UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA
PPGE

(EP-FEA-IEE-IF)

TRANSIÇÃO DA COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR MANUAL PARA A MECANIZADA NO ESTADO DE SÃO PAULO: CENÁRIOS E PERSPECTIVAS

LUÍS MARCELO MORENO

São Paulo
2011

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA
EP-FEA-IEE-IF

LUÍS MARCELO MORENO

TRANSIÇÃO DA COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR MANUAL PARA A MECANIZADA NO ESTADO DE SÃO PAULO: CENÁRIOS E PERSPECTIVAS

-

São Paulo
2011

LUÍS MARCELO MORENO

TRANSIÇÃO DA COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR MANUAL PARA A MECANIZADA NO ESTADO DE SÃO PAULO: CENÁRIOS E PERSPECTIVAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo (Escola Politécnica / Faculdade de Economia e Administração / Instituto de Eletrotécnica e Energia / Instituto de Física para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Doutor Célio Bermann

São Paulo

2011

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica

Moreno, Luís Marcelo
Transição da Colheita da cana-de-açúcar manual para mecanizada no Estado de São Paulo: cenários e perspectivas. / Luís Marcelo Moreno; orientador: Célio Bermann. São Paulo, 2011.
p. 110: il.; 30 cm.
Dissertação (Mestrado – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia – EP / FEA / IEE / IF da Universidade de São Paulo.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA
EP – FEA – IEE - IF

LUIS MARCELO MORENO

"Transição da colheita da cana-de-açúcar manual para a mecanizada no Estado de São Paulo: cenários e perspectivas"

Dissertação aprovada pela Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Célio Bermann – PPGE/USP
Orientador e Presidente da Comissão Julgadora

Prof. Dr. Francisco da Costa Alves - UFSCAR

Prof. Dr. Weber Antonio Neves do Amaral - ESALQ

AGRADECIMENTOS

Ao orientador Prof. Doutor Célio Bermann pelo constante incentivo dado desde o primeiro contato, pela paciência e confiança depositada.
Aos professores membros da banca de qualificação Prof. Doutor Weber Amaral e Prof. Doutor Claudio Scarpinella.
Ao professor Francisco Alves da UFSC
A direção da Usina Costa Pinto pelo apoio desde 1990.
Aos familiares que me levaram e disponibilizaram os meios para que as visitas nas usinas fossem realizadas, aos meus pais, minha avó Helena e meu avô Ricardo.
A Vera por entrar em nossa família em 1991, aos colegas do IEE pelas trocas de informações durante toda a jornada.

E os agradecimentos ao apoio financeiro da **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP)**, da **Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)** e do **Ministério da Ciência e Tecnologia**, por meio do **Programa de Recursos Humanos da ANP para o setor Petróleo e Gás – PRH-ANP /MCT**

RESUMO

MORENO, Luís Marcelo. **Transição da colheita da cana-de-açúcar manual para a mecanizada no Estado de São Paulo: cenários e perspectivas**. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011

A presente dissertação analisa a evolução histórica do corte mecanizado no Estado de São Paulo e os ganhos de produtividade a ele associados, no período de 1950 a 2009. Foram estudadas as alterações no perfil da mão-de-obra, os métodos de colheita, a introdução dos maquinários e as colhedoras em operação no fim da década de 2000. A produtividade do cortador de cana aumentou significativamente, no período estudado, 1950 – 2009, bem como das colhedoras, que tiveram grande evolução. As usinas que adotaram a colheita mecanizada integral alteraram a sazonalidade dos empregos e a capacitação dos empregados para manusear máquinas que demandam conhecimentos específicos. Dentro da lógica de racionalização dos recursos energéticos, a colheita mecanizada da cana-de-açúcar crua abre espaço para o uso da palha como recurso de defensa agrícola ou fonte complementar de energia. Conclui-se que o uso das colhedoras abriu espaço para pesquisas com a palha da cana e trouxe melhoria nas condições de trabalho para os cortadores empregados.

Palavras - chave: Indústria Sucroalcooleira, Colheita mecanizada, Lei das queimadas, Cana-de-açúcar.

ABSTRACT

MORENO, Luis Marcelo. **Transition harvest sugar cane mechanized manual for the State of São Paulo: scenarios and perspectives**. 95 p. Master's Dissertation – Graduate Program on Energy, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

This dissertation examines the historical evolution of mechanized harvest in São Paulo and the productivity gains associated with it, in the period 1950 to 2009. We studied the changes in the profile of hand labor, harvesting methods, the introduction of machinery and harvesters operating in the late 2000. The productivity of cane cutters has increased significantly during the study period, 1950 - 2009, and the harvesters, who had a great evolution. The plants that have adopted the full mechanical harvesting altered the seasonality of employment and training of employees to handle machines that require specific expertise. Within the logic of rationalization of energy resources, mechanized harvesting of cane raw sugar makes room for the use of straw as a source of pesticides or complementary source of energy. We conclude that the use of harvesters paved the way for research with the straw and brought improvements in working conditions for employees cutters.

Keywords: Sugarcane Industry, Mechanized harvest, Law of fires, Sugarcane.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP – Agencia Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

ATR – Açúcar Total Recuperável

BB – Banco do Brasil

BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento

BIRD – Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa

CBI – Caribbean Basin Initiative

CONTAG – Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura

CENUMAD – Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento

CTC - Centro de Tecnologia Canavieira

DEBIO – Departamento de Biocombustíveis

EUA – Estados Unidos da América

FAO – Food and Agriculture Administration

GEE – Gases de Efeito Estufa

G.L. – Gay-Lussac

GMEC – Grupo de Motomecanização

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agrícola

FMI – Fundo Monetário Internacional

FLEX FUEL – Motor adaptado para uso de álcool e gasolina

IAA – Instituto do Açúcar e Álcool

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEA – Instituto de Economia Agrícola

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPO – Initial Public Offering

IPCC – Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas

PIB – Produto Interno Bruto

MDL – Mecanismos de Desenvolvimento Limpo

MTE – Ministério do Trabalho e Educação

OMC – Organização Mundial do Comércio

ONG – Organização Não-Governamental

PLANALCUCAR - Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar

PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

PROÁLCOOL – Programa Nacional do Álcool

PROINFA - Fontes Alternativas de Energia Elétrica

RAIS – Relação Anual de Informações Sociais

RH – Recursos Humanos

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

SIAMIG – Sindicato da Indústria de Fabricação do Álcool no Estado de Minas Gerais

SINDIAÇUCAR – Sindicato da Indústria do Açúcar e do Álcool no Estado de Pernambuco.

UDOP – União dos Produtores de Bioenergia

UNICA – União da Indústria da Cana-de-açúcar.

TERMINOLOGIA ADOTADA

Os termos seguintes foram encontrados ao longo deste texto usados para a pesquisa:

Álcool: Produto orgânico de fórmula bruta C_2H_5OH, obtido por fermentação alcoólica.

Álcool anidro: obtido na coluna de desidratação de destilarias, adicionado à gasolina com teor alcoólico no mínimo de $99,3^0$ INPM. (FONTE: Reg. Técnico 7 ANP, baseado na ABNT/NBR 5992)

Álcool hidratado: obtido a partir coluna de retificação com $92,6 – 93,8^0$ INPM usado para carros a álcool ou *flex*. (FONTE: Reg. Técnico 7 ANP, baseado na ABNT/NBR 5992)

Bagaço: produto fibroso decorrente do esmagamento da cana nas moendas, constitui-se de 46% a 52% de umidade, com 43 a 52% de fibras e algo entorno de 31.326 Mcal (Ripoli, et.a. 1990)

Leira ou leito: diz respeito à deposição sobre o terreno, dos colmos cortados, manualmente ou por cortadoras, para posterior operação de carregamento.

Matéria-estranha: todo componente da matéria-prima colhida e posta na usina ou destilaria e que não seja colmo industrializável.

Palhiço: material remanescente sobre a superfície do talhão após a colheita, principalmente a mecanizada.

Soqueira: tocos enraizados que por meio de suas gemas fornecerão novos perfilhos dando continuidade ao ciclo da cultura da cana-de-açúcar.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....16

1.1 Objetivo 18

1.2 Metodologia.....18

2. SETOR SUCROALCOOLEIRO NO BRASIL.....20

3. EVOLUÇÃO DOS MÉTODOS DA COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR 26

3.1 O desenvolvimento das colhedoras 29

3.2 Caracterização de sustentabilidade e energia da cana-de-açúcar.....36

4. CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL NACIONAL INTERNACIONAL 39

4.1 Evolução da produção de álcool. 41

4.2 Exportação de álcool.....43

5. AMPLIAÇÃO DA ÁREA MECANIZADA.....46

5.1 As estratégias de mecanização e gestão do contingente de cortadores de cana 48

6. REGULAMENTAÇÃO DA QUEIMA 61

7. A MECANIZAÇÃO E OS POSTOS DE TRABALHO 66

8. BALANÇO ENERGÉTICO DA CANA-DE-ACÚCAR COM O CORTE MECANIZADO 70

8.1 Consumo de Energia no Campo – Colheita.....70

8.2 Potencial energético do palhiço da cana-de-açúcar 73

8.3. Aproveitamento do palhiço como defensor agrícola 78

CONCLUSÃO.....83

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 85

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -.....25
FIGURA 2 -.....28
FIGURA 3 -.....31
FIGURA 4 -.....32
FIGURA 5 -.....33
FIGURA 6 -.....34
FIGURA 7 -.....35
FIGURA 8 -.....75
FIGURA 9 -.....76
FIGURA 10 -.....76
FIGURA 11 -.....78
FIGURA 12 -.....79
FIGURA 13 -.....81
FIGURA 14 -.....81

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -.....39
TABELA 2 -.....40
TABELA 3 -.....41
TABELA 4 -.....42
TABELA 5 -.....43
TABELA 6 -.....46
TABELA 7 -.....58
TABELA 8 -.....66
TABELA 9 -.....67
TABELA 10 -.....68
TABELA 11 -.....68
TABELA 12 -.....69
TABELA 13 -.....71
TABELA 14 -.....72
TABELA 15 -.....73
TABELA 16 -.....73

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1-.....30
QUADRO 2-.....39
QUADRO 3-.....62

-

1. INTRODUÇÃO

As atividades do cortador de cana nos anos 50 eram de cortar a cana-de-açúcar sem queima com o podão, enfeixar, e por fim carregar o caminhão com os fardos de cana. Com esses procedimentos o cortador conseguia colher entre 1 e 3 toneladas de cana por dia de trabalho. (SCOPINHO, 1994).

No decorrer dos anos, nas décadas de 60 e 70, foi estabelecido o uso do fogo para facilitar o corte da cana, o uso de guindastes e outros maquinários de auxilio ao homem na tarefa de efetuar a colheita da cana-de-açúcar. Iniciava-se o processo de semi-mecanização, que levou a um aumento na produtividade do cortador. Sem a palha da cana e sem a necessidade de carregar a cana até o caminhão, tarefa delegada aos guindastes mecânicos, a produtividade aumentou, o cortador então, passou a colher 12 toneladas de cana cortada por dia.

Ao longo da década de 90, o crescimento da área colhida totalmente mecanizada - corte carregamento e transporte - também foi feito como forma de reprodução do capital, nos moldes verificados na primeira intervenção da mecanização parcial. Entretanto, dois novos elementos são adicionados: o poder público, que começa a sinalizar para o usineiro interesse na proibição da queima da palha, e o viés de sustentabilidade do álcool. No Estado de São Paulo, a Lei nº 11.241, de 19 de setembro de 2002 estabelece o fim das queimadas de acordo com um cronograma, visando melhorar as condições sociais dos trabalhadores empregados no cargo de colhedores de cana.

O conceito atual de mecanização, que impõe a restrição de se usar colhedoras em áreas em que à declividade é superior a 12%, é derivado da deficiência dos equipamentos. Fatores até então decisivos, como solo fértil, curta distância até a usina, proximidade de rodovias, deixam, frequentemnte, de serem aproveitados em razão da declividade do terreno. No entanto, a engenharia melhorou o desempenho dos veículos de apoio às colhedoras e os aprendizados com a técnica da colheita mecanizada estão garantindo o lucro das usinas.

Atualmente, é possível também relacionar várias vantagens desse sistema de colheita, especialmente o manuseio do palhiço e a regulagem do corte de base. O movimento de aprimoramento é um processo contínuo, fundamentado na padronização de operações, adequação da potência, controle da manutenção das colhedoras e capacitação técnica dos operadores. Os principais responsáveis por essa evolução são os próprios técnicos das usinas, apoiados por fabricantes regionais de implementos que compartilham o espírito de desenvolvimento, visando à redução de custos e maior eficiência no aproveitamento da cana.

O corte mecânico, inevitavelmente, representa uma diminuição de postos de trabalho para cortadores de cana. Baseado em estudos de campo realizados durante esta pesquisa, estima-se que cada colhedora pode fazer a tarefa de até 80 homens[1]. Por outro lado, as máquinas introduzidas abrem oportunidades de empregos: são criados postos de trabalho para operadores de tratores, motoristas de caminhões, mecânicos, condutores de colhedoras, técnicos em eletrônica, dentre outros.

No âmbito mundial, o viés de sustentabilidade do álcool é observado diante da demanda dos biocombustíveis em substituição aos derivados de petróleo. O então presidente dos Estados Unidos, George W. Bush, fez uma visita ao Brasil e elogiou com veemência o álcool brasileiro, destacando o uso das colhedoras, em substituição ao árduo trabalho de cortar cana queimada manualmente. O impacto desses acontecimentos colocou um grande destaque na indústria canavieira brasileira, em especial o Estado de São Paulo, visitado pelo presidente americano.

Os argumentos das vantagens do álcool brasileiro se enfraquecem ao esbarra em algumas manchas deixadas pelo setor canavieiro, em especial nos métodos empregados na colheita e nas condições de trabalho do contingente de cortadores de cana, desde a época do Proálcool. Portanto, a alteração do método de colheita necessariamente deve abraçarem as causas sociais, ambientais e de produtividade.

[1] Baseado nas entrevistas

1.1 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo mostrar a evolução do corte mecanizado de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo e os ganhos energéticos a ele associados.

1.2 Metodologia

A elaboração deste trabalho teve como base uma vasta pesquisa bibliográficas de livros, periódicos, leis, participações em seminários, entrevistas e visitas de campo, que permitiram a coleta e análise das informações e imagens.

Foram feitas entrevistas abertas, semi-abertas e fechadas, direcionadas a professores, empresários e empregados, as quais se encontram no anexo I.

O desenvolvimento da pesquisa se deu em três fases, conforme os procedimentos abaixo descritos.

A primeira fase buscou pesquisar estudos anteriores relacionados ao tema para uma melhor compreensão sobre a questão de pesquisa e aquisição de embasamento histórico-teórico, com atenção para as transformações que ocorreram no corte da cana-de-açúcar.

Em um segundo momento, privilegiou-se as entrevistas feitas aos empregados e empresários ligados diretamente às atividades sucroalcooleiras. As entrevistas foram feitas no período de junho de 2009 a dezembro de 2010, com as seguintes pessoas:

Empresário: Luiz Carlos Moreno
Empresário: Luiz Ometto
Empresário: Mauricio Ometto
Empresário: Rubens O. S. Mello
Empresário: Sérgio Ometto

Prof. Dr. Francisco José da Costa Alves, DEP/UFSCAR
Prof. Dr. Weber Amaral, da Faculdade Luiz de Queiroz, ESALQ
Prof. Dr. Marcos Milan da Faculdade Luiz de Queiroz, ESALQ
Prof. Dr. Tomas Caetano Ripoli, da Faculdade Luiz de Queiroz, ESALQ
Prof. Dr. Marcos Artes, Faculdade Paulista de Medicina.
Sr. André Durgante, cortador de cana-de-açúcar da Usina Equipav, em Promissão
Sr. Waldemir dos Santos, encarregado do setor agrícola da Usina Costa Pinto, em Piracicaba.
Sr. Marinesio dos Santos, cortador de cana da Usina Costa Pinto.

A terceira fase foi realizada por meio de coleta de informações e análise técnica das colhedoras disponibilizadas pelos fabricantes. As pesquisas de campo acorreram durante os anos de 2009 e 2010, como segue o cronograma:

1. Julho/2009: Usina Equipav, Promissão – SP.
2. Maio/2010: Usina Santa Cruz, Pirandópolis – SP.
3. Julho/2010 Usina Santo Antonio, Sertãozinho – SP.
4. Setembro/2010 Usina da Barra, Barra Bonita – SP

2. SETOR SUCROALCOOLEIRO NO BRASIL

As pesquisas históricas da origem provável da cana-de-açúcar chegam a seis mil anos a.C., em regiões próximas à Índia. Durante a Antiguidade, o açúcar não passava de uma especiaria exótica, utilizada como tempero ou remédio. O preparo de alimentos adocicados era feito com mel de abelhas (GONÇALVES, 2005).

No século XII, o açúcar chegou à Europa, e a partir disso, importantes regiões produtoras surgiram nos séculos seguintes, especialmente no extremo oriente. O interesse pela especiaria aumentou expressivamente depois do século XV, quando novas bebidas, como o café, o chá e o chocolate eram adoçados com açúcar (LIPMANN, 1941).

Em 1493, Cristóvão Colombo introduziu na América, em uma de suas expedições, onde hoje é a República Dominicana, a planta cana-de-açúcar. No Brasil, as primeiras mudas chegaram em 1532, na expedição de Martim Afonso de Souza, e a primeira lavoura de cana-de-açúcar cultivada foi introduzida na capitania hereditária de São Vicente. (QUEDA 1972). A planta se espalhou pelo litoral paulista e, em 1548 já contava com seis engenhos em pleno funcionamento, embora tenha sido no nordeste do país que evoluiu e fincou raízes, tornando-se a principal atividade exportadora nacional e agente estruturante da economia e da cultura no período colonial da região Sudeste. A produção do açúcar no Brasil proporcionou o ciclo da cana-de-açúcar, primeiro ciclo econômico do Brasil Colonial (FERLINI, 1984).

A presença da agroindústria canavieira teve um papel preponderante no desenvolvimento econômico brasileiro desde a época colonial, quando o Brasil era o maior exportador mundial de açúcar. Apesar de sofrer crises periódicas, em consequência da perda de posição hegemônica no mercado, a cana só deixou de ser o principal produto agrícola brasileiro com o início do ciclo do café. (QUEDA, 1972)

O processo de modernização do setor canavieiro surgiu com o início da participação dos governos estaduais, por meio de leis e decretos destinados a permitir que antigos senhores de engenho pudessem ampliar a escala de produção de suas unidades de

processamento de cana. Foi necessária a modernização desses engenhos para enfrentar a competição com outros países produtores.

A partir da modernização surgiu o complexo agroindustrial, cujas atividades baseavam-se na produção da cana para transformação em açúcar, álcool e demais subprodutos. A partir da Crise Internacional e a do Café, em 1930, a modernização da agroindústria canavieira é incentivada, o que permite a formação do mercado interno e nacional (SZMRECSÁNY, 1979).

Em 1933, o governo Vargas criou o Instituto do Açúcar e do Álcool (IAA), órgão governamental encarregado de dirigir, controlar e fomentar a produção sucroalcooleira em âmbito nacional, o que significou um marco na história do setor. Tal entidade foi responsável por disciplinar as conturbadas relações entre usineiros e fornecedores de cana, através de um conjunto de medidas relativas à estabilização da produção, estabelecimento de quotas para os produtores, critérios de definição de preços, pesagem, fiscalização, assistência técnica, jurídica, financeira, social, entre tantas outras (QUEDA, 1972).

Segundo Szmrecsányi (1979), o governo ficou responsável pelas seguintes atividades:

• Planejar a atuação privada setorial (o que incluía, além da fixação de cotas de produção, a comercialização interna de açúcar e de álcool);
• Direito de confiscar produtos excedentes;
• Exercer exclusivamente, por monopólio, as exportações de açúcar;
• Autorizar exportações de álcool;
• Conceder autorizações para importar açúcar e álcool;
• Controle dos preços de ambos, além de os da cana, que lhes servia de matéria-prima;
• Cobrar taxas para financiar o custeio da intervenção na atividade privada e os programas de apoio às lavouras de cana e à indústria;
• Mediação em assuntos dos agentes particulares;
• Fiscalizar o cumprimento das normas;
• Aplicar sanções;
• Zelar por iniciativas que melhorem o setor.

A consolidação das terras paulistas, como maior produtora de cana, ocorreu na Segunda Grande Guerra. O Nordeste ainda tinha como principal fonte de renda as exportações, porém em 1929, após a crise mundial, a região Nordeste começou a ter dificuldades em escoar sua produção devido à diminuição das vendas para o exterior. Já em São Paulo, o álcool foi valorizado em razão das dificuldades do uso de derivados de petróleo importados. (RICCI, 1994).

A intervenção do estado no setor canavieiro era grande. Além do IAA, o governo criou, em 1971, o Programa Nacional de Racionalização da Agroindústria Açucareira, que atuava na modernização, financiamento e pesquisa das indústrias em conjunto com o Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar, PLANALCUCAR. O processo de modernização contemplou o uso da mecanização agrícola, no preparo do solo, no plantio, carregamento e transporte.

Uma nova etapa na história do ciclo da cana no Brasil é a implantação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), em 14 de novembro de 1975, pelo decreto n° 76.593. O programa incentivou a atuação da indústria sucroalcooleira fazendo grandes investimentos com recursos públicos, que eram provenientes do Orçamento Monetário Nacional. Nessa estratégia foram dados créditos subsidiados (os juros cobrados eram sistematicamente abaixo da inflação) e financiamentos que abrangeram a constituição de uma indústria de bens de capital para atender a demanda por máquinas e equipamentos para a montagem das usinas (FISCHER, 1983).

Antes do Proálcool, o Brasil importava cerca de 70% do petróleo que consumia. Com as crises do petróleo que se seguiram a partir de 1973, e o surgimento do Proálcool, houve o incentivo à produção e uso do álcool como combustível nos automóveis. O programa alavancou o desenvolvimento de novas regiões produtoras como o Paraná, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Em menos de cinco anos, a produção de pouco mais de 300 milhões de litros ultrapassou a cifra de 11 bilhões de litros, caracterizando-o como o maior programa mundial de energia renovável já estabelecido, economizando mais de US$ 30 bilhões em divisas (FISCHER, 1983).

O Proálcool constituiu a política de produção de álcool e a formação de estoques reguladores de açúcar para o mercado interno[2]. O objetivo era subsidiar o incremento da produção do álcool, especialmente o álcool substituindo a gasolina nos motores ciclo Otto (combustão interna).

Em 1979, com o desenvolvimento da engenharia nacional, foi possível o surgimento de motores ciclo Otto, desenvolvidos para funcionar com álcool hidratado (93,9 GL) em escala industrial, surgindo o primeiro carro a álcool brasileiro, o FIAT 147. Outras montadoras tais como Ford, Volkswagen e General Motors também aderiram à produção de veículos movidos a álcool hidratado. Dessa forma, já era observada uma capacidade anual instalada equivalente a 100 milhões de barris de gasolina por ano (ANFAVEA, 1987).

O Governo, por sua parte, incentivava a compra de carros a álcool, reduzindo os impostos e concedendo financiamento subsidiado, além de fixar o preço do álcool em 50%, comparado ao da gasolina. Esses incentivos levaram a um crescimento do consumo de carros a álcool, que passou de sessenta e cinco por cento das vendas totais em 1980 para noventa e cinco em 1985 (VIAN, 2003).

Após seu ápice, o maior programa mundial de combustíveis estava em contagem regressiva. No final da década de 80, os recursos para o crédito agrícola tornaram-se escassos. O Estado iniciou uma postura mais seletiva na distribuição de recursos, fazendo com que apenas os grupos mais modernos se apropriassem dos financiamentos. (ALVES, 1991).

Em 1986, o cenário internacional do mercado petrolífero é alterado com o contrachoque do preço do barril de óleo bruto que caiu de um patamar de US$ 30 - US$ 40, para um nível de US$ 12 – US$ 20. No Brasil, novas áreas de exploração foram detectadas e novas tecnologias inovadoras foram utilizadas, como a extração de petróleo de águas profundas, que tornou viável a prospecção do petróleo nacional, com custos internos de produção mais baixos. A usinas foram forçadas a vender álcool mais barato e, portanto, não conseguiam manter a mesma margem de lucro (FISCHER, 1992).

[2] O setor canavieiro vinha passando por dificuldades devido à queda na cotação internacional do preço do açúcar.

Como efeito, em 1989 ocorreu uma crise de fornecimento de álcool hidratado, época em que os motoristas enfrentavam grandes filas para abastecer seus automóveis. Até os postos de distribuição de álcool no maior pólo processador de cana na região de Ribeirão Preto não foram poupados. Com isso, o interesse pelos motores ciclo Otto preparados para usar exclusivamente álcool hidratado desabou na década de 90. Como resultado, a participação anual dos veículos a álcool caiu até o patamar de 1,02% na frota (BERMANN, 2008).

Nesse contexto, as usinas passaram a fazer diversos investimentos para manter e aumentar seus ganhos. Na infraestrutura foram adquiridos *shiploaders*[3] para exportar açúcar e armazéns para estocagem. Foram criadas estratégias de especialização de produtos como o açúcar orgânico, orgânico light, açúcar tipo *Very High Polarization*[4] (VHP), sachês de açúcar refinado, granulados e achocolatados. Nas gôndolas dos supermercados, os diversos produtos fabricados difundem as marcas das usinas produtoras. Nesse quesito, destaca-se a Usina da Barra, na vanguarda de vários processos, com uma ampla oferta de tipos de açúcar (SILVA, 2005).

Na década de 2000 a energia da cana passou a ser melhor aproveitada, a partir da cogeração - produção simultânea de energia térmica e elétrica com uma mesma fonte primária, no caso o bagaço da cana-de-açúcar – uma fonte promissora no curto prazo de energia renovável. Com essa tecnologia, o vapor de alta pressão pode ser utilizado para alimentar um turbogerador que produz energia elétrica, enquanto o vapor de baixa pressão é utilizado no processo produtivo da usina. (BERMANN, 2003)

Segundo estudo realizado por Bermann (2003), considerando a razão 260 Kg de resíduo seco de bagaço por tonelada de cana processada, e tendo como base a obtenção de 70,2 milhões de toneladas de bagaço, tem-se 750 MW de potência instalada na região Sudeste. No Nordeste, a capacidade instalada é de 360 MW, concentrada principalmente nos estados de Pernambuco e Alagoas. Descontada a energia usada nos processos, o saldo líquido para ser comercializado é de 170 MW.

[3] Guindastes para carregamento de açúcar a granel.
[4] Açúcar bruto usado para exportação a granel

Embora exista todo esse potencial, a maioria das usinas conseguem apenas ser autos-suficientes na energia elétrica consumida, cogerada através da queima do bagaço da cana-de-açúcar. A disponibilidade de venda de energia, do ponto de vista técnico, esbarra principalmente na estrutura da caldeira. Aquelas de baixa pressão, de 22 kg/m^3, são encontradas nas usinas auto-suficientes em energia elétrica. Caldeiras de alta pressão de 80 kg/m^3 ou 90 kg/m^3 suportam uma pressão suficiente para o funcionamento da usina e assim permitem que a sobra de energia possa ser vendida (GOLDEMBERG et. al., 2000).

Se viabilizada, a venda de energia elétrica excedente pode tornar uma fonte importante de receita para as usinas, inclusive viabilizando a redução do custo dos investimentos por permitir contratos de venda de longo prazo. A maioria das usinas está localizada nas regiões de maior demanda de energia elétrica. Entre 2007 e 2008, foram gerados 1.800 MW médios de bioeletricidade; as estimativas para 2015/2016 são de 11.500 MW, o que significa um aumento de quase 600%, que representará 15% da demanda atual de energia elétrica do país (UNICA, 2008).

Portanto, esse tipo de geração pode ser estratégico para a matriz energética brasileira, como a complementaridade à geração de energia elétrica hídrica.

Entretanto, para que o potencial do setor seja aproveitado plenamente, é necessária a remoção de barreiras de ordem política que restringem os incentivos das usinas. O preço para a compra de energia elétrica que as empresas concessionárias de distribuição de energia elétrica estão dispostas a pagar é inadequado para as usinas. Outras barreiras se referem às dificuldades de acesso à rede elétrica de distribuição e à falta de interesse das concessionárias para contratos de longo prazo (BERMANN, 2003).

3. EVOLUÇÃO DOS MÉTODOS DA COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A mecanização agrícola e automação industrial são etapas comuns no desenvolvimento dos sistemas de produção capitalista. No setor canavieiro, a primeira etapa da mecanização apresentava como principal característica de inovação tecnológica a substituição da força motriz dos animais por caminhões; o braço do homem por guindastes, o emprego dos animais para a aragem do solo por tratores.

A mecanização agrícola e automação industrial são etapas comuns no desenvolvimento de produção capitalista. No setor canavieiro, a primeira etapa da mecanização apresentava como principal característica de inovação tecnológica a substituição da força motriz dos animais por caminhões e tratores, e a força do homem por guindastes.

O corte propriamente dito ficava ainda dependente do homem, que introduziu o fogo, como método de despalha para aumentar a produtividade. O trabalhador adentrava no canavial podendo cortar a cana sem o empecilho da palha. Locomover-se dentro do canavial torna-se uma tarefa muito mais fácil, cada golpe do facão atinge o rebolo diretamente, na altura correta, conforme podemos ver na figura 1. Portanto, em uma primeira análise, a despalha e a semi-mecanização diminuíram o esforço do homem.

Figura 1 Acesso ao canavial
Fonte: Elaboração do autor (2008) Usina EQUIPAV

Quando se faz uma análise mais detalhada, percebe-se que a produtividade do homem aumentou significativamente. Conforme Alves (2006), a produtividade do homem estimada em 3 toneladas na década de 60, atinge 6 toneladas na década de 80, até chegar na marca de 12 toneladas no inicio da década de 90 por dia de trabalho, portanto, o esforço físico despendido não diminuiu, apenas foi direcionado para o aumento da quantidade de cana colhida por trabalhador.

O autor define o sistema de colheita manual da seguinte forma:

> "O processo de trabalho no corte de cana consistia, na década de 80, no trabalhador cortar um retângulo; com 8,5 metros de largura, em 5 ruas (linhas em que é plantada a cana), por um comprimento que varia de trabalhador para trabalhador, que é determinado pelo que ele consegue cortar num dia de trabalho. Este retângulo é chamado pelos trabalhadores de eito e o comprimento do eito varia de trabalhador para trabalhador, porque depende do ritmo de trabalho e da resistência física de cada um e é esta distância, que é medida ao final do dia e será o indicador do seu ganho diário. Estes metros lineares de cana, multiplicados pelo valor da cana pesada pela usina, dá o valor do dia de trabalho no corte de cana para cada trabalhador. Estima-se que para cortar 6 toneladas de cana num dia, considerando uma cana de primeiro corte, de crescimento ereto, o comprimento do eito é de aproximadamente 200 metros. O trabalhador, além de cortar a cana contida na área deste retângulo (1.700 m²), deve cortar também as pontas e transportar a cana para a linha do meio (3ª linha), que dista 3 metros de cada uma das extremidades do eito"

A evolução deste sistema foi motivo de discórdia entre os usineiros e cortadores de cana. Nos anos de 1984 e 1986, os cortadores de cana tentaram parar a produção nas usinas por meio de greves e piquetes e, de outro lado, os patrões necessitavam se desvencilhar das paralisações, pois se a cana não fosse cortada no momento correto de maturação, haveria perda de sacarose da cana plantada. Obviamente, se fosse possível mecanizar todas as atividades agrícolas, os usineiros ficariam em uma situação mais confortável para aceitar ou não a pauta das reivindicações dos trabalhadores sem que as unidades de produção fossem paralisadas.

De acordo com Ripoli (et.al 1992), as principais barreiras que as usinas tinham para a mecanização completa eram: número insuficiente de colhedoras, deficiência do funcionamento do corte basal, carência de infraestrutura de apoio no campo e falta de aptidão das terras com plantio para a colheita mecanizada. Dessa forma, as mudanças

necessárias demorariam mais que uma safra o que é incompatível com o fluxo de caixa das usinas.

A estratégia encontrada pelos usineiros foi ostentar as colhedoras que já haviam adquirido, levando-as às cidades e expondo numa espécie de desfile. Essa situação fez com que fossem chamadas de colhedoras de "vitrine", uma forma de intimidar os grevistas. (ALVES 1991)

Algumas usinas conseguiram acelerar o processo de mecanização. Alves (1991) classifica-as como "unidades que se encontram na ponta do processo". Estas também usavam as últimas técnicas disponibilizadas pela Coopersucar, uma espécie de laboratório onde era possível testar as inovações técnicas antes de sua difusão.

Outro ponto que permitiu a diminuição da intensidade das paralisações foi o fato dos trabalhadores rurais reivindicarem contrato de trabalho com prazo indeterminado, de forma a manter seus cargos o ano todo, opondo-se ao trabalho safrista e o fim do entreposto, o "gato"[5], Obviamente, a situação era delicada e de certa forma contraditória, pois a possibilidade de acabar com a sazonalidade, com o emprego de mais máquinas nos canaviais, era o que levaria a mais desemprego.

Segundo Alves (1991), pode-se concluir que a luta dos trabalhadores dos anos 80 alcançou algumas metas, nas condições de vida e trabalho, fornecimento de equipamentos de proteção individual (EPI) e carteira de trabalho assinada.

[5] Pessoas que tinham a função de contratar mão-de-obra para as usinas, especialmente

Quanto à forma de pagamento, mesmo após as greves, permaneceu o cálculo da produtividade feito através da conversão entre comprimento linear de cana colhida em cada eito e o número de rebrotas. O metro linear é medido com a cana leirada no fim de cada dia pelo fiscal de turma, usando um compasso aberto com 12 graus (figura 2) e, na frente do cortador, girando o compasso a fim de estabelecer o comprimento da leira que será posteriormente convertido em toneladas, na usina.

Figura 2 Compasso para medir a quantidade de cana colhida aberto em 12 graus
Fonte: Pesquisa de campo, Usina Equipav, julho/ 2009.

3.1 O desenvolvimento das colhedoras

As pesquisas bibliográficas indicam que a primeira experiência com uma cortadeira colhedora no Brasil foi feita na Usina Monte Alegre, em Piracicaba (SP), com uma máquina americana montada sobre um trator de 36 HP, com um motor auxiliar de 20 HP para ajudar a propulsionar o equipamento, que era basicamente uma (gambiarra). Foram feitos testes em cana-planta, abrangendo uma ampla gama de variedades de cana-de-açúcar, que depois de colhidas conseguiam passar pelas correias da cortadeira e tinham uma forma mais uniforme na altura. (VEIGA FILHO, 2002).

A Usina Société de Sucreries Bresiliennes, também de Piracicaba (SP), importou uma cortadora dos Estados Unidos, praticamente na mesma época da Usina Monte Alegre.

Em vez de montada sobre um trator, a colhedora era montada sobre um caminhão. A utilização desta máquina permitiu detectar a necessidade de um equipamento capaz de operar em terrenos com declividades, cortar cana inclinada e entrelaçada. Após algumas adaptações, a usina conseguiu operar a colhedora na safra de 1957/58 e patenteou-a pela Société Sucreries que, segundo Mouras (1957), foi utilizada também na safra 1956/57. Essa máquina utilizava um motor diesel Mercedes-Benz de 105 HP, e foi uma inovação em pelo menos dois aspectos: no sistema de levantamento de cana feito por tubos de aço e correias localizados na frente e numa posição inclinada (o que permitia reunir os colmos de uma touceira e cortá-los); e um receptáculo que armazenava a cana cortada e em seguida, através de um mecanismo de elevação, conduzia a cana para um caminhão em paralelo à colhedora (KALIL, 1960).

No final da década de 1960, a SANTAL começou a importar colhedoras combinadas, efetuando o corte e carregamento. Tratava-se de uma máquina ainda simples, mas que tinha a capacidade de colher até 25 ton./h de trabalho efetivo. Em 1973 estavam presentes nos canaviais paulistas máquinas importadas, tais como a Massey Fergusson e Toft, ambas australianas. Em 1978, a SANTAL produziu a Santal Amazon, um grande sucesso devido a suas características de separar palha e terra da cana através de um sistema de ventiladores e dois discos de corte basal, princípio usado até os dias atuais (RIPOLI, 2009).

A segunda revolução tecnológica ocorreu em 1977, com as colhedoras feitas pela Toft, denominadas série 1000, 4000 e 6000, que mudaram o conceito de colhedora de cana-de-açúcar, com a substituição dos mecanismos antigos pelos de transmissão hidráulica (RIPOLI, 2009).

Na sequência o quadro 1 apresenta resumo cronológico da mecanização.

Anos	**Tipos de máquinas**
1958	Colhedora – carregadora sem desponte de colmos, montada sobre trator.
1961	Colhedora – amontuadora, sem desponte de colmos, montada sobre trator.
1967	Colhedora – amontuadora, com desponte de colmos, montada sobre trator.
1971	Colhedora – amontuadora, com desponte de colmos
1972	Colhedora autopropelida
1973	Introdução no Brasil de colhedoras Autopropelidas, Toft, R300, Massey Ferguson 201 e Clas Libertadora.
1975	Colhedora amontuadora com desponte de colmos e dispositivos de levantamento de colmos
1977	Inicio de fabricação de cortadora amontuadora com desponte de colmos, posicionando os colmos longitudinalmente ao sulco de plantio
1978	Inicio de fabricação de colhedora autopropelida totalmente nacional.
1979	Inicio de fabricação de colhedora autopropelida por *joint venture* entre grupo Dedini e Toft
1980	Colhedora amontuadora e autopropelida com desponte, com mecanismos de levantamento de colmos.

Fonte: Rílopi, 2009

Embora a evolução das colhedoras desde os anos 50 até o fim da década de 2000 seja grande, permanece a restrição quanto à declividade das terras em que as colhedoras podem trabalhar. Caso o canavial seja inapropriado para o uso de colhedoras, seja pela topografia ou o modelo escolhido, o desempenho diminui significativamente, acarretando um custo maior para a usina com a colheita mecânica, pois, o prazo de retorno do capital investido impacta diretamente no lucro.

O projeto das colhedoras é feito para atender a demanda de matéria-prima que a usina necessita, em um dado espaço de tempo, desta forma existem momentos em que não é usada a capacidade total nominal da colhedora. Portanto, o planejamento da colheita é feito com base nas decisões estratégicas da usina técnica e não na capacidade total de corte da colhedora. A engenharia das colhedoras já leva em conta estes aspectos, como resultado, tem-se o tipo de colhedora predominante nos canaviais paulistas; observar a Figura 3 abaixo.

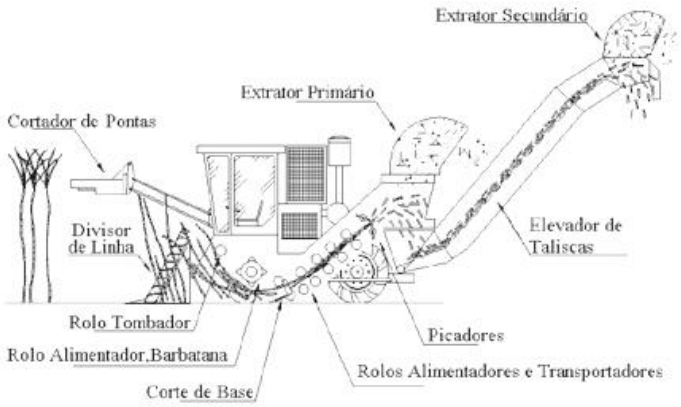

Figura 3 Esquema de uma colhedora
Fonte: Neves (2003)

De acordo com a ilustração, a cana passa por várias etapas dentro da colhedora, desde o momento do corte basal até o carregamento no veículo de transporte. A máquina é posicionada em uma fileira de cana, e quando se inicia o deslocamento da colhedora, os ponteiros são cortados pelo cortador de pontas. O sistema de alimentação é constituído pelos divisores de linhas, rolo alimentador e tombador, que direcionam a fileira de cana para o corte.

O corte de base é uma das funções da colhedora, cujo desempenho tem influência direta nas perdas e na sujeira da cana que vai para a usina. A sujeira reduz a capacidade de moagem, e aumenta as perdas de sacarose nas etapas de produção de açúcar. A operação do corte basal é realizada por dois discos rotativos com lâminas, conforme a Figura 4 abaixo.

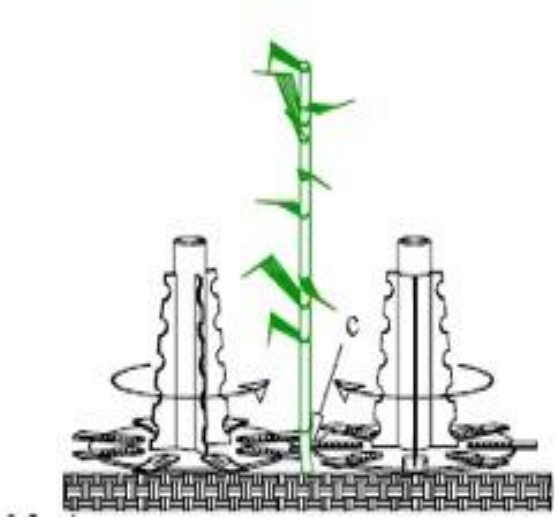

Figura 4 Esquema do corte basal
Fonte: Adaptação Braunbeck 2002 (1996)

A velocidade em que trabalham os rolos alimentadores depende da velocidade de deslocamento da colhedora. Desta forma, ao se aumentar a velocidade da colhedora, os movimentos giratórios devem aumentar proporcionalmente, o que acarreta um maior esforço do motor da colhedora e aumento do consumo de diesel.

A figura 5 abaixo mostra os discos rotativos, montados em uma colhedora CASE 7700 nos minutos antecedentes a sua operação nos canaviais da usina Equipav - SP.

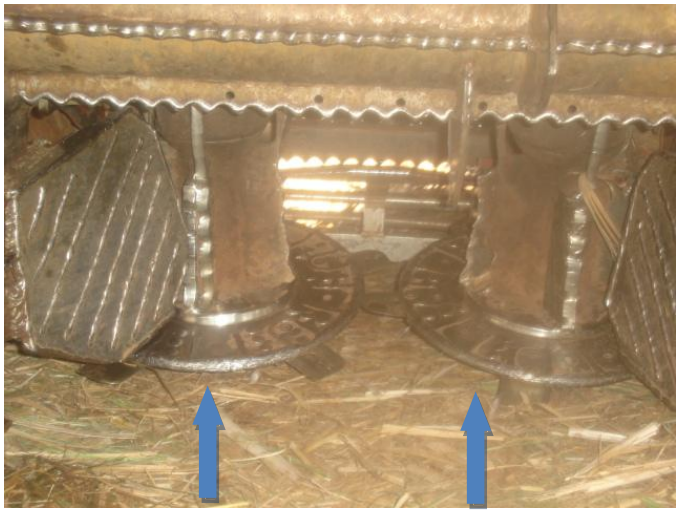

Figura 5 Sistema de facas da colhedora CASE 7700
Fonte: Elaboração do autor, Setembro de 2010

Apesar de toda a tecnologia embarcada nas colhedoras, para o ajuste do corte basal ainda existem restrições ao seu funcionamento ótimo. Em condições adequadas para o emprego de colhedoras, os colmos do canavial estão numa superfície praticamente uniforme e sem ondulações, o que não traria preocupação com ajustes. Entretanto, estas não são as condições rotineiramente enfrentadas, muitas vezes com imperfeições no solo, tais como, desníveis, buracos, pedras e tocos presentes nos canaviais. (CERRI et al. 2008)

Para evitar que as condições adversas de operação danifiquem as partes mais sensíveis, como os discos rotativos de corte, os fabricantes de colhedoras buscam meios eletrônicos e mecânicos para ajustar a altura do sistema de corte. Apesar desses esforços, foi observado que a habilidade do operador da máquina ainda é mais eficiente do que qualquer dispositivo embarcado. Mesmo com a colhedora em operação, o operador consegue fazer ajustes que permitem diminuir as perdas de matéria-prima e preservar o equipamento. Em visita de campo feita na Usina Santa Cruz, em São Paulo, observou-se um trabalho sincronizado entre o operador da máquina e o condutor do caminhão de transbordo. O condutor do transbordo tem uma visão melhor do terreno em que a colhedora está avançando, e por rádio ou sinalização com as mãos, alerta o operador da colhedora de qualquer perigo adiante.

Na Figura 6, abaixo, o operador do transbordo não conseguiu a comunicação imprescindível com o operador da colhedora, e como resultado foram deixados no campo vários rebolos.

Figura 6 Perda visível de um rebolo deixado no canavial
Fonte: Elaboração do autor, Setembro de 2010, Usina Equipav

A condição da cana no momento da colheita tem influência significativa no material colhido: colmos entrelaçados, deitados ou com grande diferença na altura provocam o "embuchamento" da colhedora, situação em que a cana amontoa-se de forma desorganizada na máquina.

No corte da cana, as perdas de matéria-prima são classificadas como perdas visíveis e não visíveis. As perdas visíveis podem ser facilmente detectadas no campo, como na Figura 6 acima. As perdas não visíveis são representadas por estilhaços e fragmentos de colmos que se desprendem durante a ação dos mecanismos de corte e picagem da colhedora e são lançados ao solo, dificultando a quantificação desse tipo de perda no canavial. Os danos do corte mecânico mal ajustado também reduzem a produtividade do canavial na safra seguinte, devido à exposição a pragas e doenças. (KROES; HARRIS, 1996)

3.2 Caracterização de sustentabilidade e energia da cana-de-açúcar

As referências teóricas sobre o crescimento sustentável começam a partir de estudos da Organização das Nações Unidas sobre mudanças climáticas, em especial na reunião chamada de Clube de Roma, representada e formada por intelectuais políticos. Essa reunião preocupava-se com questões relativas à preservação dos recursos naturais do planeta. Nesse momento, foram produzidos os primeiros estudos científicos a respeito da preservação ambiental, apresentados entre os anos de 1972 e 1974, que relacionavam quatro questões para que se alcançasse a sustentabilidade: controle do crescimento populacional industrial, insuficiência da produção de alimentos e esgotamento dos recursos naturais (GONÇALVES, 2005).

Bermann (2003) analisa da seguinte forma o ciclo de acumulação de energia na cana-de-açúcar.

> "...diariamente as ondas eletromagnéticas provenientes do sol incidem em nosso planeta trazendo consigo uma quantidade enorme de energia. Essa energia sustenta a fotossíntese, processo que combina energia do Sol com o dióxido de carbono da atmosfera. Esse processo ajuda a armazenar energia na cana-de-açúcar, em forma de hidrocarboneto".

Abaixo, a figura 7 ilustra o processo de sustentabilidade.

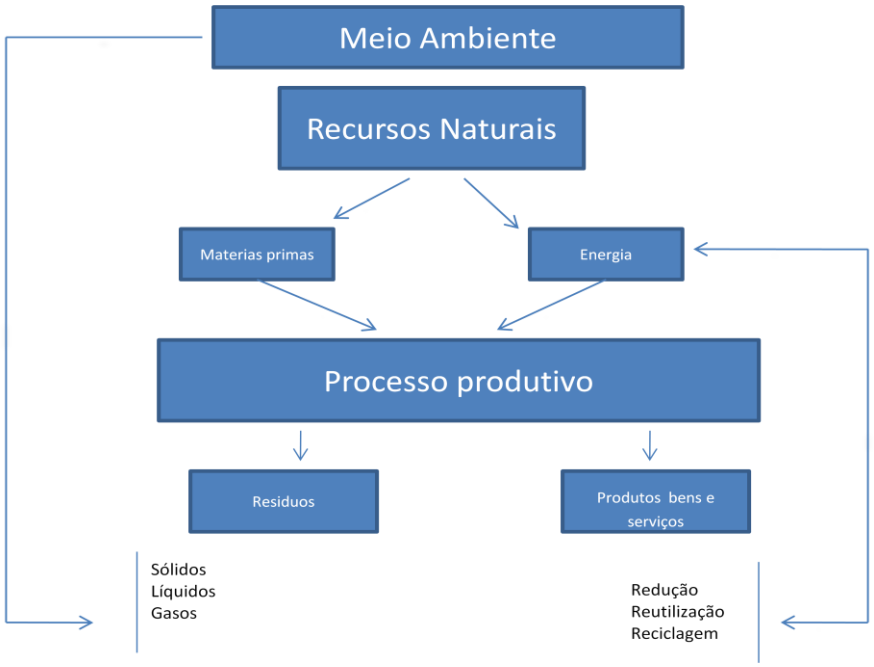

Figura 7 Processo de sustentabilidade energética
Fonte: Adaptação de Bermann (2003)

Conforme o esquema apresentado, os hidrocarbonetos da cana-de-açúcar são a fonte de energia dos açúcares, que fermentados, são transformados em álcool. Ao se queimar o álcool é liberado o dióxido de carbono (CO_2), que será captado na atmosfera no ciclo vegetativo da cana, fechando o que fecha o ciclo. Esse ciclo não é o mesmo dos combustíveis fósseis que ficaram milhões de anos armazenados no subsolo e, depois de queimados, não voltaram para o local de origem.

Em 1992, 172 governos reuniram-se na cidade do Rio de Janeiro para a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD). Em conjunto, esses países elaboraram a Agenda 21: um plano de ação mundial para promover o desenvolvimento sustentável. Dez anos se passaram e, em 2002, foi feita em Johanesburgo na África do Sul, outra conferência, na qual o progresso da agenda 21 foi revisado e avaliado. Após a análise, a meta da Conferência foi revigorar o compromisso mundial, a fim de um desenvolvimento sustentável. Como avaliado por Gonçalves (2005), um dos êxitos foi a criação de metas para o uso da energia renovável.

O reconhecimento do álcool como substituição aos combustíveis fósseis foi ratificado na divulgação do Quarto Relatório de Avaliação (Fourth Assement Report) do Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima (International Panel of Climate Change - IPCC) em 2007 (MEYER, 2007).

O setor sucroenergético acompanha esses movimentos e tira proveito destas informações para aumentar seus ganhos. Em alguns casos, os empresários traçam estratégias que não visam ao lucro imediato, mas são medidas que trarão ganhos futuros e vão ao encontro da necessidade da sociedade por energias renováveis. Estas medidas são usadas em ações políticas e estratégicas, de forma a influenciar governantes nacionais e internacionais a usarem combustíveis limpos e sustentáveis. (RIPOLI, 2009).

Para Weller et al (1999), passou a ser do interesse das empresas investir em empreendimentos que visem uma melhoria no desempenho ambiental e social, pois o retorno com a obtenção de prêmios nacionais e internacionais de qualidade e certificados (ISO) torna-se a forma mais clara de se divulgar o comprometimento social

e ambiental. Conforme Liboni (2009) a mecanização vem sendo sistematicamente usada para remover algumas das barreiras na exportação de açúcar e álcool.

Foi feito um acordo pioneiro envolvendo as empresas brasileiras Alcoeste, Cosan, Guarani e a importadora sueca Sekab, que permitiu a realização, em dezembro de 2009, do embarque de álcool com verificação de critérios de sustentabilidade para a Suécia. O acordo é fundamental para mostrar ao consumidor que o que está sendo entregue é exatamente aquilo que adquiriu: um produto que atende as expectativas de natureza ambiental e social, questões frequentemnte levantadas a respeito do álcool brasileiro e geradoras de polêmica na Europa. (LIBONI, 2009).

O acordo prevê a auditoria de todas as unidades produtoras por uma iniciativa pró-ativa para demonstrar que o álcool brasileiro não agride o meio ambiente, reduz as emissões de gás de forma significativa e respeita as leis trabalhistas do país.

Entre as principais entidades que estão trabalhando para o desenvolvimento de critérios para certificação é a *Better Sugarcane Initiative*. Criada em 2005, é uma iniciativa sem fins lucrativos que busca criar padrões de certificação.

A demanda internacional por bicombustíveis deriva, em especial, da preocupação mundial com a sustentabilidade. Neste sentido, as exportações certamente têm um conteúdo de compromissos a ser assumidos pelas empresas, no que diz respeito à produção e comercialização de álcool. Há a necessidade de uma harmonização de padrões e um esquema unificado de certificações, pois nenhum país vai se comprometer com o desenvolvimento de bicombustíveis para um mercado global se sua produção não seguir padrões sustentáveis.

Por essas razões, hoje já se verifica nas usinas brasileiras, compromissos com as boas práticas nas relações de trabalho, por iniciativa das usinas. Registro na carteira de trabalho pela própria usina e o respeito aos direitos da cidadania já são temas considerados no planejamento estratégico das empresas, mesmo que tais iniciativas possam ter, a princípio, certa dose de marketing institucional. As iniciativas pretendem assegurar aos compradores que a produção de açúcar, álcool e energia elétrica obedeceram aos critérios de sustentabilidade.

4. CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL NACIONAL INTERNACIONAL

O Brasil está há muito tempo dentre os maiores produtores de açúcar e álcool. Foi o maior exportador de ambos os produtos até a safra analisada de 2007/08. O país produziu em torno de 30 milhões de toneladas de açúcar e 22 bilhões de litros de álcool (safra 2007/2008). Possui também a maior empresa produtora de álcool e de açúcar derivados da cana-de-açúcar, além de abrigar a maior empresa geradora de energia elétrica de bagaço de cana. (UNICA, 2010)

Em 2007, o Brasil respondeu por aproximadamente 35% da produção mundial de álcool, ficando atrás dos Estados Unidos que utilizam outra tecnologia para produção, menos eficiente (milho como matéria-prima), em termos de racionalidade do uso da terra e energia despendida no processo de transformação da matéria-prima em álcool (UNICA, 2009).

Tabela 1 Produção dos principais países produtores de álcool em milhões de m^3

País/Ano	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Brasil	14,674	15,302	15,982	17,704	21,973	23,095
EUA	12,045	14,281	16,237	19,832	25,853	37,652
China	3,522	2,87	3,436	5,105	4,49	4,671
EU	2,571	2,675	2,956	3,892	4,224	5,66
Índia	1,349	0,698	0,807	1,567	1,647	2,09

Fonte: LMC - ETHANOL QUARTERLY - IST QUARTER 2008- March 2008, Elaborado: IETHA, 2009

De acordo com a tabela 1 no ano de 2008 os Estados Unidos foram os maiores produtores e consumidores de álcool etílico desde 2005. O Brasil destaca-se como o segundo maior país produtor de álcool.

Quando se examina as ações dos países que introduzem o combustível na matriz energética, observam-se diferentes motivações, e a importância relativa dessas razões varia de acordo com os interesses locais. Como discutido, as duas principais motivações dizem respeito às questões ambientais, particularmente aos problemas associados à emissão de gases de efeito estufa e a dependência de petróleo adquirido de países politicamente instáveis.

Segundo a EPE (2008), motivada pelo aumento da segurança do abastecimento e pela redução das emissões de GEE, a União Européia sinalizou recentemente que a participação das fontes renováveis será de 10% na matriz energética da área de transportes, até 2020. Essa decisão poderá representar uma necessidade de cerca de 30 bilhões de litros de biocombustíveis em 2010.

O principal impulsor para a utilização do etanol na Europa é a necessidade de diminuir as emissões de GEE, pelo compromisso dos membros da União Européia com as metas de redução previstas no Protocolo de Quioto. A promoção de políticas baseadas nessas diretivas permite metas diferenciadas entre os países. Apesar do forte apelo ambiental em relação ao uso de etanol na Europa, a relação de preços ainda é importante para estimular o consumo (ONU, 2009); (CGEE, 2004).

Quadro 2 Regulamentações mandatórias que estimularão a demanda de álcool

País	Regra
Brasil	Toda gasolina deve conter entre 20% - 25% de etanol anidro.
Canadá	5% do combustível para veículos automotivos devem conter etanol ou biodiesel
França	Tem como meta o uso de bicombustível nos combustíveis fosseis.
Alemanha	Mandatos que 8% do conteúdo energético dos combustíveis, 3,6% devem ser de etanol.
Índia	Exige 5% de etanol em toda a gasolina
China	Cinco províncias chinesas exigem a mistura de 10% de etanol - Heilongjian, Jilin, Liaoning, Anhui, e Henan.
Colômbia	Exige a mistura de 10% de etanol nas cidades com população superior a 500.000

Fonte: Renewable Fuels Association, Ethanol Industry Outlook, 2008
(*) ETBE - Etil Tércio Butil, Éter, Bioaditivo automotivo, mistura de etanol (43%) com isobuteno (57%).

Na tabela 2 é apresentada a capacidade de esmagamento de cana no Brasil, com números que reforçam o otimismo no biocombustível, pois mesmo após o Proálcool, o país continuou sua expansão na produção.

Tabela 2 Capacidade de esmagamento de cana-de-açúcar

Ano	Esmagamento (t)
1970/71	57.077
1975/76	68.322
1980/81	132.680
1985/86	223.206
1990/91	222.429
1995/96	249.876
2000/01	254.921
2005/06	382.482
2009/10	602.209

FONTE: MAPA, 2010

De acordo com a tabela 2 acima, a quantidade de cana esmagada aumentou ao longo das décadas. De 1975 até 1980, a produção mais que dobrou, mostrando o sucesso do fomento do projeto Proálcool em aumentar a capacidade de processamento de cana. Das 132 mil toneladas esmagadas em 1980, oito mil foram transformadas em açúcar. Para que a quantidade de esmagar cana fosse novamente duplicada, levaram-se praticamente vinte anos.

Ainda relativo à quantidade de cana processada na década de 2000 para o fim da mesma década, a quantidade mais que dobrou, estimulada pelo forte aquecimento entre 2005 e 2010.

4.1 Evolução da produção de álcool.

A análise da produção de álcool é feita distinguindo-se o álcool hidratado do álcool anidro. O primeiro contém mais água que o segundo, dessa forma o hidratado representa algo em torno de 95% G/L enquanto que o anidro 99,6% G/L. O álcool anidro é misturado na gasolina, numa proporção definida pela Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP) geralmente em torno de 18 - 24%. Na tabela 3 é apresentada a produção de álcool hidratado e anidro da safra de 1970/71 até 2008/09.

Tabela 3 Quantidade de álcool produzida de 1970 a 2009

Ano	Álcool Hidratado (m^3)	Álcool Anidro (m^3)
1970/71	384.833	252.316
1975/76	323.006	232.621
1980/81	1.601.086	2.105.289
1985/86	7.089.744	3.273.201
1990/91	10.228.583	1.286.568
1995/96	9.659.202	3.057.557
2000/01	4.932.805	5.584.730
2005/06	8.144.939	7.663.245
2008/09	18.782.654	6.934.099

Fonte: ANUÁRIO DA CANA-DE-AÇÚCAR, 2010

Ao se fazer a análise da tabela 3, nos anos de 1970 até 1975 a produção de álcool hidratado foi maior que a produção de álcool anidro. Até 1985, as medidas de incentivo do Proálcool já tinham sido feitas, o que mostra a diferença na produção de álcool hidratado comparado ao álcool anidro. Esta diferença permaneceu por mais alguns anos, pois a frota de veículos movidos a álcool hidratado continuava em circulação.

Em 2000, a venda de carros movidos a álcool hidratado foi pífia e o consumo de álcool anidro passou a ser maior. Este cenário sofre uma alteração quando, a partir de 2003, quando a venda de carros flex passou a ser maior do que a venda de carros movidos apenas com gasolina misturada ao álcool anidro. Os carros flex dão ao consumidor a opção de abastecer seus carros com álcool hidratado, caso seja conveniente, ou optar pelo uso da gasolina, misturada com o álcool anidro

4.2 Exportação de álcool

O aumento das exportações de álcool na década de 2000 comprova as vantagens do álcool produzido no Brasil. Entre os anos de 2000 e 2008 as vendas externas cresceram 2.151,9%, em volume, passando a 5,1 bilhões de litros. Este crescimento deu-se, mesmo em um mercado externo hostil, devido às barreiras tarifárias e subsídios que paulatinamente vêm sendo removidos, criando um ambiente menos agressivo para os produtores brasileiros (UNICA, 2009).

O aumento do preço do petróleo no mercado internacional para além dos U$ 100,00, durante parte do ano de 2008, e a quebra da safra de milho nos Estados Unidos devido a condições pluviais adversas, foram os principais motivos para a forte expansão nas exportações brasileiras de álcool em 2008. Segundo dados da UNICA, o total exportado cresceu 45% e passou de 3,5 bilhões de litros em 2007 para 5,1 bilhões em 2008, gerando uma receita de US$2,39 bilhões, 62% superior à receita de 2007, de US$1,48 bilhões, conforme dados da tabela 4 abaixo.

Tabela 4 Exportação anual de álcool

Ano	Milhões de litros
2000	227,3
2001	345,7
2002	789,2
2003	757,4
2004	2.408,3
2005	2.600,6
2006	3.416,6
2007	3.530,1

Fonte: Secretaria de Comércio Exterior (Secex) e Unica, 2008

Os Estados Unidos continuam sendo os maiores importadores do álcool brasileiro, com aproximadamente 30% do volume exportado, conforme a tabela 4 e, se forem somadas as importações via triangulação do Caribe, o percentual de importações de álcool brasileiro aumenta para 56%. A triangulação ou acordo CBI (Caribbean Basin Initiative)

permite que os países participantes exportem sem tarifas o equivalente a até 7% do consumo americano. Estas exportações para os Estados Unidos podem ser realizadas desde que alguma etapa do processo industrial seja realizada pelos membros do CBI. O Brasil usa o expediente de exportar o álcool hidratado, que, quando chega nesses países, é destilado e transformado em álcool anidro, pronto para ser misturado na gasolina. Abaixo, na tabela 5, podemos ver as exportações para os principais países compradores.

Tabela 5 Exportação anual de álcool por países (milhões de litros)

País	2006	2007	2008
Estados Unidos	1.749,2	849,7	1.519,4
Países baixos	344,5	800,9	1.311,4
Jamaica	133,0	312,1	436,1
El Salvador	182,7	226,8	355,9
Japão	227,7	367,2	263,2
Coréia do Sul	93,4	67,4	186,6
Costa Rica	92,2	172,2	109,4
Nigéria	43,1	124,2	97,8
Reino Unido	26,7	47,1	69,6
Índia	9,9		66,4
Canadá	18,6	4,2	37,2
México	50,7	50,2	30,4
Porto Rico	10,2	14,4	10,2
França	8,8	5,0	10,2
Suécia	201,3	128,5	5,1

Fonte: Secretaria de Comércio Exterior, 2008

O segundo maior importador de etanol do Brasil é a União Européia (UE), com 1,47 bilhões de litros em 2008, ou seja, 29% do total. O volume importado pela UE permaneceu estável percentualmente, mas cresceu em números absolutos de 2007 (931 milhões de litros) para 2008. Além dos Estados Unidos, CBI e UE integram a relação dos dez maiores importadores de álcool do Brasil, destacando-se os Asiáticos, China e Japão. Grandes países processadores de cana-de-açúcar, como África do Sul e Índia, pouco importam álcool do Brasil, o que não se deve estabelecer como regra para a importação de açúcar.

A falta de um mercado próprio de bicombustíveis na Europa ainda é um obstáculo, embora a Diretiva Européia sobre energias renováveis nos transportes, aprovada pela Comissão Européia, venha estimulando a existência de um mercado de álcool como commodity.

Conforme Liboni (2009), é necessário estimular a produção internacional de álcool, estabelecer especificações e critérios de padronização do produto e de seus modos de produção e, com isso, o Brasil pode aumentar sua oferta do combustível.

5. AMPLIAÇÃO DA ÁREA MECANIZADA

A implementação do corte mecanizado já permite a adoção do uso das colhedoras em 70% da região Centro- Sul. As regiões em que a mecanização tem mais dificuldade de inserção são o Norte e o Nordeste, onde apenas 30% da área cultivada permitem esse sistema de colheita. Nessas regiões predominam áreas de relevo com grande declividade, principalmente no Estado de Pernambuco e norte de Alagoas. Quanto ao Estado de Alagoas, deve-se ressaltar a importância deste como cultivador da cana dentro da região nordeste do país, embora observada a diminuição da produção nessas áreas, pois os grandes grupos canavieiros têm buscado investimentos na região Centro – Sul. A partir de dados fornecidos pelo IBGE do Estado, é possível mecanizar 48,23% de sua área (RÍPOLI, 2009). No Estado de Pernambuco encontram-se os menores percentuais de áreas favoráveis à mecanização nas áreas plantadas, em média 49,9%. Neste Estado existe certa preocupação, pois se trata de um território tradicional na plantação de cana, e, em 2007, foi o segundo maior produtor no nordeste.

Na Paraíba, o total da área mecanizável é de 80,93%, entretanto, é o menor Estado na plantação de cana, baseado nos dados de 2006. Dessa forma, conclui-se que esses Estados têm possibilidades muito menores na capacidade de se apropriar dos benefícios das colhedoras. (RIPOLI et. al., 2009).

Tabela 6 Evolução da colheita mecanizada por região

Anos	São Paulo (%)	Centro-Sul (%)	Nordeste (%)	Brasil (%)
1994	-	-	-	4,0
1997	17,8	15,4	3,2	13,5
1998	26,4	24,9	5,7	23,8
1999	22,3	25,3	5,9	23,0
2000	30,5	28,0	7,6	24,7
2001	33,2	31,2	8,0	29,7
2002	35,5	32,5	9,1	31,8
2005	35,4	33,3	9.6	-
2006	36,2	34,8	9,9	-
2007	40,7	38,2	10,7	-

Fonte: Ripoli2009

A análise desta tabela mostra que o Instituto de Economia Agrícola – IEA informa que o percentual estimado da área de cana colhida mecanicamente em 2007 foi de 40,7% do total da área colhida no Estado de São Paulo. Na safra 2008, o percentual da área colhida alcançou 49,1%, o que significa um incremento de 157 mil /há, atingindo um patamar de 2,0 milhões de hectares, segundo dados agregados pelo Instituo Nacional de Pesquisas Especiais (INPE, 2009).

Caso seja analisada a cana colhida nos canaviais pertencente às usinas paulistas, descartando as áreas cultivadas por fornecedores, o índice de mecanização fica maior, atingindo em média 60% da área colhida. A UNICA (2009) estimou que os planos das unidades produtoras eram ainda mais ambiciosos, porém, a dificuldade de crédito, causada pela crise financeira, interrompeu os investimentos das usinas em 2008.

O Estado de São Paulo tem grande vantagem, pois nos municípios que já detêm grandes extensões de terras que proporcionam boa produtividade, em média, 94,6% da área de plantio, pode-se implementar a mecanização da colheita. O Estado já conta com uma infraestrutura de apoio à mecanização, como oficina para reparos das máquinas e empresas autorizadas.

Os mesmos autores afirmam que existe uma tendência de diminuição da produção de cana nessa região e diversos grupos econômicos estão adquirindo unidades na região centro-sul. Os Estados de São Paulo, Goiás e Mato Grosso são as regiões que estão se recebendo novas unidades agroindustriais, fruto do aumento da área destinada à lavoura no Brasil.

5.1 As estratégias de mecanização e gestão do contingente de cortadores de cana

O processo de mecanização nas usinas de São Paulo é assimétrico. Isto é comprovado na presente dissertação e na tese de doutorado de Liboni (2009) que coletou informações diretamente em 8 grupos selecionados: Grupo Balbo, Pedra Agroindustrial, Grupo São João, Grupo São Martinho, Grupo Cosan, Usina São Manuel e Santa Elisa que serão reproduzidos, comentados e analisados nesse item. Na tese de doutorado citada, o objetivo foi "...investigar as mudanças ocorridas no mercado de trabalho no setor, com destaques para suas ocupações, bem como analisar o perfil da mão de obra exigida na cultura canavieira...".

O grupo Balbo, fundado em 1946, tem capacidade atual de moagem de 5 milhões de toneladas de cana, sendo esta fornecida por mais de 300 produtores autônomos e por uma empresa agropecuária do próprio grupo, que explora, em regime de parceria, terras próprias das usinas e de terceiros. Há catorze anos o grupo consome energia elétrica gerada nas próprias unidades, a partir do bagaço de cana, sendo auto-suficientes para sua atividade industrial. Geram, inclusive, excedentes de energia e fornecem eletricidade para a Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL). A energia total produzida pela empresa dá para abastecer uma cidade com 80 mil habitantes. A empresa tem projeto para ampliar a co-geração de eletricidade e já comercializou créditos de carbono de três safras.

Pesquisas tecnológicas na empresa permitem o emprego de novos produtos, como o plástico biodegradável e produtos orgânicos. Iniciado em 1987, o Projeto Cana Verde, com sistema global de produção e colheita de cana crua, a partir da colheita de cana sem queima, permitiu a otimização do uso dos resíduos orgânicos industriais como fontes de nutrientes e, ainda, a prática de adubação verde em sistema de rotação de cultura. Tal

procedimento habilitou a empresa a obter a certificação de produtor orgânico de áreas de cana em larga escala. O trabalho realizado pela usina é o maior empreendimento de agricultura orgânica do mundo na atualidade, segundo os principais órgãos certificadores internacionais

Por meio deste projeto a empresa reduziu drasticamente o uso da mão de obra no campo, já que a colheita é 70% mecanizada. Ainda assim, a mão de obra rural é de 1.5 mil funcionários, sendo 70% fixos e 30% safristas, dos quais 15% ainda são migrantes. A projeção para 2012 é de que 85% da colheita sejam mecanizadas e que haja 500 cortadores de cana no grupo, que permanecerão devido aos tratos culturais. Os demais trabalhadores rurais deixarão de ser contratados e os que são permanentes serão treinados para outras áreas da empresa. Há no grupo uma séria política de retenção, que vai desde a área agrícola até a área administrativa e industrial. Os funcionários são estimulados a fazerem suas carreiras dentro da empresa, inclusive os cortadores de cana, que quando chegam aos 45 anos e ficam frágeis para o trabalho braçal no campo, são treinados para outras áreas.

Com a expansão e mecanização a demanda por profissionais está crescendo rapidamente e a empresa tem procurado investir no desenvolvimento, qualificação e treinamento, mas o crescimento da demanda é mais rápido que o processo interno de formação de talentos. Tem sido grande a procura para profissionais como supervisores de destilarias e de fábricas de açúcar, caldeireiros, operadores de moenda, técnicos em elétrica e automação, mecânicos, motoristas, entre outros.

Até hoje 100 funcionários da área agrícola foram treinados para serem absorvidos em outras áreas da empresa. Há hoje uma política de treinamento que consiste em levantar as necessidades da organização e dos funcionários para montar os treinamentos *in company*, na maioria das vezes com o auxílio do Serviço Nacional De Aprendizagem Industrial SENAI. Há também estímulos para que os funcionários busquem os cursos de capacitação, especialização e reciclagem fora da empresa, o que ocorre mediante oferecimento de bolsas de estudo.

O Grupo está fazendo sua expansão por meio da construção de um novo negócio na cidade de Andradina, que possui 100% da colheita mecanizada e já processou na

primeira safra 1,3 milhões de tonelada de cana. Foram muitas as dificuldades para encontrar mão-de-obra qualificada na região, tanto para a área industrial, como para a área agrícola já que há competência local é voltada para o leite. Hoje a empresa está treinando 63 lideres na matriz para serem, posteriormente, reenviados (são moradores locais, de Uberaba) para a nova usina e disseminarem seus conhecimentos, Já na área agrícola, para o preparo do solo e plantio, a empresa buscou 600 migrantes no norte e os trouxe um prazo determinado, a com a passagem de volta marcada e comprada. Ofereceu alojamento, alimentação, transporte, refeitório, médicos e nutricionistas. Construiu toda uma infraestrutura para receber estes trabalhadores e já moeu na primeira safra 1 milhão de toneladas de cana.

Para a empresa, o maior desafio do setor é a falta de mão-de-obra qualificada, e ao mesmo tempo a falta de escolas técnicas capazes de atender a demanda do setor. Segundo os entrevistados por Liboni (2008) deveria haver uma ação conjunta entre as usinas e o governo para criar mecanismos de qualificação e, em especial, criar mecanismos para auxiliar cortador de cana a regressar para sua cidade natal. Uma alternativa seria a parceria com as indústrias de bens de capital no setor, que poderiam absorver uma parcela destes trabalhadores demitidos e criar, conjuntamente com as usinas, centros de treinamentos técnicos.

O grupo Pedra tem capacidade atual de moagem de 8,5 milhões de toneladas de cana e possui 700 trabalhadores rurais no quadro de funcionários. A empresa não trabalha com migrantes e utiliza uma pequena quantidade de safristas. A previsão é que em 2012, o grupo esteja moendo 10 milhões de toneladas de cana e tenha um total de 300 trabalhadores rurais

O Grupo também é auto-suficiente em energia elétrica e gera excedente de energia e fornece eletricidade para a Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL). A colheita em 2009 foi de 77,6% mecanizada. Devido ao aumento do índice de mecanização haverá a diminuição na contratação de trabalhadores rurais, como descrito acima.

A empresa tem contado com uma política de treinamento realizada sob demanda, de acordo com as necessidades da empresa. Esta é chamada “Escolinha Interna”, que até hoje já treinou 350 cortadores de cana para serem operadores de máquinas, com aulas

teóricas e práticas. O grupo utiliza serviços do SENAI em alguns treinamentos pontuais e oferece aos trabalhadores a possibilidade de bolsas de estudo para que busquem estudar e se especializar. O grupo também tem uma forte orientação interna, buscando capacitar o trabalhador da empresa antes de buscar um novo mercado.

A Companhia Energética Santa Elisa já era uma das maiores e mais importantes empresas do setor sucroalcooleiro e passou por inúmeras modificações em sua estrutura societária organizacional, o trouxe impactos no seu potencial produtivo e na sua atuação de mercado.

São quatro unidades industriais formadas a partir da fusão: Santa Elisa (Sertãozinho-SP) Vale Do Rosário (Morro Agudo-SP), MB (Morro Agudo-SP) e Jardest (Jardinópolis-SP), constituindo assim um holding. A idéia é adotar as melhores práticas existentes em cada unidade em um processo contínuo de troca de experiências, valorizando e utilizando as competências das usinas do grupo para oferecer as melhores soluções em energia renovável. Para o mercado interno e externo. A holding também tem participação em mais duas usinas, 65% na Continental (Colômbia-SP) e 50% na Tropical Bioenergia (Edéia - GO).

O grupo entra agora numa nova fase de expansão, pois investe na construção de novas usinas e diversifica os negócios, em busca da liderança mundial na oferta de soluções de energia renovável. O crescimento conta com parceiros internacionais. Um dos investidores mais importantes, o Banco Goldman Sachs realizou um investimento de R$ 400 milhões e possui 15% de participação na holding. O projeto de expansão conta ainda com a participação do Açúcar e Álcool Fundo de Investimentos e Participações (FIP), na empresa CNAA - Companhia Nacional de Açúcar e Álcool, que tem o controle de outras quatro usinas que serão construídas em Goiás e Minas Gerais. Além disso, há ainda a parceria entre a Tem Dow Chemical e a Crystalsev, empresa do grupo, para a construção de um pólo álcool-químico para a produção de polietileno a partir do etanol. A produção inicial do plástico será de 350 mil toneladas/ano e está prevista para 2011. Com estas ações e investimento previsto na ordem de R$ 3,3 bilhões, objetivo é aumentar a moagem de cana de 22 milhões de toneladas para 38 milhões de toneladas até 2012.

Os treinamentos dentro da usina são sob demanda e o objetivo do grupo é aproveitar a mão-de-obra interna e a mão-de-obra das cidades locais, onde estão sendo montados os novos projetos. Estes trabalhadores têm sido capacitados para atuar nas novas unidades e, muitas vezes, têm sido levados para a matriz para receberem treinamento técnico necessário para que operem nas novas usinas. Para o grupo o maior desafio tem sido encontrar mão-de-obra qualificada e nem sempre é possível treiná-la dentro da própria empresa, pois o cortador de cana, muitas vezes, não consegue atender à necessidade da vaga, pela baixa escolaridade.

A previsão para 2012, é de que o índice de mecanização chegue a 100%, e que os trabalhadores rurais sejam reduzidos, aproximadamente, em 4.000 pessoas, totalizando assim 6.500 trabalhadores. O grupo tem crescido tão rapidamente que não foi possível sentir ainda o peso das demissões, porém elas acontecerão e a empresa tem buscado recrutar os cortadores de cana mais aptos para suprir a demanda de outras ocupações, como motoristas, por exemplo. O grupo acredita que o setor tem auxiliado no desenvolvimento da indústria de bens de capital, fornecedora de máquinas e equipamentos canavieiros, e vê a parceria com as indústrias como uma alternativa para treinar cortadores de cana para serem soldadores, metalúrgicos, entre outros.

A Usina São Manoel processa três milhões de toneladas de cana-de-açúcar por ano e possui 3 mil funcionários. A usina tem 33% da sua colheita realizada de forma mecânica e possui em torno de 1.200 trabalhadores rurais no corte de cana atualmente, sendo 500 deles migrantes. A estimativa é que para o ano de 2012, a empresa tenha atingido 100% de colheita mecanizada, Com apenas 550 cortadores de cana no quadro de funcionários. Para que isso ocorra a usina não terá que fazer cortes de funcionários, pois a quantidade de trabalhadores que serão reduzidos do corte é a mesma quantidade de migrantes utilizada atualmente, justificada pela falta de mão-de-obra disponível na região para esta atividade. Mesmo assim, o grupo investe em treinamento para capacitar cortadores de cana para as funções de motoristas, mecânicos, operadores e outras atividades de apoio. Até agora já foram treinados 130 trabalhadores para estas funções. Além disso, a empresa conta com um programa de capacitação que visa preparar os trabalhadores para agricultura de precisão; esse programa já capacitou em outras safras cerca de 400 pessoas; e visa, para o próximo ano, capacitar cerca de 850 colaboradores.

Desde 1992, a usina possui um programa de capacitação interna e, além disso, controla rigorosamente a escolaridade dos seus colaboradores, incentivando-os a buscar a educação técnica e apoiando-os nos estudos. Na área industrial da usina não há trabalhadores com escolaridade inferior ao 2º grau completo, justamente porque a empresa incentiva os seus trabalhadores a estudar gratuitamente.

Para a Usina São Manoel o setor enfrenta um grave problema para encontrar profissionais qualificados no nível técnico e gerencial. As novas usinas que surgiram nos últimos anos passaram a competir pela mão-de-obra que havia disponível no mercado e não houve tempo de formar profissionais suficientes para atender à demanda emergente. Faltam engenheiros, agrônomos, químicos, entre outros. A resolução deste problema está no engajamento de entidades e na união das usinas para apoiar a elevação das capacidades e competências dos colaboradores ligados ao setor.

O Grupo USJ tem capacidade de processamento de 6 milhões de toneladas de cana-de-açúcar e emprega mais de dois mil trabalhadores rurais. A Usina, que é auto-suficiente em energia elétrica e tem uma política fortemente voltada para as questões ambientais, é 70% mecanizada e em 2012, este índice deverá chegar a 90%. Foi iniciado há quatro anos a implantação da primeira unidade de produção de açúcar, álcool e energia elétrica no estado de Goiás, no município de Quirinópolis. A usina, Usina S. Francisco, em 2007 começou suas atividades processando 1,5 milhões de toneladas de cana-de-açúcar e em 2008, na segunda fase do projeto, ampliou a capacidade para 4,5 milhões de toneladas de cana. Alinhado ao crescimento da demanda pelo etanol, o Grupo USJ irá inaugurar em 2009, sua segunda unidade no estado de Goiás, no município de Cachoeira Dourada, com capacidade inicial de processamento de 2,5 milhões de toneladas de cana para a produção de etanol e energia elétrica. A previsão é que para o fim de 2012, o grupo esteja moendo mais de 10 milhões de toneladas de cana-de-açúcar.

As novas unidades, 100% mecanizadas, no entanto, já encontrou inúmeras dificuldades com a ausência de mão-de-obra local o que já chegou até mesmo a prejudicar as atividades das usinas. Ao iniciar o processo de expansão, a Usina São João imaginava que não teria problemas com a mão-de-obra, porém nas cidades em que montaram os novos empreendimentos a educação técnica era baixíssima e os trabalhadores eram pouco qualificados; a dificuldade era enorme para encontrar até mesmo mecânicos.

Além disso, passaram por grandes problemas para compreender a cultura local e tiveram dificuldades para incutir no trabalhador um comportamento mais engajado e profissional.

A iniciativa de levar os trabalhadores locais para a matriz em Araras não funcionou bem. A empresa reconhece que a sua Gerência de Recursos Humanos não estava preparada e não havia uma política formal e organizada de treinamento. Para o grupo, a falta de mão-de-obra foi e ainda é um grave problema a ser enfrentado. Nos centros tradicionais há a concorrência de outros grupos e a mão-de-obra está sendo cada vez mais assediada; nas novas fronteiras agrícolas o maior problema é a falta de qualificação e a falta de uma formação comportamental adequada para o trabalho.

Será fundamental que o setor, juntamente com o poder público e com sistemas como SENAI e SENAR possam criar mecanismos para treinar estes trabalhadores. Ao mesmo tempo, há a perspectiva de demissão nas regiões tradicionais. O grupo tem elaborado treinamentos internos para realocar os trabalhadores rurais, porém muitos deixarão de ser contratados para as safras em que houver maior índice de mecanização.

Já para o Grupo COSAN, que é um dos maiores produtores de açúcar e etanol do mundo, com capacidade para moer 43 milhões de toneladas, o problema da mão-de-obra é um desafio de proporções ainda maiores. O grupo oferece em torno de 40 mil empregos, dentre os quais 18 mil são cortadores de cana nas suas 17 unidades produtoras. Destes, 10 mil são migrantes temporários e ficam instalados, durante a safra, nos 36 alojamentos do grupo, que oferecem infraestrutura com dormitórios, refeitório com nutricionista, área de lazer, centro de convivência e outras atividades, entre elas o curso de alfabetização para migrantes, oferecido durante a safra. O grupo tem 30% de mecanização na área mecanizável e prevê chegar a 2012, com 70% de mecanização.

A COSAN está expandindo suas atividades para a região Centro-oeste, com a construção de mais 3 unidades em Goiás: Jataí, Montividiu e Paraúna, que processarão 10 milhões de toneladas de cana-de-açúcar por ano-safra. Nestas unidades, que estão com previsão para iniciarem suas operações entre setembro de 2009 e julho de 2010, a colheita serão 95% mecânica e 5% manual. Estas usinas terão como foco a produção de

etanol e irão oferecer juntas em torno de 4.500 empregos diretos. Estes trabalhadores deverão ser contratados diretamente nas cidades locais e, eventualmente, treinados nas próprias unidades.

Para todas as unidades do grupo há um programa sólido de treinamento, que busca qualificar a mão-de-obra interna. Esta é uma ocorrência cotidiana e o recrutamento interno tem sido uma importante fonte de atendimento de cargos em outras áreas da empresa, tais como operadores de máquinas agrícolas, motoristas, oficinas mecânicas e área industrial. Anualmente são reaproveitados de 100 a 120 trabalhadores. De forma geral, o grupo tem sentido cada vez mais a falta de mão-de-obra qualificada, mas também tem sentido, inclusive, a falta do próprio cortador de cana que, segundo o Grupo, com a expansão do setor ficou mais escasso. A saída tem sido justamente treinar os colaboradores internos para suprir a ausência de trabalhadores no mercado de trabalho. De acordo com os entrevistados, não foi possível sentir ainda as demissões dos trabalhadores rurais, em função da mecanização, pois o grupo trabalha com pouco migrante safrista. Além disso, o grupo está passando por um amplo processo de expansão produtiva e de área plantada, o que tende a minimizar os efeitos da agenda de mecanização.

O trabalho realizado para alfabetizar os migrantes é uma extensão da crença do grupo de que é preciso alfabetizar para poder requalificar e auxiliar os trabalhadores a serem absorvidos na sociedade. O Grupo não consegue requalificar os migrantes, pois o tempo que permanecem nas unidades é suficiente apenas para alfabetizá-lo, o que já é um grande passo para melhorar as oportunidades destes trabalhadores no mercado de trabalho. Nesta empresa, existe uma Fundação que trabalha com 600 crianças, 50% filhos de funcionários e 50% crianças das comunidades. Esta fundação, oferece reforço escolar e aulas de cidadania, além de ser um espaço onde são oferecidas aulas de teatro e outros ofícios. A COSAN também oferece, além dos programas de capacitação operacional, programas de capacitação gerencial para seus funcionários, pois acredita que este será um aspecto importante no profissional do futuro no setor, além de trabalhar com *trainees*, para desenvolvê-los de forma a assumir cargos técnicos e de gestão.

No caso do Grupo São Martinho, cuja capacidade instalada é para processar 12 milhões de toneladas de cana ao ano, com 92% de sua colheita mecanizada (85% apenas na Usina São Martinho), o número de colaboradores é da ordem de 4.000 pessoas, dos quais 1.600 são cortadores de cana. A previsão é que para 2012, sejam, no máximo, 600 trabalhadores rurais no corte da cana contratados pela empresa (320 apenas para a Usina São Martinho), que tem forte política de não contratação de migrantes e redução de safristas. Com o aumento da mecanização, no entanto, tem sido necessária a contratação de trabalhadores por safra na entressafra, para as atividades de plantio e manejo. A estimativa é que em 2012, o grupo, que hoje somando as novas áreas tem 80% de mecanização, terá 100% de colheita mecanizada. Este tem sido um processo gradual, há 12 anos o grupo tem investido na mecanização e muitos trabalhadores deixaram de ser contratados. Porém, segundo o grupo, o número de demissões foi bem pequeno; historicamente, nestes 10 últimos anos, em torno de 1.500 pessoas foram demitidas em função da colheita mecânica.

Também auto-suficiente em energia elétrica, está a empresa está expandindo suas atividades. Para a região Centro-Oeste, com a implantação de uma usina, 100% mecanizada, em Quirinópolis, Goiás, com capacidade para moer 1,2 milhões de toneladas de cana para a produção de etanol. Até 2012 esta unidade deverá processar em torno de 3,5 milhões de toneladas de cana. O Grupo enfrentou e ainda enfrenta o desafio da carência de mão-de-obra qualificada para a implantação da usina em Quirinópolis; os trabalhadores locais foram encaminhados para a matriz e lá ficaram durante um ano para serem treinados e qualificados para operarem a usina.

Nas suas unidades tradicionais da empresa existe um forte trabalho de educação comportamental com seus colaboradores. Além disso, tem buscado conscientizá-los da importância do estudo e da qualificação, estimulando-os a buscar novos horizontes profissionais, especialmente o rurícola, que deve se preparar melhor para o mercado de trabalho. Os trabalhadores rurais têm sido selecionados todos os anos para trabalharem em novas funções do grupo, como no controle biológico de pragas, operadores, tratoristas, mecânicos, entre outros. É um aproveitamento interno que é feito na empresa e os trabalhadores concorrem às vagas. Isto fica mais fácil de ser realizado, pois o grupo conta com uma estrutura sólida de plano de carreira, algo bastante incipiente ainda no setor. Hoje há 50 ou 60 pessoas neste processo, sendo treinados para outras ocupações e

nos últimos dez anos foram treinados em torno de 200 trabalhadores para funções de operadores, auxiliares, entre outros.

Os programas de formação são realizados internamente em parceria com o SENAI e de acordo com a demanda da empresa. A preocupação com a política de treinamento do grupo é intensa, pois eles acreditam que este é o maior desafio do setor, que poderá até perder muitos projetos por falta de mão-de-obra nas novas fronteiras agrícolas. Para o grupo é fundamental que instituições públicas e privadas criem cursos nestas novas fronteiras, em parceria, para poderem atender à demanda local. Para o grupo, seria importante realizar uma ação conjunta, entre usinas, fornecedores de cana, empresas de equipamento e inclusive com a participação do poder público, pois este é um grave problema do setor e até mesmo do país.

O grupo também tem investido na formação gerencial, com bolsas de estudo, um programa para preparação de lideranças e programas de treinees estagiários, de modo que estes jovens profissionais (em torno de 30) sejam formados para trabalhar no grupo. A empresa se sente responsável por criar estratégias para os trabalhadores, entende que este trabalho deve ser feito de forma corporativa e o objetivo agora é ampliar os programas de qualificação e formação, inclusive com a criação de uma escola para o grupo. A idéia é criar uma sólida estratégia de formação de pessoas, com programas bem estruturados e com a compreensão de que estão formando trabalhadores para o grupo e para o mercado como um todo, o que é positivo, pois é uma forma de contribuírem com um sério problema social. Para o grupo, independente da demanda interna, é fundamental que as usinas promovam a capacitação, inclusive para preparar os trabalhadores para o mercado de trabalho. A idéia é ampliar os projetos de capacitação interna, que oferecem hoje vagas fixas para mecânicos, operadores de colhedoras e de máquinas agrícolas, entre outros.

Para o grupo esta é uma importante fase de transição do setor, em que se torna fundamental alfabetizar e qualificar o cortador de cana, criar políticas públicas locais para o migrante e qualificar mão-de-obra intera e externa para funções técnicas e operacionais. De todas as ações a mais importante ainda é a alfabetização. O grupo acredita que seria possível a criação de uma fundação, que trabalhasse com este propósito.

Conforme Liboni (2009) o esforço em fazer as entrevistas acima descritas foram fundamentais, pois possibilitou o contato com diversos agentes diretamente envolvidos no setor.

O conhecimento adquirido foi amplo e possibilitou a formação e confirmação dos desafios enfrentados pelo setor com a questão da mão-de-obra. Além disso, foi possível verificar o que os grupos estão fazendo e como estão se mobilizando para resolver este problema. Também foi possível debater e refletir quais são as demais ações que poderiam ser tomadas e por quais agentes para que o desafio da carência de mão-de-obra qualificada e a falta de qualificação dos cortadores de cana possam ser resolvidos. O setor tem demandado grande número de trabalhadores, ocasionando expressiva concorrência por mão-de-obra qualificada. As novas unidades produtivas surgem 100% mecanizadas e demandam um profissional mais preparado tecnicamente. Já nas unidades tradicionais há uma forte tendência de demissão dos trabalhadores rurais e aumento de profissionais mais especializados.

Com a proibição da queima da cana-de-açúcar e o consequente aumento da mecanização do corte nas áreas tradicionais, a quantidade de cortadores de cana demitidos até 2012 será significativo (quadro seis), o que incita uma séria preocupação em relação às ações para minimizar o problema da falta de perspectiva desta mão-de-obra. Na tabela 7 está a síntese das áreas mecanizadas pelos grupos estudados e a previsão de mecanização.

Tabela 7 Área mecanizada por usina e projeção para 2012

USINAS	% da Colheita Mecanizada 2008	% da colheita mecanizada 2012	Evolução
Balbo	70	85	21,4%
Cosan	30	70	133.3%
Pedra	78	90	15,4%
São Manuel	33	100	20,30%
S. Vale	85	100	17,60%
Usina São João	70	90	28,60%
São Martinho	82	98	15,3%
Usina Santa Cruz	92	100	0,00
Usina Lins	100	100	0,00%

Fonte: Elaboração própria com base em entrevistas, e Liboni (2009)

Independente da origem destes trabalhadores, migrantes ou locais, haverá uma drástica redução desta mão-de-obra rural no setor. As sete usinas analisadas demonstraram, durante a entrevista, um incremento médio no índice de mecanização de 60% e uma perspectiva de redução média de 50% no número de cortadores de cana até 2012. O Grupo COSAN não disponibilizou a informação do número de trabalhadores rurais previstos para 2012, porém pelo incremento da mecanização da colheita é possível inferir que os trabalhadores dispensados serão em torno de 10.800, em especial devido ao número de cortadores de cana presentes no grupo hoje.

O número de trabalhadores demitidos, fornecido pelas empresas, refere-se aos trabalhadores em folha de pagamento, contratados diretamente pelas usinas. Os demais trabalhadores utilizados pelas usinas são contratados temporariamente (contrato de safra) e, por isso, não serão demitidos, mas deixarão de ser contratados na safra seguinte. Isto, portanto, também aumenta o contingente de trabalhadores que serão liberados por cada uma das empresas analisadas e pelo setor sucroalcooleiro-energético como um todo. Ademais, é importante ressaltar que há cortadores de cana que sã

contratados pelos fornecedores independentes de cana-de-açúcar (aqueles que cultivam e fornecem a cana para as usinas sem contrato de parceria ou arrendamento).

As terras destes fornecedores também serão mecanizadas, porém com um cronograma mais lento, o que diminui o impacto das demissões, porém não reduz a preocupação com estes trabalhadores. Já nas terras arrendadas ou parceiras o cultivo e a colheita da cana são de responsabilidade da usina, por isso os trabalhadores rurais utilizados nestas áreas são contratados pelas empresas. Ainda podem ser citados os trabalhadores contratados por aliciadores de mão-de-obra, porém nas regiões estudadas esta é uma prática pouco utilizada.

6. REGULAMENTAÇÃO DA QUEIMA

Por décadas a legislação interferiu nos métodos de colheita da cana. As primeiras leis não tinham necessariamente como alvo específico o setor sucroalcooleiro, mas uma regulamentação de recursos naturais, em geral, no âmbito federal, estadual e municipal.
A Lei n° 997 de 31 de junho de 1976, regulamentada pelo Decreto 8.648, de 8 de novembro de 1976, criada pelo então governador de São Paulo, Egydio Martins, dispunha seus artigos no sentido de prevenção de poluentes. Como poluentes entendia-se qualquer forma de matéria lançada no solo, água e ar que afetasse o público. Para tanto, cabia à CETESB o dever de manter o controle sobre as atividades.

Para Goldemberg (2004), em 1981, o princípio constitucional de que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado já era decorrente da Lei de n^0 6.938/81, a qual estabelece a Política Nacional do meio ambiente. Pela Lei, o meio ambiente é um patrimônio público a ser assegurado e protegido, tendo em vista seu uso coletivo. A Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela citada Lei, tem por objetivo a compatibilização do desenvolvimento econômico-social, como equilíbrio ecológico.

As ações do Ministério Público, até 1997, baseavam-se em leis pertencentes ao Código Florestal e outras de cunho ambiental, para responsabilizar judicialmente os envolvidos nas queimadas irregulares. No mesmo ano entrou em vigor o Decreto n° 42.056 de agosto de 1997, instituído pelo então governador de São Paulo, Mário Covas, inaugurando a legislação ambiental específica para o setor canavieiro, regulamentando de forma mais contundente a prática da queima da palha como método auxiliar da colheita.

Neste Decreto, o artigo 5° passa a caracterizar as queimadas como uma ação que deverá ser evitada e somente tolerada quando autorizada previamente pelo órgão público. Estabelece também a redução das queimadas de 25% a.a. nas áreas passíveis de introdução da motomecanização de maneira que, ao fim de 8 anos, a queima da cana seja totalmente eliminada (em áreas mecanizáveis). Em áreas não mecanizáveis, a diminuição da queimada deverá ser efetuada ao ritmo de 13,5% a cada dois anos, sendo que em 15 anos estará completamente erradicada nestas áreas. Abaixo seguem partes do Decreto n° 42.056:

> *Art. 10 Além de autorizar o emprego do fogo, a autorização de queima controlada deverá conter orientações técnicas adicionais, relativas a peculiaridades locais, aos horários e dias com condições climáticas mais adequadas para a realização da operação*
>
> *Art. 5 As queimadas deverão ser evitadas e só toleradas quando autorizadas previamente pela Secretaria Agricultura e Abastecimento, desde que;*
>
> *I – caracterizem medida fitossanitária que exija destruição de restos culturais;*
> *II – problemas de ordem e social exijam a sua prática em caráter transitório;*
> *III – caracterizem a medida fitotécnica eventual mais adequada à situação em questão*

Mantendo o objetivo de disciplinar a queima da palha da cana, a Assembléia Legislativa aprovou a Lei de n° 10.547, em 02 de maio de 2000, que também dispõe sobre proibição da queima, e medidas de precaução a serem obedecidas nas práticas agrícolas e pastoris. Albertini (2006) aponta que a Lei em questão deveria ter sido criada com a participação de ambientalistas, sindicatos de trabalhadores rurais, representantes de órgãos de saúde e empresários. Assim, com todas as críticas enfrentadas, a Lei foi revogada.

Em 2001 foi feito o decreto n^{o} 48.860/01, que previu a eliminação do fogo na colheita, dando um prazo de 20 anos, de forma gradativa e em conjunto com políticas de reciclagem e aproveitamento da mão-de-obra do setor. Dessa forma, a legislação adota uma postura de melhoria na qualidade de vida ao restringir as queimas nos canaviais sob condições atmosféricas adversas.

No ano seguinte, o governo estadual editou a Lei 11.241, de 2002, que estabelece um cronograma para o fim das queimadas no Estado: 2021 para as áreas mecanizáveis e 2031 para as áreas ainda teoricamente não capazes de mecanização. No cronograma, a Lei impõe a eliminação em 50% até 2011, e 80% para 2016, para áreas passíveis de implementação do corte mecanizado. Para as áreas não mecanizáveis, está previsto que em 2011 será permitida a queima de 90% do canavial; em 2016 de 80%, em 2021 de 70%; em 2026 de 50% passíveis de serem queimadas e, por fim, em 2031, a eliminação total da prática das queimadas, conforme pode-se ver no quadro 4 adiante.

Quadro 3 Cronograma para extinção das queimadas no Estado de São Paulo

ANO	ÁREA MECANIZÁVEL ONDE NÃO SE PODE EFETUAR A QUEIMA	PERCENTAGEM DE ELIMINAÇÃO DA QUEIMA
1º ano(2002)	20% da área cortada	20% da queima eliminada
5º ano(2006)	30% da área cortada	30% da queima eliminada
10º ano(2011)	50% da área cortada	50% da queima eliminada
15º ano(2016)	80% da área cortada	80% da queima eliminada
20º ano (2021)	100% da área cortada	Eliminação total da queima

ANO	ÁREA NÃO MECANIZÁVEL, COM DECLIVIDADE SUPERIOR A 12 % E/OU MENOR DE 150ha (cento e cinqüenta hectares), ONDE NÃO SE PODE EFETUAR A QUEIMA	PERCENTAGEM DE ELIMINAÇÃO DA QUEIMA
10º ano(2011)	10% da área cortada	10% da queima eliminada
15º ano(2016)	20% da área cortada	20% da queima eliminada
20º ano(2021)	30% da área cortada	30% da queima eliminada
25º ano(2026)	50% da área cortada	50% da queima eliminada
30º ano(2031)	100% da área cortada	100% da queima eliminada

A seguir seguem alguns artigos relevantes da Lei que mostram as diretrizes da participação social diante a mecanização no campo:

> *Art. 10 – O poder executivo com a participação dos Municípios onde se localizam as agroindústrias canavieiras e sindicatos rurais criarão programas visando:*
>
> *I - `a requalificação profissional dos trabalhadores, desenvolvida de forma conjunta com os respectivos sindicatos das categorias envolvidas, em estreita parceria de metas e custos;*
> *II - `a apresentação de alternativas aos impactos sócio-político-econômico-culturais, decorrentes da eliminação da queima da palha da cana-de-açúcar*
> *III – ao desenvolvimento de novos equipamentos que não impliquem dispensa de elevado número de trabalhadores para a colheita da cana-de-açúcar;*
> *IV – ao aproveitamento energético da queima da palha da cana-de-açúcar, de modo a possibilitar a venda do excedente.*

A redação acima demonstra preocupação com o desemprego no setor canavieiro decorrente do corte mecanizado e, como observado, o legislador atenta aos problemas entre o meio ambiente, o social e o desenvolvimento tecnológico. Como forma de lidar com este dilema, foi dado um longo prazo para que se chegasse a um equilíbrio. Conforme Moraes (2006), na época da introdução da Lei pouco se modificou, uma vez que a distribuição de área mecanizada já estava sendo cumprida e com folga. Dessa forma, o sistema da colheita praticamente ficava inalterado com as queimadas sendo feitas basicamente como antes da Lei.

Em 04 de junho de 2007, visando à proteção ambiental, o governo do Estado de São Paulo, a Secretaria do Meio Ambiente, Secretaria da Agricultura e Abastecimento e a União da Indústria da Cana-de-Açúcar firmaram um protocolo agroambiental, de adesão voluntária. Neste protocolo, foi acordada a antecipação da queima da palha nos terrenos com declividade até 12%, de 2021 para 2014; também ficou acordado o adiantamento do percentual de cana crua em 2010, de 50% para 70%.

Para os terrenos com declividade superior a 12%, o prazo final para a eliminação da queima da cana diminui do ano de 2031 para o ano de 2017, também adiantando o percentual de cana não queimada em 2010, de 10% para 30%. O Protocolo adverte que sejam desconsideradas das metas as queimadas de natureza criminosa, que deverão ser registradas junto às autoridades competentes.

A primeira diretriz geral do Protocolo faz referência à necessidade da transparência governamental e empresarial para direcionarem condutas de interesse público. A seguir estão transcritas duas primeiras diretrizes gerais do Protocolo de Quioto:

> *"... 2. Os produtos do setor sucroalcooleiro devem apresentar qualidade compatível com o seu uso e com a legislação aplicável, assegurando-se, de forma adequada, sua oferta a partir da produção sustentável e com responsabilidade social*
> *3. "O etanol é energia de fonte renovável, sendo opção economicamente viável para a mitigação do efeito estufa e importante instrumento para a prevenção e controle da poluição atmosférica"*

As medidas abordadas no Protocolo Agroambiental, na cláusula terceira, fazem referências a não utilização da queima na área de expansão de canaviais; não permitir a queima de subprodutos como, por exemplo, bagaço de cana a céu aberto, proteção das matas ciliares; proteção e reflorestamento das nascentes; desenvolvimento do plano de conservação do solo e dos recursos hídricos.

As usinas que aderirem ao Protocolo e cumprirem as metas estabelecidas serão beneficiadas com o Certificado Agroambiental, chamado de Etanol Verde, que facilitará a comercialização do álcool (UNICA, 2008).

Um levantamento feito pela UNICA em fevereiro de 2010, na edição número 2.498 mostra que da data da assinatura do protocolo até janeiro de 2010, 171 usinas aderiram ao acordo, representando mais de 90% das usinas associadas.

Em Minas Gerais foi firmado um acordo entre o setor sucroalcooleiro e o governo em 2007, cujo objetivo é estabelecer prazos para eliminar a prática da queima da palha até 2014. O documento foi assinado pelo representante do Sindicato da Indústria do Açúcar e do Álcool de Minas Gerais (SIAMIG/SINDAÇUCAR – MG).

O Protocolo mineiro determina que, para empreendimentos instalados a partir de 2008, nas áreas com declividade inferior a 12% deverão ter mecanizado, no mínimo, 80% da colheita em 2009 e 100% em 2014. Nos plantios feitos até 2007, já licenciados, a mecanização das áreas deverá estar concluída até 2014.

A seguir está parte da cláusula terceira

> *"I – Os produtores e as indústrias de cana-de-açúcar que aderirem ao Protocolo deverão:*
> *Antecipar, nos terrenos com declividade até 12%, o prazo final para a eliminação da queimada da cana-de-açúcar, de 2021 para 2014, adiantando o percentual de cana não queimada, em 2010, de 50% para 70%;*
> *Antecipar, nos terrenos com declividade acima de 12% o prazo final para a eliminação da queimada da cana-de-açúcar de 2031 para 2017, adiantando o percentual da cana não queimada, em 2010 de 10% para 30%.*
> *Não utilizar a prática da queima da cana-de-açúcar para fins de colheita nas áreas de expansão de canavial..."*

Como em São Paulo, o legislador mineiro atenta-se à requalificação dos trabalhadores e estabelece que o poder público e o setor privado devam usar recursos para capacitação dos cortadores de cana.

O Estado do Rio de Janeiro também possui uma legislação a respeito de queima nos canaviais. Entretanto Ripoli (2009) afirma que a Lei não está sendo respeitada pelos produtores e nem o governo vem realizando fiscalização.

7. A MECANIZAÇÃO E OS POSTOS DE TRABALHO

Por via de regra, nos canaviais paulistas, a introdução de colhedoras para realizar o corte da cana, em substituição à colheita manual, incorre na alteração do número de trabalhadores. O método escolhido para fazer essa avaliação foi a observação histórica da evolução do saldo de admissões e demissões comparado com o histórico da evolução do processamento da cana. Na tabela 8 abaixo, pode-se ver que o Estado de São Paulo teve uma expansão na capacidade de produção, no período de 2003 até 2008, com um crescimento superior a 60%

Tabela 8 Evolução do processamento anual de cana em milhões de toneladas

2003	2004	2005	2006	2007	2008
207.810	230.280	243.767	263.870	296.242	346.292

Fonte: MAPA

No período entre os anos de 2003 a 2007, o saldo de contratações de empregados para as atividades nos canaviais, em especial trabalho de tratorista, relacionado ao aumento da mecanização da colheita (as usinas tendem a trabalhar com os mesmos empregados na safra e entressafra), deixou de ser negativo (a partir de 2004) e desta fase até 2008 o crescimento foi de 1.073%. De 2007 a 2008, o crescimento foi de 266,2% variação anual nas admissões por ocupação (Sudeste), conforme pode-se ver na tabela 9 adiante.

Tabela 9 Variação entre os anos de 2003 a 2008 das admissões por ocupação no Sudeste

Sudeste: ocupações/ano	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Administrativo	3.645	3.577	4.314	5.778	6.451	6.519
Tratoristas	5.693	6.580	8.741	11.053	11.606	13.479
Supervisão	560	755	1.179	1.676	1.896	1.991
Trabalhador Rural	125.566	130.772	180.717	236.589	250.392	236.580
Técnicos	23.779	28.289	28.539	31.054	33.182	35.601
Outras operações agrícolas	197	170	350	1.128	1.691	658
Outras operações não agrícolas	8.773	10.027	11.860	13.971	16.093	17.870

Fonte: MTE apud LIBONI, 2010

A evolução no índice das máquinas nos canaviais deverá aumentar a demanda para tratoristas e para outras ocupações agrícolas, porém deverá diminuir a demanda por cortadores de cana.

Ao avaliar a variação do saldo de contratações (admitidos menos os demitidos) conforme dados do MTE, percebe-se que a atividade do cultivo de cana-de-açúcar no Sudeste cresceu 3.769%, de 2003 a 2008. Ao considerar de 2003 a 2007, o crescimento no saldo de contratações é de 322,1%, sendo o período 2006-2007 uma fase de retração no saldo de contratações, com redução de 50,5%, conforme pode-se ver na tabela 10 a seguir.

Tabela 10 Variação de 2003 a 2008 do saldo de contratações no sudeste

Sudeste/ atividade ano	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Cultivo da cana de Açúcar	1.579	10.674	1.995	13.481	6.665	61.090
Usina de Açúcar	-1.414	2.857	2.917	10.987	2.720	57.828
Produção de álcool	-627	4.752	1.264	7.689	3.978	16.448
Total	-462	18.238	6.176	32.152	13.363	135.362

Fonte: MTE apud LIBONI, 2009

O número de trabalhadores admitidos no cultivo de cana cresceu 92,1%, no período de 2003 a 2007, expondo a expansão das atividades nos canaviais. Entre 2006 a 2007 houve um crescimento de 11,4% e, no período 2007-2008, o crescimento foi de 65% no número de admissões no setor conforme tabela acima. Também nota-se crescimento no número de desligados (88,1%) de 2003 a 2007. Entre os anos de 2006 a 2007 há um incremento de 17% no número de desligados; e de 2007 a 2008 há redução no número de desligados para 45,9%. Isto pode ser explicado pelo fato do ano de 2008 não estar completo e ainda não constar dos dados os desligamentos. De qualquer forma, o crescimento observado nas admissões e nos desligamentos é contínuo, ao longo dos anos, conforme pode-se ver na tabela 11 abaixo

Tabela 11 Variação de 2003 a 2008 das admissões no sudeste

Atividade	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Cultivo da cana-de-açúcar	93.852	91.726	122.872	161.779	180.285	154.907
Usinas de Açúcar	58.015	66.396	85.367	102.369	106.295	117.982
Produção de álcool	16.616	22.057	27.346	37.113	35.393	39.818

Fonte: MTE apud LIBONI 2009

Com os dados da tabela 11, observa-se uma expansão das atividades de cultivo de cana do setor, ainda com alto número de admissões e de desligados. No ano de 2007, foram admitidos 180.285 trabalhadores para o cultivo da cana e afastados no mesmo ano 173.620, o que significa que o setor reteve apenas 6.665 trabalhadores no Sudeste, conforme pode-se ver na tabela 12 abaixo.

Tabela12 Variação anual dos desligamentos no setor (sudeste)

	2003	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Cultivo da cana-de-açúcar	92.273	81.052	120.877	148.298	173.620	93.817
Usinas de Açúcar	59.429	63.539	82.450	91.383	103.575	60.158
Produção de álcool	17.242	17.305	26.212	29.424	31.415	23.370

Fonte: MTE apud Liboni, 2009

Uma explicação para o comportamento da queda em 2008 nas admissões e desligamentos do setor do cultivo da cana, no Sudeste, pode ser a utilização de menor quantidade de mão-de-obra temporária, considerando o maior investimento do setor em mecanização nos últimos anos.

A mecanização aumentou num primeiro momento o número de demissões, e agora, por estar usando menos mão-de-obra temporária, é responsável por reduzir o número de desligamentos no cultivo da cana. Deve-se lembrar que a mecanização abre 10 novos postos de trabalho na atividade de colheita de cana e tira entre 80 a 100 homens do corte que deixam de ser contratados, de acordo com o IEA de 2008.

8. BALANÇO ENERGÉTICO DA CANA-DE-ACÚCAR COM O CORTE MECANIZADO

O balanço energético é parte fundamental para a análise e escolha da matéria-prima do combustível a ser produzido. Neste momento, não somente o custo de produção e fatores ambientais são examinados, mas também o saldo do fluxo de energia de entrada no processo produtivo e o fluxo de saída, e desta forma, determina-se o grau de eficiência energética na produção.

Em razão da substituição do trabalho manual pelo mecanizado na etapa do corte, houve um aumento no consumo de combustível dentro da cadeia produtiva do álcool e conseqüentemente a alteração na eficiência de utilização de energia fóssil As colhedoras, responsáveis pelo corte, e os caminhões de transbordo, que fazem o transporte das áreas de cultivo às usinas, consomem óleo diesel.

No comparativo entre o homem e a máquina, a eficiência no gasto energético para produção de energia mecânica do ser humano é de apenas 18% do total de calorias que consome, enquanto que no motor a diesel é por volta de 35%. Outra diferença é que enquanto o primeiro se abastece de comida, o segundo se utiliza de combustível fóssil.

O óleo diesel apresenta-se no fluxo energético da cadeia produtiva da agroindústria alcooleira como importante parte da energia de entrada, enquanto o produto final, o álcool, representa a energia de saída, juntamente com o excedente de energia elétrica gerada com a queima do bagaço da cana.

8.1 Consumo de Energia no Campo – Colheita

Hoje, uma colhedora de cana de açúcar de grande porte existente no mercado, chega a ter um motor de 9.0 Litros, com capacidade para gerar 342 cv (251 kW / 337hp) – fabricante Jonh Deere, modelo 6090T / PowerTech (Tier II). Modelos desse porte, com maior capacidade de produção (1000t/20h/dia), geram redução no custo da tonelada de cana colhida, quando comparado com modelos menores, em decorrência de ganhos de escala no consumo de diesel por tonelada colhida (l/t). Sua capacidade média produtiva

em operação é de 50 t/h. Adota-se aqui uma velocidade de operação da máquina colhedora de 6 km/h, com a produção média descrita acima 50 t/h.

A tabela 13 abaixo demonstra os dados com relação ao consumo de combustível por tonelada colhida, nas operações da colhedora (corte e carregamento), e foram distribuídos entre ótimo, bom, regular ou ruim, conforme o grau de consumo (l/t) obtido, estabelecendo-se os limites inferiores e superiores para a classificação.

Tabela 13 - Consumo óleo diesel da colhedora de cana.

Classe	Consumo de combustível por hectare cortado de cana (L/t)					
	São Paulo			Centro-Sul		
	Inferior	Superior	%	Inferior	Superior	%
Ótima		0,87	17,7		0,89	23,1
Boa	0,87	1,09	35,3	0,89	1,08	30,8
Regular	1,09	1,35	29,4	1,08	1,29	30,8
Ruim	1,35		17,7	1,29		15,4

Fonte: IDEA (2005) apud Romanelli (2009).

Após a colheita, existe a operação de transporte da cana de açúcar recém cortada para as usinas de processamento, a qual é realizada por caminhão. Seu custo de operação varia conforme a distância percorrida do canavial até a moenda, dessa forma, longos trajetos representam uma elevação no custo do diesel por tonelada transportada, conforme demonstrado na tabela 14.

Tabela 14 – Participação da operação de colheita e transporte nos custos da cana

Km (Raio)	Corte (%)	Carregamento (%)	Transporte (%)
1	15,75 15,09	5,21	4,51
5	15,75 15,09	5,21	8,04
10	15,75 15,09	5,21	12,2
15	15,75 15,09	5,21	16,61
20	15,75 15,09	5,21	20,69
25	15,75 15,09	5,21	24,91
30	15,75 15,09	5,21	29,31

Fonte: COPLANA apud CHOFI e CORTEZ (2006)

Para não comprometer demasiadamente a lucratividade, ou até, como já mencionado, a viabilidade econômica, as usinas buscam trabalhar com uma distância média de 30 km, como limite para operação. Isto representa um custo máximo de 30% do valor total da cana produzida e entregue na usina. Seu consumo de óleo diesel é dos menos relevantes se comparado ao outros maquinários da produção mecanizada. Abaixo, a tabela 15 mostra o consumo de óleo diesel das carregadoras nas principais regiões produtoras.

Tabela 15 - Consumo óleo diesel pelas carregadoras.

Classe	Consumo de combustível das carregadoras por tonelada carregada (L/t)								
	São Paulo			Centro-Sul			Nordeste/Leste		
	Inferior	Superior	%	Inferior	Superior	%	Inferior	Superior	%
Ótima		0,05	16,7		0,1	35,7		0,09	20,0
Boa	0,05	0,12	27,8	0,1	0,19	39,3	0,09	0,24	40,0
Regular	0,12	0,18	27,8	0,19	0,45	21,4	0,24	0,47	20,0
Ruim	0,18		27,8	0,45		3,6	0,47		20,0

Fonte: IDEA (2005) apud Romanelli (2009).

Por fim, a tabela 16 mostra o comparativo do consumo de diesel nos dois sistemas de colheita: mecanizada, com colhedoras de alta produtividade, e o consumo de diesel na colheita semi-mecanizada.

Tabela 16 - Consumo de combustível total de sistemas de produção.

Sistema de Produção	Consumo de óleo diesel (L/t)		
	São Paulo	Centro-Sul	Nordeste/Leste
Colheita Mecanizada	3, 226	3, 190	3, 040
Colheita Manual	2, 130	2, 119	2, 320

Adaptado de IDEA (2005); apud Romanelli (2009). Usina Costa Pinto – SP (2011)

Tratando-se do Estado de São Paulo, a diferença é de 1.096 l/t, o que representa 33,9% no consumo de combustível. A primeira conclusão é que o maior consumo de diesel não se dá no canavial propriamente dito, mas no transporte da cana, do local de colheita até o portão da usina. O segundo ponto é que a diferença de 33,9% já era esperada, diante da maior potencia do diesel motor das colhedoras, quando comparado com a potência do motor diesel dos guinchos mecânicos. Portanto, apesar de consumir mais combustível fóssil, os atributos técnicos do sistema de colheita mecânica são suficientes para manter a lucratividade sobre a colheita semi-mecanizada.

8.2 Potencial energético do palhiço da cana-de-açúcar

A tecnologia predominante na cogeração é o uso do bagaço da cana em caldeiras de alta pressão e turbinas de contrapressão, quando a cana é encaminhada para a usina, onde será preparada e encaminhada para o conjunto de moendas, local onde se retira o caldo

no qual o açúcar está dissolvido. Os produtos desse processo são o caldo e o bagaço, que representam entre 240 Kg a 280 Kg por tonelada de cana moída, e contêm de 30% a 40% da energia total da planta (GUARDABASSI, 2006).

O corte da cana crua com colhedoras abre um importante espaço para o uso do palhiço da cana como combustível nas caldeiras em conjunto com o bagaço. Dessa forma, pode-se gerar um aumento significativo na oferta de energia pela indústria sucroenergética, alavancando as oportunidades de agregar valor à cana-de-açúcar. Na colheita tradicional, feita com queima prévia da cana, toda energia contida no palhiço é desperdiçada, além de emitir elementos particulados e dióxido de carbono, resultantes de sua combustão incompleta.

Molina Jr e Ripoli (2005) estimam que de 1 hectare de canavial pode-se obter em torno de 67.080 Mcal, em equivalentes energéticos, assim distribuídos: 20,09% na forma de álcool, 40,03% no aproveitamento do bagaço como combustível para as fornalhas de caldeiras e, os restantes 30,98% estariam contidos no material remanescentes da colheita, como ponteiros, folhas verdes e palha.

Para Cortez & Braumbeck (1998), com a recuperação de 50% da palha no campo, seria possível obter os ganhos agronômicos mantendo o aproveitamento energético na usina. Existem várias operações para a recuperação da palha, a começar por amontoá-las em fileiras contínuas nas plantações e deixar secá-las no próprio ambiente, até atingir uma umidade de 30%; após isso, prensá-las em fardos para que o transporte seja otimizado. Com esse método as enfardadeiras comerciais podem compactá-las até uma densidade entre 150 e 200 Kg/m^3.

A seguir, na Figura 8 pode se observar o esquema de recolhimento do palhiço no talhão e as possibilidades de transporte, estocagem e envio para a fornalha na usina.

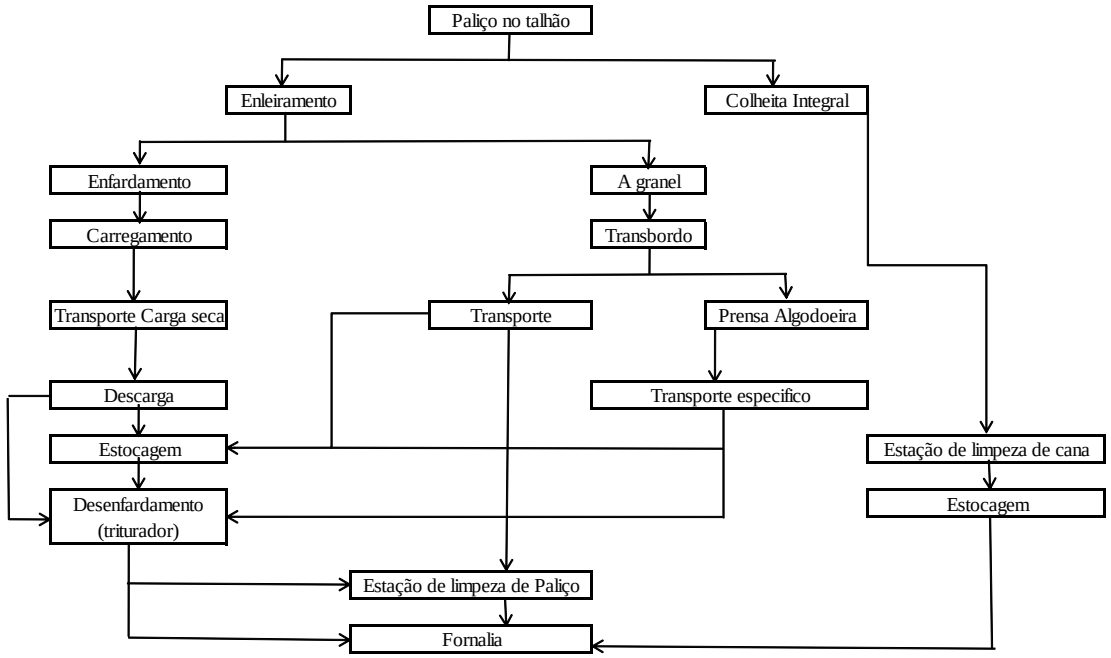

Figura 8 Manejo do palhiço no canavial
Fonte: Adaptação Ripoli 2009

Pode-se observar que a primeira etapa é o recolhimento do palhiço no canavial com a colheita integral. Na outra rota, o palhiço é deixado no chão para ser enfardado. Através do enfardamento, é possível diminuir o espaço ocupado pelo palhiço no transporte para a usina, diminuindo a necessidade de viagens entre canavial e indústria. Entre os métodos utilizados para a compactação, verificou-se que o uso das enfardadeiras torna o manuseio mais fácil, pois além de coletarem o feno do chão, também comprimem a carga (RIPOLI, 2009).

Atualmente, no mercado, existem dois tipos de enfardadeiras, classificadas de acordo com o formato dos fardos que produzem: aquelas que confeccionam fardos cilíndricos e as que produzem os retangulares. A enfardadeira circular tem uma câmera de prensagem na qual a palha é colocada diretamente depois de ser colhida, sua rotação contínua ajuda a comprimir a palha na medida em que é colocada dentro da câmera, para que, em seguida, o material seja compactado até que o fardo atinja seu diâmetro final. Os fardos retangulares são produzidos com densidade maior pelas enfardadeiras, comparando-os aos fardos cilíndricos, a diferença está entre 150 e 200 Kg/m^3 contra algo em torno de 120 Kg/m^3 das enfardadeiras cilíndricas (MOLINA et al. 2002).

A Figura 9 abaixo mostra o adensamento do palhiço, num teste feito por Molin et. al. (2002) usando uma enfardadeira de palha cilíndrica, com capacidade de recuperação de 83% do palhiço no campo e adensamento de 120 Kgm^3. Neste ensaio, a matéria tinha 30% de umidade.

Figura 9 Sistema de adensamento do palhiço
Fonte: Adaptação Rafaela Rosseto, (2007)

Após o adensamento do palhiço, este é levado do campo para a usina, conforme a Figura10:

Figura 10 Carregamento do palhiço para usina
Fonte: Rafaela Rosetto, (2007)

Fonte: Rafaela Rosetto, (2007)

Para avaliar essa nova situação de colheita, foi conduzido um teste padronizado na Usina São Martinho em Pradópolis – SP, com o auxílio do Centro de Tecnologia-Copersucar, teste feito na safra de 99/00 com a cana plantada na variedade SP80-185, em posição ereta. Utilizou-se uma colhedora de cana picada CASE 7700, operando em

área com a cana crua. Foram consideradas as três situações distintas: operação de colheita com limpeza total, operação com limpeza parcial e operação sem limpeza; todas essas realizadas intercaladamente em parcelas dispostas lado a lado na área de testes, visando a reduzir as diferenças relativas à umidade e às condições do canavial. Para coletar a cana da colhedora, utilizaram-se equipamentos de transbordo que, posteriormente ao seu carregamento, descarregavam-na em caminhões rodoviários.

No teste de limpeza normal, o extrator primário foi mantido a 1150 rpm e velocidade de deslocamento da colhedora em 3,7 km/h. No segundo teste, o extrator primário foi mantido a 700 rpm, velocidade de deslocamento de 3,2 km/h (também com o dispositivo de corte de ponteiros e extrator secundário desligados), para resultar na quantidade desejada de palhiço sobre o solo. A operação sem limpeza foi feita com velocidade de 2,7 km/h e ambos os extratores de corte de ponta desligados.

No teste com limpeza parcial, observou-se uma tendência de as folhas verdes, mais densas, serem transportadas junto com a carga, devido à maior dificuldade de remoção pelos extratores de limpeza que trabalham em rotação reduzida. Na área colhida com limpeza convencional, as folhas secas e verdes são removidas e deixadas no campo.

O método de usar as próprias colhedoras para levar a palha para a usina é usado na empresa EQUIPAV em Promissão - SP. Segundo entrevista com o departamento agrícola, em 2009, o uso da enfardadora para recolher o palhiço foi testado, porém abandonado, por ser muito trabalhoso e pouco eficaz. As pesquisas da usina mostraram que é mais eficiente regular o extrator da colhedora para que o palhiço não se espalhe pelo canavial e permaneça dentro do caminhão de transbordo. Na Figura 11 abaixo o sistema de ventilação do palhiço vai para dentro do transbordo.

Figura 11 Sistema do extrator de uma colhedora
Fonte: Elaboração do autor setembro de 2010

Para MOLIN Jr et.al. (2002), ainda existe a necessidade de desenvolvimento de equipamentos apropriados para o enfardamento no campo (ou outro sistema de recolhimento), a fim de aumentar a densidade do palhiço, viabilizando seu transporte para a usina.

Os principais questionamentos e desafios enfrentados quanto aos sistemas a serem adotados para retirar o palhiço do campo são: quantidade de terra contida, baixa densidade, alto custo de armazenamento (a palha tem uma rápida deterioração e risco de incêndio), gerenciamento do sistema de alimentação e combustão nas caldeiras e adaptações na recepção da palha na usina (RIPOLI, 2001).

8.3. Aproveitamento do palhiço como defensor agrícola

Considerando a estrutura típica da cana, a palha representa aproximadamente 32% de toda sua biomassa produzida no canavial, os outros 68% são, basicamente, bagaço e o caldo (SEABRA, 2008; RIPOLI, 2009).

A Figura 12 abaixo mostra a estrutura da planta cana-de-açúcar maturada no canavial.

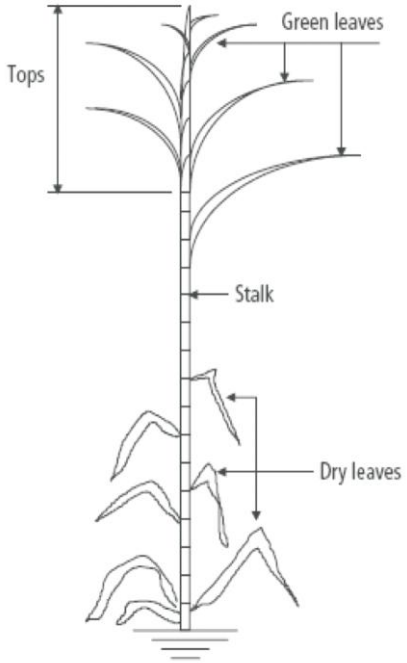

Figura 12 Estrutura da planta da cana-de-açúcar
Fonte: Adaptação (CALLE, 1996)

A opção proposta, de manter o palhiço no solo, tem o objetivo de formar uma camada vegetal que proteja o solo e ajude a rebrota. Como barreira física, a camada diminui a erosão causada pela chuva, principalmente logo após a colheita, quando as folhas da cana ainda não estão com um crescimento adequado, permitindo que a chuva incida diretamente no solo descoberto. Outro fator apontado e desejado, como o colchão formado pelo palhiço na área de plantio, é a diminuição da amplitude térmica da terra, uma forma de se aumentar a atividade biológica, propiciando uma melhor rebrota. (SOUZA, 2005).

Uma das pragas que mais preocupam as usinas nos canaviais é a erva daninha, uma planta trepadeira, que ao se enrolar nas folhas da cana dobra o ápice dos colmos e rouba os nutrientes de maturação. A prevenção das ervas daninhas, via métodos convencionais, representa até 45% do custo total dos canaviais com defensores agrícolas. (ZAPPAROLI, 2004)

O palhiço, na forma de cobertor vegetal, age de três formas sobre a praga: como um impedimento físico ao seu crescimento, restrição à passagem da luz, e como aloplatia - efeito causado por uma planta ou microorganismos que, direta ou indiretamente, prejudica outro indivíduo. Conforme Lorenzeti (1984), o palhiço controla o crescimento das ervas daninhas com uma eficiência superior a 90%.

Se por um lado os restos vegetais ajudam a combater as plantas daninhas, estes podem também trazer dificuldades durante as operações de cultivo e adubação da soca e o aumento das populações de pragas que se abrigam e se multiplicam sob a palha, entre elas a cigarrinha de raiz. (AUDE et. al., 1993)

Estudos agronômicos conduzidos por Ripoli (2009) vêm mostrando que, se for deixado apenas metade do palhiço da cana cortada pela máquina, obtêm-se os ganhos na rebrota, e tem a vantagem de diminuir o risco das cigarrinhas e, ainda, liberar o restante do palhiço para ser usado em processos energéticos.

Por ter uma grande quantidade de energia acumulada, o palhiço representa um risco de incêndio. Quando a colhedora e o transbordo estão operando nos canaviais, várias partes desses equipamentos ficam aquecidas e, caso entrem em contato com palhiço o risco de iniciar um incêndio é grande. O incêndio mostrado na Figura 13, adiante, aconteceu no momento da vista de campo, em um canavial com muita palha, o que dificultou seu controle, mesmo com seis caminhões-pipa combatendo o incêndio. Em pouco tempo, o fogo passou para outra propriedade e atingiu árvores e brejos. O combate ao incêndio durou seis horas ininterruptas.

Figura 13 Incêndio de canavial coberto pela palha da cana-de-açúcar
Fonte: Elaboração do autor, Setembro de 2010

Na Figura 14 abaixo, nota-se o mesmo fogo da Figura 13, visto de outro ângulo, quando o fogo já tinha ultrapassado o canavial e atingido uma área de mata protegida.

Figura 14 Fogo ultrapassando o canavial e atingindo área de mata protegida
Fonte: Elaboração do autor, Setembro de 2010

Na visita à Usina EQUIPAV localizada em Promissão – SP, em setembro de 2009, foram constatados incêndios em várias partes do canavial. Inicialmente, o fogo começava de forma coordenada em plantações que não estavam prontas para a colheita. Nas entrevistas feitas com os responsáveis pela direção da usina, foi relatado que existem casos de pessoas motivadas por desavenças que, propositadamente, começam o incêndio, os chamados "Zé Foguinho". Essas ações de atear fogo deliberadamente também foram relatadas nas entrevistas conduzidas na Usina da Barra em SP.

CONCLUSÃO

O processo da colheita da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo passou por diversas etapas desde 1950. Até o fim da década de 50, a colheita era feita de forma rudimentar, com o cortador usando o podão para cortar a cana, fazendo um feixe de cana e erguendo até o caminhão ou lombo de animais, para seguir até as unidades processadoras. Nos anos 60, a mecanização parcial da colheita altera este sistema, o trabalhador não tem mais as tarefas de amarrar a cana e carregar os caminhões. Sua principal tarefa passa a ser cortar a cana já queimada e leirar, para que guindastes mecânicos façam a tarefa de erguer e depositá-la nos meios de transportes para a usina.

Embora o esforço físico para cortar a cana com a despalha seja menor, comparado à cana crua, a produtividade do cortador aumentou, portanto, não ocorreu à diminuição da energia do cortador de cana na colheita manual semi-mecanizada. No período estudado, 1950 a 2009, a quantidade de cana cortada pelo trabalhador aumentou, da média de 3 toneladas para a média de 12 toneladas por dia, em 2009.

Durante a década de 80, os métodos aplicados na colheita, a introdução das máquinas colhedoras e as condições do setor canavieiro levaram os cortadores de cana a greves e piquetes. Por sua vez, os usineiros não conseguiram adotar a colheita mecanizada em todos os seus canaviais, por restrições técnicas, falta de infraestrutura e número insuficiente de colhedoras.

A decisão de implementação do corte mecânico também segue as imposições feitas por várias Leis e Decretos que alteram direta ou indiretamente o setor canavieiro. A Lei estadual n^0 11.241, estabelecida no Estado de São Paulo em 2002, obriga a extinção da queima da cana de acordo com um cronograma extenso. O objetivo da Lei é melhorar as condições socioambientais dos trabalhadores e a emissão de poluentes resultantes da queima da palha da cana. Portanto, perante a Lei 11.241, as colhedoras representam uma evolução no processo do corte da cana e o incremento da vocação de sustentabilidade do álcool da cana-de-açúcar.

Como esperado, o consumo de óleo diesel observado na colheita mecanizada aumentou significativamente, todavia, a necessidade da usina é buscar a maximização do lucro na

produção de açúcar, álcool e, quando possível, de energia elétrica. Portanto, os ganhos associados à colheita mecanizada superam o valor necessário para a manutenção do combustível das colhedoras e das máquinas de apoio. Esta dedução é reforçada quando analisa-se que, em 2009, 50% dos canaviais paulistas já tinham empregado o uso de colhedoras, porcentual superior à meta estabelecida pela legislação paulista

O uso do palhiço, resultante do emprego das colhedoras no corte da cana-de-açúcar, ainda vem sendo estudado, mas as rotas mais viáveis são: aproveitamento do material no próprio canavial, para que sua estrutura orgânica faça o duplo papel de ajudar na rebrota das mudas e atuar como defensor agrícola ou, na outra rota, utilizá-lo como fonte de energia térmica nas caldeiras para geração de energia elétrica excedente.

Finalmente, a introdução da tecnologia do corte da cana-de-açúcar com as colhedoras mecânicas acarreta uma diminuição de postos de trabalho, pois cada colhedora introduzida faz aproximadamente o trabalho de 80 cortadores de cana. A equipe formada pelos cortadores de cana que mantêm seus postos de trabalho, mesmo com a colheita mecanizada, passa a ter duas tarefas distintas durante o ano: durante a safra, trabalham operando as máquinas e a infraestrutura necessária para o funcionamento da colhedora; na entressafra, desempenhar funções diversas como manejo do canavial e auxílio na manutenção industrial. Estas funções vêm demandando capacitação técnica, feita pelas usinas em parceria com o Estado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, B. M.; BIANCHI, A. M. Reflexões sobre a organização do mercado de trabalho agrícola. **Revista de Economia Política**, v. 9. n.1, p 31 - 46., 1989.

ALBERTINI, B. Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de São Paulo.; **Entrevista gravada em áudio**. São Paulo 2006.

ALEXANDER, A.G. **Sugarcane *physiology:Acomprehensive study of the Saccharum source- to-sink system***. *London: Elsevier Scientific*, 1973. p. 752.

ALVES, Francisco J. da .C. Por que morrem os cortadores de cana? **Saúde e Sociedade** [S.1.], n. 3 V.15, p 90- 98 set/dez 2006

ALVES, Francisco J. da C. **Modernização da Agricultura e Sindicalismo**: lutas dos trabalhadores assalariados rurais da região canavieira de Ribeirão Preto. Campinas: UNICAMP, 1991. Tese de Doutorado.

AMORIM, H.V. O que é qualidade da matéria prima? In: REUNIÃO AGRÍCOLA FERMENTEC, 8., 2003, São Pedro. **Resumos**... Piracicaba: Fermentec, 2003. p. 5-6.

ANUÁRIO DA CANA-DE-AÇÚCAR. Editora Gazeta Santa Cruz. Santa Catarina, SC. Disponível em http://www.anuarios.com.br/ Site acessado em jan 2010

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, ANNEL Disponível em http://www.aneel.gov.br/ Diversos Acessos.

AGENCIA Nacional de Petróleo Gás e Biocombustíveis. ANP Disponível em http://www.anp.gov.br/ Acessos diversos.

AUDE, M.I.S.; MARCHEZAN, P.L.; DARIVA, T.; PIGNATARO,L.H.B. Manejo do palhiço da cana-de-açúcar: efeito na produção de colmos industrializáveis e outras características agronômicas. **Ciência Rural**, v.23, p.281-286, 1993.

BALASTREIRE, J. II workshop tecnológico sobre a colheita de cana-de-açúcar e palha para produção de etanol. Projeto programa de pesquisa em **políticas públicas**.

83

BALSADI, O. V. BORN, M. R.; GRAZIANO DA SILVA J.; BELIK, S. W. Transformações tecnológicas e a força de trabalho na agroindústria canavieira no período 1990 – 2000. **Caderno de Agricultura**. São Paulo, v. 49 p 23 – 40, 2002

BANCHI, A.D.; PINTO, R. S. A.; LOPES, J. R.; GONÇALVES, N. H.; LIMA, E. B. Máquinas agrícolas: gerenciamento através de suas eficiências de utilização. **Álcool & Açúcar**, São Paulo, v. 18, n. 73, p.18-21, abr. maio 1994.

BERMANN, C. Desafios e perspectivas dos Agrocombustíveis no Brasil: a agricultura familiar face ao etanol da cana-de-açúcar e ao biodiesel da soja, mamona e dendê. In: Maia, K.; Beghin, N.. (Org.). **Agrocombustíveis e a Agricultura Familiar e Camponesa:** Subsídios ao debate. Rio de Janeiro: Editora Gráfica Fator, 2008, v., p. 59-113.

BERMANN, C. **Energia no Brasil: para quê? Para quem?** São Paulo: Livraria da Física, 2003.

BERTERO, J. F**. Estado e agricultura: estudo da base paulista da economia canavieira do Brasil entre 1948 e 1990. 1991**. 3 v. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

BETANCOURT, A. F. Materias extrañas en La caña de azúcar: estudio general. **Boletín Oficial de la Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba**. v 22, p 3-29, 1967.

BONILLA, J. A. **Qualidade total na agricultura: fundamentos e aplicações**. Belo Horizonte: Centro de Estudos de Qualidade Total na Agricultura, p. 344. 1994.

BONATO, R. G. **Qualidade operacional da fenação: análise do processo de produção**. 2004. 118 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BRAUNBECK, O. A.; MAGALHÃES, P. S. G. A contribuição da FEAGRI-UNICAMP. In: RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa da cana-de-açúcar:** colheita, energia e ambiente. Piracicaba: Os Autores, 2002. cap. 15, p. 194-207.

BRAUNBECK. O. A. Seguimento do Perfil do solo no corte / e ou levantamento de produtos agrícolas rasteiros**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Vol. 6 no 1 Campina Grande jan./abril 2002 84

BROTHERTON, G.A. The influence of extraneous matter on C.C.S**. Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technologists**, v. 1, p. 7-12, 1980.

CACCIAMALI, M. C. A legislação trabalhista no campo e sua aplicação entre os "bóias-frias" no estado de São Paulo: uma contribuição para o debate. In Duarte, D. (Org**.). Emprego rural e migrações na America Latina**. Recife: Editora Massangana / Fundação Joaquim Nabuco, 1986. p. 52 - 64.

CÂMARA, G. M. S.; OLIVEIRA, E. A. M. **Produção de cana-de-açúcar. Piracicaba**: ESALQ, Departamento de Agricultura; FEALQ, 1993. 252 p.

CAMPANHÃO, J. M. Comportamento de variedades em áreas de colheita mecanizada de cana verde. In: **WORKSHOP** CANA CRUA: EXPERIÊNCIA ACUMULADA, 2, 2000, Jaboticabal. Workshop. Piracicaba: UNESP, 2000. 1 CD-ROM.

CARDOSO, E. A motomecanização dos Canaviais Paulistas. Rio De Janeiro. **Brasil Açucareiro**, ano 20, v. 39 fevereiro, num. 2, 1952 p. 67 – 69.

CARVALHO, E. P. **Resultados da safra 2005/2006**. São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.portalunica.com.br/portalunica/?Secao=referência&SubSecao=palestras%20e%20apresentações&SubSubSecao=coletivas&id=%20and%20id=8>. Acesso em: 2 fev. 2006.

CEDDIA, M. B.; ANJOS, L. H. Sistemas de colheita da cana-de-açúcar e alterações nas propriedades físicas de um solo podozólico amarelo no estado do Espírito Santo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 34, n. 8, p. 1467 - 1473, agosto, 1999. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/pab/v34n8/7710.pdf >. Acesso em: 17 jan. 2009.

CENTRO DE ESTUDOS ESTRATÉGICOS. Disponível em http://www.cgee.org.br/noticias Acesso em set de 2009

CERRI, D. G. P.; MAGALHÃES P. S. G. Sistema de sincronismo entre colhedora de cana-de-açúcar e o veículo de transbordo**. Revista Eng. Agric**. Jaboticabal, 28 v. n, 2 p 274 -282 abril/jun 2008

COPERSUCAR. **Proálcool**: fundamentos e perspectivas. 2 ed. Piracicaba, 201085

CORTEZ, L. A. B.; BAJAY, S. V.; BRAUNBECK, O. Uso de resíduos agrícolas para fins energéticos: o caso da palha de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Energia**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 66-81, jan./ jun. 1999.

DELLARETTI FILHO, O.; DRUMOND, F. B. Itens de controle e avaliação de processos. Belo Horizonte: **Fundação Christiano Ottoni**, 1994. 151 p.

Deloitte Touche Tohmatsu Brasil. Disponível em www.deloitte.com.br Acesso em Nov 2009

DURIGAN, J. C. Controle Químico de parreira-brava (Cissampelos glaberrima) na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.. 22, n. 4.p. 641-645, Oct/Dec. 2004. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/pd/v22n4/a20v22n4.pdf. Acesso em: 17 jan 2009.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. **Independent Statistics and Analysis.** Disponível em <http://www.eia.doe.gov> Acesso em: 17 jan. 2009.

FERNANDES, A. C.; IRVINE, J. E. Comparação da produtividade da cana-de-açúcar por colheita mecanizada e por corte manual. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 5, n. 6, p. 112-116, jul.;ago. 1986.

FERLINI, V. L. A. **A Civilização do Açúcar – séc. XVI a XVIII.** Editora Brasiliense. São Paulo, 1984

FERNANDES, R. A. T.; MILAN, M.; PECHE FILHO, A. Gerenciamento da qualidade em operações mecanizadas em um sistema de produção de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, v. 20, n. 3, p. 215-220, set. 2000

FIGUEIRA, S.R. **Os programas de álcool como combustível nos EUA, no Japão e na União Européia**: as possibilidades de exportação do Brasil. Tese de Doutorado São Paulo, 2005.

FISCHER, A. L. **Impactos sociais do Proálcool: um estudo sobre as relações, o processo e as condições de trabalho da agroindústria canavieira paulista**. Dissertação de mestrado São Paulo. PUC 1992

FISCHER, R. M. **A política e as políticas das Relações de Trabalho**. Tese de Doutorado. 1983. São Paulo: FFLCH/USP 86

GARSON, C.A. Control of harvester base cutter height. **Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technologists**, v. 1, p. 156-162, 1992.

GARSON, C.A; ARMSTRONG, M. Ultrasonic base cutter height control: a report on 1992 season experiments. **Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technologists**, Bundaberg, v.1, p. 52-59, 1993.

GASPAR, E. T. **Colheita mecanizada de cana picada**: avaliação de perdas invisíveis e estilhaços nos sistemas das colhedoras. Tese de Doutorado. Unicamp, 2003

GOLDEMBERG, J. Pesquisa e desenvolvimento na área de energia. **São Paulo em Perspectiva**. V. 14 ano 3. São Pulo Julho/Setembro, 2000

GOLDEMBERG, J.; BARBOSA, L. M. O meio ambiente no Brasil e no mundo, 2004. **Secretaria do meio ambiente do Estado de São Paulo**. Disponível em http://homologa.ambiente.sp.gov.br/artigos/030904_meioamb_brasil.htm

GONCALVES, D. B. **Mar de cana, deserto verde?** Dilemas do desenvolvimento sustentável na produção canavieira paulista. 2005. 256f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

GONÇALVES, N. G.; LIMA, E. B.; BANCHI, A.D.; PINTO, R. S. A.; LOPES. J. R. Eficiências de uso de máquina agrícola. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DE TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 5., 1993, Águas de São Pedro. Anais... Piracicaba: STAB, 1993. p. 165-168.

GUARDABASSI, P. M. **Sustentabilidade da biomassa como fonte de energia perspectivas para países em desenvolvimento. 2006**. 123 f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA Disponível em www.iea.sp.gov.br Diversos acessos.

JACOVINE, L. A. G. **Gestão da qualidade na colheita de madeira em povoamentos equiâneos.** 2000. 136 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

KALIL, E. B. Estudo econômico e agrícola da colhedora de cana-de-açúcar na região de Piracicaba. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TRATORIZAÇÃO DA CULTURA CANAVIEIRA, 1., 1960, Piracicaba. **Anais.**.. Piracicaba: ESALQ/USP, p 29-35

LIPPMANN, E. O. V. História do Açúcar: Desde a época mais remota até o começo da fabricação do açúcar de beterraba. **Instituto do Açúcar e do Álcool**. Editora Rio de Janeiro, 1941.

LOPES, M. B.; MILAN, M.; COELHO, J. L. D. Qualidade em operações agrícolas mecanizadas na cultura de cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 13, n. 3, p. 26- 30, jan./ fev. 1995.

LORENZI, H. Inibição Alelopática das plantas daninhas. In Fundação Cargill. **Adubação verde no Brasil** Campinas: fundação cargil 1984 p 183 - 198

MACEDO I. C. **Situação atual e perspectivas do etanol**. Estudos avançados 21 (59) 2007. Disponível em http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a11v2159.pdf Acesso: jan 2002

MAGALHÃES, P. S. G.; BRAUNBECK, O. A. colheita de cana-de-açúcar: atualidade e perspectiva. In: CONGRESO DE INGENIERÍA RURAL Y MECANIZACIÓN AGRARIA EN EL AMBITO LATINOAMERICANO. **Anais**... La Plata: Argentina, 1998. p. 262-271.

METS, B.; MEYER L. A.; BOSCH. R.; DAVIDSON, P. **Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on**

Climate Change, 2007. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

MILANEZ, A. Y. ; BARROS, N. R.; FARVET FILHO, P. C. O perfil do apoio do BNDES ao Setor Sucroalcooleiro**. BNDES Setorial**, n. 28, p. 3-36, set. 2008.

MOLIN, J. P.; MILAN, M. Trator-implemento: dimensionamento, capacidade operacional e custo. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. (Org.). **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002. cap. 13, p. 409-436. Piracicaba, 2002.

MORAES M. A. F. D. Analise do mercado formal do setor sucroalcooleiro no Brasil. **Anais** do XLIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Ribeirão Preto, 2005.

MORAES, M. A. F. D. A **desregulamentação do setor sucroalcooleiro no Brasil.** Americana Caminho editorial, 2000

MORAES, M. A. F. D. MOMENTI, M. P. **Setor sucroalcooleiro**. Latin American Trade Network (latn) Working Papper, n 68 out 2006

MOURAS, M.M. Mechanical cane harvester developed in Brazil. **Sugar Journal**, november, 1957, p.14, 16 e 40.

MÜLLER, A. L.; PLAYER, M. R.; WEISE, M. B. An examination of the input, disposition and effect of dirt in Queensland sugar mills. **Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technologists**, Mackay, v.1, p. 1-9, 1982

NEVES, J. L. M. **Avaliação de perdas invisíveis em colhedoras de cana-de-açúcar e alternativas para sua redução**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

NICOLELLA, A.C. **Um olhar econômico sobre a saúde e o trabalho infantil no Brasil**. Universidade de São Paulo - ESALQ, Economia aplicada. Tese de doutorado. Piracicaba, 2006.

OBSERVATÓRIO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO. **Coletânea de artigos do I workshop do Observatório do Setor Sucroalcooleiro.** Ribeirão Preto, SP, v.1, 2008. Disponível em: <http://www.observatoriodacana.org>. Acesso em: 3 jun. 2008.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO - OIT. **Portal da Organização Internacional do Trabalho**. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <http://oitbrasil.org.br> e <http://www.ilo.org>. Acesos em: 20 mar. 2008.

OSAKABE, E. **Viabilidade de inserção da mão-de-obra rural em atividades agrícola e não agrícola: o caso da região de Ribeirão Preto**. 2001. 133f. Dissertação

(Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente) - Instituto de Economia, Universidade de Campinas. Campinas, 2001.

_____. O impasse da mecanização na economia açucareira. In: Conselho Regional de Economia. **III Premio CORECON/SP de Excelência em Economia**. São Paulo: CORECON, 1998. p. 17-90. (Monografias).

PADRÃO, L. N. O trabalho na cana-de-açúcar: reestruturação produtiva e novas práticas gerenciais. **São Paulo em Perspectiva**. São Paulo, n1 v. 11, 1997

QUEDA, O. **A intervenção do Estado e a agroindústria açucareira paulista**. Tese de Doutorado. Piracicaba ESALQ/USP 1972

RAMÃO, F. P.; SCHNEIDER, I.E.; SHIKIDA, P. F. A. Padrão tecnológico no corte de cana-de-açúcar: um estudo de caso no estado do Paraná. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 54, n. 1, p. 109-122, jan.-jun. 2007.

RAMOS, P. O futuro da ocupação na agroindústria canavieira do Brasil: uma discussão dos trabalhos disponíveis e um exercício de estimação. **Informações Econômicas**, n. 11, v.37, nov. 2009.

RICCI, R. Mercado de trabalho do setor sucroalcooleiro no Brasil. Brasília. IPEA. **Estudos de Política Agrícola**, n 15, 1994

RIDGE, D.R. Minimizing the problem of soil in chopper harvester cane**. Proceedings of International Society of Sugar Cane Technologists**. v. 2, p. 315-323, 1980.

RÍPOLI, T. C. Considerações sobre colheita mecânica da cana-de-açúcar. Revista de Mecanização Rural. São Paulo, v.1, n.4, p.31-35, 1981.

RIPOLI, T. C. C.; MIALHE, L. G.; NOVAES, H.P. Um critério para avaliação de canaviais visando a colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 4. **Anais**. Pelotas, 1977, v.1, p. 1-10.

RIPOLI, T. C. C.; MOLINA JÚNIOR, W. F.; RIPOLI, M. L. C. **Manual prático do agricultor: Máquinas agrícolas**. v.1. Piracicaba: T. C. C. Ripoli. 2005. 187 p.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa da cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: Ed. Barros & Marques Editoração Eletrônica, 2004. 302 p. 90

RIPOLI, M. L. C; RIPOLI, T.C.C.; OLIVEIRA, M.A. Evalution of two different base cutters in green cane mechanical harvest. In: ASAE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING, 2003, Las Vegas. **Proceedings...** St. Joseph: ASAE, 2003. (Paper, 031015).

RÍPOLI, T. C.; BALASTREIRE, L. A. Contribuição ao estudo do sistema de colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, v.87, n.4, p.11-17, abr. 1976.

RÍPOLI, T. C.; VILLANOVA, N. A. Colheita mecanizada de cana-de-açúcar: novos desafios. **STAB**, Piracicaba, v.11, n.1, p.28-31, set.-out. 1992.

ROUNDTABLE ON SUSTAINABLE BIOFUELS. **Encontro de trabalho** para definição de critérios para certificação internacional dos bicombustíveis. São Paulo, 6 e 7 de novembro, 2008.

ROUNDTABLE ON SUSTAINABLE BIOFUELS. Version Zero of the Standard for Sustainable Biofuels. Disponível em: http://rsb.epfl.ch/files/content/sites/rsb2/files/Biofuels/VersionZero/Version%20Zero_RSB_Std_en.pdf . Acesso em 05 de mar.2009.

SACHS, R. C. C.; MARTINS, V. A. A análise da cultura da cana-de-açúcar, por escritório de desenvolvimento rural, Estado de São Paulo, 1995-2006**. Informações Econômicas.** São Paulo, n. 9, v.37, set. 2007.

SALVI, J. V. **Qualidade do corte de base das colhedoras de cana-de-açúcar.** 2006. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SANTOS A. I. Setor sucroalcooleiro: conjuntura e perspectiva. **Analise Conjuntural**, v.27, n 7- 8 p.17, jul./ ago. 2005.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Agricultura e Abastecimento (SAA). **Instituto de Economia Agrícola**. Disponível em: <www.iea.sp.gov.br>. Acesso em: 17 mar.2008.

SARRIÉS, G. A. **Controle estatístico da qualidade para impurezas minerais em carregamentos de cana-de-açúcar**. 1997. (Tese Doutorado em Ciências) Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

91

SCOPINHO, R. A. et al. Novas tecnologias e saúde do trabalhador: a mecanização do corte da cana-de-açúcar. **Caderno de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, n. 1, v. 15, p. 147-161, jan-mar. 1999.

SCOPINHO, R. A. Controle social do trabalho no setor sucroalcooleiro: reflexões sobre o comportamento das empresas, do Estado e dos movimentos sociais organizados. **Cadernos de Psicologia Social do Trabalho**. São Paulo, vol. 7, p.11-29, 2004

_____. Qualidade total, saúde e trabalho: uma análise em qualidade total, saúde e trabalho: uma análise em empresas sucroalcooleiras paulistas. **RAC**. v. 4, n.1, p. 93-112, jan.-abr. 2000.

SECRETARIA DO COMÉRCIO EXTERIOR. Disponível em http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/noticia. p Acessos diversos

SHAPOURI, H.; DUFFIELD, J.A.; WANG, M. **The Energy Balance of Corn Ethanol: an Update.** Washington: USDA, 2002. Report Number 813.

SHIKIDA, P. F. A. **A evolução diferenciada da agroindústria canavieira no Brasil de 1975 a 1995.** Piracicaba, 1997. Doutorado – ESALQ/USP.

SHIKIDA, P. F. A.; MORAES, M. A. D. de; ALVES, L. R. A. Agroindústria canavieira do Brasil: intervencionismo, desregulamentação e neocorporatismo**. Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa (MG), v.2, n.3, p.361-382, jul./set. 2004.

SILVA, M. A. M. Trabalho e trabalhadores na região do "mar de cana e do rio de álcool". **Revista latino americana de Estudios del Trabajo** (RELET). Montevideo, n. 18, 2005.

Sindicato da Indústria do Açúcar e do Álcool no Estado de Pernambuco. Disponível em http://www.sindacucar.com.br/ Acessos diversos.

SOARES, L. H. B.; ALVES B. J. R.; URQUIARA S. Mitigação dos Gases de Efeito Estufa Pelo Uso de Etanol da Cana-de-Açúcar Produzido no Brasil. **Circular Técnica** Seropédica abril 2009. Rio de Janeiro. 2009

SOUZA, Z. M.; PRADO, R. M.; PAIXÃO, A. C. S. CESARIN, L. G. **Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v 40, n.3, p 271 – 278, mar. 2005.

STADUTO, J. A. R.; SHIKIDA, P. F. A.; BACHA, C. J. C. Alteração na composição da mão-de-obra assalariada na agropecuária brasileira. **Agricultura em São Paulo**, v.51, n.2, p.57-70, jul./dez.2004.

STADUTO, J. A. R.; ROCHA JR, W. ; BITENCOURT, M. B. Contratos no mercado de trabalho agrícola: o caso das cooperativas de trabalhadores rurais**. Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 42, n. 4, p. 619-643, 2004.

STUPIELLO, J. P.; FERNANDES, A.C. Qualidade da matéria-prima provenientes das colhedoras e seus efeitos na fabricação de álcool e açúcar. **STAB**: Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, v. 3, n. 2, p. 45-49, mar/ abr. 1984

STUPIELLO, J. P. A cana-de-açúcar como matéria-prima. In: PARANHOS, S. B**. Cana de açúcar: cultivo e utilização**. Campinas, Fundação Cargill, v.2, p.761-804.

STRAPASSON, A. B.; JOB, L. C. M. de A. Etanol, meio ambiente e tecnologia: reflexões sobre a experiência brasileira. **Revista de Política Agrícola, Brasília**, v. 15, n. 3, p. 51-63, jul./set. 2006

SZMRECSÁNY, T. **O Planejamento da agroindústria canavieira do Brasil (1930-1975)**: teses e pesquisa. São Paulo: Editora Hucitec/Unicamp, 1979.

SZMRECSÁNY, T.; Ramos, P.; Ramos FILHO, L. O.; VEIGA FILHO; A. As Dimensões, riscos e desafios da atual expansão canavieira. Texto para Discussão, Embrapa, Brasília - DF, 2008 (no prelo).

TOLEDO, P. E. N.; YOSHII, R. J.; OTANI, M. N. Avaliação do potencial de uso das colheitadeiras de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, SP, v. 1, n.6, p.13-20, jul. 1991

TONETO JR.; LIBONI, L. B. Estudo da competitividade da indústria paulista: setor sucroalcooleiro. **Nota técnica** 2. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2007.

UNICA. Portal da União da Agroindústria Canavieira. São Paulo, 2008. Acessos diversos. Disponível em: <http://www.unica.com.br>.

UDOP. União dos Produtores de Bioenergia. Disponível em http://www.udop.com.br/ Acessos diversos.

VEIGA FILHO, A. A. et al. Análise da mecanização do corte da cana-de-açúcar no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, SP, v.24, n.10, out. 1994

VEIGA FILHO, A. A. Experiências históricas internacionais de mecanização do corte da cana-de-açúcar. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.28, n.7, jul. 1998.

_____. Fatores explicativos da mecanização do corte na lavoura canavieira paulista**. Informações Econômicas**, São Paulo, v.28, n.11, nov. 1998.

_____. O Processo de transformação da lavoura canavieira paulista e evidências históricas da mecanização no período 1920-1950. **Informações Econômicas**, São Paulo.

_____. Origens da Introdução da colhedora Mecânica de cana-de-açúcar em São Paulo: Alguns Indícios Históricos. Artigo publicado **pelo Instituto de Economia Agrícola.** São Paulo, SP, 2002. Disponível em: < http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php=109 >. Acesso em 17 mar. 2009.

VIAN, C. E. F. **Agroindústria canavieira**: estratégias competitivas e modernização. Campinas: Editora Átomo, 2003.

VIEIRA, M. C. A. **Setor Sucroalcooleiro Brasileiro: Evolução e Perspectivas.** Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/liv_perspectivas/ 07.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2008.

VOLPATO, J. L. M. **Otimização de um cortador de base flutuante para seguimento do perfil de solo em colhedoras de cana-de-açúcar**. Tese (Doutorado) - Escola

Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

ZANCA, O. The evolution of mechanized sugar cane harvesting in Brazil. **International Sugar Journal,** 82(973):7-10, 1980.

Weller, P.; NEELY. C. , 1999. **"Intraday Technical Trading in the Foreign Exchange Market,"** Working Papers wp99-02, Warwick Business School. St. Louis, United States. disponível em http://research.stlouisfed.org/econ/cneely/. Acesso Nov. 2009

APÊNDICE – PERGUNTAS DA ENTREVISTA

1-) Na sua opinião qual é o principal condicionante para a adoção da mecanização? Como se deu o início das discussões?

2-) O processo de mecanização do setor pode ser visto como inexorável? Como o processo de passagem de extensiva para intensiva tem afetado a sustentabilidade social do setor?

3-) A mecanização aumenta a produtividade?

4-) Na sua visão qual foi a principal motivação? Como se deram as discussões até a efetivação do Decreto 47.700 de 11/03/2003, que regulamentou a lei 11.241 de 19/09/2002?

5-) Concorda com a lei? Acha que ela conseguirá se efetivar? O que limitou os prazos do decreto e seu principal fator?

95

6-) Na sua opinião qual o principal entrave para a expansão da mecanização?

7-) O artigo 20 do decreto 47.700 prevê atitudes para amenizar os impactos sociais. Como tem sido tratada esta questão?

8-) Qual o destino dos trabalhadores do setor?

9-) Os trabalhadores das áreas não mecanizadas tem sofrido queda nos salários ou cotas maiores de produção?

10-) Acredita que há uma especialização da mão-de-obra ou houve uma redução do número de trabalhadores? O trabalhador é diarista?

11-) A mecanização fez com que muitas das conquista da década de 80 tenham se perdido ou se tornaram ainda mais flexíveis? As condições de trabalhos são piores que nas décadas anteriores?

12-) Há resistência a mecanização entre os usineiros?

96

13-) Você acredita que ao levar em conta a decisão de investimento na mecanização, o empresário considera o grau de organização dos trabalhadores e considera os investimentos necessários à recolocação destes trabalhadores?

14-) Você acredita que a inserção da mecanização promoverá uma concentração de terras ainda maior?

15-) O que tem ocorrido com os produtores que não conseguem mecanizar a produção?

16-) Você acha que o proibição das queimadas incentiva a mecanização ou é uma questão de produtividade?

17-) O processo de transformação tem sido discutido com a sociedade e como os interessados?

18-) Há possibilidades de melhoras através do processo de discussão para o setor como um todo? Saberia citar experiências que deram certo?