



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

EURIPEDES BOMFIM RODRIGUES

**COMPARAÇÃO TÉCNICO-ECONOMICA DA
COLHEITA DE CANA DE AÇÚCAR NA REGIÃO DE
BANDEIRANTES – PR**

LONDRINA
2008

EURIPEDES BOMFIM RODRIGUES

**COMPARAÇÃO TÉCNICO-ECONOMICA DA
COLHEITA DE CANA DE AÇÚCAR NA REGIÃO DE
BANDEIRANTES – PR**

**Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, da Universidade
Estadual de Londrina.**

**Orientador: Prof. Dr. OTAVIO JORGE
GRIGOLI ABI SAAB**

**LONDRINA
2008**

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

R696c Rodrigues, Euripedes Bonfim.
Comparação técnico-econômica da colheita de cana-de-açúcar na
região de Bandeirantes-PR / Euripedes Bonfim Rodrigues. – Londrina,
2008.
27f. : il.

Orientador: Otavio Jorge Grigoli Abi Saab.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de
Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, 2008.
Bibliografia: f. 25-27.

1. Cana-de-açúcar – Colheita – Teses. 2. Ceifeiras – Teses. 3. Estu-
dos de viabilidade – Teses. I. Abi Saab, Otávio Jorge Grigoli. II. Univer-
sidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de
Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU 633.61

EURIPEDES BOMFIM RODRIGUES

**COMPARAÇÃO TÉCNICO-ECONOMICA DA COLHEITA DE
CANA DE AÇÚCAR NA REGIÃO DE BANDEIRANTES – PR.**

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Agronomia, da
Universidade Estadual de Londrina.

Aprovada em: 30/01/2008

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Marco Antônio Gandolfo	UENP/ FALM
Prof. Dr. Otavio Jorge Grigoli Abi Saab	UEL
Prof. Dr. Ricardo Ralisch	UEL
Prof. Dr. Roberto Antunes Fioretto	UEL
Dr. Augusto Guilherme de Araújo	IAPAR

Prof. Dr. Otavio Jorge Grigoli Abi Saab
ORIENTADOR
Universidade Estadual de Londrina.

RODRIGUES, Euripedes Bomfim. **COMPARAÇÃO TÉCNICO E ECONÔMICA DA COLHEITA DE CANA DE AÇÚCAR NA REGIÃO DE BANDEIRANTES – PR.** 35f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2008.

RESUMO

A prática da queima antes da colheita da cana-de-açúcar vem sendo muito questionada, tanto pelo poder público quanto pela sociedade, preocupada com as questões ambientais. A colheita mecanizada da cana sem queima é apontada como um dos possíveis métodos para evitar a queima, e ainda não está sendo utilizada na região de Bandeirantes-PR. Neste trabalho avaliou-se a viabilidade técnica e econômica da utilização de colhedoras automotrizes de cana-de-açúcar em toletes sem queima, comparando com o custo da colheita manual da cana não queimada, de modo a fornecer subsídios que auxiliem no planejamento de investimentos agrícolas. As determinações de campo foram realizadas em área pertencente à Usina de Açúcar e Álcool Bandeirantes. As variedades de cana-de-açúcar, *Saccharum spp*, utilizadas foram: RB 72-454, SP 81-3250 e RB 85-5113, plantadas em espaçamento de 1,40 m em nitossolos com declividade inferior a 12%. Foram encontrados valores de 3,06 US\$.t⁻¹ para o custo da colheita mecanizada da cana sem queima e de 7,74 US\$.t⁻¹ para a colheita manual da cana não queimada, observando-se uma redução de 60,46% em favor do custo da tonelada colhida mecanicamente. A capacidade operacional da máquina, estimada a 5,39 km.h⁻¹ e com eficiência de campo de 60%, foi calculada em 0,45276 ha. h⁻¹.

Palavras-chave: cana crua, colheita mecânica, custo operacional

RODRIGUES, Euripedes Bomfim. **TECHNICAL AND ECONOMICAL HARVEST COMPARISON OF SUGAR CANE IN BANDEIRANTES – PR.** 35f. Dissertation (Master's Degree Dissertation) – Estadual University of Londrina, Londrina. 2008.

ABSTRACT

The use of burning before the sugar cane harvest has suffered a lot of controversy for both the public organization and the society, worried about the environmental damages. The mechanized harvest of sugar cane has been discussed as one of the possible methods to avoid burning, and in the area around Bandeirantes this method has not been used yet. In this work it has been considered the technical economical viability of using self motive power reaper of sugar cane in rolls comparing to hand harvest cost of green sugar cane so as provide subsidies that can help agriculture investments plans. The areas where the field decision has been performed were properties of Usina de Açúcar e Alcool Bandeirantes, and the varieties of sugar cane used were: RB 72-454, SP 81-3250 and RB 85-5113, planted in a 1.40 m distance in a nitosoil arranged in down grade lower than 12%. The cost of mechanical harvest of sugar cane was 3.06 US\$.t⁻¹ and the cost of green sugar cane hand harvest was 7.74 U\$.t⁻¹. This was a 60.46% reduction in the price per each ton harvested. The operational capacity of the machine, estimated at 5.39 km.h⁻¹ and efficiency of 60% in the field, was calculated in 0.45276 ha.h⁻¹.

Key words: Green cane, mechanical harvest, operational cost.

DEDICATÓRIA

A minha família.

AGRADECIMENTOS

Ao Comendador Daniel Meneghel, presidente da USIBAN, pelo apoio e infra-estrutura disponibilizados, sem o qual seria impossível a realização deste trabalho.

Ao meu orientador Dr. Otavio Jorge Grigoli Abi Saab pela dedicação e amizade.

A Sra. Selma Guin Hasegawa pelo auxílio na interpretação e análise dos dados de apropriação de custos de colheita.

À Universidade Estadual do Norte do Paraná, Faculdades Luiz Meneghel, pela compreensão e incentivo.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Leis, Normas e Resoluções.....	3
2.2 Impactos ambientais	4
2.3 Questão social.....	6
2.5 Depreciação	12
2.6 Manutenção e Reparos	13
3 ARTIGO: Avaliação técnico-econômica da colheita manual e mecanizada da cana-de-açúcar (<i>saccharum spp</i>) na região de Bandeirantes-PR.....	15
3.1 RESUMO E ABSTRACT	15
3.2 Introdução.....	16
3.3 Material e Métodos.....	18
3.4.1 Colheita manual.....	20
3.4.2 Colheita mecanizada.....	22
3.5 Conclusão	25
4. REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a cultura da cana-de-açúcar tem expressiva participação na economia, não só pela produção de açúcar e de álcool combustível, assim como pelo fornecimento de matéria-prima para a indústria química; subprodutos utilizados na alimentação animal e na produção de fertilizantes.

A prática da despalha da cana-de-açúcar pela queima é comum no processo semi-mecanizado da colheita, pois emprega o corte manual do canavial. Essa prática agrícola vem sendo contestada por membros do Ministério Público, através de ações judiciais, pelas comunidades preocupadas com os efeitos sobre a saúde, a segurança, o meio ambiente e qualidade de vida nos meios urbanos próximos às plantações. É questionada pelos ambientalistas de uma forma geral pelos seus danos causados, particularmente ao ar, aos riscos de incêndios e desmatamentos e na biologia do solo.

Conceitualmente, há um claro antagonismo, na intenção de produção de um combustível mais limpo que envolva uma etapa com tamanha emissão de carbono na atmosfera.

Se a queima prévia dos canaviais é apontada como responsável pela poluição ambiental, o corte mecânico o é pelo desemprego, dois problemas graves que atingem a agroindústria canavieira.

O Paraná é o segundo maior produtor nacional, sendo considerável o volume de empregos diretos e indiretos gerados pelo setor, desde os não tecnicamente qualificados (bóias frias), até os de nível superior, abrangendo administração, produção e pesquisa.

Na região de Bandeirantes, norte do Estado do Paraná, a cana-de-açúcar é a principal atividade agroindustrial e a colheita mecânica ainda não está sendo utilizada.

A mudança na etapa do corte, de manual para mecânico, em termos agrícolas, significa combinar e otimizar vários aspectos, como o preparo do solo na lavoura, dimensionamento dos equipamentos no campo, equipe de manutenção e apoio, treinamento do pessoal envolvido, alterações no transporte e na recepção da cana na indústria.

Existe uma constante preocupação com a melhoria da produtividade, qualidade do trabalho e custo neste subsistema, principalmente quando se trata de solos de baixa aptidão agrícola e outros fatores que pesam na comercialização do produto final.

A colheita mecanizada da cana-de-açúcar tem sido impulsionada desde a década passada, principalmente pela possibilidade de barateamento desta operação e aumento da produtividade do trabalho.

Vários estudos sobre o complexo sistema que envolve a cana-de-açúcar, já realizados, tiveram como objeto a região de Ribeirão Preto e Piracicaba, sendo que em outras regiões de grande importância no volume de cana plantado e produção de álcool não se tem encontrado trabalhos.

Este estudo é oportuno visto que em curto prazo, a colheita mecânica poderá ser adotada. Estudos complementares que visem uma análise técnico-econômica prévia que permitam uma decisão a respeito de sua incorporação a este sistema produtivo, podem ser de grande importância.

A grande parcela da população envolvida na colheita manual deve merecer por parte não só das autoridades como também de toda sociedade, especial atenção quanto a novas formas de ocupação que visem melhorar o seu desenvolvimento tanto econômico quanto social.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de comparar a viabilidade técnica e econômica da utilização de colhedoras automotrizes de cana-de-açúcar crua, em toletes, determinando as características operativas e a área que justifique a aquisição das mesmas, em comparação com a colheita semi-mecanizada de cana crua.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Leis, Normas e Resoluções

A Lei Federal Nº. 4.771 de 15 de Setembro de 1965, instituiu o novo código florestal, e em seu artigo 2º já tratava das questões relacionadas às áreas de preservação permanente. O artigo 27º proibia o uso de fogo nas florestas e demais formas de vegetação, prevendo permissão estabelecida em ato do Poder Público, desde que peculiaridades locais ou regionais o justificassem (BRASIL, 1965). Esta lei foi regulamentada pelo Decreto Nº. 2661 de 08/07/1998 (BRASIL, 1998).

No Estado de São Paulo, maior produtor de cana do país, o Decreto Estadual Nº. 42.056 de 06 de agosto de 1997 (BRASIL, 1997), determina, entre outras providências que: “a prática da despalha da cana-de-açúcar, através de sua queima, como método auxiliar da colheita, está proibida no Estado de São Paulo, admitida apenas excepcionalmente e em caráter transitório e na seguinte conformidade”:

1. em áreas em que a colheita é mecanizável, a redução da prática da queima será efetuada ao ritmo de 25% da área com essa característica a cada 2 (dois) anos, exigindo-se um mínimo de 10% de eliminação no primeiro ano, de tal maneira que, ao fim de 8 (oito) anos, a queima da cana nessas áreas esteja completamente eliminada;
2. em áreas em que a colheita não é mecanizável, a redução da prática da queima será efetuada ao ritmo de 13,35% a cada 02 (dois) anos, de tal maneira que, ao fim, de 15 (quinze) anos, a queima de cana nessas áreas esteja completamente eliminada”.

Em 8 de julho de 1998, o Decreto Nº. 2.661 dispunha em seu Art. 16 que um quarto da área mecanizável de cada unidade agroindustrial ou propriedade não vinculada deveria ter a queima eliminada de forma gradativa e a cada cinco anos a partir da data de publicação deste Decreto (BRASIL, 1998).

A Lei Nº. 11.241, de 19 de setembro de 2002, regulamentada pelo Decreto Nº. 47.700 de 11 de março de 2003, remete à eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas. Em suma prevê que até o ano

de 2021 toda área mecanizável não mais deverá sofrer a ação da queima da palha, e que as áreas não mecanizáveis também não mais deverão ser queimadas até o ano 2031. Define ainda as áreas mecanizáveis como sendo aquelas que possuem plantações em terrenos acima de 150 ha, com declividade igual ou inferior a 12% (BRASIL, 2003).

Posteriormente, o Decreto nº. 49.391 de 21 de fevereiro de 2005 (BRASIL, 2005) autorizou o uso do fogo em queima controlada da palha da cana-de-açúcar para cada 100 ha, ou fração a ser queimada, dispensando do pagamento do Preço de Análise, áreas inferiores a 30 ha que não estejam vinculadas à agroindústria.

Preço de Análise é um valor cobrado para autorizar atividades relacionadas ao meio ambiente de acordo com o impacto esperado e tecnicamente avaliado.

Em seguida o Decreto nº. 49.446 de 7 de março de 2005 concedeu a isenção de pagamento para áreas de até 100 ha nas mesmas circunstâncias anteriores (BRASIL, 2005).

A Resolução SMA-12, de 11 de março de 2005, aprova as instruções, procedimentos de requerimento e comunicação prévia de queima controlada (BRASIL, 2005).

2.2 Impactos ambientais

As restrições descritas no item 2.1, vêm sendo criticadas pelas entidades de classe, que apontam, além das desvantagens econômicas e da queda do rendimento do trabalho, os efeitos adversos para a saúde dos cortadores; maiores riscos de ferimentos provocados pela palha e aumento dos perigos de picada de cobra e de insetos.

Muitos produtores discordam desses argumentos, afirmando que o corte mecânico é 25% mais econômico. Algumas usinas, como a São Francisco, em Sertãozinho, São Paulo, já mecanizaram 100% do corte.

A Usina Costa Pinto, a maior indústria de açúcar e álcool da região de Piracicaba, descartou, em 1998, o plantio de 10 a 15 mil hectares de cana-de-açúcar em área onde não seria possível mecanizar o corte. Segundo Medeiros et al. (2003), em todos os outros estados amplia-se a tendência à mecanização.

Campos (2003), comparando os sistemas de corte de cana com e sem queima prévia, com o objetivo de medir a potencialidade do seqüestro de carbono pela cana-de-açúcar sem queima, conclui que no período estudado que foi de cinco anos, a cana queimada obteve uma produtividade 5% superior à cana sem queima, (101 e 95 t. ha⁻¹ para o Latossolo e 88 e 85 t. ha⁻¹ para o Neossolo). Afirma também que “a cana-de-açúcar é responsável por 98% das emissões de gases provenientes da queima de resíduos agrícolas no Brasil”, e que, entretanto, “o balanço entre a emissão de CO₂ durante as queimadas e a retirada do CO₂ do ambiente, pelo processo fotossintético é nulo, uma vez que a cultura reabsorve o equivalente ao CO₂ emitido”. A adoção do manejo de colheita sem queima prévia do canavial torna, portanto, positivo o balanço de Co₂, uma vez que o carbono permanece no sistema podendo ser incorporado a solo.

Ometto et al, (2005) mapearam os potenciais de impactos ambientais da queima de cana-de-açúcar e concluíram que as substâncias tóxicas emitidas pela cana, no caso da queimada, são transmitidas para os seres humanos pela atmosfera e ocasionada pela respiração dos gases emitidos. Este trabalho apresenta a distribuição espacial de alguns potenciais de impactos das emissões de monóxido de carbono (CO), metano (CH₄), óxidos de nitrogênio (NO_x) e óxido nitroso (N₂O), causadas pela queimada de cana-de-açúcar no Brasil, utilizando o SIG ArcGIS. As categorias de potenciais de impactos ambientais avaliados foram: aquecimento global, formação de ozônio troposférico, acidificação do solo e da água e toxicidade humana. Nos Estados estudados: Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná e São Paulo, os gases emitidos e as respectivas quantidades emitidas foram: o CO com 6.691.829,140 t emitidas, o N₂O que emitiu 5.488,905 t , Hidrocarbonetos (sem metano) responsáveis por 1.334.377,427 t e o CH₄ com 114.719,922 toneladas emitidas.

Já Novo (2004), estudou o comportamento da tiririca, *Cyperus rotundus L.*, planta daninha das mais prejudiciais ao desenvolvimento da cultura, sob o efeito da adição da palha da cana-de-açúcar pela ausência de queima e observou a diminuição do desenvolvimento dos tubérculos à medida que aumenta a adição da palhada, seguindo uma equação do segundo grau para todas as variáveis relacionadas ao

desenvolvimento da tiririca. Os trabalhos destes autores demonstram que a queima da cana tem uma influência positiva no que se refere à produção e que pode haver uma diminuição nos gastos com controle de plantas daninhas sem a queima da palha, proveniente da colheita da cana crua.

Araújo et al (2005), afirmam que “a queima prévia ao corte dos canaviais causa uma série de inconvenientes ao meio ambiente e em particular à entomofauna associada à cultura”. O fogo é largamente usado no controle de pragas e doenças na agricultura, entretanto, seu efeito sobre populações de insetos não é bem entendido ou documentado, principalmente sobre grupos de invertebrados, que são responsáveis pela ciclagem de nutrientes e fluxo de energia. Apesar da diferente composição da comunidade de insetos observados antes e após a queima, os dados apresentados sugerem uma tendência de recuperação da comunidade ao padrão observado antes da queima.

Outras razões de natureza técnica são apontadas como dificuldades para a adoção da mecanização, como a de que causa sérios problemas ao solo, podendo diminuir gradualmente a produtividade do solo devido ao alto índice de compactação. Em alguns casos, o peso da máquina de colher cana pode ultrapassar 17 toneladas, o que, aliado à pequena superfície de contato dos rodados, compromete drasticamente a brotação da soqueira, com significativa redução da vida útil do canavial.

Vieira (2003), comparando o trabalho de corte manual em duas Usinas Paulistas, concluiu que houve uma queda entre 53,31% e 56,83%, e que, em geral, a média de corte é de 7,50 t.homem. dia⁻¹ em cana com queima e de 3,50 t. homem.dia⁻¹, em cana sem queima.

2.3 Questão social

O Brasil colheu uma área de 5.631.741 ha de cana-de-açúcar em 2004, apresentando uma produtividade média de 73.726 kg. ha⁻¹ de cana. (INSTITUTO, 2005). Exportou 11.168.422 t de açúcar o que o coloca como maior exportador mundial do produto, respondendo por quase 37 % das exportações globais, e aproximadamente 15 bilhões de litros de álcool na safra 04/05. As usinas e destilarias brasileiras geram ainda, 1485 MW de energia elétrica para uso próprio e ainda produzem excedentes,

vendidos às concessionárias de energia, da ordem de 619 MW, utilizados para complementar as demandas da matriz de energia do País, contribuindo para torná-la uma das mais limpas do planeta (UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO, 2006).

O Paraná é o segundo maior produtor nacional de cana-de-açúcar e sua maior safra foi colhida no período 2004/2005, correspondendo a 29.059.588 t de cana, obtidas em 354.830 hectares cultivados (PARANÁ, 2006). O Paraná possui 27 unidades produtoras de açúcar e álcool, com impacto econômico sobre 126 municípios, onde são proporcionados 74 mil empregos diretos (ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE ALCOOL E AÇÚCAR DO ESTADO DO PARANÁ, 2006).

Na região de Bandeirantes, norte do Estado do Paraná, a cana-de-açúcar é a principal atividade agroindustrial e a colheita mecânica ainda não está sendo utilizada. O município possui uma área plantada de 9.500 ha, produzindo 805.700 t de cana com rendimento médio de 85.000 kg de cana. ha⁻¹ (PARANÁ, 2006).

Além da questão ambiental, que obriga às reformulações no processo de produção, a questão se torna mais complexa ao incluírem-se os fatores sociais, de impactos no perfil e na demanda por mão-de-obra, e econômicos, de novos investimentos na produção agrícola e industrial. Porém, em termos genéricos, estes são problemas comuns a outras atividades econômicas, apesar de suas especificidades, (que todas têm em função de características que as condicionam), e sua existência não impediu que em outros países o fenômeno da mecanização do corte tenha se consolidado.

Nascimento (2006) afirma que estão faltando operários cortadores de cana e inclusive aprendizes. Cita o caso da Usina Costa Pinto, que pretendia contratar mil novos profissionais para a safra 2006 e lançou curso gratuito promovido pelo SENAR (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural). As contratações seriam feitas em excelentes condições de ganho mínimo, registrados em carteira do trabalho, cesta alimentar, 50% de reembolso auxílio de ótica extensivo aos familiares, atendimento médico e odontológico ambulatorial, participação em apólice de seguro grupal e cooperativa de crédito, oportunidade de complementação escolar na empresa até o ensino médio, gratuidade de transporte, equipamentos e ferramentas de trabalho, programa de participação nos resultados e todos os demais direitos trabalhistas. Em julho de 2005 a cidade de Piracicaba, SP, região onde se instala a Costa Pinto, possuía

um contingente de somente 23,1% da população com carteira assinada, relata o autor, e esperava-se um grande afluxo de inscrições. Contudo somente 80 pessoas, ou o equivalente a 8% das vagas disponíveis, se candidataram ao programa. O autor acredita que existe um ranço da população contra a atividade, considerada depreciativa por ser desgastante e exigir um grande esforço físico, e propõe uma reversão da situação classificando esses trabalhadores como profissionais do corte de cana.

A Associação dos Produtores de Álcool e Açúcar do Paraná (ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE ALCOOL E AÇUCAR DO ESTADO DO PARANÁ, 2006) afirma que: “o corte manual da cana continuará; apenas 8% da área de cana-de-açúcar do Paraná deverão ter colheita mecanizada; e as usinas não adotam este sistema para não promover o desemprego”. Porém, em virtude do aumento da área plantada, observa-se na região de Bandeirantes uma escassez de mão de obra, o que pode acelerar o processo de mecanização da colheita. Costa Neto (2006) adverte que a mecanização da colheita de cana é inevitável e que uma colhedora de cana equivale a 100 operários, podendo chegar a um rendimento de 15 a 20 t.h⁻¹ contra 5 a 6 t.dia⁻¹ por pessoa. Afirma ainda que programas educacionais e de qualificação profissional são essenciais, assim como políticas públicas objetivas para minimizar reflexos do êxodo rural que provavelmente ocorrerá nos próximos anos.

Atualmente o custo médio por tonelada de cana-de-açúcar colhida praticado no Centro-Sul, está em R\$ 11,92 segundo dados apresentados por (CUSTO, 2006).

2.4 Colheita manual e colheita mecanizada

Segundo dados do Instituto de Economia Agrícola de São Paulo, (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA DE SÃO PAULO, 2006), Kalil, em 1960 fez provavelmente a primeira comparação de custos manual versus mecânico para o corte e carregamento de cana, que se encontra publicada em São Paulo, SP. O cálculo, considerando o número de horas de uso entre 200 e 1.200 horas anuais, permitiu verificar que o uso econômico mínimo era de 300 horas anuais, o que correspondia a uma área mínima de 77,5 ha, ao rendimento da época. Sua vantagem em relação ao custo do corte manual + carregamento, estimado em CR\$ 65,00 (em cruzeiros de 1959), foi 15% menor para 400 horas de utilização, e 42% menor para 1.200 horas de utilização. Este valor de CR\$65,00 em julho de 1959, corrigido em julho de 2006 pelo IGP-FGV corresponde a R\$ 8,50.

RÍPOLI & MIALHE (1982) compararam o custo da colheita manual com carregamento mecânico versus a colheita por colhedoras combinadas automotrizes, para a safra 1981/82, em cinco usinas paulistas, que utilizaram 50 máquinas e cana com queima da palha. A estimativa de custos destes autores incluiu o cálculo de custos fixos mais custos variáveis para três níveis de vida útil: 100 mil t, 200 mil t e 300 mil t. Como resultado verificaram que até 100 mil toneladas o custo da colheita manual era menor em 4%, invertendo-se conforme aumentava a tonelagem colhida, com diferença de 19% para 200 mil t e de 28% para 300 mil t, em favor da colheita mecanizada. Isso significou que, para uma produtividade de $77,6 \text{ t.ha}^{-1}$ de cana e nas condições operacionais verificadas, uma área mínima econômica de 2.577,4 ha, e um pouco menos de dois anos como tempo de retorno do investimento.

A mudança na etapa do corte, de manual para mecânico, não é apenas uma mera substituição de uma técnica por outra. Em termos agrícolas significa combinar e otimizar cinco aspectos: o preparo do solo na lavoura, o dimensionamento dos equipamentos no campo, a equipe de manutenção e apoio, o treinamento do pessoal envolvido, e as alterações no transporte e na recepção da cana na indústria.

O sistema de colheita é composto por três sub-sistemas: o sub-sistema de corte e carregamento, o sub-sistema de transporte e o sub-sistema de recepção. Cada sub-sistema tem interfaces que incluem aspectos comuns, os quais estabelecem um fluxo da matéria-prima do campo à indústria e que precisam ser alterados para compor-

se ao novo arranjo técnico (RIPOLI; PARANHOS, 1987). Estes autores explicam que para utilização e escolha de colhedoras de cana-de-açúcar devem-se levar em conta inúmeros fatores como:

Fatores de máquinas: centro de gravidade; capacidade de órgãos ativos de corte e de condução; velocidade de deslocamento; características dos processos de levantamento de canas acamadas, de picamento e ventilação; potência do motor e tipo de rodado.

Fatores de campo: variedade; porte do canavial; tipo de preparo de solo, de plantio e espaçamento; comprimento das linhas de plantio e estado dos carregadores; formato dos talhões e declividade do terreno.

Fatores administrativos: retaguarda de reparos e manutenção, aptidão do operador, tipos de transporte e sistema viário, coordenação e sincronismo dos sub-sistemas envolvidos e desempenho operacional das colhedoras ou cortadoras.

O desempenho econômico de uma máquina é definido por Ripoli e Mialhe, (1982) como a associação entre os dados de custo-hora, formados pela estimativa de gastos de propriedade e de gastos operacionais (custeio), e os dados de desempenho operacional.

Ripoli et al. (1999) avaliaram o desempenho de uma colhedora em cana crua em função da velocidade de operação. No ensaio a colhedora operou em quatro diferentes velocidades: 1,5; 3,0; 5,0 e 7,0 km.h⁻¹. Concluíram que a elevação da velocidade de deslocamento da colhedora provocou aumento da capacidade efetiva bruta, capacidade operacional, capacidade efetiva líquida e a diminuição do consumo de combustível. Também concluíram que tanto a eficácia de manipulação e as perdas de matéria prima no campo não foram influenciadas. Observou-se neste ensaio que desde que não haja limitações como, declividade, estado da superfície do terreno e treinamento do operador, que impeçam o deslocamento da máquina em velocidades mais elevadas, é possível esperar aumento da capacidade operacional com diminuição de custos, sugerindo uma capacidade de 110,18 t h⁻¹.

O custo operacional das máquinas agrícolas é resultado da soma dos valores dos custos fixos mais custos variáveis, sendo que os custos variáveis dependem da quantidade de uso que se faz da máquina e incluem combustíveis, óleo lubrificante, reparos, manutenção e mão de obra (BALASTREIRE, 1987). Ripoli et al. (2001)

recomendam a abordagem do levantamento de custos pelo chamado “método do custo anualizado equivalente - CAE”, desenvolvido a partir do conceito de anuidade equivalente para cálculo do custo anual de máquinas. Este método mostra que todos os valores são variáveis uma vez que se fazem projetos para toda a vida da máquina, desde sua aquisição até o momento de descarte ou de sucateamento. Os autores mostram também que os itens levados em consideração na construção do fluxo de caixa são: valor inicial e valor residual após o tempo de vida útil, juros, seguro, alojamento e administração, combustível, lubrificantes, filtros, comboios de manutenção e abastecimento, peças de reposição e serviços mecânicos e mão de obra do operador.

Já Vieira (2003), observa que se deve procurar talhões com características semelhantes e estar atento para separar por atividade os trabalhadores envolvidos.

Segundo dados dos próprios fabricantes, a maioria das colhedoras de cana picada em operação no país trabalha segundo o mesmo princípio de operação. Informam que a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar implica que para o processamento industrial o colmo deve estar maduro, sadio e limpo, sendo a cana madura aquela que atingiu seu potencial máximo de sacarose. Afirmam que as perdas que ocorrem durante a colheita mecânica podem ser divididas em duas componentes: perdas visíveis e invisíveis. As perdas visíveis são detectadas visualmente, principalmente canas inteiras, rebolos e tocos, resultantes da altura do corte basal e as invisíveis seriam as perdas em forma de caldo, serragem e estilhaços de cana devido à ação de mecanismos rotativos que cortam picam e limpam a cana durante o processo.

Ripoli et al. (2001), trabalhando com o desempenho econômico de colhedora em cana crua afirmam que a velocidade de colheita de $5,39 \text{ km h}^{-1}$, apresentou o melhor desempenho econômico e obtiveram resultados de 0,66 a 3,82 US\$. t^{-1} de cana colhida. Já Kronka e Monteiro (1999) mostram um custo operacional médio em cana sem queima de 2,09 US\$. t^{-1} , trabalhando com o modelo Brastoft A-7.700.

2.5 Depreciação

As máquinas agrícolas, assim como todos os bens, sofrem perdas com o passar do tempo, provocadas pelo desgaste natural ou pela obsolescência tecnológica. Esta perda é conhecida como custo de depreciação e é um componente do custo operacional fixo das máquinas e equipamentos agrícolas.

Segundo Hirschfeild , (1992) a depreciação é a diminuição, de natureza real ou contábil, do valor de um bem. A depreciação real é a resultante do desgaste pelo uso, pela ação da natureza ou pela obsolescência normal. A depreciação contábil é a que ocorre, em valores contábeis, pelo decurso de prazo entre a data de aquisição e o instante em que se calculam os custos atribuídos ao desgaste físico ou a obsolescência.

Noronha (1987) define depreciação, como uma reserva contábil para prover fundos necessários à substituição do investimento, em função do desgaste e, ou obsolescência. É uma forma de recuperar o bem de capital, e este conceito está relacionado com a vida útil das máquinas.

Segundo Mialhe (1974), a vida útil é o tempo decorrido entre a aquisição do equipamento e a sua rejeição como sucata, porém ressalva que deveria ser vista como seu tempo de uso econômico. Neste sentido a vida útil de uma máquina agrícola encerra-se quando surge outro capaz de fazer as mesmas operações de maneira economicamente mais eficiente.

Bussab (1997), apud OLIVEIRA (2000), após análise da frota brasileira de tratores agrícolas, considera que a idade média dos tratores naquele ano era de 8 a 9 anos e que para ser viável economicamente um trator deve trabalhar no mínimo 800 horas. ano⁻¹ e que a vida útil deve ser de 10.000 horas. Conclui que estas máquinas deveriam ser utilizadas por no máximo 12,5 anos, idade em que a reforma seria mais cara do que a troca por um equipamento novo.

Já no caso das colhedoras de cana-de-açúcar, Ripoli et al (2001) sugerem 6 anos e 18.900 horas de vida útil para estas máquinas.

De acordo com Noronha (1987) e Noronha et al (1991) os métodos usualmente empregados para calcular a depreciação são:

- Linear ou de linha reta: o valor da máquina é depreciado de um valor constante ao ano;
- Saldos decrescentes: usa uma taxa constante de depreciação, aplicada ao valor residual do ano anterior;
- Soma dos dígitos dos anos: ao contrario dos dois métodos anteriores, a taxa de depreciação é decrescente. Como ela se aplica sempre ao mesmo valor, a depreciação e o valor residual decrescem à medida que o bem vai se depreciando;
- Fundo de recuperação de capital: o calculo da depreciação é feito de forma a constituir uma reserva, sobre a qual incidem juros, de forma a reunir capital suficiente para repor o bem no final de sua vida útil;
- Valor de mercado: realiza-se uma pesquisa de mercado para estabelecer o real valor do bem ou conjunto usado. É considerado o mais preciso.

Referindo-se a depreciação do equipamento, Balastreire (1990), apud OLIVEIRA (2000), afirma que o mercado brasileiro não é suficientemente organizado para fornecer informações periódicas confiáveis dos valores praticados.

Turra (1990), estudou os diferentes métodos de cálculo de custos de produção na agricultura brasileira e concluiu que 33 diferentes instituições utilizavam o método de depreciação linear pela simplicidade e facilidade de se fazer o cálculo.

2.6 Manutenção e Reparos

Os custos de conservação abrangem os itens, abrigo, serviços de apoio no campo (comboio), e outros custos, (lubrificantes, peças de reposição e serviços mecânicos) e segundo Noronha et al (1991), a conservação do sistema pode ser definida como o conjunto de procedimentos que visam a sua confiabilidade operacional e representam entre 10% a 20% do custo-hora dos tratores agrícolas.

Contabilmente, o sucateamento de uma maquina é conhecido como “retirada”, porem, nem todas as maquinas retiradas envolvem um sucateamento real, podendo ocorrer a venda da mesma antes que esteja sucateada. Quando ocorre a retirada

da mesma e outra máquina é adquirida para fazer o serviço da mesma, isto é considerado substituição.

Para Hirschfeld (1992), o desgaste físico de uma máquina não pode ser compreendido como obsolescência. O primeiro depende do uso, tempo de serviço, partes e das variações na eficiência operacional e a obsolescência da taxa de progresso tecnológico e tende a ser o fator básico no estudo da retirada ou substituição do equipamento.

3 ARTIGO: Avaliação técnico-econômica da colheita manual e mecanizada da cana-de-açúcar (*saccharum spp*) na região de Bandeirantes-PR

3.1 RESUMO E ABSTRACT

Avaliação técnico-econômica da colheita manual e mecanizada da cana-de-açúcar (*saccharum spp*) na região de Bandeirantes-PR

Technical and economical evaluation of hand and mechanized harvest of sugar cane (*saccharum spp*) in Bandeirantes – PR

Resumo: A prática da queima antes da colheita da cana-de-açúcar vem sendo muito questionada, tanto pelo poder público quanto pela sociedade, preocupada com as questões ambientais. A colheita mecanizada da cana sem queima é apontada como um dos possíveis métodos para evitar a queima, e ainda não está sendo utilizada na região de Bandeirantes-PR. Neste trabalho avaliou-se a viabilidade técnica-econômica da utilização de colhedoras automotrizes de cana-de-açúcar sem queima em toletes, comparando com o custo da colheita manual da cana queimada, de modo a fornecer subsídios que auxiliem no planejamento de investimentos agrícolas. As determinações de campo foram realizadas em área pertencente à Usina de Açúcar e Álcool Bandeirantes. As variedades de cana-de-açúcar, *Saccharum spp*, utilizadas foram: RB 72-454, SP 81-3250 e RB 85-5113, plantadas em espaçamento de 1,40 m em nitossolos com declividade inferior a 12%. Foram encontrados valores de 3,06 US\$.t⁻¹ para o custo da colheita mecanizada da cana sem queima e de 4,14 US\$.t⁻¹ para a colheita manual da cana queimada, observando-se uma redução de 32,74% em favor do custo da tonelada colhida mecanicamente. A capacidade operacional da máquina, estimada a 5,39 km.h⁻¹ e com eficiência de campo de 60%, foi calculada em 0,45276 ha.h⁻¹.

Palavras-chave: Colhedoras. Colheita mecânica. Custo operacional.

Abstract: The use of burning before the sugar cane harvest has suffered a lot of controversy for both the public organization and the society, worried about the environmental damages. The mechanized harvest of sugar cane has been discussed as one of the possible methods to avoid burning, and in the area around Bandeirantes this method has not been used yet. In this work it has been considered the technical economical viability of using self motive power reaper of sugar cane in rolls comparing to hand harvest cost of burning sugar cane so as provide subsidies that can help agriculture investments plans. The areas where the field decision has been performed were properties of Usina de Açúcar e Alcool Bandeirantes, and the varieties of sugar cane used were: RB 72-454, SP 81-3250 and RB 85-5113, planted in a 1.40 m distance in a nitosoil arranged in down grade lower than 12%. The cost of mechanical harvest of sugar cane was 3.06 US\$.t⁻¹ and the cost of burnt sugar cane hand harvest was 4.14 US\$.t⁻¹. This was a 32.74% reduction in the price per each ton harvested. The operational capacity of the machine, estimated at 5.39 km.h⁻¹ and efficiency of 60% in the field, was calculated in 0.45276 ha.h⁻¹.

Key words: Harvest, Mechanical harvest. Operational cost.

3.2 Introdução

Na região de Bandeirantes, norte do Estado do Paraná, a cana-de-açúcar é a principal atividade agroindustrial e nenhuma forma de colheita mecânica vem sendo utilizada. O corte manual da cana-de-açúcar é o sistema utilizado, sendo efetuado após a queima.

A prática da queima antes da colheita vem sendo contestada por membros do Ministério Público através de ações judiciais, pela ação das comunidades preocupadas com os efeitos dessa prática agrícola sobre a saúde, a segurança, o meio ambiente e na qualidade de vida nos meios urbanos próximos às plantações. Pelos seus danos ambientais a queima da palha é questionada também pelos técnicos de governo da área ambiental, particularmente a poluição do ar e riscos de incêndios e desmatamentos.

No Paraná, segundo maior produtor nacional, a cana-de-açúcar é um dos principais produtos agrícolas, desenvolvendo-se principalmente na região norte e sua safra mais representativa foi colhida no período 2004/2005, correspondendo a 29.059.588 t, obtidas em 354.830 hectares cultivados (PARANÁ, 2006). O Paraná possui 27 unidades produtoras de açúcar e álcool, com impacto econômico sobre 126 municípios, onde são proporcionados 74 mil empregos diretos (ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE ALCOOL E AÇUCAR DO ESTADO DO PARANÁ, 2006). O município de Bandeirantes possui uma área plantada de 9.500 ha, produzindo 805.700 t de cana com rendimento médio de 85.000 kg.ha⁻¹ (PARANÁ, 2006).

A Associação dos produtores de Álcool e Açúcar do Paraná (ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE ALCOOL E AÇUCAR DO ESTADO DO PARANÁ, 2006) afirma que: o corte manual da cana continuará; apenas 8% da área de cana-de-açúcar deverá ter colheita mecanizada; e as usinas não adotam este sistema para não promover o desemprego. Porém, em virtude do aumento da área plantada, observa-se na região de Bandeirantes uma escassez de mão de obra, que pode acelerar o processo de mecanização da colheita. Costa Neto (2006) adverte que a mecanização da colheita de cana é inevitável e que uma colhedora de cana equivale a 100 cortadores, podendo chegar a um rendimento de 15 a 20 t.h⁻¹ contra 5 a 6 t.dia⁻¹ por pessoa. Afirma ainda que programas educacionais e de qualificação profissional são essenciais, assim como políticas públicas objetivas para minimizar reflexos do êxodo rural que provavelmente ocorrerá nos próximos anos.

O sistema de colheita é composto por três subsistemas: o subsistema de corte e carregamento, o subsistema de transporte e o subsistema de recepção. Cada subsistema tem interfaces que incluem aspectos comuns, os quais estabelecem um fluxo da matéria-prima do campo à indústria e que precisam ser alterados para compor-se ao novo arranjo técnico (RIPOLI; PARANHOS, 1987). A mudança na etapa do corte, de manual para mecânico, não é apenas uma mera substituição de uma técnica por outra. Em termos agrícolas significa combinar e otimizar alguns aspectos: o preparo do solo na lavoura, o dimensionamento dos equipamentos no campo, a equipe de manutenção e apoio, o treinamento do pessoal envolvido e as alterações no transporte e recepção da cana na indústria.

O desempenho econômico de uma máquina é definido por Ripoli e Mialhe (1982) como a associação entre os dados de custo-hora, formados pela estimativa de gastos de propriedade e de gastos operacionais (custeio), e os dados de desempenho operacional. Ripoli et al. (1999) avaliaram o desempenho de uma colhedora em cana sem queima em função da velocidade de avanço. No ensaio a colhedora operou em quatro diferentes velocidades: 1,5; 3,0; 5,0 e 7,0 km.h⁻¹. Concluíram que a elevação da velocidade de deslocamento da colhedora provocou aumentos das capacidades efetiva bruta, operacional e efetiva líquida e a diminuição do consumo de combustível. Concluíram também que tanto a eficácia de manipulação e as perdas de matéria prima no campo não foram influenciadas. Observou-se que desde que não haja limitações como declividade, estado da superfície do terreno e treinamento do operador, que impeçam o deslocamento da máquina em velocidades mais elevadas, é possível esperar aumento da capacidade operacional com diminuição de custos, sugerindo uma capacidade de 110,18 t.h⁻¹.

O custo operacional das máquinas agrícolas é resultado da soma dos valores dos custos fixos mais custos variáveis, sendo que os custos variáveis dependem da quantidade de uso que se faz da máquina e incluem combustíveis, óleo lubrificante, reparos, manutenção e mão de obra (BALASTREIRE, 1987). Ripoli et al. (2001) recomendam a abordagem do levantamento de custos pelo chamado “método do custo anualizado equivalente - CAE”, desenvolvido a partir do conceito de anuidade equivalente para cálculo do custo anual de máquinas. Este método mostra que todos os valores são variáveis uma vez que se fazem projetos para toda a vida da máquina, desde sua aquisição até o momento de descarte ou de sucateamento. Os autores mostram também que os itens levados em consideração na construção do fluxo de caixa são:

valor inicial e valor residual após o tempo de vida útil, juros, seguro, alojamento e administração, combustível, lubrificantes, filtros, comboios de manutenção e abastecimento, peças de reposição e serviços mecânicos e mão de obra do operador. Vieira (2003) observa que neste tipo de levantamento deve-se procurar talhões com características semelhantes e estar atento para separar por atividade os trabalhadores envolvidos.

Ripoli et al. (2001) trabalhando com o desempenho econômico de colhedora em cana sem queima, afirmam que a velocidade de colheita de 5,39 km h⁻¹ apresentou o melhor desempenho econômico, obtendo resultados de 0,66 a 3,82 US\$.t⁻¹ de cana colhida. Já Kronka e Monteiro (1999) mostram um custo operacional médio em cana sem queima de 2,09 US\$.t⁻¹, trabalhando com o modelo Brastoft A-7.700 .

É fato que a adoção da colheita mecanizada será realidade em médio, ou até em curto prazo. Estudos complementares que visem uma análise técnico-econômica prévia que permitam uma decisão a respeito de sua incorporação a este sistema produtivo, são de grande importância. O objetivo do trabalho foi avaliar a viabilidade técnica econômica da utilização de colhedoras automotrizes de cana-de-açúcar sem queima em toletes, comparando com o custo da colheita manual da cana queimada, de modo a fornecer subsídios que auxiliem no planejamento de investimentos agrícolas.

3.3 Material e Métodos

As determinações de campo foram realizadas durante o período compreendido entre o dia 28 de junho a 08 de agosto de 2006, na propriedade denominada AAB-0025, com área de 77,871 ha, pertencentes à Usina de Açúcar e Álcool Bandeirantes, USIBAN, localizada no município de Bandeirantes, Estado do Paraná, com altitude aproximada de 400 m e a 17 km de distancia da indústria. O clima, pela classificação de Köppen, é Cfa, ou seja, subtropical úmido, mesotérmico com verão quente, estiagem no inverno, média de 30 mm no mês mais seco e geadas menos frequentes. A precipitação média anual é de 1.300 mm. (REIS, 2003).

As variedades de cana-de-açúcar, *Saccharum spp*, utilizadas foram: a RB 72-454 (4º corte), a SP 81-3250 (4º corte) e a RB 85-5113 (3º corte), plantadas em espaçamento de 1,40 m em solos de Terra Roxa Estruturada, atualmente Nitossolo

(EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999), com declividade inferior a 12%.

Utilizou-se a metodologia proposta por Vieira (2003) nas observações e coleta de dados. Procuraram-se talhões com características semelhantes de: declividade; variedade; e rendimento de cana cortada por talhão. Considerou-se no levantamento, o número de trabalhadores envolvidos, separando cortador, apontador, fiscal e técnico de produção, no caso da colheita manual. Foram anotados os tempos de trabalho em cada frente de corte, as quantidades envolvidas de mão de obra, máquinas, equipamentos e veículos de apoio.

No sistema de corte manual em cana com queima prévia, cada trabalhador corta 5 linhas de cana com espaçamento de 1,40 m, que é amontoada em seguida em leiras para posterior medição e carregamento. Todo trabalho é acompanhado por um fiscal de turma.

A capacidade de campo operacional no corte manual feito pelos trabalhadores braçais é medida em toneladas cortadas por hora homem (t.h-1), e é relativa às operações do corte basal do colmo e o desponete apical dos ponteiros, considerando-se 5 linhas de plantio, espaçadas de 1,40 metros, para formação dos eitos, que são dispostos em montes. Segundo Vieira (2003) a quantidade de linhas cortadas por trabalhador, considerada ideal para o desempenho sem exigir esforço excessivo, é em torno de 7 metros.

Para o cálculo do custo da mão-de-obra no corte manual, é considerada mão de obra direta os cortadores e como indireta o fiscal, medidor, técnico de produção e aceiro. Para o sistema de corte mecanizado, considerou-se apenas a mão-de-obra do operador das colhedoras.

O carregamento no caso da colheita manual é feito por uma máquina carregadora, e utiliza-se uma ficha controle com adesivo constando o número do talhão a ser entregue na balança de recepção da cana na indústria. Com isso, tem-se o controle preciso do total em toneladas de cana colhida por área.

Com o número e a localização de cada talhão, o departamento de contabilidade da USIBAN forneceu a produtividade real registrada no fechamento do dia na balança, as planilhas de gastos com máquinas, folha de pagamento da mão de obra envolvida e demais valores necessários para cálculo dos custos.

Os componentes dos custos operacionais de tratores e colhedoras são amplamente conhecidos e incluem depreciação, juros sobre o capital, impostos,

manutenção e reparos, combustível, lubrificantes e mão de obra do operador. Os custos fixos são aqueles que devem ser debitados independentemente da máquina ser ou não utilizada e incluem depreciação, juros, seguro e abrigo para a mesma. Os valores de custos utilizados foram os obtidos por Ripoli et al. (2001), na safra 98/99.

Para os cálculos do custo operacional da colhedora serão utilizados os preços médios de mercado, R\$ 825.0000,00 para uma colhedora nova, apontados pela (CANA-DE-AÇÚCAR, 2006), potência de 246 kw (MÁQUINAS, 2006) e R\$ 1,85 por litro de diesel que foi o valor pago pelo produto em Bandeirantes – PR na época da realização dos levantamentos e cálculos. Como referência, o valor do real brasileiro frente ao dólar americano adotado foi de R\$ 2,15.

A velocidade de deslocamento empregada na simulação foi de 5,39 km.h⁻¹, obtida por Ripoli et al.(1999), e que apresentou melhor desempenho econômico, considerando-se uma eficiência de campo de 60%.

Os metros de linha (metros lineares), necessários porque muitos cálculos dependem desta unidade, foram obtidos dividindo-se a área respectiva pelo espaçamento entre linhas da cultura, no caso 1,40 m.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.4.1 Colheita manual

Na área considerada, somente na operação de corte manual da cana queimada, foram utilizadas 849,41 pessoas em média, o que justifica a preocupação de Costa Neto (2006) quanto ao desemprego e êxodo rural que poderá ser provocado pela colheita mecanizada.

Os resultados referentes à produção nas áreas avaliadas estão apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Variedades de cana-de-açúcar, áreas ocupadas, número de cortes, produtividades, produção e respectivos totais utilizados para cálculos de custos.

Variedade	Área (ha)	Metros de linha	Cortes	Produtividade (t.ha ⁻¹)	Produção (t)
RB 85-5113	10,413	74.378,571	4	74,616	776,98
SP 81-3250	45,09	322.071,428	3	114,451	5.160,62
RB 72-454	22,368	159.771,429	4	87,998	1.968,34
Total	77,871	556.221,428			7.905,94

Observa-se uma média de 101,526 t.ha-1 quando analisada a produção total desta área, acima da media nacional que está em 73,831t.ha-1, segundo o (INSTITUTO, 2005) e acima também das médias de produção do Estado de São Paulo que é de 85 t.ha-1 (INSTITUTO, 2005) e do próprio Estado do Paraná, 81,36 t.ha-1 (INSTITUTO, 2005). A variedade mais produtiva foi a SP 81-3250, que é também a de menor número de cortes.

As pormenorizações das operações envolvidas, manuais e mecanizadas, estão descritas na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Caracterização, classificação, quantificação (horas ou metros) e custo* das operações realizadas na colheita manual da cana-de-açúcar.

Operação	Classificação	Horas	Metros	Preço (R\$)
Aceiros	Manual	704	-	3,21
Corte	Manual	-	556.221,428	0,05
Esplanando	Manual	2219	-	3,20
Queima	Manual	15	-	3,55
Catação	Manual	-	7751	0,38
Apoio de carregamento	Manual	544	-	4,90
Carregamento	Mecanizada	185	-	52,86
Conservação de estradas	Mecanizada	16	-	88,78
Reboque de veículos	Mecanizada	79	-	57,28
Reboque de carretas	Mecanizada	112	-	57,28

*Incluem: 13ºsalário, D.S.R., Férias + 1/3, F.G.T.S. F.G.T.S.50%, horas-extras, reflexo in itinere e in itinere.

Os custos calculados para cada unidade utilizada neste trabalho foram: 904,04 R\$.ha-1, 0,1265 R\$.m-1 e 8,90 R\$.t-1. Os custos referentes a cada operação de corte manual da cana-de-açúcar com queima da palha, descrita na Tabela 3.2, estão apresentados na Tabela 3.3, assim como a totalização.

Tabela 3.3 - Custo de cada operação referente à colheita manual da cana-de-açúcar com queima da palha.

Operação	Custo (R\$)
Aceiros	2.259,84
Corte	27.811,07
Esplanando	7.100,80
Queima	53,25
Catação	2.945,38
Apoio de carregamento	2.665,60
Carregamento	9.779,10
Conservação de estradas	1.420,48
Reboque de veículos	4.525,12
Reboque de carretas	6.415,36
Fiscalização	996,75
Administração	4.425,76
TOTAL	70.398,51

Em áreas distantes em até 20 km da indústria, o transporte da cana colhida não é cobrado, caso contrário elevaria o custo final a R\$ 94.116,33, o que teria como resultado um custo por tonelada de R\$ 11,90, valor este praticamente idêntico ao custo médio apresentado pelo (CUSTO, 2006), para o Centro/Sul, R\$ 11,92.

3.4.2 Colheita mecanizada

Utilizando-se os valores de velocidade e eficiência de campo, obtidas no trabalho de Ripoli et al. (2001), 5,39 km.h-1 e 60% respectivamente, obteve-se como resultado de capacidade operacional para a situação analisada 0,45276 ha.h-1 ou 45,97

t.h-1. No trabalho original os autores encontraram valores de 61,25 t.h-1, o que sugere uma produtividade de 135, 273 t.ha-1, na área representada, bastante superior à produção média de 101, 276 t.ha-1 encontrada neste trabalho e também muito superior à média do Estado de São Paulo, de 85 t.ha-1 (INSTITUTO, 2005).

Ripoli et al. (1999) encontraram para a colhedora automotriz os valores de 3.150 horas de trabalho em cada safra, derivado de 210 dias com 15 horas de trabalho, adotando 18.900 horas de trabalho em 6 anos de vida útil. Esses valores serviram de base neste trabalho para os cálculos dos componentes do custo horário, com base no método proposto por Balastreire (1987), e apresentados na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Componentes dos custos horários fixos e variáveis de uma colhedora automotriz de cana-de-açúcar, seus respectivos valores e totalização.

Custos Fixos				
Componente	Vi (R\$)	%	Horas	R\$.h ⁻¹
Depreciação	825.000,00	16,67	18.900	50,93
Juros	825.000,00	12	3.150	18,33
Seguro	825.000,00	2	3.150	5,24
Alojamento	825.000,00	1	3.150	2,62
Total custo fixo				77,12
Custos Variáveis				
Componente	R\$.h ⁻¹			
Combustível	61,81			
Lubrificantes	12,36			
Manutenção e Reparos	43,65			
Mão de Obra	4,27			
Total custo variável	122,09			
Total custo fixo + variável	199,21			

Os custos de conservação de estradas, reboque de veículos, reboque de carretas, fiscalização e administração, apresentados na Tabela 4.3 e considerados para a colheita manual, são comuns à operação de colheita mecanizada e foram, portanto, também considerados. Estes custos transformados em unidades de área e produção foram de 223,37 R\$.ha-1 e 2,25 R\$.t-1, respectivamente. Estes valores acrescidos aos valores do custo hora apurados (Tabela 4.4), e transformados para custo por área e produção através da capacidade operacional encontrada por Ripoli et al. (2001), totalizaram 668,36 R\$.ha-1 e 6,58 R\$.t-1, respectivamente.

A Tabela 3.5 apresenta a comparação dos custos do sistema de corte manual com queima da cana com o sistema de colheita mecanizada da cana sem queima.

Tabela 3.5 – Custo unitário por área e produção para a colheita manual com queima e mecanizada sem queima da cana-de-açúcar.

Tipo de colheita	Custo área (R\$.ha⁻¹)	Custo produção (R\$.t⁻¹)
Manual com queima	904,04	8,90
Mecanizada sem queima	668,36	6,58

Observa-se uma redução de 32,74% no custo da operação de colheita mecanizada de cana sem queima em relação à colheita manual de cana queimada. O valor de 3,060 US\$.t-1, encontrado neste trabalho é compatível aos valores 2,09 US\$.t-1, encontrado por Kronka e Monteiro (1999), e 3,82 US\$.t-1, por Ripoli et al (1999).

Em relação à capacidade operacional a máquina é capaz de executar a tarefa de colheita na área estudada em aproximadamente 12 dias de 15 horas a um custo de R\$ 52.045,86 com uma redução de R\$ 18.352,65. Na colheita manual da cana queimada o tempo gasto foi de 07 dias, envolvendo 849,41 pessoas, com rendimento de 9,31 t.pessoa-1.

Velocidades e eficiências de campo baixas podem tornar o custo da colheita alto, diminuindo a competitividade da usina. Destaca-se o alerta de Ripoli e Paranhos (1987) para o fato de que o sistema de colheita é composto por três subsistemas: o subsistema de corte e carregamento, o subsistema de transporte e o subsistema de recepção, que precisam ser alterados para compor o novo arranjo técnico, assim como as condições de campo.

Destaca-se também que a parcela da população envolvida na colheita manual deve merecer por parte não só das autoridades, como também de toda sociedade, especial atenção quanto a novas formas de ocupação que visem melhorar o seu desenvolvimento, tanto econômico quanto social.

3.5 Conclusão

Para a área e as condições avaliadas a colheita mecanizada da cana-de-açúcar sem queima mostrou-se técnica e economicamente promissora. Entretanto, devido aos altos custos envolvidos, é necessário expandir-se o estudo para a área total de uma usina, visando à comprovação da viabilidade do investimento.

4. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R.A.; ARAÚJO, M.S.; GONRING, R.N.C. Impacto da queima controlada da palhada da cana-de-açúcar sobre a comunidade de insetos locais. **Neotrop. Etmol.** Vol 34 n° 4. Londrina. Julho/agosto, 2005.

ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE ALCOOL E AÇÚCAR DO ESTADO DO PARANÁ. ALCOPAR. **Produtos: álcool, açúcar, cana-de-açúcar.** Disponível em: <<http://www.alcopar.org.br/>>. Acesso em: 28 abr. 2006.

BALASTREIRE, Luiz. Antônio. (1987). **Máquinas Agrícolas.** Ed. Manole Ltda. São Paulo, S.P., Brasil. 307 p.

BRASIL. Lei Federal n° 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal e da outra providencias. Brasília, 1965. 14 p.

BRASIL. Decreto n° 42.056, 6 de agosto de 1997. Dispõe sobre o uso, conservação e preservação do solo agrícola para o Estado de São Paulo. Brasília, p 3-4, 1997. Seção 1.

BRASIL. Decreto n° 2.661, de 8 de julho de 1998. Regulamenta o parágrafo único do art. 27 da Lei n° 4.771, de 15 de setembro de 1965, mediante o estabelecimento de normas de precaução relativas ao emprego do fogo em praticas agropastoris e florestais. Brasília, 1998. 8 p.

BRASIL. Decreto n° 47.700, de 11 de março de 2003. Regulamenta a Lei n° 11.241 de 19 de setembro de 2002, que dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da cana-de-açúcar e da providencias correlatas. Palácio dos Bandeirantes, 11 de março de 2003. São Paulo – SP. 6 p.

BRASIL. Decreto n° 49.391, de 21 de fevereiro de 2005. Altera o Quadro III, do Anexo I, a que se refere o § 1° do artigo 12, do Decreto n° 47.700 de 4 de dezembro de 2002. Dispõe sobre a eliminação da queima da palha de cana-de-açúcar e dá providencias correlatas. Palácio dos Bandeirantes, 21 de fevereiro de 2005. São Paulo- SP. 1 p.

CANA-DE-AÇÚCAR: Mecanização avança. **Revista Agrobrasil:** balanço brasileiro do agronegócio 2006, Santa Cruz do Sul, 2006. Notícias do agronegócio. Disponível em: <http://www.revistaagrobrasil.com.br/site/noticias_Integra.php?idNoticia=206027>. Acesso em 14 set. 2006.

CAMPOS, D. C. **Potencialidade do sistema de colheita sem queima da cana-de-açúcar para o seqüestro de carbono.** Piracicaba, 2003. 103 p. Tese Doutorado – ESALQ.

COSTA NETO, J.D. da. A cana em tempo bom. **Revista CREA-PR**, Curitiba, ano p, n. 41, p. 16-19, out. 2006.

CUSTO de produção de cana-de-açúcar. **Ideonline**, Ribeirão Preto, 2006. Disponível em: <ideonline.com.br/ideamais/default.asp?act=01>. Acesso em 10 nov. 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999.

FRANK, G.R. (1977). **Costos y administración de la maquinaria agrícola**. Ed. Hemisfério Sur. Buenos Aires. Argentina. 385 p.

HIRSCHFEELD.H. **Engenharia econômica e análise de custos**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1992. 456p.

INSTITUTO BRASILEIRO E GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento sistemático de produção agrícola, 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estatística/indicadores/agropecuária/lspa/default.shtm>>. Acesso em: 8 abr. 2006.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA DE SÃO PAULO. I.E.A. Origens da introdução da colhedora mecânica de cana-de-açúcar em São Paulo: Alguns índices históricos. (01 de maio de 2006). <http://www.iea.sp.gov.br/>.

KRONKA, P.F.B.; MONTEIRO, J.H. Desempenho operacional de colhedoras na Usina Iturama. In: **SEMANA DE CANA DE PIRACICABA**, -4., Piracicaba, 1999. **Anais...** Piracicaba: Saccharum, 199 n.1.p.46-48.

MÁQUINAS agrícolas automotrizes produção, vendas internas e exportações. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Anuário da indústria automobilística brasileira 2007**. São Paulo; ANFAVEA, 2006. Capítulo 3. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/anuario2007/cap3_2007'df>. Acesso em: 14 nov. 2006.

MEDEIROS, A.C.L.; RIBEIRO, S.R.; CONEGLIAN, C.M.R.; BARROS, R.M.; BRITO, N.N.; DRAGONI SOBRINHO,; TONSO, S.; PELEGRINI, R. Impactos da agroindústria canavieira sobre o meio ambiente. In: **III FORUM DE ESTUDOS CONTÁBEIS, 2003**. Centro Superior de Educação Tecnológica (CESET) – UNICAMP.p.05.

MIALHE, Luiz Geraldo. **Manual de Mecanização Agrícola**. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1974. 297p.

NASCIMENTO, Diana. Cortador em Extinção. **IDEA-NEWS**, Ribeirão Preto. V.6, n.65, p. 6 – 15. março de 2006.

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários: administração financeira orçamento e viabilidade econômica**. São Paulo: Atlas, 1987. 269p.

NORONHA, J.F.; MIALHE, L.G.; DUARTE, L.P.. Custos de sistemas tratorizados na agricultura brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 29, Campinas, 1991. **Anais**. Brasília: SOBER, 1991. p. 13-33.

NOVO, M.C.S. **Efeito da palha da cana-de-açúcar e do tamanho de tubérculos no desenvolvimento da tiririca (*Cyperusrotundos L.*)**. Piracicaba, 2004. 107p. Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de concentração Fitotecnia.

OLIVEIRA, M.D.M. **Custo operacional e ponto de renovação de tratores agrícolas de pneus: avaliação de uma frota.** Piracicaba, 2000.150p. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

OMETTO, A.R.; MANGABEIRA, J.A.C.; HOTT, M.C. Mapeamento de potenciais de impactos da queima de cana-de-açúcar no Brasil. **ANAIS DO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO.** Goiânia, Brasil, 16 – 21 abril 2005, INPE. p. 2297 – 2299.

PARANÁ. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná – Seab. **Produção Agrícola.** Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seab>>. Acesso em: 27 abr. 2006.

RIPOLI, T.C.C.; MIALHE, L.G. Custos de colheita da cana-de-açúcar no estado de São Paulo, 1981/82. **Alcool & Açúcar**, v.2, n.2, p. 18-26. 1982.

RIPOLI, T.C.; PARANHOS, S.B., 1987. Colheita, p.517-597. In S.B. Paranhos (ed.), Cana-de-açúcar, cultivo e utilização. Campinas, **Fundação Cargill**, 2, 856p.

RIPOLI, T.C.; NERY, M.S.; De LEÓN, M.J.; PIEDADE, S.M.S. Desempenho operacional de uma colhedora em cana crua em função da velocidade de avanço. **ENGENHARIA AGRÍCOLA**, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola. V. 19, nº 2 . p. 199 – 207. (1999). Jaboticabal: SBEA.

RIPOLI, T.C.C.; CARVALHO FILHO, S.M.; MOLINA JR., W.F.; RIPOLI, M.L.C. Desempenho econômico de colhedora em cana crua. **ENGENHARIA RURAL**, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Departamento de Engenharia Rural,- Piracicaba: ESALQ/USP, 1990 – v.12, único, 2001.

REIS, T.E.S. **Determinação da compatibilidade de uso do solo e proposta de restabelecimento de áreas de reservas florestais em Bandeirantes-Pr através de análise de imagens e geoestatística.** Londrina, 2003. 145 p. Tese apresentada ao curso de pós-graduação em agronomia da Universidade Estadual de Londrina como requisito à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

TURRA, F.E. **Análise de diferentes métodos de cálculo de custos de produção na agricultura brasileira.** Piracicaba, 1990. 139p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO. ÚNICA. **Produtos: cana-de-açúcar; estatística.** Disponível em:<<http://www.unica.com.br>> Acesso em: 27 de abr. 2006.

VIEIRA, G. **Avaliação do custo, produtividade e geração de emprego no corte de cana-de-açúcar, manual e mecanizada, com e sem queima prévia.** Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP-Campus de Botucatu para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração em Energia na Agricultura. 2003.