

ETEC “ FREI ARNALDO MARIA DE VOTUPORANGA”
TÉCNICO EM AGRICULTURA

SISTEMAS DE COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Lucca Vasconcelos Paccini

Luis Paulo Manente de Oliveira

Wilker Elielton Boneli

VOTUPORANGA-SP

JUNHO/2010

Lucca Vasconcelos Paccini
Luis Paulo Manente de Oliveira
Wilker Elielton Boneli

SISTEMAS DE COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Trabalho de Conclusão de Curso (T.C.C.)
apresentado à ETEC “Frei Arnaldo Maria
de Itaporanga”, em Votuporanga-SP, para
obtenção de título de Técnico em
Agricultura, sob a coordenação do Prof.:
MSc. Fernando Galoro Delavale.

VOTUPORANGA-SP
JUNHO/2010

Lucca Vasconcelos Paccini
Luis Paulo Manente de Oliveira
Wilker Elielton Boneli

SISTEMAS DE COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Etec “Frei Arnaldo Maria de Itaporanga”
Apresentado em ___ / ___ / ___

Profa. M Sc. Fabíola Carla da Rocha Diegues
Examinadora

Profa. M Sc. Giane da Silva Conhalato
Examinadora

Prof. M Sc. Fernando Galoro Delavale
Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todas as pessoas que colaboraram para a conclusão deste trabalho, em especial aos **nossos pais** pelo apoio; aos professores que nos orientaram no transcorrer do curso e na elaboração desse trabalho e, principalmente a DEUS, que nos concedeu forças para alcançarmos nossos objetivos.

RESUMO

A crescente preocupação da sociedade mundial com o ambiente vem gerando pressão sobre o uso de combustíveis fósseis, os quais são os grandes responsáveis pela emissão de gases poluentes na atmosfera. Vários países estão buscando reduzir ao máximo o uso desses combustíveis, seja pela substituição do produto ou pela adição de outros combustíveis para diminuir a carga poluidora. Atualmente, a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma das melhores opções dentre as fontes de energia renováveis, apresentando grande importância no cenário agrícola brasileiro e um futuro promissor no cenário mundial. Como o Brasil é um dos mais tradicionais produtores de cana-de-açúcar e possui grande extensão territorial, a cana-de-açúcar é cultivada em vários tipos de solos que estão sob influência de diferentes climas, o que resulta em vários tipos de ambientes para a produção desta cultura. O objetivo deste trabalho foi estudar os meios de colheita de cana-de-açúcar, especificamente a colheita mecanizada e a manual, avaliando as diferentes épocas de colheita. Contudo, em meio às grandes tecnologias desenvolvidas, existem os pontos fortes e fracos da colheita da cana-de-açúcar em sistema manual ou mecanizado, não podendo desvalorizar em momento algum, ambos os tipos de colheita. Porém, deve-se estar atento para a questão ambiental no uso dessas técnicas, e acima de tudo usá-las de modo legal, conforme a lei para não agredir o meio ambiente, utilizando mecanismos eficazes para o combate a devastação do meio ambiente, impedindo assim a ação predatória irresponsável do homem e melhoria da condição de vida. Surgiram os primeiros estudos de uma legislação específica para esse fim.

Palavras-chave: cana-de-açúcar; colheita manual, colheita mecânica e preservação ambiental.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
2 ASPECTOS HISTÓRICOS E GEOGRÁFICOS DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL.....	02
2.1 Pressupostos teóricos e históricos do etanol.....	03
2.2 Crescimento do número de usinas no país.....	04
2.3 Plantio.....	06
2.4 Corte da muda	08
2.5 Carregamento e transporte	08
2.6 Sulcação, adubação e aplicação de defensivos.....	08
3 COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR.....	08
3.1 Sistemas de colheita de cana-de-açúcar.....	09
3.2 Corte Manual.....	09
3.2.1 Plano de eliminação de queimadas (PEQ).....	11
3.3 Colheita Mecanizada.....	17
3.3.1 Introdução.....	17
3.3.2 Histórico da mecanização na colheita da cana-de-açúcar.....	18
3.3.3 Sistema de colheita mecanizado.....	18
3.3.4 Cuidados e exigências da mecanização na colheita da cana.....	19
3.4 Vantagens e desvantagens da colheita manual e da colheita mecanizada.....	20
3.4.1 Operação de corte.....	20
3.4.2 Colheita de cana queimada.....	20
3.4.3 Colheita de cana verde.....	21
3.5 Perdas provocadas pela colheita mecanizada.....	21
4 TIPOS DE COLHEDORA.....	22
4.1 Critérios de classificação das colhedoras de cana-de-açúcar.....	23
4.2 Ciclo operacional de cortadoras e colhedoras.....	25
4.3 Capacidade de colheita.....	25
4.4 Qualidade do processamento.....	25
5 PREVISÃO CONSTITUCIONAL.....	26
5.1 A lei ambiental.....	26
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação da sociedade mundial com o ambiente vem gerando pressão sobre o uso de combustíveis fósseis, os quais são os grandes responsáveis pela emissão de gases poluentes na atmosfera. Vários países estão buscando reduzir ao máximo o uso desses combustíveis, seja pela substituição do produto ou pela adição de outros combustíveis para diminuir a carga poluidora (SOUZA & FERNANDES, 2006).

Nesse âmbito o grande enfoque é a poluição, ou seja, qualquer degradação (deterioração, estrago) das condições ambientais, do habitat de uma coletividade humana. É uma perda, mesmo que relativa, da qualidade de vida em decorrência de mudanças ambientais. São chamados de poluentes os agentes que provocam a poluição, como um ruído excessivo, um gás nocivo na atmosfera, detritos que sujam os rios ou praias ou ainda um cartaz publicitário que degrada o aspecto visual de uma paisagem (CONTROLAR, 2008).

A maioria dos países capitalistas desenvolvidos já possui uma rigorosa legislação antipoluição, que obriga certas fábricas a terem equipamentos especiais (filtros, tratamento de resíduos, etc.) ou a usarem processos menos poluidores (CONTROLAR, 2008).

A diminuição dos impactos ambientais de uma região ou processo deve basear-se em políticas prioritárias ao desenvolvimento sustentável, às gerações futuras, ao meio ambiente e as populações inseridas (SOUZA & FERNANDES, 2006).

A ampliação dos canaviais foi impulsionada pela implantação de um programa governamental denominado “Proálcool”, o qual intensificou dois grandes problemas ambientais: 1) degradação de ecossistemas e a poluição atmosférica causada pelas queimadas; 2) poluição de cursos d’água e do lençol freático pela fertirrigação *in natura* de vinhaça. A reutilização indiscriminada da vinhaça e da torta pode poluir o lençol freático de forma não imediatamente verificável e quando constatada, sua possibilidade de reversão é pequena. Definições de legislação específica pertinente ao assunto, e a utilização de instrumentos tecnológicos são apontadas como alternativas para redução desse risco. No caso do bagaço da cana é nítida sua importância como matéria prima para co-geração do álcool. Devem-se aliar os interesses dos setores sucroalcooleiro, elétrico e do governo, adaptar essa necessidade energética a um programa de difusão da produção a partir do bagaço, disponibilizar formas que não agridam o meio ambiente (PIACENTE & PIACENTE, 2003).

O objetivo deste trabalho foi estudar os métodos de colheita de cana-de-açúcar, especificamente a colheita mecanizada e a manual, bem como avaliar as diferentes épocas de colheita da cultura.

2. ASPECTOS HISTÓRICOS E GEOGRÁFICOS DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL

Um dos propósitos para a descoberta de novas terras, na época das grandes navegações, era a falta de áreas cultiváveis na Europa em que pudessem prosperar espécies de plantas como a cana-de-açúcar, cujo produto, o açúcar, era escasso e caro no continente europeu. Portugal plantava cana nas ilhas de Cabo Verde, Açores e Madeira. Ainda assim, eram poucas as terras apropriadas para a cultura (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2010).

Com a descoberta do Brasil, a cana-de-açúcar foi trazida para a América em 1532, com as primeiras mudas chegando com a expedição de Martim Afonso de Souza, e aqui a planta espalhou-se no solo fértil de massapé, com a ajuda do clima tropical quente e úmido e da mão-de-obra escrava obtida primeiramente do próprio Brasil (índios) e depois da África. A descoberta dessa nova colônia enriqueceu Portugal e espalhou o açúcar brasileiro – assim como aquele produzido na América Central por franceses, espanhóis e ingleses – por toda a Europa (SOUZA & FERNANDES, 2006).

Principalmente por causa das invasões de estrangeiros no Brasil, tornou-se necessário habitar a nova colônia. Para isso, o rei D. João III dividiu as terras pertencentes a Portugal, conforme o Tratado de Tordesilhas, em capitanias hereditárias, a exemplo do que havia sido feito em Madeira e Açores. As capitanias eram doadas pelo rei aos donatários – nobres portugueses que, em troca, deveriam povoar cultivar, desenvolver e defender, principalmente de invasores, as terras concedidas (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2010).

A Espanha, grande concorrente de Portugal, além de plantar cana desde 1506, em Cuba, em Porto Rico e no Haiti (suas colônias), trazia pedras e metais preciosos das terras do Novo Mundo. Porém, com a adoção de medidas portuguesas que asseguravam a liderança lusitana no mercado açucareiro e a descoberta dos tesouros astecas e das minas mexicanas pelos espanhóis, o interesse da Espanha pelos canaviais se amainou (ÁVILA, 2003).

O Nordeste já não podia competir no cenário internacional. A vida social, econômica e cultural do Brasil passou por uma grande transformação, e a situação só melhorou quando as colônias européias produtoras de açúcar foram sacudidas por revoltas sociais que desencadearam a independência das colônias. Aproveitando-se disso, produtores brasileiros voltaram a ser os maiores fabricantes de açúcar do mundo (CARVALHO *et al.*, 2005).

A abertura dos portos no Brasil, em 1808, e a Independência, em 1822, também beneficiaram a produção, mas isso não foi suficiente para retomar a posição de dois séculos atrás. A agricultura da cana-de-açúcar vinha sendo prejudicada pela expansão do cultivo da beterraba na Europa (da qual também é extraído o açúcar); pela distância entre o Brasil e os portos consumidores; e pelo baixo nível técnico da produção (SEGATTI, 2009).

A passagem e transformação do complexo rural para o complexo agroindustrial, ocorre com a introdução do trabalho assalariado no novo complexo que emerge no Oeste da região paulista, com o processo de substituição das importações, que ganhou impulsos a partir de 1850 e, acelerando-se após a depressão de 1929 e se consolidou nos anos 50 com a internacionalização do setor industrial produtor de bens de capital e insumos básicos. Surgindo o proletariado rural, os quais forneciam a força de trabalho, propiciando as transformações do complexo agroindustriais às exigências da indústria e as necessidades urbanas (SOUZA & FERNANDES, 2006).

É importante ressaltar que com o surgimento dos CAI's (Complexos Agroindustriais), a agricultura passa a ter o estado como articulador da regulação geral, no sentido de fixar preços e margens dos produtos intermediários, fiscalização, dentre outras. O que caracteriza o complexo rural era que existia a produção de um único produto com valor comercial, o qual era direcionado ao mercado externo, ficando assim a dependência com os níveis de preços do exterior (SEGATTI, 2009).

As políticas de modernização conservadora implementadas em especial, após o golpe de 1964, impuseram transformações radicais na forma de produzir do setor agrário brasileiro. Elas culminaram na constituição dos CAI's a partir dos anos 70, articulando basicamente três segmentos: o D1 para a agricultura, a nova agroindústria oligopólica e a própria agricultura nos seus segmentos modernos (SEGATTI, 2009).

2.1 Pressupostos teóricos e históricos do etanol

A primeira vez na história que o álcool teve a sua importância reconhecida foi durante a Segunda Guerra Mundial, ocorrida entre os anos de 1939 a 1945, quando o combustível era usado nos veículos a gasogênio (segundo a Wikipédia, 2010, é uma mistura combustível de gases, produzida a partir de processos de gaseificação, ou seja, de combustão incompleta de combustíveis sólidos). Utiliza-se, por exemplo, madeira, carvão ou outros combustíveis, geralmente ricos em carbono, usando oxigênio insuficiente para a queima completa e, em alguns casos, vapor de água para dar partidas, nos aclives e nos trechos de lama. Com o fim das batalhas, porém, o abastecimento de petróleo foi novamente organizado e o álcool descartado. Anos depois, em 1973, o álcool voltava a ser destaque com a primeira grande crise de petróleo, que causou desajustes na balança de pagamentos do Brasil e colocou em risco o abastecimento interno (FREITAS, 2006).

O país precisava determinar as providências urgentes e, dispondo de infra-estrutura em terra, clima e tecnologia, então decidiu lançar em 1975 um grande projeto de energia renovável, o Proálcool (Programa Nacional do Álcool). Inicialmente, o Brasil passou a produzir o combustível anidro, para ser adicionado na gasolina, mas a nova crise do setor petrolífero demandou a necessidade de fabricação do álcool hidratado, que abastece os veículos diretamente (BERTELLI, 2006).

Depois da crise, os representantes da agroindústria canavieira passaram a procurar métodos de incentivo para impulsionar o aumento da utilização do produto e devolver a confiança ao consumidor. Desde o declínio do Proálcool, não se observava um ano com tantas iniciativas de estímulo ao uso do álcool combustível quanto em 2003 (FREITAS, 2006).

Se o setor conseguir alavancar as exportações de álcool, vai consolidar a sua participação na economia brasileira, que possui números portentosos. O Brasil abriga atualmente 324 usinas e destilarias, responsáveis por 2,2% do PIB nacional, o que corresponde também a um milhão de empregos diretos, e a quantidade triplicada de ocupações indiretas (PINCIGHER & ATTUCH, 2008).

2.2 Crescimento do número de usinas no País

A cana-de-açúcar tem grande significado econômico para o Brasil, o qual lidera a lista dos 80 países produtores, com 25% da população mundial. Conforme dados da ÚNICA, no Brasil brasileiro são cultivados em torno de 5 milhões de hectares, produzindo-se mais de 300 milhões de toneladas de cana, empregadas como matéria-prima na produção de 14,5 milhões de toneladas de açúcar e 15,3 bilhões de litros de álcool (PIACENTE & PIACENTE, 2003).

O setor sucroalcooleiro faz do Brasil o maior produtor mundial de açúcar de cana e o único do país do mundo a implantar em larga escala um combustível alternativo ao petróleo. Hoje, o álcool é reconhecido mundialmente pelas suas vantagens ambientais, sociais e econômicas, e os países do 1º mundo já estão interessados em nossa tecnologia. Na safra 2001/02 foram produzidas 280 milhões de toneladas de cana, um total de 384 milhões de sacas de açúcar e de 11,5 bilhões de litros de álcool. O parque sucroalcooleiro nacional possui 308 indústrias em atividade, sendo 81 destilarias autônomas e 227 usinas de açúcar/álcool. O Estado de São Paulo é o principal produtor nacional de açúcar, álcool e subprodutos sucroalcooleiro, na safra agrícola de 2001/02 foi responsável por cerca de 176 milhões de toneladas de cana, aproximadamente 61% da produção nacional; 246 milhões de sacas de açúcar cerca de 64% da produção nacional; e por 7,1 bilhões de litros de álcool o que representa 62% da produção nacional (ÚNICA 2002 *apud* PIACENTE & PIACENTE, 2003).

SZMRECSÁNYI (1994) coloca que o “Proálcool” promoveu uma grande expansão da atividade sucroalcooleira no Brasil, bem como sua concentração em determinadas faixas e regiões agrícolas, principalmente em áreas do Estado de São Paulo. Observando a Figura 01 abaixo, pode-se verificar que o crescimento do setor está em ritmo acelerado.

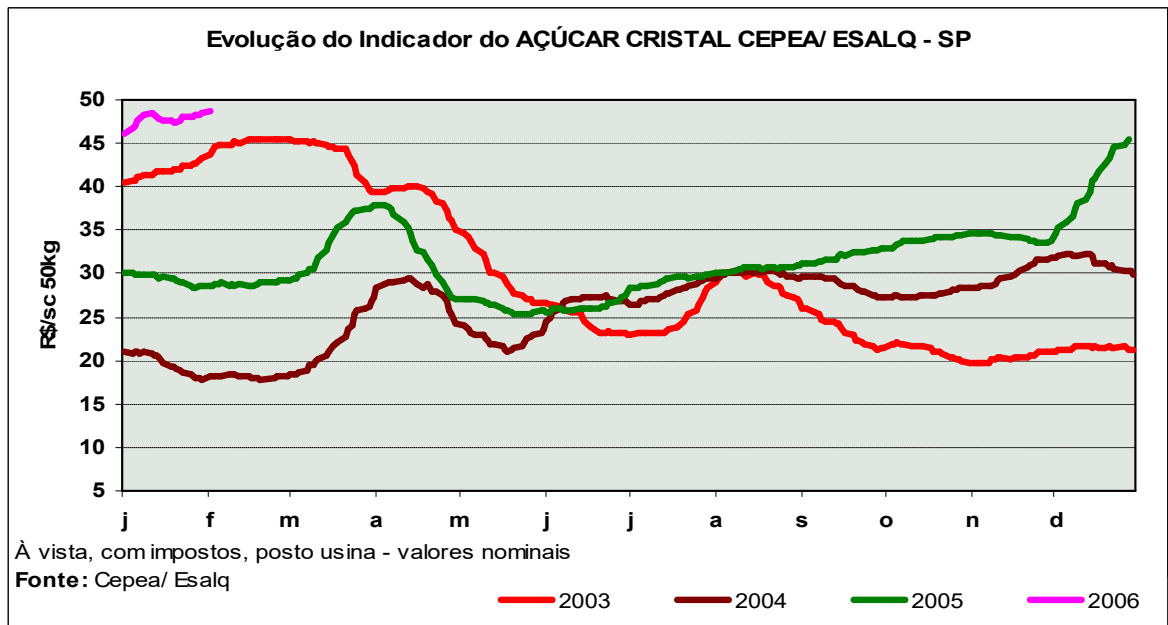
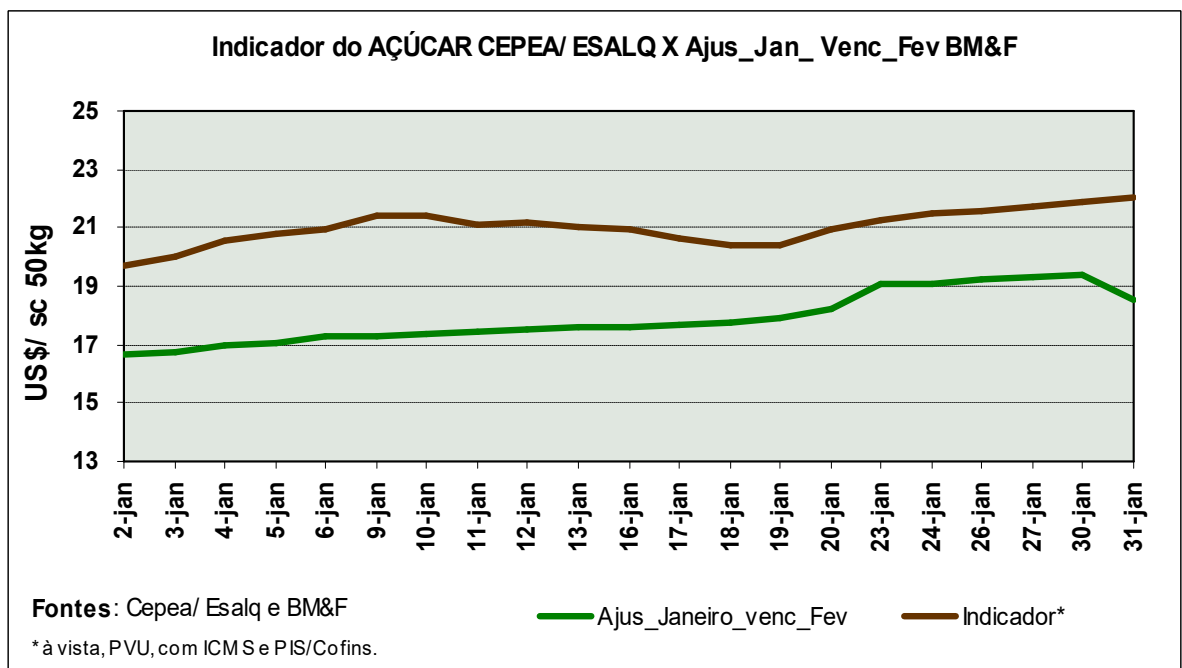


Figura 01 Evolução do indicador do açúcar Cristal

Observa-se na figura 01 a crescente valorização do preço do açúcar no decorrer dos anos fazendo com que cresça os investimentos nessa área. Já na figura 02 abaixo pode-se verificar que há uma forte tendência em investimento em agroindústrias do setor sucroalcooleiro e canavieiro devido às grandes perspectivas financeiras para o setor.



Fonte: Cepea/Esalq, 2007

2.3 Plantio

O plantio convencional de cana-de-açúcar, também denominado manual, é tecnicamente considerado semi-mecanizado por envolver operações manuais e mecanizadas em suas etapas. As operações envolvidas no plantio semi-mecanizado são: sulcação mecanizada, juntamente com a aplicação de defensivos e fertilizantes; distribuição de mudas, manualmente; picação e alinhamento das mudas dentro do sulco, manualmente, e cobertura (fechamento) dos sulcos, mecanicamente (STOLF, 1986).

Estas etapas são adotadas em canaviais das regiões Centro-Sul e Oeste do País e em algumas áreas do Nordeste, onde são possíveis operações mecanizadas. Nas áreas declivosas desta região, onde se encontram culturas de cana-de-açúcar em relevos com até mais que 40% de declividade, as etapas de um sistema de plantio são bem diferentes, chegando a apresentar somente etapas manuais e com tração animal, em função da impossibilidade de se utilizar máquinas. A seguir, há um detalhamento de algumas dessas atividades (ROSSETTO & SANTIAGO, 2009).

Quando o plantio é realizado de forma manual, é necessária a utilização de mão-de-obra para a otimização das seguintes atividades: colocação e arrumação da posição dos toletes nos sulcos, corte dos toletes em pedaços contendo três gemas e fiscalização do plantio.

Os toletes devem ser cortados para evitar que a predominância de hormônios vegetais existentes na ponta da cana (tecidos jovens) induza ao entortamento do colmo e à saída da ponta do colmo para fora do sulco. Cortando em pedaços, quebra-se a dominância da gema apical e, assim, todas as gemas passam a sintetizar hormônios vegetais que induzem a brotação (STOLF, 1986).

Durante a sulcação, a cada dez ou 15 linhas é comum deixar duas sem sulcar, o que caracteriza o chamado plantio com banquetas (Figura 03). O trator e a carreta ou o caminhão contendo as mudas transitam por essa banquetas. Após todo o plantio, o sulcador retorna sulcando as banquetas e, assim, completa o terreno. No sulco mais próximo da banquetas - de cada lado desta - são deixadas mudas em dobro para completar depois os sulcos referentes à banquetas (ROSSETTO & SANTIAGO, 2009).



Figura 03. Plantio de cana, com sistema de banqueta.
Foto: Efraim Albrecht Neto.

Há um índice de falhas que avalia a qualidade do plantio em relação às falhas em cana-planta e cana-soca, conforme mostra a Tabela 01 abaixo. O índice de falhas inferior a 10% (das falhas maiores que 50 centímetros) é classificado como de excelente qualidade.

Tabela 01. Avaliação da qualidade do plantio da cultura da cana-de-açúcar em relação às falhas no plantio.

% falha > 0,5	Avaliação do plantio
0-10	excelente *
11-20	bom**
21-35	médio
36-50	ruim
>50	péssimo

(*) Para 15 gemas por metro e ótimas condições de brotação.

(**) normal - tipo mais encontrado.

Fonte: Stolf (1986).

As equipes de plantio são compostas por cargueiros, picadores e distribuidores ou plantadores, sendo que os cargueiros lançam os colmos do caminhão e os plantadores os distribuem no sulco de plantio. Já os picadores fracionam os colmos dentro dos sulcos, facilitando a brotação (ROSSETTO & SANTIAGO, 2009).

Como as gemas da ponta do colmo têm maior vigor, é comum colocar no sulco colmos distribuídos em “pé com ponta”, ou seja, deve-se sobrepor às últimas duas gemas do pé da cana com outras duas gemas da ponta de um outro colmo. Logo após o seccionamento dos colmos em pedaços de três gemas, deve-se realizar a cobertura, pois, assim, as mudas ficam o menor tempo possível expostas à luz do sol, não sofrendo perda de água (STOLF, 1986).

2.4 Corte da muda

Essa atividade deve ser realizada apenas quebrando as mudas, sem o uso do facão (podão). Se por ventura o podão for utilizado, deve-se tomar cuidados para que não ocorra contaminação do instrumento, o que poderá comprometer as mudas e a produção. É recomendável que o podão seja desinfetado com creolina, periodicamente, para evitar a proliferação de microrganismos fitopatogênicos. Nesse momento, é recomendada a despilha dos colmos, feita com cautela para não ferir as gemas, e, dessa forma, não dificultar sua brotação (STOLF, 1986).

2.5 Carregamento e transporte

Segundo STOLF (1986), a carga de cana deve ser organizada na carroceria do veículo de forma a facilitar a distribuição manual. Geralmente, utilizam-se carretas puxadas por trator para o transporte das mudas.

2.6 Sulcação, adubação e aplicação de defensivos

A operação de sulcação está relacionada com os seguintes aspectos: espaçamento da cultura, profundidade e largura do sulco. Geralmente, os implementos utilizados para a sulcação também são capazes de efetuar a adubação, simultaneamente. Nessa etapa pode-se efetuar, também, a aplicação de defensivos, como, por exemplo, inseticidas (STOLF, 1986).

3. COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A operação de colheita da cana-de-açúcar não se baseia apenas nos aspectos relacionados às condições de campo (solo, relevo, espaçamento, variedades e etc.), equipamento utilizado e gerenciamento. Essa operação, face os atuais sistemas utilizados envolve acima de tudo a qualidade da matéria-prima colhida e a conservação do meio ambiente. A cana-de-açúcar

apresenta uma mudança rápida na qualidade como matéria-prima industrial, requerendo, portanto que sua colheita preserve ao máximo as características qualitativas e reduza ao mínimo as impurezas indesejáveis ao processamento (folha, palhas, partículas de solo, metais e etc. (ROSSETTO & SANTIAGO, 2009).

3.1 Sistemas de colheita de cana-de-açúcar

Atualmente no Brasil existem três sub-sistemas diferentes de colheita, porém aqui vamos falar somente do mecanizado e do manual. O corte manual é o modo mais comum de colheita da cana-de-açúcar, porém é alvo de muitas polêmicas relacionadas à queima da cana antes da colheita, que visa facilitar o corte. No entanto, a elevada quantidade de poluentes que é liberada na atmosfera em razão dessa prática tem sido muito contestada por diversos segmentos da sociedade. O trabalhador que faz a colheita manual utiliza uma ferramenta que pode ser denominada folha, podão ou facão, dependendo da região do País (DELAVALLE, 2010).

Já o corte mecanizado ocorre através de máquinas cortadoras, que deixa sobre o terreno o produto cortado para posterior carregamento mecânico. A outra utiliza máquinas colhedoras (combinadas), cuja constituição realiza simultaneamente o corte, o fracionamento, a limpeza parcial e o carregamento dos colmos diretamente em unidades de transporte (BERTELLI, 2006).

Conforme RAMÃO *et al.* (2007), o momento atual do segmento canavieiro tem sido marcado por um cenário de crescimento e transformações. Uma das principais mudanças ocorridas é a gradativa substituição da colheita manual pela colheita mecânica da cana-de-açúcar, justificada por diversos fatores, com destaque para aspectos ambientais e econômicos.

3.2 Colheita manual

Em muitos países, mesmo hoje em dia, a colheita é feita de forma manual usando vários tipos de facas manuais ou facões. Dentre as várias ferramentas, a lâmina de cortar é uma das mais empregadas, sendo geralmente mais pesada e facilita um corte eficiente de cana.

A colheita manual requer funcionários habilidosos e concentrados, uma vez que uma colheita não apropriada leva à perda de cana e queda no rendimento de açúcar, qualidade pobre de suco e problemas de moenda em virtude de eventuais impurezas agregadas à matéria-prima, além de oferecer riscos ao cortador de faca, visto que trabalha com elementos cortantes.

Na colheita manual, cerca de 24 a 48 horas antes, é realizada a queimada do canavial, para reduzir a folhagem e diminuir o risco de acidente com animais peçonhentos. A partir daí, os trabalhadores cortam a cana com facões e vão fazendo feixes para a medição da produtividade. (SIT, 2002 *apud* FEAGRI, 2010) A queima da palhada (que são os restos de cana e palha) é realizada para permitir um maior acesso à cultura, possibilitando um maior rendimento na colheita, estima-se que dobra a quantidade média de cana cortada por um trabalhador, que é de seis toneladas por dia, além de diminuir os custos na colheita.

Na colheita da cana-de-açúcar, até a produção do açúcar e do álcool, estão incluídas as atividades do corte manual da cana-de-açúcar, que tem uma rotina operacional permeada por agentes penosos, como, por exemplo, o turno de trabalho de 8 horas diárias realizados sob irradiação solar, poeira e fuligem. O pagamento é por produção, ou seja, se interromper o trabalho para tomar água, descansar, ou ir ao banheiro, o cortador deixa de produzir e não recebe. Um cortador de cana que corta 10 ton./dia desfere algo em torno de 10.000 golpes de facão (LABORCANA, 2005 *apud* FEAGRI, 2010).

Segundo FEAGRI (2010) a operação de corte da cana-de-açúcar é dividida nas seguintes etapas: corte da base da cana, desponte da ponteira e amontoamento ou enleiramento. Munidos de facões, os cortadores devem cortar a cana com um ou vários golpes na sua base ou pé, despontá-la, e carregá-la com os braços até um local pré-estabelecido, formando montes ou leiras, para que, numa etapa posterior do processo produtivo, tratores carregadores e carregadeiras a transportem para os caminhões que irão para a usina, como se pode observar nas figuras a seguir.



Corte manual de cana-de-açúcar
Fonte: Feagri, 2010

Conforme o Projeto de Lei nº 1.712/2007, que dispõe sobre a mecanização da colheita de cana de açúcar e toma outras providências, existe um prazo de dez anos para o fim do corte manual da cana-de-açúcar. Isto fará com que o Brasil, se torne uma potência do ponto-de-vista da produção de energia renovável. Porém, cabe ressaltar aqui, que a utilização de mão-de-obra humana exige que o preparo da terra seja precedido de queimada, o que não ocorreria se houvesse

a colheita mecanizada. Observa-se num contexto geral que o trabalho do cortador de cana é um trabalho quase escravo das pessoas que prestam serviço na colheita da cana-de-açúcar. Tal atividade, paga por produção, exige quantidades imensas de colheita para contraprestar aos que ali prestam para lhes garantir o mínimo para a sua sobrevivência (Laborcana *apud* FEAGRI, 2010).

3.2.1 Plano de Eliminação de Queimadas (PEQ)



Foto: Queimada em canavial pré-colheita

Fonte: <http://www.portalms.com.br/noticias/detalhe.asp?cod=959585693>

No Estado de São Paulo há uma legislação que, em razão de aspectos ambientais, determina que a queima da cana-de-açúcar seja extinta até 2021 nas áreas passíveis de mecanização integral da colheita, ou seja, onde podem operar as colhedoras automotrizes; e até 2031 nas áreas em que tais máquinas não conseguem operar ou seja em declividade maior do que 12% (RAMOS, 2007).

Através da Lei Estadual nº 11.241, de 19 de setembro de 2002, foi instituído um programa de eliminação gradativa da queima da palha na cultura cana-de-açúcar. Esse programa prevê o decréscimo gradual das queimadas de cana-de-açúcar até a sua total extinção. Esta lei dispõe sobre a eliminação do uso do fogo como método despalhador e facilitador do corte da cana-de-açúcar.

Dentre os principais aspectos contemplados pela legislação supracitada, conforme LEI... (2002) podemos destacar os seguintes artigos e seus respectivos conteúdos:

Artigo 2º - Os plantadores de cana-de-açúcar que utilizem como método de pré-colheita a queima da palha são obrigados a tomar as providências necessárias para reduzir a prática, observadas as seguintes tabelas:

ANO	ÁREA MECANIZÁVEL (ONDE NÃO SE PODE EFETUAR A QUEIMA DA QUEIMA)	PERCENTAGEM DE ELIMINAÇÃO
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 (PERCENTAGEM DE ELIMINAÇÃO - DECLIVIDADE SUPERIOR A 12% E/OU QUEIMA MENOR DE 150HA)	ONDE NÃO SE PODE EFETUAR A 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

§ 1º - Para os efeitos desta lei consideram-se:

1 - áreas mecanizáveis: as plantações em terrenos acima de 150 ha (cento e cinquenta hectares), com declividade igual ou inferior a 12% (doze por cento), em solos com estruturas que permitam a

adoção de técnicas usuais de mecanização da atividade de corte de cana;

2 - áreas não mecanizáveis: as plantações em terrenos com declividade superior a 12% (doze por cento), em demais áreas com estrutura de solo que inviabilizem a adoção de técnicas usuais de mecanização da atividade de corte de cana.

§ 2º - Aplica-se o disposto neste artigo às áreas de cada imóvel rural, independentemente de estar vinculado a unidade agroindustrial.

§ 3º - As áreas cultivadas em que se deixar de empregar o fogo poderão ser substituídas por outras áreas cultivadas pelo mesmo fornecedor ou pela mesma unidade agroindustrial, desde que respeitado o percentual estabelecido no "caput" deste artigo.

Artigo 4º - Não se fará a queima da palha da cana-de-açúcar a menos de:

I - 1 (um) quilômetro do perímetro da área urbana definida por lei municipal e das reservas e áreas tradicionalmente ocupadas por indígenas;

II - 100 (cem) metros do limite das áreas de domínio de subestações de energia elétrica;

III - 50 (cinquenta) metros contados ao redor do limite de estação ecológica, de reserva biológica, de parques e demais unidades de conservação estabelecidos em atos do poder federal, estadual ou municipal e de refúgio da vida silvestre;

IV - 25 (vinte e cinco) metros ao redor do limite das áreas de domínio das estações de telecomunicações;

V - 15 (quinze) metros ao longo dos limites das faixas de segurança das linhas de transmissão e de distribuição de energia elétrica;

VI - 15 (quinze) metros ao longo do limite das áreas de domínio de ferrovias e rodovias federais e estaduais.

Parágrafo único - A partir dos limites previstos nos incisos anteriores, deverão ser preparados, ao redor da área a ser submetida ao fogo, aceiros de, no mínimo, 3 (três) metros, mantidos limpos e não cultivados, devendo a largura ser ampliada, quando as condições ambientais, incluídas as climáticas, e as condições topográficas exigirem tal ampliação.

Artigo 5º - O responsável pela queima deverá:

I - realizar a queima preferencialmente no período noturno, compreendido entre o pôr e o nascer do sol, evitando-se os períodos de temperatura mais elevada e respeitando-se as condições dos ventos predominantes no momento da operação de forma a facilitar a dispersão da fumaça e minimizar eventuais incômodos à população;

II - dar ciência formal e inequívoca aos confrontantes, por si ou por seus prepostos, da intenção de realizar a queima controlada, com o esclarecimento de que, oportunamente, a operação será confirmada com indicação de data, hora de início e local;

III - dar ciência formal, com antecedência mínima de 96 (noventa e seis) horas, da data, horário e local da queima aos lindeiros e às unidades locais da autoridade do Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais - DEPRN; IV - quando for o caso, sinalizar adequadamente as estradas municipais e vicinais, conforme determinação do órgão responsável pela estrada;

V - manter equipes de vigilância adequadamente treinadas e equipadas para o controle da propagação do fogo, com todos os petrechos de segurança pessoal necessários;

VI - providenciar o acompanhamento de toda a operação de queima, até sua extinção, com vistas à adoção de medidas adequadas de contenção do fogo na área definida para o emprego do fogo

Parágrafo único - É vedado o emprego do fogo, numa única operação de queima, em área contígua superior a 500 ha (quinhentos hectares), independentemente de o requerimento ter sido feito de forma individual, coletiva ou por agroindústria.

Artigo 7º - A autoridade ambiental determinará a suspensão da queima quando:

I - constatados e comprovados risco de vida humana, danos ambientais ou condições meteorológicas desfavoráveis;

II - a qualidade do ar atingir comprovadamente índices prejudiciais à saúde humana, constatados segundo o fixado no ordenamento legal vigente;

III - os níveis de fumaça originados da queima, comprovadamente, comprometam ou coloquem em risco as operações aeronáuticas, rodoviárias e de outros meios de transporte.

Artigo 8º - Os requerimentos para a queima devem ser protocolados até o dia 2 de abril de cada ano, na unidade do Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais - DEPRN que atender a respectiva região.

§ 1º - A autorização será expedida:

1 - no prazo de 15 (quinze) dias úteis, a contar da data em que for protocolado o requerimento, salvo se houver exigência a ser cumprida, que deverá ser comunicada ao interessado por escrito, no prazo de 10 (dez) dias úteis, a contar da data do protocolo;

2 - no prazo de 15 (quinze) dias úteis, a contar da data do cumprimento da exigência a que se refere o item anterior; 3 - expirados os prazos constantes neste parágrafo, considera-se automaticamente concedida a respectiva autorização, independentemente de sua comunicação ou de qualquer outra manifestação da autoridade ao requerente.

§ 2º - O requerimento de que trata o "caput" deste artigo poderá ser enviado por meios de comunicação eletrônicos.

Artigo 9º - A Secretaria de Agricultura e Abastecimento manterá cadastro das colheitadeiras disponíveis, por tipo, capacidade, idade e outros elementos essenciais, bem como de todas as novas colheitadeiras ou equipamentos ligados à operação.

Artigo 10 - O Poder Executivo, com a participação e colaboração dos Municípios onde se localizam as agroindústrias canavieiras e dos sindicatos rurais, criará programas visando:

I - à requalificação profissional dos trabalhadores, desenvolvida de forma conjunta com os respectivos sindicatos das categorias envolvidas, em estreita parceria de metas e custos;

II - à apresentação de alternativas aos impactos sócio-político-econômicos e 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 ao sistema de distribuição de energia elétrica.

Artigo 13 - O não cumprimento do disposto nesta lei sujeita o infrator, pessoa física ou jurídica, às sanções e penalidades previstas na legislação. O caminhão bombeiro deve dirigir-se para as frentes, completo com água, sendo os mesmos checados pelo chefe de brigada antes do início da queima. O Setor de Planejamento Agrícola elabora um programa de áreas a serem queimadas no período de safra levando em conta o estágio de maturação dos canaviais, raio médio de distância dos canaviais até a usina, previsão de produtividade e longevidade dos talhões.

Norteando-se pela legislação supracitada e avaliado por informações técnicas adquiridas ao longo do curso, bem como visitas técnicas às usinas e experiência prática vivenciada por um dos integrantes do grupo, constatamos que, previamente à colheita, normalmente o Setor de Topografia georeferencia as áreas e encaminha formulários próprios da Secretária do Meio Ambiente (SMA) de cada cidade e mapa, contendo os dados das áreas a serem contempladas no PEQ. Toda área a ser queimada deve ter sido contemplada no PEQ, o qual dispõe de identificação fornecida pela SMA por fundo agrícola.

A equipe de queima deve informar com antecedência mínima de 96 horas da data, horário e local da queima ao Departamento de Planejamento Agrícola, para que seja providenciada a informação junto a SMA. Esta informação deverá ser registrada no registro de controle da secretaria para que seja cumprido todos os procedimentos cabíveis. Vale destacar que toda a equipe da queima deverá ser treinada para proceder à queima de cana (Encarregado - Chefe de Brigada, Motorista Bombeiro, Ajudante de Bombeiro, Ateador de fogo e Foguista).

Antes de iniciar a queima, a equipe deverá proceder à inspeção do local a ser queimado verificando se o mesmo encontra-se nas áreas definidas, certificando-se da situação dos aceiros atuais, devendo-se proceder às suas correções ou ampliações, conforme necessidades da situação de risco observadas pela equipe.

No caso em que houver árvores isoladas nos talhões, devem-se inicialmente fazer aceiros em volta das mesmas, antes de atear fogo. Ainda, a equipe de queima deverá observar se há presença de pessoas e equipamentos, retirando-os do local de queima e adicionalmente, haja canais de vinhaça nos talhões, os mesmos deverão ser fechados.

No caso de fogo descontrolado, a equipe de queima deve atear fogo no talhão seguinte ao da queima, a fim de evitar que novos talhões sejam queimados. Semanalmente todos caminhões bombeiros, deverão atender seus respectivos planos de manutenção preventiva.

Antes de iniciar a queima, os líderes devem checar todos os equipamentos de queima se estão em condições de uso, e exigir que todos estejam com seus EPI's (calçados de couro

fechado, conjunto carbono aramida, luva de segurança e óculos de proteção), bem como definir qual a atribuição de cada um, perguntando se todos estão cientes das atribuições.

Antes de iniciar a queima, os veículos de apoio devem acionar a buzina por aproximadamente 20 minutos para espantar animais. É proibido iniciar o fogo sem antes verificar a direção do vento e sem o protocolo de autorização da S.M.A.

É proibido atear fogo em cana e palhico, com o vento soprando na direção das cidades, colônias, e ainda num raio inferior a 1 Km de distância e fora do horário das 18:00 às 06:00 horas.

Antes de atear fogo nos locais localizados num raio de 1 Km do perímetro da área industrial, deve-se comunicar o departamento de segurança e fazer várias checagens para confirmar a direção do vento, principalmente se estiver próximo ao pátio de caminhões aguardando carregamento de álcool.

Após o término da queima do talhão, deve-se novamente percorrer toda a área, para verificar se não “pulou” fagulhas em matos, brejos e áreas de preservação ambiental, e ainda, se existem animais feridos. O caminhão bombeiro deve manter-se no local até a completa impossibilidade de se ocorrer focos de incêndio.

Todo e qualquer acidente relacionado a pessoas, que vier ocorrer, deve-se procurar o posto de saúde mais próximo do local, mesmo que aparentemente os acidentes sejam de pequena gravidade. O chefe da queima deve avisar a portaria, sobre o local de queimada.

Atear fogo em dois cantos extremos e opostos simultaneamente pelo uso de dois ateadores por canto, devendo-se os mesmos continuarem a atear fogo, caminhando ao longo do talhão até se encontrarem. Neste momento, a equipe de queima deve sair do talhão ficando no carro de apoio.

O chefe de queima deve informar ao controle agrícola, o fundo agrícola, talhão e horário de queima, para controle das áreas liberadas para queima, junto à SMA. O Controle Agrícola registra as informações de queima no registro.

3.3 Colheita mecanizada

Consiste em uma metodologia de se colher a cana-de-açúcar no campo, através de maquinários, cujo processo de mecanização da colheita não só aumenta o rendimento operacional, como também reduz seu impacto ambiental, por dispensar a queima de resíduos, sendo realizada a colheita em três etapas distintas: o corte, o carregamento e o transporte até a usina (NADAL, 2008).

A colheita mecanizada, além de ser economicamente mais interessante, permite a padronização, pré-processamento da matéria-prima e, principalmente, maior segurança para o processo produtivo, com melhor controle das atividades de corte e sua compatibilização com o ritmo da indústria. Ainda de acordo com NADAL (2008), contribui para a redução da migração de trabalhadores na época da safra, que causa problemas sociais graves nas cidades próximas aos canaviais. Assim, a mecanização é especialmente recomendável do ponto de vista de modernização e redução de custos de produção do setor.



fonte <http://www.ocuatro.com.br/site/galeria/detalhe.php?idgal=162&idgalcat=85>

3.3.1 Introdução

Até pouco tempo, o setor usineiro dependia exclusiva-mente da mão-de-obra humana para realizar o corte da cana-de-açúcar. De uns tempos para cá, o processo de colheita de cana passa por um intenso processo de mecanização. Essa mudança de perfil, onde o homem está cedendo, gradualmente, lugar à máquina, faz, em partes, a colheita nas lavouras de cana-de-açúcar ficar mais eficiente (NADAL, 2008).

Segundo RAMÃO *et al.* (2007), o corte mecanizado de cana se iniciou com a cana queimada, prática que elimina a palha e facilita a colheita, além de evitar que seus resíduos causem danos à lavoura canieira. Contudo, a partir de pressões constantes de entidades ambientais e de promotores públicos, a forma de colheita da cana-de-açúcar vem sofrendo alterações, intensificando-se os processos de mecanização na colheita da cana-de-açúcar.

A substituição do corte manual da cana-de-açúcar para o mecânico representa mais do que a simple alteração de uma técnica por outra. Em termos agrícolas, significa combinar e otimizar elementos relacionados ao planejamento e manejo da cultura, ao uso e dimensionamento dos equipamentos no campo, à equipe de manutenção e apoio, ao treinamento do pessoal envolvido, e às alterações no transporte e na recepção da cana na indústria (Veiga Filho citado por RAMÃO *et al.*, 2007).

3.3.2 Histórico da mecanização na colheita da cana-de-açúcar

O corte mecanizado ganhou espaço na década de 1970, quando se desenvolveram as colhedeiras que cortam, picam, limpam e carregam a cana em operações integradas. Nessa época, para atender ao Proálcool, procurava-se tecnificar a cultura canavieira e suprir a carência de mão-de-obra decorrente da grande expansão da lavoura. Porém, pode-se dizer que a mecanização da colheita da cana-de-açúcar no Brasil ganhou maior impulso a partir da década de 1990. Os benefícios trazidos representaram um avanço significativo para a agroindústria canavieira, assim como a redução dos custos e a possibilidade de aumentar a produtividade do trabalho, fatores que estão contribuindo para a aceleração desse processo (Vieira & Simon citados por RAMÃO *et al.*, 2007).

3.3.3 Sistema de colheita mecanizado

O processo de colheita mecânico é constituído de três sub-sistemas: um de corte e carregamento; um de transporte; e outro de recepção. Esses sub-sistemas quem compõem o novo arranjo técnico se relacionam entre si e estabelecem um fluxo da matéria-prima do campo à indústria. Sob o prisma empresarial, trata-se de uma estratégia de maximização do uso dos meios e instrumentos de trabalho, diminuindo bastante a ociosidade da usina, além de intensificar o ritmo de trabalho (Veiga Filho citado por RAMÃO *et al.*, 2007)

Do ponto de vista do processo de trabalho, o corte mecânico apresenta alterações substanciais com relação ao corte manual da cana-de-açúcar. No modo de organização do corte manual, geralmente a contratação do operário é temporária, a jornada de trabalho é diurna, de segunda a sábado, com oito horas diárias e a remuneração é com base na produção de cada trabalhador (RAMÃO *et al.*, 2007).

A utilização de colhedeiras aumenta a contratação direta e permanente de trabalhadores na lavoura canavieira, sistema no qual o trabalho é organizado em turnos alternados. Nessa modalidade de corte, os trabalhadores fazem rodízio para garantir a ininterruptão do processamento da cana pela agroindústria, inclusive no período noturno, em domingos e feriados. Os operadores das colhedeiras submetem-se a horários irregulares e a uma escala de plantões, mas possuem um rendimento fixo. A atividade de corte mecanizado é sempre realizada em dupla,

envolvendo o operador de máquina e o motorista do caminhão que traciona o transbordo e recebe a cana colhida. Diferentemente do corte manual, a colheita mecânica depende de trabalho conjunto e articulado (Scopinho *et al.* relatados por RAMÃO *et al.*, 2007).

3.3.4 Cuidados e exigências da mecanização na colheita da cana

A mecanização não se difunde com a mesma intensidade nas diferentes regiões canavieiras. Uma das razões é o fato de que a tecnologia das colhedoras empregadas no ramo ainda não permite a total mecanização da colheita, o que se deve a características topográficas, variedades de cana-de-açúcar e, em alguns casos, excesso de mão-de-obra disponível [Vieira & Simon citados por RAMÃO *et al.* (2007)]. Entretanto, existe grande margem para o desenvolvimento nessa área, principalmente no que refere ao aprimoramento de máquinas capazes de operar em terrenos com declividade desfavorável.

Segundo Scopinho *et al.* citados por RAMÃO *et al.* (2007), a mecanização da colheita da cana requer que sejam atendidas algumas condições físicas, técnicas e de produtividade para justificar o uso de máquinas, que não deve exceder os custos do corte manual. O uso de colhedora aumenta a produtividade e qualidade da matéria-prima, além de reduzir os custos entre 50% e 60% em relação ao custo total da produção agrícola.

A colheita da cana-de-açúcar mecanizada, no entanto, exige algumas condições específicas para apresentar os resultados desejáveis: solo plano, sem falhas, redimensionamento das áreas de plantio, inclusive com espaçamento adequado entre as fileiras, plantio mais raso e um crescimento ereto da cana, sem tombamentos (NADAL, 2008).

Segundo RAMOS (2007), a mecanização integral da colheita de cana depende de diversos fatores, entre os quais cabe destacar suas implicações na disponibilidade de máquinas, assistência técnica e de financiamento, logístico de equipamentos e veículos no campo, a configuração dos talhões do canavial, a existência ou a adaptação de equipamentos para a recepção na usina ou destilaria, seja para a cana inteira (com ou sem queima); seja para cana picada. Tais implicações exigem investimentos, o que ajuda entender porque o ritmo de mecanização da lavoura canavieira no Brasil vem ocorrendo em um ritmo mais lento do que poderia ocorrer, sendo que a principal razão histórico/estrutural disso está, com é sabido, nos baixos salários pagos na economia brasileira. (RAMOS 2007).

Além do mais, esse tipo de colheita pode apresentar algumas desvantagens, como a compactação do solo; rebrota menos uniforme da soqueira; necessidade de alto investimento na aquisição de maquinário; menor comprimento da matéria-prima colhida (cana) em relação ao que é obtido manualmente (devido ao corte realizado pelas lâminas da colhedora); além da questão do desemprego, agravado pela baixa qualificação da mão-de-obra para operar essas máquinas (DELAVALLE, 2010).

3.4 Vantagens e desvantagens da colheita manual e da colheita mecanizada

3.4.1 Operação de corte

O corte pode ser manual, com um rendimento médio de 5 a 6 toneladas/homem/dia, ou mecanicamente, através de colheitadeiras. Existem basicamente dois tipos: colheitadeira para cana inteira, com rendimento operacional médio em condições normais de 20 t/hora, e colheitadeiras para cana picada (automotrizes), com rendimento de 15 a 20 t/hora. Após o corte, a cana-de-açúcar deve ser transportada o mais rápido possível ao setor industrial, por meio de caminhão ou carreta tracionada por trator (BERTELLI, 2006)

3.4.2 Colheita de cana queimada

A escolha do tipo de corte dos colmos depende de fatores diversos, como: disponibilidade de mão-de-obra, aspectos socioeconômicos, configuração do terreno onde está implantado o canavial, sistema de carregamento a ser utilizado, entre outros. O corte manual é o modo mais comum de colheita da cana-de-açúcar, porém é alvo de muitas polêmicas relacionadas à queima da cana antes da colheita, que visa facilitar o corte. No entanto, a elevada quantidade de poluentes que é liberada na atmosfera em razão dessa prática tem sido muito contestada por diversos segmentos da sociedade (ROSSETTO, 2007).

O trabalhador que faz a colheita manual utiliza uma ferramenta que pode ser denominada folha, podão ou facão, dependendo da região do País. Inicialmente, o trabalhador corta o material sem interesse para a usina, o que ocorre no caso da colheita da cana-crua. Porém, quando a cana-de-açúcar é queimada antes da colheita e tem a sua palhada eliminada pela ação do fogo, não necessita que essa atividade seja efetuada pelos cortadores. Em seguida, o cortador faz o corte dos colmos da cana na altura basal e o corte dos ponteiros, lançando a cana cortada sobre o terreno para a formação dos leitos (ROSSETTO, 2007).

Ainda conforme a autora, a colheita mecanizada possui algumas vantagens e desvantagens, as quais encontram-se descritas a seguir.

Vantagens:

- Eficiente e econômica operação de limpeza da cana;
- Traz ao produtor e a indústria, vantagens econômicas. Elimina-se quase 50% da água contida no caule;
- Facilita a operação dos cortadores manuais, o aumento da produtividade no corte;
- Diminuição de acidentes provocados por animais venenosos, encontrados com frequência nas plantações.

Desvantagens:

- Agressão ao meio ambiente, causa desequilíbrios na flora e fauna;
- Contribui para a diminuição da qualidade do ar nas cidades e o aumento do efeito estufa, bem como a destruição da camada de ozônio;
- Ocasiona o surgimento de chuvas ácidas, diminuindo assim a disponibilidade de nutrientes nos solos;
- Entupimento dos poros da camada superficial do solo pelas cinzas, promovendo a formação de crosta superficial que reduz a infiltração da água e piora a sua aeração.

3.4.3 Colheita de cana verde

Realizada quase na sua totalidade por máquinas, o corte manual é praticamente inviável (BERTELLI, 2006), apresentando as seguintes vantagens e desvantagens:

Vantagens:

- Diminuição da poluição do ar;
- Aumento da capa vegetal;
- Acúmulo de matéria orgânica no solo, favorecendo o desenvolvimento da planta e da população de microrganismos associados ao sistema;
- Possibilidade de se utilizar a palha da cana para complementar o bagaço nas caldeiras;
- Retarda a necessidade da renovação do canavial.

Desvantagem:

- O corte só pode ser mecanizado;
- Poderá causar dificuldade para os cortadores;
- Causar ferimentos nos trabalhadores.

3.5 Perdas provocadas pela colheita mecanizada

Conforme BERTELLI (2006) as colheitas mecanizadas provocam algumas perdas, umas visíveis, outras invisíveis e ainda existe a de estilhaços, tais como:.

De estilhaços: fragmentos deixados no campo ou que ficam presos na colhedora.

Invisíveis: perdas que ocorrem durante a colheita sob formas de serragem e caldo, sendo impossíveis de serem quantificadas.

Existem no mercado atualmente duas ótimas marcas de colhedoras que minimizam as perdas na colheita mecanizada que são o modelo motor agrícola da *John Deere 6090T Power Tech TM* de 9.0 Litros, Tier II, com 342 cv (251 kW / 337 HP). Trata de uma nova colhedora com capacidade de colher 2 (duas) linhas de cana em espaçamentos reduzidos ou combinados,

atendendo as diferentes necessidades dos clientes e as colhedoras da série A8000 (A8800 de esteira e A8000 de pneus) e A4000 prometem iniciar uma nova era no setor, proporcionando a redução dos custos operacionais através da tecnologia. Projetadas para atender as demandas atuais do setor sucroenergético, as duas colhedoras têm diferentes perfis e englobam o que há de mais moderno e tecnológico para seus públicos (BERTELLI, 2006).

4. TIPOS DE COLHEDORAS

As máquinas utilizadas no processo de colheita da cana-de-açúcar podem ser agrupadas nos seguintes tipos: Cortadoras, Cortadoras-Enleiradoras, Cortadoras-Amontoadoras e Colhedoras (Ripoli citado por MÁQUINAS..., 2006), tais como classificadas abaixo:

- Máquinas cortadoras: São aquelas que apenas realizam o corte basal dos colmos, deixando o material cortado sobre o terreno.
- Máquinas cortadoras-enleiradoras: São aquelas que além de realizarem o corte basal dos colmos, também cortam o ponteiro e a seguir, depositam os colmos sobre o terreno de forma "esteirada", a fim de facilitar o carregamento mecânico.
- Máquinas cortadoras-amontoadoras: São semelhantes às anteriores quanto à ação de corte, porém depositam os colmos sobre o terreno na forma de monte.
- Máquinas colhedoras: Também denominadas de combinados, realizam em seqüência as seguintes operações: o corte dos ponteiros, o corte basal, fraciona os colmos em rebolos, faz a limpeza parcial de materiais estranhos e descarregam o material diretamente nas unidades de transportes (caminhões, carretas de transbordo e etc.).



Fonte: http://www.deere.com.br/pt_BR/ag/veja_mais/info_mercado/sugar_cane.html



Fonte: http://www.deere.com.br/pt_BR/ag/veja_mais/info_mercado/sugar_cane.html

4.1 Critérios de classificação das colhedoras de cana-de-açúcar

Tendo em vista as características do projeto dos mecanismos que afetam diretamente o processo de colheita, Ripoli citado por MÁQUINAS... (2006) propõe o seguinte critério de agrupamento dos vários tipos de colhedoras:

Quanto à fonte de potência:

- Montada lateralmente ao trator e transmissão automática;
- Autopropelida com transmissão hidrostática.

Quanto ao rodado:

- De pneus (3 ou 4 apoios);
- Com semi-esteira;
- De esteira.

Quanto o número de fileiras cortadas, por vez:

- Uma fileira;
- Duas fileiras;
- Três fileiras.

Quanto ao mecanismo de levante de colmos acamados:

- Varões metálicos;
- Correntes;
- Cones fixos;
- Cones rotativos espiralados.

Quanto ao número de mecanismos de corte basal:

- Um disco com lâminas radiais;
- Dois discos com lâminas radiais;
- Dois conjuntos de hastes inclinadas e lâminas nas extremidades.

Quanto aos dispositivos de condução dos colmos no interior da máquina:

- Roletes dentados e rotativos;
- Esteiras rolantes;
- Esteiras fixas;
- Correntes com taliscas transportadoras;
- Lançamento por rotor.

Quanto o mecanismo de picamento dos rebolos:

- Dois cilindros horizontais à entrada da máquina;

- Dois cilindros horizontais em ponto intermediário;
- Disco vertical com facão;
- Cilindro horizontal com lamina em ponto intermediário da maquina.

Quanto ao tipo de matéria-prima fornecida:

- Colmos inteiros;
- Colmos fracionados (rebolos).

4.2 Ciclo operacional de cortadoras e colhedoras

Um ciclo operacional de cortadoras ou colhedoras caracteriza-se por três tipos de eventos: deslocamento sobre a fileira de plantio em ação de corte ou colheita; interrupções nesse deslocamento por qualquer razão e uma manobra de cabeceira. Assim, considera-se o início de um ciclo operacional dessas máquinas, o momento que ela inicia o deslocamento sobre uma fileira, quando, pela primeira vez, o despontador toca os primeiros colmos localizados na cabeceira do talhão. O final do ciclo vem a ser o momento imediatamente anterior a ela começar a colher a nova fileira, ou seja, após o término da manobra de cabeceira [(Mialhe citado por MÁQUINAS... 2006).

4.3 Capacidade de colheita

Segundo MÁQUINAS... (2006) a capacidade de colheita é a quantidade de trabalho que um conjunto de máquinas ou uma colhedora isoladamente é capaz de executar numa unidade de tempo. Essa capacidade de máquina colhedora de cana-de-açúcar fica caracterizada através dos seguintes parâmetros:

- A) Capacidade efetiva (líquida calculada; bruta);
- B) Capacidade Operacional (de jornada; de longo termo).

Sendo, capacidade efetiva a quantidade de matéria-prima processada pela máquina na unidade de tempo e a capacidade operacional é a razão entre a quantidade de cana colhida e o tempo disponível de operação da máquina no campo.

4.4 Qualidade do processamento

Durante o trabalho de colheita pela máquina, o material *in natura* das linhas da lavoura é submetido a um processamento que se inicia pela captação, corte e recolhimento executado na plataforma de corte, prosseguindo no interior da máquina visando separar a matéria-prima

industrializável (toletes de cana limpos) da matéria estranha (terra, sílica, cinzas, ponteiros, folhas, raízes e etc.). O Processamento pela colhedora termina quando os toletes são lançados no veículo de transporte.

Os colmos cortados são depositados na caixa lateral e descarregados formando montes (MÁQUINAS, 2006).

5. PREVISÃO CONSTITUCIONAL

O enunciado constitucional possibilita exigir dos poderes públicos uma conduta que proteja e preserve o meio ambiente como um todo. É certo que a existência de tal dispositivo constitucional por si só não assegura o direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, e conseqüentemente o direito a respirar um ar sadio. Entretanto, caso os poderes públicos não assumam o papel que lhes foi expressamente atribuído, de acordo com a lei, e, portanto de acordo com a expressão da vontade geral, eles estarão indubitavelmente incorrendo em omissão (BARROS, 2006).

5.1 A Lei Ambiental

O Direito Ambiental é a ciência que estuda os problemas ambientais e suas interligações com o homem, visando a proteção do meio ambiente para a melhoria das condições de vida, possuindo como base um estudo muito complexo que envolve o conhecimento de várias ciências, como biologia, antropologia, sistemas educacionais, ciências sociais, princípios de direito internacional, etc. (PINCIGHER & ATTUCH, 2008).

No Brasil surgiu a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº. 6938 de 31.08.91) apresentando definições de meio ambiente, degradação da qualidade ambiental, poluição, poluidor e recursos ambientais, bem como instituiu um valioso mecanismo de proteção ambiental denominado estudos prévios de impacto ambiental (EIA) e seus respectivos relatórios (RIMA), instrumentos eficazes e modernos em termos ambientais mundiais (PINCIGHER & ATTUCH, 2008).

Desde 31 de março o Brasil possui uma nova lei ambiental. As várias modificações sofridas pelo projeto, desde que foi proposto em 1991, entre outros, pelo atual presidente do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Eduardo Martins, provocaram um atropelo de negociações de última hora (PINCIGHER & ATTUCH, 2008).

O substitutivo da versão definitiva do projeto foi alvo de um acordo fechado entre o governo e as bancadas ruralista, sendo vetado vários artigos e causando um verdadeiro “cabo-de-guerra” entre os ecologistas e os *lobbies* empresariais e religiosos em Brasília (BARROS, 2006). Dentre os principais artigos vetados, destacam-se ao setor sucroalcooleiro:

Artigo 37, inciso III - Estabelecia a figura da legítima defesa para crimes contra a fauna. Para o Executivo, a figura jurídica de legítima defesa só pode ser utilizada para crimes entre seres humanos. Aspecto importante, visto que a prática da queimada promove a mortandade de muitos animais.

Artigo 43 - Estabelecia pena de detenção e multas para quem colocasse fogo na mata ou fizesse uso indiscriminado de queimadas. Outro fator presente no uso de fogo é que a pequena produção de subsistência depende do uso do fogo (BARROS, 2006)

As concessões aos ruralistas, mais particularmente aos usineiros e à Confederação Nacional da Agricultura (CNA), foram as que mais causaram revoltas aos ecologistas. Alegando que a proibição de se fazer queimadas teria como consequência imediata a dispensa de 400 mil trabalhadores rurais que usam a técnica para limpar os canaviais, facilitando assim o corte de cana nos grandes engenhos, os proprietários rurais pressionaram o governo e conseguiram o veto do artigo 43, que tratava do assunto (BOTELHO *et al.* 2001)

Artigo 81 - O último ponto a receber o veto é o mais facilmente explicável para o governo. Como admitiu o próprio ministro do Meio Ambiente, Gustavo Krause, em encontro com correspondentes estrangeiros, "foram negociados vários pontos da proposta". E no que diz respeito às queimadas, o presidente do Ibama é mais preciso: "Aí entra o lado social, mais do que o ambiental. Os usineiros estão trocando a mão-de-obra pela mecanização. O que a gente queria era negociar uma forma de transição para que os que ficassem sem trabalho não surgissem no mercado de uma vez" (SILVA, 1997)

As organizações não-governamentais (ONGs') não demoraram a atacar. "Em Campos (RJ) a colheita da cana é feita depois da produção de queimadas e existem relatórios que mostram o alto grau de doenças respiratórias. O que vale é o lucro e não a saúde do trabalhador" constata Franklin Matos, biólogo, presidente do Grupo de Defesa Ecológica (Grude). Ele vai além: "O governo está compactuando com a produção agrícola na sua forma mais arcaica. O que existe de mais retrógrado na sociedade brasileira é mantido e o uso do fogo vira pretexto para se impedir o desemprego, como se trabalhasse a questão do desemprego apenas com a colheita ou não. Um erro histórico" (SILVA, 1997).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O surgimento das inovações tecnológicas, principalmente após a Revolução Industrial, onde o homem conquistou o saber técnico da produção por meio da utilização de máquinas, e, por conseguinte, o aumento da produtividade, o ser humano tem experimentado uma explosão desenvolvimentista jamais ocorrida em sua história, passando a ter um quase ilimitado domínio da natureza, pouco importando a modificação nos fatores naturais da terra ante a necessidade crescente de utilização dos seus recursos, objetivando o aumento de bens

produzidos, que está colaborando para a degradação do meio ambiente.

Uma das preocupações maiores das sociedades contemporâneas e que cada vez mais vem sendo enfocada em debates é a proteção da qualidade do ar. Nas grandes metrópoles do mundo, a cada dia deteriora-se a qualidade do ar e por conseqüência a qualidade de vida.

Há 30 anos se falava apenas da poluição local, a curta distância. Atualmente, este problema tomou maiores proporções e ultrapassa as fronteiras, deixando de ser localizadas e expandindo-se para o restante do mundo, como, por exemplo, as chuvas ácidas e até mesmo alcançando uma dimensão planetária com a questão da camada de ozônio e do reaquecimento da atmosfera.

No transcorrer dos anos, as fontes de emissão de poluentes variaram em sua importância. Se antes as fontes fixas, principalmente as indústrias, respondiam por grande parte da poluição, atualmente as fontes móveis, representadas pelos automóveis, correspondem a aproximadamente noventa por cento das emissões das grandes metrópoles.

O surgimento de situações graves como a desertificação de grandes regiões desmatadas, a transformação de rios importantes em corredores de esgotos a céu aberto, destruindo a vida dos rios, resultante da competição existente entre os microorganismos presentes no esgoto quer seja industrial ou residencial, lançados livremente no rio, além de expor às populações ribeirinhas a incidência de várias doenças, o uso imoderado de agrotóxicos, contaminando os alimentos, a escassez de água potável e inúmeras outras situações semelhantes servem para exemplificar a situação crônica e evidenciar os problemas no meio ambiente.

Contudo, em meio às grandes tecnologias desenvolvidas, existem os pontos fortes e fracos da colheita da cana-de-açúcar manual e mecanizada, não podendo desvalorizar em momento algum, ambos os tipos de colheita. Porém, deve-se estar atento à questão ambiental no uso dessas técnicas e, acima de tudo, usá-las conforme a lei, visando-se agredir cada vez menos o meio ambiente, utilizando mecanismos eficazes para o combate a devastação do meio ambiente, impedindo assim a ação predatória irresponsável do homem, e melhoria da condição de vida, surgiram os primeiros estudos de uma legislação específica para esse fim.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, Flávia. Entrada de trabalhadores estrangeiros no Brasil: evolução legislativa e políticas subjacentes nos séculos XIX e XX. Florianópolis-SC, 2003. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Direito da Universidade Federal de Santa Catarina (Tese de Mestrado). Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PDPC0641.pdf>>. Acesso em:

11/05/2010.

BARROS, Ney de Bello Filho. PREVISÃO CONSTITUCIONAL, 2006. Disponível em <http://www.trf4.jus.br/trf4/upload/arquivos/emagis.../ccp5_ney_bello.pdf>

BASTOS, Celso Ribeiro. **Curso de Direito Constitucional**. São Paulo: Saraiva, 2002.

BERTELLI, Luís Gonzaga. Álcool - o melhor substituto do petróleo, 2006. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/opiniaio/show.asp?msgCode={5687D06F-8EDA-4F84-855E-7C42CCF6D286}>>. Acesso em: 29/05/2010.

BOTELHO Carlos G.; CAMPOS Cesar Manoel; VALLE, Robson Heitor Prado do; SILVEIRA, Ilton A. da. **Recursos naturais renováveis e impacto ambiental: água**. Lavras: UFLA, 2001.

CARVALHO, Felipe de; CUNHA, Jennyffer Andressa Moreira da; BIZORDI, Maria Lívia; ALVEZ, Renata Messias. A influência do mercado de álcool etílico carburante no Brasil, no planejamento estratégico das empresas do segmento de álcool de etílico e para outros fins, 2005. Disponível em:

<http://www.mackenzie.com.br/fileadmin/Graduacao/CCSA/Publicacoes/Jovens_Pesquisadores/04/3.4.03.pdf>. Acesso em: 25/05/2010.

CAVALHEIROS, Ricardo de Oliveira; BOSQUILIA, Sebastião Vainer. Preservação e recuperação das nascentes (de água e de vida), 2003. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/preservacao-e-recuperacao-das-nascentes-de-agua-e-de-vida-pdf-a49032.html>>. Acesso em: 20/05/2010.

CONTROLAR. Poluição em São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.controlar.com.br/poluicao_Ar_Atmosferica.php>. Acessos em 02 e 05/03/2010.

Constituição da República Federativa do Brasil (1988). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm>. Acesso em 22/05/2010.

DELAVALE, Fernando Galoro. Docente de várias disciplinas no transcorrer do Curso de Técnico em Agricultura da Etec “Frei Arnaldo Maria de Itaporanga” em Votuporanga-SP, com previsão de término em junho de 2010. **(Informações pessoais)**

FEAGRI, A colheita da cana de açúcar. 2007 Disponível em: <http://www.feagri.unicamp.br/unimac/produtos_canadeacucar.htm>. Acesso em 10/06/2010.

FERNANDES, Francisco Assis Martins, **MÍDIA E MEIO AMBIENTE: LIMITES E POSSIBILIDADES** Disponível em:

- <<http://www.unitau.br/scripts/prppg/humanas/download/midiaemeioambiente-N2-2002.pdf>>. Acesso 03/04/2010.
- FREITAS, Newton. Biocombustível e Biodiesel, 2006. Disponível em: <<http://www.newton.freitas.nom.br/artigos.asp?cod=390>>. Acesso em: 07/06/2010
- GASOGÊNIO. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/G%C3%A1s_de_s%C3%ADntese>. Acesso em: 10/06/2010.
- Lei da Ação Civil Pública (Lei nº 7.347, de 24.07.85). Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L7347orig.htm>. Acesso em: 02/06/2010
- Lei dos Crimes Ambientais (Lei Federal nº 9.605/1998). Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9605.htm>. Acesso em: 02/06/2010.
- Lei nº 9065/98. Disponível em: <www.ibamapr.hpg.ig.com.br/compendio.htm>. Acesso em: 02/06/2010
- Lei nº 9099/95. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9099.htm>. Acesso em: 02/06/2010.
- LEI Estadual nº 11.241, de 19 de setembro de 2002 - Dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas. 4 p. Disponível em: <http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/Sigam2/Repositorio/24/Documentos/Lei%20Estadual_11241_2002.pdf>. Acessos de 10 a 12/06/2010.
- MÁQUINAS para a colheita da cana-de-açúcar. Recife-PE, 2006. Disponível em: <<http://analgesi.co.cc/html/t33936.html>>. Acesso em 19/06/2010.
- NADAL, Omar Eduardo de. Colheita mecanizada da cana-de-açúcar. Olímpia-SP: Olicana, 2008. Disponível em: <<http://www.olicana.com.br/noticias=ler.php?id=292>>. Acessos em 19 e 20/06/2010.
- PIACENTE, Fabrício José; PIACENTE, Erick Augusto. Desenvolvimento sustentável na agroindústria canavieira: uma discussão sobre os resíduos, 2003. Disponível em: <<http://www.cori.unicamp.br/IAU/completos/Desenvolvimento%20Sustentavel%20Agroindustria%20Canavieira%20uma%20discussao%20sobre%20os%20residuos.doc>>. Acesso em: 13/05/2010
- PINCIGHER, Eduardo; ATTUCH, Leonardo. O mundo movido a álcool. Disponível em: <<http://www.netconsorcio.com.br/boasnoticias/detalhes.asp?idBoaNoticia=51>>. Acesso em 04/05/2010.
- PORTAL SÃO FRANCISCO, 2010. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/cana-de-acucar/cana-de-acucar.php>>.

Acesso em 13/05/2010.

PRADO, Hélio do; ROSSETTO, Raffaella; LANDELL, Marcos Guimarães de Andrade. IAC propõe classificação de solos adaptada para a cana-de-açúcar. Piracicaba-SP: **Revista STAB**, v.16, p.13, 1998.

PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2006. Disponível em: <http://www.sebraesp.com.br/custom/pdf/cam/acucar/00_CaminhoDoAcucar_FULL.pdf> Acesso em: 12/06/2010.

RAMÃO, Fernanda Pamplona; SCHNEIDER, Iara Elisa; SHIKIDA, Pery Francisco Assis. 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, 2007. p. 109-122.

RAMOS, Pedro. O futuro da ocupação na agroindústria canavieira do Brasil: uma discussão dos trabalhos disponíveis e um exercício de estimativa. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 11, 2007, p.69-75.

RÍPOLI, Tomaz Caetano Canndvan. Avaliação de alguns parâmetros de desempenho de três colhedoras de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), 1997. Mestrado em Agronomia. Disponível em:

<http://www.nest.unifei.edu.br/portugues/pags/novidades/workshop_gestao_energia_residuos/files/dia13/1-Tomaz-Caetano-Canndvan-Ripoli.pdf>. Acesso em: 02/06/2010.

ROSSETTO, Raffaella. Corte. Brasília-DF: Embrapa Cana-de-açúcar, 2007. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_98_22122006154841.html>. Acesso em 12/06/2010.

ROSSETTO, Rafaella; SANTIAGO, Antonio Dias. Plantio Manual, 2009. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_2_22122006154840.html>. Acesso em: 02/06/2010.

SANTOS, Maíra. Questão ambiental da nova ordem mundial. Disponível em: <<http://blog.controversia.com.br/2008/02/25/questao-ambiental-da-nova-ordem-mundial>>. Acesso em 14/05/2010.

SEGATTI, Sonia. A expansão da agroindústria sucroalcooleira e a questão do desenvolvimento da microrregião de Dracena-SP. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da FCT/UNESP, 2009. Disponível em: <http://www4.fct.unesp.br/pos/geo/dis_teses/09/soniasegatti.pdf>. Acesso em: 03/06/2010.

SILVA, Solange Teles da. A proteção da qualidade do ar. Dissertação de Doutorado 1997. Disponível em: <<http://www.buscalegis.ufsc.br/revistas/index.php/buscalegis/article/view/26350/25913>>.

Acesso em: 10/05/2010.

SOUZA, Cidoval Moraes de; FERNANDES, Francisco Assis Martins. Mídia e meio ambiente: limites e possibilidades, 2006. Disponível em: <<http://www.unitau.br/scripts/prppg/humanas/download/midiaemeioambiente-N2-2002.pdf>>. Acesso em 18/05/2010.

STOLF, Robert. Metodologia de avaliação de falhas nas linhas de cana-de-açúcar. Piracicaba-SP: **Revista STAB**, v. 4, n. 6, p. 22-36, 1986.

SZMRECSÁNYI, Tamás. Tecnologia e degradação ambiental: o caso da agroindústria canavieira no Estado de São Paulo. São Paulo: **Revista Informações Econômicas**, v.22, n.14 e 1994. p. 22-27.