teotônio Vilela teve a idéia de bombear água no inverno (à noite) para armazená-la para o verão; chegou a armazenar 1,5 a 2 milhões de m³, mas a infiltração muito alta, devido ao solo arenoso, inviabilizou o projeto, que foi abandonado.

A produtividade média é de 72 tc/ha e espera chegar no curto prazo a 75-80 t/ha. O potencial é de 90 t/ha, mas não tem água para atingí-lo. Outra vantagem da irrigação é o aumento da longevidade do canal, diminuindo muito as reformas, e mantendo a uniformidade da produtividade ao longo do ciclo. Há mais de 10 anos vem revestindo os canais de irrigação, no início com cimento, depois com lona, e hoje têm todos os canais revestidos, inclusive os de vinhaça, sendo o revestimento mais comum feito com mantas. Na irrigação com vinhaça utiliza caminhão com carretel em 5.500 ha e outros 500 ha com o sistema normal de irrigação; a vinhaça é diluída para não queimar as folhas. O tensiômetro é utilizado em algumas áreas. Os módulos de irrigação utilizam eletro-bomba de 185 kW e toda energia elétrica para o bombeamento é fornecida pela usina em uma rede elétrica de 80 km (6 MW). A extensão da tubulação enterrada é de 92 km.

A tecnologia de pivô linear tem um custo aproximado de implantação de R\$ 2.500 a R\$ 3.000 por hectare, e é muito flexível no uso. O sistema por gotejamento tem custo estimado de R\$ 4.500 por hectare implantado, sendo visto como uma solução para mais longo prazo. Para atingir a meta de produtividade acima de 80 tc/ha seriam necessários 17 pivôs e já tem 13.



Figura 3.1.1-3: Irrigação com pivôs

A gerência da usina considera que a mecanização da colheita é irreversível (já colhe 25 % da cana mecanicamente), que melhora o solo, reduz a adubação e que atende à legislação além de ser mais barata que a colheita manual; a meta é chegar a 50 % de colheita mecanizada com a tecnologia existente.



Figura 3.1.1-4: Palha deixada no campo na colheita de cana crua

A palha deixada no campo ajuda em algumas regiões (retenção de umidade) e atrapalha em outras (dificulta a brotação da soqueira). A palha e as impurezas minerais têm impactos muito negativos na indústria, na qualidade do açúcar e desgaste dos equipamentos; a média de vários anos para as impurezas minerais é de 4,84 kg/tc, sendo 4 kg/tc no corte manual e 5 kg/tc no corte mecanizado,

atualmente. A cana não é lavada e o solo é muito abrasivo o que complica o problema.



Figura 3.1.1-5: Sistema de lavagem da cana

Existe uma campanha interna para reduzir as impurezas. A entrega da palha na usina é uma tecnologia não desenvolvida: já testou enfardamento, mas acredita que a solução virá de uma rota onde a palha e a cana sejam transportadas juntas e separadas na usina, na estação de limpeza a seco. A compactação do solo é um problema real e está sendo cuidado principalmente com o controle de tráfego para evitar passar em cima das linhas de cana. Nas áreas de colheita mecânica o espaçamento considerado melhor é de 1 metro (é polêmico), mas nas áreas mais produtivas (latossolos) usa 1,40 m. Tem 5 colhedoras, 4 Cameco (adquiridas no ano 2000) e uma CASE (adquirida em 2005). Na expansão da mecanização vai precisar melhorar o sistema de carregamento para as encostas, dobrar a estrutura para colheita e renovar a frota. Após o corte mecanizado de cana queimada, aplica logo em seguida uma lâmina de irrigação (300 mm/ha). Cada máquina opera em três turnos e colhe de 500 a 560 tc/dia; o corte manual é em um único turno.

Na colheita manual tem 1.200 trabalhadores e mais 1.200 na irrigação. O plantio de cana nos tabuleiros costeiros é recente (menos de 35 anos) e necessita de uma adubação forte de fósforo (P) senão não produz. Os terrenos de encostas e tabuleiros são os preferidos por serem os mais férteis.

No preparo do solo, usa o cultivo mínimo nas áreas de encosta e convencional nas áreas planas. O plantio usa caminhão para transporte das mudas e trator para fechar o sulco; nas encostas o fechamento é manual (menor que 5 %). No transporte da cana utiliza Romeu e Julieta (só nas encostas), treminhão (terceirizado) e principalmente rodo trem. Utiliza trator e carreta para o transbordo de cana inteira, e caminhão de transbordo com plataforma elevadora móvel (tem duas) para manuseio de cana picada.



Figura 3.1.1-6: Caminhão transbordo e plataforma elevadora móvel

Os custos agrícolas, por tonelada de cana, estimados, são: R\$ 50 para a cana, CCT R\$ 25 nas áreas acidentadas e R\$ 15 nas planas. A reforma custa R\$ 3.500 a R\$ 4.000 por hectare e o replantio custa menos de 10% deste valor, porém só deve ser praticado onde seja possível irrigar mais de uma vez. Em 2006 gastou R\$ 500.000 com o replantio em 2.500 ha (uso dois rebochos em paralelo).

As variedades mais plantadas são: RB 92 579 (chegou a 30 % há três anos), com 4.500 ha, a SP 1011 com 2.400 ha, a RB 7515 com 2.300 ha, a RB 3250 com 1.960 ha e a VAT 90-212 com 1.600 ha; as demais ocupam menos de 500 ha. Um terço da área plantada tem produtividade superior a 100 t/ha. Planta cana de 12 e 18 meses e tem observado que o sol e o vento prejudicam a cana de 18 meses a ponto de reduzir a produtividade abaixo da de 12 meses. Com isso estão migrando para cana de 12 meses.

A cana própria pode atingir 1,2 milhões de toneladas e a de fornecedores 0,6 milhões de toneladas (80 a 100 fornecedores, mas já teve 1.200). No verão costuma ter ataque de lagartas e tem problemas com a broca gigante.

A fábrica tem capacidade ociosa, pois poderia processar 1,8 milhões de toneladas de cana por safra. A expansão por aumento de área plantada é geograficamente inviável. Consideram que o conceito de usina mudou muito, principalmente na área de energia e tem planos para modernizar.

O tempo médio entre a queima e a moagem é de 45 horas e o aproveitamento da moagem é de 88 %. A moenda é composta de 6 terno de 72" que permite a moagem de 10.500 tc/dia; os acionamentos são duplos com turbinas de múltiplos estágios; o preparo é com um desfibrador pesado Tongaat que garante um índice de preparo de 92 % e eficiência de extração do conjunto de 96 %, chegando às vezes à 97 %. Umidade e Pol do bagaço são 50 % e 1,7 %, respectivamente. Todos os ternos tem esteira de arraste e calha Donnelly e o primeiro e sexto ternos tem

acoplamento tipo cardam. A geração de vapor está a cargo de duas caldeiras: uma de 100 t/h a 22 bar/ 350 C, que atende as moendas e desfibrador, e outra de 170 t/h a 42 bar/450 C, que atende os turbo - geradores e facas. Os dois turbo – geradores são um de contrapressão (12 MW; 7,8 kg vapor/kWh) e outro de condensação (15 MW; 4,8 a 5 kg vapor/kWh), permitindo uma geração normal de 23 MW distribuídos entre a fábrica (10MW), irrigação (6 a 7 MW) e excedente para a venda (6 MW).



Figura 3.1.1-7: Equipamento de controle de emissões das caldeiras

O consumo de vapor de processo é de 460 kg vapor/tc e a meta é chegar a 360 kg/tc para aumentar a geração de excedentes. Os vácuos têm agitadores mecânicos e usam vapor vegetal do primeiro às vezes também do segundo efeito. Parte da destilaria usa vapor vegetal.

A moagem de 10.200 tc/dia tem 95 % direcionado para açúcar; a fábrica de açúcar trabalha com três massas e o mel final tem pureza de 45-50%, podendo chegar a 38-40 % quando faz mais açúcar (a média da região é de 50 % de pureza). Produz 22.000 sacos/dia com cor ICUMSA 110-120.



Figura 3.1.1-8: Destilaria de álcool

Na destilaria é utilizado o mel e caldo (5 % da cana). Produz 200.000 litros/dia de hidratado, mas tem flexibilidade para chegar a 170.000 litros/dia de anidro. Na média, a cana tem 14,5 a 15 % de Pol e pureza do caldo de 86,6 %.

Usina Coruripe

Situada no município de Coruripe - AL, a Usina Coruripe foi fundada em 1925, é uma empresa familiar, de capital fechado, integrante do Grupo Tércio Wanderley, desde 1941. Tem como atividades a produção de açúcar, álcool e energia. Além da unidade em Alagoas, possui também 3 outras localizadas nos municípios de Iturama, Campo Florido e Limeira do Oeste, em Minas Gerais.

Na unidade de Alagoas, 29,4 mil hectares são utilizados para o cultivo da cana-de-açúcar, com 4% de várzea, 4% de encostas e 92% de tabuleiros, cerca de 96% desta área tem declividade menor que 12%, o restante não ultrapassa 40% de declividade. Ainda existem 7,5 mil ha que são para preservação ambiental. A meta de produção do grupo é de 20 milhões de toneladas de cana.

A área irrigada é de 21,5 mil hectares, sendo 1,2 mil ha com gotejamento pleno. A irrigação por pivô é complementar, aproximadamente 175 mm/ha, sendo a irrigação essencial para sobrevivência da soqueira. A usina produz 32 MWh de energia elétrica, sendo que 16 MWh são utilizados na irrigação. A chuva se concentra no período de maio a julho, com 1600 mm e, nesse período, é realizada a armazenagem da água. Existe um monitoramento da umidade do solo com tensiômetros a profundidades de 15 – 30 – 45 e 60 cm, com vários tipos de solo, todos caracterizados e tem volume molhado em todos eles.

A usina já iniciou o processo de agricultura de precisão (AP), o georeferenciamento é feito durante a sulcação com dois tratores equipados para tanto. As propriedades do solo são determinadas em retícula de 50 m e com trincheira de 2,1 m de profundidade. Existe adensamento natural do solo e é feita uma subsolagem no cultivo mínimo a 55 cm.

A longevidade do canavial é de 6 a 7 cortes, com produtividade média de 86 t/ha, a variedade com maior produtividade é a RB92-579 com 105,37 t/ha (são utilizadas 10 variedades), estuda-se a introdução de novas variedades. A distância média de

transporte da cana é de 20 km e o tempo médio entre corte e moagem é de 37 horas.

O plantio é manual, não há replantio e o cultivo de soqueira é feito com tríplex operação, com subsolagem de 25cm. A cana é colhida inteira, com corte manual, a cana é queimada antes do corte, são utilizados transbordos (carreta com capacidade para 8 toneladas e 4 pneus), fabricados por Lençóis Equipamentos, também são utilizados caminhões com 3 reboques com capacidade para 67 toneladas de cana. A cana é lavada antes da moagem, a unidade tem um sistema de tratamento de água em circuito fechado. A moagem é de 2,8 milhões de toneladas de cana por safra.

A usina já teve 17 colhedoras, porém hoje o corte é feito exclusivamente de forma manual, com cana queimada, e emprega 4800 homens nesta operação. Existe o planejamento de voltar ao corte mecanizado, em virtude dos altos encargos com o corte manual, das leis ambientais e da favorável declividade dos terrenos.

A unidade tem alojamento para os funcionários, com isolante térmico (isopor) no teto, água gelada e área de lazer. Não há escola na usina, mas fornece auxílio (bolsa escola) para que busquem as escolas da cidade, inclusive mantém convênio com escolas sobre preservação ambiental e tem viveiro de mudas para reconstituição da mata ciliar. A empresa tem certificação ISO 14000 (Gestão Ambiental) em todos os setores. Também atua em projetos para as comunidades carentes, em parceria com autoridades locais, lideranças comunitárias, instituições sociais e de ensino.

A capacidade de armazenagem de álcool é de 33 milhões de litros e 4 milhões de sacas de açúcar.



Figura 3.1.1-9: Vista externa setor industrial

Quanto ao Setor Industrial podemos classificar a mesma como uma “usina de Ponta”. A Usina é a maior produtora de açúcar do estado. A unidade industrial apresenta um padrão de equipamentos em instalações que a posiciona entre as mais avançadas do Brasil. Possui entre outros seu próprio armazém de açúcar a granel, assim como silo de carregamento de açúcar granel e instalações para “big-bag”.

A Usina processa cana inteira queimada (futuramente retomara o corte mecanizado em grande escala, com a futura aquisição de ate 32 colhedeirias). A cana inteira é lavada nas mesas para remover a impureza mineral. O circuito de água de lavagem

de cana é aberto sem recirculação e a água de lavagem sofre decantação, tratamento biológico em lagoas e é reaproveitada para irrigação de salvação.

A moagem tem todos os recursos necessários (desfibrador de lata eficiência, chute, rolos de pressão, esteiras entre ternos, embebição eficiente, automação, etc.) para obter altos índices de extração.

A linha de fabricação de açúcar, produto principal possui além do sistema convencional de peneiras, dosagem, decantação, filtração, concentração e cristalização em sistema de três massas para máximo esgotamento do mel um flotor de xarope para redução do teor de matéria estranha no açúcar final.

A evaporação é em 5 efeitos com sangrias nos quatro primeiros corpos. Os vácuos são com agitação mecânica sendo que a usina também incorporou vácuos contínuos para a terceira massa.

A fabricação é toda controlada através de painel central, o consumo de vapor de aquecimento está bem otimizado atingindo uns 460 kg de vapor por tonelada de cana, valor muito bom para uma usina de açúcar que esgota o mel e produz unicamente álcool residual.

A produção de etanol é a partir de melaço, diluído com caldo do filtro peneirado, com vinhos finais de 8,0 °GL. A Usina produz álcool hidratado e álcool anidro.

A Usina gera em media pressão (41 bar, vapor superaquecido) e possui um conjunto avançado de geradores de vapor, turbina de múltiplo estágio de condensação e modernos turbogeradores. Parte da energia elétrica produzida alimenta as necessidades da fábrica e as de o sistema de irrigação dos canaviais.

A energia excedente aproximadamente 16 MW (de um total de 32 MW gerados quando operando a plena carga) é exportada à rede elétrica. Coruripe foi a primeira usina de açúcar do país a produzir energia a partir do bagaço da cana-de-açúcar, para a Eletrobrás (Centrais Elétricas Brasileiras). Desde fevereiro de 2007, o fornecimento de energia para o consumo da região adjacente à unidade sucroalcooleira vem estabilizando a rede, que sempre sofreu picos e queda de energia. Disponibilizou para o mercado 16MW e estabeleceu a produção de 77.635 MWH/ano. O contrato assinado tem duração de 20 anos. A Usina Coruripe aderiu ao programa de créditos de carbono por utilizar energia elétrica gerada a partir do bagaço de cana (biomassa) em todas as áreas da empresa. Na área agrícola, por exemplo, todos os motores a diesel utilizados na irrigação foram substituídos por equipamentos movidos à energia elétrica.

3.1.2 PERNAMBUCO

Usina Bom Jesus

A Usina está localizada na Zona da Mata Sul de Pernambuco a menos de 5 km da costa. A moagem anual é de 470.000 toneladas de cana para uma área colhida de 6.700 hectares (ha), o que resulta em uma produtividade de 70 toneladas de cana/ha. A área total da usina é de 11.500 ha. A precipitação média anual da região é de 1.090 mm, bem distribuída ao longo do ano, sendo outubro o mês mais seco com 40 mm e junho o mais úmido com 410 mm. Desta forma, não considera a irrigação interessante e cita o caso da Agrovale que consegue 108 toneladas de cana/ha de média, com irrigação plena a um custo equivalente a 26 toneladas de cana por hectare. Todavia, água não seria problema, pois tem córregos

permanentes na área da usina que permitiriam a construção de pequenas barragens sem impactos ambientais por estar próximo ao mar. Utiliza toda a vinhaça e as águas residuárias em fertirrigação; toda a torta de filtro é aplicada direto na área de renovação. Faz adubação completa mesmo na área onde aplica vinhaça, com dosagens médias de 450 kg/ha de 14-00-18 nas várzeas e 500 kg de 12-20-18 na área de plantio. Não tem carta de solos. A longevidade média dos canaviais é de 5 cortes, mas tem casos com até 8 cortes. As principais variedades plantadas são a RB 4764 (aproximadamente 50 %), RB 3250 (15 %), RB 579 (10 %) e RB 7515 (5 %).

Tem 1.600 ha de florestas sendo 1.500 ha de mata nativa e 100 ha reflorestados. Além disso, existem 8 km de mata ciliar, totalizando 48 ha. Tem dificuldade em conseguir sementes de essências nativas da região. Não são muito otimistas em relação à recuperação de antiga área plantada de Pernambuco, que já produziu 26 milhões de toneladas de cana e hoje está reduzido a 14 milhões de toneladas de cana. Considera que a área perdida pela cana está abandonada ou ocupada por movimentos pró reforma agrária, granjas, áreas de lazer e urbanização. Sobre a possibilidade de uso destas terras pelas usinas que sobraram acha muito difícil devido aos altos custos de transporte na região.

Como estão perdendo muita mão-de-obra para outros setores, principalmente para as novas empresas que estão se instalando na região do porto de Suape, estão procurando alternativas para o corte manual que tem produtividade média de 4 toneladas de cana/dia. Emprega 1.000 trabalhadores no corte, sendo um total de 2600 trabalhadores no setor agrícola. O setor como um todo importou 25 unidades de uma pequena cortadora motorizada, da África do Sul, que efetua o corte basal da cana. A Usina Bom Jesus já recebeu a primeira unidade que está em fase de testes. A expectativa é que a máquina corte pelo menos 7 toneladas de cana por hora, podendo chegar a 120 toneladas de cana/dia, quando operada por um grupo de 8 pessoas (uma opera e 7 retiram a cana). Considera a cortadora ideal para o corte de cana para plantio (cana verde).



Figura 3.1.2-1: Trabalhadores utilizando a cortadora motorizada, importada da África do Sul

O custo de colheita e transporte de cana (CCT) da usina é da ordem de R\$ 15,00 a R\$ 16,00 por tonelada de cana, a distância média de transporte é de 10 km e a carga por viagem é de 17,5 toneladas de cana. A usina mantém treinamento para operadores da carregadora Implanor Bell.

O tempo médio de queima é de 46 h, amostra 100 % da cana e o rendimento industrial médio (RIT) é de 87 kg ATR/toneladas de cana (nesta safra está em 84 kg). A duração da safra é da ordem de 170 dias com um aproveitamento da moagem de 75 %. Tem uma parada semanal de 8h para manutenção. A recepção de cana é com mesa 50 graus e não se efetua lavagem de cana. O teor de impurezas é de 3,85 % para vegetal e 1,71 % para mineral.

A moenda é composta de quatro ternos bitola 56" e mói 180 toneladas de cana/h, tem calha Donnelly apenas no primeiro terno; com o índice de preparo de 87 % e embebição de 500 % na fibra, a extração fica em torno de 94,5 % (extração reduzida de 95 %). Os acionamentos a turbina de vapor são do tipo dois por terno, com cerca de 900 kW de potência cada.

O tratamento do caldo é completo e a produção de torta de filtro é de 50 kg/tonelada de cana, este valor comparativamente elevado é acima da média e é decorrente da não lavagem de cana e a inexistência de alternativa de limpeza da cana. O consumo de vapor é muito alto, estimado em 600 kg/tonelada de cana (uma das causas deve ser o excesso de água de embebição).

A geração de vapor é com duas caldeiras, ambas com pressão de projeto de 50 bar e operando a 42 bar; uma é fabricação Dedini de 40 t vapor/h (1972) e a outra é Babcock&Wilcox de 70 t vapor/h (1947). Estas caldeiras têm grelhas basculantes e controle de três pontos.

A destilaria tem capacidade diária de 150.000 litros de hidratado ou 120.000 litros de anidro. A produção média é de 80.000 litros/dia a partir do mel da produção de 8.000 sacos /dia de açúcar e mais o desvio de 15 % da cana para álcool. O grau alcoólico da fermentação é de 7 % com um ciclo formado por 3 h de alimentação e 7 h de fermentação.



Figura 3.1.2-2: Área industrial – dornas de fermentação

Usina Cucaú

A moagem anual da usina oscila entre 1,3 e 1,35 milhão de toneladas de cana, entretanto a usina tem capacidade para moer 1,5 milhão de toneladas. A área total é de 33 mil ha, sendo que 18 mil ha encontram-se ocupados com cana, dos quais 3.000 são mecanizados (várzeas e tabuleiros).



Figura 3.1.2-3: Declividade do terreno dificultando mecanização

Com o início das chuvas, em janeiro, fica inviável usar mecanização. Outro fator que também dificulta a mecanização é a dimensão dos talhões, pois são pequenos. A produtividade é de 65 tc/ha.



Figura 3.1.2-4: Transporte de cana para plantio

O custo de produção é considerado alto já que a cana possui menor teor de sacarose se comparado com os valores obtidos no centro-sul (130 kg de sacarose/tc, comparado com 150 kg/tc no Centro-Sul), solo menos fértil e mão de obra menos qualificada. A cana de fornecedor custa de R\$ 42,00 a R\$ 43,00 a tonelada e, o custo de produção do açúcar cristal é calculado como R\$ 32 o saco. A pureza da cana é de 88%, mas depois de 24h no campo, após o corte, cai para 84 %. A usina tem 107 anos e cresceu sem plano diretor, continuam a produzir porque já estão instalados. Vê futuro no álcool e na energia elétrica.

A capacidade de moagem é de 10.000 tc/dia, mas opera com 8.500 tc/dia; tem uma moderna mesa alimentadora dupla de 25 e 50 graus e lava a cana em circuito fechado com lagoa de estabilização. O índice de preparo informado foi de 92 % e o aproveitamento da moagem é de 89 %, tendo as chuvas como a causa principal de paradas. A cada 15 dias é realizada a troca das facas e limpeza dos evaporadores, o que causa uma parada de 12h.

A destilaria tem a capacidade nominal de 180.000 l/dia e pode produzir 400.000 l/dia de hidratado ou 350.000 l/dia de anidro. A fermentação opera com 88 % de eficiência e grau alcoólico de 8 %, usando melaço e mais 12 % do caldo.

No açúcar, produz 2,5 milhões de sacos por safra com cor ICUNSA em torno de 180. Já teve refinaria, mas foi desativada. O RIT está em 114 kg/tc (para uma entrada de açúcar de 134 kg/tc), mas espera terminar a safra com a média de 116 kg/tc. Na produção, o álcool é direcionado só para o mercado interno enquanto que o açúcar é quase todo exportado (1,211 Mt exportados e 27.000 sacos para o mercado interno).

A usina opera com quatro caldeiras, com vapor a 22 bar/330 C, sendo 3x70 t/h e 1x60 t/h, e tem um consumo médio de 210 t/h (550-560 kg vapor/tc). Tem planos para reformar uma das caldeiras para 140 t/h e aumentar 40 t/h nas outras três. Precisam reformar moenda e comprar turbo - gerador novo. Faz parte dos planos de modernização o uso de vapor vegetal do primeiro efeito para a destilaria (reduzir consumo de 550 para 460 kg vapor/tc), eletrificação do preparo e chegar a 20 MW de energia elétrica excedente com investimento de R\$ 30 milhões (hoje é 5,6 MW). Do total de 12,6 MW instalados hoje (TG's de 5,6 , 4 e 3 MW) consome 7,2 MW, sobram 5,6 MW, mas só podem vender 3,5 MW por problema da rede da CELPE. Apesar da fibra média de 16 %, consome quase todo o bagaço (sobram 3.000 t para iniciar a safra seguinte).

Usina Central Olho D'Água

Situada também na Zona da Mata Sul, tem uma moagem nominal de 1,75 milhões de toneladas de cana por safra, sendo 1,23 milhões de cana própria e 520.000 toneladas de terceiros (cerca de 500 fornecedores): dependendo do clima e regime de chuva pode cair próximo a um milhão de toneladas nos anos muito secos quando já chegaram a roçar cana planta para salvar o plantio.

Tem 19.500 ha de área própria ou arrendada e irriga 13.000 ha com irrigação de salvação (2 a 3 lâminas) e um pouco complementar; no plantio a irrigação é complementar com até 5 lâminas. Tem mais de 100 km de tubulação de irrigação e potência instalada de 7 MW para irrigação e consome cerca de 4,7 MW na operação.



Figura 3.2.1-5: Barragem para irrigação

Considera que, na Mata Sul, com irrigação pode chegar facilmente a 80 t/ha (sem irrigação atingem 65 t/ha). A gestão tecnológica também é fundamental para se atingir a meta de 80 t/ha (seleção de variedades, adubação e controle de pragas). As várzeas para serem econômicas precisam produzir, na média, acima de 80tc/ha em 6 ou 7 cortes (limite para irrigação plena, água e tecnologia).

Pernambuco já chegou a ter 540.000 ha com cana e hoje está reduzido a cerca de 300.000ha; com irrigação poderia voltar a ter mais de 500.000 ha da cana novamente. A irrigação tem um potencial extraordinário com o represamento da água de chuva. Foi desenvolvido um grande projeto de irrigação para a Zona da Mata Norte, chamado Águas do Norte, com previsão de armazenar 670 milhões de m³ em mais de 200 barragens (de 1 a 10 milhões de m³ cada), mas com alguns problemas de infra-estrutura. Com a otimização do projeto, seriam construídas 124 barragens totalizando 370 milhões de m³, atendendo 27 municípios, e o Canal do Sertão contribuiria com 180.000 ha irrigados. O coordenador dos projetos Águas do Norte e Canal do Sertão foi o Sr. Gregório Maranhão.

A usina tem terras na região do Agreste que poderiam ser incorporadas com irrigação, porém considera que na Mata Sul é difícil operar com mais de um milhão de toneladas por safra.

A Usina possui um setor de desenvolvimento e conta com assistência técnica da CanaVialis, e do consultor Djalma. Tem metas ambiciosas de atingir 160 kg ATR/tc. As principais variedades plantadas são a SP 1011 (34,6%), RB 92 579 (11,7%) e SP 78 4764(10,0%). Estão aumentando a área com a RB 92 579, devendo chegar a 17% em 2006/2007, por ser mais produtiva e mais resistente ao estresse hídrico; não é adequada para terrenos arenosos.

Na área ambiental, a usina maximiza o controle biológico (broca, cigarrinha e broca gigante), e tenta convergir para o atendimento da legislação ambiental quanto a

reserva legal e mata ciliar (plantou cerca de 100.000 árvores até o ano passado e mantém viveiro com 30.000 mudas/ano, para reflorestamento).

O uso de inseticidas é minimizado (aproximadamente 200 ha) e otimiza o uso de adubos e corretivos. No aspecto social, mantém a melhor escola primária da região (até a 4ª série).

O custo informado para a cana é de R\$ 42,00/t, sendo o Custo de Colheita e Transporte responsável por R\$ 16,40. Tem 30% de colheita mecanizada, empregando 2800 pessoas no corte, sendo 1400 no corte de cana crua. A distância média é longa, faz-se muito uso, obrigatoriamente, as rodovias públicas, o que limita a carga. Prioriza o treminhão com cerca de 55 t/viagem. A média de corte manual é de 7 t/dia, bem superior à média do estado de 4 t/dia (a topografia e a produtividade ajudam). O tempo médio entre a queima e a moagem é de 39h.

Na área industrial o destaque é para a não lavagem de cana. Tem 5 caldeiras, sendo que opera com 3 ou 4. As pressões de vapor variam de 22 a 42 bar.

Usina União e Indústria

Situada na Zona da Mata Sul, esta usina de porte médio (600 a 700 mil toneladas de cana por safra) parece estar em franco processo de melhoria com um forte foco no aumento da produtividade agrícola; a meta perseguida é passar das atuais 72 toneladas de cana por hectare (colhido) para mais de 80 tc/ha. A estratégia para aumento da produtividade engloba a irrigação (de salvamento), novas variedades e otimização do uso da vinhaça.

O regime de chuvas e a topografia são os pontos críticos na busca de melhorar a competitividade. Apesar de a precipitação anual ser relativamente elevada (2.200 mm, média dos últimos 7 anos), existe uma enorme variabilidade de um ano para o outro e 70 a 80% das chuvas caem em 5 meses apenas. A topografia acidentada encarece as operações agrícolas e o transporte de cana; o corte manual tem produtividade média bem abaixo do Centro-Sul o que requer um número maior de pessoas no campo (tem 2.400 trabalhadores rurais, todos eles com carteira assinada), o que acaba elevando o custo da cana.



Figura 3.2.1-6: Tombamento da cana

No transporte de cana tem vários tipos de caminhões, mas está favorecendo o rodo trem, apesar deste transporte exigir um controle detalhado da movimentação devido à topografia. A operação de colheita manual de cana queimada segue o padrão da região, como uso intensivo da carregadora Implanor Bell, que pisoteia muito a soqueira.



Figura 3.2.1-7: Carregadora Implanor Bell

A usina está investindo também na melhoria das variedades e nas últimas duas safras o nível de renovação foi em torno de 25% cada (média da região é de 15%). Atualmente tem 38% de variedades SP, mas está aumentando o plantio de RB 92-579, com meta de chegar a 25% do canavial com esta variedade. O custo produção de cana é de R\$ 47,50 por tonelada, com meta de baixar para R\$ 44/t; o custo com corte carregamento e transporte (CCT) representa cerca de R\$ 20/t.

Da área total da usina de 16.500 ha, cerca de 2.000 ha são florestas preservadas e recuperadas.

A parte industrial é antiga, mas está bem mantida e opera a contento. Parece haver uma razoável folga na moenda (bitola 70 polegadas com 5 ternos, moendo 230 tc/h). As caldeiras são pequenas (35 a 65 t vapor/h) e as condições de vapor de processo são as tradicionais 20bar/300°C. A fábrica de açúcar é bem organizada e a destilaria é muito simples (dornas abertas, sem recuperação do etanol evaporado). Possui quatro turbo geradores de pequeno porte (3 x 1.200 kW + 1 x 1.000 kW) e uma pequena central hidroelétrica de 900 kW, que permite a usina vender cerca de 500kW na entressafra. O consumo de vapor de 580 kg vapor/t cana que é considerado alto, mas pode ser explicado por usar mel de terceiros na destilaria e ter o vinho com grau alcoólico de 7%.

Usina Petribu

Esta Usina é a maior do estado de Pernambuco, com uma moagem anual de 1,4 milhões de toneladas de cana (1,2 milhões de toneladas de cana própria – 85%). É uma das mais tradicionais do país, pois foi fundada em 1729. Tem 22.000 ha cultivados com cana, sendo 7.200 ha irrigados com meta de chegar a 14.000 ha com irrigação. Usa três modalidades de irrigação: salvação (1 a 3 lâminas de 45 mm), plantio (5 lâminas), complementar (60% da evaporação). Toda energia elétrica para irrigação é suprida pela própria usina e o custo estimado desta atividade é de cerca de 5% do custo total da cana. A usina situa-se numa região já muito seca na transição da Zona da Mata com o semi-árido.

A Diretoria está comprometida com um programa de melhorias contínuas visando reduzir os custos de produção e aumentar a competitividade. Considera que os limites mínimos para a viabilidade são 80 t/ha (hoje é de 67 t/ha), 6 cortes e ATR de 135 kg/tc, e planeja atingir ou ultrapassar estes valores em cinco anos. Lembram que tinham 400 bois, 400 burros e 2000 homens na enxada e hoje têm apenas 1600 homens para as mesmas operações; são 3600 pessoas na safra sendo 2000 no corte e 1600 no plantio.

Tem uma grande preocupação com a mecanização agrícola e busca alternativas para a tecnologia em uso atual, pois considera que a carregadora Implanor Bell causa danos à soqueira, que acarreta perda de longevidade do canavial.



Figura 3.2.1-8: Vista frontal da carregadora (Santal) utilizando pneus de alta flutuação

Está em contato com a firma Tigercat para importar uma máquina de corte de árvores e adaptá-la para o corte de cana que opera em declividades de até 45° (100%); espera conseguir cortar cana a um custo de R\$ 5/t (hoje gasta R\$ 9/t com corte e tombo) e reduzir assim o custo total de CCT que hoje é em torno de R\$ 22/tc, com uma distância máxima de transporte de 50 km. Usa pentaminhão, treminhão e Romeu e Julieta e tem programa de investimento e estudos internos para sair das estradas públicas. A cana custa R\$ 52/t posto usina. Em 1997 desenvolveu um sulcador de uma linha e já tem 12 unidades em operação.

A área total das fazendas é de cerca de 30.000 ha, sendo 22.000 ha de canavial, mais de 3.000 ha de matas nativas e corredores de biodiversidade. Da área cultivada, 70% são de encostas e 30 % de várzeas e chã. Homens com enxada ainda são necessários em 10 a 15% da área cultivada.

Na irrigação que começou há dois anos, a maior parte é por aspersão, mas usa também rolão e pivô; vai implantar 20 ha com gotejamento para teste. Considera que tem água suficiente para armazenar, mas precisa investir em represas.

A oficina mecânica agrícola é muito moderna, limpa, organizada e totalmente informatizada, atende a 375 veículos e implementos. Tem laboratório de óleo e as trocas são determinadas pelas análises do óleo; o óleo hidráulico é filtrado, desidratado e reutilizado. A terceirização representa apenas 3%.



Figura 3.2.1-9: Oficina mecânica agrícola

Em variedades, busca as que são resistentes à seca e respondem melhor à irrigação; considera a RB 92-579 a melhor e tem cerca de 20% do canavial com esta variedade. Outras importantes são as RB 7515, RB 3804 (10% da área) e as SP 5250 e SP 1011. O rendimento em açúcar é de 104 kg de açúcar/t cana. Atualmente está conseguindo pureza de apenas 80 a 81% devido à seca.

Para o pagamento de cana usa o Consecana. Amostra 40% da cana própria e 100% da cana de fornecedor. O Laboratório de Cana tem registro automático com código de barra.

A parte industrial é bem moderna, especialmente na área de energia. Lava parcialmente a cana em circuito fechado com decantador de areia. A moenda é composta de 6 ternos de 66", todos com calha Donnelly; moendo 350t cana/h e embebição 35% cana, a eficiência de extração é de 96,8%; a automação é parcial e não inclui a água de embebição. O ponto alto é o acionamento totalmente

eletrificado (inversor/motor elétrico de 1200 hp cada) e individual, porém os redutores aproveitados estão subdimensionados.

A evaporação conta com cinco efeitos compostos por nove caixas, o que permite a limpeza diária de duas delas. A fábrica de açúcar tem sala de controle central, com planos para ter uma sala de controle central para toda usina.

O setor de energia da Usina Petribu é um dos mais modernos do país:

- Caldeiras: duas de 150 t vapor/h a 63 kgf/cm²/470°C sendo uma Sermatec (2007) e outra Dedini (2003), e esta última pode funcionar também com óleo combustível.
- Turbo geradores: capacidade total instalada de 69 MW, sendo 2 x 22 MW contrapressão e 1 x 25 MW condensação; consegue gerar 33 MW e consome 12-15 MW na fábrica e campo.
- Desmineralização: possui dois conjuntos de 50 e 100 m³/h
- Vapor de processo: 175 t vapor/h.

Na destilaria tem dois conjuntos de etanol hidratado (240 e 200 kl/dia) que operam com vapor vegetal do primeiro efeito (borbotor), produz 17 milhões de litros/ano só com melaço em 2007 está desviando 8% do caldo para destilaria.

Compra bagaço a R\$ 40,00 (R\$ 25,00 + R\$ 15,00 de transporte) para gerar energia na entressafra o usar condensação na safra. A água de resfriamento do condensador tem uma vazão de 6.000 m³/h.

O aproveitamento da moagem deve chegar a 85% no final da safra (prejudicado pela reforma da planta); na safra passada foi de 90%.

O Grupo Petribu mantém uma escola que atende a 300 alunos, todos filhos dos empregados da agroindústria, instalada na área da empresa, para crianças e adolescentes de 4 a 18 anos. Além das matérias regulares, também são oferecidas aulas de informática e música, a escola é mantida com recursos próprios do conglomerado, assim como o material didático, os uniformes, o transporte e as duas refeições diárias que são oferecidas aos alunos.



Figura 3.2.1-10:Escola do Grupo Petribu

Os interessados em trabalhar na fábrica, podem fazer um estágio de 3 meses. A empresa auxilia os funcionários universitários, pagando 70% do curso superior. A empresa também destina recursos a projetos sociais, mantém espaço destinado ao lazer dos funcionários, bem como assistência médica.

3.2 Entrevista com Dr. Cândido Carnaúba Mota – Presidente da STAB Leste

Dr. Cândido focou a discussão nas principais tecnologias que estão ajudando a melhorar o setor sucroalcooleiro de Alagoas. A produtividade da cana no estado tem melhorado nos últimos dez anos e uma das razões é a evolução da irrigação. Ele considera Alagoas como o lugar mais desenvolvido em irrigação no mundo.

Os tipos de irrigação, em uso, com diferentes índices de popularidade são:

- **Canhão:** de 40 ou 50 mm, é normalmente utilizado logo após o corte, podendo ser aplicadas uma ou duas lâminas a mais.
- **Barrinha:** formada por uma barra de tubulação de 40 a 70 m, funcionando como pivô linear acionado pelo “rolão”; não funciona com cana alta.
- **Gotejamento:** está se desenvolvendo muito bem no estado, apesar do custo inicial alto, o retorno tem sido muito bom. Permite a adição de nutrientes através do sistema; utiliza muita água (irrigação plena com cerca de 600 mm), mas chega a produtividades de 160 tc/ha, com médias de 120 a 130 tc/ha.

Exemplos de alguns testes bem sucedidos são:

- Seresta: já deu o décimo corte na área experimental e a produtividade média está em 106 tc/ha. O sistema é todo automatizado e 1.500 ha são controlados por apenas três pessoas. São aplicados fertilizantes, micro nutrientes e reforçador de raiz através do sistema.
- Santa Clotilde: tem 300 ha em teste.
- Coruripe: tem 700 ha com gotejamento com meta de chegar a 5.000 ha; desenvolveu tecnologia própria de distribuição de nutrientes; usa tensiômetros que dá de 4 a 6 mm/dia, menos nos meses de junho a agosto quando não é necessário irrigar. O projeto de irrigação é de uma empresa espanhola.

A qualidade da água é importante neste tipo de irrigação; teores elevados de ferro e solos arenosos, por exemplo, provocam a entrada das raízes nos bicos, entupindo-os. Em Alagoas a água normalmente precisa ser tratada.

- **Pivô:** pode ser grande (400 metros de comprimento) ou pequeno (80 a 100 m) e circular ou linear. É deslocado com trator e pode irrigar 500 ha com até 400 mm/ano. O tipo circular deixa espaços sem irrigação e por isso o linear tem sido preferido em Alagoas. A água é fornecida por mangueiras flexíveis (300-400 m) que acompanham o equipamento; tubulações, fixas ou desmontáveis, levam a água até as mangueiras; com a altura de 3,80 a 4,00 m não há perigo de danificar a cana. Consome menos água (70 a 80 % aproveitamento) e menos energia que os outros sistemas. Existem mais de 120 pivôs em Alagoas.

Em resumo, 60 a 70 % da área de cana está sendo irrigada e a tecnologia vem sendo aprimorada, com predomínio do pivô e gotejamento crescendo. Todavia, na

área de nutrição, as pesquisas no Brasil e no Nordeste pararam. Estão tentando retomar; já tem 4 ou 5 pesquisadores trabalhando junto com a Ridesa. Quanto a novas variedades, estão desenvolvendo trabalhos na UFAL em convênio com a Embrapa, dentro do Projeto Genoma, focados na tolerância ao estresse hídrico e à broca gigante.

Destaque às usinas Caeté, que tem o melhor gerente agrícola do Nordeste (Sr. Lívio) e a Coruripe, que tem o Sr. Cícero Augusto desenvolvendo agricultura de precisão (propriedades do solo, pragas e outros, todos georeferenciados). A Usina Triunfo faz compostagem de toda torta de filtro juntamente com casca de coco triturada (20 a 30 ha). Das 24 usinas em operação no estado considera 15 parecidas com Pernambuco e 8 com São Paulo.

Dentro das pragas, considera a broca gigante como o maior problema: não tem inimigo natural, resiste a inseticidas e o controle mecânico é difícil e caro. A Usina Triunfo chegou a ter 1.800 brocas/ha com perdas de 30 a 40 % na área. Quando há infestação em uma área ela tem que ser renovada. A hospedeira é a helicônia e outras plantas ornamentais.

A cigarrinha das raízes tem seu desenvolvimento favorecido pela irrigação e pelo corte de cana crua. A irrigação facilita seu aparecimento. O adulto coloca de 80 a 100 ovos por vez e o ciclo é longo. Há um pesquisador na Holanda tentando desenvolver um feromônio para esta praga.

Quanto às ervas daninhas, considera que estão sob controle. O setor acredita em irrigação. A Cooperativa investiu R\$ 32 milhões no ano passado para aumentar a oferta de cana e a oferta de energia para irrigação (elétrica e diesel) e R\$ 30 milhões para melhorar a estrutura de irrigação (10.000 tubos de alumínio, 35 pivôs) e mais R\$ 5 milhões em bombas.

No passado, investiu em armazenamento de água, com mais de 300 milhões de m³. Tem colaborado para passar a vinhaça de canais para tubulações. E outras tecnologias para diminuir a perda de água.

4. RECOMENDAÇÕES RELATIVAS À REVITALIZAÇÃO DE ÁREAS SELECIONADAS DOS ESTADOS DO NORDESTE

Este capítulo analisa as condições atuais de trabalho na colheita manual de cana com queima prévia. Motivos ambientais, econômicos e sociais apontam para a mecanização da cultura de cana-de-açúcar. Para implantação, de maneira eficiente e eficaz, das tecnologias presentes, e em desenvolvimento, há a necessidade de pessoal capacitado, muitas vezes com nível técnico e superior e, no entanto, o que se verifica é um déficit importante de mão-de-obra especializada. Propostas de novos sistemas mecanizados de colheita de cana crua, com menor compactação do solo, que atue em terrenos com declividade acima de 12%, com o aproveitamento da palha, para hidrólise e para o plantio direto, além de técnicas de irrigação e variedades de cana-de-açúcar existentes, e em desenvolvimento, e o emprego de tecnologia de informação na agricultura de precisão, também são discutidas neste capítulo.

Introdução

A expansão das áreas de cana-de-açúcar e os esforços para diminuir, e até mesmo erradicar, as queimadas que antecedem a colheita de cana-de-açúcar, apontam para a mecanização das lavouras. Além de fatores econômicos, fatores sócio-ambientais podem ser verificados.

A queimada é realizada para facilitar o corte manual, reduzindo o risco de ataques de animais peçonhentos e também diminuindo a palhada que reduz o rendimento dos cortadores de cana. Em contra partida, a queimada produz fuligem que acarreta problemas respiratórios aos trabalhadores, bem como aos moradores da região, também ameaça a fauna local, pois muitos animais silvestres não conseguem sair do canavial em chamas, além da degradação do solo, pois com a destruição da palhada o solo fica descoberto e mais vulnerável à erosão, principalmente erosão hídrica.

A condição de trabalho de um cortador de cana é bastante desgastante, a remuneração é realizada com base na produtividade do corte, desta forma o trabalhador enfrenta longas jornadas em ambientes com condições ergonômicas desfavoráveis.

O desgaste físico decorrente do corte manual da cana-de-açúcar é bastante grande, segundo Alves (2006), para cortar 12 toneladas ao dia, o trabalhador precisa, em média, caminhar 8.800 metros, efetuar 133.332 golpes de podão, carregar as 12 toneladas de cana em montes de 15 kg, em média, assim, faz 800 trajetos e 800 flexões, levando 15 kg nos braços por uma distância de 1,5 a 3 metros; faz aproximadamente 36.630 flexões e entorses torácicas para movimentar o facão.

Perde, em média, 8 litros de água por dia, sob os efeitos da poeira, da fuligem expelida pela cana queimada, trajando uma indumentária que o protege da cana, mas aumenta sua temperatura corporal (foram consideradas no estudo as condições nas lavouras do interior do estado de São Paulo; no Nordeste o desgaste pode ser ainda maior pelas temperaturas locais mais elevadas). Em decorrência desses esforços físicos, os cortadores de cana são jovens, geralmente a faixa etária não ultrapassa os 35 anos.

A colheita manual de cana crua torna-se pouco atrativa para os trabalhadores, pois o rendimento no corte é reduzido, no mínimo, à metade em relação ao rendimento com a cana queimada. Economicamente o corte manual de cana crua (sem queima) não é atrativo, já que o trabalhador ganha por cana cortada e teria um rendimento menor, além do que a usina precisaria aumentar o número de trabalhadores para ter o mesmo montante de cana cortada. Desta forma, torna-se imprescindível mecanizar a colheita de cana-de-açúcar, já que a extinção das queimadas é prevista na legislação estadual e federal.

A colheita mecanizada de cana crua (sem queima) representa maior rendimento da operação e a possibilidade de utilização da palha para aproveitamento energético e para cobertura do solo, viabilizando o plantio direto.

4.1 Escolaridade e qualificação dos trabalhadores na cultura de cana-de-açúcar

Um obstáculo encontrado para a completa implantação da mecanização nas lavouras de cana-de-açúcar, é a baixa escolaridade dos trabalhadores deste setor. De acordo com o PNAD 2006, a taxa de analfabetismo para pessoas de 15 anos ou mais de idade, ainda é bastante alta na região Nordeste, conforme a evolução que pode ser observada na Figura 4.1-1.

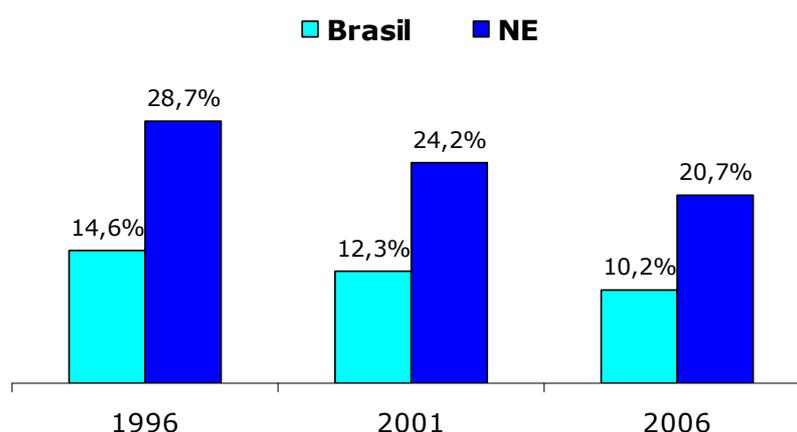


Figura 4.1-1: Taxa de analfabetismo das pessoas de 15 anos ou mais de idade

Fonte: PNAD, 2006

A taxa de analfabetismo, no período de 1996 a 2006, caiu 30,14% no Brasil, contra 27,87% na Região Nordeste. Segundo dados da União Nordestina dos Plantadores de Cana (UNIDA), citados no documento ETENE (2007) cerca de 80% da mão-de-obra, do setor agrícola, é não qualificada.

Um estudo feito pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), em setembro de 2007, aponta, dentre outros resultados obtidos, que:

- mais da metade das empresas brasileiras tem problemas com a falta de mão-de-obra qualificada;
- a área de produção é a mais prejudicada pela falta de mão-de-obra qualificada;
- a falta de cursos adequados é a maior dificuldade enfrentada na busca pela qualificação de mão-de-obra.

Ainda segundo o estudo da CNI, no setor de Álcool 76% das empresas consideram a falta de mão-de-obra qualificada como um problema (Figura 4.1-2).

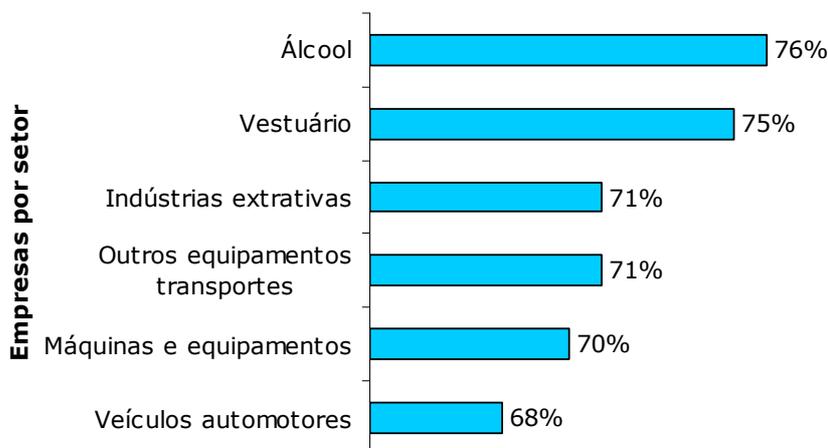


Figura 4.1-2: Problemas com falta de mão-de-obra especializada

Fonte: Adaptado de Sondagem Especial da CNI, set-2007

No Brasil, os empregados do setor agrícola com oito anos ou mais de estudo, representam 6,0% e 6,8% dos empregos temporários e permanentes, respectivamente; no Nordeste essas porcentagens são de 4,4% para empregados rurais temporários e 4,3% para empregados rurais permanentes. Analisando a cultura de cana-de-açúcar nacional, este índice sobe para 7,2% para empregados temporários, porém para funcionários permanentes fica em 4,8%.

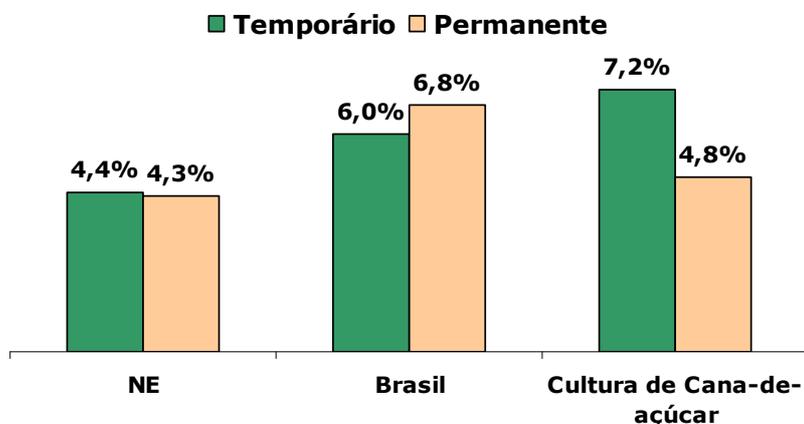


Figura 4.1-3: Empregados rurais com oito ou mais anos de estudo (2005)

Fonte: Adaptado de Balsadi, 2007

Com a mecanização, de acordo com Moraes (2007a), diminui-se o número de trabalhadores empregados diretamente no corte, geralmente com baixa escolaridade, e surge a oportunidade para trabalhadores com melhor qualificação, tais como motoristas, tratoristas, mecânicos, operadores de colhedoras, apontadores, digitadores, analistas, entre outras funções, que também exigem maior grau de escolaridade.

Entretanto verifica-se que os trabalhadores envolvidos no plantio, cultivo e colheita da cana-de-açúcar possuem baixo grau de escolaridade e muitos são analfabetos. Dados da PNAD, citados em Moraes (2007b), apontam que 29,8% dos

trabalhadores do setor de cana-de-açúcar, em 2005, o equivalente a 154.598 empregados, eram de analfabetos funcionais que possuíam até 1 (um) ano de estudo. Ainda segundo Moraes (2007b), verifica-se que a média de escolaridade dos trabalhadores nas lavouras de cana-de-açúcar, apesar de ter evoluído, ainda é bastante baixa, sendo 3,5 anos de estudo a média nacional, a média da macro-região N/NE é ainda mais preocupante, com apenas 2,4 anos de estudo.

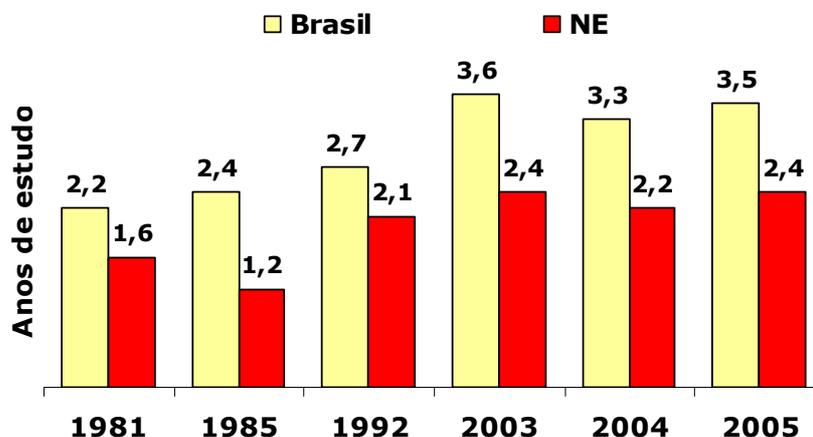


Figura 4.1-4: Média de anos de estudo dos trabalhadores da lavoura de cana-de-açúcar

Fonte: PNAD (vários anos), adaptado de Moraes (2007b)

A mecanização da cultura de cana-de-açúcar não abrange somente a colheita, também engloba o plantio e o cultivo, que estão inseridos neste cenário, onde a Agricultura de Precisão (AP) pode se tornar grande aliada na tomada de decisão, na redução de custos e na proteção do meio ambiente. Agricultura de Precisão, segundo Balastreire (2003), é um conjunto de técnicas que permite o gerenciamento localizado de culturas. Normalmente são utilizados sensores, processadores e programas de computacionais específicos para coleta, transmissão e interpretação de dados.

A agricultura de precisão também faz uso de ferramentas como sistema de posicionamento global diferencial – DGPS, sistemas de informações geográficas – SIG e a análise estatística descritiva e geoestatística. A Agricultura de Precisão engloba análise de características do solo e de sua produtividade, mapeando as necessidades pontuais, o que permite um controle mais preciso na utilização de agrotóxicos e fertilizantes, reduzindo custos e também riscos de contaminação, minimizando possíveis impactos ambientais. Também torna possível monitorar as áreas com déficit hídrico, quantificar este déficit e determinar, de maneira específica, a quantidade de água necessária para cada setor, permitindo reduzir a quantidade de água utilizada, bem como um melhor aproveitamento dos equipamentos em uso. Entretanto, para a implantação dos recursos que a Agricultura de Precisão fornece é imprescindível que o trabalhador tenha conhecimentos específicos para poder coletar os dados, transmiti-los e interpretá-los de maneira satisfatória e em tempo hábil para tomada de decisões. Para um aproveitamento satisfatório destas tecnologias é necessário contar com profissionais com escolaridade de nível técnico e superior. A Tecnologia da Informação, que será discutida no item 4.3 deste capítulo, é componente importante da Agricultura de Precisão.

Algumas usinas sucroalcooleiras oferecem treinamento para seus funcionários, contudo a sazonalidade da cultura acaba dificultando a permanência do pessoal treinado, fazendo com que seja necessário reiniciar este trabalho a cada safra. Por outro lado, muitos trabalhadores não se apresentam motivados para participarem dos cursos de capacitação e qualificação, muitas vezes por não enxergar garantias de manter-se no setor, dado o período de entressafra, ou mesmo por darem preferência a fazer horas extras, aumentando o ganho atual em detrimento do futuro. Desta forma existe, também, a necessidade de investir esforços na motivação, e até mesmo na implantação de incentivos para envolver os trabalhadores na busca de capacitação e qualificação profissional.

De uma maneira geral, verifica-se a necessidade de capacitação, dos trabalhadores do setor sucroalcooleiro, especialmente dos trabalhadores das lavouras canavieiras, para que seja possível a recolocação destes funcionários no mercado de trabalho quando efetivamente a colheita de cana crua e a agricultura de precisão forem implantadas por completo, visando a sustentabilidade do setor.

Outro obstáculo para a expansão da mecanização é a limitação de operação das máquinas, comercialmente existentes, para terrenos com declividade até 12%.

4.2 Mecanização de baixo impacto para terrenos declivosos da região nordeste

A mecanização agrícola tem participação decisiva no processo de produção da cana-de-açúcar ao estar envolvida em todas as fases do processo produtivo, desde o plantio, passando pelos tratamentos culturais, e principalmente na fase da colheita e retirada da produção até as estradas ou carregadores, onde é viável o acesso dos veículos de estrada. Culturas extensivas como soja, milho e cana-de-açúcar, principais responsáveis pelo bom desempenho do agronegócio, dependem de equipamentos para todo o processo produtivo, desde o preparo do solo até a colheita e o transporte. Esses equipamentos, predominantemente tratores, colhedores e veículos de transporte utilizam tecnologia desenvolvida para topografia plana, dominante nos seus países de origem. Outras culturas como frutas, hortaliças e em particular a cana-de-açúcar, possuem também excelente potencial de mercado, mas no Brasil freqüentemente são produzidas em terrenos declivosos para os quais não existem equipamentos adequados que permitam atingir os níveis de competitividade da produção em agricultura plana.

Verifica-se no caso do nordeste uma deficiência marcante da mecanização disponível para todas as fases do ciclo de produção. Essas deficiências se manifestam na precariedade do preparo do solo e do plantio, na baixa incidência de distribuição de torta de filtro nos sulcos de plantio, na impossibilidade de se colher cana sem queima prévia e na dificuldade de se deslocar a cana colhida até os pontos de transbordo da produção para os veículos de estrada. O desenvolvimento tecnológico de sistemas motomecanizados adaptados às condições topográficas do NE é técnica e economicamente viável para grande parte das áreas que atualmente utilizam operações manuais com auxílio precário da mecanização convencional; trata-se de um desafio cujos riscos podem ser reduzidos, lançando mão dos recursos de desenvolvimento existentes para o dimensionamento, simulação e otimização, tanto no aspecto funcional quanto no aspecto econômico, logístico, ambiental e social.

O sucesso de uma nova proposta de mecanização agrícola depende principalmente do entendimento dos fenômenos físicos envolvidos nos processos e da utilização de recursos da engenharia disponíveis para seu dimensionamento e aprimoramento. Modelos ligados ao comportamento mecânico dos materiais, cinemática e dinâmica dos mecanismos, fenômenos hidráulicos e térmicos envolvidos, assim como do comportamento estrutural do equipamento são, atualmente, adequadamente conhecidos e dispõem de dados e recursos informatizados de simulação suficientes para assegurar a viabilidade técnica do projeto. Embora o mercado de máquinas agrícolas, específicas para terrenos declivosos, não pareça atraente para as grandes empresas do setor, pode ser um mercado lucrativo para empresas menores com perfil tecnológico de inovação, entre as quais pode-se colocar, apenas como exemplo, a empresa Agricef, incubada na UNICAMP, que opera nesses moldes, desenvolvendo equipamentos para colheita e transporte de cana-de-açúcar, adaptados a terrenos declivosos. Embora se trate de empresa incipiente comercialmente possui potencial de engenharia para abordar em parceria o desenvolvimento dos produtos necessários. Na linha de fabricação e comercialização pode-se considerar a empresa Implanor, radicada no NE, e que atualmente produz as carregadoras Implanor Bell.

4.2.1 Perfil de uma mecanização adaptada a terrenos declivosos

Pode-se definir a mecanização como um equipamento, ou um conjunto deles, que permitem substituir a potência animal, com participação complementar do ser humano, na realização das operações envolvidas no ciclo de produção agrícola da cana-de-açúcar.

Uma unidade móvel que realiza operações de campo deve possuir mobilidade, ou seja, capacidade para se movimentar no terreno; isto implica em ter capacidade de rampa para vencer obstáculos, tais como sulcos ou lombadas ou simplesmente trafegar sobre um terreno ascendente; paralelamente deve ter estabilidade ao tombamento, dirigibilidade para tangenciar as linhas de plantio, raio de giro suficientemente pequeno para viabilizar as manobras requeridas no campo, e deve ter também, capacidade de carga para o transporte de insumos, resíduos e da produção. Paralelamente essa unidade deve ser compatível com a sustentabilidade da atividade.

A topografia de diversas regiões do nordeste apresenta grande declividade e com grande variabilidade. A declividade atinge com freqüência valores que superam os limites de mobilidade do trator agrícola, que representa o símbolo da mecanização. Fatores como estabilidade ao tombamento e estabilidade direcional, descritos abaixo, impedem o uso do trator agrícola convencional com a segurança, desempenho e qualidade de operações verificado nas regiões planas. O trator, cujo conceito funcional data de aproximadamente um século, tem-se transformado em um paradigma da mecanização, fortemente consolidado comercialmente, cujos limites de mobilidade nas encostas são normalmente aceitos como um limite da mecanização em geral. No entanto, uma análise mais detalhada das características do trator agrícola, com foco nas necessidades das regiões declivosas, permite visualizar alternativas de mecanização compatíveis com o plantio, os tratos culturais, a colheita e a retiradas da produção das áreas canavieiras do nordeste.

O uso da mecanização agrícola sofre restrições na medida em que aumenta a inclinação do terreno; o peso próprio dos equipamentos interage com a superfície do solo provocando condições que podem comprometer a estabilidade dos veículos

fora de estrada. A tecnologia disponível no início do século XXI, em termos de tratores, colhedoras e veículos de transporte tem sua origem no início do século XX, em regiões de topografia plana. Essa condição levou à consolidação de um padrão que restringe a mecanização a terrenos com declividade inferior a 20 %, e no caso da colheita mecânica de cana-de-açúcar a tecnologia é ainda mais restritiva já que limita a declividade em 12 %.

Uma constatação interessante surge da observação do desempenho da carregadora Implanor Bell, ilustrada na Figura 4.2.1-1, que opera regularmente nas encostas do Estado de Pernambuco e Alagoas, com declividades freqüentemente acima de 50%, sem que apresente falta de estabilidade. Segue uma análise mais detalhada dos fatores que limitam o uso da mecanização em terrenos inclinados, com base em limitadores físicos que participam da estabilidade dos equipamentos. O tombamento, o escorregamento lateral e o controle direcional são três fatores que podem comprometer a estabilidade de um veículo que opera em terrenos declivosos.



Figura 4.2.1-1: Carregadora Implanor Bell com bitola larga e centro de gravidade baixo, montada sobre pneus

Levando-se em consideração o histórico da mecanização convencional e incorporando os requerimentos de uma agricultura sustentável aplicada às condições topográficas da região nordeste, serão discutidos a seguir alguns fatores que definem um perfil de mecanização, de baixo impacto, compatível com os recursos tecnológicos disponíveis.

Segue uma análise mais detalhada de sete fatores que limitam o uso da mecanização em terrenos inclinados, com base em limitadores físicos que participam da estabilidade dos equipamentos. O tombamento, o escorregamento lateral e o controle direcional são três fatores que podem comprometer a estabilidade de um veículo que opera em terrenos declivosos.

- Estabilidade ao tombamento
- Estabilidade direcional em terrenos inclinados
- Capacidade de rampa
- Capacidade de manobra
- Tráfego controlado
- Grau de mecanização compatível com as condições sócio-econômicas regionais
- Demanda de investimentos e custos operacionais compatíveis com as estruturas de produção existentes.

Estabilidade ao tombamento

Tombamento lateral ou longitudinal

Os pontos de apoio das rodas de um veículo sobre o solo definem um polígono que representa o referencial de estabilidade ao tombamento. Sempre que a projeção vertical do centro de gravidade do equipamento se localize fora do polígono de estabilidade, o mesmo se torna instável. A Figura 4.2.1-2 (a) ilustra o polígono de estabilidade de um trator agrícola e as Figuras 4.2.1-2 (b) e 4.2.1-2(c) ilustram o limiar do tombamento lateral e longitudinal respectivamente; verifica-se que a configuração do trator convencional, com bitola inferior a 2 m e altura do centro de gravidade da ordem de a 1 m apresenta uma inclinação de tombamento lateral de 100%, que quando afetada de efeitos dinâmicos e irregularidades do terreno leva a um limite de estabilidade de aproximadamente 60%, valor esse que torna o trabalho em encostas uma operação de risco. O caso das colhedoras de cana existentes comercialmente é ainda mais crítico.

A estabilidade ao tombamento lateral ou longitudinal pode ser contornada através de um dimensionamento adequado da bitola, a distância entre eixos e a altura do centro de gravidade do veículo de forma a conseguir um polígono de estabilidade compatível com a inclinação do terreno a ser trafegado.

Os equipamentos de colheita incorporam normalmente unidades de processamento para o beneficiamento do produto colhido; a massa e o volume dessas unidades faz com que seja difícil localizar o centro de gravidade a baixa altura. No entanto, é possível aumentar a estabilidade ao tombamento utilizando bitolas largas, como a ilustrada na Figura 4.2.1-2 (d). Outro recurso para melhorar a estabilidade é a utilização de mecanismos de nivelamento, como o ilustrado na Figura 4.2.1-2 (e); trata-se de uma opção tecnicamente adequada, embora de maior custo e complexidade construtiva.

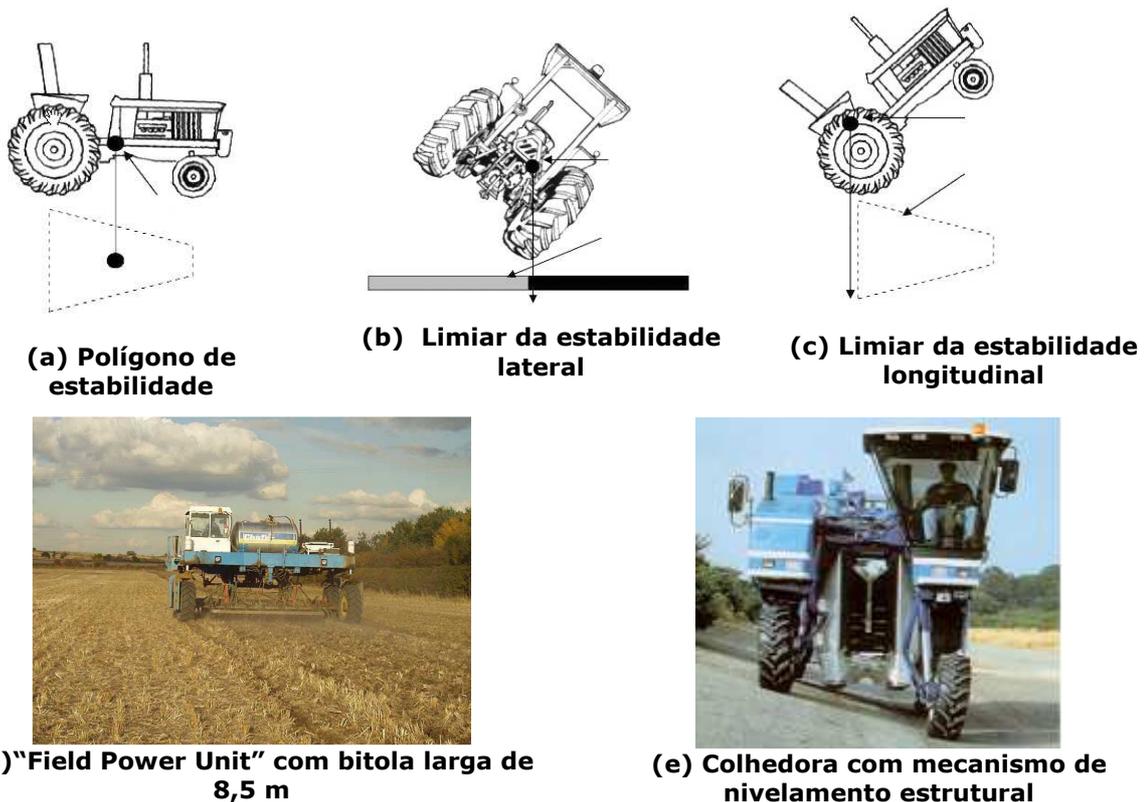


Figura 4.2.1-2: Estabilidade ao tombamento do trator agrícola e recursos para seu melhoramento, Smith D.W. (2005)

Estabilidade Direcional em terrenos inclinados

Um veículo, com dirigibilidade compatível com terrenos inclinados, deve acompanhar eficientemente as linhas de plantio e as trajetórias em carregadores e estradas localizadas nesse terreno. A perda de controle direcional do veículo pode acontecer em função da deriva resultante da deformação do pneu ou do escorregamento transversal do mesmo sobre a superfície do solo.

Deformação do pneu e deriva de trajetória

Um fator restritivo, a falta de estabilidade direcional, surge como conseqüência da deformação lateral dos pneus e do solo provocada pela componente lateral de peso do equipamento. O mecanismo que determina esse desvio de trajetória pode ser explicado adotando um modelo físico simplificado do comportamento do pneu e do solo, e analisando separadamente ambos esses efeitos.

O esquema da Figura 4.2.1-3 (b) representa esquematicamente a deformação magnificada, que sofre o pneu da Figura 4.2.1-3 (a). Essa deformação, de magnitude "D", acontece na região de contato do pneu com o solo, e pode ser medida com relação ao resto da banda de rodagem, não deformada. Na medida em que o pneu gira e avança sobre o terreno, sucessivos pontos a, b e c, da banda de rodagem, entram progressivamente em contato com o solo. Analisando o caso específico dos pontos a e b verifica-se que este último se encontra deslocado uma distância "D" com relação ao centro "O" da roda, no sentido da declividade do terreno, ou seja, durante seu avanço o equipamento afastou-se essa distância da linha de marcha original. Na medida em que o ponto "b" entre em contato com o

solo, um novo deslocamento "D" acontecerá entre o ponto "b" e o centro "O" da roda; o fenômeno se repete para um próximo ponto "c", e assim sucessivamente.

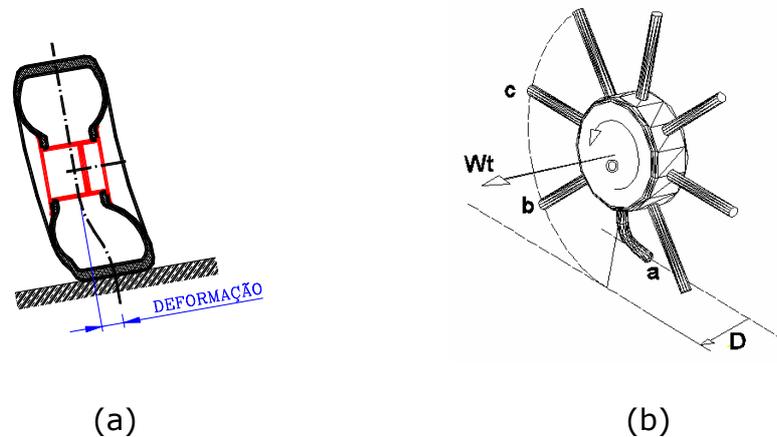


Figura 4.2.1-3: Deformação lateral do pneu provocada pela componente lateral do peso do equipamento

Com o avanço da roda sucessivos pontos da periferia do pneu entram em contato com o solo e novos deslocamentos transversais acontecem; com isso incrementa-se progressivamente o desvio da trajetória inicial, no sentido da declividade. O desvio poderia ser reduzido drasticamente utilizando pneus mais rígidos, do tipo utilizado em veículos de estrada, em rodovias, mas isso gera maiores pressões sobre o solo e os conseqüentes problemas de compactação que os pneus agrícolas tentam reduzir.

Além da deformação do pneu a componente transversal do peso do equipamento provoca também a deformação do próprio solo. Para a análise da deformação do solo é conveniente considerar que não existe deformação da roda e posteriormente ambos efeitos podem ser superpostos para obter o comportamento do conjunto roda-solo.

A Figura 4.2.1-4 ilustra esquematicamente a deformação do solo através do deslocamento "D" que sofre o ponto "a" do extremo da haste "1", se deslocando até o ponto "b", quando a haste entra em contato com o solo e recebe a componente tangencial do peso do equipamento. Na seqüência, com a roda continuando a girar, uma nova haste "2" entra em contato com o solo no ponto "c" e uma nova deformação de solo acontece, fazendo com que o ponto "c" se desloque até o ponto "d". Com o avanço da roda novos pontos são atingidos sobre o solo e novos deslocamentos transversais acontecem e com isso incrementa-se progressivamente o desvio da trajetória inicial, no sentido da declividade. Deve-se ressaltar que o desenvolvimento da planta requer de solos desagregados ou estruturados, com bastante porosidade, em geral são propriedades que reduzem a rigidez e conseqüentemente aumentam a deformação do solo e o desvio de trajetória.

O desvio de trajetória do equipamento se dá, portanto, como resultado da superposição dos deslocamentos transversais descritos, originados das deformações do pneu e do solo.

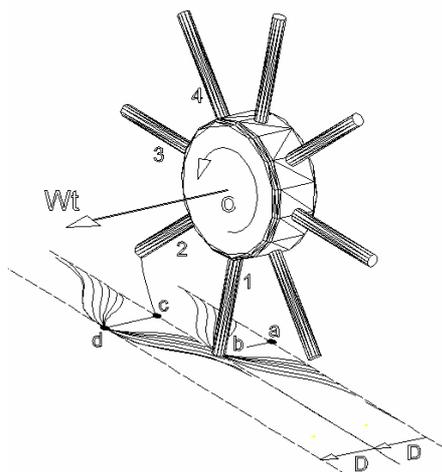


Figura 4.2.1-4: Deformação lateral do solo provocada pela componente lateral do peso do equipamento

Do ponto de vista da redução do desvio de trajetória seria recomendável a utilização de solos compactados e rodas duras, ambos os fatores são contrários aos requerimentos ideais do ambiente físico requerido pela planta. Essa condição ideal pode ser viabilizada separando as áreas de plantio das áreas de tráfego através do tráfego controlado. Mesmo sem a aplicação desta técnica é possível evitar o desvio de trajetória com a utilização de mecanismos de direção que aplicam uma angulação ao plano do pneu e com isso compensam o desvio "D" acima descrito, e dessa forma mantêm a trajetória ou linha de marcha definida pelo operador.

Os veículos agrícolas dispõem de mecanismo de direção em apenas um dos seus eixos, sendo este o eixo traseiro no caso das colhedoras de cereais e o eixo dianteiro no caso dos tratores ou colhedora de cana-de-açúcar sobre pneus. Com a existência de direção em apenas um dos eixos o equipamento apresenta escorregamento do segundo eixo, sem possibilidade de correção, do que resulta um desalinhamento do eixo geométrico longitudinal do equipamento com relação à linha de plantio. O uso de rodas direcionais em ambos os eixos permite corrigir essa anomalia, mas trata-se de recurso não disponível atualmente na maioria dos equipamentos agrícolas.

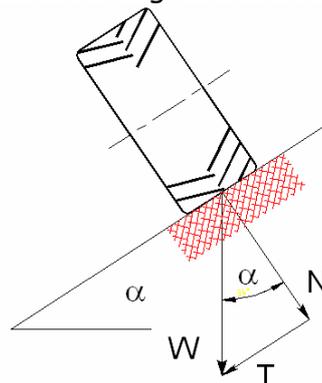
Nos casos dos equipamentos que utilizam rodeiros de esteiras consegue-se eliminar a componente de desvio de trajetória associado à deformação do pneu. No entanto, permanece a componente de desvio de trajetória correspondente à deformação do solo; paralelamente, a correção de trajetória no caso das esteiras exige uma alteração da angulação do eixo longitudinal do veículo o que permite que o equipamento acompanhe as linhas de plantio, mas não existe controle direcional independente nos eixos traseiro e dianteiro para permitir ajustar a tangência do eixo longitudinal do equipamento com as linhas de plantio; alinhamento esse que afeta o processo de alimentação no caso das colhedoras.

O comportamento direcional descrito é exclusivo dos veículos de pneus com direção nas quatro rodas. A disponibilidade atual de transmissões hidrostáticas e redutores planetários de roda viabilizam a fabricação da referida configuração de mecanismo direcional, sempre utilizando componentes facilmente fornecidos no mercado nacional ou importados.

Da análise apresentada, sobre movimentação de veículos autopropelidos de colheita, e outros, em terrenos inclinados, pode-se concluir que a grande deformação dos pneus agrícolas é uma característica desejável imposta aos mesmos, para se conseguir maior área de contato com o solo e dessa forma reduzir a pressão sobre o mesmo. A baixa rigidez da estrutura do pneu, desejável do ponto de vista da compactação do solo, prejudica a estabilidade direcional de veículos que utilizam eixos sem mecanismo de direção. O conceito de controle de tráfego que propõe a separação das faixas de cultivo e tráfego juntamente com a utilização de recursos de direção em todos os eixos do veículo, permite elevar a restrição topográfica para uso de mecanização do limite atual de 20 % de declividade para valores muito superiores, definidos pelo limite físico imposto pelo escorregamento lateral do pneu sobre o solo.

Escorregamento transversal

Com o aumento da inclinação do terreno aumenta também a magnitude da componente de força transversal T do peso do veículo (Figura 4.2.1-5). Na medida em que essa força supera o limite da resistência do solo ao cisalhamento surge uma condição de instabilidade provocada pelo escorregamento do pneu sobre o solo; essa condição depende das propriedades mecânicas do solo e da configuração dos pneus. Deve-se observar que os limites de declividade máxima reconhecidos atualmente estão normalmente associados às estabilidades ao tombamento e direcional e não ao escorregamento tangencial dos pneus.



N: Componente do peso normal ao terreno
W: Peso do veículo

T: Componente do peso tangencial ao terreno

Figura 4.2.1-5: Componentes do peso do equipamento

São apresentadas a seguir três referências de natureza experimental que permitem verificar que o limite de inclinação do terreno, determinado pelo escorregamento lateral em encostas secas e compactadas, encontra-se próximo de 70 %.

1- A carregadora ilustrada na Figura 4.2.1-1, opera satisfatoriamente nas encostas secas do verão, no Estado de Pernambuco. O referido projeto eliminou o problema de estabilidade ao tombamento utilizando bitola larga e centro de gravidade baixo e não apresenta problemas de escorregamento que comprometam seu desempenho.

2- A força necessária para provocar o deslizamento transversal de um pneu pode ser da magnitude indicada na Tabela 4.2.1-1, de acordo com INOUE et al. (1999). No caso de um pneu 14.9-28 R1, a força transversal atinge 49% da carga N , normal ao solo, se o solo for preparado, e esse valor chega a 70 % quando o pneu encontra-se apoiado sobre superfície dura de asfalto. Cabe ressaltar que a relação

entre a força tangencial e normal, atuantes na interface pneu-solo, corresponde à tangente trigonométrica do ângulo de inclinação do terreno. O trabalho analisa também o caso de superfície gramada onde a estabilidade fica muito prejudicada, mas essa condição representa apenas um referencial extremo, sem relação com as condições de solo seco de Pernambuco.

Tabela 4.2.1-1: Força transversal máxima aplicável a um pneu 14.9-28 R1 sobre três condições de solo

Superfície	T: Força de deslizamento transversal (N) N: carga vertical (N) P: pressão insuflagem (kPa)	T para N= 18.800 N P = 179,5 kPa
Asfalto	$1272 + 0,6399 N - 0,021 P N$ $r^2=90,87\%$	13.298 (70%)
Solo preparado	$1427 + 0,4159 N$ $r^2=96,21\%$	9.246 (49 %)
Grama	$-3652 + 115,5 P + 0,00002 N^2 -0,5208 P^2$ $r^2=95,18\%$	7.369 (39 %)

Fonte: INOUE et al. (1999)

3- Uma terceira constatação sobre o limite físico associado ao escorregamento tangencial dos pneus sobre o solo pode-se extrair das normas relativas ao desempenho de tração de tratores com tração em duas rodas, largamente estudados nos ensaios de Nebraska, EUA, e publicadas no ASAE Standards, Engineering Practices and Data. A norma ASAE-D497, "Agricultural Machinery Management Data", permite estimar a força de tração desenvolvida por um pneu em função da carga normal e a patinagem. Trata-se de forças tangenciais aplicadas no plano do pneu e não transversalmente, mas ainda representam uma condição de atrito ou cisalhamento do solo sob a ação de um pneu de tração com garras periféricas. A Tabela 4.2.1-2 apresenta valores da força tangencial calculados de acordo com a referida norma.

Tabela 4.2.1-2: Relação força tangencial/força normal (T/N), estimada pela norma D497 ASAE - Agricultural Machinery Management Data-ASAE STANDARDS (1990)

Superfície (Cn)	Patinagem (%)		
	10	20	30
Dura (50)	0,52	0,65	0,68
Solo firme (30)	0,37	0,55	0,62
Solo preparado (20)	0,24	0,42	0,53

* Cn= coeficiente de mobilidade, adimensional

Pode-se observar na Tabela 4.2.1-2 que, aceitando um deslizamento de 10 a 30%, é possível aplicar uma carga tangencial ao pneu na faixa de 52 a 68% da carga normal à superfície, no caso de solos duros e secos. Forças tangenciais da ordem de 53% da carga normal podem ser obtidas na condição de solo preparado existente durante o plantio, no inverno.

Os dados apresentados nas Tabelas 4.2.1-1 e 4.2.1-2, permitem antecipar que o deslizamento transversal dos pneus sobre superfícies inclinadas só podem acontecer para inclinações da ordem de 50% em solo preparado (arado) e

inclinações da ordem de 70% sob condições de solo seco e compactado. O primeiro caso corresponde, por exemplo, às condições do período de plantio e o segundo caso, às condições secas do período de safra. Estas inferências são compatíveis com o desempenho da carregadora Implanor-Bell da Figura 4.2.1-1, que opera satisfatoriamente sob as referidas condições de solo seco e compactado.

Capacidade de rampa

O ciclo de produção da cana-de-açúcar exige operações para as quais podem ser utilizados equipamentos específicos ou veículos universais, como é o caso do trator agrícola que conduz implementos para realizar várias operações, deixando apenas a colheita e o transporte para serem realizadas manualmente ou por equipamentos específicos. A movimentação dos veículos que conduzem as operações do ciclo exige que exista suficiente torque nos eixos das rodas, e paralelamente deve existir um escalonamento de velocidades que permita operar satisfatoriamente sob condições variadas da plantação a ser processada e paralelamente permitir velocidades de transporte compatíveis com o deslocamento entre as áreas em processo e as áreas de transferência de cargas. A colheita em encostas requer de velocidades baixas, na faixa de 2 a 6 km/h durante a colheita propriamente dita, e velocidades superiores, na faixa de 8 a 15 km/h para deslocamento em carregadores durante o transporte da cana armazenada na caçamba da colhedora até os locais de transbordo para os caminhões de estrada.

O peso próprio e a carga de cana ou insumos que transporta o veículo demandam uma capacidade de tração que deve ser dimensionada para vencer a resistência ao rolamento e superar atividades associadas à topografia do terreno ou irregularidades localizadas de sua superfície assim como combinações desses fatores. Um sulco de plantio ou uma depressão do terreno pode representar para a roda uma rampa de 100%, se a inclinação da tangente à superfície do terreno no ponto de contato roda-solo for de 45 graus. Para conseguir uma mobilidade confiável do veículo nas diversas condições em que deve operar este deve ter uma capacidade de tração, que corresponde a um veículo subindo um ângulo de aclividade, cuja tangente é denominada de capacidade de rampa. A capacidade de rampa de um veículo agrícola diz respeito a sua capacidade de tráfego ou mobilidade sobre condições específicas de terreno que dependem das características do solo e do equipamento.

A resistência ao rolamento surge como conseqüência da deformação do solo e do pneu. A estrutura de solo quando adequada para o desenvolvimento das plantas não apresenta suficiente sustentação para o tráfego de pneus. Uma solução de compromisso adotada pela mecanização atual consiste em fazer com que tanto o solo quanto a superfícies do pneu se deformem, até atingir uma área de contato compatível com a carga aplicada. O resultado dessa solução é uma trilha de solo adensado e uma resistência ao avanço do pneu denominada de resistência ao rolamento, segundo ilustra a Figura 4.2.1-6, a qual diminui a capacidade de tração do pneu e conseqüentemente diminui sua capacidade de rampa.

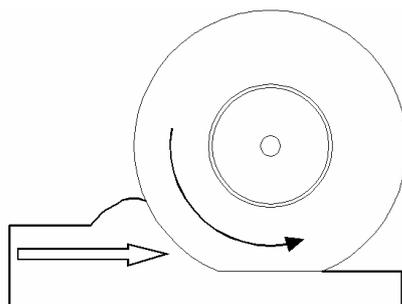


Figura 4.2.1-6: Resistência ao rolamento

Na busca de métodos rápidos e simples para a avaliação das condições de solo que definem a capacidade de mobilidade de veículos a WES (Waterways Experimental Station), pertencente a U. S. Army Corps of Engineers, desenvolveu, durante a Segunda Guerra Mundial, o sistema de prospecção através de um equipamento de utilização rápida e fácil que fornece um indicador da resistência do solo, denominado de índice de cone "C", o qual surge da resistência à penetração de um solo através de uma ponteira cônica padronizado pela ASAE; o valor do índice de cone é influenciado significativamente pelo estado de agregação e o teor de umidade do solo.

Valores de referência para o índice C:

C = 200 kPa: Solo solto ou molhado;

C = 700: Solo agrícola médio, tráfego bom, gerando alguma compactação visível;

C = 1500: Solo agrícola firme sem sinais visíveis de compactação.

Nas condições de solo firme e seco que predominam no período de safra da região NE pode-se esperar valores de índice de cone superiores a 1.500 kPa, o que representa uma condição favorável para o desempenho de tração dos veículos. Estudos realizados por GEE-CLOUGH D. (1980) mostram que existe uma relação, denominada de índice de mobilidade, que concentra em um único indicador os principais parâmetros do solo e do pneu que determinam o desempenho de mobilidade do veículo sobre uma determinada condição de solo. Esses parâmetros são o índice de cone do solo, o diâmetro, a largura e a capacidade de deformação do pneu, juntamente com a carga aplicada. O índice de mobilidade permite estimar a resistência ao rolamento e a capacidade de tração de um veículo sobre determinadas condições de solo e carga.

Capacidade de manobra

O plantio da cana-de-açúcar é realizado em linhas que acompanham as curvas de nível. Transversalmente a essas linhas de plantio são construídos caminhos, frequentemente denominados de carregadores, que normalmente são estreitos, no intuito de reduzir a área auxiliar não plantada. Pelos carregadores trafegam os equipamentos que realizam as operações e principalmente os veículos de transporte que trazem os corretivos de solo, mudas, fertilizantes, torta de filtro, defensivos, e retiram do talhão de 50 a 150 t/ha de produção de colmos, e deve acontecer, em médio prazo, a retirada de 20 a 50 t/ha de palha para aproveitamento energético. Os veículos que executam as operações do ciclo da cana devem acompanhar as linhas de plantio, efetuar giros de cabeceiras e manobrar sobre os carregadores estreitos durante o deslocamento até as áreas de transbordo. Essa movimentação exige uma capacidade de manobra para a qual o

veículo deve ter recursos direcionais adequados. Os tratores agrícolas convencionais conseguem capacidade de manobra satisfatória com apenas recursos direcionais no eixo dianteiro; isto como consequência de suas pequenas dimensões. Na medida em que os veículos incorporam funções como a colheita e o transporte suas dimensões aumentam e a habilidade de manobra pode ficar prejudicada a menos que se utilizem recursos direcionais em ambos os eixos do veículo. A Figura 4.2.1-7 ilustra como o raio de giro pode ser diminuído utilizando entre 0° e 20° de angulação nas rodas traseiras, o caso de um veículo com direção no eixo dianteiro.

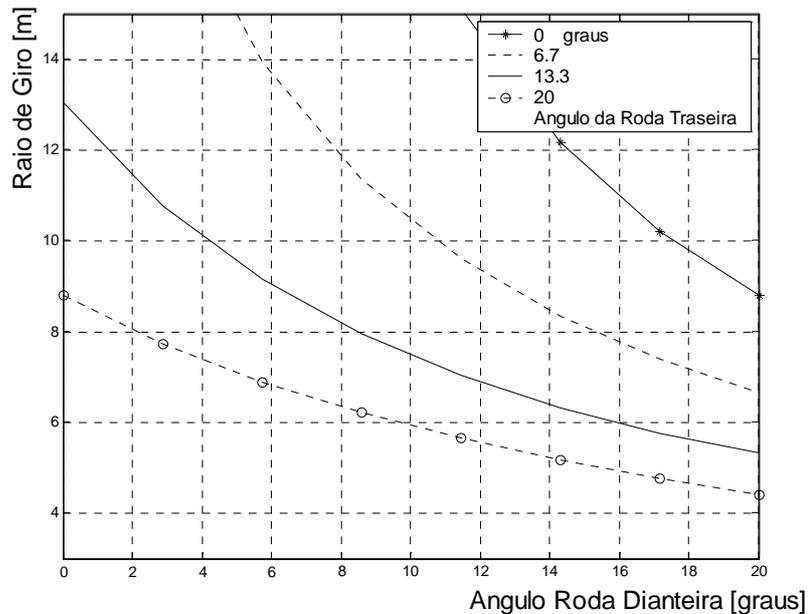


Figura 4.2.1- 7: Efeito da angulação das rodas traseiras no raio de giro do veículo com direção no eixo dianteiro

O recurso de direção nas quatro rodas permite uma grande versatilidade de manobra, recurso este particularmente útil no caso de operação em encostas. Os veículos com direção nas quatro rodas podem operar nos modos de "giro" e "paralelo" (Figura 4.2.1- 8). O modo de giro permite efetuar trajetórias curvas com raios muito reduzidos. No modo paralelo o veículo pode se deslocar transversalmente, paralelamente a si mesmo, para compensar deslizamentos laterais em terrenos inclinados, sem mudar a orientação de tangência do eixo longitudinal do veículo com as linhas de plantio.

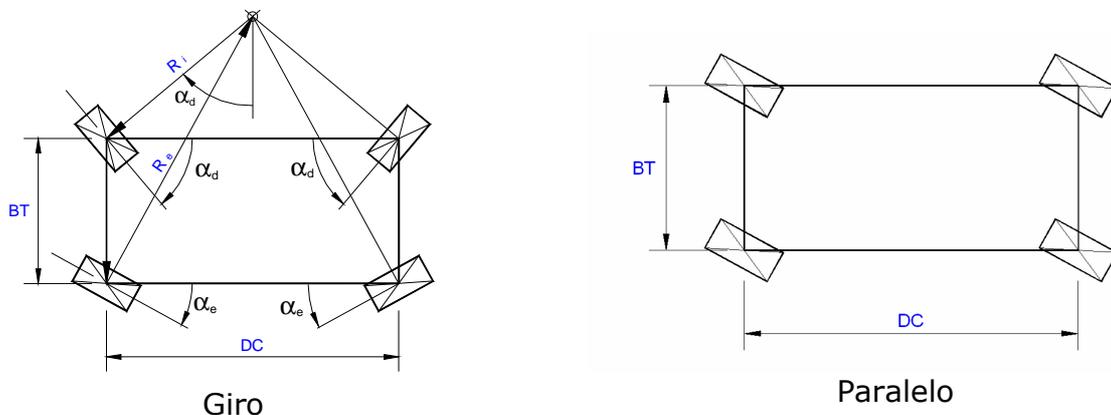


Figura 4.2.1- 8: Modos de operação direcional do veículo com direção nas quatro rodas

Angulações de rodas de 90 graus podem ser utilizadas, tanto no eixo dianteiro quanto no eixo traseiro, para conseguir recursos de manobra não convencionais, capazes de modificar e aumentar drasticamente a habilidade de manobra do veículo. Esse recurso se torna necessário no caso de equipamentos com bitola larga, na faixa de 5 a 15 m. A Figura 4.2.1-9 mostra um equipamento com essa característica, onde as rodas se encontram nas posições de operação (A), inversão (B), e de transporte (C). A posição de operação é utilizada durante as operações do ciclo agrícola da cana; a posição de inversão permite o giro do equipamento em 180 graus no fim de uma linha para retomar a operação na linha adjacente, e a posição de transporte permite trafegar em estradas e carreadores com a maior dimensão do veículo disposta no sentido de marcha.

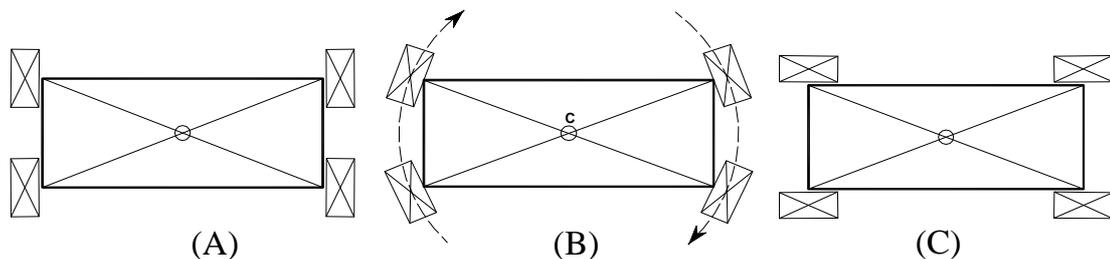


Figura 4.2.1-9: Recurso direcional na posição de operação (A), posição de inversão (B) e posição de transporte (C)

A capacidade de manobra dos veículos de bitola larga com direção nas quatro rodas, tem sido utilizado em diversas aplicações agrícolas, tanto em veículo com bitola convencional (estreita) ou bitolas largas como no caso da FPU (Field Power Unit), ilustrada na Figura 4.2.1-10. As quatro rodas direcionais dessa estrutura permitem que as mesmas sejam posicionadas longitudinalmente à estrutura para o transporte, transversalmente para o trabalho e inclinadas tangenciando um círculo para o giro da unidade sobre seu próprio eixo.



(a) Veículo operando no conceito de tráfego controlado



(b) Posição das rodas que permitem o giro do veículo sobre seu próprio eixo

Figura 4.2.1-10: Pórtico Autopropelido

Tráfego Controlado

A condição ideal de solo para o tráfego das máquinas é completamente diferente daquela necessária ao desenvolvimento das plantas. A procura de condições favoráveis para a planta conduz simultaneamente a condições desfavoráveis para as rodas e vice-versa. Em função do antagonismo descrito entre a roda e a planta,

parece adequado separar totalmente o espaço dedicado ao desenvolvimento da planta do espaço dedicado ao tráfego de pneus ou esteiras. Esta separação permite aperfeiçoar ambos os espaços de forma a conseguir máximo desenvolvimento da planta e máxima eficiência dos rodados. RAPER & KIRBY (2006) afirmam que uma forma muito útil de limitar a compactação do solo é separando-se as áreas usadas para crescimento de raiz daquelas usadas para o tráfego de veículo. Esse processo de cultivo denomina-se de tráfego controlado.

A compactação do solo depende de diversos fatores tais como o tipo de solo, seu teor de umidade, o teor de matéria orgânica e o tráfego; este último caracterizado pela pressão aplicada pelas rodas e o número de passadas, LAGUË et al. (2003). Com a modernização da agricultura, tanto o peso quanto a frequência de uso das máquinas têm aumentado drasticamente; de acordo com STRECK et al. (2004), que avaliaram o efeito do tráfego de máquinas na alteração das propriedades físicas de um solo sob plantio direto, concluíram que o solo aumentou a densidade e a resistência à penetração, com redução da porosidade total e da macroporosidade, sem efeito sobre a micro-porosidade.

As pistas de tráfego são propositalmente compactadas e podem resistir ao tráfego pesado e repetitivo, sofrendo mínima deformação. Por outro lado, as áreas de produção entre as pistas são usadas exclusivamente para o plantio não sofrendo compactação pelo tráfego de veículos. Assim, a compactação induzida pela mecanização é eliminada, com exceção da compactação natural do solo e da provocada pelos implementos agrícolas, a qual fica minimizada no esquema de plantio direto. Outro benefício potencial do sistema de tráfego controlado é a eliminação gradativa das operações pesadas de preparo do solo, tais como a subsolagem e a aração.

O uso de linhas compactadas, específicas para o tráfego, promove uma maior eficiência de tração Lilejedahl *et al.*(1989), ou seja conduz a uma menor demanda de combustíveis fósseis para o deslocamento dos equipamentos, principalmente na colheita, na qual deve-se efetuar o manuseio de aproximadamente 80 t/ha. Por outro lado as trilhas compactadas favorecem o tráfego sob condições de solo úmido melhorando a assiduidade das operações mecanizadas (timeliness) em períodos chuvosos, contribuindo para aumentar o tempo efetivo de moagem. Maiores eficiências de aproveitamento de tempo e de transmissão de potência têm incidência direta na redução dos custos da operação.

As linhas de tráfego, quando permanentes, podem ser compactadas de forma a permitir o uso de pneus mais rígidos, com maior capacidade de carga e com menor resistência ao rolamento; dessa forma tanto as plantas, localizadas nas faixas não trafegadas, quanto as rodas que operam sobre as trilhas compactada encontram condições mais próximas do ideal, mesmo que seus requerimentos sejam diametralmente opostos. Com o controle de tráfego consegue-se viabilizar a permanência da produtividade das culturas de forma sustentável. Na medida em que acontece a re-estruturação física do solo vai se reduzindo a necessidade de utilizar processos pesados de preparo do solo, como subsolagem e aração. A redução do tráfego, combinada com a eliminação das queimadas, viabiliza a técnica do plantio direto e facilita a irrigação localizada.

O conceito de tráfego controlado tem sido usado em diversas aplicações agrícolas, utilizando veículo com bitola convencional (estreita) ou bitolas largas como no caso da FPU (Field Power Unit), ilustrada na Figura 4.2.1-10. Embora as experiências

realizadas mundialmente tenham se concentrado em cereais e forrageiras, a cana-de-açúcar apresenta o maior potencial de benefício com o uso das estruturas de tráfego controlado. Por se tratar de uma cultura semi-perene que demanda a retirada de 50 a 150 t/ha de produção anual, fica em evidência que a possibilidade de reduzir drasticamente o tráfego se torna interessante tanto do ponto de vista de preservar o solo durante um ciclo de 5 a 8 anos, assim como do ponto de vista do transporte interno do produto com menor demanda de energia e potência dos equipamentos.

Os resultados das pesquisas combinados com as observações, em escala comercial, de várias culturas agrícolas, juntamente com a experiência, também em escala comercial e específica, em cana-de-açúcar, da usina São Martinho, permitem antecipar com bastante segurança que o plantio direto se combinado com o tráfego controlado, com bitolas maiores, da ordem de 10 m, deve resultar em redução de custos, ganhos de produtividade e redução nas perdas de solo, com seus correspondentes efeitos positivos na preservação dos recursos hídricos.

Lamers et al. (1986) citados por LAGUË; AGNEW & KHELIFI (2003) verificaram que nas pistas de tráfego permanente a resistência ao rolamento da roda diminuiu e o coeficiente de tração aumentou, o que resultou em 13% de aumento na eficiência de tração relativa. Ainda segundo os autores o sistema de tráfego controlado mostrou impactos ambientais positivos com relação à geração de GEE, assim como com relação às perdas e ao condicionamento físico do solo.

Resultados encontrados pela ACIAR (1998), na Austrália, em um estudo sobre tráfego controlado nas culturas de milho, trigo e sorgo, mostraram que a produtividade média dos grãos foi 16% maior do que no sistema de cultivo convencional. Ainda, segundo este estudo, as áreas onde se utilizou o sistema de tráfego controlado a renda total foi cerca de 30% maior. O parâmetro que teve maior redução foi o custo com combustível; reduzindo-se em quase 60% no sistema de tráfego controlado.

No entanto, RAPER & KIRBY (2006) afirmam que, apesar do aumento da produtividade se encontrar entre os benefícios advindos da adoção do sistema de tráfego controlado, esta pode não atingir os valores esperados por depender de diversos outros fatores tais como distribuição de chuvas, condições de solo, espécies de plantas, assim como presença de pragas e doenças.

Estruturas para tráfego controlado

a) Bitola expandida

Uma forma de aplicar o conceito de tráfego controlado consiste em aumentar a bitola dos equipamentos disponíveis comercialmente, ajustando as mesmas para um valor comum, de forma que todas as máquinas utilizem as mesmas linhas de tráfego. Essa adaptação foi realizada por alguns fazendeiros australianos (Figura 4.1.2-11), segundo Taylor et al., (2002). Foram marcadas pistas permanentes onde o trator e os veículos iriam trafegar e as máquinas tiveram seus eixos expandidos de acordo com a distância entre essas pistas.



Figura 4.2.1-11: Veículo com eixo expandido (fonte Taylor et al., 2002)

Há desvantagens como a necessidade da distância entre rodas ser a mesma para todas as máquinas; muitos fabricantes não dão garantias para extensões de até certos limites e freqüentemente há necessidade de se ultrapassar esses limites para se atingir a largura das colhedoras, que são geralmente as máquinas com maior bitola, não ajustável.

b) "Gantry" - veículo extra-largo portador de implementos

Estas estruturas móveis, denominada a seguir de ETC (Estrutura de Tráfego Controlado), podem ser definidas como sendo um veículo onde são acoplados os implementos de plantio, tratos culturais, colheita e/ou transporte, os quais são acoplados individualmente ou em série, dispostos na frente, no meio ou na parte posterior do veículo. Neste sistema, todo o tráfego ocorre em trilhas preparadas previamente e espaçadas com bitolas muito superiores que as dos tratores convencionais. A ETC sustenta e opera todos os implementos necessários às operações do ciclo de uma cultura agrícola (LAGUË; AGNEW & KHELIFI, 2003). Algumas experiências desse tipo podem ser encontradas na bibliografia. GEBHARDT et al. (1982) citado por RAPER & KIRBY (2006) desenvolveu uma máquina do tipo "Gantry" com 3,3 m de largura para pesquisa de tráfego controlado. Outra unidade "Gantry" maior, com 6 m de largura foi desenvolvida no USDA-ARS National Soil Dynamics Laboratory em Auburn, Alabama, EUA.

A Figura 4.2.1-12 mostra, uma versão inicial de uma unidade "Gantry" construída em Israel na década de 1980 pela Ashot Ashhelon Industries Ltd., denominado Field Power Unit (FPU). Uma versão posterior está ilustrada na Figura 4.2.1-9. A FPU tem bitola de 8,5 m, com quatro rodas motrizes e direcionáveis, acionadas hidraulicamente por um motor de 175 kW. Foi utilizada, para diversas operações agrícolas, como subsolagem, cultivo pesado, plantio, pulverizações, fertilizações, assim como colheita de algodão e forragens.



Figura 4.2.1-12: Veículo experimental "Gantry" (fonte LAGUË; AGNEW & KHELIFI, 2003)

Em 1989, no Reino Unido, foi também construído um veículo com base larga pela Dowler Gantry Sistem Ltd. Este veículo tem duas rodas direcionáveis, acionadas por um motor de 69 kW, e largura de 12,9 m. Foi usado nas operações agrícolas de cereais como cultivo leve, gradagem pesada, sulcagem, pulverizações e fertilizações.

Outro protótipo de veículo do tipo "Gantry" utilizado em pesquisas pelo USDA-ARS National Soil Dynamics Laboratory em Auburn, Alabama, pode ser visto na Figura 4.2.1-13. Uma das preocupações existentes na década de 80 com relação ao desempenho das ETC's estava ligada a sua capacidade de tracionar implementos pesados como arados, subsoladores ou grades. Embora essa operação possa ser realizada em varias passadas utilizando implementos mais estreitos, atualmente esse fator perde relevância na medida em que a tendência é eliminar essas operações, principalmente quando o tráfego é reduzido drasticamente no esquema de tráfego controlado.



Figura 4.2.1-13: Veículo de estrutura larga usado para pesquisas de tráfego controlado (fonte Raper & Kirby, 2006)

A Figura 4.2.1-14 ilustra uma estrutura de bitola larga, denominada de ETC (Estrutura para Tráfego Controlado) onde o tráfego se concentra em linhas específicas para essa função, fortemente compactadas, sendo que o resto da área não recebe tráfego e fica dedicada exclusivamente à planta, sem compactação.

Nessa ilustração o tráfego atinge uma de cada 10 entre linhas de plantio e ainda em 50 % de sua largura, o que representa 5% da área total, ou seja, 1/10 da área trafegada no cultivo convencional, mesmo que com controle de tráfego. O número de passadas indicado na figura corresponde ao sistema de plantio direto, fator esse que também contribui para reduzir bastante o tráfego.



Figura 4.2.1-14: Número de passadas de pneus nas entrelinhas no esquema de mecanização com estruturas de tráfego controlado (ETC) e Plantio Direto

Para a realização das operações agrícolas com ETC's, os implementos são acoplados à estrutura que se desloca ao longo do talhão sobre as faixas de rodagem, com 80 cm de largura, permanentemente compactadas e situadas paralelamente às áreas cultivadas. As operações consideradas para o caso da ETC, visando um esquema de plantio direto em cana-de-açúcar, são: eliminação de soqueiras, sulcação, plantio, pulverização, cultivo e adubação assim como colheita e transporte interno às áreas de cultivo. Ficam eliminadas no sistema de plantio direto as operações de aração e gradagem, sendo que a operação de subsolagem pode ser utilizada esporadicamente até a consolidação do plantio direto ou incorporada ao equipamento de sulcação para ser realizada simultaneamente com o plantio.

Para se plantar ou colher a área cultivada a ETC efetua várias passadas trafegando as mesmas faixas de rodagem. Os implementos acoplados à ETC são, a cada passada, deslocados transversalmente sobre a estrutura, de acordo com sua largura de trabalho, para processar uma nova faixa. Esse deslocamento corresponde a duas linhas no caso da colheita e a 4 linhas no caso do plantio. Ao completar a operação sobre a área com largura de 15 m, localizada entre duas faixas de rodagem consecutivas, a ETC se posiciona sobre o carreador, gira em 90 graus suas 4 rodas e se desloca no sentido longitudinal da estrutura até se posicionar frente a área adjacente a ser processada. A largura e o comprimento da ETC, em configuração de transporte, correspondem aos limites dimensionais fixados pelo CONTRAN. Na operação de colheita a cana é coletada de duas linhas de plantio em cada passada da estrutura. O material colhido é armazenado em contêineres. Ao completar um contêiner o fluxo é derivado para outro e o primeiro é basculado para um veículo de estrada quanto a ETC atinge o próximo carreador.

c) Estruras, extra-largas, portadoras de implementos

Segundo LAGUË; AGNEW & KHELIFI (2003) este sistema consiste em uma longa estrutura reticulada (61 m) cujas extremidades estão apoiadas em veículos motorizados que trafegam em pistas permanentes (Figura 4.2.1-15). Os implementos são acoplados a um carrinho que se movimenta ao longo da estrutura disposta paralelamente às linhas de plantio.



Figura 4.2.1-15: Veículo “Wide-Span Implement Carrier”

Fonte: Laguë; Agnew & Khelifi (2003)

A extensão do equipamento proporciona uma alta relação entre áreas não-trafegadas e trafegadas. O veículo opera uma ampla gama de implementos permitindo seu uso em várias culturas, incluindo frutas, hortaliças e cereais. Pode operar de dois modos: estacionário e móvel. No modo móvel a armação se desloca pela pista levando implemento em uma posição fixa sobre a estrutura. No modo estacionário, o carrinho move-se de uma extremidade a outra da estrutura carregando o implemento. Depois de cada passagem, a estrutura é reposicionada de acordo com a largura de trabalho do implemento. No caso particular da cana-de-açúcar a estrutura teria que ser orientada no sentido das linhas de plantio e dessa forma o comprimento dos talhões ficaria muito reduzido. Para um carreador com 3 m de largura e uma estrutura com 60 m de comprimento a porcentagem de área alocada a carreadores atingiria 5 %. Por outro lado as curvas de nível teriam que ser aproximadas por poligonais com segmentos retos de 60 m.

d) Mecanização a cabo

Neste sistema, o implemento é rebocado através das áreas de cultivo por um cabo acionado por duas unidades de potência, as quais permanecem estacionárias durante a operação do implemento e se deslocam intermitentemente ao longo de uma pista de tráfego permanente com o implemento fora de operação. O sistema à cabo é mais eficiente na transferência de potência do que um trator convencional. Contudo, as forças do solo que atuam sobre o implemento causam desvios de trajetória de até o tamanho da largura de trabalho. Com isso, torna-se necessário desenvolver um dispositivo de direcionamento para se tornar uma alternativa eficiente (LAGUË; AGNEW & KHELIFI, 2003). O sistema de mecanização a cabo não permite o transporte de cargas o que representa uma restrição importante no caso da colheita da cana-de-açúcar.

Grau de mecanização compatível com as condições sócio-econômicas regionais

O grau de mecanização a ser adotado depende tanto das opções tecnológicas existentes quanto da condição sócio-econômicas da região. A mecanização pode ser quase nula, onde são praticadas operações predominantemente manuais; ou mecanização parcial onde as operações podem ser manuais e mecânicas, combinadas de acordo com os esforços e potências requeridas em cada função, ou, totalmente mecanizadas, onde a mão-de-obra assume apenas funções de controle. A colheita da cana no Brasil utiliza atualmente os dois extremos desse espectro de mecanização, sendo que ambos apresentam restrições severas para grande parte das áreas tradicionais de cana-de-açúcar.

A colheita da cana envolve cinco macro operações, bem diferenciadas, que são o corte dos colmos na base e no ponteiro, a retirada das folhas, a picagem (opcional) e o deslocamento da cana colhida até um ponto onde possa ser transferida aos veículos de estrada, cuja entrada nas áreas de produção não é recomendável. Atualmente não existem processos para efetuar eficientemente essas operações, principalmente quando devem ser efetuadas em áreas declivosas.

O **corte de base**, se realizado manualmente, envolve problemas ergonômicos que afastam a mão-de-obra dos canaviais e continua a gerar tensões entre produtores e agremiações de cortadores. O corte de base mecanizado está associado a perdas importantes e contaminação da matéria-prima com terra, além de demandar potência em níveis 30 a 40 vezes superiores aos necessários para o corte dos colmos propriamente dito.

O **corte dos ponteiros** freqüentemente não é realizado; no caso da colheita mecânica por deficiência dos mecanismos responsáveis por essa função, e no corte manual porque prejudica a produtividade do cortador.

O **despalhamento** foi historicamente resolvido através da queima, mas na medida em que a legislação impede essa prática, verifica-se um aumento dos custos pelo baixo rendimento do corte manual e pela baixa eficiência e altas perdas no corte mecânico. Deve-se considerar que, dependendo das condições do canavial e das opções feitas para operar as colhedoras, com relação ao nível de impurezas, qualidade do corte de base e velocidade de deslocamento, a soma das perdas visíveis e invisíveis se situa, na maioria dos casos, na faixa de 5% a 10 %.

O tráfego intenso dos equipamentos de colheita e transporte nas entrelinhas de plantio representa uma restrição importante dos processos de colheita. Já de longa data os especialistas em solos orientam no sentido de conservar a estrutura do solo para conseguir manter níveis de produtividade elevados. A colheita mecânica praticada atualmente não está alinhada com essa recomendação. A condição de pisoteio intenso praticado atualmente na colheita mecânica, pode ser reduzido significativamente através de sistemas alternativos, envolvendo, por exemplo, técnicas de controle de tráfego, cujo desenvolvimento e implantação não dependem de resultados da pesquisa de fronteira e que estão ao alcance dos recursos da engenharia e da capacidade de investimento do setor canavieiro.

Serão analisadas a seguir quatro alternativas para a colheita e a retirada da cana, das áreas de produção nas encostas do NE, ponderando em cada caso os principais fatores técnico, social e econômico.

a) Corte e enleiramento manual da cana queimada com retirada auxiliada pelas carregadoras Implanor Bell

A Figura 4.2.1-16 ilustra esse sistema de colheita mostrando três fases importantes do processo que são o corte e enleiramento manual na Figura 4.2.1-16 (a); o deslocamento e carregamento das leiras na Figura 4.2.1-16 (b) e as restrições ergonômicas da mão-de-obra na Figura 4.2.1-16 (c).

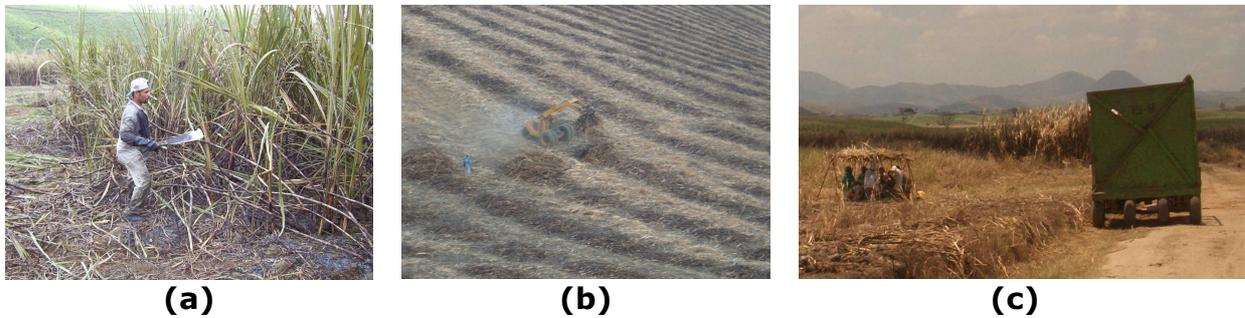


Figura 4.2.1-16: Corte manual de cana queimada com carregamento mecânico de tráfego intenso e condições ergonômicas desfavoráveis

b) Corte mecanizado de cana crua com retirada auxiliada por carretas de transbordo rebocadas por trator

A Figura 4.2.1-17 ilustra o extremo oposto da escala em termos de grau de mecanização onde é possível efetuar a colheita da cana crua, mas com restrições severas em termos de mobilidade sobre terreno inclinado, elevado investimento, compactação provocada pelo tráfego, eliminação de 95 % da mão-de-obra, juntamente com elevado consumo de combustível fóssil por tonelada de cana colhida e alta contaminação com impurezas minerais da matéria-prima.

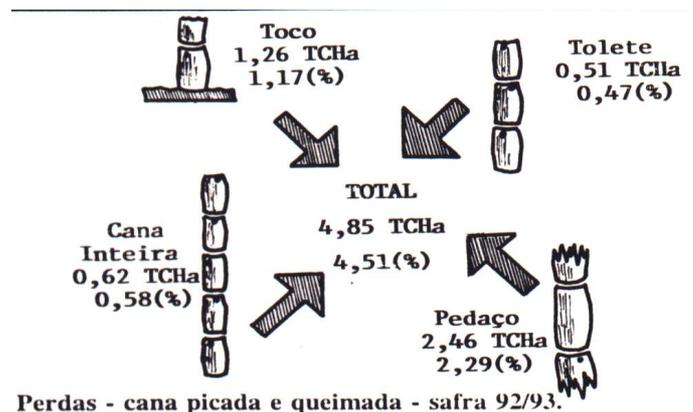


Figura 4.2.1-17: Colheita mecânica de cana crua com transporte interno através de carretas de transbordo (cortesia Case-IH)

c) Corte e transporte interno de cana crua com auxílio mecânico UNIMAC

A Figura 4.2.1-18 ilustra uma tecnologia de colheita em desenvolvimento que visa a colheita de cana crua, em áreas declivosas, sem deslocamento total da mão-de-obra. O equipamento proposto caracteriza-se como um conceito alternativo representado por uma mecanização parcial da colheita de cana-de-açúcar denominado UNIMAC CANA. É composto essencialmente por uma frente de alimentação, uma célula de trabalho, uma unidade de limpeza e uma carreta de descarga vertical.

A unidade de corte e alimentação é montada em uma estrutura flutuante que propicia um melhor seguimento da superfície do solo com mínima movimentação de solo e utiliza apenas um disco para o corte de base, o que origina uma melhor acomodação do corte ao perfil do terreno com lançamento lateral da terra e uma redução na demanda de potência.

A célula de trabalho conta com dois operadores por fileira, os quais manualmente efetuam o corte dos ponteiros e a alimentação ordenada dos colmos à unidade de limpeza. A unidade de limpeza é composta por pares de rolos raspadores montados em série que tem como função remover as folhas dos colmos inteiros e arremessá-los para uma carreta de armazenamento onde os mesmos são estocados ordenadamente, para garantir a densidade de carga requerida pela operação posterior de transporte.

Em determinados intervalos, o equipamento interrompe o corte, manobra em retrocesso e descarrega montes de aproximadamente 3 toneladas, os quais serão descarregados no esquema convencional da cana inteira, ou seja, em direção perpendicular às linhas de plantio. A UNIMAC CANA propõe manter o nível de emprego inferior ao do corte manual, porém sustentável e superior ao do corte mecânico atual, em condições ergonômicas compatíveis com a natureza humana.

Possibilita a colheita de linhas múltiplas sem a queima da palha e em terrenos com inclinação de até aproximadamente 40%, ao mesmo tempo em que mantém parte dos empregos dos trabalhadores rurais. A habilidade para operar em declividades maiores surge da concepção do projeto que utiliza recursos de tração e direção nas quatro rodas além de uma bitola maior resultante da colheita de linhas múltiplas. Mesmo utilizando mais mão-de-obra a UNIMAC CANA propõe colher cana inteira crua com custo menor e com menores perdas.

A UNIMAC CANA está sendo desenvolvida por pesquisadores da Faculdade de Engenharia Agrícola (Feagri) da Unicamp, em conjunto com engenheiros da empresa Agricef Soluções Tecnológicas para Agricultura, incubada na Incamp e com apoio da FAPESP.



Figura 4.2.1-18: Auxílio mecânico para a colheita de cana crua em terrenos declivosos - com despalhamento e despontamento (tecnologia em desenvolvimento)

d) Corte com ceifadora mecânica e enleiramento manual, sem despalhamento

A Figura 4.2.1-19 ilustra um recurso em teste na Usina Bom Jesus, PE, que visa eliminar o uso do facão e os riscos a ele associados. A ceifadora executa apenas a operação de corte de base do conjunto de cinco operações básicas que compõem o processo de colheita; o sistema em fase de avaliação não pretende resolver o problema de colheita da cana crua no sentido mais abrangente, ou seja, efetuando despontamento, despalhamento e a recuperação da palha.



Figura 4.2.1-19: Auxílio mecânico para a colheita de cana crua em terrenos declivosos, sem despalhamento e despontamento (testes Usina Bom Jesus, PE)

Um resumo dos quatro sistemas de colheita e os principais fatores que caracterizam cada um é apresentado na Tabela 4.2.1-3. Pode-se observar que na medida em que são priorizados os fatores 1 e 2, cana crua e operação em encostas, fica em evidência a falta de opções viáveis e a necessidade do desenvolvimento de alternativas de colheita específicas para essas condições, como é o caso do sistema UNIMAC ou similar.

Tabela 4.2.1-3: Características principais de quatro sistemas de colheita de cana-de-açúcar

Características do processo de colheita	Sistema de Colheita			
	MANUAL-BELL	CANA PICADA	UNIMAC	CEIFADORA
1-Despalhamento (cana crua)	Não têm	Mecânico	Mecânico	Não têm
2-Declividade máxima	40%	12%	40%	40%
3-Área trafegada [%]	60	60	10	60
4-Condição ergonômica	Deficiente	Boa	Boa	Deficiente
5-Consumo diesel [l/t]	0,25	1,4	0,3	0,4
6-Mão-de-obra [H-dia]/1000 t	200	10	70	100
7-Terra na matéria-prima [%]	0,8	0,6	0,2	0,8
8-Investimento [R\$/1000t]	230.000	2.000.000	750.000	530.000
9-Despontamento	Facão	Mecânico-parcial	Manual-integral	Facão
10-Transporte interno	Manual-Implanor	Trator-Carreta	Próprio (integrado)	Manual-Implanor
11-Corte de base	Facão	Mecânico	Mecânico	Mecânico
12-Ordenamento	Manual	Mecânico	Mecânico	Manual

Demanda de investimentos e custos operacionais compatíveis com as estruturas de produção existentes

Os investimentos e custos operacionais envolvidos nas operações mecanizadas, e principalmente na colheita e o transporte interno da cana de açúcar, estão relacionados prioritariamente à mão-de-obra envolvida, o consumo de combustível dos equipamentos e aos custos de depreciação e juros de capital nos casos que utilizam mecanização mais pesada. Analisando as alternativas apresentadas na tabela 3 verifica-se que as opções MANUAL-BELL e CEIFADORA apresentam baixo consumo de combustível e baixa demanda de investimento, mas apresentam limitação quanto à colheita de cana crua, tráfego intenso e condição ergonômica de trabalho desfavorável. A opção de CANA PICADA apresenta o maior número de restrições que envolvem tráfego, declividade, investimento, consumo de combustível e despontamento. Considerando apenas as opções que permitem a colheita de cana crua e apresentam viabilidade de operação em terrenos declivosos verifica-se que apenas a opção UNIMAC atende a esses requerimentos.

4.3 Tecnologia da informação

A tecnologia está gerando grandes transformações que ocorrem à nossa volta de forma ágil e sutil. Um exemplo claro é a computação que, em seu início, era tida como um mecanismo que tornava possível automatizar determinadas tarefas em grandes empresas e nos meios governamentais. Com o desenvolvimento tecnológico, os "computadores gigantes" perderam espaço para equipamentos cada vez menores e mais poderosos. Aliado a isso, a evolução das telecomunicações permitiu que, aos poucos, os computadores passassem a se comunicar. Como consequência, tais máquinas deixaram de simplesmente automatizar tarefas e passaram a trabalhar de forma integrada permitindo que, por exemplo, no caso da

colheita de cana, que as frentes de corte e carregamento, os caminhões e a balança sejam gerenciados de forma interligada com o intuito de otimizar o desempenho de cada parte envolvida, evitando tanto filas no campo e na indústria quanto falta de cana nas moendas, mantendo estoque mínimo no pátio.

Nesta linha a Tecnologia da Informação (TI) pode ser definida como um conjunto de atividades e soluções providas por recursos de computação. Na verdade, as aplicações da TI estão ligadas às mais diversas áreas. Deste modo existem várias definições e nenhuma consegue determiná-la por completo. Complementando, o conceito de *Tecnologia da Informação* é mais abrangente do que os de processamento de dados, sistemas de informação, informática ou o conjunto de *hardware* e *software*, pois também envolve aspectos humanos, administrativos e organizacionais.

Pode-se dizer que por meio de sincronizados conjuntos de *hardware*, *software* e telecomunicações, a TI viabiliza complexos processos de negócio; ao mesmo tempo, contribui para as decisões a partir de sofisticadas manipulações oferecendo diferentes visões destas decisões. Assim, a TI é um "tipo" de tecnologia, desenvolvida especificamente para gerenciar os mais diversos tipos de informações e, neste caso, gerenciar a informação significa disponibilizar as informações adequadas no momento certo para as pessoas que precisam dela.

Durante as últimas décadas inúmeros avanços nos campos da TI e das telecomunicações vêm afetando diretamente o setor de operações das empresas e, conseqüentemente, contribuindo para elevar o desempenho e o controle de certos processos organizacionais, especialmente aqueles vinculados aos ciclos logísticos de suprimento, e de produção. O advento da inteligência artificial permitiu que se automatizasse a resolução dos problemas. O modo de pensar instalou-se no interior de máquinas que categorizam, descobrem, ensinam e discutem o conhecimento.

A expansão do setor canavieiro nas áreas tradicionais pode-se beneficiar da TI para promover aprendizado constante de novas tecnologias e a sua incorporação no processo produtivo. Ao analisar o sistema de produção utilizado atualmente na cultura da cana-de-açúcar, nota-se que o emprego de técnicas que permitam um gerenciamento das informações agrícolas poderá elevar substancialmente os índices de desempenho do setor sucroalcooleiro em termos de produtividade, desempenho dos sistemas motomecanizados e economia de insumos.

Dentre as tentativas de busca por uma solução eficiente quanto ao planejamento seguro da produção de uma determinada cultura encontram-se subsídios na área da Matemática Computacional, que oferece ferramentas de simulação computacional utilizando-se modelos matemáticos que descrevem o comportamento de uma situação real na forma de equações vinculadas a parâmetros e restritas a condições de contorno do problema.

Os modelos matemáticos que representam o sistema agrícola canavieiro possibilitam o estudo de sistemas complexos, que exigem simulações integradas com bancos de dados contendo informações edafoclimáticas, além do potencial de produtividade de variedades de cana-de-açúcar previamente calibradas em ensaios de campo realizados em vários ambientes.

A informatização de processos de suporte a decisões, em especial pelo emprego de modelos matemáticos, pode minimizar riscos ambientais, reduzir custos de

produção e proporcionar maior sustentabilidade agrícola. Esses modelos têm contribuído para um melhor conhecimento dos mecanismos fisiológicos da cultura, através de uma evolução gradual e acumulativa, baseada na experimentação agrícola.

Até o momento algumas empresas têm trabalhado com produtos e serviços para o gerenciamento de processos específicos do sistema de produção, como é o caso do gerenciamento de transporte, o planejamento do corte e o gerenciamento da manutenção da frota de veículos e máquinas. Contudo, a previsão é que em um futuro próximo estas empresas aperfeiçoarão seus produtos e disponibilizarão soluções para o gerenciamento integrado do processo agrícola. Deste modo, o gerenciamento agrícola será realizado em função de parâmetros determinados por modelos de simulação, que contemplarão as restrições das diversas operações do ciclo visando maximizar a produtividade, assim como reduzir custos e impactos ambientais.

Para as usinas conseguirem implementar a concepção de gerenciamento sugerida será necessária a utilização conjunta de outras tecnologias (agricultura de precisão, sistema de informação geográfica, sensoriamento remoto). Em resumo, serão necessárias tecnologias para o levantamento, armazenagem, interpretação, e análise dos dados obtidos, de forma a tornar mais eficiente o sistema de gerenciamento.

A seguir são apresentados alguns estudos realizados em usinas e destilarias que mostram os resultados benéficos da criação de um banco de dados corporativo, visando o gerenciamento das informações.

Estudo 1: Utilização da Simulação Computacional no Gerenciamento de Sistemas de Corte, Carregamento e Transporte de Cana

Objetivos: Desenvolver um modelo de simulação matemática visando a obtenção das melhores rotas e da melhor combinação de veículos transportadores a fim de assegurar a continuidade do fluxo de cana no abastecimento das moendas.

Nas últimas décadas, o setor agroindustrial canavieiro iniciou um processo de desenvolvimento buscando a melhor forma de integrar as áreas agrícola e industrial. Algumas inovações importantes estão relacionadas ao aprimoramento dos sistemas logísticos por meio de novas estratégias gerenciais para o transporte da cana. Um problema importante nesses sistemas é como coordenar os processos de corte, carregamento e transporte de cana do campo até a área industrial, de maneira a suprir adequadamente a demanda necessária na área industrial. Estimativas feitas por gerentes de usinas apontam que o custo do corte, carregamento e transporte representam 30% do custo de produção da cana, e somente o transporte equivale a 12% desse total.

De acordo com a composição de transporte e o tipo da carroceria utilizada ocorre uma variação na capacidade de carga, nas velocidades de deslocamento (vazio e carregado), no tipo de carregamento no campo e no tipo de descarga na usina. Caso o dimensionamento do transporte não esteja adequado, poderão ocorrer falta de abastecimento de cana na usina. Ainda em relação à infra-estrutura de transporte, é possível utilizar carretas e semi-reboques reserva em esquema de "bate e volta" para dinamizar a entrega de cana com menor número de unidades de tração.

Desta forma, a logística e a integração adequada das operações visam atingir a condição ideal de operação da usina, ou seja, o sistema de recepção (pesagem, amostragem, armazenagem intermediária e descarga de cana nas moendas) deve operar com o fluxo de cana vinda do campo de tal forma que permita a alimentação contínua das moendas. A logística pretende evitar a ociosidade de máquinas e de operários, além da preocupação com a perda de qualidade da cana (picada ou inteira) que pode se deteriorar caso permaneça por muito tempo em estoque de campo ou pátio, ou em fila na balança.

Alguns procedimentos administrativos interferem na operação contínua dos equipamentos que atuam no corte, carregamento e transporte da cana-de-açúcar. Os principais procedimentos que apresentam essa característica são: trocas de turnos, refeições e restrição noturna.

Baseado em trabalhos anteriores é sabido que o modelo de simulação a ser desenvolvido deve levar em consideração a influência de cada um dos fatores envolvidos nas operações de corte, carregamento e transporte da cana-de-açúcar, essa mensuração de maior ou menor grau de influência pode ser obtida dos operadores e gerentes administrativos, responsáveis pela coleta de dados e análise da eficiência operacional das atividades. Posteriormente, aplicando-se técnicas de validação dos resultados pode-se obter o peso relativo de cada fator em relação à eficiência da operação como um todo.

Conclusões: O trabalho realizado conclui que a complexa logística do sistema de corte, carregamento e transporte torna mais apropriada sua abordagem por simulação, o que confere uma visão sistêmica do processo. Além disso, o uso de simulação para identificação de gargalos nesta ligação faz com que a empresa possa focalizar suas decisões com respeito à estrutura de sua cadeia produtiva, particularmente na ligação área agrícola e área produtiva, dando-lhe maior capacitação para buscar alternativas que lhe dêem mais flexibilidade no uso de seus ativos. A rapidez nas respostas sobre decisões gerenciais frente à necessidade de reprogramar suas operações no período de safra também representa recurso estratégico importante.

Assim, a compreensão das ligações entre as áreas agrícola e industrial da cadeia produtiva do açúcar e do álcool é significativa para que a empresa tenha vantagem competitiva no quesito qualidade de matéria-prima bem como no uso dos ativos envolvidas no sistema de corte, carregamento e transporte (custo).

Estudo 2: Modelos para Previsão da Produtividade de Cana através de Dados Climáticos

Objetivos: Desenvolver modelos capazes de obter previsões de Açúcar Total Recuperável (ATR) e Toneladas de cana-de-açúcar por hectare (TCH), ao longo da safra, utilizando dados referentes aos fatores de produção como precipitação e temperatura.

A cultura da cana-de-açúcar como qualquer outra cultura permanente está sujeita, durante sua fase de desenvolvimento, a variações das condições ambientais de clima, solo e manejo. Como conseqüência dessa variação ao longo do ciclo produtivo tem-se a variação nos índices de rendimento agrícola daí surge a

necessidade de se prever as respostas da cultura aos diferentes estímulos para fins de planejamento da produção.

O modelo agroclimático utilizado neste trabalho é definido por uma expressão matemática que relaciona as variáveis dependentes ATR e TCH, com as variáveis independentes definidas como precipitação, graus-dias e graus-dias negativo dos cinco meses anteriores a colheita de cada talhão. O projeto foi desenvolvido no Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP (Setor de Agricultura) e na Usina Açucareira Bortolo-Carolo (Pontal-SP).

Os resultados referentes às simulações estatísticas revelaram um efeito significativo para: a precipitação do segundo mês anterior à colheita do talhão, precipitação do quarto mês anterior à colheita do talhão e aos graus-dias negativos do quarto mês anterior à colheita. O valor de $R^2 = 0,6943$ obtido foi relativamente alto, explicando cerca de 69% da variação do ATR, sendo o restante 31% fatores que não foram considerados no modelo como a própria diferença varietal a qual influencia a época de maturação.

Com isso, o modelo pode fornecer valores de ATR com dois meses de antecedência da colheita das canas de ano para as variedades plantadas na Usina. Já os modelos para as socas precoces, médias e tardias, estes não se mostraram promissores indicando valores de R^2 de 0,36; 0,48 e 0,45 respectivamente. Os modelos de produtividade (TCH) analisados apresentaram um R^2 baixo para as canas de ano (0,31), porém os resultados estatísticos indicaram a precipitação como variável de maior peso nos modelos, reafirmando a importância da umidade do solo na produção de colmos. Para as socas precoces, médias e tardias esses valores foram ainda menores 0,09; 0,08 e 0,04 respectivamente.

Conclusões: os modelos desenvolvidos se apresentaram válidos e eficientes quanto à confirmação e quantificação da influência dos parâmetros (precipitação, graus-dias e graus-dias negativos) na maturação e produtividade da cana-de-açúcar. Quanto à confiabilidade dos modelos; o modelo de maturação mostrou-se confiável após a realização da simulação para a safra 2001/2002. Percebe-se que a inclusão do fator graus-dias negativos foi de suma importância, pois o mesmo teve grande influência no modelo de maturação. Enquanto que o modelo de produtividade não se mostrou confiável após a realização da simulação para a safra 2001/2002. Estudos continuados dos modelos, incorporando novas variáveis independentes, devem gerar resultados progressivamente melhores principalmente quando aplicados nas condições regionais onde foram desenvolvidas.

Estudo 3: Análise do Sistema Logístico de Recepção de Cana

Objetivos: Analisar o desempenho dos sistemas logísticos, compreendidos da balança até as moendas, e investigar configurações e políticas alternativas para a operação desse sistema.

Atualmente, os sistemas de logística tem sido utilizados para se melhorar a eficiência operacional das usinas, uma vez que, atuam na integração de operações com interfaces entre os setores agrícola e industrial. Idealmente, o sistema de recepção, que compreende operações como pesagem, amostragem, armazenagem intermediária e descarga de cana nas moendas, deve operar com um fluxo de cana transportada do campo à usina que permita alimentação uniforme das moendas. O fluxo de cana transportada pode sofrer oscilações em função de variáveis como

chuva e distância às frentes de colheita. Embora as frentes de colheita possam ter uma capacidade de produção, em toneladas de cana/dia, bastante uniforme, a frota de transporte diminui sua capacidade com o aumento da distância. Por outro lado, a ociosidade de caminhões no pátio também é motivo de preocupação, pelo alto custo de investimentos e mão-de-obra envolvidos, além da falta que esses caminhões fazem no campo, pois se não houver caminhões vazios disponíveis para receber a cana colhida na frente de colheita, gera-se ociosidade, envolvendo máquinas e operários. Outro fator relevante é que a cana, quando picada ou inteira (principalmente se for queimada), sofre deterioração caso permaneça por muito tempo em estoque ou em fila no pátio de descarga.

Este estudo do sistema de recepção de cana foi realizado em uma das maiores usinas do Brasil, a Usina São Martinho, localizada na região de Ribeirão Preto, SP. A capacidade de moagem da usina é de 36 mil toneladas de cana por dia. Utilizou-se neste estudo as técnicas de simulação discreta, em decorrência das incertezas e da complexidade operacional do sistema. Para esse caso de simulação discreta utiliza-se o software Arena. As principais medidas de desempenho avaliadas foram relacionadas ao tempo médio de cana descarregada, de acordo com a capacidade de moagem da usina, e à taxa de utilização das moendas. Os dados coletados na balança corresponderam ao tipo de cana, ao número do caminhão, à carga transportada por cada caminhão, à origem da cana (própria ou de terceiros) e aos tempos de entrada e saída de cada caminhão do sistema de recepção de cana. Os dados foram analisados pelo software estatístico Best-Fit (PC, 1996). Foram obtidos histogramas, medidas descritivas e realizados testes de aderência para determinação das distribuições estatísticas que melhor representavam os dados.

As distribuições encontradas foram utilizadas na simulação estocástica do tempo médio de viagem de cada tipo de caminhão ao campo. O modelo de simulação construído no software Arena simula a trajetória dos veículos desde a entrada na balança até a saída das moendas. Foram desconsiderados tempos de pesagem (ordem de segundos) e testes no laboratório de sacarose para os veículos sorteados, pois não eram significativos para o tempo médio total das operações no pátio de descarga. Os tempos de deslocamento de uma estação à outra (por exemplo, da balança à estação despacho, e da estação despacho às estações de descarga) foram estimados de acordo com as informações e os dados coletados na usina. Os tempos gastos com manutenção e abastecimento dos caminhões foram incluídos nos tempos de viagem, com dados coletados a partir da saída dos caminhões das moendas.

Nesse modelo o sistema de recepção de cana na usina é considerado sistema fechado. Após serem pesados na balança, os veículos descarregam a cana no pátio da usina, em seguida, dirigem-se ao campo e depois retornam carregados para a balança. Assim, a taxa média de chegada de veículos na usina não corresponde a um dado de entrada, mas é resultado do modelo de simulação determinado pelo tempo de ciclo total dos caminhões. Para garantir que os pressupostos e as simplificações adotadas do sistema real sejam razoáveis, e estejam corretamente implementados, foi realizada a validação do modelo primeiramente com consultas aos especialistas que conhecem bem o sistema de recepção de cana da Usina São Martinho e podem avaliar se os resultados obtidos são consistentes, e, posteriormente pela simulação via leitura de dados coletados, comparados com o histórico de algumas medidas de desempenho coletadas em um dia considerado típico de funcionamento do sistema.

Trata-se então de uma simulação de verificação, a qual lê os dados de quantidade de cana transportada, chegada e saída dos veículos nos dias amostrados, e a partir deles reproduz a operação do sistema aplicando as regras definidas no modelo. Os resultados dessa simulação foram comparados com as medidas que puderam ser computadas a partir das planilhas dos dados coletados.

Conclusões: O cenário proposto apresentou melhorias significativas para o sistema, ou seja, há redução de 13,5% na quantidade média de cana em espera e aumento percentual (mesmo que pequeno, ou seja, de 1,1%) na quantidade de cana moída. Portanto, do ponto de vista das medidas escolhidas para análise, houve bom desempenho do modelo e, assim pode ser considerado para substituir o cenário original.

Estudo 04: Programação matemática aplicada à colheita de cana-de-açúcar com ênfase na recuperação máxima de açúcar.

Objetivos: Avaliar o ganho com o planejamento e posterior aplicação de um programa matemático na colheita de cana para a maximização do açúcar por unidade de área cultivada.

O planejamento da colheita de cana-de-açúcar pode ser considerado como uma administração de sacrifícios. Não se pode colher toda a matéria-prima no ponto de máxima maturação de cada variedade. A safra pode se estender por vários meses, sendo que os picos de riqueza da cana se concentram em apenas dois ou três meses. Essa característica da planta determinou o procedimento usual de administrar o processo de colheita sacrificando determinadas variedades em benefício total. Neste contexto, com a ajuda de programação matemática, foi realizada uma simulação da colheita de cana em uma unidade sucroalcooleira.

O programa utiliza um modelo matemático que emprega no seu processamento as estimativas de produtividade de cana semanais, área dos talhões e o número de talhões de cada frente de trabalho, obtidos em consulta ao banco de dados da usina. A partir disso, é calculada a quantidade de cana a ser programada para o corte, por semana e por frente de trabalho, e o número de semanas necessárias para o seu processamento.

Os dados utilizados nos testes de simulação e validação do programa foram fornecidos pelos Departamentos Agrícola e Industrial da Usina Cofercatu, localizada em Florestópolis (PR). Os dados corresponderam aos valores reais obtidos na safra 1998/1999, sendo que o Departamento Agrícola administrou todo o processo de seleção de talhões para colheita, além da execução das operações de queima, corte, carregamento e transporte; ou seja, a colheita da cana própria e de fornecedores foi toda gerenciada pela usina. Os talhões foram selecionados para colheita pelos agrônomos, após exame da estimativa da qualidade da cana (Brix, Pol%Cana, pureza e açúcares redutores).

Conclusões: O planejamento, com programação matemática, conduzido com a individualização dos talhões, permitiu a visualização das diversas variáveis que caracterizam a matéria-prima, e, comparado à colheita não assistida

matematicamente, resultou num ganho de até 6,5% sobre o total de açúcar produzido na lavoura.

Além disso, a adoção da variável quantidade máxima de açúcar por área permitiu selecionar para a colheita os talhões mais próximos de seu potencial máximo de produção de açúcar, não sacrificando aqueles com maior potencial de acumulação no período restante da safra, quer pelo crescimento futuro da cana quer pela sua maturação. Pode-se, assim, abandonar a idéia da colheita de cana no ponto máximo de maturação e com idade mínima para corte e produtividade.

Por meio dos estudos apresentados é possível notar que a tecnologia da informação transforma o modo como as atividades da cadeia produtiva são gerenciadas, aprimorando técnicas entre as atividades de uma mesma operação ou entre as diversas operações envolvidas no processo de obtenção do produto. Desta forma, as informações relacionadas às atividades da cadeia produtiva, passam a ter uma melhor coordenação na aquisição, utilização e direção dos dados necessários a cada etapa da gestão da produção.

Muitas pesquisas são realizadas com o objetivo de compreender as relações entre os diversos fatores que interagem na cultura da cana-de-açúcar. Entretanto, grande parte destas só obtém resultados significativos a longo prazo e com grande demanda de recursos. Neste contexto, o uso da tecnologia da informação assume grande importância, caracterizando-se como importante ferramenta de assistência à tomada de decisões.

A quantidade de informação armazenada nos bancos de dados das empresas para atender diversos setores da atividade, cresce rapidamente. Apesar do grande potencial existente nesses dados para aprimorar a gestão empresarial, freqüentemente não são aproveitados integralmente por se tratar de blocos de informações desenhados para obter respostas específicas. Pode-se fazer um aproveitamento mais abrangente dessas informações utilizando técnicas de mineração de dados (*data mining*); trata-se de um processo automatizado de captura e análise de grandes volumes de dados existentes em bancos não necessariamente programados para os objetivos procurados.

No caso das áreas tradicionais, objeto deste estudo, a tecnologia da informação poderá ser implementada em várias atividades agrícolas, otimizando a maneira como os processos da cadeia produtiva são executados. Além disso, a tecnologia da informação poderá sintetizar, apresentar e analisar diversos aspectos da produção agrícola, tais como arranjo espacial entre plantas, diversos tipos de interações entre a cultura e o ambiente, características físicas e químicas de solos, otimização do uso de equipamentos, máquinas e sistemas de transportes.

4.4 VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE PERNAMBUCO

4.4.1 Introdução

A cultura da cana-de-açúcar representa, historicamente, importante fonte de divisas para a economia brasileira. O açúcar, tradicional fonte de sacarose, substância largamente utilizada como adoçante de alimentos e bebidas, bem como na indústria farmacêutica, sempre ocupou posição de destaque na pauta das exportações brasileiras.

O álcool etílico, amplamente utilizado na indústria petroquímica, em farmacologia, solventes e bebidas, constitui-se, na atualidade, ainda mais valorizado, em função da crescente demanda do mercado mundial por combustíveis de origem limpos, bem como por oxigenados a serem adicionados aos combustíveis de origem fóssil. No âmbito interno, o álcool vem reassumindo sua importância no segmento de combustíveis, em decorrência da fabricação crescente de veículos com motorização adequada ao álcool hidratado e/ou gasolina, ou a mistura de ambos, em qualquer proporção, ultrapassando 90% dos fabricados em 2007.

A economia globalizada da atualidade vem afetando fortemente o setor agrícola nacional que, se esforça em reduzir os custos de seus produtos, para se tornar competitivo no mercado internacional e, também no contexto canavieiro, o cultivo de variedades de cana-de-açúcar detentoras de boas características agroindustriais representa, na prática, a tecnologia que mais contribui para melhoria dos níveis de produtividade da cultura, a custos relativamente baixos, quando comparada aos demais itens que compõem o sistema produtivo da cultura.

Durante o cultivo por anos sucessivos de determinado genótipo, o surgimento de doenças, pragas, a intolerância a condições climáticas adversas, os índices elevados de florescimento, entre outros fatores, contribuem para o declínio de suas produtividades, motivando sua substituição por outros cultivares, comprovadamente mais produtivos, agrícola e agroindustrialmente. Os trabalhos com melhoramento genético no Brasil tiveram início na década de 40, gerando bons genótipos, os quais foram, paulatinamente, substituindo cultivares importados de outros centros internacionais de pesquisa.

O Instituto de Açúcar e do Alcool - IAA, por meio do seu Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar - PLANALSUCAR vinha desenvolvendo, a partir do início dos anos 70, em suas diversas Coordenadorias Regionais, um programa de melhoramento genético em nível nacional, que foi coroado com a obtenção de excelentes variedades da sigla RB - República do Brasil. No início da década de 90 as Universidades Federais assumiram a retomada da pesquisa canavieira, mediante a instituição de Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro RIDESA que, através do seu Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar - PMGCA, vem trabalhando o material genético dando continuidade ao Programa de sigla RB.

O programa da RIDESA passou então a ser mais um dos grandes programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar existentes no Brasil, a exemplo do programa do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, o mais antigo em atividade, desenvolvendo as variedades de sigla IAC, do programa da COPERSUCAR que desenvolve variedades da sigla SP cultivadas em todas as regiões canavieiras do Brasil, recentemente transformado em Centro de Tecnologia Canavieira, passando a obter variedades de sigla CTC, e ainda, o programa da Canavialis, o mais jovem no melhoramento genético da cana-de-açúcar que se propõe a desenvolver variedades de sigla CV.

4.4.2 REGIÃO CANAVIEIRA DE PERNAMBUCO E O MELHORAMENTO GENÉTICO

No Estado de Pernambuco, em 1991, a Universidade Federal Rural de Pernambuco UFRPE, adotou a pesquisa canavieira conduzida pela Estação Experimental de Cana-de-açúcar de Carpina - EECAC, a Figura 4.4.2-1, apresenta as cinco distintas regiões edafoclimáticas ocupadas com cana-de-açúcar em Pernambuco, de grande complexidade para produção e conseqüentemente para pesquisa.

As dificuldades no decorrer dos trabalhos deixaram evidente que sem a parceria com o setor produtivo, o prosseguimento dessas pesquisas estaria seriamente comprometida. Parcerias estabelecidas com empresas do Setor possibilitaram a continuidade da pesquisa varietal, atualmente o PMGCA da UFRPE conta com a colaboração, logística e financeira de vinte e sete empresas/entidades parceiras, surgindo em meados dos anos 90 as parcerias-público-privada (PPP), entre a UFRPE e empresas parceiras do setor sucroalcooleiro de Pernambuco.

A UFRPE, através do seu PMGCA vem disponibilizando para a comunidade agrosucroalcooleira regional novas variedades recentemente liberadas, tais como: RB863129, RB872552, RB932520, RB943365, RB867515 e RB92579, provenientes dos PMGCA das IFE's integrantes da RIDESA. O acompanhamento desses genótipos durante as últimas safras mostram resultados gratificantes, que podem ser observados nesta abordagem sobre variedades em cultivo na região.

Um resumo das atividades do Programa de Melhoramento Genético da UFRPE/RIDESA é apresentado na Tabela 4.4.2-1, evidenciando sua complexidade e necessidade de ser aperfeiçoado constantemente objetivando melhores genótipos num menor espaço de tempo.

Tabela 4.4.2-1: Resumo do esquema das fases, anos, períodos, metodologia e locais das atividades do Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar EECAC/UFRPE

Ano	MÊS	FASE - ATIVIDADE	OUTRAS ATIVIDADES
1	04-06	CRUZAMENTOS (bi-parentais e policruz.)	Benefic. Sementes
1	07-08	Semeadura e individualização inoculação: ESC	3 gramas por caixa (semeadura) 24 plântulas por caixa (individualização)
1	09-10	T1 - Transplântio individual 0,50m x 1,20m	Plantio no campo
2	09-10	T1 - Corte em planta	Nenhuma avaliação
3	10-11	T1 - Seleção em soca 1 até 3%	Avaliação: Caracteres morfológicos, florescimento, isoporização, nº de colmos, tombamento, enraizamento aéreo, gema, rachadura colmo, ocadura, diâmetro do colmo, doenças, brix, etc.
3	10-11	T2 - Deli. Blocos aumentados 2 sulcos x 3m x 1 rep.	Plantio
4	10-11	T2 - Avaliação em planta; Corte.	Avaliação: Caracteres morfológicos, florescimento, isoporização, nº de colmos, doenças, kg., Brix/Parc., etc.
4	10-11	T2 - Avaliação em planta; Corte.	Avaliação: Caracteres morfológicos, florescimento, isoporização, nº de colmos, doenças, kg., Brix/Parc., etc.
5	10-11	T2 - Seleção em soca FM (5 sulcos x 5m x 1 rep.)	Avaliações de resistência: Ferrugem. Escaldadura, etc. Kg., Brix/Parcela.
6	10-11	T3 - Delineamento Blocos aumentados (4 sulcos x 5m x 2 rep.) Intercâmbio com AL	OBS.: Intercâmbio entre as IFE's do Centro Sul e Nordeste. Plantio.
7	05-06	T3 - Avaliação em planta	Avaliação: Caracteres morfológicos, florescimento, Isoporização, nº de colmos, brix, doenças, etc.
8	09-11	T3 - Seleção em planta, corte FM (5 sulcos de 10m)	Avaliação: Peso de 10 canas de cada 2 sulcos, brix de 3 colmos, doenças e pragas.
9	09-10	T3 - Seleção em soca, corte FM (5 sulcos de 10m)	Avaliação: Caracteres morfológicos, floresc., Isopor., nº de colmos, doenças, brix, etc. Seleção Peso de 10 canas de cada 2 sulcos, brix de 3 colmos, doenças e pragas
10	07-09	FE Blocos ao acado (5 sulcos x 8m x 4 rep.) CM (3 sulcos x 4m x 6 ép.)	Utilização de variedades padrões. Avaliação: CM para ciclo de maturação, produção agrícola e AGROINDUSTRIAL. Avaliações finais para ESC., FER., PDV., RAQ., Etc.
11	09-12	Colheitas: Planta	Avaliações: Produto agrícola e AGROINDUSTRIAL. Testes das principais doenças (PV/PF/ESC/RSD/FER). Intercâmbio com outras IFE's e outros centros.
12	09-12	Soca	
13	09-12	Ressoca	



LIBERAÇÃO DE NOVAS VARIEDADES RB

Pluviometria das regiões edafoclimaticas

As regiões edafoclimáticas da zona da mata de Pernambuco apresentam distintas condições de relevo, solo e clima, entre outros aspectos. As Figuras 4.4.2-2, 4.4.2-3 e 4.4.2-4 ilustram as variações de precipitação pluviométrica entre as cinco regiões canaveiras.

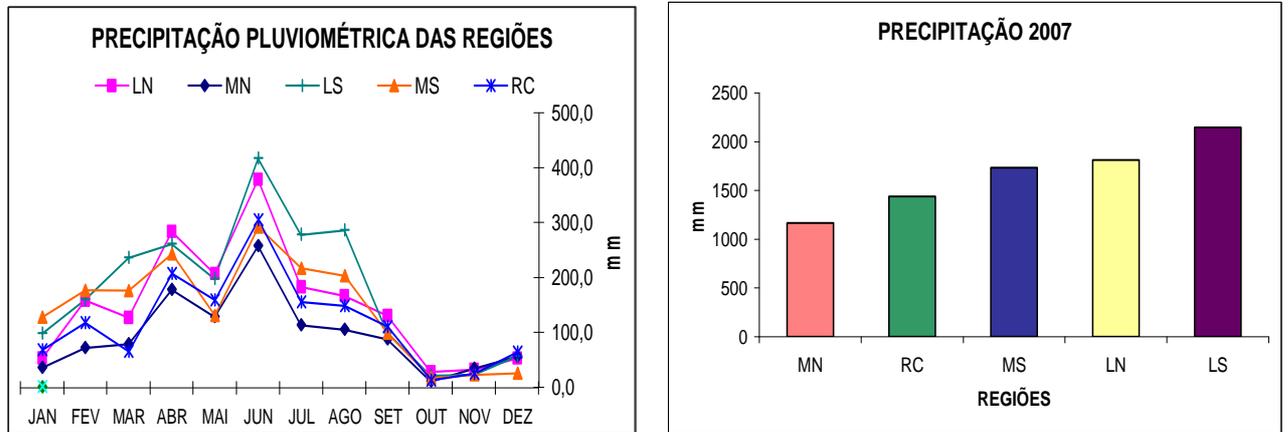


Figura 4.4.2-2: Médias de precipitação pluviométrica em cada uma das cinco regiões edafoclimaticas de Pernambuco em 2007

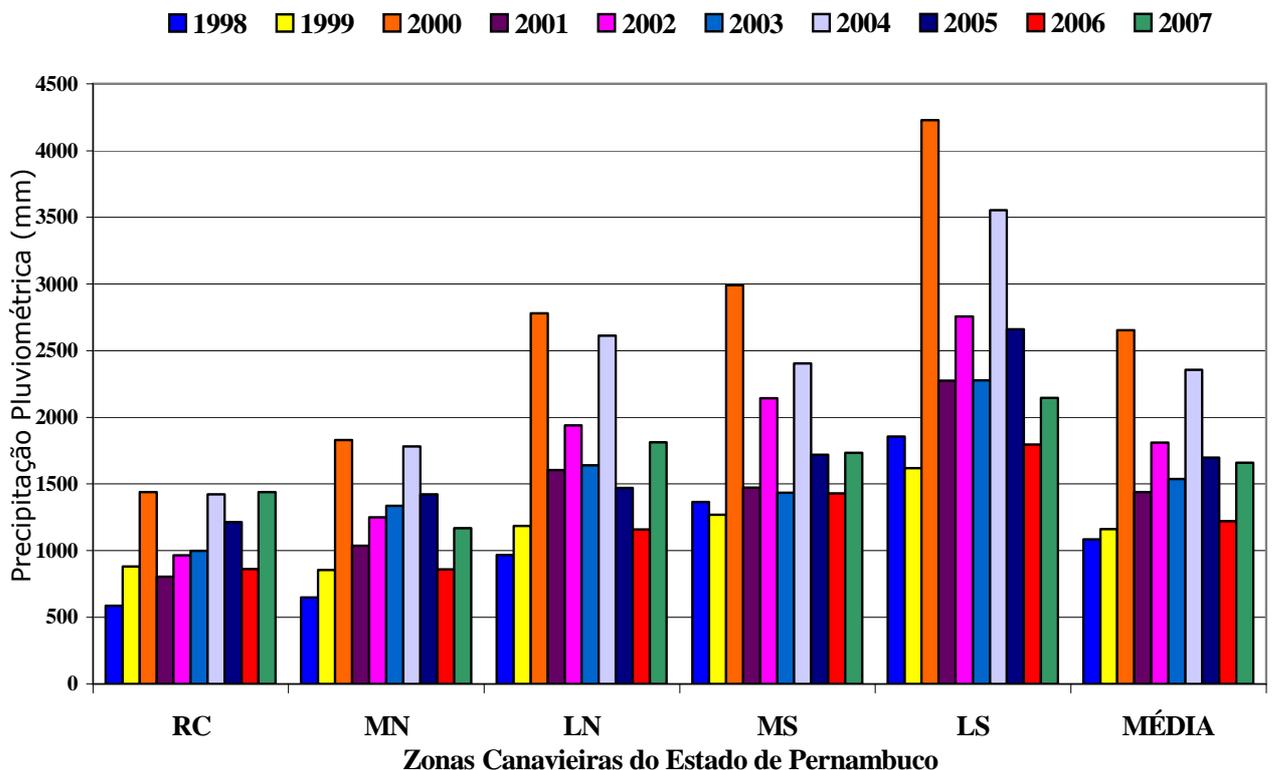


Figura 4.4.2-3: Médias de precipitação pluviométrica nas cinco regiões edafoclimaticas da zona canaveira de Pernambuco

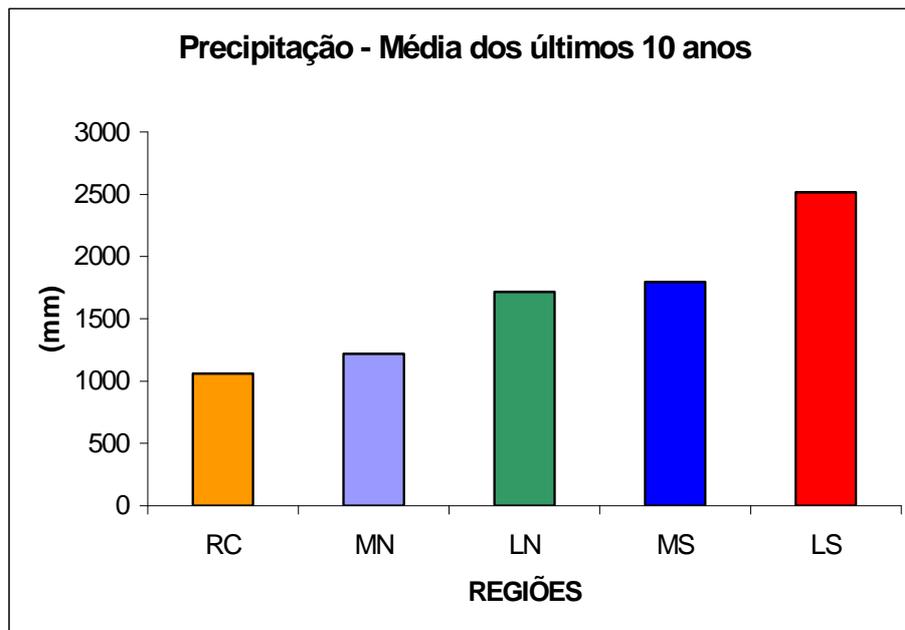


Figura 4.4.2-4: Média da precipitação dos últimos 10 anos nas cinco regiões edafoclimáticas da zona canieira de Pernambuco

Censo varietal: moagem e plantio

O PMGCA da UFRPE / RIDESA, paralelamente aos trabalhos de geração de novas variedades para o setor sucroalcooleiro da região, vem acompanhando os produtores quanto à evolução dos novos materiais, quanto aos aspectos fitossanitários e de manejo varietal, entre outros, que implicam no crescimento ou não das variedades nos censos de moagem e plantio.

Moagem

A participação das variedades cultivadas nas últimas cinco safras, é apresentada nas Tabelas 4.4.2-2 e 4.4.2-3, expressa em percentagem do total da moagem por safra. Os números foram informados pelas unidades sucroalcooleiras do estado que têm parceria com a RIDESA, dezoito das vinte e quatro em operação.

Na Tabela 4.4.2-2, verifica-se que as variedades SP78-4764 e SP79-1011 são responsáveis por cerca de 50% da safra, pelo fato de terem substituído as variedades em declínio, por toda a década de 90. Entretanto, na safra 2006/2007 (Tabela 4.4.2-3) as novas variedades RB liberadas e introduzidas pela RIDESA, começaram a participar do censo de moagem, com perspectivas de percentuais bem mais expressivos na safra 2007/2008.

Tabela 4.4.2-2: Participação das variedades cultivadas na região no censo de moagem das safras 2002/2003, 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006

VARIETADES	MOAGEM SAFRA 2002/2003 (%)	VARIETADES	MOAGEM SAFRA 2003/2004 (%)
B8008	4,88	B8008	4,54
CB45-3	5,30	CB45-3	4,29
RB72454	4,27	RB72454	3,18
RB732577	1,49	RB732577	1,46
RB75126	2,22	RB75126	2,06
RB763710	3,10	RB763710	3,51
RB813804	3,79	RB813804	4,48
SP70-1143	5,19	SP70-1143	2,15
SP71-6949	14,13	SP71-6949	9,90
SP78-4764	17,04	SP78-4764	25,57
SP79-1011	23,03	SP79-1011	23,03
SP80-1816	2,36	SP80-1816	2,34
SP81-3250	1,88	SP81-3250	2,36
OUTRAS	11,32	OUTRAS	11,12
TOTAL	100	TOTAL	100
VARIETADES	MOAGEM SAFRA 2004/2005 (%)	VARIETADES	MOAGEM SAFRA 2005/2006 (%)
B8008	4,27	B8008	3,71
CB45-3	1,95	CB45-3	1,06
RB72454	2,21	RB72454	1,76
RB75126	3,10	RB75126	2,62
RB763710	5,35	RB763710	4,99
RB813804	5,02	RB813804	4,23
RB863129	1,71	RB863129	2,35
SP71-6949	6,85	RB92579	1,84
SP78-4764	30,24	SP71-6949	4,28
SP79-1011	22,20	SP78-4764	36,19
SP80-1816	2,10	SP79-1011	19,44
SP81-3250	4,58	SP80-1816	1,82
OUTRAS	10,41	SP81-3250	5,31
TOTAL	100	OUTRAS	10,41

Tabela 4.4.2-3: Participação das variedades na região no censo de moagem da safra 2006/2007

VARIETADES	MOAGEM SAFRA 2006/2007 (%)
B8008	3,50
CB45-3	1,31
CP51-22	0,17
RB72454	1,54
RB732577	0,22
RB75126	1,88
RB763710	6,29
RB813804	4,79
RB83160	0,41
RB83594	0,10
RB842021	0,10
RB855113	0,12
RB855536	0,43
RB863129	2,92
RB867515	0,45
RB872552	1,31
RB876030	0,14
RB92579	4,21
RB932520	0,50
RB943365	0,18
SP70-1143	0,48
SP71-6949	2,25
SP78-4764	33,03
SP79-1011	19,36
SP80-1816	2,12
SP81-3250	6,90
SP83-2847	0,69
SP84-5257	0,18
OUTRAS	4,43
TOTAL	100

Plantio

Em Pernambuco, o plantio da cana-de-açúcar ao longo do ano agrícola, é dividido em Plantio de Inverno (período de chuvas) e Plantio de Verão (período seco onde o plantio recebe alguma irrigação). As tabelas 4.4.2-4 e 4.4.2-5, apresentam a evolução do plantio de inverno, verifica-se o decréscimo nos percentuais de plantio das 2 variedades que lideram a moagem, e o surgimento das novas variedades com destaque para RB92579 e RB863129 responsáveis por mais de 30% do plantio em 2006. Tendência semelhante verifica-se nas Tabelas 4.4.2-6 e 4.4.2-7 referentes ao plantio de verão.

Tabela 4.4.2-4: Participação das variedades cultivadas na região no censo de plantio de inverno de 2002 a 2005

VARIETADES	PLANTIO INVERNO 2002 (%)	VARIETADES	PLANTIO INVERNO 2003 (%)
B8008	0,55	RB75126	2,54
RB72454	2,36	RB763710	9,56
RB75126	3,27	RB813804	3,43
RB763710	14,36	RB863129	4,02
RB813804	3,00	RB872552	1,43
RB855536	0,94	RB92579	1,99
RB863129	3,89	SP71-6949	1,30
SP71-6949	1,24	SP78-4764	38,87
SP78-4764	38,67	SP79-1011	15,81
SP79-1011	18,21	SP80-1816	2,74
SP80-1816	1,52	SP81-3250	11,54
SP81-3250	6,24	OUTRAS	6,78
OUTRAS	5,75	TOTAL	100
TOTAL	100		
VARIETADES	PLANTIO INVERNO 2004 (%)	VARIETADES	PLANTIO INVERNO 2005 (%)
RB75126	1,72	RB75126	1,72
RB763710	11,44	RB763710	8,82
RB813804	1,39	RB813804	4,72
RB863129	7,34	RB863129	8,97
RB872552	1,38	RB867515	2,30
RB92579	7,38	RB872552	2,99
RB943365	1,58	RB92579	10,18
SP78-4764	37,67	SP78-4764	24,89
SP79-1011	11,13	SP79-1011	15,88
SP79-3132	1,28	SP81-3250	10,93
SP81-3250	6,14	SP83-2847	1,65
SP83-2847	1,00	OUTRAS	6,93
OUTRAS	10,55	TOTAL	100
TOTAL	100		

Tabela 4.4.2-5: Participação das variedades cultivadas na região no censo de plantio de inverno de 2006

VARIETADES	PLANTIO INVERNO 2006 (%)
B8008	0,53
Q138	0,13
RB72454	0,21
RB75126	0,87
RB763710	3,10
RB813804	4,54
RB855113	0,11
RB855453	0,20
RB855536	0,12
RB855589	0,02
RB863129	11,74
RB867515	2,51
RB872552	1,70
RB892999	0,30
RB92579	20,08
RB932520	0,10
RB942991	0,10
SP78-4764	24,60
SP79-1011	16,06
SP80-1816	0,32
SP81-3250	8,19
SP83-2847	0,76
SP84-5257	0,12
VAT90212	0,40
OUTRAS	3,22
TOTAL	100

Tabela 4.4.2-6: Participação das variedades cultivadas na região no censo de plantio de verão de 2002 a 2005

VARIEDADES	PLANTIO VERÃO SAFRA 2002/2003 (%)	VARIEDADES	PLANTIO VERÃO SAFRA 2003/2004 (%)
B8008	6,99	B8008	8,31
RB72454	8,95	RB72454	5,07
RB75126	1,90	RB75126	6,64
RB763710	3,10	RB813804	11,10
RB813804	18,16	RB863129	3,20
RB855536	2,51	RB872552	2,51
RB863129	2,40	RB92579	7,28
SP71-6949	0,92	RB932520	1,82
SP78-4764	12,36	SP78-4764	10,67
SP79-1011	19,25	SP79-1011	18,91
SP80-1816	3,56	SP80-1816	3,79
SP81-3250	9,40	SP81-3250	12,91
OUTRAS	10,50	OUTRAS	7,81
TOTAL	100	TOTAL	100
VARIEDADES	PLANTIO VERÃO SAFRA 2004/2005 (%)	VARIEDADES	PLANTIO VERÃO SAFRA 2005/2006 (%)
B8008	4,07	B8008	5,42
RB72454	3,97	RB72454	1,28
RB75126	11,08	RB75126	2,28
RB763710	2,92	RB763710	2,56
RB813804	6,97	RB813804	8,91
RB863129	6,39	RB855113	1,20
RB872552	3,42	RB855536	1,13
RB92579	7,12	RB863129	10,52
RB932520	1,98	RB867515	1,69
SP77-5181	1,11	RB872552	5,26
SP78-4764	11,68	RB92579	23,08
SP79-1011	18,59	SP78-4764	9,60
SP80-1816	2,15	SP79-1011	8,32
OUTRAS	8,74	SP81-3250	11,83
TOTAL	100	SP83-2847	1,70
		OUTRAS	5,21
		TOTAL	100

Tabela 4.4.2-7: Participação das variedades cultivadas na região no censo de plantio de verão de 2006/2007

VARIEDADES	PLANTIO VERÃO SAFRA 2006/2007 (%)
B8008	8,29
RB72454	1,06
RB75126	2,07
RB813804	8,02
RB83160	0,43
RB835486	0,42
RB841153	0,65
RB855536	0,14
RB867515	6,90
RB872552	4,74
RB92579	26,69
RB931011	0,28
RB932520	0,57
RB942991	0,12
RB943365	0,58
SP78-4764	11,31
SP79-1011	3,37
SP79-2233	1,78
SP80-1816	1,01
SP81-3250	11,42
SP83-2847	5,95
VAT90212	0,53
OUTRAS	3,67
TOTAL	100

Os números apurados para intenção de plantio de inverno, em 2007 (Tabela 4.4.2-8), mostram as variedades RB863129, RB867515, RB872552 e RB92579, juntamente com a SP81-3250, representam cerca de 60% do plantio de inverno ficando as duas variedades mais colhidas, com menos de 20%, mostrando a crescente substituição.

No plantio de verão, a cada ano mais expressivo na região em decorrência dos investimentos em irrigação, as RB863129, RB867515, RB872552 e RB92579, e a SP81-3250, alcançam percentuais de mais de 60%, entretanto neste seguimento a

SP78-4764 e SP79-1011 destacadas na moagem, participam juntas com apenas cerca de 8% (Tabela 4.4.2-9).

Tabela 4.4.2-8: Intenção de plantio de inverno das principais variedades em 2007

VARIETADES	INTENSÃO DE PLANTIO INVERNO 2007 (%)
RB72454	0,13
RB75126	0,38
RB763710	2,88
RB813804	4,10
RB835486	0,67
RB841153	0,28
RB855536	0,32
RB863129	15,15
RB867515	8,96
RB872552	2,29
RB892999	0,18
RB92579	21,94
RB932520	0,55
RB93509	0,20
RB943365	0,16
SP78-4764	11,57
SP79-1011	8,37
SP79-2233	0,48
SP80-1816	0,20
SP81-3250	12,75
SP83-2847	4,50
VAT90212	1,18
OUTRAS	2,76
TOTAL	100

Tabela 4.4.2-9: Intenção de plantio de verão das principais variedades em 2007

VARIEDADES	INTENSÃO DE PLANTIO VERÃO 2007 (%)
RB72454	0,83
RB763710	0,34
RB813804	3,67
RB835486	0,89
RB841153	1,98
RB855536	1,13
RB863129	12,43
RB867515	16,35
RB872552	1,58
RB892999	0,47
RB92579	21,24
RB931011	2,14
RB932520	0,74
RB93509	0,68
RB943365	0,06
SP78-4764	4,33
SP79-1011	3,71
SP80-1816	0,79
SP81-3250	10,65
SP83-2847	3,14
VAT90212	3,49
OUTRAS	9,36
TOTAL	100

Caracterização das principais variedades cultivadas

Os principais genótipos de cana-de-açúcar em cultivo na Região Nordeste, têm suas características agrônômicas descritas na Figura 4.4.2-5, mencionando-se seus destaques, ambientes de produção, época de colheita e reação ao florescimento. As variedades relacionadas na Figura 4.4.2-5 intensamente acompanhadas em experimentação e observação tiveram um comportamento na região, que possibilitou submetê-las a uma caracterização Botânica e agroindustrial, que esta apresentada nessa abordagem de forma resumida, informando ainda, seus genitores.

Variedades	Destaque	Amb. de produção					Florescimento				Época de colheita						
		A	B	C	D	E	A	M	B	N	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
RB72454	Adaptabilidade	■	■	■	■			■						■	■	■	■
RB75126	Rica e Tardia	■	■	■					■				■	■			
RB763710	Rusticidade			■	■	■		■				■	■	■	■	■	■
RB813804	Rica e Produtiva		■	■	■		■					■	■	■			
RB835486	Rica	■	■	■	■		■	■				■	■	■			
RB83594	Produtividade		■	■	■				■			■	■	■	■	■	■
RB855113	Produtividade	■	■	■					■			■	■	■	■	■	■
RB855536	Soca e Produtiva	■	■							■		■	■	■	■	■	■
RB863129	Rica, Produt. e Adaptab.	■	■	■	■	■			■			■	■	■	■	■	■
RB867515	Produtiva e Tardia			■	■	■		■				■	■	■	■	■	■
RB872552	Rica, Produtiva e Precoce	■	■	■	■	■			■		■	■	■				
RB92579	Rica, Adaptab. e Produtiva		■	■	■				■			■	■	■			
RB928064	Rica e Produtiva	■	■						■			■	■	■			
RB931011	Produtividade		■	■	■			■				■	■	■	■	■	■
RB931530	Rica	■	■				■					■	■	■			
RB932520	Rica e Produtiva	■	■				■					■	■	■			
RB93509	Produtividade		■	■	■	■			■			■	■	■	■	■	■
RB943365	Rica e Precoce	■	■	■						■	■	■					
RB943538	Rica e Produtiva		■	■	■				■			■	■	■			
SP77-5181	Rica e Precoce	■						■				■	■				
SP78-4764	produtiva	■	■	■					■			■	■	■	■	■	■
SP79-1011	Rica, Adaptab. e Precoce		■	■	■	■		■			■	■	■				
SP80-1816	Rica e Soca	■	■				■					■	■	■	■	■	■
SP81-3250	Rica e Produtiva		■	■	■			■				■	■	■	■	■	■
SP83-2847	Rusticidade				■	■		■				■	■	■	■	■	■
SP85-3877	Rica e Produtiva	■	■					■				■	■	■			
SP86-42	Soca e Produtiva		■	■	■					■		■	■	■	■	■	■
SP91-1049	Precocidade	■	■	■			■			■	■	■					
B8008	Rica	■	■					■				■	■	■			
VAT90-212	Produtividade		■	■	■			■				■	■	■	■	■	■

FONTE: UFRPE-RIDESIA-PMGCA

Figura 4.4.2-5: Características agrônômicas das principais variedades de cana-de-açúcar da Região Nordeste

4.4.3 Caracterização botânica e agroindustrial resumida das principais variedades cultivadas na região nordeste

RB72454

Genitores: (CP 53-76 X ?)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Variedade com hábito de crescimento ereto, capitel médio, quantidade de folhas média, palmito médio, despalha fácil; lâmina foliar de comprimento e largura médios de cor verde-escuro, retas com margem serrilhada pouco agressiva; o colar é de forma triangular com a parte inferior horizontal, a lígula é crescente e inclinada dos dois lados apresentando poucos cortes, aurícula lanceolada com comprimento curto; bainha de tamanho longo, com regular quantidade de cera e ausência de pelos, o internódio é de forma cilíndrica com alinhamento reto e diâmetro grosso, com coloração roxo-acinzentada e avermelhada quando exposta ao sol; textura macia, a cor da polpa é creme. A gema é ovalada, de tamanho pequeno, com pouca proeminência, sem almofada, a cicatriz foliar apresenta pouca proeminência, com lábios pequenos e sem rachaduras.

CARACTERIZAÇÃO AGROINDUSTRIAL

A RB72454 apresenta boa produtividade agrícola. A exigência quanto aos solos é baixa, com ampla capacidade de adaptar-se a solos e climas diferentes; alto teor de sacarose, maturação precoce, longo Período Útil de agroindustrialização (PUI), teor de fibra médio; resistência intermediária à escaldadura, resistente a ferrugem e intermediária ao carvão e podridão vermelha. Esta variedade tem seu plantio recomendado para os tabuleiros, as encostas mecanizáveis, chãs e várzeas do Litoral Norte, Mata Norte e Mata Sul.

RB75126

Genitores: (C278 x ?)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Variedade de porte ereto, qualidade de folhas regular, despalha fácil, lâmina foliar de largura e comprimento médio, reta, cor verde-escura, bainha verde-arroxeadas, com média qualidade de pelos internódios de cor rosa, quando exposto ao sol; gema romboide, grande, pouco proeminente, sem almofada.

CARACTERIZAÇÃO AGROINDUSTRIAL

A RB75126 tem produção agrícola e teor de sacarose elevado, boa brotação de soca, maturação média /tardia, teor de fibra média, Período Útil de Agroindustrialização (PUI) longo, pequena exigência quanto a solo, florescimento raro, resistência à escaldadura da folha à ferrugem, ao carvão e à mancha amarelada; isoporização ausente. Seu plantio é recomendado para encostas mecanizadas ou não, e chãs do Litoral Norte, Mata Norte, Litoral Sul; bem como nos tabuleiros do Litoral Norte.

RB 763710

Genitores: (F147 x ?)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Variedade de porte semi-ereto, capitel médio, com regular quantidade de folhas, de comprimento e largura médios, cor verde-clara e pontas de afinamento médio. Bainha longa, de cor verde, com pouca cera e regular presença de pêlos. O colmo

em leve ziguezague, internódio cilíndrico, diâmetro médio, cor verde nas áreas expostas e verde-amarelada nas áreas sob palha, com poucas ranhuras e rachaduras. Gemas triangulares, pouco proeminentes, grandes, largas e ultrapassando o anel de crescimento.

CARACTERIZAÇÃO AGROINDUSTRIAL

A RB763710 é rústica, apresenta excelente germinação, perfilhamento e brotação de soqueira; que lhe garante alta produtividade agrícola em qualquer tipo de solo. Possui teor de sacarose ligeiramente superior a CB 45-3 e médio teor de fibra; maturação e PUI médios, com grande adaptação a solos de baixa fertilidade. Raramente floresce e despalha regularmente. Esta variedade é altamente resistente à ferrugem e ao carvão de cana-de-açúcar, sendo moderadamente suscetível à escaldadura das folhas. Por sua ampla adaptabilidade às diferentes condições de clima e solo, é recomendada para cultivo nas áreas onde as variedades mais ricas mostram fraco desempenho. Esta variedade poderá ser plantada em encostas mecanizáveis ou não do Litoral Norte, Mata Norte, Litoral Sul, Mata Sul; chã da Mata Norte e Mata Sul; e tabuleiros da Mata Norte.

RB813804

Genitores: (CP 48-124 X ?)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Variedade de porte ereto, capitel aberto, com regular quantidade de folhas, de comprimento e largura médios, cor verde-clara, com pontas de afinamento longo. Palmito curto. Apresenta bainha longa, de cor verde-amarelada, com pouca cera e ausência de pelos. O colmo, sem rachaduras, mostra alinhamento em leve ziguezague, com internódios de forma cilíndrica, diâmetro médio, coloração roxa nas áreas expostas, naquelas sob palha, amarelo-arroxeadas. Gema de forma rombóide, achatada, de tamanho e largura médios, tocando o anel de crescimento.

CARACTERIZAÇÃO AGROINDUSTRIAL

A RB813804 apresenta excelente germinação, porém mediana perfilhação em cana-planta. Entretanto tem alta produtividade agrícola, principalmente, pela boa brotação das socas. Alto teor de sacarose, maturação precoce, médio teor de fibra e longo PUI caracterizam a boa performance da variedade, que despalha regularmente e, além disso, é baixo o florescimento nas áreas onde é recomendado seu cultivo. É uma variedade altamente resistente à ferrugem da cana-de-açúcar e moderadamente suscetível à escaldadura das folhas. Foi liberada pela UFRPE/EECAC para cultivo é recomendado para a região edafoclimática do litoral Norte, podendo ser multiplicada na Mata Sul, e áreas úmidas da Mata Norte, onde vem apresentando bons resultados preliminares. Seu plantio é recomendado para encostas mecanizáveis do Litoral Norte; chã, e várzeas e principalmente para os tabuleiros do Litoral Norte.

B835486

Genitores: (L60-14 X ?)

CARACTERIZAÇÃO

Germinação e perfilhamento regulares fechamento de entrelinhas bom, brotação de soca regular, mas sempre com boa produção, tomba bastante, pouco exigente em solos; florescimento regular e pouco chochamento; muito rica em açúcar,

maturação precoce, alto teor de caldo e alto rendimento agroindustrial; excelente resposta a maturadores, intermediária a ferrugem e ao carvão.

MANEJO

A qualidade que a destaca é sua elevada riqueza em açúcar, acrescida de alta qualidade de caldo. Apesar de precoce, deve preferencialmente ser colhida de junho a agosto, em época em que é insuperável em rendimento AGROINDUSTRIAL; embora nessa época possa brotar devagar e irregularmente, no final acaba apresentando boa produção. Outro aspecto positivo é sua longevidade de cortes, com satisfatória produção. Os primeiros plantios comerciais desta variedade chegaram ao quinto corte com produtividade surpreendem, mesmo em solos de baixo potencial produtivo. Em empresas que possuem baixo percentual de solos férteis recomenda-se plantá-la de média fertilidade, reservando os melhores para variedades mais exigentes. Por apresentar baixo rendimento de plantio, o sistema de "meiose" apresenta maior economia nesta variedade. Devido ao baixo rendimento de transporte na forma de cana inteira, deve ser plantada preferencialmente perto de fábrica, ou em locais de colheita mecânica. Nesta, tanto crua como queimada, tem brotado bem, desde que não seja colhida em condições de muita umidade no solo ou se evitem pisoteio excessivo; na colheita crua os operadores de colhedoras têm dificuldades em se orientar nos primeiros cortes, devido ao seu tombamento. Tem causado apreensão devido à incidência de ferrugem, mas o efeito na produção tem sido irrelevante na maioria dos casos. Tem sido a variedade com melhor retorno econômico em diversas empresas.

B83594

Genitores: (RB72454 x B3337)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Hábito de crescimento levemente decumbente, bainhas verdes, mas arroxeadas quando expostas, com despalha fácil, quantidade média de folhas cor verde com tonalidade escura. Os internódios são de cor verde e quando expostos, roxo, comprimento e diâmetro médio com formato cilíndrico.

CARACTERÍSTICAS AGROINDUSTRIAL

Esta variedade apresenta alta produtividade agrícola, boa brotação de socaria bom perfilhamento, teor de fibra médio, maturação média/tardia, teor de sacarose alto e PUI longo. É quando a doenças é resistente a escaldadura das folhas, mancha amarelada e à ferrugem.

RB 855113

Genitores: (SP70-1143 x RB72454)

CARACTERIZAÇÃO

Boa germinação, crescimento inicial lento, muito bom perfilhamento, porte ereto, boa soca, boa adaptabilidade a todos os tipos de solo, como também a espaçamento reduzido; sensível a herbicida de pós-emergência; florescimento raro e pouco chocha mento; maturação média, boa riqueza em açúcar, boa resposta a maturadores; boa resistência a doenças, suscetível apenas a falsas estrias vermelhas.

MANEJO

Devido ao crescimento lento há uma tendência de se plantá-la nos solos mais férteis, mas deve ser alocada nos solos de textura mais leve e até baixa fertilidade,

pois em solos mais pesados e férteis perde para a RB855536, devido à sua menor capacidade de brotação de soca. Não se recomenda colhê-la tardiamente, depois de setembro, porque devido ao seu crescimento lento sua produtividade na safra seguinte pode ser prejudicada; entretanto, há indícios de que a curva de maturação decresce em menor velocidade que as demais, mantendo bom teor de sacarose em dezembro. Em locais ou anos de seca intensa após o corte pode apresentar deficiência de brotação no solo pesado. Em 1998 apresentou surpreendente resposta a maturadores, com teor de açúcar maior que algumas precoces no início de safra. Devido ao seu porte ereto, o rendimento de corte manual é bastante alto, assim como a densidade de carga. Após colheita mecânica sem queima tem brotado satisfatoriamente. Em solos infestados com nematóides é indispensável algum tipo de controle. Evitar aplicação de herbicidas de pós-emergência. Seu intenso perfilhamento, auxiliado ainda pela sua arquitetura foliar, impede a insolação nas estrelinhas, o que propicia eficiente controle das ervas daninhas. É muito sensível à falsas estrias vermelhas, mas aparentemente sem nenhum prejuízo, porque esta doença não causa a morte da gema apical.

RB855536

Genitores: (SP70-1143 X RB72454)

CARACTERIZAÇÃO

Germinação boa, perfilhamento rápido fechamento de entrelinhas, excepcional brotação de soca, porte ereto, mas tombamento fácil, sem restrição de solos e excelentes desempenho de brotação em cana colhida crua; florescimento e chochamento ausentes; maturação média, com alto teor de açúcar e excelente resposta a maturadores; resistente às principais doenças, com exceção das estrias-vermelhas e mancha anelar.

MANEJO

Por não ter restrições quanto ao tipo de solo e brotação de soca, e por apresentar bom teor de açúcar a partir de junho, atende às mais diversas condições de cultivo. Tem potencial para superar a RB72454 em área de cultivo. O seu potencial máximo é em solos de alta fertilidade, com exceção dos locais favoráveis às estrias vermelhas. Se colhida entre junho e agosto manifesta sua excepcional capacidade de brotação de soca. Em primeiro corte pode ficar em pequena desvantagem para outras variedades como RB855113 ou RB72454, mas sobrepuja-as nos cortes seguintes. Portanto, apesar de ser considerada uma variedade rústica, o plantio dessa variedade deve ser direcionada para solos de maior fertilidade e para colheita em meio de safra. A vantagem dela é muito grande sobre outras variedades nestas condições; em solos de menor fertilidade ela não tem vantagem para outras variedades como RB855115 ou RB845257. Para as condições em que ela é recomendada não se tem dados sobre como seria seu comportamento se comparada a SP80-1816. Ela pode ser colhida em maio com a ajuda de maturadores.

RB863129

Genitores: (RB763411 x ?)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Hábito de crescimento levemente decumbente, fácil despalha, mediana quantidade de folhas, forma arqueada, largura, capitel e serrilhamento médios, volume da copa regular e serrilhamento do bordo mediano com coloração verde. O colmo com entrenós de forma bobinada, seção transversal circular, comprimento e diâmetro

médio, alinhamento suave ziguezague, coloração ao sol, verde amarelo e, sobre palha, amarelo verde, sem rachaduras, não tem canaleta da gema e com pouca cera. A gema com poro germinativo sub-apical, forma oval, pouco saliente, com almofada estreita, ocasionalmente ultrapassa o anel de crescimento. A bainha tem pouco pêlo na parte dorsal, aurícula de forma lanceolada de tamanho médio, a lígula é crescente: o palmito é de comprimento longo com pouca cera de cor verde amarelo e seção transversal circular.

CARACTERIZAÇÃO AGROINDUSTRIAL

A RB863129 apresenta boa germinação, ótima perfilhação e brotação de soqueiras. A produção agrícola e o teor de sacarose são altos, Maturação e teor de fibra médio, o florescimento é baixo. A RB863129 tem boa adaptação a diferentes condições de clima e solo, sendo recomendado o seu cultivo para todas as regiões edafoclimática do Estado.

RB867515

Genitores: (RB72454 x ?)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Apresenta hábito de crescimento ereto e despalha fácil. O perfilhamento é médio com colmos de diâmetros médio. Colmos, os entrenós são cilíndricos de cor verde-arroxeadado, sob palha, e roxo intenso, quando exposto ao sol. Apresenta pouca rachadura e suave ziguezague. O aspecto é liso e com pouca cera. AS gemas são do tamanho médio do tipo pentagonal, pouco proeminente ultrapassando o anel de crescimento e poro germinativo apical. A almofada é de largura estreita e deprimida. As folhas são de largura média, arqueadas, curvas e bordos com serrilhamento pouco agressivo. A bainha é de comprimento longo, quantidade de cera regular e pouco joçal.

CARACTERÍSTICAS AGROINDUSTRIAL

Esta variedade tem apresentado boa brotação na cana planta e na soca, perfilhamento médio e bom fechamento de estrelinhas, em função da rápida velocidade de crescimento. Produção agrícola e teor de sacarose altos, PUI médio, fibra média e maturação tardia. Por apresentar florescimento acima da média, recomenda-se o seu cultivo nos plantios de verão, para colheita no final da safra. Apresenta baixa exigência em fertilidade do solo. Intermediária para Escaldadura das Folhas e tolerante a Ferrugem.

B872552

Genitores: (RB754665 X 773720)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Variedade de porte levemente decumbente, despalha fácil, quantidade de folhas, capitel e serrilhamento médios, de forma arqueada, larga sem pêlo no limbo, cor verde escuro. O colmo com alinhamento ereto e entrenós cilíndricos, comprimento e diâmetro médio, com seção transversal ovalada, sem rachaduras, canaleta da gema rasa, pouca cera, a cor ao sol é verde amarelo, sobre palha amarelo verde. O anel de crescimento de largura estreita com pequena saliência e cor verde. A gema sempre ultrapassa o anel de crescimento, de forma redonda, sem pêlo e almofada, tamanho médio, poro germinativo apical. A aurícula de forma transitória, bainha com pouco pêlo nas laterais e pouca cera. O palmito é longo com seção transversal ovalada, cor verde amarelo.

CARACTERIZAÇÃO AGROINDUSTRIAL

A RB872552 apresenta boa germinação, ótima perfilhação em cana soca. Sua produtividade agrícola e o teor de sacarose são altos. O florescimento é baixo, fibra média e maturação precoce. Seu cultivo é recomendado para áreas de tabuleiro.

RB92579

Genitores: (RB75126 x RB72199)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Hábito de crescimento ereto, arquitetura foliar com pontas curvas, copa de volume regular e tonalidade intermediária, folhas de limbo largo e fraco serrilhamento do bordo, difícil despalha, palmito curto de seção circular de cor verde-roxa e fraca presença de cera, entrenós cilíndricos de comprimento e diâmetro médios de aspecto manchado com pouca cera, de cor roxa ao sol e amarelo-verde sob a palha e gema do tipo triangular.

CARACTERIZAÇÃO AGROINDUSTRIAL

Ótima brotação na planta e na soca com colheita manual queimada, e boa com colheita manual crua. Alto perfilhamento em planta e soca e soca, proporcionando ótimo fechamento de entrelinhas. Floresce pouco. Velocidade lenta de crescimento. Alta produtividade agrícola nas quatro primeiras folhas. Alto teor de açúcares totais recuperáveis (ATR), maturação média (outubro a janeiro), longo PUI e médio teor de fibra. Amplas épocas de plantio (julho a janeiro), sem restrição a ambientes para produção. Tolerante à seca e a herbicidas. Difícil despalha no período vegetativo e fácil na colheita. Resistente à ferrugem e ao carvão. Tolerante à cigarrinha da folha. Resistência intermediária à escaldadura das folhas e à podridão vermelha. Ausência de amarelinho.

RB928064

Genitores: (SP70-1143)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Variedade de porte ereto. Capitel médio, com folhas de cor verde com tonalidade clara de comprimento e largura média. Apresenta a bainha de cor verde com pouca cera; o colmo sem rachadura mostra alinhamento reto com entrenós de forma cilíndrica, diâmetro médio e coloração verde amarelo quando expostas e sob palha verde.

CARACTERÍSTICAS AGROINDUSTRIAL

A RB928064 apresenta produção agrícola, perfilhamento médio, e a exigência quanto aos solos é média; possui alto teor de sacarose, maturação média, teor de fibra e PUI médio. O florescimento é baixo.

RB931011

Genitores: (RB83160 x RB72454)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Hábito de crescimento ereto capitel médio, quantidade de folhas médias, palmito médio, despalha fácil; lâmina foliar de comprimento e largura médio de cor verde com tonalidade clara, com margem pouco agressiva; bainha de tamanho médio, o internódio é de forma cilíndrica com alinhamento e diâmetro médio com coloração roxo-acinzentada.

CARACTERÍSTICAS AGROINDUSTRIAL

A RB931011 apresenta boa brotação de socaria, perfilhamento e fechamento de entrelinhas regular. Entretanto tem produtividade agrícola alta principalmente, pela boa brotação das socas. Alto teor de sacarose, maturação tardia, teor de sacarose e fibra médio e longo PUI. Apresenta florescimento médio, tombamento raro e ocamento fisiológico e isoporização ausente. Quanto a doenças é resistente a ferrugem e a escaldadura das folhas, amarelecimento ausente.

RB931530

Genitores: (Q107 x ?)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Variedade de porte ereto, capitel médio, com quantidade de folhas média, de comprimento e largura média. Palmito médio. Apresenta bainha longa, de cor verde cinza. O colmo, sem rachaduras, mostra alinhamento em leve ziguezague, com internódio de forma cilíndrica, diâmetro médio, coloração roxo ao sol e verde roxa sob palha. Gema de forma romboide, achatada de tamanho e largura médio tocando o anel de crescimento.

CARACTERÍSTICAS AGROINDUSTRIAL

A variedade RB931530 apresenta produtividade média, alto teor de sacarose, maturação precoce, PUI longo, teor de fibra médio, ocamento fisiológico e isoporização ausente e florescimento baixo. É uma variedade resistente a escaldadura das folhas, a ferrugem e, a podridão vermelha; o amarelecimento é presente.

RB932520

Genitores: (SP71-1406 X ?)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Variedade de porte ereto, despalha fácil, quantidade de folhas regular, largas, pontas curvadas, serrilhamento do bordo fraco e comprimento médio de cor verde. O colmo com alinhamento ereto, entrenós cilíndricos, grosso, sem rachaduras, comprimento médio, canaleta da gema rasa, com bastante cera e seção transversal oval, a cor ao sol é verde amarelo e sobre palha amarelo verde. O anel de crescimento é verde amarelo, largura estreita pouco saliente. A gema de tipo ovalada e tamanho médio nunca ultrapassam o anel de crescimento e o poro germinativo é apical sem pêlos, não tem almofadas e saliência pouca. A lígula crescente e aurícula lanceolada de tamanho médio. A bainha não tem pêlo, com fraca quantidade de cera, o palmito de comprimento médio de cor verde com seção transversal oval.

CARATERIZAÇÃO AGROINDUSTRIAL

A RB932520 apresenta boa germinação, perfilhação e brotação de socas. Sua produção agrícola e o teor de sacarose são altos, o florescimento baixo, teor de fibra e maturação média. O seu cultivo é recomendado para a região edafoclimática do Litoral Sul, podendo ser multiplicada no Litoral Norte e áreas mais úmidas da mata Norte.

RB93509**Genitores: (RB72454 x ?)****CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA**

Hábito de crescimento levemente decumbente, arquitetura foliar com pontas curvas, copa de volume regular e tonalidade intermediária, folhas de limbo de largura média, fraco serrilhamento e ausência de pêlos no bordo, média despalha, entrenó de comprimento e diâmetro médios com aspectos estriados e pouca cera, de cor roxa ao sol e roxo-amarelado sob a palha e gema do tipo redonda.

CARACTERÍSTICAS AGROINDUSTRIAL

Boa brotação na planta e na soca com colheita manual queimada ou crua. Bom perfilhamento na planta e na soca, com regular fechamento de estrelinhas. Velocidade regular de crescimento. Produtividade agrícola muito alta. Maturação de média a tardia (dezembro a fevereiro), médio teor de açúcares totais recuperáveis (ATR), médio PUI, médio teor de fibra. Ampla época de plantio (setembro a janeiro). Boa despalha na colheita. Tolerante a herbicidas. Resistência média à seca. Resistente à ferrugem e à escaldadura das folhas. Na foi observada a presença do carvão e do amarelinho. Resistência intermediária à podridão vermelha.

RB943365**Genitores: (ROC3 X RB83100)****CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA**

Hábito de crescimento ereto, quantidade de folha e capitel médio, despalha fácil, arquitetura foliar de forma ereta, largura média, serrilhamento fraco e poucos pelos nos bordos do limbo. O colmo tem entrenós cilíndricos com alinhamento ereto, comprimento e diâmetro médio com poucas rachaduras rasas, seção transversal circular, pequeno ocamento, pouca cera e sem canaleta da gema, a cor ao sol é roxo e sobre palha verde amarelo. O anel de crescimento de cor verde e largura média. A gema é do tipo oval com pouca saliência, almofada estreita, poro germinativo apical e ocasionalmente ultrapassa o anel de crescimento.

CARACTERIZAÇÃO AGROINDUSTRIAL

A RB943365 apresenta boa germinação, perfilhação e brotação de socas. Produção agrícola e teor de sacarose alto, fibra baixa, maturação precoce e florescimento muito baixo. A RB943365 tem boa adaptação às diferentes condições de clima e solo, é recomendado o seu cultivo para todas as regiões: Litoral Norte, Litoral Sul, Mata Norte e Mata Sul.

RB943538**Genitores: (RB775035 X ?)****CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA**

Hábito de crescimento levemente decumbente, fácil despalha, quantidade de folhas regular, estreita, curvadas na ponta, serrilhamento do bordo fraco e cor verde. O colmo com alinhamento em suave ziguezague tem entrenós cilíndricos com diâmetro e comprimento médio, seção transversal circular, sem canaleta da gema pouca cera e não tem rachaduras. A cor dos entrenós ao sol é verde roxo e sobre palha amarelo verde. O anel de crescimento é estreito de coloração verde amarelo com pouca saliência. A gema é do tipo obovada, média, com almofada estreita,

pêlo no ápice, poro germinativo apical e nunca ultrapassa o anel de crescimento. A lígula crescente, aurícula transitória, o palmito é curto com seção transversal circular e cor verde.

CARACTERIZAÇÃO AGROINDUSTRIAL

A RB943538 apresenta germinação boa, ótima perfilhação de socas. A produtividade e o teor de sacarose são altos, a maturação e fibra são médias, o florescimento é baixo. A RB943538 é recomendada para as diversas regiões edafoclimática do Estado devido a sua fácil adaptação a diferentes condições de clima e solo.

SP77-5181

Genitores: (H40-1184 x ?)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Variedade com hábito de crescimento ereto. Média quantidade de folhas de largura estreita, semi-eretas, com coloração verde-clara; a cor do colmo é roxo-esverdeado, com grande quantidade de cera; o diâmetro é médio, forma cilíndrica, em leve ziguezague, gemas arredondadas, pequenas e pouco salientes.

CARACTERIZAÇÃO AGROINDUSTRIAL

A SP77-5181 tem produção agrícola média, teor de sacarose alto, maturação precoce, isoporização ausente, florescimento raro, boa germinação, perfilhamento média, elevada exigência quanto aos solos. Este genótipo tem seu plantio recomendado para as condições do Litoral Sul e Mata Sul em solos de alta fertilidade, onde tem apresentado bons resultados. Vem sendo plantado em várzeas da região Litoral Sul de Pernambuco.

SP78-4764

Genitores: (H66-6254 X ?)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Variedade de porte semi-ereto, capitel médio, com regular quantidade de folhas, de comprimento médio, coloração verde-escuro e pontas com afinamento longo. Palmito médio. Apresenta bainha longa com pouca cera, de coloração verde-amarelada e ausência de pelos. O colmo, com alinhamento em leve ziguezague, apresenta internódios de forma conoidal, diâmetro médio, sem rachaduras, e coloração variando de roxo-esverdeada nas áreas expostas, a verde arroxeadas nas áreas sob palha. As gemas têm forma pentagonal, achatada, tamanho médio e são largas, tocando o anel de crescimento.

CARACTERIZAÇÃO AGROINDUSTRIAL

A SP78-4764 apresenta boa germinação, perfilhação e brotação de socas, justificando sua elevada produtividade agrícola. Teor de sacarose médio a alto, médio teor de fibra e maturação médio-tardia; dificilmente floresce, mostra baixa exigência a solos. Despalha regularmente. Em relação a doenças de importância na região, é altamente resistente à ferrugem da cana-de-açúcar e intermediária à escaldadura das folhas. A variedade é recomendada para cultivo na região edafoclimática do Litoral Sul, seu cultivo tem apresentado bons resultados nas condições de chãs e encostas, mecanizáveis ou não, do Litoral Norte, Mata Norte, Litoral Sul e Mata Sul; bem como nos tabuleiros do Litoral Norte.

SP79-1011

Genitores: (NA 76-79 X Co 775)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Variedade com hábito de crescimento ereto, capitel médio com quantidade de folhas pequena, comprimento e largura médios de cor verde-claro, o porte reto com margens serrilhadas agressivas, a ponta tem afinamento longo, o colar é de forma triangular com margem inferior horizontal de cor verde arroxeada; a lígula é deltóide pouco inclinada dos dois lados com poucos cortes, à aurícula é deltóide, bainha de comprimento longo, com pouca cera, de cor verde. O colmo é de forma cilíndrica, com coloração roxo-esverdeada quando exposto, e amarelo-arroxeada sob palha. O comprimento dos entrenós é médio e diâmetro do colmo também, apresentando-se em ziguezague, com rachaduras muito raras.

CARACTERIZAÇÃO AGROINDUSTRIAL

A SP79-1011 tem produção agrícola e teor de sacarose altos, maturação precoce, Período Útil de agroindustrialização (PUI) longo, teor de fibra e florescimento médios, boa brotação de socas, perfilhamento bom, baixa exigência quanto aos tipos de solos, e é resistente à ferrugem.

Seu plantio é recomendado para chãs, encostas, mecanizáveis ou não, do Litoral Norte, Mata Norte e Mata Sul; bem como nos tabuleiros do Litoral Norte e Mata Norte.

SP80-1816

Genitores: (SP71-1088 x H57-5028)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Variedade com hábito de crescimento ereto sem tombamento; colmos de diâmetros médio, uniformes, com despalha média, de cor cinza-arroxeada e com bastante cera; entrenós longos; palmito médio, ceroso, de cor esverdeada e com bastante joçal; aurículas médias e pontuadas.

CARACTERÍSTICAS AGROINDUSTRIAL

Apresenta boa produtividade em cana planta e ótima em cana soca bom perfilhamento, produção agrícola e teor de açúcar são altos, fibra média, florescimento pouco e sensibilidade ao herbicida médio. Reação às doenças e pragas; é resistente à ferrugem e intermediária ao carvão e a diatraea.

SP81-3250

Genitores: (CP70-1547 X SP71-1279)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Touceiramento bom, levemente decumbente com pouco acamamento, despalha média, crescimento vigoroso, alto perfilhamento; colmos de diâmetro médios, de cor verde-arroxeada ao sol e verde amarelada sob a palha, apresenta ziguezague suave, pouca cera e ausência de rachaduras; gemas de tamanho médio com pouca saliência do tipo oval, apresentando pêlos no ápice; folhas de largura média; o palmito é de cor verde amarelada com pouca cera, comprimento médio.

CARACTERIZAÇÃO AGROINDUSTRIAL

A SP81-3250 apresenta boa produtividade agrícola, em cana-planta e soca. Não exigente em solos, com capacidade de adaptar-se a diferentes solos e climas; alto

teor de sacarose, maturação média, longo período útil de agroindustrialização (PUI), teor de fibra alta; susceptível a escaldadura e ao carvão; resistente a ferrugem. Esta variedade pelos resultados preliminares em Pernambuco, tem seu plantio recomendado para os tabuleiros, para as encostas mecanizáveis e chãs.

SP83-2847

Genitores: (HJ5741 x SP70-1143)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

As touceiras têm crescimento vigoroso, hábito levemente decumbente, com acamamento, despalha e perfilhamento médio. Copa foliar, as folhas são arqueadas, largas, com poucos pêlos e serrilhamento médio nos bordos, de tonalidade escura. O palmito é longo de cor esverdeada, com regular quantidade de cera, sem joçal. As gemas são salientes, de tamanho médio, ovais, com posição apical do poro. Os entrenós são curvados, de cor roxo-esverdeada ao sol verde-amarelo sob palha, não apresenta canaleta e rachadura. O florescimento e isoporização são médios.

CARACTERÍSTICAS AGROINDUSTRIAL

A variedade SP83-2847 apresentou alta produtividade, mesmo em solos de baixa fertilidade onde se recomenda sua exploração, baixo teor de sacarose e maturação tardia, devendo ser colhida no final de safra. Mostrou-se intermediária para o carvão, resistente às outras principais doenças e à broca da cana-de-açúcar.

SP85-3877

Genitores: (H65606 x ?)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Variedade com hábito de crescimento levemente decumbente, sem acamamento e com despalha fácil. Colmos são amarelo roxo ao sol e branco verde sob palha. O comprimento é médio e o diâmetro é médio a grosso com secção transversal circular, tipo cilíndrico sem rachaduras. Apresenta muita cera e ziguezague suave. As folhas são de tonalidade clara, largura média, com pontas curvas, serrilhamento médio e volume regular. As gemas são médias de forma pentagonal com pouca saliência, com poro subapical. O florescimento é médio, apresenta pouca isoporização.

CARACTERÍSTICAS AGROINDUSTRIAL

A SP85-3877 apresenta boa produção agrícola, sacarose alta, teor de fibra, PUI longo, maturação média/tardia. Mostrou-se sensível a herbicida e intermediária para escaldadura e amarelecimento, sendo resistentes às demais doenças e suscetível à broca da cana-de-açúcar.

SP86-42

Genitores: (SP70-1143)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Variedade de porte levemente decumbente, capitel médio, despalha fácil. Folhas de cor verde de tonalidade normal, comprimento e largura médios, margem serrilhada pouco agressiva; o colmo apresenta leve ziguezague e coloração verde; sem rachadura.

CARACTERÍSTICAS AGROINDUSTRIAL

Possui boa germinação em cana planta, perfilhamento alto, produção agrícola boa, maturação, PUI e teor de açúcar é médio, e o florescimento é baixo.

SP91-1049

Genitores: (SP81-3250 x SP80-3328)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Variedade de porte levemente decumbente, despalha fácil e perfilhamento médio. Folhas possuem pontas curvas, largura do limbo entre média e larga, serrilhamento entre fraco e médio, copa com volume regular e tonalidade intermediária a escura. Entrenós são de cor amarelo verde tanto ao sol como sob palha. O comprimento médio a longo e o diâmetro entre médio a grosso, com formato cilíndrico sem rachaduras. Apresentam ziguezague suave e não tem rachaduras nem canaletas.

CARACTERÍSTICAS AGROINDUSTRIAL

A SP91-1049 apresenta bom perfilhamento e brotação de soqueira. Tem produção agrícola boa, teor de fibra médio, teor de sacarose alto e maturação precoce. O PUI é médio e a exigência a solos é baixa, o florescimento é pouco, mas isoporiza. Mostrou-se suscetível à escaldadura e resistente às outras principais doenças, sendo considerada intermediária ao carvão, à broca e a cigarrinha.

B8008

Genitores: (B73348 X B74172)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Variedade de porte ereto, capitel médio, média quantidade de folhas, de coloração verde-clara; palmito médio e despalha fácil; comprimento e largura da lâmina foliar médios; porte arqueado, margem serrilhada, pouco agressiva e ponta com afinamento médio; o colar tem forma triangular, com margem inferior horizontal, de cor marrom; lígula crescente, com poucos cortes, inclinada dos dois lados e aurícula lanceolada curta; bainha de comprimento médio, cor verde, com pouca cera e regular quantidade de pelos; internódio de forma cilíndrica, com alinhamento em leve ziguezague e diâmetro grosso, coloração verde amarelado quando exposto ao sol, as gemas são redondas, pouco proeminente de tamanho pequeno, com almofada e a cicatriz foliar é pouco saliente.

CARACTERIZAÇÃO AGROINDUSTRIAL

A B8008 apresenta produção agrícola e teor de açúcar altos, boa brotação de soca, maturação média tardia, bom perfilhamento, pouco florescimento, média exigência quanto aos solos, sendo suscetível à ferrugem. Trata-se de uma variedade para ser plantada especialmente em condições de várzea; sua adaptação é melhor nos solos com boa umidade, sendo recomendada para as várzeas do Litoral Norte, Litoral Sul e Mata Sul.

VAT 90-212

Genitores: (Não Identificados)

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Variedade de porte ereto, capitel médio, com pequena quantidade de folhas de comprimento e largura médios, de cor verde com tonalidade clara e ponta com afinamento longo. Apresenta bainha de cor verde roxo com pouca cera e pequena quantidade de pêlos. O colmo sem rachaduras mostra alinhamento reto com

entrenó de forma cilíndrica, diâmetro médio, coloração exposta verde amarelo e sob palha branco verde. Gema de forma obovada pouco proeminente de tamanho médio.

CARACTERIZAÇÃO AGROINDUSTRIAL

Esta variedade apresenta boa germinação em cana planta e bom perfilhamento em socarias. Sua produção agrícola e o teor de sacarose são alto, maturação, PUI e teor de fibra médio, o florescimento é baixo.

4.5 Utilização de líquidos na produção vegetal – Irrigação e, ou fertirrigação do cultivo de Cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil

O cultivo de cana-de-açúcar no Brasil, principalmente a partir das últimas décadas do século passado, vem sofrendo grande crescimento. Este crescimento deu-se tanto em quantidade quanto em qualidade. O crescimento quantitativo se verificou com a expansão da área plantada (crescimento horizontal), e, por conseqüência, aumento de produção. O qualitativo, caracterizado pelo aumento de produtividade (crescimento vertical), deveu-se, principalmente, pela qualificação do pessoal técnico e pela incorporação de um grande número de inovações tecnológicas.

Dentre as inovações tecnológicas, tomando como base apenas o aspecto físico, uma das que mais vem contribuindo para os aumentos de produtividade, em todos os ambientes de cultivo, é a aplicação artificial de águas e, ou, outros líquidos, pelos conhecidos sistemas de irrigação (SI) e, ou, de fertirrigação (SFI).

A necessidade da incorporação dos SIs e dos de SFIs ao cultivo de cana-de-açúcar, deveu-se à má distribuição das chuvas durante o ciclo de cultivo, originando os veranicos, e da necessidade de descarte eficiente do grande volume de vinhaças e, ou, água de lavagem produzidos pelo processo de industrialização da cana-de-açúcar para produção de açúcar e, ou, álcool. Na última década, essa má distribuição vem se acentuando. A escassez de chuvas também vem aumentando.

Com esse "avanço" tecnológico, com agravamento por parte do crescimento populacional, a pressão sobre o ambiente tem sido elevada. No caso do cultivo de cana-de-açúcar no NEB a pressão sobre os recursos hídricos vem preocupando os gestores públicos bem como empresários do Setor Sucroalcooleiro (SSA). Para que o abastecimento de água tanto para as populações quanto para a indústria em geral seja garantido nas próximas décadas, há necessidade de pesquisas visando a continuidade dos avanços tecnológicos. Esta continuidade deve ser direcionada para a otimização da utilização da água na produção vegetal.

Os sistemas mais utilizados na irrigação da cana-de-açúcar no Nordeste brasileiro e seus custos, bem como e ações de preservação das reservas hídricas e, ou, de eficiência na utilização da água, serão discutidos no relatório final, as informações aqui apresentadas também serão complementadas.

Evolução da irrigação no Nordeste do Brasil (NEB)

Invariavelmente, a causa primordial da implantação de cultivos irrigados em qualquer parte e em qualquer época ao longo da evolução da humanidade, deveu-se à crescente necessidade da produção de alimentos. Isto ocorre ainda hoje em virtude do aumento das populações de humanos e animais. O surgimento da irrigação no Nordeste brasileiro teve a mesma causa, a evolução está apresentada

na Figura 4.5-1. A fertirrigação, contudo, surgiu como um avanço tecnológico, resultados de pesquisas científicas nas relações água vs produção, pesquisas estas estimuladas pela busca da maior eficiência na utilização da água e de fertilizantes via SI.

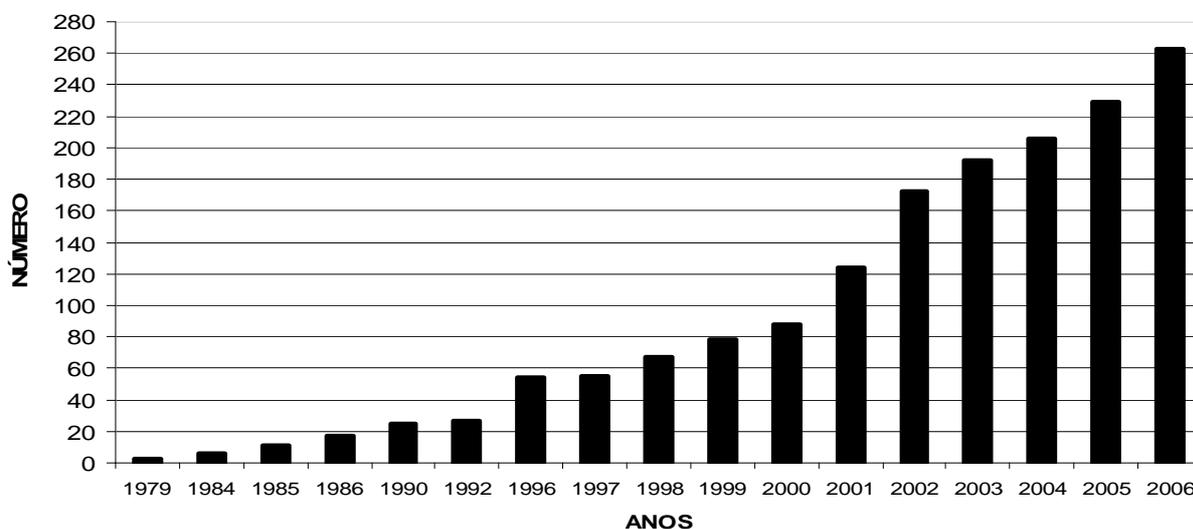


Figura 4.5-1: Crescimento do número de equipamentos (máquinas) de irrigação (pivô fixo + pivô rebocável + linear) no Nordeste

Fonte: U.Rosenfeld (2006)

Também invariavelmente, as irrigações são realizadas próximas às fontes naturais de água: lagos, lagoas e, principalmente, riachos e rios. As grandes massas hídricas, em geral, dão suprimento aos grandes projetos de irrigação (ou "perímetros irrigados"), conhecida como irrigação pública. Atualmente, ocorre grande número destes perímetros, como iniciativa privada.

Entretanto, possibilitada pelo grande número de pequenos canais naturais (a rede de drenagem natural das micro e nanobaciais hidrográficas), ocorre a "irrigação difusa", aquela que ocorre de forma pontual, minúscula, desconhecida, as vezes oculta. Desta, pouco, ou quase nada, se conhece. É muito comum em regiões como o NEB. Devido à enorme quantidade dessas irrigações, ela assume elevada importância na utilização da água para a produção vegetal (PV). É necessário desenvolver pesquisas no sentido de localizar e caracterizar essas irrigações. Com a implantação de grande número de massas líquidas artificiais, tanto de superfície quanto de subsuperfície, o número dessas irrigações vem aumentando muito. A pressão sobre os recursos hídricos, portanto, vem aumentando e não há controle disto.

Caracterização da planta e do cultivo de cana-de-açúcar

A Tabela 4.5-1 contém as principais características fitotécnicas do cultivo de cana-de-açúcar e algumas relações da água com a produção.

Tabela 4.5-1: Aspectos da fitotecnia e alguns parâmetros das relações água vs produção da planta de cana-de-açúcar e de seu cultivo

Parâmetro	Caracterização			
Nome científico	Saccharum spp			
Nome vulgar	Cana-de-açúcar			
Cultivo	Por variedades			
Plantio	Por partes selecionadas do caule, denominadas "rebolos"			
Safra (Período de colheita)	6 a 8 meses			
Necessidade de água da cultura (NAC), em todo o ciclo, em mm	Cana-planta		Cana-soca e ressorcas	
	1300		800	
Ciclos de cultivo (meses)	Cana-planta	Cana-soca		Ressorcas
	15 a 18	12 a 14		12
Variedades vs Subperíodo da safra	Variedade de Início	Variedade de Meio		Variedade de Fim
Sistema radicular (SR) do tipo fasciculado	Cana-planta	Cana-soca		Ressorcas
	Desenvolvido a partir do rebolo. ¹	Totalmente desenvolvido. ²		Também completamente desenvolvido, mas com novas raízes. ³
Ambientes de cultivo	Tabuleiro	Chã		Encosta
Tipos de solos	Argiloso	Argiloso-Arenoso a Arenoso-Argiloso		Várzea Turfoso

¹ Em condições ambientais normais para o desenvolvimento pleno da planta, somente estará completamente desenvolvida a partir do terceiro ou quarto mês do plantio. Neste período, portanto, a necessidade de água é reduzida como também a quantidade de energia consumida pelo equipamento de Irr e, ou, de FIrr. Ao longo deste período, a parte aérea da planta desenvolve-se paralelamente ao sistema radicular, também contribuindo para redução do consumo de água e de bombeamento.

² O início de desenvolvimento da parte aérea da planta neste segundo ciclo da cultura, encontra o sistema radicular já plenamente desenvolvido e, assim, com todo o seu potencial para absorção e transporte de líquido para toda a planta. Neste ciclo, bem como nos subseqüentes, nas ressorcas, a necessidade de água da planta é definida exclusivamente pelo estágio de desenvolvimento da parte aérea. O SR não limita a absorção nem o transporte.

³ Em determinado momento, a partir do ciclo de socaria, a planta inicia o descarte de raízes velhas e, automaticamente, substituindo-as por novas, estabelecendo um processo de renovação do SR.

Disponibilidade de água

As Tabelas 4.5-2 e 4.5-3 trazem, por diferentes autores, dados da disponibilidade hídrica de superfície da Zona da Mata (ZM) do Estado de Alagoas. Peixoto (1985), além dos dados serem antigos, teve-se apenas às Regiões Centro e Centro-Sul, enquanto que os dados obtidos por Santana (2007) abrangem toda a ZM.

Tabela 4.5-2: Vazão média mensal disponível nos rios de Alagoas, para as condições "sem barramento" e "com barramento" - dados de estudos preliminares iniciados em 1979, pela COONE/PLANALSUCAR (Peixoto, 1985)

Rio	Posto fluviométrico	Vazão média mensal, em m ³ /s, "sem barramento"		Vazão mensal regularizada, em m ³ /s ("com barramento")
		Com 90% de permanência ¹	Com 50% de permanência ²	
Mundaú	Boa Fortuna	5,00	27,70	22,16
Paraíba	Atalaia	2,70	19,70	15,76
São Miguel	Santa Terezinha	0,62	4,67	3,74
Sumaúma Grande	Varrela	0,28	2,07	1,66
Jequiá	Mangabeira	0,97	7,20	5,82
Coruripe	Camaçari	2,00	15,03	12,02
Poxim	Usina Guaxuma	0,12	0,89	0,71
Piauí	Junqueiro	0,47	3,50	2,80
Perucaba	Canavieira	0,78	5,85	4,68
Vazão total		12,94	86,69	69,35

¹ Em 90% do tempo, ocorrerão vazões médias mensais superiores ou iguais às apresentadas;

² Idem para 50% do tempo;

³ Considerou-se que 80% da vazão média poderá ser transformada em vazão regularizada; OBS: As menores vazões ocorrem nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, nos quais as demandas por água pela cana-de-açúcar (evapotranspiração) são máximas.

Tabela 4.5-3: Estimativa da disponibilidade hídrica de superfície na Zona da Mata do Estado de Alagoas (Santana, 2007)

Área (km ²)	QME ¹ (l/s/km ²)	Q90E ² (l/s/km ²)	QMZM ³ (m ³ /s)	Q90ZM ⁴ (m ³ /s)	Regularizando 70% da QM (m ³ /s; m ³ /h)	
					Regularizada	"A fio d'água"
16.673	8	3	133,38 ⁵	50,02 ⁶	93; 336.126	50; 180.067

¹ Vazão média específica; ² Vazão específica com 90% de permanência no tempo; ³ Vazão média da Zona da Mata; ⁴ Vazão específica da Zona da Mata, com 90% de permanência no tempo. ⁵ 4.206.372.595 m³/ano; ⁶ 1.577.389.723 m³/ano.

5. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL E EXPECTATIVAS DO SETOR SUCROALCOOLEIRO DOS ESTADOS DO NORDESTE

Introdução

Na safra 2003/2004, o Brasil tinha 226 unidades processadoras de cana de açúcar, sendo 94 instaladas na região Norte-Nordeste.

A região Nordeste é a mais tradicional produtora de açúcar, desde que a indústria açucareira se consolidou em Pernambuco no início do Século 18. Com o advento do Proálcool o setor aderiu à produção de álcool e, na safra 2001/2002, existiam 70 unidades produzindo este combustível.

A região Norte-Nordeste chegou a produzir 2,27 bilhões de litros de etanol na safra 1996/1997, decaindo para 1,36 bilhões de litros em 2001/2002. Apesar de ter recuperado um pouco da produção de álcool, a região tem priorizado a produção de açúcar, pela existência das cotas preferenciais para o mercado americano e pela maior proximidade dos mercados importadores. Todavia, a antiga capacidade de produzir etanol ainda deve existir, embora desativada.

O estado de Alagoas é o maior produtor de álcool da região, e o sétimo do Brasil, contando com 25 usinas que se localizam, principalmente, numa faixa de 50 km de largura paralela ao litoral.

Pernambuco é o segundo maior produtor do Nordeste, com 24 usinas produzindo álcool. Álcool é ainda produzido em 9 usinas na Paraíba, 4 em Sergipe e Maranhão 3 na Bahia, 2 no Ceará, e ainda Pará, Piauí e Amazonas com 1 usina cada.

Com o propósito de avaliar "in loco" a situação do parque industrial de produção de açúcar e álcool foram visitadas: duas (2) usinas de açúcar e três (3) usinas de açúcar com destilaria anexa no Estado de Pernambuco e duas (2) usinas de açúcar com destilaria anexa e uma (1) usina de açúcar no Estado de Alagoas. Não foram visitadas unidades nos Estados de Paraíba, Rio Grande do Norte, Sergipe e Bahia.

Os principais fatos a considerar são os seguintes:

Em ambos os estados a prioridade é para fabricação de açúcar. A economia é predominantemente açucareira, sendo que a produção de etanol é marginal, unicamente para aproveitamento do melaço esgotado, como subproduto. Os produtores somente enxergam um eventual crescimento na produção de etanol no caso em que a mesma se mostre mais lucrativa que a produção de açúcar.

As usinas estão produzindo principalmente Açúcar VHP, um tipo de açúcar para exportação de alta polarização e baixa umidade, que não é de consumo direto, sendo seu destino refinarias de açúcar nos países importadores.

Produzem também (as unidades com maior capacidade de moagem) açúcar cristal de 120 -150 unidades com cor para atender o mercado nacional (consumidor final e consumidores industriais). Alguns grupos de maior porte refinam para produção de açúcar refinado amorfo destinado ao consumidor final.

A estrutura de comercialização se sustenta na exportação em função de:

- Logística favorável (distâncias muito menores);
- Infra-estrutura de armazenagem e terminais de carga portuários;
- Incentivo tarifário para exportação para os USA.

Originalmente ambos estados abasteciam outros estados do Nordeste, Norte e Região Amazônica (não produtores ou com produção insuficiente), porém, a participação vem caindo consideravelmente, em função da globalização interna do Brasil que, por sua vez, vem favorecendo outros estados produtores como São Paulo, Minas, Goiás e Mato Grosso, que conseguem comercializar sua produção neste mercado em condições mais competitivas.

5.1 Situação da cultura de cana e impacto da mesma no processamento industrial

Em ambos os estados, as áreas para cultura de cana-de-açúcar atingiram o máximo ocupável, das áreas apropriadas para esta cultura, assim não se pode esperar aumentos de produção por aumentos de área plantada nas regiões agrícolas destes estados.

A expansão da produção estará atrelada a um aumento da produtividade das áreas de cultivo atuais, ou com a ocupação de novas áreas agrícolas com plantio de cana-de-açúcar.

Existe uma proporção elevada de áreas de alta declividade que se tornam desfavoráveis para a cultura de cana em grande escala como *agribusiness* por causa de:

- Impossibilidade de mecanização no corte com a tecnologia hoje existente;
- Dificuldades para as operações de cultivo, plantio, adubação, etc.;
- Uso intensivo de mão de obra que encarece o custo de produção;

Nas encostas, pela alta cota média de elevação a irrigação se torna economicamente desfavorável, o que limita a produtividade agrícola dessas áreas, não existe tecnologia para irrigar em encostas de alta declividade.

Quando entrar em vigência a legislação de eliminação do despalhe a fogo, se não for desenvolvida uma tecnologia para esta topografia, a cultura nestas áreas poderá se tornar economicamente inviável.

A cana colhida nas encostas arrasta muita impureza mineral exigindo lavagem com água e elevada taxa de aplicação (5 m³/tc ou mais) com a conseqüente perda de ART. Futuramente haverá restrições ao uso indiscriminado de água.

A cana colhida nas encostas também sofre com arrasto e pisoteio, o que aumenta sua deterioração, assim como danos nas soqueiras.

A cana de encostas normalmente chega a permanecer mais de 48 horas antes que seja processada na Usina, sofrendo rápido deterioro, agravado pela temperatura média elevada na região Nordeste, com temperaturas mais elevada que no Centro-Sul. Isto prejudica e encarece todo o processamento da cana a açúcar e etanol. A situação acima descrita tem uma incidência negativa muito maior no Estado de Pernambuco cuja topografia é mais acidentada.



Figura 5.1-1: Cana colhida na encosta

No Estado de Alagoas temos uma percentagem significativa de áreas planas e aptas para o corte mecanizado. As Usinas mais avançadas importaram e adaptaram soluções específicas de irrigação. Estas Usinas estão com programas e metas de implantação de irrigação em larga escala para aumentar a produtividade agrícola. Também em Pernambuco a irrigação está sendo desenvolvida, conforme foi discutido nas reuniões realizadas com técnicos do setor agrícola.

5.2 Perfil de Produção: moagem, produção de açúcar e etanol

Estado de Alagoas

Examinando o parque sucroalcooleiro do Estado de Alagoas, e usando como base os dados estatísticos disponibilizados pelo SINDICATO DA INDÚSTRIA DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL NO ESTADO DE ALAGOAS (Safrá 2006), podemos classificar a moagem por safrá em categorias e, concluir que 87,5% das unidades podem ser classificadas como de baixa capacidade de produçãó, sendo que 45,8 % das mesmas estãó com uma capacidade de moagem abaixo das 500.000 toneladas por safrá. Apenas 12,5% das unidades estãó moendo acima de 750.000 toneladas por safrá.

A Figura 5.2-1 apresenta uma distribuiçãó percentual da moagem por safrá para as 23 usinas, que operam no estado de Alagoas e uma usina operando em Sergipe. Embora na safrá 2007-2008 tenha-se uma tendênciá de aumento da moagem, que continuarãó aumentando em funçãó do plano de melhoramento da áreá agrícola do setor, esta análise mostra que um dos problemas que comprometem o Setor é a economia de escala desfavorável.

Uma grande percentagem das unidades industriais é de pequena escala o que vem a aumentar os custos fixos, limitar os investimentos em avanços tecnológicos, comprometer a eficiência agrícola e industrial e, em resumo, aumentar o custo de produção, tornando a agroindústria sucroalcooleira menos rentável se comparada com o Centro-Sul.

A exemplo com o acontecido em outras regiões produtoras de açúcar de cana (Ilhas Maurício, Hawaii) e na Região Centro-Sul do Brasil haverá uma tendência natural do setor agroindustrial se reorganizar gradativamente, reduzindo o número de unidades industriais e aumentando a capacidade de produção das restantes, que agora em função de sua maior capacidade se tornariam mais rentáveis. Quanto à produção agrícola, a desativação das unidades industriais de menor porte não significa o abandono da cultura de cana que seria processada nas unidades de maior porte.

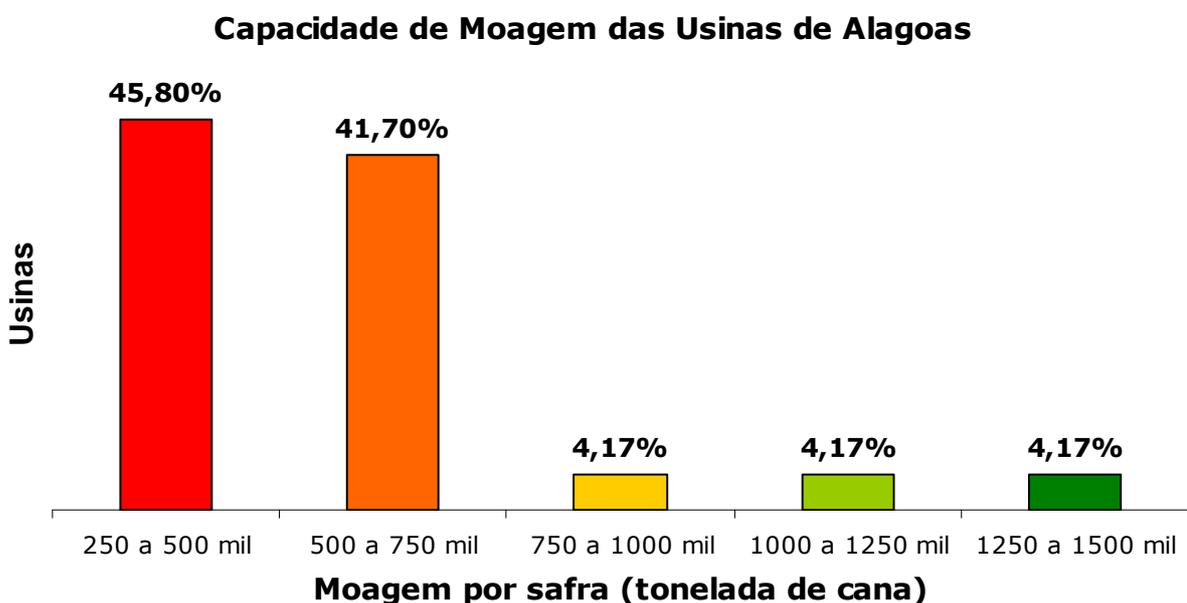


Figura 5.2-1: Capacidade de Moagem das Usinas de Alagoas

Outro assunto examinado foi a participação da produção de etanol na moagem total das Usinas. Analisando a produções de açúcar e etanol referentes à Safra 2006, que está representado em forma gráfica na Figura 5.2-2, podemos concluir que o setor está orientado à produção de açúcar, sendo a produção de etanol apenas residual e com o único propósito de processar o melaço residual. Em números absolutos o estado produziu 1.243.000 toneladas de açúcar e apenas 331.000 m³ de etanol.

O gráfico, apresentado nesta Figura 5.2-2, demonstra que a região não tem por enquanto vocação como produtora de biocombustível, estando orientada à produção de açúcar tipos demerara e VHP para exportação e cristal e refinado para atender o consumo regional. Examinando em função da relação etanol (m³)/açúcar (t) produzidos, vê-se que 66,5 % das Usinas produzem abaixo de 0,25 etanol (m³)/açúcar (t), indicando que apenas se processa melaço esgotado diluído com caldo. Apenas 16,7% das Usinas são produtoras expressivas de etanol, fazendo a ressalva que estas unidades são de pequeno porte e apresentam a desvantagem de economia de escala insuficiente.

Informações que obtivemos das Usinas visitadas indicaram que parte deste etanol produzido é o chamado etanol anidro tipo Europa, ou seja, um produto para exportação. Isto vem a reforçar a conclusão de que o produto alvo é açúcar e o setor não tem na sua estratégia atual a produção de etanol carburante. A produção deste está atrelada à necessidade de processar o mel residual e somente uma eventual conjuntura de preços desfavoráveis para o açúcar e atrativos para o etanol, levaria a um redirecionamento da produção.

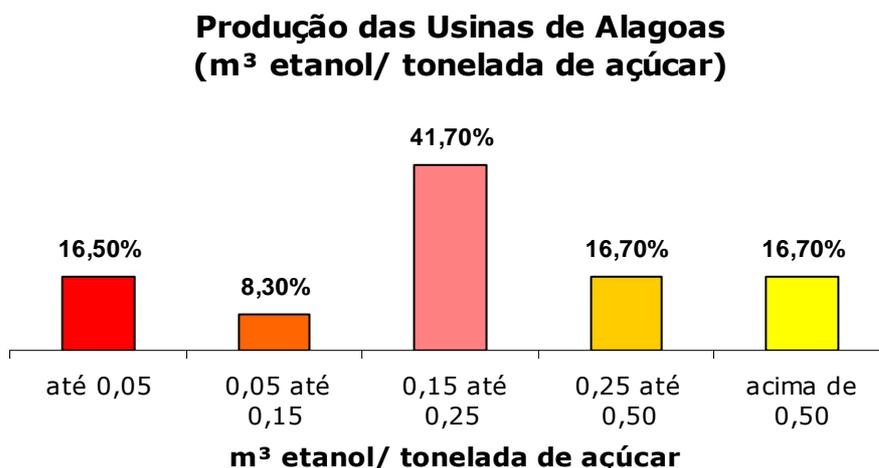


Figura 5.2-2: Perfil de produção de etanol e açúcar das usinas de Alagoas

Estado de Pernambuco

Da mesma forma um exame do parque sucroalcooleiro do Estado de Pernambuco, usando como base os dados estatísticos do Sindicato da indústria do açúcar e do álcool no estado de Pernambuco (SINDAÇÚCAR), na Safra 2002 (únicos dados disponíveis, pois o sindicato não está mais publicando estas informações), podemos classificar a moagem por safra em categorias e concluir que, como mostra a Figura 5.2- 3, aproximadamente 74% das unidades podem ser classificadas como de baixa capacidade de produção, sendo que 48 % das mesmas estão com uma capacidade de moagem abaixo das 500.000 toneladas por safra. Apenas 33 % das unidades estão moendo acima de 750.000 toneladas por safra. De forma semelhante a análise acima feita para Alagoas verifica-se que um dos problemas que comprometem o desempenho do Setor é a economia de escala desfavorável.

Capacidade de Moagem das Usinas de Pernambuco

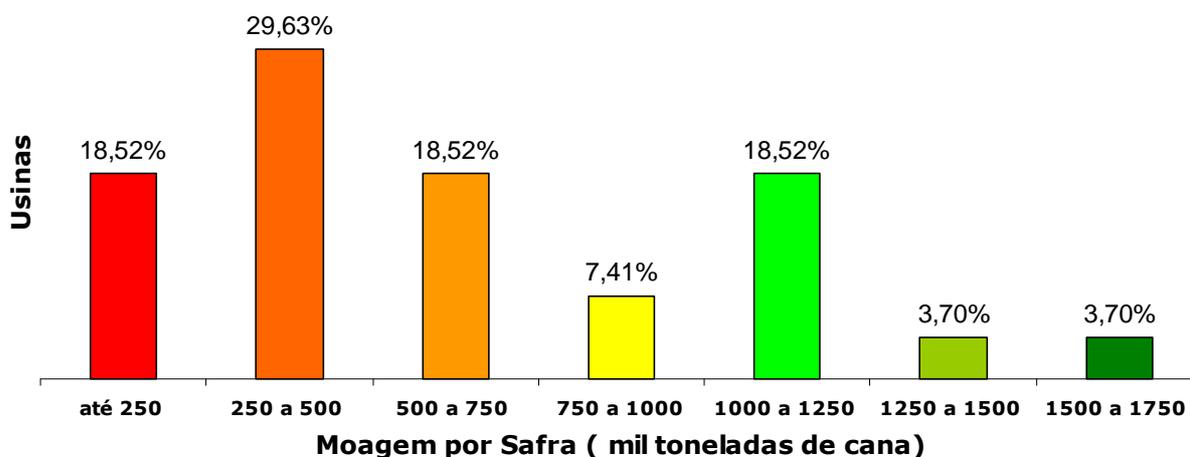


Figura 5.2-3: Capacidade de Moagem das Usinas de Pernambuco

Analisando também as produções de açúcar e etanol referentes à Safra 2002, que está apresentado na Figura 5.2-4, podemos concluir novamente que o setor está orientado para a produção de açúcar, sendo a produção de etanol apenas residual e com o único propósito de processar o melaço já esgotado. Em números absolutos o estado produziu, na safra 2002, 1.434.077 toneladas de açúcar e apenas 381.578 m³ de etanol.

Repetindo o perfil apresentado por Alagoas, Pernambuco não tem por enquanto vocação como produtor de biocombustível, estando orientado para a produção de açúcar dos tipos demerara e VHP para exportação e cristal e refinado para atender o consumo regional. Examinando o gráfico, Figura 5.2-4, da relação etanol (m³)/açúcar (t) produzidos vê-se que 66,7 % das Usinas produzem abaixo de 0,25 etanol (m³)/açúcar (t) indicando que apenas se processa melaço esgotado diluído com xarope. Apenas 26 % das Usinas são produtoras expressivas de etanol, fazendo a ressalva que estas unidades são de pequeno porte e apresentam a desvantagem de economia de escala insuficiente.

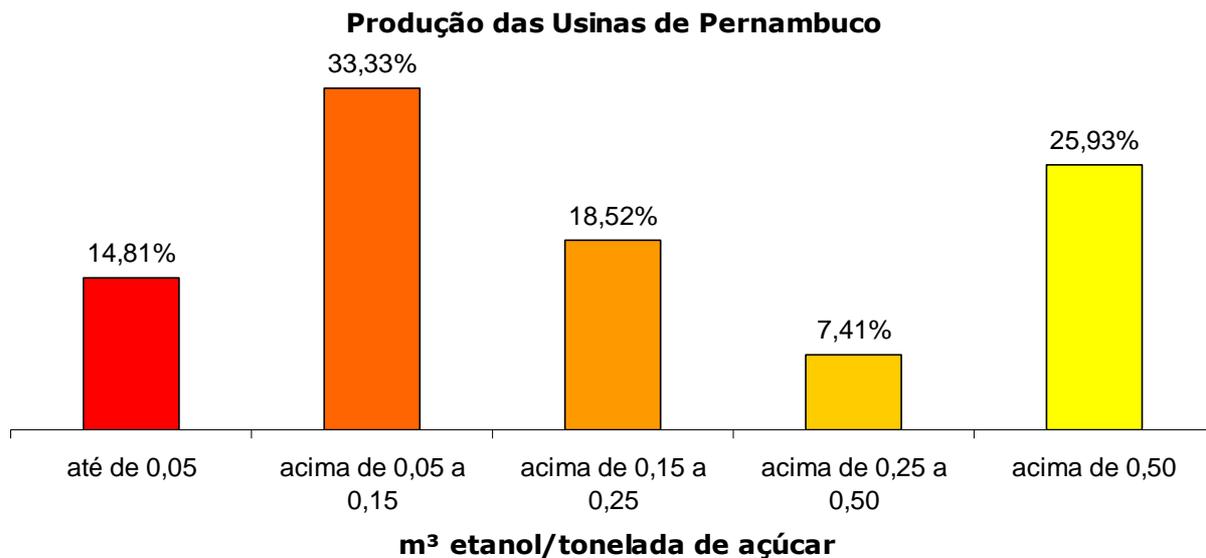


Figura 5.2-4: Perfil de produção de etanol e açúcar das usinas de Pernambuco

5.3 Perfil técnico do Setor Industrial das Usinas

Queima de cana



Figura 5.3-1: Queima noturna da cana

Predomina na região a prática de queima de cana (despalhe a fogo), o que produz impacto desfavorável para o processamento industrial, considerando que o tempo entre corte e processamento é próximo de 48 horas, a temperatura ambiente é

elevada o que acelera a deterioração microbiológica e os procedimentos de corte manual e carregamento favorecem a contaminação com microorganismos do solo.

Lavagem de cana

Todas as Usinas visitadas lavam cana inteira que por sua vez provém de corte com despalhe a fogo. A impureza mineral na Usina Caeté está em 4,84 kg/tc em média. Embora este número aparente ser pouco significativo, as impurezas minerais arrastadas são fundamentalmente areia de alta abrasividade. A explicação dada pelos técnicos das Usinas foi de que a alta taxa de lavagem é decorrente do elevado conteúdo e características das impurezas minerais (solo arenoso, altamente abrasivo). As operações de corte e carregamento levam a que a percentagem de areia arrastada seja alta, sendo necessária uma lavagem mais eficiente com taxa de aplicação de água comparativamente elevada (5 m³/tc ou mais). Esta taxa de lavagem leva a perdas consideráveis por lixiviação do açúcar exudado do caule durante a queima.



Figura 5.3-2: Lavagem da cana e sistema de decantação da água utilizada no processo de lavagem

Como base de comparação, as Usinas do Centro-Sul aplicam uma taxa média de 2,5 m³/tc, que representa uma perda média de 0,47 % do ART na cana ou aproximadamente 0,737 kg de açúcares redutores totais por tonelada de cana. Este é um assunto que merece um estudo mais aprofundado para modificar a tecnologia de limpeza de cana, de corte e carregamento, pois, dados históricos mostram que quando no Centro Sul se lavava cana desta forma as perdas estavam acima de 1% ou aproximadamente 1,568 kg de açúcares redutores totais por tonelada de cana. A região terá que procurar soluções alternativas tais como a limpeza a seco que está sendo implantada no Centro Sul, considerando que a percentagem de corte mecânico deverá aumentar e está prevista a cobrança pelo uso de água. Esta cobrança pelo uso da água está sendo implantada no Estado de São Paulo levando o setor a uma redução drástica no consumo de água pela indústria.

Extração

A extração é realizada empregando moendas. Em ambos os estados não há referências de introdução de difusores (difusor de cana ou difusor de bagaço) para extração. As Usinas visitadas em Pernambuco (5) e Alagoas (3) mostraram que

praticamente todos os recursos disponíveis para elevar os índices de extração já foram adotados e renderam resultados positivos.

Os índices de preparo obtidos são da mesma ordem dos praticados no Centro Sul. As Usinas adotaram a mesma configuração de preparo, geralmente com dois jogos de facas picadoras e um desfibrador pesado de alta potência específica (20-25 HP/tch). As moendas em geral estão instaladas com todos os periféricos necessários para atingir alta extração: rolos de pressão e alimentação, alimentação força da através de calha Donnelly (normalmente no primeiro terno, mas em alguns casos em todos os ternos), esteiras intermediárias de transporte, embebição composta, automação da moenda etc.

Os índices de extração apresentados estão na mesma ordem dos índices obtidos no Centro Sul (como referência citamos a média dos dados históricos das Usinas filiadas ao CTC em 2005: 96,3%). Nas usinas visitadas a extração de pol estava situada na faixa: 94,5 - 96,8%, estando a média próxima a 95,6%.

Produção de açúcar

O setor de tratamento de caldo e fabricação de açúcar nas Usinas visitadas está orientado para maximizar a produção de açúcar. O nível tecnológico das unidades pode ser classificado como muito bom e, pelo menos para aquelas visitadas, do mesmo nível que no Centro Sul, possuindo ainda em alguns casos recursos mais avançados decorrentes da necessidade de esgotar ao máximo o xarope e de não ter a vantagem comparativa de produzir uma % relativamente elevada de etanol do total da cana moída.

Todas as unidades substituíram o "cush-cush" por peneira rotatória, sistema mais eficiente como primeiro estágio de peneiramento do caldo misto. Um segundo estágio de peneiramento através de peneiras estáticas tipo DSM (com abertura de passagem de 1/4 a 1/3 da empregada na peneira rotatória), a fim de reduzir a carga dos decantadores de caldo também é adotado.

As Usinas apresentam capacidade para calagem (sulfitação para açúcar tipo cristal), aquecimento, desgasagem, dosagem de polímero e decantação de caldo, suficientes para atender a moagem. A maioria das Usinas trata o lodo do decantador em filtro Oliver, não tendo sido ainda introduzido o *belt-press*. Na discussão com os técnicos recolhemos a informação de que as Usinas de ponta já estão estudando a possibilidade de implantação de peneiras ou *belt-press* para tratar o caldo clarificado, introduzindo um estágio adicional de remoção de bagacilho.

A evaporação do caldo é realizada normalmente em cinco efeitos com sangria para aquecedores de caldo e cozedores a vácuo nos primeiro, segundo, terceiro (em alguns casos até o quarto) corpo. O brix final da evaporação atinge no mínimo 60 %. As Usinas visitadas tinham ainda flotadores de xarope para redução adicional da turbidez do xarope.

A cristalização de açúcar é feita num esquema de três massas, visando o máximo esgotamento do mel, que em algumas unidades atinge 45-50% de pureza e 83 ° Brix. Algumas unidades instalaram agitação mecânica nos vácuos, e utilizam

vácuos contínuos para massa C, o que sinaliza que o nível tecnológico das “Usinas de ponta” é alto.

As Usinas contam com uma boa capacidade de armazéns de açúcar granel, silo e sistema de carregamento a granel, linha de big-bag, de ensaque convencional e de ensaque de açúcar cristal para venda direta ao consumidor. Esta última atende normas de qualidade, de acordo com os pré-requisitos para manipulação de um produto de consumo direto.

Ainda o Sindicato de Alagoas administra armazém e sistema de carregamento a granel no porto. Este último, conforme nos manifestaram os técnicos, atingiu o limite da capacidade sendo necessária sua ampliação. Também nos foi informado que existem problemas no *pier* que não tem acompanhado o crescimento do estado, o que provoca engargalamento no carregamento de navios. Os navios pertencentes à Marinha e Cruzeiros de Turismo têm preferência ao carregamento de açúcar (e da Petrobrás).

Quanto à capacidade instalada da fábrica de açúcar, parece atender a produção, porém, embora tenhamos solicitado dados técnicos para avaliar a compatibilidade dos equipamentos instalados com a produção de açúcar a atender, até o momento de redigir este relatório o cadastro não nos tinha sido encaminhado.

Produção de etanol

Como já comentado, na região predomina a produção de etanol residual, realizada a partir de melaço esgotado normalmente diluído com caldo do filtro. Muitas unidades não produzem etanol, somente açúcar e desviam o mel para outra unidade do grupo ou a uma usina com destilaria anexa.

A fermentação nas “Usinas de ponta” é Melle Boinot, com dornas fechadas e recuperação de etanol dos gases de fermentação (nas Usinas de menor nível tecnológico, ainda existe fermentações com dornas abertas e elevada perda de etanol com os gases de fermentação). O resfriamento é feito com água de captação da fonte para garantir temperaturas próximas aos 34 °C.

Por causa do mosto formulado a partir de mel esgotado, diluído com caldo filtrado da fabricação de açúcar, o teor alcoólico do vinho final está na faixa de 7,0-8,5 °GL. Em geral a capacidade dos aparelhos não ultrapassa os 250.000 litros/dia, ou seja, as unidades são pequenas. Mais da metade do etanol produzido segundo dados recolhidos é anidro tipo AEAC ou de qualidade segundo especificação para exportação à UE, Coréia e Japão.

A desidratação é realizada pelo processo de destilação azeotrópica com ciclohexano em aparelhos originalmente fabricados para desidratação com benzeno, como agente ternário, modificados para operar com ciclohexano. Não se têm referências do emprego de sistemas de destilação extrativa com MEG, nem do emprego de peneiras moleculares. Isto sinaliza que os investimentos na produção de etanol ficaram estanques nos últimos 15 anos. Dados de desempenho da produção de etanol tais como: rendimento de fermentação, tempo de fermentação, grau alcoólico do vinho, consumo de vapor na destilação, volume de vinhoto ainda não foram disponibilizados pelas Usinas, assim sendo nossa avaliação é qualitativa.

Aplicação de Vinhoto

Por causa da maioria das Usinas produzirem apenas álcool residual, no momento o volume de vinhoto a aplicar não acarreta problemas de salinização e outros. Pelo examinado em Alagoas, mesmo descontando as áreas de encostas é possível aplicar o vinhoto dentro das taxas ($m^3/hectare$) recomendadas. O vinhoto além da fertilização associada ao retorno de potássio às soqueiras, participa da irrigação de "salvação" nos períodos de seca intensa.

Controle do processo e a produção

No caso específico das Usinas Coruripe e Caetés, o controle do processo e a produção são muito avançados e de primeira linha. As referidas usinas estão se enquadrando no contexto das normas de qualidade ISO. Os laboratórios de análises químicas de cana, extração, fabricação de açúcar e etanol, controle de águas e caldeira são de primeira linha. As instalações são boas, os instrumentos e equipamentos de laboratório atualizados, o laboratório está informatizado e os dados são de fácil acesso e recuperação e armazenamento eficiente. O pessoal do laboratório é qualificado. As fábricas têm um bom grau de instrumentação, controle e aquisição de dados de processo. As outras unidades visitadas, que não atingiram o nível das acima mencionadas, apresentam um nível satisfatório.

Produção de Vapor e Energia elétrica

As usinas visitadas, mesmo a de pequeno porte (Capricho), apresentaram sistemas de geração de vapor e produção de energia elétrica com tecnologia atual, tendo no mínimo auto-suficiência energética.

Em particular, as Usinas de maior nível tecnológico e maior capacidade de moagem apresentaram sistemas de geração de vapor e energia elétrica modelo. Embora operando a pressões intermediárias (36-42 bar) e temperaturas de superaquecimento intermediárias o sistema como um todo foi projetado para alta eficiência energética na caldeira e máxima produção de energia elétrica, esta última em função da instalação de turbo geradores de alta eficiência operando com turbinas de condensação (0,12 bar, 49,5 °C). Com estes sistemas instalados, as Usinas Coruripe e Caetés, atendem suas necessidades de energia elétrica e térmica para rodar o processo atender os sistemas de irrigação operados com eletro bombas e ainda vender energia elétrica (EE) à concessionária.



Figura 5.3-3: Cogeração de energia

Quanto ao uso de vapor motriz e energia elétrica, também o preparo e as moendas estão sendo passadas para turbinas multi-estágio e, o consumo de vapor de processo otimizado para no máximo 450 kg de vapor por tonelada de cana, valor que para unidades que produzem açúcar e álcool residual pode ser considerado como muito bom. Uma melhoria faltante que poderia reduzir ainda mais o consumo de vapor motriz, ainda não implantada, seria a eletrificação de desfibrador e conjuntos de moendas.

O caso específico das Usinas Coruripe e Caeté conclui-se que no programa de produção da Usina o açúcar é o produto principal, sendo seguido em importância pela E. E. cogerada.

Treinamento, capacitação, formação de recursos humanos

A opinião que recolhemos com os técnicos das Usinas (pelo menos no caso de Alagoas) é de que o estado não possui uma infra-estrutura de escolas técnicas e de nível superior para capacitação e treinamento em tecnologia de cana-de-açúcar, açúcar e álcool e Engenharia de Produção dedicada ao setor. Aparentemente com o desmantelamento do antigo IAA este suporte não foi mantido, com exceção de Agronomia e melhoramento de variedades. Esta deficiência tem sido contornada pelo treinamento dos técnicos fora do estado (seja no centro-sul ou no exterior). Isto agrava o problema relacionado à abordagem e resolução de problemas específicos da Região que exige o desenvolvimento de tecnologias específicas.

O setor tem pessoal capacitado (nas Usinas visitadas) e de excelente nível, assim como sede regional da STAB (Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil), mas a inexistência de uma política de reposição contínua de recursos

humanos enfraquece o setor. Fizemos um levantamento dos Institutos técnicos, faculdades e escolas técnicas na região que oferecem formação direta ou indireta para o setor sucroalcooleiro.

Consultoria, Engenharia e Projetos

No exame técnico das Usinas Coruripe e Caeté observamos que o sistema de Geração de vapor de alta pressão (35-45 bar) e alto grau de superaquecimento (350-450 °C), com geração de energia elétrica através de turbinas de alta eficiência e condensação final foi providenciado através de Engenharia de Projetos do Centro Sul. Da mesma forma os *revamping* de moendas e reformulações do processo de fabricação também foram realizados por Escritórios de Engenharia do Centro Sul. Isto sinaliza que o setor absorve soluções tecnológicas já incorporadas e mostra dependência, pelo menos parcial, no referente a: Tecnologia de processo, Engenharia e Projetos, Bens de Capital.

Logística

Em geral ambos os estados, Pernambuco e Alagoas, têm suas regiões produtoras localizadas a uma distância curta dos principais centros de consumo e dos terminais portuários. Ambos os estados possuem armazéns a granel e carregamento para açúcar no porto. Esta infra-estrutura não é recente, no caso específico de Alagoas, a informação que recolhemos foi de que as instalações estão subdimensionadas e deveriam ser melhoradas.

Quanto à infra-estrutura portuária, no caso específico de Alagoas, possui armazém a granel para 200.000 toneladas e instalações para carregamento de navio de 1.000 t/h. O calado é insuficiente para navios de grande porte (limitado em 14.000 toneladas), tanto para exportação de açúcar como de etanol. No caso de Pernambuco, possui terminal no porto de Recife com capacidade de armazenagem de 200.000 toneladas de açúcar a granel e capacidade de carga de 1.000 t/h. O porto de Suape está recebendo grandes investimentos, principalmente por conta da refinaria a ser construída. Está prevista também a instalação de um terminal açucareiro no Porto de Suape. Fazem-se necessários estudos mais profundos quanto à infra-estrutura portuária, voltados a uma análise visando a expansão da produção e exportação de etanol.

5.4 Diagnóstico e recomendações para o setor industrial

O principal fato a considerar é que uma percentagem considerável das unidades industriais é de pequeno porte, o que aumenta os custos de produção quando comparado ao Centro Sul. Isto limita também as possibilidades de melhorar a eficiência do processo, de introduzir melhorias tecnológicas e da qualificação do pessoal.

Uma reorganização aumentando a escala de produção, com a desativação de unidades de menor porte cuja produção agrícola seria canalizada as unidades maiores, que aumentariam a moagem, poderia trazer benefícios ao setor que se traduziriam em:

- Redução de custo de produção;
- Aumento da eficiência;
- Elevação do nível tecnológico.

As unidades industriais visitadas, principalmente as “Usinas de ponta”, mostram claramente que o padrão de instalação e operação tem um bom nível, que poderá ser atingido, se desejado, pelas outras usinas na região, não sendo este um gargalo. Decididamente a região é prioritariamente produtora de açúcar visando atendimento prioritariamente a exportação e em segundo o mercado regional. A produção de etanol é residual, visando fundamentalmente o aproveitamento do melaço final. Para inserir o setor na produção de etanol biocombustível ações políticas teriam que ser realizadas.

A geração de excedentes de energia elétrica para a venda parece ter prioridade sobre o aumento da produção de etanol.

O setor tem potencial para se transformar num produtor de energia elétrica de biomassa, levando em conta que a introdução da irrigação, no caso de Alagoas, tem levado as Usinas à necessidade de gerar excedentes de energia elétrica para reduzir o custo de irrigação. Isto levou as Usinas de ponta a dominar a tecnologia de geração de vapor em medias pressões (35-46 bar) acima do parâmetro convencional de 21 bar e a produção de energia elétrica com turbinas de condensação de alta eficiência e geradores modernos, assim como transporte e distribuição na rede. Estas Usinas já são fornecedoras de excedentes de energia elétrica à rede.

Considerando que a cana-de-açúcar no Nordeste apresenta teores maiores de fibra, a necessidade futura de eliminar a queima de cana e o potencial da palha como combustível, as usinas poderão futuramente reformular seus sistemas de geração para 65-85 bar e 480-520 °C, com potencial de gerar maiores excedentes de bioeletricidade. Isto poderá aumentar significativamente a receita do setor no futuro.

O entrave principal para esta alternativa está associado à pequena escala de produção de grande parte das Usinas. Faz necessário uma ação de fomento para reformulação e modernização das unidades de geração de vapor e energia elétrica com o propósito de direcionar as mesmas para a produção de excedentes de energia elétrica, simultaneamente à produção de açúcar, poderia gerar receita adicional e melhorar o perfil do setor. Ainda mais, um programa deste tipo teria sinergia sobre a irrigação da cana que se tem mostrado como a grande responsável pelo aumento de produtividade agrícola, em Alagoas em particular. Recomendamos avaliar a conveniência de desenvolver um programa de fomento à produção de energia elétrica pelas Usinas (pelo menos no Estado de Alagoas).

As Usinas têm vantagens comparativas com as localizadas no Centro Sul, no que diz respeito à distância aos terminais portuários que favorece exportações e transporte marítimo para os centros de consumo; terminais portuários, com armazém e sistemas de carregamento de navio que facilita exportação e melhor localização geográfica relativa aos importadores de açúcar. Estas vantagens podem ser aproveitadas, seja para a produção de açúcar como atualmente, ou para um aumento na produção de etanol.

6. PROPOSTA DE POLÍTICAS PÚBLICAS VISANDO VIABILIZAR A REVITALIZAÇÃO DAS ÁREAS TRADICIONAIS (MODELOS DE FOMENTO À MODERNIZAÇÃO TECNOLÓGICA E ADMINISTRATIVA)

6.1 Evolução da cana-de-açúcar

As regiões tradicionais mais importantes que produzem cana-de-açúcar no Brasil são:

- Zona da Mata no NE (PE, PB, AL, SE e RN),
- região de Campos de Goitacazes, RJ e
- região de Piracicaba, SP.

Por diferentes razões a distribuição física da cana no Brasil passou por mudanças na segunda metade do século XX. A produção de cana-de-açúcar teve um grande crescimento nas últimas décadas no Brasil, como se observa na Figura 6.1-1.

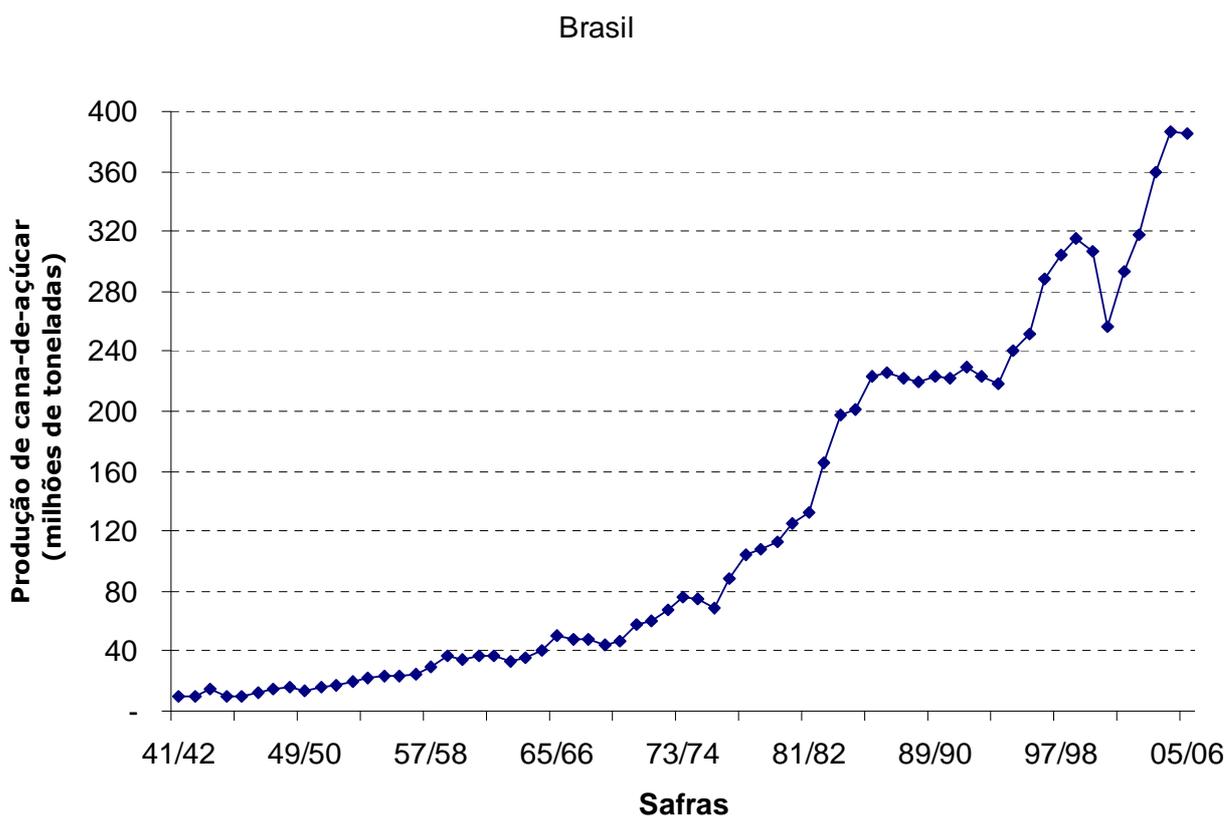


Figura 6.1-1: Produção de cana-de-açúcar no Brasil

Fonte: ALCOPAR, ÚNICA, MA-DAA

O crescimento aconteceu predominantemente na região S/SE, sendo que na região N/NE a produção permaneceu estável, segundo observa-se na Figura 6.1-2

Gradualmente a cana-de-açúcar foi ganhando importância no interior do Estado de São Paulo, devido principalmente aos seguintes fatores:

- crescimento da indústria paulista associada à melhor infra-estrutura;
- mão-de-obra e técnicos mais qualificados;
- melhores condições climáticas e topográficas nas novas áreas de produção;
- influência da imigração européia, sobretudo italiana que contribuiu para o aparecimento de uma indústria nacional de metalurgia que contribuiu para o setor agro-industrial canavieiro (Dedini, Zanini, entre outras).

Já no início dos anos 70 a produção canavieira se concentrava em pouco mais de 50% no Centro-Sul e em particular no Estado de São Paulo, sendo a cidade de Piracicaba seu pólo mais importante.

Com o Programa Nacional do Álcool - Proalcool, criado em 14 de novembro de 1975, pelo Decreto Lei 76.595, veio a se acelerar a produção de cana no país. Motivado por problemas de dependência energética e um quadro internacional que complicava as finanças brasileiras, o Governo do Presidente Ernesto Geisel criou o Proalcool. Com este programa pretendia-se:

- reduzir a dependência de petróleo importado;
- revitalizar as regiões produtoras, promovendo uma desconcentração da produção; para tanto foram oferecidas condições de financiamento mais favoráveis aos projetos a serem implantados na região NE, tentando promover a diminuição das disparidades regionais;
- uso de matérias-primas alternativas, como a mandioca, que pelo menos em tese seriam mais adequadas aos produtores locais;
- tentou-se também promover a implantação de projetos de médio porte. O tamanho padrão era de 120 mil litros/dia, considerado hoje como de média à pequena escala de produção.

Depois de 33 anos da sua criação, pode-se sumarizar alguns dos impactos macro-econômicos do Proalcool:

- empregos gerados: cerca de 1 milhão (750 mil diretos e 250 mil indiretos);
- importantes efeitos positivos na indústria do açúcar;
- diminuiu a dependência de petróleo;
- ajudou a Petrobras a atingir a auto-suficiência.

No entanto o Proalcool, embora possa ser considerado um programa bem-sucedido quanto a alcançar as metas de produção do etanol, promovendo a redução da dependência externa de petróleo, não logrou resolver vários dos objetivos, sobretudo este relacionado à revitalização das áreas tradicionais. Portanto, os maiores benefícios foram percebidos na Região Centro-Sul e não na região NE.

Hoje aproximadamente 87% da produção canavieira se concentra na região Centro-Sul e cerca de 60% no Estado de São Paulo. A produção de cana da região Sul/Sudeste aumentou significativamente, enquanto que a produção no Norte/Nordeste apresenta uma evolução bem mais discreta, mantendo-se estabilizada até 2006.

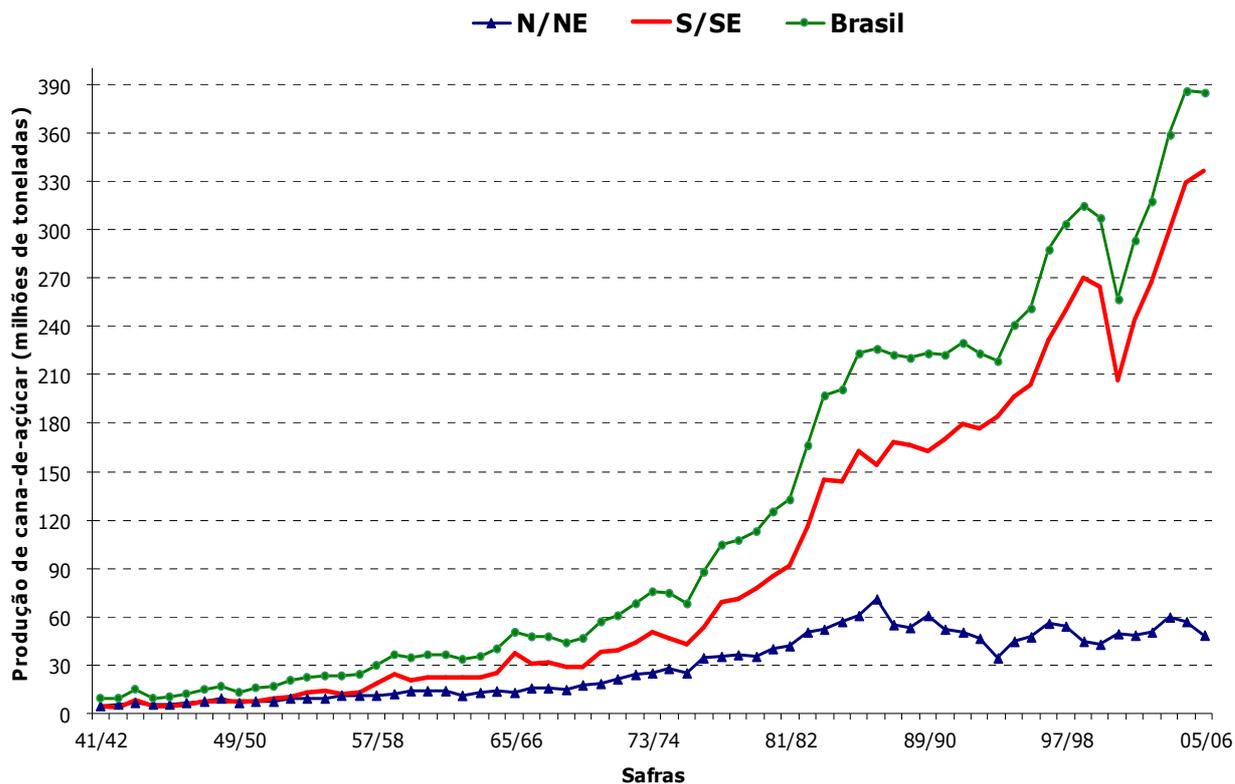


Figura 6.2: Evolução da produção de cana de açúcar

Fonte: ALCOPAR, ÚNICA, MA-DAA

Cabe ressaltar que a produção da região N/NE está concentrada no estados de Alagoas e Pernambuco, segundo Figura 6.1-3, e, conseqüentemente, as análises para revitalização da região devem contemplar esses estados, com maior atenção.

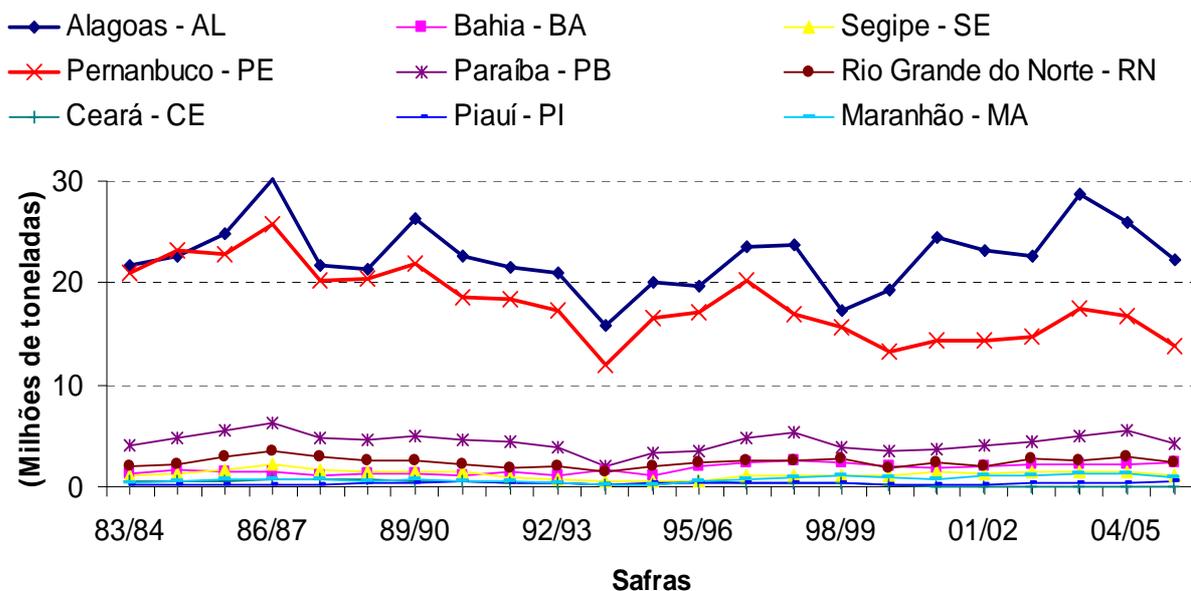


Figura 6.1-3: Produção de cana nos estados da região Nordeste

Nesse período o Centro-Sul também se tornou a grande região exportadora de açúcar, superando a região NE. Isto se deve, sobretudo, aos seguintes fatores:

- melhores condições para o cultivo (clima, topografia e solos) de cana no Centro-Sul do que no NE;
- melhor infra-estrutura e oferta de mão-de-obra qualificada;
- sinergia entre a produção de açúcar e etanol que favoreceu mais a região Centro-Sul do que o NE, fazendo os custos baixarem mais rapidamente.
- significativos investimentos em P&D cobrindo, principalmente, melhoramento varietal (quase todas variedades comerciais em uso hoje no Brasil foram desenvolvidas para SP), mecanização agrícola, gerenciamento agrícola (imagem de satélite, TI, automação, microbiologia da fermentação, extração do caldo, energia, etc. O NE apenas tentou seguir e adaptar os desenvolvimentos do CS.

Em conseqüência, o NE se tornou, portanto, ao longo dos anos, essencialmente açucareiro. Isso também implica que existe uma oportunidade de se produzir mais etanol a partir de melaço no NE, sobretudo quando os preços do açúcar são menores do que R\$ 0,20/lb de açúcar.

Neste sentido sugere-se um estudo de mercado local com o objetivo de verificar se existe sentido econômico essa produção de etanol, baseada sobretudo no provável baixo custo marginal devido ao melaço ainda não devidamente aproveitado.

6.2 Subsídios e orientações para políticas públicas no NE

Primeiramente, é fundamental que se coloque a importância de se promover soluções locais para a revitalização do setor sucro-alcooleiro no NE brasileiro. Fórmulas ou soluções exógenas, vindas de outras regiões, nem sempre se evidenciam como viáveis ou não apresentam o mesmo benefício.

Nesse sentido recomenda-se o fortalecimento dos grupos de pesquisa e extensão já existentes na região NE, sobretudo nas questões relativas à agricultura onde a correta compreensão dos fatores locais se evidencia como essencial.

Numa análise de cada setor, já comentados anteriormente neste relatório, faz-se necessárias as seguintes considerações para políticas públicas que poderão impactar positivamente o setor sucro-alcooleiro tradicional no NE brasileiro.

6.2.1 Área Agrícola

- **IRRIGAÇÃO**

A cana-de-açúcar é uma cultura bastante exigente em água. Existe a necessidade de uma oferta de água na hora certa, por chuva ou irrigação, que atenda essa necessidade. Como a irrigação tem custos elevados, seu uso é sempre muito discutido, pois não existe segurança sobre seu benefício líquido. Deste modo, faz-se necessário um estudo técnico econômico, caso a caso, que considere custos e condições locais.

A necessidade de água pela cana se dá em alguns momentos importantes, mas sobretudo na fase do crescimento vegetativo da planta, que deve coincidir com a

época de chuva mais abundante. Nas demais épocas do ano a umidade do solo não deve cair abaixo de níveis críticos, principalmente na rebrota da cana, pois isso pode comprometer seu crescimento.

No mundo a cana-de-açúcar se desenvolve em contextos diferentes. Na África do Sul, Austrália, EUA irriga-se a cana. Na Índia e no Centro-Sul brasileiro não se irriga. No Centro-Sul brasileiro existem duas épocas, muito bem marcadas (chuva no verão e seca no inverno) o que permite alternar o crescimento vegetativo com a maturação da cana. Mas mesmo no Centro-Sul brasileiro há épocas de estiagem prolongadas que afetam a cana-de-açúcar prejudicando sua produtividade.

Nos mapas apresentados anteriormente no capítulo 2 deste relatório (Figuras 2.1-1 e 2.1-2) mostra-se qual o impacto potencial da irrigação na produtividade da cana-de-açúcar no NE brasileiro, incluindo áreas tradicionais e principalmente não-tradicionais. Todo o sertão nordestino, com terras de boa fertilidade, que se apresenta "impróprio" para o cultivo da cana, passa à categoria de "média", "boa" ou mesmo "alta" produtividade, igualando-se assim ao Centro-Sul em potencial de produção. Diante do apresentado, recomenda-se a elaboração de um estudo detalhado de algumas áreas destas regiões onde existe um alto potencial de disponibilidade de água (Canal do Sertão, margens do rio São Francisco, etc.).

Tecnicamente, podem-se definir três níveis de irrigação para cana-de-açúcar:

- de salvação (abaixo de 200 mm);
- complementar (maior que 400 mm);
- plena (muitas vezes até 800 mm).

Como colocado anteriormente a implantação da irrigação é uma decisão econômica, mas que também deve considerar:

- disponibilidade de água;
- existência de reservatórios (açudes);
- crédito para aquisição do equipamento de irrigação;
- energia elétrica para o acionamento das moto-bombas.

No NE brasileiro existem vários casos de usinas que já praticam irrigação na cana-de-açúcar. Em usinas visitadas neste projeto, há aquelas que irrigam mais de 50% da área plantada aplicando 3 a 4 lâminas de 40-50 mm cada, empregando dezenas de conjuntos móveis de irrigação, operados com moto-bombas. Em muitos casos as áreas não são irrigadas pela dificuldade do acesso à água.

Outra forma de aumentar significativamente os ganhos de produtividade da cana-de-açúcar no NE seria fazer irrigação complementar (maior de 400 mm), toda eletrificada (usando energia elétrica gerada a partir do bagaço da própria cana), e manter pelo menos irrigação de salvação (160 a 200 mm) onde não seja possível ou viável a complementar.

Segundo informações obtidas nas usinas visitadas, um dos maiores problemas do Nordeste é a falta de infra-estrutura para armazenamento de água. Na maioria das vezes a construção dos açudes fica a cargo da iniciativa privada, quando, segundo as usinas, deveria ser responsabilidade do governo.

Faltam, portanto, políticas e ações complementares que favoreçam os investimentos em açudes nas regiões produtoras de cana-de-açúcar e que necessitem de irrigação. É importante lembrar que a construção de açudes públicos em áreas com déficit hídrico traz enormes benefícios às populações locais, tais como pesca, água para consumo humano, sedentação de animais e mesmo irrigação de hortas e pequenas lavouras familiares.

É importante recordar que de maio a junho no NE chove mais de 500 mm e a água vai direto para o mar se não for represada. Mais estudos nessa direção seriam necessários, pois não é difícil constatar que há disponibilidade de água no "inverno" e escassez no "verão".

Evidentemente o tipo de irrigação utilizado impacta o uso de energia e o desperdício de água. Pode-se dizer que a irrigação por aspersão tem níveis consideráveis de desperdício de água e energia, embora seja o método mais utilizado no NE e outras regiões do mundo. O método de irrigação por gotejamento é bastante eficiente quanto ao menor desperdício de água, mas requer maior investimento de instalação. Nas usinas visitadas, a maior parte utiliza a irrigação por aspersão, na forma de carretel enrolador ("rolão") e pivô central ou paralelo.

Em uma das usinas visitadas pretende-se implantar 20 ha com gotejamento para teste. Esta usina considera que tem água suficiente para armazenar, mas precisa investir em represas. Cabe mencionar que a qualidade da água é outro fator importante a ser considerado no gotejamento. Teores elevados de ferro e solos arenosos, por exemplo, provocam a entrada das raízes nos bicos, entupindo-os. Em Alagoas a água normalmente precisa ser tratada.

No geral, pode-se afirmar que o setor sucro-alcooleiro nordestino acredita em irrigação. A Cooperativa de Alagoas investiu R\$ 32 milhões no ano passado para aumentar a oferta de cana e a oferta de energia para irrigação (elétrica e diesel) e R\$ 30 milhões para melhorar a estrutura de irrigação (10.000 tubos de alumínio, 35 pivôs) e mais R\$ 5 milhões em bombas.

Pernambuco que já teve uma área de 540.000 ha com cana, atualmente essa área foi reduzida para cerca de 300.000 ha. Com irrigação poderia voltar a ter mais de 500.000 ha de cana novamente. A irrigação tem um potencial extraordinário com o represamento da água de chuva. Foi desenvolvido um grande projeto de irrigação para a Zona da Mata Norte, chamado Águas do Norte, com previsão de armazenar 670 milhões de m³ em mais de 200 barragens (de 1 a 10 milhões de m³ cada), porém apresenta alguns problemas de infra-estrutura. Com a otimização do projeto, seriam construídas 124 barragens totalizando 370 milhões de m³, atendendo 27 municípios, e o Canal do Sertão contribuiria com 180.000 ha irrigados. O coordenador dos projetos Águas do Norte e Canal do Sertão foi o Sr. Gregório Maranhão.

Recomenda-se, portanto, um estudo caso a caso sobre a viabilidade e os benefícios da irrigação, considerando a disponibilidade de água, oferta de energia elétrica de baixo custo marginal e boas perspectivas de aumento da produtividade.

- MECANIZAÇÃO

O corte de cana crua teria sentido nas áreas mecanizáveis e se conseguisse implantar uma mecanização nas encostas, o impacto sobre produtividade e custo agrícola seria significativo. Todavia, o aspecto social precisa ser devidamente considerado e equacionado para se minimizar os impactos negativos.

Como exemplo, pode-se citar um programa de “Produtividade Agrícola Total” implantado numa das usinas visitadas. Naquela situação, o custo de colheita e transporte de cana (CCT) foi de R\$ 22,30/tc. Foi apresentada à usina a alternativa de mecanização para áreas de declividade acima de 12%, em desenvolvimento na FEAGRI/Unicamp. A usina já teve 17 colhedoras, porém hoje o corte é feito exclusivamente de forma manual, com cana queimada, e emprega 4800 homens nesta operação. A usina planeja voltar ao corte mecanizado, em virtude dos altos encargos com o corte manual, das leis ambientais e da favorável declividade dos terrenos.

Outro fator a ser considerado é o início das chuvas em janeiro, o que torna inviável usar mecanização. Outro ponto que também dificulta a mecanização é a dimensão dos talhões, pois são pequenos. A produtividade é de 65 tc/ha.

A topografia acidentada encarece as operações agrícolas e o transporte de cana; o corte manual tem produtividade média bem abaixo do Centro-Sul o que requer um número maior de pessoas no campo e acaba elevando o custo agrícola.

Considerando as condições topográficas particulares de grandes áreas da região NE e as opções de mecanização, atualmente disponíveis, verifica-se que é imprescindível o desenvolvimento de equipamentos específicos para essas condições, bastante diferentes dos existentes comercialmente, os quais foram desenvolvidos para regiões de agricultura plana. Para tornar esses equipamentos disponíveis seria necessária uma ação pública para promover o início de parcerias entre equipes de engenharia e fabricantes regionais de equipamentos para colocar em operação uma área piloto de demonstração e dessa forma dar início ao processo comercial de desenvolvimento.

- QUESTÕES AMBIENTAIS: fim das queimadas

Outro ponto importante a ser observado é a perspectiva do fim da colheita da cana queimada e a transição para um manejo e colheita de cana crua, sem queimar, a exemplo do que já vem ocorrendo no Centro-Sul brasileiro. Isso deve impactar sobremaneira todo o modo de produção agrícola, inclusive a mecanização e seus desdobramentos na quantidade e qualidade de mão-de-obra utilizada.

Pode-se, portanto, sugerir estudos para um phase-out do processo de queima da cana, como feito pela Secretaria do Meio Ambiente – SMA do Estado de São Paulo, que definiu uma data limite para o fim das queimadas em função das características de relevo das áreas cultivadas.

Nesse sentido, recomenda-se que para a região NE, se dê particular importância não somente aos aspectos técnicos da necessidade de mecanização, sobretudo nas áreas de maior declividade, mas também sobre a necessidade de mão-de-obra e

possíveis problemas sociais decorrentes de um processo de mecanização muito rápido.

- VARIEDADES

Outro fator local de grande importância é o melhoramento genético, que considera o desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar específicas para o NE brasileiro. Sabe-se que uma variedade desenvolvida para o Centro-Sul não vai manifestar todo o seu potencial no NE. Isto foi amplamente debatido no Workshop sobre Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar realizado pelo Instituto Agrônomo de Campinas – IAC dentro do Projeto de Diretrizes de Políticas Públicas da Fapesp (www.apta.sp.gov.br/cana).

Em 1972 foi criado o Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar (PLANALSUCAR), o qual após sua extinção em 1990, passou a ser conduzido pelas Universidades Federais que compõe a Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (RIDESA). A RIDESA é composta por sete Universidades Federais. Essas instituições são responsáveis pelos cultivares de cana-de-açúcar com a sigla RB (República do Brasil). Atualmente existem no Brasil programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar, sendo eles: RIDESA (RB), Centro de Tecnologia Canavieira (SP-CTC), Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), EMBRAPA - CENARGEN e, CanaVialis (CV).

Os programas da Ridesa e da Embrapa (unidade CENARGEN) já estão desenvolvendo variedades específicas para o NE, mas não em quantidade suficiente para atender a demanda regional.

O Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar - PMGCA da Universidade Federal de Alagoas é considerado o ponto de partida das ações genéticas da RIDESA, na busca do desenvolvimento do setor sucroalcooleiro no Nordeste. É na UFAL (Universidade Federal de Alagoas) que ocorrem os cruzamentos e melhoramentos genéticos em busca de variedades de cana-de-açúcar que se enquadrem nas características específicas de cada Estado do NE.

O coordenador do PMGCA da UFAL, Geraldo Veríssimo afirma que é possível traçar novos rumos e compartilhar resultados de pesquisas com a cana com outros pesquisadores de todo o País

As sete universidades, que fazem parte da Ridesa, fazem melhoramento genético de cana-de-açúcar. O grupo é bastante heterogêneo. Há convênios com Embrapa, Esalq, órgãos federais e estaduais. A Embrapa auxilia nos estudos na área de transgenia, por exemplo. A iniciativa privada participa de tudo. São 130 empresas parceiras, que contribuem no desenvolvimento de produto e na questão financeira. Além de 140 pesquisadores, trabalham 83 técnicos de nível médio e 68 trabalhadores de campo dentro da rede. Hoje, a rede produz mais de 1,5 milhão de plântulas (material originado dos cruzamentos) por ano. Essas plântulas passam pelo processo de seleção dos clones que apresentam as características desejadas, que pode levar de 10 a 12 anos para obter-se variedades comerciais. É um trabalho que exige equipe bem preparada e experiente e muitos recursos.

A CanaVialis, criada em 2003, é uma empresa particular que pertence a Votorantim Novos Negócios. Também oferece serviços de planejamento de plantio das variedades nos clientes. Essa participação nas decisões de formação do canavial possibilita a constante troca de informações dos produtores com os pesquisadores.

Há também uma necessidade de se produzir variedades transgênicas de cana-de-açúcar com resistência ao déficit hídrico. A modificação genética da cana-de-açúcar pode ser a maneira mais econômica de se reduzir as perdas de produtividade devido aos períodos de estiagem. Isso pode beneficiar todas as regiões no Brasil que apresentam algum tipo de irregularidade de disponibilidade de água em épocas que a cana-de-açúcar mais precisa.

A estratégia para aumento da produtividade deve englobar:

- a irrigação (de salvamento ou complementar),
- desenvolvimento de novas variedades;
- otimização do uso da vinhaça.

6.2.2 Área Industrial

Recomenda-se especial atenção aos seguintes fatores relativos à área industrial e seus impactos sobre a competitividade do setor na região NE:

- grau de modernização das Usinas;
- tamanho das usinas;
- geração de excedentes de energia elétrica.

Nota-se que muitas usinas são consideradas pequenas, sendo difícil propor um plano de modernização. O fator escala não é desprezível e deve ser sempre respeitado nessas análises.

Quanto ao número de usinas existentes na região NE, segundo dados da Secretaria de Produção e Agroenergia – Departamento da Cana-de-açúcar e agroenergia, poisção em 08/04/2008, tem-se: PE (24), AL (25), PB (9), RN (4) num total de 62 usinas cadastradas atualmente.

A região NE produz cerca de 60 milhões de toneladas de cana, sendo a 4^o ou 5^o região produtora no mundo. Vale observar que este volume não é pequeno. No entanto seria recomendado que tivéssemos entre 50 ou mesmo 30 usinas, não mais.

A região NE não deve ser comparada com o Centro-Sul que tem melhores condições, mas sim no contexto mundial já que tem o 2^o menor custo de produção. Parte desta competitividade pode ser melhorada com uma re-engenharia do número de usinas associado a um processo de modernização.

Recomenda-se, portanto, estudos que permitam com que as usinas cresçam com a mesma área ou então que a produção agrícola seja processada por um menos número de usinas mais modernas.

Tabela 6.2: Comportamento da produção da região Nordeste – Indicadores

Safra	Indicadores (por unidade)						
	Cana processada (t)	Açúcar produzido (t)	Álcool produzido (mil litros)	ATR por tonelada - kg	ATR Médio (t)	Açúcar por tonelada de cana -kg	Álcool por tonelada de cana - kg
1997/98	549.829	36.048,5	22.078,1	140,0	76.982,5	133,4	79,0
1998/99	531.021	32.537,6	18.859,7	127,5	67.726,4	121,5	71,6
1999/00	495.619	28.591,0	15.854,1	117,5	58.254,7	112,0	66,0
2000/01	584.923	41816,1	17.967,3	129,8	75.896,7	123,6	72,8
2001/02	588.240	39.106,5	16.385,1	119,4	70.225,6	113,8	67,0
2002/03	612.724	46.209,8	18.501,7	132,8	81.397,9	126,6	74,7
2003/04	749.875	56.157,1	21.542,7	129,7	92.244,8	123,6	72,9

Fonte: (Bressan, 2005)

6.2.3 Energia Elétrica

Os recursos hídricos da região NE encontram-se bastante explorados do ponto de vista energético, restando pouco a ser aproveitado. No entanto, o potencial de produção de energia elétrica a partir do aproveitamento da biomassa (bagaço e palha) da cana-de-açúcar ainda merece grande atenção, seja nas áreas tradicionais ou nas novas áreas de expansão.

Hoje, já se pode observar que várias usinas estão melhorando a parte energética, pois precisam de irrigação. A irrigação, como já foi mencionado anteriormente, seria um dos primeiros e mais importantes usos da energia elétrica produzida a partir do bagaço da cana-de-açúcar.

Muito provavelmente a energia elétrica seja melhor para a região NE do que etanol de 2ª geração. É importante salientar que a cana produzida no NE tem um maior teor de fibra, todavia os aspectos que dificultam a colheita mecanizada vão impedir um uso maior da palha para fins energéticos.

Recomenda-se, portanto, um estudo do potencial de produção de energia elétrica nas usinas nordestinas, seja para uso interno (irrigação) ou para exportação. Neste último caso deve-se verificar a política das principais empresas concessionárias, custos e benefícios associados.

Além disso, recomenda-se uma avaliação do estado atual das caldeiras e turbogeneradores existentes e um programa de financiamento à troca destes equipamentos, além de um estudo do potencial de redução de consumo de vapor de processo, que normalmente se faz necessário a fim de que se gere excedentes significativos de energia elétrica.

6.2.4 Gerenciamento

É importante que se observe desde o início que as algumas usinas do NE, sobretudo de AL, já estão no padrão das usinas da região Centro-Sul. Mas é importante que se observe que o bom gerenciamento é fundamental, assim como a adoção de boa tecnologia.

Nesse sentido, sugere-se um programa de capacitação de gerentes agrícolas e industriais dando-lhes formação complementar, integrando as áreas de produção e introduzindo conceitos de economia, Ti e tecnologia para o estabelecimento de metas visando aumento da produtividade global.

6.2.5 Escoamento/Infra-Estrutura/Logística

O plano de transformar a Região em um corredor de exportação alternativo para o escoamento de produtos é impulsionado pela perspectiva de investimentos em ferrovias e portos. Esse novo cenário, que coloca nos trilhos o País de Norte a Sul, contempla a interligação da malha ferroviária existente - Nordeste, Centro-Sul, Sudeste - através de dois eixos centrais: a Ferrovia Norte-Sul e a Transnordestina, diz Victos Samuel, diretor do Banco do Nordeste.

O projeto beneficia o semi-árido, criando condições para o desenvolvimento de uma ampla faixa do território nordestino, hoje carente de uma infra-estrutura mínima. Possibilita, também, o escoamento da produção de outras culturas, como o algodão, que está sendo cultivado em larga escala no Centro-Oeste e na Bahia, e da mamona, para produção do biodiesel.

Uma proposta complementar está sendo estudada para o Estado da Bahia e envolve a construção de um porto de calado profundo conectado a um ramal ferroviário de cerca de 800 quilômetros de extensão. A fronteira agrícola do Oeste da Bahia seria ligada com esse terminal, possibilitando o escoamento não apenas de soja, mas de milho, algodão, café, frutas e fertilizantes, além de álcool combustível.

Nesta linha, o Projeto Petrobrás, apresentado por Lepsch, 2005 consiste basicamente nas seguintes metas:

2005/2007 → 2 milhões m³/ano
 Região Sudeste → 1.2 milhões m³/ano
 Região Sul → 0.4 milhões m³/ano
 Região Nordeste → 0.4 milhões m³/ano

2008/2009 → 5.4 milhões m³/ano

2010 → 9.4 milhões m³/ano

O Banco do Nordeste vem participando ativamente dos estudos dessa nova logística ferroviária para a Região Nordeste e poderá participar dos financiamentos dos projetos de portos e ferrovias, complementando os aportes de recursos estrangeiros ou procedentes do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Porém a contribuição mais expressiva do BNB será nos investimentos ao setor produtivo por onde passará o sistema ferroviário.

O crescimento contínuo do comércio exterior brasileiro tem exigido dos terminais a plena utilização da sua capacidade operacional instalada, pela ocupação dos seus equipamentos, sistemas e áreas. A situação atual mostra que as principais dificuldades para enviar produtos para o exterior se referem aos

congestionamentos freqüentes nos acessos aos terminais, a ociosidade da frota, falta de coordenação entre a saída do caminhão da empresa e a chegada no porto, os furtos, multas e roubos de carga.

Segundo 11ª pesquisa rodoviária CNT, o quadro das concessões rodoviárias no Brasil apresenta:

- 37 concessionárias em 8 estados: PE, BA, ES, MG, RJ, SP, PR e RS
- 6 concessionárias federais, 30 estaduais e 1 municipal
- A última concessionária a se associar à Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias (ABCR) foi a Via Parque, que vai administrar a PPP de Paiva, em Pernambuco
- As 36 concessionárias em operação administram quase 10 mil km de rodovias, cerca de 6% da malha rodoviária nacional
- Administram importantes corredores de exportações, que levam aos portos de Santos, do Rio de Janeiro, de Rio Grande e de Paranaguá, por exemplo
- Investimento (1996 a 2006): R\$ 10,6 bilhões
- Ampliação da malha concedida em 2.087 km de novas pistas
- Cerca de 10,5 milhões de atendimentos médico e mecânico

6.2.6 Emprego e Renda

No Centro-Sul a renda das pessoas trabalhando na cultura da cana é maior que no café, laranja e milho; mas menor que na soja. No Norte-Nordeste, a renda na cana de açúcar é maior que no café, arroz, banana, mandioca e milho; mas também é menor que na soja.

Num diagnóstico preliminar pode-se dizer que existe muita dependência em recursos tecnológicos e de formação de mão-de-obra qualificada do Sul brasileiro. Inclusive boa parte dos cursos são ministrados no NE por técnicos vindos do Sul.

Recomenda-se portanto a implantação de políticas para treinamento da mão-de-obra, em especial para as etapas que envolvem mecanização, gerenciamento e manutenção de equipamentos.

6.2.7 Extensão / Pesquisa

Será necessária uma maior aproximação das usinas e destilarias com os órgãos de pesquisa que atuam nas áreas desejadas. Falta pessoal especializado para a cana, sendo que as empresas "importam" mão-de-obra e não existem programas específicos para a cana. No Centro-Sul estes problemas estão mais bem equacionados e as condições do Nordeste exigem soluções específicas.

7. Referências Bibliográficas

ACIAR - AUSTRALIAN CENTRE FOR INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH. Project 9209: Conservation tillage and controlled traffic. Canberra, ACIAR, 1998.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL) - Usinas Termoeletricas, Subestações e Linhas de transmissão – dados georeferenciados. 2007

ALVES, Francisco. **Porque morrem os cortadores de cana?** Saúde e Sociedade, São Paulo, v. 15, n. 3, p.90-98, set-dez 2006.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Agricultural Machinery Management** Data. ASAE STANDARDS, 1990.

BALSADI, Otavio Valentim. Embrapa/SGE. **Seminário de Avaliação dos Resultados da PNAD 2005: A Polarização da Qualidade do Emprego na Agricultura Brasileira.** Brasília, 07 de março de 2007. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/arquivos/pnad_m3_02.ppt#2>. Acesso em: 20 mar. 2008.

BARROS, C. J., **O lado azedo da cana**, 12/2005
<http://www.reporterbrasil.com.br/exibe.php?id=517> , acesso em janeiro de 2008

BNDES. **Informe Setorial. Setor sucroalcooleiro: Açúcar.** Outubro, 1995.

BRESSAN, A. palestra no evento "30 Anos do Proalcool. Etanol Combustível: balanço e perspectivas" 16 de novembro de 2005 www.nipeunicamp.org.br

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Estudo sobre as possibilidades e impactos da produção de grandes quantidades de etanol visando à substituição parcial de gasolina no mundo – Fase 2.** Março 2007.

_____. **Estudo sobre as possibilidades e impactos da produção de grandes quantidades de etanol visando à substituição parcial de gasolina no mundo – Fase 1.** Dezembro 2005.

CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, (CTC) – **Avaliação de Áreas com Potencial para Produção de cana-de-açúcar no Brasil** – Relatório Técnico de Transferência de Tecnologia, Revisão 1, 14p. (2005).

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB), **Acompanhamento da Safra brasileira, cana-de-açúcar –Safra 2007/2008, 3º levantamento, novembro/2007**, Brasília, 2007.

David W. Smith, Safe Tractor Operation - Rollover Protection. The Texas A&M University System , Extension Safety Program E344-04/05, 2005.

DE PAULO, Michela. Investimento em logística aumenta competitividade do país. Inovação Unimep [online]. 2007, vol. 3, no. 4 [citado 2008-04-30], pp. 32-37.

Disponível: <http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-23942007000400021&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1808-2394

ETENE - ESCRITÓRIO TÉCNICO DE ESTUDOS ECONÔMICOS DO NORDESTE (Fortaleza). Banco Do Nordeste Do Brasil. **Setor Sucro Alcooleiro Nordestino: Desempenho Recente e Possibilidades de Políticas**. 18. ed. Fortaleza, 2007. 256 p. Disponível em: <<http://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/livro.aspx>>. Acesso em: 11 fev. 2008.

FRANCISCO, W. **Matemática financeira**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 319 p., 1991.

GEBHARDT, M. R.; GOERING, C. E.; HOLSTUN, J. T.; KLIETHERMES, A. R. A high wide tractor for controlled traffic research. Transactions of the ASAE, 1982. 24(1): 77-80 apud RAPER, R.L. & KIRBY, J.M. Soil compaction: How to do it, Undo it, or Avoid doing it. In: AGRICULTURAL EQUIPMENT TECHNOLOGY CONFERENCE, 2006, Louisville, Kentucky. **ASABE Distinguished Lecture Series...** St. Joseph, MI: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006, no. 30, p. 1-14.

GEE-CLOUGH, D. Selection of Tyre Sizes for Agricultural Vehicles. **Journal of Agricultural Engineering Research**, Silsoe, Bd., v. 25, p. 261-278, 1980.

GUIMARÃES, M. R. N.; BATALHA, M. O. **Desenvolvimento e novas tendências do setor sucroalcooleiro**. In: XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1997, Gramado, RS. Anais do XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). SIDRA, Banco de Dados Agregados. Acesso através de <http://www.sidra.ibge.gov.br>; Fevereiro, Março e Abril 2008.

_____. Mapa de Biomas do Brasil. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO. 2004.

_____. PNAD. Mapas dinâmicos - Educação. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2006/default.shtm>>. Acesso em: 02 abril 2008.

INOUE, G. H., DIAS G. P., QUEIROZ D. M., MARTYN P. J.. **Forças nos Pneus e Estabilidade Lateral em Tratores Agrícolas**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.18, n.3, p.64-72, mar. 1999.

LANGOWSKI, Eleutério. **Queima da cana - uma prática usada e abusada**. Disponível em: <<http://www.apromac.org.br/QUEIMA%20DA%20CANA.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2008.

LAGUË, Claude; AGNEW, Joy; KHELIFI, Mohamed. Theoretical evaluation on the feasibility of controlled-traffic farming (CTF) using wide-span implements carriers

(WSIC) for Canadian agriculture. In: ANUAL MEETING OF THE CSAE/SCGR, 2003, Montréal, Canada. **Proceedings...** Montreal: CSAE/SCGR, 2003, Paper no.03-233.

LEPSCH, A. palestra no evento "30 Anos do Proalcool. Etanol Combustível: balanço e perspectivas" 16 de novembro de 2005 www.nipeunicamp.org.br

LILEJEDAHL, J.B.; TURNQUIST, P.K.; SMITH, D.W; HOKI, M.. Tractors and their Power Units, 4th ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989. apud LAGUË, Claude; AGNEW, Joy; KHELIFI, Mohamed. Theoretical evaluation on the feasibility of controlled-traffic farming (CTF) using wide-span implements carriers (WSIC) for Canadian agriculture. In: ANUAL MEETING OF THE CSAE/SCGR, 2003, Montréal, Canada. **Proceedings...** Montreal: CSAE/SCGR, 2003, Paper no.03-233.

LIMA, J. P. R.; SICSÚ, A. B. **Revisitando o Setor Sucroalcooleiro do Nordeste: o Novo Contexto e a Reestruturação Possível.** In: Yony Sampaio. (Org.). Economia Agrícola e Meio Ambiente no Nordeste. 1 ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2000, v. , p. 145-179.

MACEDO, I.C. palestra no evento "30 Anos do Proalcool. Etanol Combustível: balanço e perspectivas" 16 de novembro de 2005 www.nipeunicamp.org.br

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO.. **Acompanhamento da Produção Sucroalcooleira.** Secretaria de Produção e Agroenergia. Departamento de Açúcar, Álcool e Agroenergia. Posição 2007.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES e repassados através do Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes – DNIT. Acesso através do site <http://transportes.gov.br>. 2007 e 2008.

MORAES, Márcia Azanha Ferraz Dias de. **O mercado de trabalho da agroindústria canieira: desafios e oportunidades.** *Econ. Apl.*, out.\dez. 2007, vol.11, no.4, p.605-619. ISSN 1413-8050.

_____, **Perspectivas do setor sucroalcooleiro: desafios e oportunidades do mercado de trabalho.** Evento Empregabilidade no setor sucroalcooleiro. Disponível em: <http://www.petgaea.esalq.usp.br/wp-content/uploads/2007/10/empregabilidade29_09_07-marcia.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2008.

PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO 2007-2010 – Casa Civil – Presidência da República – Material para a Imprensa, 2007.

PROJETO DE CONSERVAÇÃO E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA BRASILEIRA (PROBIO). 2004

RAPER, Randy L. & KIRBY, J.M. Soil compaction: How to do it, Undo it, or Avoid doing it. In: AGRICULTURAL EQUIPMENT TECHNOLOGY CONFERENCE, 2006, Louisville, Kentucky. ASABE Distinguished Lecture Series... St. Joseph, MI: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. no. 30, p. 1-14.

RODRIGUES, A.C. palestra no evento "30 Anos do Proalcool. Etanol Combustível: balanço e perspectivas" 16 de novembro de 2005 www.nipeunicamp.org.br

ROSENFELD, U. **Resultados e particularidades da irrigação complementar com pivot em cana-de-açúcar**. Simp. Agroind. Cana de AL, 23, Maceió-AL, 2006.

SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR (SECEX), 2008. Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio. Acesso através de <http://www.desenvolvimento.gov.br>

SINDICATO DA INDÚSTRIA DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL NO ESTADO DE ALAGOAS (SINDAÇÚCAR-AL). Boletim Comparativo de Safras - Safra 2007/2008.

STRECK, Carlos Arnoldo, REINERT, Dalvan José; REICHERT, José Miguel; KAISER, Douglas Rodrigo. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 4, n. 3, p. 775-760, Mai-Jun. 2004.

SZMRECSÁNYI, T. **Crescimento e crise da agroindústria açucareira do Brasil, 1914-1939**. Revista Brasileira de Ciências Sociais, vol. 7, nº 5, jun., pp. 32- 68, 1988.

TAYLOR, R.; CANNON, S.; NEALE, T. A wider view of farming. **Leading Edge**, Melbourne, v.12, n.3, p. 28-30, Ago/Set. 2002.

TORRES, J. S. **Avaliação da Safra 2005/2006 no Estado de Alagoas**. STAB, XXIII Simpósio da Agroindústria da cana de açúcar de Alagoas. Maceió, Agosto, 2006.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA (UDOP), <http://www.udop.com.br> , **A história da cana-de-açúcar – da antiguidade aos dias atuais**, resumo do texto "**Brasil, a doce terra**", de Machado, F. B. P., acesso em janeiro de 2008.

VIDAL, M. F.; SANTOS, J. A. N.; SANTOS, M. A. **Setor sucroalcooleiro no nordeste brasileiro: estruturação da cadeia produtiva, produção e mercado**. XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural – SOBER, Fortaleza, CE, julho, 2006.