

**AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DOS SISTEMAS DE
COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO MUNICÍPIO DE CAMPOS
DOS GOYTACAZES**

CRISTÓBAL SOTO SOLANO

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO - UENF**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
JULHO – 2011**

**AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DOS SISTEMAS DE
COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO MUNICÍPIO DE CAMPOS
DOS GOYTACAZES**

CRISTÓBAL SOTO SOLANO

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Orientador: Prof. Dr. Niraldo José Ponciano

Co-orientador: Dr. Hamilton Jorge de Azevedo

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO - UENF**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
JULHO – 2011**

AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DOS SISTEMAS DE
COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO MUNICÍPIO DE CAMPOS
DOS GOYTACAZES

CRISTÓBAL SOTO SOLANO

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Aprovado em 11 de julho de 2011

Comissão examinadora

José Augusto Brunoro Costa (D.Sc., Produção Vegetal) - IFES

Paulo Marcelo de Souza (D.Sc., Economia Aplicada) - UENF

Hamilton Jorge de Azevedo (D.Sc., Engenharia Agrícola) - UFRRJ
Co - orientador

Niraldo José Ponciano (D.Sc., Economia Aplicada) - UENF
Orientador

Dedico e ofereço

A Deus

Pela saúde, força e entendimento para concluir este trabalho;

À Minha Esposa Maria Ângela;

A Meus Filhos Daniel, Allan e Jéssica;

A Meus Pais Cristóbal (in memoriam) e Teresa;

Pelo carinho, compreensão e dedicação recebida a todo o momento.

AGRADECIMENTOS

A Deus;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), por meio do programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade de realização deste trabalho;

Ao Professor Niraldo Jose Ponciano, pela amizade, incentivo, dedicação, conselhos e orientação ao longo deste período;

Ao Doutor Hamilton Jorge de Azevedo pela orientação e confiança depositada;

Ao meu amigo e colega Herval, que sem medir esforços, sempre me brindou com especial atenção e apoio incondicional;

À equipe de professores do Curso de Pós-Graduação do CCTA, em especial a Paulo Marcelo, que através de seus ensinamentos muito contribuíram para minha formação acadêmica;

Aos amigos e funcionários do LEAG, em especial ao colega Paccelli e aos estudantes Bruna e Bruno, pelo apoio oferecido na pesquisa;

Aos funcionários da Empresa Feliz Terra Agrícola, em especial a Thiago Lopes pelo apoio e colaboração proporcionados incondicionalmente;

Aos funcionários da Cooperativa Agroindustrial do Estado de Rio de Janeiro - Cooagro, em especial a Frederico Paes, Paulo Bastos e Marcos Vasconcelos pelo apoio e colaboração oferecidos;

Aos funcionários da equipe agrícola da Usina Sapucaia e Usina Santa Cruz pelo apoio e colaboração proporcionados;

A meus amigos e amigas do curso, pelo companheirismo e momentos de convívio, em especial com Ana Carolina, Pedro, Vitor e Marcos que me privilegiam com tanta amizade;

À minha família brasileira, Edilasio, Magali, Ricardo, Edima, Edilasio Júnior, Marcia, Claudio, Mara Regina, Gustavo e Márcia e demais;

À minha grande família costarriquenha, Teresa, Guillermo, Cecilia, Sara, Gerardo, Rebeca, Fanny; em especial meu pai, que foi fonte de inspiração e tenacidade a todo instante;

E a outras tantas pessoas, que no anonimato, me ofereceram sua confiança e apoio.

A todos, meu muito obrigado!

SUMÁRIO

	RESUMO.....	vi
	ABSTRACT.....	viii
1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1.	CONSIDERAÇÕES SOBRE ASPECTOS DE CAMPO NO CORTE MECANIZADO.....	5
2.2.	ASPECTOS DOS SISTEMAS DE CORTE MANUAL E MECANIZADO, COM E SEM QUEIMA PRÉVIA.....	7
2.3.	ASPECTOS DE CUSTOS E VIABILIDADE ECONÔMICA DO CORTE MECANIZADO.....	15
3.	TRABALHOS.....	18
3.1.	FATORES LIMITANTES DA IMPLANTAÇÃO DA COLHEITA MECANIZADA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES.....	18
	RESUMO.....	18
	ABSTRACT.....	19
3.1.1	INTRODUÇÃO.....	19
3.1.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
3.1.4	RESUMO E CONCLUSÕES.....	35
3.1.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
3.2	COMPARAÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS DOS SISTEMAS DE COLHEITA MANUAL E MECANIZADA DA CANA-DE-AÇÚCAR COM E SEM QUEIMA PRÉVIA EM CAMPOS DOS GOYTACAZES.....	38
	RESUMO.....	38
	ABSTRACT.....	39
3.2.1	INTRODUÇÃO.....	40

3.2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	42
3.2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
3.2.4	RESUMO E CONCLUSÕES.....	66
3.2.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
3.3	AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA E DE RISCO DA MECANIZAÇÃO DA COLHEITA DA CANA-DE-ACÚCAR.....	69
	RESUMO.....	69
	ABSTRACT.....	69
3.3.1	INTRODUÇÃO.....	70
3.3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	73
3.3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	80
3.3.4	RESUMO E CONCLUSÕES.....	88
3.3.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
4.	RESUMOS E CONCLUSÕES.....	90
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
6.	APÊNDICES.....	101
6.1	INFORMAÇÕES COLETADAS PARA CADA SISTEMA DE CORTE	101
6.2	LEY ORDINÁRIA LEI Nº 2049, DE 22 DE DEZEMBRO DE 1992....	102
6.3	FICHA CATOLOGRAFICA....	109

RESUMO

SOTO, Cristóbal Solano; M.Sc.;Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Junho de 2011. Avaliação técnica e econômica dos sistemas de colheita da cana-de-açúcar no município de Campos dos Goytacazes. Orientador: Prof. Niraldo José Ponciano. Co-orientador: Dr. Hamilton Jorge de Azevedo.

Objetivou-se neste estudo avaliar a viabilidade técnica e econômica da substituição da colheita da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) queimada pela colheita da mesma sem a queima (crua). No sistema de colheita mecanizada destaca a importância dos gastos elevados em máquinas e equipamentos, e em infraestrutura. Essa dissertação foi organizada em três trabalhos, o primeiro refere-se à análise dos fatores técnicos e de campo necessários ao sistema de colheita mecanizada da cana. O planejamento das variedades, tamanho e forma dos talhões, espaçamento e comprimento das fileiras de plantio foram apontados como fatores restritivos ao desempenho eficiente das máquinas. O relevo do terreno foi o único fator positivo a essa atividade. No segundo trabalho analisa-se de forma comparativa o custo e produtividade do corte manual e mecanizado da cana-de-açúcar com e sem queima prévia. Na avaliação da colheita com queima prévia não ocorreu diferença significativa nos sistemas de colheita manual e mecanizada. No entanto, em canaviais colhidos sem queima prévia encontraram-se valores de R\$ 12,72 t⁻¹ para o custo da colheita manual e de R\$ 10,13 t⁻¹ para o custo da colheita mecanizada, ocorrendo redução de 20,00% em favor do custo da tonelada colhida mecanicamente. Na avaliação, uma máquina substitui vinte e sete homens-dia de trabalho. O terceiro artigo avalia a viabilidade econômica e de

risco dos sistemas de colheita de cana-de-açúcar. O sistema mecanizado apresenta-se viável economicamente, com Taxa Interna de Retorno (TIR) de 39,58%. A análise de sensibilidade mostrou que o preço de corte foi a variável de maior impacto na rentabilidade, seguido pelo custo do óleo diesel, dos investimentos em máquinas colhedoras e da mão de obra. A simulação de Monte Carlo estimou que a probabilidade do sistema de colheita mecanizada ter VPL negativo é de 11,35%. O maior obstáculo para a implantação deste sistema de colheita refere-se ao elevado investimento inicial na aquisição de máquinas e equipamentos e de mão de obra especializada.

ABSTRACT

SOTO, Cristóbal Solano, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Jun, 2011. Technical and economic evaluation of sugar-cane harvest systems in the municipality of Campos dos Goytacazes. Adviser: Prof. Niraldo Jose Ponciano. Co-adviser: Dr. Hamilton Jorge de Azevedo.

The objective of this study was to evaluate the technical and economic feasibility of replacing the harvest of sugar-cane (*Saccharum* spp.) Burned for taking the same without burning (raw). In mechanized harvesting system highlights the importance of high spending on machinery and equipment, and infrastructure. This dissertation is organized in three papers, the first refers to the analysis of technical factors and field needed for the system of mechanized harvesting of cane. Planning parietal, size and shape of plots, spacing and length of the planting rows were identified as restrictive factors in the efficient performance of the machines. The topography of the land was the only positive factor in this activity. The second paper analyzes the comparative cost and productivity of manual and mechanized cutting of cane sugar with or without burns. In assessing the anticipated harvest burning with no significant difference in the systems of manual and mechanized harvest. However, in sugar-cane harvested without prior burning found a value of R \$ 12.72 t⁻¹ to the cost of manual harvesting and R \$ 10,13 t⁻¹ to the cost of mechanized harvesting, resulting in reduction of 20,00% in favor of cost per tonne harvested mechanically. In the evaluation, a machine replaces twenty-eight days working men. The third article assesses the economic feasibility and risk systems to harvest sugar-cane. The mechanized system has to be viable economically and must have Internal Rate of Return (IRR) of 39.58%. The sensitivity analysis showed that the price cut was the variable with the greatest impact on profitability,

followed by diesel fuel cost, investment in machinery and harvesters of manpower. The Monte Carlo simulation estimated that the probability of the system of mechanized harvest have a negative NPV is of 11,35%. The biggest obstacle to implementation of this system of collection refers to the high initial investment in the acquisition of machinery and equipment and skilled labor.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento do setor sucroalcooleiro brasileiro dado nos últimos anos se deve ao aumento da demanda mundial por açúcar e a substituição de combustíveis fósseis por renováveis, colocando o Brasil como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e de etanol, assim como maior exportador desses produtos.

A atratividade e competitividade do setor, aliado a essa forte demanda externa e interna pelos derivados da cana-de-açúcar, contribuem para a expansão e incremento da área plantada e o aumento do número de usinas. Essa elevada expansão da atividade agroindustrial da cana abrange novas áreas localizadas principalmente no oeste de São Paulo, e os cerrados mato-grossenses, goiano, mineiro e norte de Paraná (Costa et al., 2009; Ramão et al., 2007).

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2011), a cana-de-açúcar moída no Brasil, para a safra de 2010/2011 foi estimada em 624.991 mil toneladas, volume superior em 20,47 mil toneladas colhidas na safra passada, movidas principalmente pela expansão da lavoura e áreas de renovação. Embora, tenha-se registrado uma menor produtividade estimada em 77.798 kg/hectare; 4,6% menor em relação à safra anterior, a área ocupada atualmente no Brasil com essa cultura é de 8.033,6 mil hectares, superior em 8,4% em relação à safra de 2009/2010.

Particularmente, no Estado do Rio de Janeiro essa cultura ocupa uma área de 51.330 hectares com uma produtividade média de 51.500 kg/hectare e uma produção total de 2.643,5 mil toneladas, 18,90% menor em relação à safra anterior. Veiga et al. (2006), relataram que esta cultura representava 93 % da área colhida do Estado, sendo que a maior produção desta lavoura se concentrava no município de Campos dos Goytacazes com cerca de 58 % do total da área colhida, o que equivalia na época, aproximadamente, a 51.000 hectares cultivados. Sendo que nessa região concentram-se as indústrias produtoras de açúcar e álcool.

Ao contrário do cenário nacional, o Estado do Rio de Janeiro reduziu significativamente sua parcela na produção brasileira, a produção de cana-de-açúcar no estado representou menos de 1,0% da produção nacional na última década, com produtividade muito abaixo da média nacional (Costa et al. 2009).

A utilização da queima do canavial é uma prática que facilita a colheita, pelo fato de eliminar o excesso de palha seca. No entanto, ela tem gerado externalidades negativas ao meio ambiente e aos habitantes das regiões produtoras de cana. Nesse sentido, têm sido crescentes as pressões de ambientalistas e até do Ministério Público para redução programada, culminando na proibição do uso do fogo na colheita da cana.

Nesse contexto, estudos realizados comprovam que a colheita mecânica da cana-de-açúcar crua pode trazer benefícios econômicos e evitar danos ambientais e de saúde pública por dispensar a queima da palha (Veiga Filho, 2006). Por outro lado, têm sido questionadas perdas de matéria-prima, rebolos, raízes das soqueiras afetadas e presença de impurezas (Neves et al., 2004). Outro questionamento de cunho social, é que a máquina substitui e desemprega grande quantidade de mão de obra.

Contudo, no sistema de produção de açúcar e álcool há interação de atividades relevantes e de grande importância desde o ponto de vista agrônomo, de mecanização agrícola, colheita, carregamento e transporte, na procura constante de diminuir custos e pela melhoria da produtividade e qualidade do produto final.

Para Rocha (2007), a colheita manual com queima prévia da palha, gera um custo de corte, carregamento e transporte em média 25% maior do que quando realizada mecanicamente. Isso, associado ao fato de que uma colhedora

poderia fazer o trabalho de 100 homens, faz com que as indústrias sucroalcooleiras optem pela mecanização em detrimento à colheita manual.

Em trabalho feito por Fredo et al., (2007), pesquisadores do Instituto de Economia Agrícola – IEA-APTA, com dados levantados da safra de 2007/2008, estimaram que a introdução de máquinas na colheita da cana crua no Estado de São Paulo, desemprega cerca de 2.700 trabalhadores por safra para cada um por cento da área mecanizada.

Segundo o estudo, dificilmente esses trabalhadores, formados principalmente por cortadores de cana, serão absorvidos pelo setor agropecuário ou outros setores econômicos, sem antes serem qualificados para exercerem novas funções. Ante tal situação, a mecanização da colheita tem obrigado muitas famílias rurais a migrar para os centros urbanos ou para as frentes de ocupação de terras.

No que se refere em parte ao impacto ambiental, Ferreira (2007) relata que, caso o fogo não fosse utilizado como prática agrícola haveria um maior aproveitamento dos fertilizantes químicos e orgânicos. Haveria também melhoria das qualidades físicas, químicas e biológicas do solo com sua melhor conservação e, conseqüentemente, maior produtividade, além da melhoria da capacidade de infiltração da água no solo. Haveria aumento da retenção de umidade e diminuição da erosão pelo efeito da cobertura com palha que serviria de proteção ao solo.

Como consequência, no Estado de Rio de Janeiro foi aprovada a lei nº. 2049, de 22 de dezembro 1992, a qual dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar com prazo de cinco anos e estabelece no seu artigo dois, a percentagem anual e progressiva da área a ser colhida sem adotar a prática da queima prévia. Prática essa que ainda continua sendo usada na região (RIO DE JANEIRO, 1992).

Ante esta realidade, a introdução da colheita mecanizada requer um alto investimento inicial em maquinário, equipamentos, pessoal qualificado e a adoção de tecnologias para este sistema de corte (variedades, tamanho e forma dos canaviais) e só pode ser realizada em áreas com declives inferiores a 12%, devidamente sistematizadas para esse sistema.

Diante do exposto, o presente trabalho objetiva avaliar a substituição da colheita da cana-de-açúcar queimada pela colheita da cana crua para a

microrregião de Campos dos Goytacazes, bem como analisar os principais fatores que afetam a mecanização da colheita da cana-de-açúcar e sua viabilidade econômica financeira.

Especificamente, objetiva-se:

- ▶ Identificar e caracterizar os principais fatores técnicos que afetam a implantação do sistema de colheita mecanizada no Município de Campos dos Goytacazes;
- ▶ Estimar os custos operacionais dos sistemas de colheita manual e mecanizada de cana-de-açúcar com e sem queima, de modo a fornecer informação técnica e econômica para possíveis subsídios que auxiliem no planejamento de investimentos agrícolas;
- ▶ Avaliar a viabilidade econômica e o grau de risco da implantação da mecanização da colheita da cana-de-açúcar no Município de Campos dos Goytacazes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Considerações sobre aspectos de campo no corte mecanizado

O sistema de colheita de cana-de-açúcar picada tem contribuído com a produção canavieira brasileira e do mundo por aproximadamente 50 anos. Entretanto, tal atividade mostra que atualmente existem limitações tecnológicas para sua implementação, desde o ponto de vista legal ao ambiental, topográfico, econômico e social (Braunbeck e Oliveira, 2006).

Estudos realizados comprovam que a colheita mecânica da cana-de-açúcar crua pode trazer benefícios econômicos e evitar danos ambientais e de saúde pública por dispensar a queima da palha (Veiga Filho, 2003). Por outro lado, têm sido questionadas perdas de matéria-prima, rebolos, raízes das soqueiras afetadas e presença de impurezas (Neves et al., 2004). Outro questionamento, de cunho social, é que a máquina substitui e desemprega grande quantidade de mão de obra.

Ripoli e Ripoli (2005) recomendam que na aquisição de máquinas colhedoras de cana devem ser considerados fatores envolvidos na capacidade operacional, nas características de projeto, no planejamento, na gestão administrativa e nas condições de campo. As ações de planejamento e execução devem iniciar pela correta seleção de variedades, pelas condições edafoclimáticas locais e pelos aspectos relacionados ao transporte e à recepção da

matéria-prima na indústria. Além destes fatores, deve-se considerar o treinamento de mão de obra operacional de qualidade ou a disponibilidade desta na região.

Almeida et al. (2009) concluíram que a sistematização dos terrenos contribui no sucesso da colheita mecânica da cana-de-açúcar, ao observar que em talhões adequadamente sistematizados foram apresentados os menores níveis de perdas visíveis quando comparados com canaviais comerciais. Isto, justificados pelo incremento no número de manobras e de paradas da colhedora, como consequência dos desníveis no microrrelevo, ruas mortas e fileiras de plantio sem paralelismo, que são condições que afetam os rendimentos das máquinas tanto em termos quantitativos como qualitativos.

No início dos anos noventa, o Centro de Tecnologia Canavieira – CTC, em Piracicaba, São Paulo, realizou diversos projetos de pesquisa visando encontrar soluções para viabilizar a colheita mecanizada da cana crua; tanto em práticas agrônômicas de manejo da cultura como em modificações e aprimoramento nos equipamentos para reduzir o impacto sobre a lavoura e a matéria-prima em colheita (Benedini & Donzelli, 2007). Os autores descrevem que resultados de estudos recentes focados no melhoramento das condições de colheitabilidade mostram, em diversas situações, aumento e estabilização da produtividade em níveis elevados.

Segundo Benedini e Conde (2008a), o sucesso da colheita deve-se a vários fatores de campo, entre eles: nivelamento do solo, formato e comprimento dos talhões, produtividade e homogeneidade do canavial, características das cultivares, qualidade da operação, treinamento de operadores. Nesse sentido, Mattos (1992) ressalta a importância do planejamento desde a escolha da área de plantio até a declividade inferior a 12%, preparo de solo, a eliminação de barreiras físicas (tocos, pedras, etc.), ao sistema de plantio e ao espaçamento entre fileiras.

Para alcançar resultado positivo com a colheita mecânica da cana crua, Ripoli & Ripoli (2005) ressaltam que, para um melhor aproveitamento da área, há necessidade de um adequado planejamento, o qual começa pela definição dos talhões, de seu formato e do traçado dos carregadores, de acordo com o relevo e o solo da área nova ou de reforma.

Segundo os mesmos autores, a implantação da colheita mecanizada exige um novo modelo de gerenciamento, iniciado pelo preparo do solo e sistematização da área. Os talhões devem ser retangulares e ter no mínimo 600

metros de comprimento. Deve-se ainda cuidar do paralelismo entre fileiras e do espaçamento no plantio, que não pode ser menor do que 1,50 metros para evitar o pisoteio da soqueira.

2.2. Aspectos dos sistemas de corte manual e mecanizado, com e sem queima prévia.

A queima dos canaviais ainda é uma prática generalizada em quase todos os países produtores de cana-de-açúcar. No Brasil, esta prática é utilizada desde o início da década de cinquenta para atender à escassez da mão de obra e ao aparecimento de grandes unidades produtoras (Delgado, 1985). Segundo o autor, na década dos anos 60, consolidou-se a queima prévia dos canaviais, o corte manual, o carregamento mecânico da cana inteira e o transporte rodoviário, o que aumentou significativamente a produtividade diária do cortador e conseqüentemente, a sua renda. Este autor ainda relata que, com os avanços tecnológicos registrados na década seguinte, surgem as colhedoras de cana-de-açúcar, a qual combina as operações de corte com o carregamento, e ainda que, nos últimos anos, as máquinas são capazes de colher toletes de cana crua com boa qualidade.

Estudo realizado por Ripoli & Paranhos (1987), conclui que o objetivo principal da queima é promover a limpeza parcial do canavial para facilitar as operações de corte manual e mecânico, com a finalidade de reduzir substancialmente a matéria estranha vegetal que acompanha a matéria-prima colhida. Segundo eles, os problemas ambientais causados pela queima dos canaviais têm levado países e regiões produtoras a proibirem as queimadas, e, por tal motivo, estão sendo desenvolvidas, experimentalmente, alternativas para se evitar a queima. Isto se deve à preocupação em preservar o meio ambiente e fornecer às indústrias matéria-prima de melhor qualidade.

Delgado (1985), estudando os efeitos da queima dos canaviais, observou aspectos favoráveis e desfavoráveis dessa prática, classificando-os do ponto de vista agrônomo, industrial, operacional, econômico e energético.

Dentro dos aspectos agrônômicos, consideram-se fatores negativos a destruição dos inimigos naturais da broca da cana-de-açúcar, a facilidade no

desenvolvimento de ervas daninhas, a perda de parte da matéria orgânica do solo provocada pela incidência da temperatura elevada, a predisposição do solo à ação mais agressiva das chuvas e o ressecamento maior pela exposição aos raios solares. Ainda o mesmo autor considera como fatores positivos da queima, as facilidades nas operações de descompactação e preparo do solo, cultivo das soqueiras, maior teor de cinzas no solo, eliminação da broca da cana-de-açúcar, das cigarrinhas e de outras pragas, o que facilita o corte manual e mecanizado, que por sua vez aumenta o rendimento do cortador e da máquina.

Quanto ao aspecto industrial, o autor relata a dificuldade na conservação e purificação dos caldos, que exige o uso em maior quantidade de reagentes, o aumento dos teores de brix, fibra, sacarose e acidez do caldo devido ao ressecamento dos colmos e ao aumento da taxa de infestação de microorganismos nos colmos como resultado da exsudação. No que tange ao aspecto de caráter econômico e operacional, a queima da cana-de-açúcar torna a colheita mais fácil e mais barata. Quando existe atraso no corte há prejuízos decorrentes da maior quantidade de matéria estranha, o que acarreta um consumo elevado de água para sua limpeza.

Uma das consequências da queima do canavial, feita com o objetivo de eliminar sua palha, olhaduras e outras impurezas orgânicas, é a contribuição com um desperdício estimado em cerca de 30% do seu peso ou de 15% em matéria seca. Para este autor, este material, se aproveitado, constitui-se em uma boa fonte de matéria-prima biodegradável para produção de energia tipo biogás, ou até mesmo para ser queimada em caldeiras, com vista à produção de vapor.

Bianchini et al. (2001) revelam que o palhiço mantido sobre o solo pode beneficiar a produtividade principalmente em épocas de estiagem prolongadas. Além de outros benefícios associados à conservação do solo e da água, ao controle de plantas daninhas e pragas, aumento do teor de matéria orgânica e aumento da atividade biológica.

Um estudo conduzido por Souza et al (2005), ao avaliar o efeito de sistemas de colheita e manejo da cana-de-açúcar crua, com e sem incorporação da palha e cana queimada nos atributos físicos do solo e na produção de colmos em cana-de-açúcar cultivada em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, concluiu que no sistema de cana-de-açúcar crua, com incorporação da palha, houve maior produção de colmos e maiores valores de matéria orgânica, além da

estabilidade dos agregados, macro porosidade e teor de água no solo e menores valores de resistência do solo à penetração e densidade do solo.

A competitividade do setor passa por um progresso técnico na busca de alternativas de melhorar sua competitividade setorial, seja pela melhoria da produtividade e qualidade dessa matéria-prima, seja pelo rebaixamento dos custos de produção do açúcar e do álcool (Veiga Filho, 1999).

Continua discorrendo o autor, que 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 aperfeiçoar os aspectos 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, às alterações no transporte e na recepção da cana-de-açúcar na indústria.

Desde o ponto de vista operacional, o sistema de colheita da cana-de-açúcar é composto por três subsistemas: o que contempla as operações de corte e carregamento, o de transporte e o de recepção da matéria-prima, adequadamente integrados levando em conta fatores econômicos, sociais, tecnológicos e fisiológicos que promovam um fluxo da matéria-prima do campo à indústria (Ripoli & Paranhos, 1987).

No que concerne às mudanças técnicas no processo produtivo agrícola da cana-de-açúcar, no que tange à mecanização da colheita no Brasil, Ripoli e Ripoli (2005) dissertam que estas tiveram seu início na década dos anos cinquenta, quando surgiram as primeiras carregadoras de cana-de-açúcar com o objetivo de substituir o carregamento manual.

Veiga Filho, (2006) relata que a indução à mecanização da cana-de-açúcar deve-se a um amplo conjunto de fatores. O primeiro deles, de natureza econômica, é o aumento de custos de produção da colheita manual ou a redução dos mesmos com a adoção da colheita mecânica induzindo a um aumento de rentabilidade da atividade, que permite fazer os investimentos necessários para aumentar a eficiência do processo produtivo agrícola. Um segundo fator, de natureza técnico-operacional, é originado pelo acesso e disponibilidade às máquinas, assistência técnica e ao financiamento, domínio do novo padrão tecnológico, entre outros. E um terceiro fator, derivado da legislação ambiental com ações exercidas pelo Ministério Público e pela sociedade civil em geral.

Para Veiga Filho (1999), o fomento à mecanização na cana-de-açúcar, dado nas últimas décadas, deve-se a vários estudos comparativos de custos de cultivo manual com cultivo mecânico, sendo que os sistemas de corte e carregamento mecânico mostraram ganhos de eficiência técnica e econômica.

No período de 1983 a 1985, Fernandes & Irvine (1986) realizaram ensaios no estado de São Paulo sobre sistemas de colheita, que compararam a produtividade e a qualidade tecnológica da matéria-prima colhida por combinadas, e utilizaram os modelos Dedini-Toft com o corte manual e carregamento mecanizado. Concluíram que no corte mecanizado realizado em canavial sob condições úmidas houve um aumento da tonelagem da matéria-prima por não realizar um desponte eficiente das canas com aumento da fibra e redução do teor de sacarose e pureza.

Quanto aos ensaios conduzidos em canavial ereto e bem queimado, não houve diferença de produtividade segundo o sistema de colheita empregado, mas a qualidade da matéria-prima obtida com o sistema de colheita mecanizada foi inferior, com uma elevação da fibra em 3% e um rendimento de -5% de açúcar por tonelada. Concluem que em relação ao potencial do canavial no campo, ambos os sistemas de colheita apresentam perdas de açúcar por hectare para o corte manual e mecanizado na ordem de 17 e 21%, respectivamente.

Ripoli (1988) e Ripoli & Vila Nova (1992) resumem que muitos estudos realizados sobre o uso de fogo prévio ao corte manual da cana-de-açúcar demonstram as vantagens desse procedimento em virtude dos benefícios operacionais e econômicos. Em relação à colheita manual da cana-de-açúcar crua, os pesquisadores manifestam como consequência de uma redução no desempenho operacional um aumento do custo por tonelada cortada e um aumento de matéria estranha vegetal e mineral da matéria-prima e um maior risco de acidentes ocupacionais devido a um maior esforço físico por parte dos trabalhadores braçais.

Ripoli e Ripoli (2005), baseados em experiências adquiridas por instituições particulares na adoção do corte mecanizado da cana-de-açúcar, apresentam restrições e atrativos desse sistema. Dentre os atrativos enumeram: redução nos investimentos em adubação e herbicidas, menor percentagem de matéria estranha mineral na carga, uso do palhiço como fonte energética, proteção e conservação do solo e da água, aumento do teor de matéria orgânica e melhor

fixação do carbono e um melhor relacionamento com a sociedade civil em geral. Quanto às restrições, os autores as sintetizam em uma adequada sistematização do talhão, aumento das perdas invisíveis, danos às soqueiras, ataque de cigarrinhas das raízes e compactação do solo por tráfego das máquinas, além de risco de incêndio após a colheita.

Experimento conduzido por Tillmann (1994) na Usina Costa Pinto, no município de Piracicaba (SP), durante a safra agrícola de 91/92, teve o objetivo de avaliar o desempenho operacional e econômico da colheita semi mecanizada de cana-de-açúcar em canaviais com e sem queima prévia, no qual foram consideradas as atividades de corte manual, carregamento e transporte mecânico e a possibilidade de aproveitamento de resíduos para fins energéticos.

Para o autor, o melhor desempenho operacional foi encontrado no sistema de colheita de cana-de-açúcar queimada. Foram observados maiores índices de perdas de matéria-prima, impurezas minerais e vegetais no corte manual em cana-de-açúcar crua, quando comparada ao sistema de colheita com queima prévia. Conclui o pesquisador, que o maior desempenho econômico foi observado nas condições de colheita de cana-de-açúcar previamente queimada e que a receita pode aumentar em valor até 40%, com o aproveitamento do excedente de palha e bagaço resultante do corte de cana-de-açúcar crua.

Furlani Neto et al. (1996) estudaram o desempenho da colhedora Santal Amazon em Ribeirão Preto – SP, safra 1993/94, em canaviais de 12 meses em soqueiras de 4º corte, das variedades SP71 1406 e SP71 6163, com queima prévia e sem queima prévia. O resultado obtido foi um menor rendimento na colheita mecânica da cana-de-açúcar crua. Em canaviais previamente queimados observou-se 18,36% de aumento na velocidade de deslocamento e 15,60% na capacidade efetiva da colheita. Notou-se que o aumento na velocidade da colhedora resultou em decréscimos no pol da cana.

No corte em canaviais sem queima prévia resultou em decréscimos do índice de impurezas minerais e aumento do índice de impurezas vegetais, quando comparados com canaviais previamente queimados.

Com o advento do Proálcool na década de 70, a cultura canieira expandiu-se rapidamente e avançou com voracidade sobre os campos que ocupavam outras culturas rurais. Seguindo o mesmo caminho, as queimadas da palha da cana-de-açúcar continuam sendo praticadas no Brasil, no entanto são

bastante combatidas por setores organizados da sociedade, especialmente pelo movimento ambientalista.

Marinho e Kirchhoff (1991) relatam que em experimentos realizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, com o objetivo de estudar o efeito das queimadas da palha da cana-de-açúcar em regiões canavieiras de São Paulo, verificou-se que as queimadas causam liberação para a atmosfera de ozônio e grandes concentrações de monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO₂). Relatam ainda os autores que as queimadas causam efeitos danosos ao solo, à flora, à fauna e à atmosfera.

Diante desta realidade e mais recentemente, a discussão tem sido em relação à proibição da queima de cana. A sociedade organizada principalmente das regiões produtoras de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo vem pleiteando medidas governamentais restritivas dessa prática, alegando que a mesma produz efeitos negativos sobre a qualidade de vida da população.

A preocupação ambiental levou o governo federal e governos estaduais a estabelecerem normas e prazos para reger a questão das queimadas, o que é objeto de uma vasta legislação. O Decreto Federal nº 2.661 de 8/7/98 estabelece a eliminação gradual da queima da cana-de-açúcar. Dita também as áreas de proibição de queima, como faixas de proteção nas proximidades de perímetros urbanos, rodovias, ferrovias, aeroportos, reservas florestais e unidades de conservação, entre outros.

Esse processo está mais adiantado no Estado de São Paulo, responsável por cerca de 55% da cana-de-açúcar produzida no País. A Lei estadual 11241, de 2002 prevê o fim da queimada para a colheita de cana-de-açúcar até 2021 em áreas consideradas mecanizáveis, e até 2031 para áreas consideradas não mecanizáveis. Recentemente, foi assinado um Protocolo Agroambiental por toda a liderança do setor canavieiro do Estado, que reduziu os prazos para 2014 e 2017, respectivamente.

Este apelo social pela proibição da queima está ganhando adeptos em outros Estados, que introduziram dispositivos nesse sentido em suas normatizações legais. Nos Estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná e Goiás já existem legislações específicas que tratam do tema. No caso específico do Estado de Rio de Janeiro, foi promulgada a lei nº 2049 de 22 de dezembro de 1992.

De acordo com a mencionada Legislação, já em 1993, a prática de queimadas deveria ser reduzida em 20%, proporção que deveria aumentar gradativamente até ser eliminada em 1997. A legislação também estabelece áreas de proibição de queima, como faixas de proteção nas proximidades de perímetros urbanos, rodovias, ferrovias, aeroportos, reservas florestais e unidades de conservação, ao redor de estações de telecomunicações, ao longo dos rios, ou de qualquer outro curso d'água.

A nova realidade do setor não se deve apenas à mecanização do corte da cana-de-açúcar, mas também ao alto custo da mão de obra e às exigências trabalhistas. Ultimamente, o setor canavieiro tem sido foco de fiscalizações e autuações. Os produtores se tornaram mais criteriosos em relação às determinações da Norma Regulamentadora 31, do Ministério de Trabalho e Emprego (MTE), que estabelece requisitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho, de forma a garantir que as atividades rurais sejam desenvolvidas e planejadas de forma compatível com a segurança e saúde do trabalho (CNA, 2008).

Entre algumas das obrigações dos empregadores da NR 31 têm-se: ações de melhoria das condições do meio ambiente de trabalho; campanhas educativas de prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho, exame médico adicional, que deve ser realizado antes que o trabalhador assumira suas atividades; disponibilização de água potável e fresca em quantidade suficiente nos locais de trabalho; disponibilização de instalações sanitárias, de locais para refeições, de alojamentos no caso de haver permanência de trabalhadores nos locais de trabalho entre jornadas de trabalho, e local adequado para o preparo de alimentos com lavanderias, nos casos de trabalhadores alojados, transportar trabalhadores com autorização emitida pela autoridade de trânsito competente, com todos os trabalhadores sentados, conduzidos por motorista devidamente habilitado e identificado, além de possuir compartimento resistente e fixo para a guarda de ferramentas e materiais, adotar medidas de proteção pessoal e coletiva para controlar os riscos na fonte.

Vários estudos apontam as condições penosas, insalubres e de risco a acidentes a que são submetidos os cortadores de cana-de-açúcar. Um estudo de Robin & Yamashita (1989) detectou a situação precária das condições de trabalho, principalmente pela falta de EPI's (equipamentos de proteção individual).

A folhagem da cana-de-açúcar crua representa risco potencial aos olhos, rosto e braço do trabalhador e as operações de desfolhagem e de corte da ponteira representam riscos de acidente nas mãos.

O corte basal propicia ferida e contusões nas pernas e nos pés do trabalhador pelo uso do facão. Para Robim & Yamashita (1989), a cana-de-açúcar queimada minimiza os riscos dos acidentes citados, mas, por outro lado, surge o risco proveniente da fuligem da queima, que pode provocar acidentes nos olhos (corpo estranho), irritações na pele e no sistema respiratório.

Nos últimos anos, o processo de colheita da cana-de-açúcar passa por um intenso processo de mecanização. Essa mudança de perfil, no qual o homem está cedendo, gradualmente, lugar à máquina, faz com que inúmeros trabalhadores que viviam da colheita da cana-de-açúcar migrem para os centros urbanos ou para as frentes de ocupação de terra.

Os impactos sociais causados por esta mudança podem ser desastrosos, haja vista que uma máquina colhedora pode substituir até 100 trabalhadores, e, como consequência, ocorrerá um aumento significativo do número de pessoas desempregadas no país, além de contribuir para a diminuição da qualidade social dessa mão de obra carente nos postos de trabalhos na sociedade. Tais impactos tornam-se mais significativos nas localidades que têm na colheita da cana-de-açúcar a sua principal atividade de subsistência.

Cálculos realizados por Fredo et al (2007), pesquisadores do Instituto de Economia Agrícola (IEA-APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, baseados em informações da safra 2007/08 no Estado de São Paulo, estimaram que a introdução da colheita mecânica da cana-de-açúcar desemprega cerca de 2.700 pessoas por safra para cada um por cento de área mecanizada. Eles ainda advertiram sobre as dificuldades para que esse contingente de trabalhadores, formado por cortadores de cana-de-açúcar, fosse absorvido dentro do setor canavieiro ou dentro do setor agropecuário ou até mesmo por outros setores econômicos.

Vieira (2003) ao estudar os possíveis impactos da mecanização no corte da cana-de-açúcar, baseando-se em dados levantados na Usina da Barra em São Paulo para a safra 2001 e para um horizonte de 20 anos, verificou que ao final do período serão dispensados 2.117 trabalhadores e contratados apenas 117 trabalhadores especializados.

Pelo Protocolo Agroambiental do Setor Canavieiro Paulista, de junho de 2007, firmado entre a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e a Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro Sul do Brasil - ORPLANA, assumiu-se o compromisso de reduzir o prazo para o fim das queimadas até 2014 em áreas mecanizáveis (planas) e até 2017 para áreas não mecanizáveis (terrenos acidentados). Neste sentido, representantes da Cooperativa dos Plantadores de Cana do Estado de São Paulo (Cooplacana) manifestaram que, com o novo prazo pautado no acordo, milhares de postos de trabalho serão fechados. Alertam que o acordo acelera a mecanização da colheita da cana e que seu efeito pode ser “desastroso” para o pequeno produtor e para milhares de trabalhadores que chegam ao Centro-Sul à procura de emprego.

2.3. Aspectos de custos e viabilidade econômica do corte mecanizado

A adoção de novas tecnologias possibilita o aumento da produtividade e da competitividade dos produtores e industriais, com resultados positivos para o setor, entre eles a mecanização da colheita da cana crua, que surge como opção economicamente viável e que é praticada com sucesso em outras regiões canavieiras do Brasil pela possibilidade de barateamento desta operação e maior produtividade do trabalho (Vieira, 2003).

Trabalhos realizados durante muitos anos, analisando os custos operacionais entre os sistemas de corte - colheita manual versus colheita mecânica da cana-de-açúcar têm mostrado reduções de 25% a 35% em favor do custo da tonelada colhida mecanicamente. Estudos recentes evidenciam vantagem econômica do corte mecânico como consequência da maior capacidade de trabalho das máquinas envolvidas nessa atividade (Furlani Neto et al, 1996).

Ripoli & Mialhe (1982), em estudo realizado em cinco usinas paulistas durante a safra 1981/82, estimaram os custos fixos e variáveis dos subsistemas colheita com corte manual e carregamento mecânico e colheita realizada por colhedoras combinadas automotrizes, sendo consideradas três opções da quantidade de cana-de-açúcar cortada: 100, 200 e 300 mil toneladas. Verificaram que, conforme aumentava a tonelagem colhida, o custo operacional favorecia a

colheita mecanizada ao passarem inicialmente de 4% a favor da colheita manual para uma faixa até 100 mil toneladas invertendo-se para 19 e 28% para as faixas até 200 e 300 mil toneladas, respectivamente.

O trabalho realizado por Souza et al. (2000), da firma Chaves Planejamento e Consultoria Ltda. de Ribeirão Preto – São Paulo, que são consultores independentes, desenvolveu um estudo para a empresa Jardest Açúcar e Álcool S. A., relacionando o corte manual e mecanizado, considerando variáveis como: dimensionamento dos recursos alocados, custos operacionais de ambas alternativas, contemplando depreciação e renumeração do capital investido, seguro, salários e encargos sociais, manutenção de peças e acessórios, serviços a terceiros, combustível e lubrificantes.

Adotou-se o método de fluxo de caixa para um horizonte de 10 anos e sob cinco diferentes indicadores econômicos. Concluem os autores, que nas condições analisadas, os resultados encontrados mostram que os custos da colheita convencional são superiores aos da colheita mecanizada. Entretanto, nessa análise, deve-se levar em conta o valor do dinheiro no tempo para ambas alternativas. Para eles, a viabilidade econômica da colheita mecanizada fica na dependência dos custos da colheita convencional; quanto maiores foram estes, maiores também as possibilidades da adoção da colheita mecanizada. Por fim, observaram que quanto maior a eficiência da colheita mecanizada e menor custo operacional, maior é a viabilidade da alternativa.

Kronka & Monteiro (1999) realizaram um estudo de viabilidade econômica do corte mecanizado da cana crua, envolvendo dados levantados durante a safra 1998/99 pertencente à Usina Iturama (MG), utilizando a colhedora marca Brastoft modelo A-7700. Para um total de 130 mil toneladas cortadas e com um rendimento médio de 622 t/dia, verificaram uma redução nos custos de colheita em torno de 30%. Afirmam os autores que os benefícios alcançados devem-se aos investimentos feitos em equipamentos, preparo do solo, sistematização de áreas e principalmente no pessoal envolvido na atividade. Relatam que outros benefícios observados foram melhorias das condições físico-químicas do solo, como consequência da eliminação das queimadas e a palha deixada no campo.

Trabalho similar realizado por Romanach & Caron (1999), no qual compararam a colheita mecanizada e manual, relacionando custos de ambos os sistemas de colheita em uma agropecuária ligada à então Coopersucar

(Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo). Os resultados encontrados mostram que os custos da colheita convencional superam os custos incorridos na colheita manual, sendo que a diferença alcançou 55,44% no mês de julho, quando ocorre o maior volume de cana-de-açúcar colhida. Segundo os autores, a adoção do sistema mecanizado implica modificações técnicas no campo agrícola e industrial, no treinamento da mão de obra qualificada e de infraestrutura de apoio para operar com eficiência 24 horas do dia.

Rodrigues & Abi Saab (2007), desenvolveram um trabalho de viabilidade técnico-econômica, no qual foi comparado o custo da utilização de colhedoras automotrizes de cana-de-açúcar sem queima em toletes com o custo da colheita manual da cana-de-açúcar queimada, na região dos Bandeirantes, PR, na safra 2006/07, utilizando variedades RB 72-454, SP 81-3250 e RB 85-5113, plantadas em espaçamento de 1,40 m em nitossolos com declividade inferior a 12%. Para as condições analisadas, os autores observaram que os custos da colheita manual superam em 32,74% os custos incorridos com a colheita mecanizada.

Em um estudo realizado por Barboza et al. (2007), sobre a locação de uma empresa terceirizada de colheita mecanizada e transporte de cana-de-açúcar na região de Acreúna-Go, no qual foi adotado o método de fluxo de caixa sob seis diferentes indicadores econômicos, conclui-se que o projeto mostrou-se economicamente viável ao recuperar todos os investimentos em 5,28 anos a uma taxa mínima de atratividade de 15,50%, para um horizonte de 10 anos. Simulações realizadas com aumentos de até 20% nos custos de produção ou uma redução de 20% na demanda do serviço mostrou que o projeto continua sendo atraente e que se paga dentro do período programado.

Garcia e Silva (2010) estudaram a relação benefício – custo no sistema de corte mecanizado e manual, empregando o método de orçamento parcial na Usina Santa Cruz em Campos dos Goytacazes-RJ com dados da safra 2004/2005. Os resultados encontrados evidenciaram vantagens econômicas para a colheita mecanizada em relação ao sistema manual. Para a área de estudo de 964,20 hectares, o benefício foi de 31% a mais de lucro para o corte mecanizado, ou seja, R\$ 193.144,01 por safra a favor do corte mecanizado.

3. TRABALHOS

3.1 FATORES LIMITANTES DA IMPLANTAÇÃO DA COLHEITA MECANIZADA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES

RESUMO

Objetivou-se identificar e caracterizar os principais fatores técnicos que afetam a implantação do sistema de colheita mecanizada no Município de Campos dos Goytacazes. De maneira geral, pode-se afirmar que em termos operacionais esses fatores são restritivos a máquinas, gestão administrativa e planejamento técnico. Identificaram-se importantes restrições técnicas no sistema de plantio adotado, principalmente no que se refere ao tamanho e formato dos talhões, ao comprimento das fileiras, ao espaçamento entre fileiras e às variedades inadequadas. Para utilização eficiente da colheita mecanizada será necessário planejamento técnico com mudanças no sistema de plantio, adotando talhões maiores e mais uniformes com relação ao formato, com fileiras acima de 500 metros de comprimento, e espaçamento entre fileiras de 1,50 metros, adoção de variedades eretas, produtivas e de raízes profundas.

ABSTRACT

The objective was to identify and characterize the main technical factors that affect the deployment of the mechanized harvesting in the City of Campos dos Goytacazes. In general, it can be stated that in terms of these factors are restrictive operating machinery, administrative and technical planning. We identified significant technical restrictions on the planting system adopted, particularly as regards the size and shape of the blocks, the length of the rows, the row spacing and varieties inadequate. For efficient use of mechanized harvesting will be necessary technical planning with changes in the cropping system, adopting more and more uniform stands with respect to the format, with rows over 500 meters in length, and row spacing of 1.50 meters, adoption of varieties upright, productive and deep roots.

3.1.1. INTRODUÇÃO

O processo de mecanização da colheita da cana-de-açúcar no Brasil iniciou-se na década de 50, quando surgiram as primeiras carregadoras de cana-de-açúcar. Ao longo dos anos, houve modernização no sentido de substituir trabalho manual por mecânico. Na década de 70, este processo recebe maior impulso com a importação de máquinas colhedoras e com a fabricação de máquinas auto propelidas (Ripoli e Ripoli, 2005).

Segundo Costa et al (2009), houve elevada expansão do sistema agroindustrial (SAG) da cana no Brasil a partir da década de 90. O aumento da demanda mundial por açúcar e o uso em maior escala de etanol como aditivo ou mesmo substituto da gasolina são os principais fatores responsáveis pelo crescimento do setor. Ao contrário do cenário nacional, o Estado do Rio de Janeiro reduziu significativamente sua parcela na produção brasileira, uma vez que a produção de cana-de-açúcar no estado representa menos de 1,0% da

produção nacional na última década, com produtividade muito abaixo da média nacional.

A utilização da queima do canavial é uma prática que facilita a colheita, pelo fato de eliminar o excesso de palha seca. No entanto, ela tem gerado externalidades negativas ao meio ambiente e aos habitantes das regiões produtoras de cana. Nesse sentido, têm sido crescentes as pressões de ambientalistas e até do Ministério Público para redução programada, culminando na proibição do uso do fogo na colheita da cana.

Nesse contexto, estudos realizados comprovam que a colheita mecânica da cana-de-açúcar crua pode trazer benefícios econômicos e evitar danos ambientais e de saúde pública por dispensar a queima da palha (Veiga Filho, 2003). Por outro lado, têm sido questionadas perdas de matéria-prima, rebolos, raízes das soqueiras afetadas e presença de impurezas (Neves et al., 2004). Outro questionamento de cunho social, é que a máquina substitui e desemprega grande quantidade de mão de obra.

Almeida et al. (2009) concluíram que a sistematização dos terrenos contribui para o sucesso da colheita mecânica da cana-de-açúcar, ao observar que em talhões adequadamente sistematizados foram apresentados os menores níveis de perdas visíveis, quando comparados com canaviais comerciais. Isto, justificados pelo incremento no número de manobras e de paradas da colhedora, como consequência dos desníveis no microrrelevo, das ruas mortas e das fileiras de plantio sem paralelismo, que são condições que afetam os rendimentos das máquinas tanto em termos quantitativos como qualitativos.

Ripoli e Ripoli (2005) recomendam que na aquisição de máquinas colhedoras de cana devem ser considerados fatores envolvidos na capacidade operacional, nas características de projeto, no planejamento, na gestão administrativa e nas condições de campo. As ações de planejamento e execução devem iniciar pela correta seleção de variedades, pelas condições edafo-climáticas locais e pelos aspectos relacionados ao transporte e à recepção da matéria-prima na indústria. Além destes, deve considerar o treinamento de mão de obra operacional de qualidade ou a disponibilidade desta na região.

Segundo Benedini e Conde (2008b), o sucesso da colheita deve-se a vários fatores de campo, entre eles: nivelamento do solo, formato e comprimento dos talhões, produtividade e homogeneidade do canavial, cultivares com

características desejáveis para o corte mecanizado, qualidade da operação, treinamento de operadores. Nesse sentido, Mattos (1992), ressalta a importância do planejamento desde a escolha da área de plantio, de uma declividade inferior a 12%, do preparo de solo, da eliminação de barreiras físicas (tocos, pedras, etc.) e do sistema de plantio e do espaçamento entre fileiras.

Nesse contexto e de acordo com a Lei Estadual nº 2049, de 22 de dezembro de 1992, que dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar com prazo de quatro anos para o Estado de Rio de Janeiro, será que a atividade canavieira de Campos está preparada para se adaptar a essas mudanças previstas em Lei? A colheita mecanizada possui uma vantagem relevante no sentido de não precisar da prática da queima na etapa de pré-colheita. Assim, o presente trabalho objetiva analisar os principais fatores técnicos que afetam a implantação do sistema de colheita mecanizada no Município de Campos dos Goytacazes.

3.1.2. MATERIAL E MÉTODOS

A área escolhida para o estudo localiza-se aproximadamente a 8 quilômetros da cidade de Campos dos Goytacazes (Figura 1), nas imediações das terras administradas pelas usinas Santa Cruz, Sapucaia e produtores independentes, em uma extensão de 88 quilômetros quadrados entre os paralelos 21° 0' e 21° 41' sul e os meridianos 41° 23' e 41° 24' oeste.

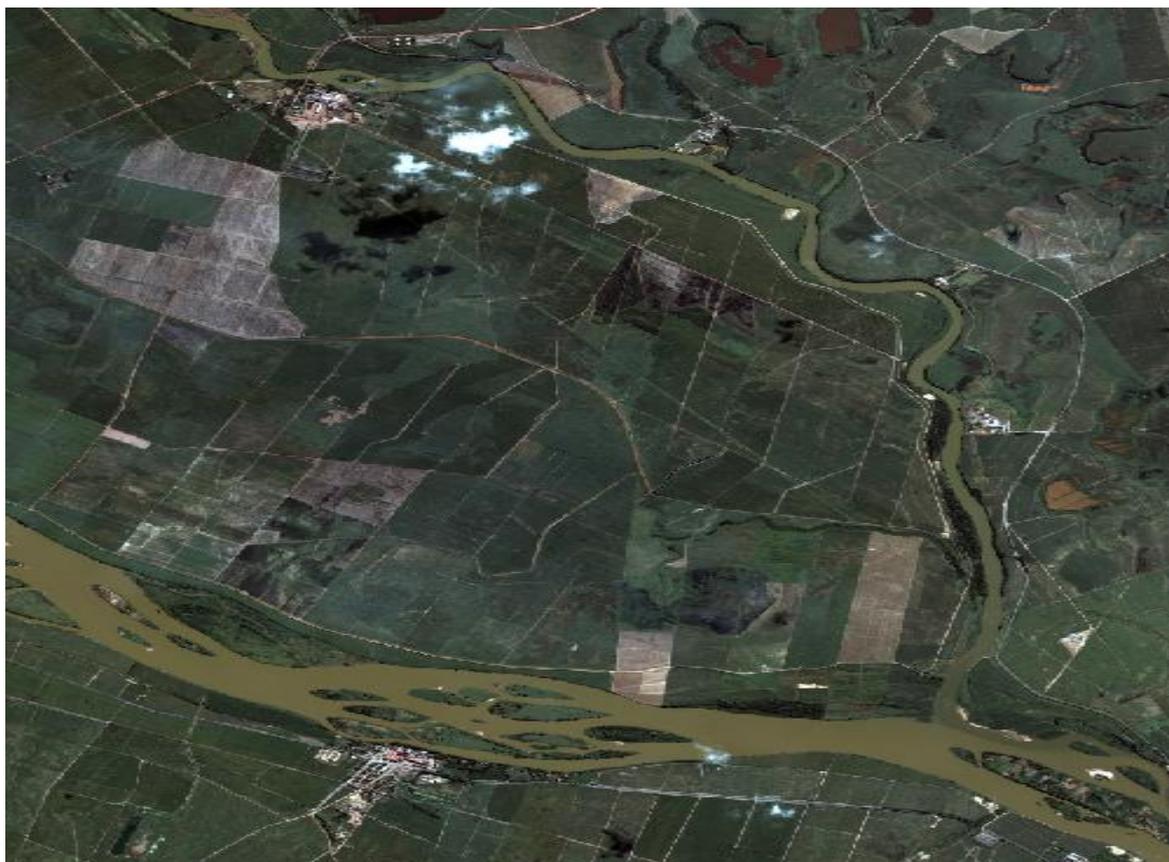


Figura 1- Localização da área estudada, por meio da imagem de satélite de alta resolução (Quick Bird, pixel 0,6 m por 0,6 m)

A avaliação dos fatores e condições de campo que interferem na capacidade operacional das colhedoras e que influenciam a viabilidade da implantação da colheita mecanizada da cana-de-açúcar no município de Campos dos Goytacazes foi realizada em duas etapas. Na primeira, a partir da caracterização da área de estudo, foram selecionados os principais parâmetros de viabilidade desse sistema de colheita, a saber: relevo do terreno, área, comprimento, largura e irregularidade dos talhões.

Quanto à cultura foram selecionados os seguintes parâmetros: área cultivada, variedades, produtividade e espaçamento entre fileiras. Na segunda etapa do processo metodológico, procurou-se um detalhamento dos parâmetros selecionados e um tratamento numérico que os quantificasse de modo mais apurado.

Para levantamento dos parâmetros selecionados utilizou-se uma imagem de satélite de alta resolução (Quick Bird, pixel 0,6 por 0,6 m) gerada no ano de 2008 e adquirida na Imagem Sistemas de Informações Ltda. Considerou-se no

levantamento o uso do solo nas seguintes características: matas, brejos, água, pastos, rede rodoviária, rede de canais e drenagem e outros usos com a finalidade de delimitar os talhões cultivados com cana-de-açúcar.

Por sua vez, a quantificação numérica, dividida em classes ou categorias, conforme a análise de interesse, permitiu a obtenção dos valores dos atributos, além de maiores possibilidades de análise dos dados e importância de cada indicador.

A ferramenta utilizada neste processo de análise foi o Sistema de Informação Geográfica ARC_GIS 9.2. Utilizou-se computador para vetorização e delimitação dos polígonos cultivados com cana-de-açúcar. A escala nominal de trabalho foi de um para três mil e para cada um dos talhões com cana-de-açúcar determinaram os parâmetros analisados. Outros dados complementares foram obtidos mediante consulta às informações dos bancos de dados das Usinas Santa Cruz, Sapucaia e da Associação Fluminense dos Plantadores de Cana – ASFLUCAN e verificações em nível de campo.

A quantificação do tamanho dos talhões dá-se pelo cálculo da área, em que a rotina de programação do ARC_GIS calcula automaticamente esse valor para cada polígono. Os valores obtidos foram normalizados para um intervalo de 0 a 20 hectares divididos em 10 categorias ou classes.

O indicador de forma do talhão compõe-se de três parâmetros obtidos pela equação 1, a qual qualifica a irregularidade (K_i) como sendo a relação entre a área do talhão (A) e a largura máxima (L_m) pelo comprimento máximo (C_m) do talhão.

$$K_i = \frac{A}{L_m \times C_m} \quad (01)$$

Para a determinação desse dado foram traçadas na imagem linhas representativas desses elementos com a ajuda da ferramenta de “operações métricas” do ARC_GIS e os resultados tabelados individualmente para posterior normalização. O resultado é um valor adimensional indicativo da irregularidade do talhão cujo valor máximo é igual à unidade. Talhão com coeficiente de irregularidade baixo está mais propenso à menor eficiência operacional que outra de mesmo tamanho, porém com maior coeficiente de irregularidade. Os valores obtidos foram normalizados para um intervalo 0,0 a 1,0 e divididos em 10

categorias ou classes, sendo que o maior valor de Ki corresponde a um talhão que tem forma quadrada ou retangular e conforme o coeficiente de irregularidade diminui seu formato, tende a ser mais irregular passando pela forma triangular de Ki em torno de 0,5.

Para calcular as declividades da área de cada talhão (polígono), transportaram-se para o ARC GIS uma grade de cotas altimétricas com base em curvas de nível na escala de um para dez mil. Conforme os formatos dos talhões, as declividades também foram determinadas por meio da ferramenta de “operações métricas” do ARC GIS e os resultados tabulados individualmente. Os valores obtidos foram normalizados para um intervalo 0 a 36% de declividade, divididos em dez categorias ou classes, conforme descrito posteriormente.

Determinaram-se comprimentos das fileiras de plantio mediante linhas representativas na imagem desses elementos com a ajuda da ferramenta de “operações métricas” do ARC GIS e os resultados tabelados individualmente para posterior análise. Normalizaram-se os valores obtidos para um intervalo 0 a 1000 metros e divididos em 10 categorias.

De posse da tabela desses parâmetros realizou-se uma análise estatística descritiva das características dos talhões com cana-de-açúcar em relação aos fatores anteriormente mencionados.

3.1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área total dos 2.507 talhões cadastrada no presente estudo corresponde a 5.632,75 hectares, cultivados com cana-de-açúcar, os quais foram quantificados e normalizados conforme descrito anteriormente. A tabela 1 e as figuras 3, 4 e 6 mostram os resultados obtidos em histogramas com valores relativos e dados estatísticos para cada um dos fatores analisados: tamanho, comprimento, largura e declividade dos talhões.

Tabela 1 – Dados estatísticos dos fatores de campo estudados para definição dos coeficientes e indicadores quantitativos

	Tamanho (ha)	Comprimento (m)	Largura (m)	Declividade (%)
Mínimo	0,01	7,00	5,00	0,50
Mediano	1,85	247,00	85,00	0,50
Máximo	19,55	885,00	521,00	35,00
Média	2,25	250,40	103,20	2,20
Moda	0,32	360,00	82,00	0,50
Desvio padrão	2,00	115,80	58,80	3,60
Coef. de variação	88,88	46,24	56,97	163,63

Fonte: elaborada pelo autor

Os altos valores de amplitude encontrados, bem como os valores de coeficientes de variação mostram elevadas variabilidade e heterogeneidade dos dados amostrados. Isso, por sua vez, indica que tais fatores ou parâmetros são restritivos no que se refere à aptidão dessas áreas cultivadas com cana para adaptação da colheita mecanizada, de acordo com as indicações dos trabalhos de Furlani Neto (1994) e Benedini e Conde (2008b).

Para o fator tamanho e comprimento das fileiras de plantio dos talhões, observam-se valores de média, mediana e moda abaixo dos indicados pela pesquisa, o que representa a ocorrência de muitos canaviais com características que dificultam a operacionalidade das colhedoras. Entretanto, os valores encontrados para largura do talhão e declividade do terreno mostraram-se favoráveis ao sistema de colheita mecanizada.

3.1.3.1 Planejamento da colheita

Para Ripoli e Ripoli (2005), Furlani Neto (2000) e Mattos (1992), o planejamento da colheita deve considerar todos os aspectos que possibilitam um fluxo constante e adequado de matéria-prima ao setor industrial, na quantidade e qualidade que permitam maiores benefícios econômicos durante todo o período da safra.

Nesse sentido, torna-se relevante a escolha e o manejo da variedade cultivada para o planejamento adequado da colheita. Como existem variedades precoce, média e tardia, o plantio de cada uma delas deve sintonizar a maturação com a época de corte, de forma a maximizar o teor de sacarose e a produtividade.

Na área amostrada para a pesquisa observaram-se quarenta variedades cultivadas. Isso indica elevada composição de cultivares plantada com ciclos de produção variando de doze a dezoito meses e distribuída com diferentes curvas de maturação (precoces, médias e tardias). Deste total amostrado, verifica-se que as dez cultivares predominantes, representam 76,15% do total, o que equivale a uma área plantada de 4.901,77 hectares, conforme mostra a tabela 2 e a figura 2.

Tabela 2 – Descrição das principais variedades de cana cultivadas na área de estudo distribuídas por área plantada e sua respectiva percentagem

Variedade	Área (ha)	Participação (%)
SP80-1816	941,14	14,62
RB86-7515	804,42	12,50
SP79-2233	623,43	9,69
SP79-1011	563,86	8,76
RB72-454	511,24	7,94
SP83-2847	407,04	6,32
SP81-3250	347,21	5,39
RB92-8064	321,70	5,00
RB75-8540	208,49	3,24
RB86-5547	173,24	2,69
TOTAL	4.901,77	76,15

Fonte: elaborada pelo autor

Observa-se que, as variedades SP80-1816, RB86-7515 e SP79-2233 exibem maiores percentuais de ocupação de área plantada com 14,62, 12,50 e 9,69%, respectivamente, o que equivale a 2.368,99 hectares.

No planejamento da colheita para o corte mecânico de cana-de-açúcar é importante selecionar variedades de porte ereto, vigorosas e de sistema radicular profundo, a fim de facilitar o corte da base e do topo aumentando com isso, a capacidade efetiva da colhedora.

Neste sentido, Furlani Neto (2000) recomenda as seguintes variedades consideradas adequadas para o corte mecânico para a região Centro Sul: RB85-5113; RB86-7515; RB83-5486, RB85-5453, RB85-5595; RB85-5035; RB85-5536, RB85-5036; RB84-5197 e RB84-5210 da Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro – RIDESA, as variedades SP81-3250, SP80-1842, SP86-155; SP80-1816; SP80-3280 e SP79-2233 do Centro Tecnológico Canavieiro – CTC e a variedade IAC87-3396 do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC.

É importante destacar que desse grupo de variedades recomendadas para o corte mecânico, apenas as cultivares RB86-7515, SP81-3250, SP80-1816 e SP79-2233 encontram-se dentro da área de estudo e representam 42,20% do total analisado, o que corresponde a uma área plantada de 2.716,20 hectares (Tabela 2). De acordo com Miller (2008), a recomendação é utilizar um número relativamente grande de variedades, nas quais cada uma delas possa ocupar áreas consideráveis, mas nunca superar mais que 20% de toda a área plantada.

Conforme se observa na Tabela 2, as variedades mais representativas dentro da área de estudo não superam os limites de ocupação recomendados pelos pesquisadores. No entanto, notam-se problemas no planejamento de plantio que culminam em descompasso do período de colheita em função da limitação de variedades precoces e tardias, ou seja, as variedades cultivadas apresentaram apenas curvas de maturação média e média tardia.

3.1.3.2. Tamanho dos talhões

Outra característica relevante para avaliação da mecanização da colheita da cana é o tamanho do talhão. Talhões pequenos e irregulares reduzem a eficiência da máquina e conseqüentemente aumentam o custo da tonelada de cana colhida. A Figura 3 e a Tabela 3 caracterizam as dimensões dos talhões.

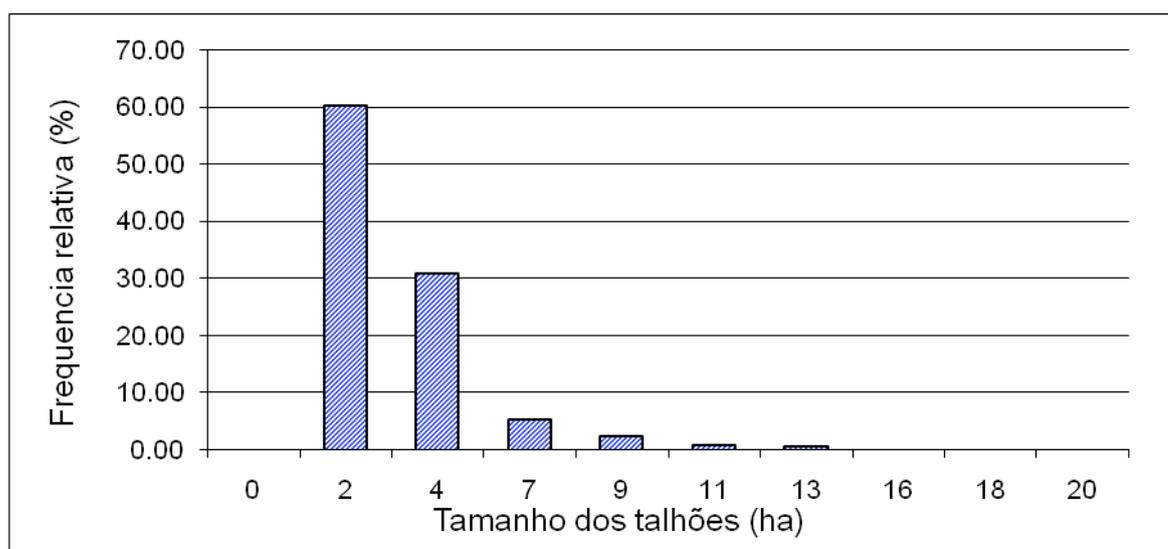


Figura 3 – Distribuição dos valores relativos ao tamanho dos talhões dividido em dez categorias.

Observa-se na Figura 3 que, aproximadamente 90% dos talhões estudados agrupam áreas iguais ou inferiores a quatro hectares. Desse total, 60,19% têm áreas inferiores a dois hectares.

Verifica-se na área amostrada para a pesquisa, que os talhões possuem tamanhos reduzidos, constituindo assim em uma limitação para a colheita mecanizada desta cultura. Observa-se que nas duas categorias menores de talhões (de 0 a 2 e de 2 a 4 hectares) constituem a maior parte da área cultivada (67,46%), perfazendo uma área total de 3.799,58 hectares, cultivados com cana.

Nesse sentido, fica evidente que o tamanho dos talhões reduzidos constitui um fator limitante à adoção da mecanização da colheita da cana. De acordo com Benedini e Conde (2008b), a colhedora desempenha-se com eficiência quando o comprimento do talhão gira em torno de 500 a 700 metros e quando a largura fica em um intervalo de 140 a 400 metros. Respeitando a declividade do terreno, para uma boa eficiência da máquina, cada talhão não poderia ser menor do que dez hectares.

Tabela 3 – Distribuição física do tamanho dos talhões, área plantada e participação percentual em relação à área total estudada

Tamanho dos talhões (ha)	Área Plantada (ha)	Participação (%)
0 a 2	1.432,97	25,44
2 a 4	2.366,61	42,02
4 a 7	1.024,19	18,18
7 a 9	498,09	8,84
9 a 11	165,12	2,93
11 a 13	41,84	0,74
13 a 16	31,74	0,56
16 a 18	52,66	0,93
18 a 20	19,53	0,35
Total	5.632,75	100,00

Fonte: resultado da pesquisa

3.1.3.3. Comprimento dos talhões e estado dos carregadores

Não há dúvidas de que mais relevante do que o tamanho dos talhões é o comprimento adequado das fileiras de plantio. Fileiras muito curtas afetam diretamente o tempo efetivo da colheita, uma vez que aumentam o tempo gasto da máquina sem colheita efetiva, ou seja, perdem bastante tempo em paradas e em manobras.

Observa-se na Tabela 1, que os dados estatísticos relacionados a esse fator apresentaram elevada variabilidade, cujo valor mínimo e máximo corresponde a 7,0 e 885,0 metros, respectivamente, um valor modal de 360,0 metros e a média em torno de 250,0 metros de comprimento.

A Figura 4 ilustra o comprimento das fileiras em uma representação gráfica da distribuição de frequências. Nota-se que o comprimento das fileiras também se mostra bastante restritivo, uma vez que 56% dos talhões possuem de 200 a 400 metros de comprimento.

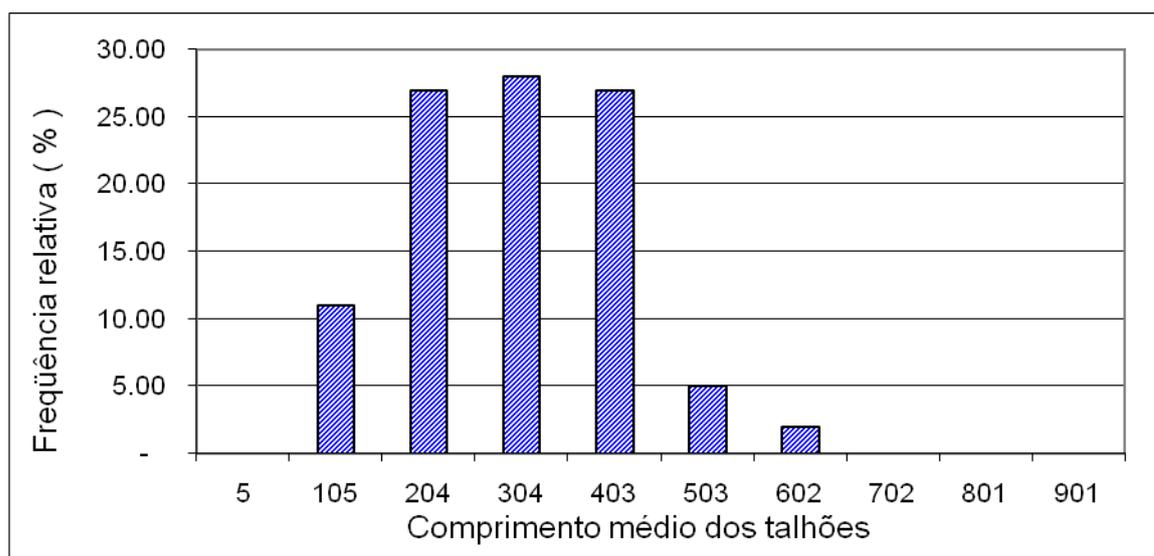


Figura 4 – Representação gráfica da distribuição de frequências dos comprimentos dos talhões em dez categorias com intervalo de aproximadamente 100 metros.

Observa-se na Tabela 4 a quantidade de talhões, o comprimento e sua respectiva área plantada. Verifica-se grande heterogeneidade e a maioria dos talhões fora da padronização recomendada para mecanização da colheita da cana. Nota-se que apenas 180 talhões (7,18%) apresentam comprimento de fileiras de plantio acima dos 400 metros. Em termos de extensão, isso correspondente a 1.070,88 hectares (19,01%) da área estudada.

Tabela 4 – Distribuição física da quantidade e comprimento dos talhões, área plantada e participação percentual em relação à área total estudada

Quantidade de talhões	Comprimento (m)	Área (ha)	Frequência (%)
264	0 a 100	89,87	1,60
664	100 a 199	724,24	12,86
707	199 a 299	1.511,75	26,84
692	299 a 398	2.236,01	39,70
124	398 a 498	610,78	10,84
44	498 a 597	353,16	6,27
11	597 a 697	95,60	1,70
0	697 a 796	-	-
1	796 a 896	11,34	0,20
2.507		5.632,75	100,00

Fonte: resultados da pesquisa

Para Furlani Neto (1994), a maior eficiência da máquina ocorre com comprimento acima de 400 metros. Abaixo dessa magnitude reduz a capacidade operacional onerando significativamente o custo da mecanização da colheita. Além disso, constatou na área de estudo que a maioria dos carregadores apresenta largura em torno de 5 metros. Para o corte mecanizado da cana crua Benedini e Conde (2008b), recomendam largura de 7 a 8 metros para os carregadores principais. Já Ripoli e Ripoli (2005), recomendam largura de 7 a 10 metros em função do raio de giro da máquina. Dessa forma, tanto o comprimento das fileiras de plantio quanto a largura dos carregadores são fatores restritivos para a mecanização da colheita da cana.

3.1.3.4. Formato dos talhões

A alta variabilidade no formato dos talhões encontrados dentro da área de estudo, deve-se principalmente a uma ampla rede de canais de irrigação e drenagem e da rede viária existente. Somado a isto, a prática conservacionista adotada também tem favorecido o aparecimento de “ruas mortas”, sem paralelismo com os carregadores, contribuindo dessa maneira a uma maior variação da forma dos talhões, o que compromete o desempenho operacional das colhedoras, tal como ilustra a Figura 5.

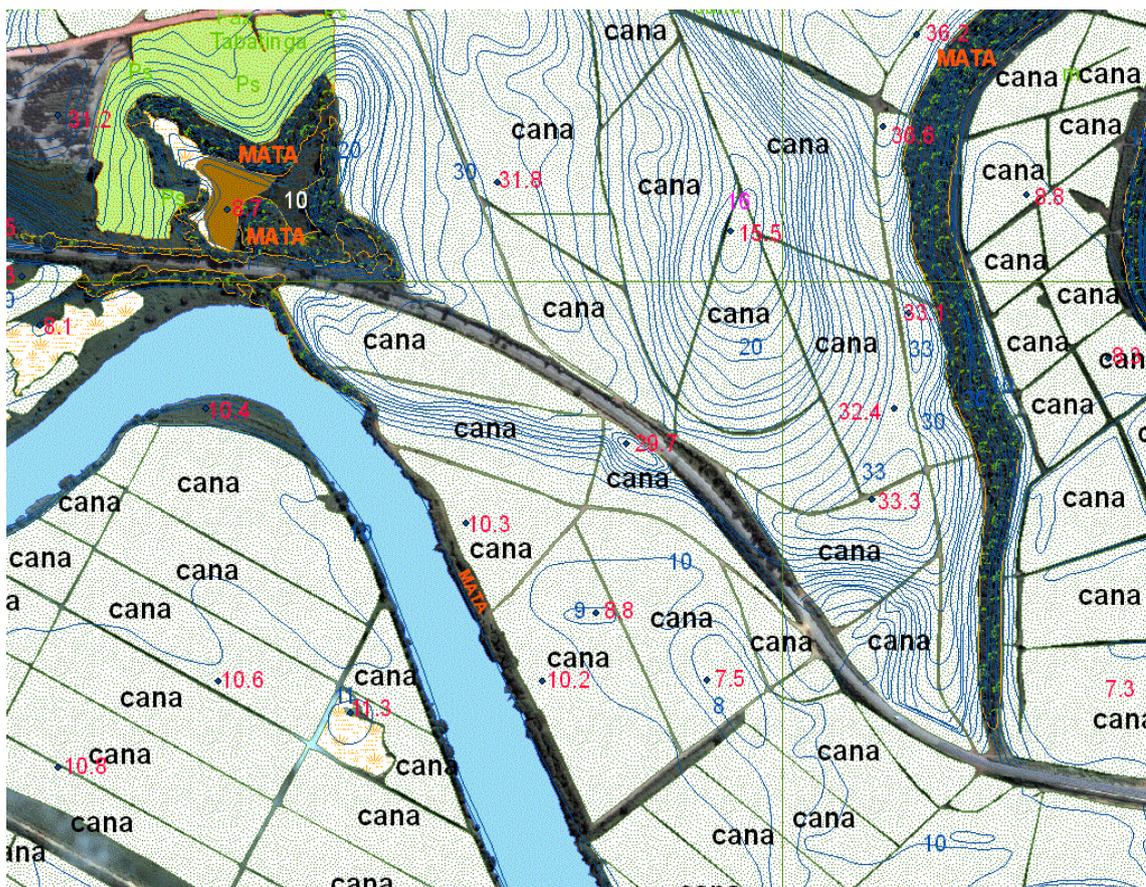


Figura 5 – Distribuição espacial de talhões cultivados com cana-de-açúcar da área de estudo por meio da imagem de satélite de alta resolução (Quick Bird, pixel 0,6 m por 0,6 m)

No que se refere ao formato dos talhões foram classificados em categorias de acordo com as formas convencionais, a saber: quadrado, retangular, paralelogramo, trapezoidal, triangular e finalmente forma irregular. Quanto mais irregular for o talhão menor é a magnitude de seu coeficiente. Assim, a forma quadrado-retangular possui valores de K_i de 0,96 a 1,00; paralelogramo variando de 0,90 a 0,95; forma trapezoidal com valores de 0,85 a 0,89; forma triangular com valores de K_i de 0,45 a 0,55.

Considera-se baixa irregularidade quando os coeficientes variam de 0,56 a 0,84; e alta irregularidade quando os coeficientes de irregularidade situam-se no intervalo de 0,3 a 0,44. Nesse sentido, observa-se na Tabela 5, que 45,40% dos talhões, correspondendo a uma área plantada de 2.566,14 hectares (45,56%), apresentam K_i abaixo de 0,85, constituindo assim em formatos irregulares.

Tabela 5 – Distribuição física da quantidade de talhões, coeficiente de irregularidade, área plantada e participação percentual em relação à área total estudada

Quantidade de talhões	Ki (adimensional)	Frequência (%)	Área (ha)
0	0,0 a 0,29	0	0,00
67	0,30 a 0,44	2,71	120,29
103	0,45 a 0,54	4,11	328,84
968	0,55 a 0,84	38,61	2.117,01
238	0,85 a 0,89	9,49	556,60
400	0,90 a 0,94	15,96	1.046,16
731	0,95 a 1,00	29,12	1.463,85
2.507		100,00	5.632,75

Fonte: resultado da pesquisa

É fácil perceber que as operações de máquinas e implementos em todo o ciclo da cultura, desde o preparo do solo, sulcação e plantio, passando pelos tratos culturais, até a colheita são afetadas pela irregularidade dos talhões. Nesse sentido, o planejamento de toda área dividindo os talhões de forma mais homogênea (retangulares) proporcionaria maior eficiência em todas as operações mecanizadas. Estima-se maior prejuízo na operação de colheita devido ao acompanhamento contínuo da unidade de transporte que recolhe os toletes picados.

3.1.3.5. Declividade do terreno

A declividade dos terrenos é outra variável importante de ser avaliada no sistema de colheita mecanizado da cana. Na amostra verificou-se que 97,13% dos talhões possuem baixa declividade, ou seja, até 12,00% de inclinação.

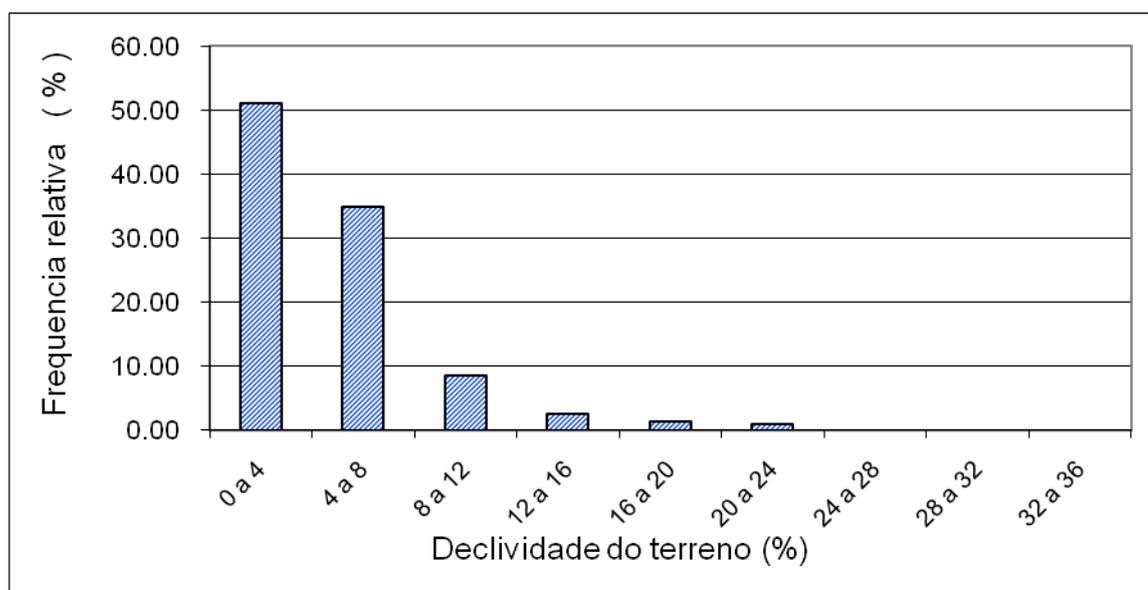


Figura 6 – Representação gráfica da distribuição de frequências relativas da declividade do terreno para as dez categorias selecionadas

As colhedoras de cana operam em terrenos planos e naqueles com declividade que não ultrapasse 12%. Colhedoras trabalhando em condições de campo com declive superior ao citado correm riscos de acidentes por tombamento (Torrezan 2006). Da área de estudo, apenas 5,39%, ou seja, 314,61 hectares apresentam terrenos com declive não apropriado para o deslocamento das colhedoras. Dessa forma, constatou-se que a declividade do terreno não é fator limitante para o uso da colheita mecanizada.

3.1.3.6. Espaçamento

O espaçamento entre fileiras deve estar sintonizado com a bitola da colhedora. Observa-se na Tabela 6 que 3.875,33 hectares (68,80%) da área cultivada possuem o espaçamento de 1,50 metros entre fileira. Segundo Benedini e Conde (2008a), este é o espaçamento ideal, porque possibilita uma colheita sem injúrias às soqueiras e conseqüentemente maior longevidade ao canavial.

Tabela 6 – Espaçamentos utilizados entre linhas de plantio com suas respectivas áreas em hectares e em percentual

Espaçamento (m)	Área (ha)	Participação %
1,00	629,75	11,18
1,40	1.127,67	20,02
1,50	3.875,33	68,80
Total	5.632,75	100,00

Fonte: resultado da pesquisa

Verifica que cerca de 30,00% possuem espaçamentos menores que 1,50 metros. Esses espaçamentos reduzidos (1,00 a 1,40 metros) por sua vez aumentam o tráfego da colhedora e dos veículos de acompanhamento, o que compacta o solo e provoca danos às soqueiras. No entanto, constata-se que, na amostra, cerca de dois terços do canal possui espaçamento adequado.

3.1.4. RESUMO E CONCLUSÕES

As variáveis analisadas apresentaram elevadas variabilidade e heterogeneidade. As variedades cultivadas apresentaram apenas curvas de maturação média e média tardia. Conclui-se, que exista limitação no plantio de variedades precoces e tardias na região. Dessa forma, detectaram problemas no planejamento de plantio que culminam em descompasso com o período de colheita.

Para os fatores tamanhos de talhão e comprimento de fileira de plantio, constataram que eles se apresentam reduzidos, e, portanto, constituem sérias restrições para a eficiência da máquina colhedora, uma vez que reduz a capacidade operacional onerando significativamente o custo da mecanização. Assim, tanto o tamanho do talhão e comprimento das fileiras de plantio quanto a largura dos carregadores são fatores restritivos para a mecanização da colheita da cana.

A alta variabilidade do formato dos talhões compromete todas as operações mecanizadas no ciclo da cultura, desde o preparo do solo, plantio, tratos culturais e colheita. Essas irregularidades afetam mais a operação de colheita devido ao acompanhamento contínuo da unidade de transporte que recolhe os toletes picados.

Com relação à declividade e ao espaçamento entre fileiras de plantio, constatou-se que a maioria dos valores encontrados mostrou-se favorável ao sistema de colheita mecanizada. Outras adaptações para essas variáveis podem ser facilmente implantadas no planejamento de plantio.

As condições de campo em que as máquinas irão operar interferem na capacidade operacional das colhedoras. Os resultados obtidos mostraram que o tamanho, o comprimento e a irregularidade dos talhões são fatores restritivos a mecanização. O setor requer investimento em equipamentos e treinamento de operadores de máquinas. O planejamento de toda área dividindo os talhões de forma mais homogênea proporcionaria maior eficiência em todas as operações mecanizadas.

Recomenda-se que sejam analisados com mais profundidade o planejamento integrado de fornecedores e agroindústrias. Considerar além dos aspectos de campo e de operações mecanizadas, também aspectos de ordem administrativa e operativa para manter um fluxo constante de matéria-prima durante todo o período da safra.

3.1.5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALMEIDA, B.R.; RIPOLLI T.C.C.; NEVES, E.M. (2009) **Avaliação das perdas de cana-de-açúcar na colheita mecanizada em diferentes condições de sistematização de terreno.** Disponível em: <http://www.usp.br/siicusp/Resumos/17Siicusp/resumos/2773.pdf>. Acesso em: abr. 2010.

BENEDINI, M.S.; CONDE, A.C.(2008a) Espaçamento ideal de plantio para a colheita mecanizada da cana-de-açúcar. **Revista COPLACANA.** p. 26 – 28, out.

BENEDINI, M.S.; CONDE, A.C. (2008b) Sistematização de área para a colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **Revista COPLACANA.** p. 23-25, nov.

COSTA, J.A.B., PONCIANO, N.J.; SOUZA, P.M., RIBEIRO, A.C. (2009) Avaliação da competitividade do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar na região norte fluminense. **Anais do XLVII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Desenvolvimento Rural e Sistemas Agroalimentares: Os Agronegócios no Contexto de Integração das Nações. Porto Alegre, RS.

FURLANI NETO, V. L. (1994) Colheita mecanizada da cana-de-açúcar. **Revista STAB**. 12(3): 8-16.

FURLANI NETO, V. L. (2000) **Sistematização e adequação de áreas e máquinas para colheita mecanizada**, CD-ROM da Reunião Agrícola Fermentec, 5. Piracicaba, SP.

MATTOS, J. R. (1992) **Planejamento da lavoura para implementação e operacionalização mecânica da cana-de-açúcar**. Encontro Técnico 8. Ribeirão Preto. São Paulo.

MILLER, L. C. – (2008) **Tecnologia Agrícola para Exploração e Manejo da Lavoura da Cana-de-Açúcar**. Artigo em Hipertexto. Disponível em: http://www.sigacana.com.br/d_COLHEITA/4.PLANEJ_E_OPER_DA_COLHEITA_DE_CANA_INDUSTRIAL_atualiz.htm. Acesso em: 22/07/2010

NEVES, J.L.M.; MAGALHÃES, P.S.G.; OTA, W.M. (2004) Sistema de monitoramento de perdas visíveis de cana-de-açúcar em colhedora de cana picada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.764-770.

RIPOLI, T.C.C., RIPOLLI, M.L.C. (2005) **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. 2. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 302p.

TORREZAN, H.F. (2006) **Colheita mecanizada da cana de açúcar. Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ/USP, 415p.

VEIGA FILHO, A.A. (2003) **Comentários sobre aspectos técnicos e políticos das queimadas de cana**. Artigo em Hipertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/artigos/queimadas_cana/index.htm em 05/07/2009.

3.2. COMPARAÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS DOS SISTEMAS DE COLHEITA MANUAL E MECANIZADO DA CANA-DE-AÇÚCAR COM E SEM QUEIMA PRÉVIA EM CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

RESUMO

A prática de queimar canavial antes do corte é contestada tanto pelo poder público quanto pela sociedade. O sistema de colheita mecanizado da cana crua pode ser uma alternativa para contornar parte das externalidades negativas geradas pela queima dos canaviais. Nesse sentido, objetivou avaliar os custos operacionais e a produtividade dos sistemas de colheita manual e mecanizado de cana-de-açúcar, com e sem queima, de modo a fornecer informação técnica e econômica para possíveis subsídios que auxiliem no planejamento de investimentos agrícolas. Os resultados mostram que não há grande vantagem para a colheita com queima no sistema de corte manual e mecanizado. Em canaviais sem queima prévia, foram encontrados valores de R\$ 12,72 t⁻¹ para o custo do corte manual e de R\$ 10,13 t⁻¹ para o custo de corte mecanizado, observando-se uma redução de 20,0% em favor do custo da tonelada colhida mecanicamente. O rendimento observado pelos trabalhadores no corte manual é considerado normal, com média de 0,98 t/homem-hora para o corte com queima e de 0,71 t/homem-hora para o corte sem queima, com uma diferença na capacidade operacional de 27,55% em favor do corte da cana-de-açúcar com queima. No caso do rendimento da máquina em cana-de-açúcar sem queima prévia, obteve-se 19,16 toneladas por hora trabalhada e rendimento de 22,07 em cana-de-açúcar com queima prévia. Assim sendo, a colhedora substitui 22 e 27 cortadores, respectivamente. A colheita mecanizada de cana-de-açúcar com e sem queima prévia apresenta-se vantajosa em comparação com a colheita manual, em razão do custo por tonelada colhida, dos benefícios ambientais, como a eliminação da prática da queima, da proteção e conservação do solo e pelos benefícios econômicos em decorrência do aproveitamento da palha para geração de energia elétrica ou produção de álcool. Em contrapartida, essas vantagens são

atualmente questionadas pelo impacto imediato no emprego e na massa salarial devido à quantidade de trabalhadores envolvidos no processo de colheita manual.

ABSTRACT

The practice of burning cane fields before cutting has been hit both by the public and society. The system of mechanized harvesting of cane can be an alternative to solve some of the negative externalities generated by the burning of fields. In this sense, aimed to evaluate the operating costs and productivity of systems of manual and mechanized harvest of sugar-cane with and without burning, to provide technical and economic information for possible grants to assist in the planning of agricultural investment. The results show that there is great advantage to the crop-burning in the court system manual and mechanized. In sugar-cane without burning predicted, values were R \$ 12.72 t⁻¹ to the cost of manual cutting and to R \$ 10.13 t⁻¹ to the cost of cutting, observing a reduction of 20.0 % in favor of cost per ton harvested mechanically. The yield observed by workers in manual harvesting is considered normal, with an average of 0.98 tons per man-hour for the cutting and burning of 0.71 tons per man-hour to cut without burning with a difference in operating capacity of 29.0% in favor of cutting sugar-cane with burns. In the case of income of the machine in sugar-cane-burning predicted, we obtained 19.16 tons per hour of work and income of 22,07 in sugar-cane without burning anticipated. Thus, the harvester replaces 22 and 27 cutters respectively. Mechanized harvesting of sugar-cane and non-burning features predicted to be advantageous compared to manual harvesting in feed cost per ton harvested, environmental benefits such as eliminating the practice of burning, protection and conservation of soil and by the economic benefits due to the use of straw for electricity generation or ethanol production. In return, these advantages are now challenged by the immediate impact on employment and wages because of the number of workers involved in harvesting.

3.2.1. INTRODUÇÃO

O setor sucroalcooleiro brasileiro vive hoje uma das melhores fases de sua história, haja vista que a produção agrícola e industrial se mantém em constante crescimento. Embora o Brasil seja o maior produtor de cana-de-açúcar, as perspectivas para o setor sucroalcooleiro continuam sendo promissoras em curto e médio prazo, principalmente pela crescente preocupação da sociedade mundial em relação às condições ambientais. Nesse contexto, a produção agrícola brasileira de cana-de-açúcar provavelmente acompanhará o crescimento da demanda mundial por álcool e também pelo açúcar.

Segundo a CONAB (2011), o total de cana-de-açúcar moída no Brasil na safra 2010/2011 foi de 624.991 mil toneladas em uma área colhida de 8.033,6 mil hectares, para uma produtividade média de 77,8 t. ha⁻¹. Sendo o Estado de São Paulo o maior produtor, com cerca de 55% da produção nacional. No Estado do Rio de Janeiro essa cultura ocupa uma área de aproximadamente 51.330 mil hectares, com uma produção total de 2.643,5 mil toneladas.

Na região Norte Fluminense, a cultura da cana-de-açúcar é um dos principais produtos agrícolas com grande impacto social e econômico ao contribuir na geração de empregos diretos e indiretos, à produção de combustível renovável (álcool) e à produção de açúcar.

Apesar da extensa área cultivada, a produtividade média é uma das mais baixas do Brasil com 48,4 t ha⁻¹ (IBGE, 2011). Essa baixa produtividade pode ser atribuída à falta de inovações tecnológicas, principalmente na mecanização agrícola, tanto por parte da maioria dos fornecedores como dos usineiros, e também pode ser atribuída à limitação de recursos humanos e financeiros, com séria restrição à adoção de tecnologia (Ponciano et al, 2010).

Em relação à cultura de cana-de-açúcar, o sistema de produção agrícola envolve atividades relevantes e de grande importância tanto do ponto de vista agrônomo como de mecanização agrícola. Nesse particular, a colheita propriamente dita, seu carregamento e transporte são constantemente pesquisados na procura de diminuir custos, melhoria da produtividade e qualidade do produto final.

Veiga Filho (1999) relata que o fomento à mecanização na cultura da cana-de-açúcar, observado nas últimas décadas, deve-se a vários estudos comparativos de custos de cultivo manual com cultivo mecânico, o que demonstra que o sistema de corte e carregamento mecânico apresenta ganhos de eficiência técnica e econômica.

Todavia, o mesmo autor destaca que a adoção da mecanização da colheita da cana-de-açúcar se deve a vários fatores, sendo um deles de natureza econômica, qual seja a elevação de custos de produção da colheita manual ou a redução dos mesmos com a adoção da colheita mecânica, que leva a uma maior rentabilidade da atividade e, com isso, permite fazer os investimentos necessários para aumentar a eficácia do processo produtivo agrícola.

Como consequência dos resultados da pesquisa, a mecanização da colheita da cana-de-açúcar acelerou-se nos últimos anos devido à possibilidade de barateamento desta operação e maior produtividade do trabalho. Porém, as “vantagens” tecnológicas das colhedoras empregadas no setor ainda não têm sido aproveitadas para a total mecanização da colheita. Isso porque são apontados como principais fatores da não adoção da mecanização, os altos investimentos iniciais na aquisição de colhedoras e equipamentos, adoção de novas tecnologias e sua introdução no sistema produtivo, além do fato de que algumas regiões dispõem de excesso de mão de obra para atender ainda a colheita manual.

Assim, considerando-se a importância do corte e do carregamento da cana-de-açúcar em seus quatro processos, quais sejam o corte manual e o corte mecanizado, o corte com e o sem queima prévia, este trabalho visa identificar e avaliar de forma comparativa os possíveis impactos técnicos e econômicos que teriam a substituição da colheita manual da cana-de-açúcar com queima prévia pela mecanização no corte da cana-de-açúcar sem queima prévia.

É importante ainda salientar os possíveis efeitos que teria essa substituição sobre o emprego, haja vista que a máquina colhedora substitui muitos trabalhadores braçais, e como consequência, certamente ocorrerá um aumento significativo do número de pessoas desempregadas na região.

3.2.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.2.1. Material

O trabalho descreve a sistemática adotada para o estudo comparativo de custos operacionais dos sistemas de colheita manual e mecanizada de cana-de-açúcar com e sem queima prévia, segundo a metodologia proposta por Vieira (2003). O estudo foi realizado nos meses de setembro e outubro de 2010, no campo de produção agrícola da Fazenda Feliz Terra Agrícola, pertencente ao Grupo Itamaraty, localizada no distrito de Goytacazes – antiga Usina São José, município de Campos dos Goytacazes, no Estado do Rio de Janeiro.

As observações e coleta de dados foram levantadas em talhões com características semelhantes quanto a: declividade; variedade e produtividade de cana cortada por talhão. Considerou-se no levantamento os números de trabalhadores envolvidos, máquinas, equipamentos e veículos de apoio e se contabilizaram os tempos de trabalho para cada frente de corte (Tabela 1).

Tabela 1 – Informação e dados de campo dos talhões estudados segundo sistema de colheita adotado na Fazenda Feliz Terra Agrícola - FTA em Campos dos Goytacazes, setembro de 2010

Descrição	Corte Manual		Corte Mecânico	
	Crua	Queimada	Crua	Queimada
Nº de talhão	55	88	29	15
Área (ha)	7,5	9,45	13,03	3,43
Variedade	SP81-3250	RB86-7515	SP80-3280	RB86-7515
Produtividade (t/ha)	102,05	89,89	82,85	91,71
Nº de corte	2	3	3	3
Espaçamento (m)	1,5	1,5	1,5	1,5
Declividade (%)	1,5	2,0	2	1,5
Mão de obra				
Qtde. de cortadores	14,5	25,6		
Medidor	1	1		
Catador	1	2		
Fiscal	1	1	2	2
Operador			2	2
Mecânico/abastecedor			2	2
Motorista Carro-Pipa			2	2
Técnico de produção	1	1	1	1

Fonte: Departamento agrícola e contabilidade de Feliz Terra Agrícola

Na Tabela 1 estão discriminadas as informações detalhadas das áreas estudadas, separadas por frente de trabalho, isto é, por tipo de corte e estado da cana, crua ou queimada. Também constam as localizações dos talhões, variedade de cana, tipo de solo e estão pormenorizadas as quantidades de mão de obra empregada por tipo de corte e estado da cana, crua ou queimada. Além de informações quanto à área colhida, produtividade e outros.

Para cada sistema de corte foi estimado o total de toneladas/homem-ano de cana-de-açúcar, colhida manualmente com e sem queima prévia, e o total colhido em toneladas/máquina/ano de cana-de-açúcar com e sem queima prévia, e seus dados relacionados à mão de obra em cada talhão estudado.

3.2.2.2. Métodos

No sistema de corte manual em cana-de-açúcar com e sem queima prévia, cada trabalhador cortou cinco linhas de cana-de-açúcar com espaçamento de 1,50 m, que foi amontoada e em seguida leirada para posterior medição e carregamento. O carregamento dos colmos inteiros foi feito por máquinas carregadoras terceirizadas, renumeradas por tonelada carregada e a cana deixada no campo foi recolhida por funcionários (bituqueiros). Sendo que todo trabalho foi acompanhado por um fiscal de turma.

No corte mecanizado utilizou-se uma máquina colhedora, que depositou diretamente os colmos cortados em carretas de transbordo, rebocados por tratores e, em seguida, transportados à unidade industrial (Tabela 2). Em ambos os sistemas de corte mecanizado, houve acompanhamento contínuo de um técnico agrícola responsável por todo o serviço, sendo que nesse sistema de corte também foram acompanhados por um caminhão pipa-bombeiro e por um caminhão oficina-abastecedora.

Tabela 2 – Informação técnica da colhedora e do caminhão-bombeiro utilizados no sistema de corte mecanizado na Fazenda Feliz Terra Agrícola - FTA, setembro de 2010.

Especificações	Colhedora	Caminhão ou Carro-pipa
Marca	Cameco	Ford
Modelo	Stand	Cargo 2628
Potência (c.v.)	335	230
Ano de fabricação	1997	2007
Preço de aquisição (R\$)	242.742,00	216.475,00
Valor residual (R\$)	25.000,00	21.647,50
Vida útil (anos)	15	10
Quantidade	1	1

Fonte: Departamento agrícola e contabilidade de Fazenda Feliz Terra Agrícola

Para cada frente de trabalho foram registrados e anotados os tempos de todos os movimentos, sendo que o tamanho e a localização dos talhões foram fornecidos pelo departamento agrícola.

O transporte da cana colhida nos quatro sistemas de corte foi realizado através de uma ficha de controle, na qual constava a localização e o número de talhão a ser entregue na balança de recepção na indústria. Com isso, o departamento de contabilidade forneceu os dados reais para cada talhão e sistema de corte quanto à produtividade, às planilhas de dispêndios com máquinas, à folha de pagamento de mão de obra envolvida e aos demais valores necessários para o cálculo dos custos.

No sistema de corte mecanizado, a colhedora e o caminhão ou carro-pipa eram da propriedade de Feliz Terra Agrícola. A carregadora foi terceirizada, sendo que os tratores de reboque e as carretas de transbordo foram dados em concessão, tendo somente despesas em reparos e manutenção.

3.2.2.2.1. Determinação do desempenho operacional

O desempenho dos trabalhadores e máquinas agrícolas, como no caso da colheita da cana-de-açúcar, foi avaliado pela quantidade de trabalho que eram capazes de executar por unidade de tempo e constituiu uma medida da intensidade do trabalho desenvolvido na execução dessa operação (Mialhe, 1974). Tendo sido também definido pela quantidade de material realmente manipulado ou processado pela máquina, por unidade de tempo, o que foi expresso em toneladas por hora.

O desempenho operacional poderia ser medido também em forma de capacidade de campo efetiva (**CCe**), definida como a razão entre o desempenho real da máquina (área trabalhada) e o tempo total de campo. Normalmente, é expressa em hectare por hora (Pacheco, 2000) e descrita a seguir pela Equação 1.

$$CCe = \frac{\text{Área Colhida (ha)}}{\text{Horas trabalhadas (h)}} \quad (1)$$

A capacidade de campo operacional (CCo) no corte manual feito pelos trabalhadores braçais foi medida em toneladas cortadas por hora ($t \cdot h^{-1}$), e relativa às operações do corte basal do colmo e o desponte apical dos ponteiros, foi

considerado cinco linhas de plantio, espaçadas de 1,50 metros, para formação dos eitos e que foram dispostos em montes, conforme descrito pela Equação 2.

$$CCo_{\text{manual}} = \frac{\text{Toneladas de cana cortada (t)}}{\text{Horas trabalhadas (h)}} \quad (2)$$

Para Vieira (2003), a quantidade de linhas cortadas por trabalhador, consideradas ideais para o desempenho sem exigir esforço excessivo, é em torno de uma largura de 7,00 metros.

O desempenho da colhedora foi expresso pela quantidade total cortada no talhão, ou seja, o peso registrado na balança, pelo tempo em horas para realizar a operação (Equação 3).

$$CCo_{\text{mecânica}} = \frac{\text{Toneladas de cana cortada (t)}}{\text{Horas trabalhadas (h)}} \quad (3)$$

3.2.2.2.2. Determinação dos custos

Os custos são os gastos imperiosos, efetuados pelo produtor ou empresa necessários para a fabricação de um produto ou prestação de um serviço. Os custos operacionais da colheita manual com e sem queima prévia consideram os gastos realizados em salários e encargos sociais, seguros e transporte de pessoal, uniformes e equipamentos de trabalho, carregamento e reboque dos colmos. Para o cálculo do custo da mão de obra no corte manual, foi considerada mão de obra direta, os cortadores, e como indireta, o fiscal, medidor – apontador, catador e técnico de produção.

Os componentes dos custos totais do maquinário incluíram depreciação, juros sobre o capital, manutenção e reparos, combustível, lubrificantes e mão de obra, que podem ser divididos em custos fixos e custos variáveis. 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. Já os

custos variáveis estão em função da quantidade de uso que se faz da máquina e incluem combustíveis e óleo lubrificante, reparos, manutenções e mão de obra.

Para o sistema de corte mecanizado, consideraram-se apenas a mão de obra direta do operador da colhedora e como indireta o fiscal, mecânico-abastecedor e motorista-bombeiro. Para os cálculos do custo operacional do maquinário foram utilizados os preços médios de mercado.

A colhedora, tratores de reboque e reboques empregados na colheita mecânica foram de propriedade da fazenda. O serviço de carregamento e reboque na colheita manual foi terceirizado a um custo de R\$ 1,71 a tonelada e o valor pago pelo litro de óleo diesel foi de R\$1,83.

3.2.2.2.1. Custo da depreciação

A depreciação se refere à desvalorização das máquinas e equipamentos em função do tempo, sejam eles utilizados ou não. Essa perda de valor ocorre devido à sua obsolescência tecnológica ou por desgaste provocado pelo uso (Pacheco, 2000). Várias são as formas para estimar a depreciação real das máquinas e implementos agrícolas. Noronha (1987) e Motta e Calôba (2006) consideram o método de linha reta ou linear simples apropriado aos objetivos do presente estudo, no qual a quota de depreciação anual é constante durante a vida útil da máquina. Sendo a equação utilizada a seguinte:

$$DE = \frac{I - VR}{N} \quad (4)$$

onde,

DE – valor da depreciação anual,

I – investimento ou valor de aquisição,

VR – valor residual ou sucata,

N – vida útil da máquina em anos.

O valor residual das máquinas varia em função do tipo de máquina utilizado e de sua manutenção (Pacheco, 2000). Mialhe (1974) e Balastreire (1990)

propõem que no cálculo da depreciação realizado pelo método linear simples, o valor residual seja arbitrado em 10% do valor de aquisição da máquina. Conforme as pesquisas realizadas no mercado nacional de colhedoras semelhantes em função da vida útil empregadas no estudo, o valor residual é definido em R\$25.000,00.

3.2.2.2.1.1. Custo da depreciação por tonelada

O custo de depreciação da máquina por tonelada de cana foi calculado considerando o valor da depreciação anual e o total de toneladas de cana cortada no ano.

$$CDE_{\text{ton}} = \frac{DE}{\text{Ton. ano}} \quad (5)$$

onde,

CDE_{ton} – custo de depreciação anual da máquina por tonelada,

DE – depreciação anual,

Ton. a – total de cana cortada no ano.

3.2.2.2.1.2. Custo da depreciação por hora

O custo de depreciação da máquina por hora trabalhada foi obtido considerando o custo da depreciação anual por tonelada e quantidade de toneladas de cana cortada por hora conforme a seguinte equação.

$$CDE_{\text{h}} = CDE_{\text{ton}} \times \text{Ton. h} \quad (6)$$

onde,

CDE_{h} – custo da depreciação por hora trabalhada;

CDE_{ton} – custo da depreciação anual por tonelada;

Ton. h – toneladas de cana cortada ou colhida por hora.

3.2.2.2.3. Custo da remuneração do capital

Ao capital utilizado na aquisição da máquina agrícola, seja através de recursos próprios ou obtidos por via de crédito de instituições financeiras, devem ser computados juros calculados a uma taxa real sobre o capital médio investido (Pacheco, 2000).

$$JC = \frac{(I + VR)}{2} \times i \quad (7)$$

onde,

JC – juros sobre a remuneração do capital,

I – investimento ou valor de aquisição,

VR – valor residual ou sucata,

i – taxa anual de juros reais.

3.2.2.2.4.1. Juros sobre o capital por tonelada

O custo dos juros anuais sobre o capital por tonelada de cana foi medido pela equação que segue:

$$JC_{\text{ton}} = \frac{JC}{\text{Ton.a}} \quad (8)$$

onde,

JC_{ton} – juros sobre o capital por tonelada,

JC – juros de remuneração de capital,

Ton.a – tonelada de cana cortada ou colhida por ano.

3.2.2.2.4.2. Juros sobre o capital por hora

O custo dos juros anuais sobre o capital por hora de cana foi calculado pela seguinte equação:

$$JC_h = JC_{ton} \times Ton.h \quad (9)$$

onde,

JC_h – juros sobre o capital por hora;

JC_{ton} – juros sobre o capital por tonelada; e,

$Ton.h$ – tonelada de cana cortada ou colhida por hora.

3.2.2.2.5. Custo dos impostos

As máquinas colhedoras autopropelidas e tratores em geral estão isentos do IPVA. Para Vieira (2003), citando Leonardo Junior (2000), os únicos impostos que incidem sobre as máquinas agrícolas são os concernentes à industrialização e comercialização contidos no valor final de aquisição.

3.2.2.2.6. Custo de seguro e alojamento

Os produtores em geral não costumam fazer o seguro voluntário de suas máquinas agrícolas, pois consideram que o risco de incêndio, acidente ou roubos é muito baixo (Vieira, 2003). Quando o proprietário não contrata uma seguradora para a cobertura dos riscos que sempre existem, ele próprio arca com essas despesas. Por tal motivo, aconselha-se utilizar uma percentagem do preço de aquisição da máquina para estimar seu valor, seja feita ou não a contratação do seguro.

Os custos com alojamento envolvem investimentos em instalações utilizadas para proteger e abrigar as colhedoras e demais máquinas das intempéries do clima e para facilitar os trabalhos de reparos e manutenção. Para estimar os cálculos do custo com seguro e alojamento, trabalhos realizados neste

sentido sugerem valores que variam de 0,75% a 1% do custo inicial da máquina ao ano. Mialhe (1974) e Pacheco (2000) recomendam uma taxa de 2% do valor de aquisição das máquinas para o cálculo anual com seguro e alojamento por tonelada, conforme a seguinte fórmula:

$$AS_{\text{ton}} = \frac{0,02 I}{\text{Ton.a}} \quad (10)$$

onde:

AS_{ton} – alojamento e do seguro,

I – investimento ou valor de aquisição,

Ton.a – tonelada de cana cortada por ano.

3.2.2.2.6.1. Custo do seguro e alojamento por hora

O custo do seguro e alojamento por hora foi calculado a partir da seguinte equação:

$$CSA_h = AS_{\text{ton}} \times \text{Ton.h} \quad (11)$$

onde,

CSA_h – custo do seguro e do alojamento por hora;

AS_{ton} – custo do seguro e alojamento por tonelada; e,

Ton.h – toneladas de cana cortada ou colhida por hora.

3.2.2.2.7. Custos de combustíveis e lubrificantes

O consumo de combustível e lubrificante das colhedoras foi obtido através de planilhas e fichas de controle diárias com dados reais para os quatro sistemas de corte, e encaminhados ao departamento de contabilidade para sua computação e análise. Em consequência da terceirização dos serviços de

carregamento, reboque e carretas de transbordo, os gastos com combustível e lubrificante ficaram por conta do proprietário.

O custo do combustível e lubrificante por tonelada foi calculado a partir da equação 12:

$$CCL_{ton} = \frac{TDCL.m}{Ton.m} \quad (12)$$

onde,

CCL_{ton} – custo com combustível e lubrificante por tonelada no mês,

TDCL.m – total de despesas com combustível e lubrificante no mês,

Ton.m – toneladas de cana cortada ou colhida no mês.

3..2.2.2.7.1. Custo de combustível e lubrificante por hora

Para o cálculo dos combustíveis e lubrificantes por hora trabalhada empregou-se a equação 13:

$$CCL_h = CCL_{Ton.m} \times Ton.h \quad (13)$$

onde,

CCL_h – custo com combustível e lubrificante por hora,

CCL_{ton} – custo com combustível e lubrificante por tonelada no mês,

Ton.h – toneladas de cana colhida por hora.

3.2.2.2.2.8. Custos do comboio oficina abastecedor – bombeiro e carro-pipa

Envolve as despesas em combustíveis, lubrificantes, peças de reposição e de manutenção e outros gastos computados ao comboio de oficina abastecimento – bombeiro e carro-pipa para atender a operação normal da frota mecanizada. Os dados foram obtidos e registrados em guias e fichas de controle e computados pelo departamento de contabilidade.

3.2.2.2.8.1. Custo do comboio oficina abastecedor-bombeiro e carro-pipa por tonelada

Os custos por tonelada foram calculados a partir dos gastos realizados e do total de toneladas cortadas no mês conforme a equação 14:

$$CCOBCP_{\text{ton}} = \frac{TDCOBCP.m}{\text{Ton.m}} \quad (14)$$

onde,

CCOBCP_{ton} – custo comboio oficina - bombeiro e carro-pipa por tonelada,

TGCOBCP.m – total dos gastos com comboio oficina-bombeiro e carro-pipa/mês

Ton.m . – toneladas de cana colhida no mês.

3.2.2.2.8.2. Custo do comboio oficina – bombeiro e carro-pipa por hora

Os cálculos foram efetuados a partir do custo comboio oficina – bombeiro e carro-pipa por tonelada e o total de cana cortada por hora descrita a seguir pela equação 15:

$$CCOBCP_h = CCOBCP_{\text{ton}} \times \text{Ton.h} \quad (15)$$

onde,

CCOBCP_h – custo comboio oficina – bombeiro e carro-pipa por hora,

CCOBCP_{ton} – custo comboio oficina-bombeiro e carro-pipa por tonelada,

Ton.h . – toneladas de cana cortada por hora.

3.2.2.2.9. Custo de reparos e manutenção

O cálculo do custo de reparação e manutenção das colhedoras está relacionado à intensidade do uso, e depende muito da forma com que a máquina

é operada. Dentre as despesas em reparos e manutenção encontram-se aquelas realizadas para a manutenção preventiva e corretiva das máquinas.

Na manutenção preventiva, devem-se computar os gastos com componentes trocados em intervalos regulares, tais como: filtros de ar, filtros de óleos lubrificantes, filtros de combustível, correias de polias, etc. (Pacheco, 2000). Deve-se considerar também, aqueles associados ao desgaste e à quebra de peças e componentes, aos acidentes e à deterioração natural da máquina (Piacentini, 2007).

O total de reparos e manutenção com a colhedora foi obtido das guias e fichas de controle e computado pelo departamento de contabilidade. Os cálculos por tonelada e por hora trabalhada foram realizados pela equação 16 e 17, respectivamente, e descritos a seguir:

3.2.2.2.9.1. Custo de reparo e manutenção por tonelada

$$CRM_{ton} = \frac{TGRM.m}{Ton.m} \quad (16)$$

onde,

CRM_{ton} – custo de reparo e manutenção das colhedoras por tonelada,

$TGRM.m$ – total dos gastos com reparo e manutenção no mês

$Ton.m$. – toneladas de cana colhida no mês.

3.2.2.2.9.2. Custo de reparo e manutenção por hora

$$CRM_h = CRM_{ton} \times Ton.h \quad (17)$$

onde,

CRM_h – custo de reparo e manutenção da colhedora por hora,

CRM_{ton} – custo de reparo e manutenção da colhedora por tonelada,

$Ton.h$. – toneladas de cana cortada por hora.

3.2.2.2.10. Custo da mão de obra

No sistema de corte manual, os cortadores são trabalhadores que fazem parte da mão de obra fixa da empresa “Feliz Terra Agrícola”, assim também os fiscais, medidores, catadores e técnico de produção. No caso particular do trabalhador que se dedica ao corte, e conforme acordo firmado com o sindicato da categoria, este recebe um valor base por tonelada, acrescido pelo grau de dificuldade do corte, declividade do terreno, idade da cana, variedade, produtividade e cana com ou sem queima prévia, somando-se a esses valores os encargos sociais e trabalhistas. Sendo considerados encargos indiretos os uniformes e os equipamentos de proteção individual (EPI), além do seguro de vida.

Para o sistema de corte mecanizado, os operadores da colhedora são contratados exclusivamente para o período da safra. O resto de mão de obra utilizada nesse sistema são funcionários permanentes da firma.

3.2.2.2.10.1. Custo da mão de obra por tonelada

Os valores de salários, encargos, benefícios e outros por mão de obra direta e indireta estão detalhados no Apêndice 1 deste trabalho. O custo de mão de obra por tonelada e por hora foi calculado conforme a equação a seguir.

$$CMO_{ton} = \frac{Sal + Enc Soc + Benef}{Ton.m} \quad (18)$$

onde,

CMO_{ton} – custo da mão de obra por tonelada;

Sal – total dos salários básicos pago;

Enc Soc – total dos encargos sociais;

Benef – total dos benefícios; e,

Ton.m – total de cana colhida no mês, em tonelada.

2.2.2.10.2. Custo da mão de obra por hora

$$CMO_h = CMO_{ton} \times Ton.m \quad (19)$$

onde,

CMO_h – custo da mão de obra por hora;

CMO_{ton} – custo da mão de obra por tonelada; e,

$Ton.m$ – total de toneladas de cana colhidas por hora.

3.2. 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2.3.1. Capacidade de campo operacional

3.2.3.1.1. Colheita manual

Os resultados alcançados na colheita manual nos talhões estudados são considerados normais e dentro da média nacional de 7,50 toneladas homem-dia para o corte de cana com queima (Tabela 3). Destaca-se o rendimento obtido no corte de cana sem queima, acima da média nacional de 3,50 toneladas homem-dia, devido provavelmente à produtividade do canavial.

Para uma jornada de trabalho de 8 h dia⁻¹ obteve-se a média de 7,35 t/homem-dia para o corte de cana com queima e de 5,34 t. homem-dia para o corte de cana sem queima. Com estes rendimentos de colheita, verifica-se o grau de dificuldade que a colheita sem queima prévia apresenta, pois há uma redução na capacidade operacional de 27,34%. Provavelmente esta diferença não foi maior devido à produtividade alcançada dos talhões estudados.

Tabela 3 – Resultados das capacidades operacionais do corte manual

Capacidades	Com queima	Sem queima
Toneladas/homem-hora	0,98	0,71
Toneladas/homem-dia	7,35	5,34

Fonte: resultados da pesquisa

Ao analisar a produção total da área estudada, observa-se uma média de 89,89 t ha⁻¹ para a variedade RB86-7515 e 102,05 t ha⁻¹, variedade SP81-3250, para o sistema de corte com e sem queima prévia, respectivamente. Ambas as produtividades encontram-se acima da média nacional que está em 81,88 t ha⁻¹ e muito acima das médias de produção dos últimos cinco anos do Estado do Rio de Janeiro, que é de 48,80 t ha⁻¹.

3.2.3.1.2. Colheita mecanizada

Observados os resultados obtidos da capacidade operacional da colheita mecanizada, percebe-se que foram em média 19,16 t h⁻¹ para o corte sem queima e 22,07 t h⁻¹ para o corte com queima prévia (Tabela 4). Para uma jornada de trabalho de 16 horas, obtiveram-se rendimentos de 184,72 e 150,60 toneladas diárias para o corte de cana com e sem queima prévia, respectivamente.

Tabela 4 – Resultados das capacidades operacionais do corte mecanizado com e sem queima prévia da palha

Capacidades	Com queima	Sem queima
Toneladas/máquina-hora	22,07	19,16
Toneladas/máquina-dia	184,72	150,60

Fonte: resultados da pesquisa

Ao comparar os resultados obtidos das capacidades operacionais dos dois sistemas de corte, observa-se uma queda de rendimento no corte de cana crua. Esta queda pode ser explicada por vários motivos, entre eles: utilização de variedades de cana diferentes, sendo a cana sem queima a variedade SP80-3280 e a cana com queima a variedade RB86-7515.

Outro aspecto a considerar nessa queda é a diferença de produtividade dos talhões, pois o talhão com cana crua apresenta uma produtividade de 82,85 t h⁻¹ quando comparado com a produtividade de 91,71 t h⁻¹ do talhão com queima prévia. A falta de experiência dos operadores das colhedoras, principalmente no

corte de cana crua, também pode explicar as diferenças de rendimento nos cortes.

3.2.3.2. Equivalência máquina - homem

De acordo com os dados obtidos em relação ao rendimento máquina/homem, os resultados evidenciam uma grande vantagem operacional para o sistema mecanizado (Tabela 5). Na colheita da cana sem queima prévia são necessários 27 homens para cumprir o mesmo rendimento de uma colhedora por hora trabalhada, enquanto que, com queima prévia, esta equivalência é em torno de 23 homens.

Tabela 5 – Resultado comparativo de rendimentos por sistema de corte da cana-de-açúcar com e sem queima prévia e relação máquina/homem na Fazenda Feliz Terra Agrícola, setembro de 2010

Sistema de corte	Com queima	Sem queima
Corte manual (t h ⁻¹)	0,98	0,71
Corte mecanizado (t h ⁻¹)	22,07	19,16
Relação máquina-homem	22,52	26,99

Fonte: resultados da pesquisa

Apesar da baixa capacidade operacional no corte mecanizado, em função das limitações do terreno, fica evidente a diferença considerável de mão de obra necessária para os dois sistemas de corte, sem e com queima. Como consequência, o desemprego se vê acelerado com a adoção da colheita mecanizada da cana-de-açúcar.

3.2.3.3. Capacidade de campo efetiva

A velocidade média de deslocamento da colhedora foi em média de 3,1 km h⁻¹ devido às condições dos talhões quanto ao comprimento das fileiras de plantio, que variou dos 100 e 250 metros, além da pouca experiência do operador.

Tabela 6 – Resultado da capacidade efetiva da colhedora por sistema de corte da cana-de-açúcar com e sem queima prévia na Fazenda Feliz Terra Agrícola, setembro de 2010

Especificação	Com queima	Sem queima
Área do talhão (ha)	3,43	13,03
Horas trabalhadas	14,25	56,20
CCe (ha h ⁻¹)	0,241	0,232

Fonte: elaborado pelo autor

Ao comparar os dados obtidos e descritos na Tabela 6, nota-se que os resultados de produtividade por área são semelhantes em ambos os sistemas de corte.

Por ser esta a primeira experiência de mecanização da colheita da cana-de-açúcar, a equipe técnica realiza monitoramento da qualidade da matéria-prima a ser entregue à indústria, com o objetivo de obter o menor índice possível de resíduos vegetais e minerais e o mínimo de desperdício de cana no campo.

3.2.3.4. Determinação dos custos

Com base na metodologia utilizada no estudo e proposta por Vieira (2003), os custos calculados para cada unidade de produção e referentes a cada operação de corte mecanizado da cana-de-açúcar com e sem queima prévia estão apresentados na Tabela 7, assim como a sua totalização.

Tabela 7 – Componente dos custos finais por tonelada e por hora no sistema de corte mecanizado da cana-de-açúcar com e sem queima prévia da palha na Fazenda Feliz Terra Agrícola, setembro de 2010

Especificação	Cana com queima			Cana sem queima		
	P/t.	P/hora	%	P/t.	P/hora	%
Depreciação	0,87	19,20	10,26	1,07	20,5	10,56
Remuneração de Capital	0,62	13,69	7,31	0,76	14,57	7,51
Alojamento-Seguro	0,23	5,08	2,71	0,29	5,55	2,86
Combustível-Lubrificante	3,14	69,30	37,03	3,51	67,25	34,65
COB - Carro-Pipa	0,69	15,23	8,14	0,83	15,90	8,19
Reparo-Manutenção	0,94	20,75	11,09	1,24	23,76	12,24

Subtotal	6,49	143,25	76,53	7,7	147,53	76,01
Mão de Obra						
Operador/Colhedora	0,72	15,89	8,49	0,88	16,86	8,69
Mecânico/COB	0,35	7,72	4,13	0,43	8,24	4,25
Motorista/Carro-pipa	0,35	7,72	4,13	0,43	8,24	4,25
Fiscal	0,33	7,28	3,89	0,40	7,67	3,95
Técnico de produção	0,24	5,30	2,83	0,29	5,55	2,86
Subtotal	1,99	43,91	23,47	2,43	46,56	24,00
T O T A L	8,48	187,15	100,00	10,13	194,09	100,00

Fonte: departamento de contabilidade da Feliz Terra Agrícola

3.2.3.4.1. Custo de depreciação

A depreciação anual da colhedora marca Cameco, modelo CH 2500, importada em 1997, foi calculada em R\$ 14.516,13, para uma vida útil projetada de 15 anos. Seu valor inicial em dólar americano que era de US\$ 230.000 foi estimado em R\$ 242.742,00, em referência ao mês de março de 1997, com o dólar cotado pelo Banco Central em R\$ 1,0554.

Para o carro-pipa adquirido em 2007 por R\$ 216.475,00, foi calculada uma depreciação anual de R\$ 19.482,75, para uma vida útil projetada de 10 anos. Para o sistema de corte de cana-de-açúcar sem queima, é previsto colher anualmente 31.867,50 toneladas, enquanto que no sistema com queima é de 38.782,80 toneladas, conforme mostra a tabela 8.

Tabela 8 - Dados físicos para corte mecanizado com e sem queima prévia, setembro de 2010, na Fazenda Feliz Terra Agrícola

Especificação	Cana Crua	Cana Queimada
Talhão	29	15
TCH	82,85	91,71
Qtde de Máquinas	1	1
Qtde Operadores/Máquina/Dia	2	2
Dias Calendário	30	30
Dias Efetivos/Mês	30	30
Horas a Trabalhar/Dia	16	16
Horas Efetivas/Dia	7,86	8,37
Horas Trabalhadas/Mês	235,80	251,10
Toneladas/Hora	19,16	22,07
Toneladas/Dias Efetivos	151,75	184,68

Toneladas/Mês	4.552,50	5.540,40
Toneladas/Ano	31.867,50	38.782,80

Fonte: elaborado pelo autor

Para o corte sem queima, chega-se ao resultado de R\$ 1,07 t⁻¹, sendo R\$ 0,46 t⁻¹ da colhedora e R\$ 0,61 t⁻¹ do carro-pipa. O custo por hora é de R\$ 20,50 colhendo 19,19 t h⁻¹, valor este que representa 10,56% do custo total nesse sistema de corte. Para o corte com queima foi apurado um custo em R\$ 0,87 t⁻¹ com valores de R\$ 0,37 e R\$ 0,50, para a colhedora e carro-pipa, respectivamente. O custo por hora calculado em R\$ 19,20 colhe 22,07 t h⁻¹, e representa 10,26% (Tabela 7).

3.2.3.4.2. Custo da remuneração de capital

Para a remuneração do capital foi estimada uma taxa de juros anual de 9,5%. O valor calculado dos juros anuais alcançou a soma total de R\$ 12.717,75 para a colhedora e de R\$ 11.310,82 para o carro-pipa. O custo para o sistema de corte sem queima é de R\$ 0,76 t⁻¹, dos quais R\$ 0,40 t⁻¹ são custos que correspondem à colhedora e R\$ 0,36 t⁻¹ para o carro-pipa. O custo por hora trabalhada é de R\$ 14,57 e este valor representa 7,51% do custo total. No sistema de corte com queima, o custo por tonelada foi de R\$ 0,62, sendo R\$ 0,33 t⁻¹ para a colhedora e R\$ 0,29 t⁻¹ destinado ao carro-pipa. Já o custo por hora trabalhada foi apurado em R\$ 13,69, o que significa uma participação no custo total de 7,31% (Tabela 7).

3.2.3.4.3. Custo do seguro

Referente aos custos de seguro e alojamento foi considerado uma taxa de 2% sobre o valor inicial ou de aquisição das máquinas. Como resultado, no corte sem queima, obtiveram-se valores de seguro e alojamento da máquina colhedora de R\$ 0,15 t⁻¹ e R\$ 0,14 t⁻¹ para o carro-pipa, o que contabiliza um total de R\$ 0,29 t⁻¹. No corte com queima foi utilizado o mesmo procedimento, no qual resultaram custos de R\$ 0,12 t⁻¹ e R\$ 0,11 t⁻¹ para a colhedora e carro-pipa, respectivamente, o que representa, portanto, um custo total de R\$ 0,23 t⁻¹. O custo por hora trabalhada foi estimado em R\$ 5,08 t⁻¹ e R\$ 5,55 t⁻¹ para o corte

com e sem queima prévia, nessa ordem. Esses valores representam 2,71% e 2,86% do custo total por tipo de corte (Tabela 7).

3.2.3.4.4. Custo de combustível e lubrificante

Os custos de combustível e lubrificante representam as despesas obtidas da máquina colhedora no mês de setembro, que foram divididas pela quantidade de cana colhida. O consumo mensal de óleo diesel foi estimado em 7284 litros a razão de 30,90 l h⁻¹. Já o consumo de óleos lubrificantes foi estimado em 1.445,75 litros para esse mês. Assim, calculou-se um custo em cana com queima de R\$ 2,62 t⁻¹ para o óleo diesel e de R\$ 0,52 t⁻¹ para os óleos lubrificantes contabilizando um total de R\$ 3,14 t⁻¹ colhida.

No sistema sem queima, o custo de combustível-lubrificante foi apurado em R\$ 3,51 t⁻¹, sendo R\$ 2,93 t⁻¹ designados a óleo diesel e R\$ 0,58 t⁻¹ para o óleo lubrificante. O custo horário de ambos os itens foi calculado em R\$ 69,30 e R\$ 67,25 para o corte com e sem queima prévia, respectivamente. Pode-se observar que os valores destes dois itens, apresentados na Tabela 7, têm um peso significativo no custo geral, pois representam respectivamente 37,03% e 34,65%, devido à sua alta intensidade de trabalho.

3.2.3.4.5. Custo do comboio de manutenção, abastecimento e carro-pipa

Para a estimativa do custo do comboio de manutenção, abastecimento e carro-pipa, parte-se da premissa de que esse maquinário e equipamento foram dados em concessão pelo antigo dono das terras (Usina São José); com exceção do caminhão-pipa, que foi adquirido em 2007 por um valor de R\$ 216.475,00. Por tal motivo, estes somente oneram despesas em combustíveis, lubrificantes, peças de reposição e outros gastos levantados no mês de setembro, o que resultou, para o sistema mecanizado de corte com queima, custos de R\$ 0,83 t⁻¹ e R\$ 15,90 por hora trabalhada. No sistema de corte sem queima, o custo por tonelada é de R\$ 0,69 e por hora trabalhada, de R\$ 15,23 (Tabela 7). Os valores descritos representam 8,19% e 8,14% no custo total dos respectivos sistemas de corte.

3.2.3.4.6. Custo de reparos e manutenção

Os custos de reparação e manutenção, representam a média obtida das despesas com pneus, peças e manutenção corretiva da colhedora, que ocorreram desde o início da safra e que foram divididas pela quantidade de cana colhida, não sendo computados os gastos em manutenção preventiva. Isto porque, a firma ainda não dispunha de dados levantados com manutenção preventiva para o período de entressafra. Em relação ao sistema de colheita, foi apurado um custo de R\$ 0,94 t⁻¹ para o sistema com queima e de R\$ 1,24 t⁻¹ para o sem queima.

O custo horário para o sistema de colheita com queima foi calculado em R\$ 20,75, o que representa 11,09% do custo total. Já para o sistema de colheita sem queima, o valor foi de R\$ 23,76, por hora trabalhada, o que representa, no custo total, 12,24%.

3.2.3.4.7. Custos da mão de obra

Para o sistema de corte manual em cana com queima prévia (Tabela 9, Tabela A1 de Apêndice A), obteve-se um valor pago ao cortador de R\$ 4,50 por tonelada, considerando um valor base de R\$ 2,58 acrescidos em R\$ 1,92 pelo grau de dificuldade, acordado com o sindicato da classe. Somam-se a estes, os encargos diretos correspondentes a 34,18% de encargos sociais-trabalhistas e mais o seguro de vida que representam R\$ 1,54t⁻¹ e R\$ 0,05 t⁻¹, respectivamente.

Quanto aos encargos indiretos são pagos R\$ 0,29 t⁻¹ de transporte de pessoal e R\$ 0,09 t⁻¹ de uniformes e EPI(s). Observa-se que os valores pagos com encargos indiretos no sistema de cana com queima são menores do que os pagos no sistema sem queima, pois têm como base de cálculo o valor pago ao cortador.

Os custos diretamente relacionados ao cortador e o valor pago a este têm um peso significativo no custo total, pois representam 61,48%, que, somados aos encargos diretos e indiretos representam 88,39%. Os outros 11,61% referem-se à mão de obra indireta, que englobam os salários do fiscal, medidor, catador e técnico de produção.

Tabela 9 – Custo unitário no sistema de corte manual dos talhões estudados com e sem queima prévia em setembro de 2010 (em R\$)

Especificação	Com queima			Sem queima		
	P/t.	P/hora	%	P/t.	P/hora	%
Mão de obra direta						
Valor base pago	4,50	4,41	61,48	6,30	4,47	57,22
Encargos sociais	1,54	1,51	21,04	2,15	1,53	19,53
Seguro de vida	0,05	0,05	0,68	0,09	0,06	0,82
Uniformes e EPI(s)	0,09	0,09	1,23	0,10	0,07	0,91
Transporte de pessoal	0,29	0,28	3,96	0,33	0,23	3,00
Custo com o cortador	6,47	6,34	88,39	8,97	6,36	81,47
Mão de obra indireta						
Fiscal	0,20	0,20	2,73	0,49	0,35	4,45
Medidor	0,18	0,18	2,46	0,43	0,30	3,91
Catador	0,17	0,17	2,32	0,40	0,28	3,63
Técnico de produção	0,30	0,30	4,10	0,72	0,50	6,54
Subtotal	0,85	0,85	11,61	2,04	1,43	18,53
TOTAL	7,32	7,19	100,00	11,01	7,79	100,00

Fonte: departamento de contabilidade da Fazenda Feliz Terra Agrícola

No sistema de corte sem queima prévia, o cortador recebe 30% a mais do que é pago para o corte de cana com queima, independente da variedade e do grau de dificuldade, ou seja, R\$ 6,30 t⁻¹ e R\$ 4,47 h⁻¹. As porcentagens de recolhimento dos encargos diretos e indiretos são as mesmas do outro sistema de corte descrito anteriormente. Os encargos diretos são compostos por R\$ 2,15 t⁻¹ de encargos sociais-trabalhistas e R\$ 0,09 t⁻¹ de seguro de vida. Compõem os encargos indiretos R\$ 0,10 de uniformes e EPI(s) e R\$ 0,33 t⁻¹ de transporte de pessoal. Do custo total neste sistema 81,47% estão comprometido com o cortador, o que representa R\$ 6,36 por hora trabalhada. Os demais custos representam 18,53% e correspondem a salários da mão de obra indireta e equivalem a R\$ 1,43 por hora trabalhada.

Nota-se que a diferença no valor base paga ao cortador, segundo o sistema de corte, se deve à dificuldade que a cana-de-açúcar sem queima prévia traz para o corte manual, que envolve trabalho de despalha da cana e a maior rigidez da planta, que é facilitada na cana queimada.

No sistema de corte mecanizado com queima prévia, do custo total apurado de R\$ 8,48 t⁻¹ e de R\$ 187,15 por hora trabalhada, o custo com mão de obra representa 23,47% e equivale a R\$ 1,99 a tonelada colhida, além de exigir um pessoal treinado e mais qualificação para esse sistema de colheita. Os demais custos com a colhedora representam 76,53% do total. Já no corte mecanizado sem queima prévia, do custo total de R\$ 10,13 t⁻¹ e de R\$ 194,09 h⁻¹, o custo com a mão-de-obra corresponde a R\$ 2,43 por tonelada colhida e representa 24,00%. Os demais custos envolvidos com a colhedora nesse sistema representam 76,00% (Tabela 7).

Observa-se que o custo total da mão de obra por tonelada é maior em R\$ 0,44, ou seja, 18,10% no sistema de corte mecanizado em cana sem queima em comparação com a cana queimada (Tabela 7), o que se deve ao menor rendimento do trabalho, isto é, sem queima, o rendimento é de 19,16 h⁻¹ contra 22,07 h⁻¹ no sistema de cana com queima prévia.

Nota-se também, o custo representativo de 8,49% e 8,69% relativo aos operadores da colhedora em ambos os sistemas de corte, isto em razão de melhores salários pagos a esses trabalhadores por ser uma mão de obra especializada.

3.2.3.5. Comparativos de custos por sistema de corte

No sistema de corte manual sem queima, o custo por tonelada é mais elevado, em torno de 29%, quando comparado com o da cana queimada. Isso pode ser explicado pelo valor base pago ao cortador e pelos valores pagos com encargos diretos, pois são superiores aos pagos no sistema de corte com queima (Tabela 10). Essa diferença não foi maior devido ao rendimento expressivo do cortador de 0,71 toneladas por hora, haja vista as dificuldades que oferece a cana crua para seu corte.

Tabela 10 – Comparativo de custos finais e rendimento horário da colheita manual e mecanizada, com e sem queima prévia na Fazenda Feliz Terra Agrícola em Campos dos Goytacazes, setembro de 2010 (R\$/t)

Sistema de corte	Com queima		Sem queima	
	R\$ t ⁻¹	R\$ h ⁻¹	R\$ t ⁻¹	R\$ h ⁻¹
MANUAL	9,03*	0,98*	12,72*	0,71*
MECANIZADO	8,48**	22,07**	10,13**	19,16**

Fonte: resultado da pesquisa. (*) Inclui R\$ 1,71 t⁻¹ de embarque e carregamento, (**) corresponde ao corte e embarque em uma só operação.

No sistema de corte mecanizado, a diferença de custo por tonelada colhida foi em torno de 16% maior no corte de cana sem queima em comparação ao corte de cana com queima prévia. Isso também pode ser explicado pelo menor desempenho da máquina colhedora, que colheu 19,16 toneladas por hora no corte sem queima contra as 22,07 toneladas por hora em cana previamente queimada.

Nota-se que o custo no corte mecanizado em cana com queima é 6% menor em comparação com o corte manual e essa diferença passa a ser de 20% no sistema de corte sem queima prévia. Análise semelhante pode ser feita com o rendimento horário do corte mecanizado e com a vantagem significativa do desempenho da colhedora em relação ao corte manual em ambos os sistemas de corte, com e sem queima prévia.

3.2.4. RESUMO E CONCLUSÕES

A colheita mecanizada da cana-de-açúcar tem sido adotada como alternativa de substituição da colheita manual. Este sistema torna-se uma tendência irreversível e deverá ter cada vez mais participação na cultura canavieira, em parte devido à inviabilidade do corte manual da cana crua e em parte por atender exigências legais que proíbem a prática do emprego do fogo nos canaviais.

A pesquisa objetivou avaliar a competitividade operacional e econômica dos sistemas de colheita manual e mecanizado com e sem queima prévia dos canaviais no município de Campos dos Goytacazes, do Estado do Rio de Janeiro.

Pelos resultados obtidos constatou-se que existe muito pouca diferença para a colheita com queima no sistema manual e mecanizado, em razão do custo por tonelada colhida. A menor diferença de 6% no corte mecanizado com colhedoras não considera o montante de capital mobilizado em investimento de máquinas e equipes agrícolas. Entretanto, o rendimento da colheita no sistema mecanizado apresenta vantagem para atender o fluxo de produção na indústria.

Em colheita de cana sem queima prévia, evidencia-se maior vantagem para o sistema mecanizado, pois além do custo por tonelada colhida ser menor em 20% em relação ao sistema manual, somam-se os benefícios ambientais como a eliminação da prática da queima, proteção e conservação do solo. Além de outros benefícios econômicos em decorrência do aproveitamento da palha para geração de energia elétrica ou produção de álcool. Quanto ao rendimento, há semelhança aos benefícios da colheita mecanizada da cana com queima prévia.

Apesar da vantagem competitiva apurada pelos resultados, a colheita mecanizada da cana crua, ainda incipiente no município, substitui muitos trabalhadores e os possíveis efeitos sociais e econômicos terão impacto imediato no emprego e na massa salarial, devido à quantidade de trabalhadores envolvidos no processo de colheita manual. Esta situação ficará mais evidente por ser uma mão de obra desqualificada para a maioria das outras atividades agrícolas e urbanas.

3.2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALASTREIRE, L.A. (1990) **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 307p.

CONAB (2011) - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-açúcar safra 2010/2011, terceiro levantamento**. Brasília, janeiro/2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/2lev-cana.pdf>: Acesso em 24 jan. 2011.

IBGE (2010) – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – **Levantamento Sistemático da produção Agrícola**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>. Acesso 08 ago. 2010.

MIALHE, L. G. (1974) **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 301p.

MOTTA, R.R.; CALÔBA, G.M. (2006) **Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. 1. ed. São Paulo, Atlas, 392 p.

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. 2 ed. São Paulo, Atlas, 1987, 269p.

PACHECO, E.P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. (2000) Rio Branco: Embrapa Acre, 21p. (Embrapa Acre. Documentos, 58). <http://www.cpafac.embrapa.r/pdf/doc.58.pdf>. Acesso em 11 nov. 2009.

PIACENTINI, L. (2007) **Software para estimativa do custo operacional da máquina agrícola – Maqcontrol**. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Cascavel – PR, Universidade Estadual do Oeste – UNIOESTE, 95p.

PONCIANO, N.J.; FERNANDES, P.G.; SOUZA, P.M.; Ney, M.G. COSTA, J.A.B. (2010) Avaliação econômica do cultivo de cana no sistema convencional e no sistema Meiose. **Anais do XLVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Tecnologias, Desenvolvimento e Integração Social. Campo Grande, MS.

T. C. C., CARVALHO FILHO, S. M., MOLINA JUNIOR, W. F., RIPOLI, M. L. C. (2001) **Desempenho econômico de colhedora em cana crua**. Engenharia Rural, Piracicaba, v. 12, p. 1-5.

VEIGA FILHO, A. (1999) Estudo do processo de mecanização do corte na cana-de-açúcar: o caso do Estado de São Paulo. **RECITEC**, Recife, 3 (1): 74-99.

VIEIRA. G. (2003) **Avaliação do custo, produtividade e geração de emprego no corte de cana-de-açúcar, manual e mecanizada, com e sem queima prévia** (2003), 114p., Dissertação (Mestrado) FCA/UNESP – Universidade “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA E DE RISCO DA MECANIZAÇÃO DA COLHEITA DA CANA-DE-ACÚCAR

RESUMO

Objetivou-se avaliar a viabilidade econômica e o grau de risco associado à implantação da colheita mecanizada da cana-de-açúcar no Município de Campos dos Goytacazes. Como parâmetros utilizaram-se o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Os itens de maior impacto na rentabilidade foram determinados através de análise de sensibilidade e o risco financeiro da atividade foi determinado via análise de Monte Carlo. Quanto à rentabilidade, o projeto foi economicamente viável para o período considerado, devido à sua Taxa Interna de Retorno (TIR) que foi de 39,58%. A análise de sensibilidade mostrou que o preço de corte foi a variável de maior impacto na rentabilidade, seguido pelo custo do óleo diesel, dos investimentos nas máquinas colhedoras e da mão de obra. A simulação de Monte Carlo estimou que a probabilidade de o projeto de colheita mecanizada ter VPL negativo é de 11,35%. O maior obstáculo para o projeto é o alto investimento inicial na aquisição de máquinas e equipamentos e mão de obra especializada, além das razões legais e ambientais que estão na ordem do dia.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the economic feasibility and the degree of risk associated with the deployment of mechanized harvesting of sugar-cane in the City of Campos dos Goytacazes. As parameters we used the Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (IRR). The items of greatest impact on profitability were determined through sensitivity analysis and financial risk of the

activity was determined via Monte Carlo analysis. The profitability of the project was economically viable for the period considered because his Internal Rate of Return (IRR) was 39.58%. The sensitivity analysis showed that the price cut was the variable with the greatest impact on profitability, followed by diesel fuel cost, investment in machines and harvester of manpower. The Monte Carlo simulation estimated that the probability of the design of mechanical harvest Tues NPV is negative 11.35%. The biggest hurdle for the project is the high initial investment in the acquisition of machinery and equipment and skilled labor, in addition to legal and environmental reasons that are on the agenda.

3.3.1. INTRODUÇÃO

Atualmente o setor agroindustrial canavieiro brasileiro vivencia um ciclo de crescimento contínuo impulsionado pela crescente demanda no mercado interno e externo de bioenergia. Em razão do crescimento do mercado de álcool e açúcar, o setor sucroalcooleiro desponta com fortes perspectivas. A produção e a produtividade aumentam a cada ano e a expansão da lavoura cresce de maneira significativa, principalmente em áreas antes ocupadas com pastagem.

A expansão da lavoura no Brasil se estende para o oeste de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná e Tocantins. Segundo dados da Conab, o crescimento da safra de cana tem sido frequente, com incremento de 3,4% na safra 2010/11 em relação à de 2009/10. O total de cana moída na safra 2010/11 foi de 624.991 mil toneladas. Desse total de cana esmagada, 46,2% foram destinadas à produção de 38.675,5 mil toneladas de açúcar. Mais da metade (53,8%), o que corresponde a 336.276,1 mil toneladas de cana foram destinadas à produção de etanol, gerando um volume total de 27.669,55 milhões de litros (CONAB, 2011).

Para o Estado de Rio de Janeiro, a agroindústria canavieira é um segmento do agronegócio de vital importância econômica e responsável pela geração de empregos e renda, ocupando a maior área colhida e o valor da produção dentro das lavouras cultivadas no Estado. Apesar dessa importância e de possuir grande

mercado consumidor, o Estado reduziu significativamente sua participação, e representa menos de 1,0% da produção nacional, sendo também a produtividade abaixo da média nacional (Costa et al., 2009).

Particularmente na região Norte Fluminense, a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* sp) é bastante conhecida e é um dos principais produtos agrícolas e seu impacto social e econômico é bastante significativo, devido a milhares de empregos diretos e indiretos gerados, à produção de açúcar e de combustível renovável (álcool) e seus derivados como matéria-prima para a indústria química local e estadual. Da produção de cana-de-açúcar do Estado do Rio de Janeiro, o norte fluminense concentra um pouco mais de 90%, sendo o município de Campos dos Goytacazes responsável por 60% dessa produção. Nesse município concentram-se as indústrias produtoras de açúcar e álcool (Veiga et al., 2006).

Apesar da extensa área cultivada, a produtividade média é uma das mais baixas do Brasil com $48,40 \text{ t ha}^{-1}$, sendo esta, inferior quando comparada com a média nacional de $75,73 \text{ t ha}^{-1}$ de cana-de-açúcar, Tabela 1 (IBGE, 2011).

Tabela 1. Produtividade média da cana-de-açúcar das safras de 2005 a 2009 no Brasil, Unidade da Federação, Mesorregião Geográfica e Municípios

	2005	2006	2007	2008	2009	Média
Brasil	72,85	75,17	77,63	79,27	78,87	76,76
Rio de Janeiro	44,89	45,02	45,08	47,91	47,97	46,17
Norte Fluminense	45,43	45,00	45,00	48,11	48,19	46,35
Carapebus	45,00	45,00	45,00	45,00	46,00	45,20
Campos dos Goytacazes	47,00	45,00	50,00	50,00	50,00	48,40
Cardoso Moreira	45,00	45,00	45,00	50,00	50,00	47,00.
Macaé	40,00	40,00	40,00	40,00	49,82	41,96
Quissamã	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
São Fco de Itabapoana	45,00	45,00	45,00	40,00	40,00	43,00
São Fidélis	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
São João da Barra	45,00	45,00	45,00	56,00	56,00	49,40

Fonte: IBGE, 2011

A produtividade abaixo da média tem sido apontada como um dos principais motivos para a perda de espaço no cenário nacional e pode ser atribuída à carência, entre outras causas; de recursos materiais, principalmente máquinas e implementos agrícolas, tanto por parte da maioria dos fornecedores quanto em algumas usinas, e também aos recursos humanos e financeiros limitados, o que constitui séria restrição à adoção de tecnologia (Ponciano et al., 2010). Além desses fatores, pode acrescentar ainda a pressão exercida pelo Ministério Público direcionada à proibição da prática da queima do canavial na etapa de pré-colheita.

A adoção de novas tecnologias possibilita o aumento da produtividade e da competitividade dos produtores e industriais com resultados positivos para o setor, entre elas; a mecanização da colheita da cana crua, que surge como opção economicamente viável e que é praticada com sucesso em outras regiões canavieiras do Brasil, pela possibilidade de barateamento desta operação e maior produtividade do trabalho (Vieira, 2003).

A mecanização do corte da cana-de-açúcar poderá ser vantajosa no Município, que possui baixa produtividade agrícola, já que proporciona a intensificação do ritmo de produção agroindustrial com aumento da produtividade de trabalho e melhoria da qualidade da matéria-prima processada. Portanto, os benefícios advindos desta técnica serão a redução de custos na colheita e dependência da mão de obra braçal, cada vez mais escassa na região, maior rapidez na amortização do capital investido e competitividade do setor sucroalcooleiro regional (Costa et al., 2009 e Ramão et al., 2007).

Desse modo, a análise sobre viabilidade econômico-financeira de empreendimentos de mecanização da colheita da cana é de suma importância ao atual contexto da atividade canvieira regional e permitirá medir a rentabilidade e o grau de risco decorrente de sua implantação.

3.3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.3.2.1. Área de Estudo e Fonte dos Dados

A área escolhida para o estudo localiza-se aproximadamente a 8 quilômetros da cidade de Campos dos Goytacazes (Figura 1), nas imediações das terras administradas pelas usinas Santa Cruz, Sapucaia e produtores independentes em uma extensão de 88 quilômetros quadrados entre os paralelos 21° 0' e 21° 41' sul e os meridianos 41° 23' e 41° 24' oeste.

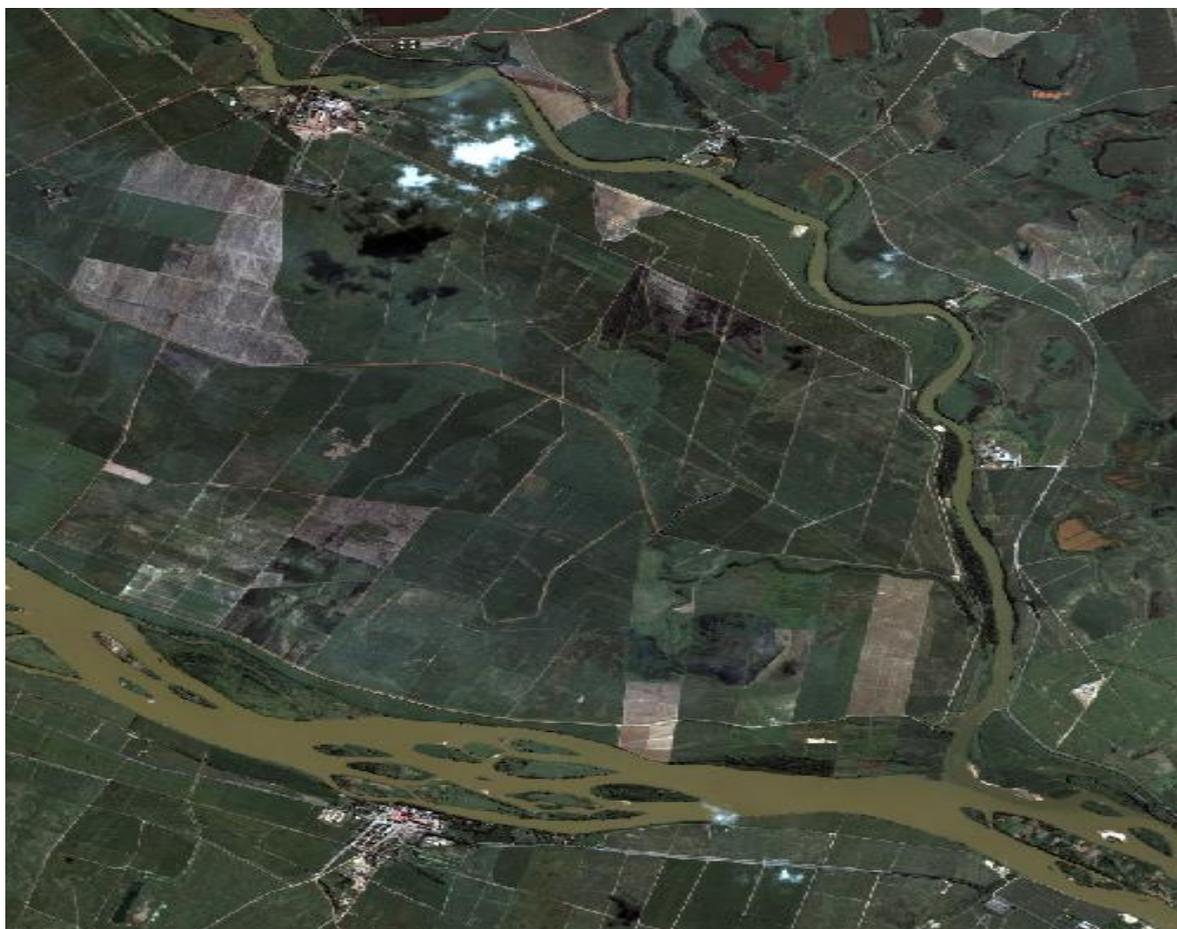


Figura 1- Localização da área estudada, por meio da imagem de satélite de alta resolução (Quick Bird, pixel 0,6 m por 0,6 m)

A área de estudo possui 5.318 hectares cultivados com cana-de-açúcar com variedades, espaçamento e declividade máxima do terreno de 12%, o que possibilita a colheita mecanizada e o trânsito de veículos destinados ao transporte de insumos e ao escoamento da produção. Com produtividade média de 48,40 t ha⁻¹

¹, planeja-se implementar o corte mecanizado da cana crua para colher 257.391, 20 toneladas anuais nas próximas dez safras.

Os preços utilizados na estimativa de custos e receitas foram coletados diretamente dos fabricantes e distribuidores de equipamentos agrícolas (colhedoras, tratores, transbordos e caminhões) e seus representantes da área técnica. Os dados obtidos representam valores médios de acompanhamento junto a empresas que operam colhedoras em condição semelhante à analisada, e de pesquisa realizada a provedores locais sobre preços de insumos e serviços.

A estimativa do número de colhedoras necessárias para atender a demanda do projeto, partiu-se da premissa que a velocidade de deslocamento das colhedoras empregada na simulação é de 5,39 km por hora, obtida por Ripoli et. al; (2001), e que apresentou melhor desempenho econômico, considerando uma eficiência de campo de 65%. A fórmula adotada para estimar a quantidade de colhedoras é a seguinte:

$$Q_{\text{Colhed}} = \frac{\text{TCC}}{\text{CcT} * \text{TP} * \text{DC}} \quad (1)$$

Em que,

$$\text{CcT} = \frac{\text{Veloc} * \text{TCH} * \text{L} * \text{E}}{10}$$

Onde,

Q_{colhed} = número de colhedoras de cana necessárias,

TCC = total de cana a ser colhida (t),

CcT = capacidade de campo teórica,

TCH = produtividade média dos talhões (t cana/ha),

Veloc = velocidade média de deslocamento das colhedoras (km/h),

L = número de sulcos colhidos por vez,

E = espaçamento entre sulcos (m),

TP = tempo produtivo, ou seja, o tempo em que a colhedora está efetivamente colhendo cana (h),

DC = duração da colheita (dias).

A duração da colheita foi convencionada em 210 dias contínuos, com as colhedoras funcionando 24 horas por dia. Como cada fabricante possui de um a dois modelos, selecionaram-se modelos semelhantes com pouca diferença nos valores referentes a custo e produtividade, e também, por apresentarem desempenho consideravelmente próximo, sendo então desconsideradas as marcas, o que permitiu a análise dos dados como se fossem provenientes de um mesmo produto.

Os custos considerados na alocação do equipamento contemplaram os seguintes itens: renumeração do capital investido; depreciação; seguros; salários e encargos sociais, peças e acessórios de reposição, combustível e lubrificantes e os preços utilizados referem-se ao mês de setembro de 2010. No fluxo de caixa, os custos inerentes ao transporte da cana crua assim como a sua recepção na indústria não estão considerados no estudo.

A entrada de recursos no fluxo de caixa são os valores recebidos pelos serviços de terceirização do corte e carregamento da cana-de-açúcar praticada pela Cooperativa Agroindustrial do Estado do Rio de Janeiro Ltda. – Cooagro, a seus associados, sendo essa a única fonte disponível nesse Município. À receita é acrescentada a venda dos equipamentos no seu valor residual no último ano do estudo.

A Tabela 2 mostra as variáveis utilizadas como fonte de receitas e parâmetros financeiros adotados para o fluxo de caixa do projeto. Estimou-se colher 257.391 toneladas anualmente durante os próximos dez anos.

Tabela 2. Fonte das receitas e parâmetros financeiros para o estudo de viabilidade econômica

Variáveis	Valor
Valor do serviço de corte - R\$/t	13,50
Valor do serviço de embarque- R\$/t	2,00
Capital de terceiros - %	100
Taxa mínima de atratividade - %	9,5
Imposto de renda - %	27
Depreciação anual - %	10
Horizonte do projeto - anos	10

Fonte: Banco do Brasil, Ministério da Fazenda

Para fins de estudo de viabilidade econômica, tomou-se como referência de entrada de recursos no fluxo de caixa, o valor fixo de R\$ 15,50 por tonelada cortada e embarcada. No último ano do estudo considera-se como receita o montante estimado pela venda dos equipamentos no seu valor residual, sendo 10% de depreciação praticada anualmente em um período de 10 anos.

Todo o capital investido no projeto é através de financiamento do Banco de Desenvolvimento – BNDES, a taxa de juros de 9,5% anual e com uma alíquota de imposto de renda de 27% anual (Brasil, 2010).

3.3.2.2. Avaliação da viabilidade econômica

A análise da viabilidade econômica foi realizada em duas etapas, a primeira delas consistindo na construção dos fluxos de caixa que, uma vez obtidos, possibilitaram o cálculo dos indicadores de rentabilidade das atividades consideradas.

Os fluxos de caixa são valores monetários que representam as entradas e saídas dos recursos e produtos por unidade de tempo, os quais compõem uma proposta ou um projeto de investimento. São formados por fluxos de entrada (receitas efetivas) e fluxos de saída (dispêndios efetivos), cujo diferencial é denominado fluxo líquido (Noronha, 1987).

Todos os preços empregados na análise econômica sejam de produtos ou de insumos, foram coletados e disponibilizados na própria região, para refletir o real potencial econômico das alternativas testadas. Foram utilizados, como indicadores de resultado econômico, o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) que têm como vantagem, o fato de considerarem o efeito da dimensão tempo dos valores monetários.

O VPL consiste em transferir para o instante atual todas as variações de caixa esperada, descontá-las a uma determinada taxa de juros, e somá-las algebricamente.

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + K)^t} \quad (2)$$

O VPL é o valor presente líquido; I é o investimento de capital na data zero, FC_t representa o retorno na data t do fluxo de caixa; n é o prazo de análise do projeto; e, k é a taxa mínima para realizar o investimento, ou custo de capital do projeto de investimento.

A TIR de um projeto é a taxa que torna nulo o VPL do fluxo de caixa do investimento. É aquela que torna o valor presente dos lucros futuros equivalentes aos dos gastos realizados com o projeto, caracterizando, assim, a taxa de remuneração do capital investido.

$$0 = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} \quad (3)$$

3.3.2.3. A tomada de decisão sob condições de risco

Além da produtividade, outros elementos que afetam o orçamento possuem probabilidade de variarem, como por exemplo, os preços dos insumos e produtos. São difíceis de prever em que níveis estarão os preços um ano ou vários anos mais tarde ou é difícil estimar os custos de oportunidade de um determinado insumo.

Para se determinar quais as variáveis podem influenciar sua viabilidade econômica utiliza-se a análise de sensibilidade. Essa técnica permite determinar em que medida um erro ou modificação de uma das variáveis incide nos resultados (Buarque, 1991). Visando minimizar os possíveis insucessos na execução da questão avaliada é importante conhecer e determinar as variáveis que tenham maior impacto econômico.

O procedimento básico para se fazer uma análise de sensibilidade consiste em escolher o indicador a sensibilizar; determinar sua expressão em função dos parâmetros e variáveis escolhidos; por meio de um programa de computação obtêm-se os resultados a partir da introdução dos valores dos parâmetros na expressão; faz-se a simulação mediante variações em um ou mais parâmetros e verifica-se de que forma e em que proporções essas variáveis afetam os resultados finais em termos de probabilidade.

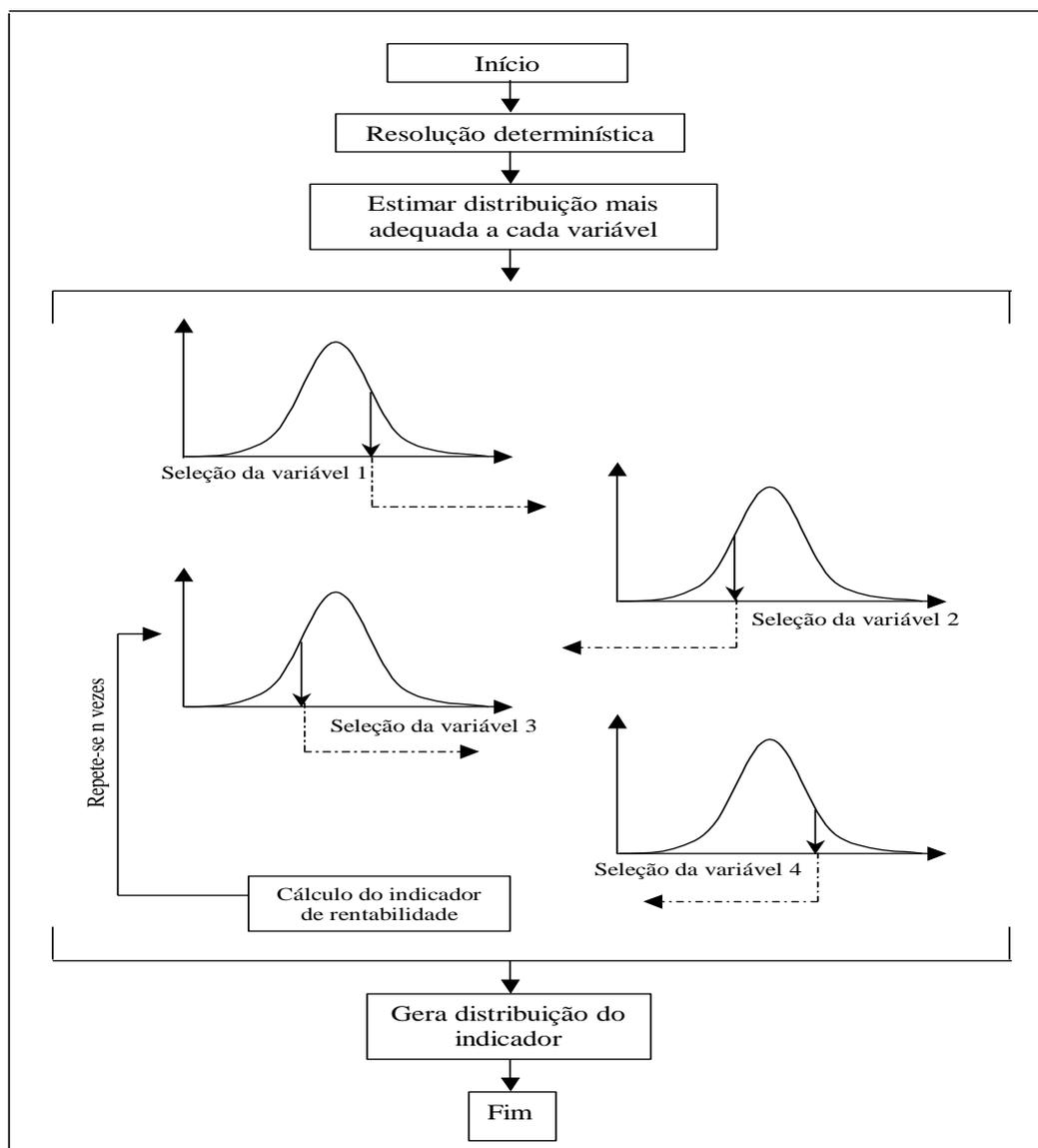
Para avaliar o risco envolvido nos diversos sistemas, foi empregada a técnica da simulação de Monte Carlo. O princípio básico dessa técnica reside no fato de que a frequência relativa de ocorrência do acontecimento de certo fenômeno tende a aproximar-se da probabilidade de ocorrência desse mesmo fenômeno, quando a experiência é repetida várias vezes assumem valores aleatórios dentro dos limites estabelecidos (Hertz, 1964).

De acordo com Noronha (1987), a sequência de cálculos para a realização da simulação de Monte Carlo é a seguinte: (1) Identificar a distribuição de probabilidade de cada uma das variáveis relevantes do fluxo de caixa do projeto; (2) Selecionar ao acaso um valor de cada variável, a partir de sua distribuição de probabilidade; (3) Calcular o valor do indicador de escolha cada vez que for feito o sorteio indicado no item 2; (4) Repetir o processo até que se obtenha uma confirmação adequada da distribuição de frequência do indicador de escolha. Essa distribuição servirá de base para a tomada de decisão.

A Figura 2, adaptada de Casarotto Filho e Kopittke (2000), ilustra o processo de simulação de Monte Carlo para uma situação de quatro variáveis.

Dada a impossibilidade de estudar a distribuição de probabilidade de todas as variáveis, a melhor alternativa consiste em identificar, mediante análise de sensibilidade, aquelas que têm maior efeito sobre o resultado financeiro do projeto. Outro aspecto é que, embora existam, estatisticamente, vários tipos de distribuições de probabilidade, a tarefa de identificar a distribuição específica de uma determinada variável é frequentemente custosa.

Em face da dificuldade envolvida na identificação das distribuições de probabilidade de cada uma das variáveis mais relevantes, é procedimento usual empregar a distribuição triangular, como se fez no presente trabalho. Essa distribuição é definida pelo nível médio mais provável ou moda (m), por um nível mínimo (a) e um nível máximo (b), o que é importante quando não se dispõe de conhecimento suficiente sobre as variáveis.



Fonte: Casaroto Filho e Kopittke (2000).

Figura 2 – Processo de simulação de Monte Carlo para uma simulação de quatro variáveis

Por meio da utilização do programa Excel, propõe-se uma distribuição de probabilidade para cada uma das variáveis, nesse caso a distribuição triangular. Mediante a geração de números aleatórios, valores são obtidos para essas

variáveis, daí resultando vários fluxos de caixa e, conseqüentemente, vários indicadores de resultados para o projeto. Pela repetição desse procedimento um número significativo de vezes, gera-se a distribuição de frequências do indicador do projeto, que permite aferir a probabilidade de sucesso ou insucesso do mesmo.

3.3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.3.1. Determinação das necessidades de equipamentos

Baseado no modelo de simulação proposto para uma eficiência operacional das colhedoras de 65%, e considerando os coeficientes e dados técnicos levantados no cenário do estudo de caso, Tabela 3, calculou-se em dois os números de colhedoras necessárias para atender o projeto.

A eficiência operacional de 65% utilizada no estudo foi considerada adequada para as condições de campo em que as máquinas irão operar e com operadores e pessoal de apoio experiente e devidamente treinados.

Tabela 3. Coeficientes e dados técnicos utilizados para estimar o número de colhedoras necessárias do projeto. Setembro/2010

Especificação	Quantidade
Área total colhida safra (ha)	5.318
Tonelada de cana/hectare (t ha ⁻¹)	48,40
Produção total por máquina (t)	128.167
Duração da safra (dias)	210
Toneladas colhidas por máquina/dia (t dia ⁻¹)	610,32
Colheita diária (t)	1.220,64
Velocidade colhedora (km h ⁻¹)	5,39
Linha – espaçamento (m)	1 X 1,5
Tempo efetivo da colhedora (h)	15,6

Fonte: resultados da pesquisa

Nota-se que o rendimento diário de cada colhedora foi estimado em 610,32 toneladas, em que cada máquina colhe 128.167 toneladas, para um total de 256.334 toneladas no final da safra, valor este, muito próximo as 257.391 toneladas fixadas no projeto.

Para atender a produção anual de 257.391 toneladas de cana crua, os seguintes equipamentos são alocados: além das duas colhedoras de cana picada, são necessários quatro tratores canavieiros, oito transbordos, um veículo oficina-abastecedor-bombeiro e um caminhão ou carro-pipa.

3.3.3.2. Relação de investimentos e custos operacionais

Para implantação do projeto ora proposto, será necessária a realização de investimentos em maquinário e equipamentos na ordem de R\$ 3.956.080,00 (Tabela 4). É importante ressaltar que os valores envolvidos na aquisição da frota mecanizada para colheita da cana crua, mostram ser altamente expressivos e investidos já no primeiro ano do projeto.

Tabela 4 – Investimento inicial em maquinário e equipamentos para o projeto, setembro 2010 (em R\$)

Equipamentos	Unidades	Unidade	Total
Colhedora de cana picada	2	950.000,00	1.900.000,00
Transbordos	8	90.000,00	720.000,00
Tratores	4	220.000,00	880.000,00
Caminhão Pipa	1	216.475,00	216.475,00
Comboio-oficina-bombeiro	1	239.605,00	239.605,00
Total investimento			3.956.080,00

Fonte: resultados da pesquisa

Conforme ilustra a Figura 3, do total dos investimentos realizados no projeto, 48,03% são destinados à aquisição de 2 colhedoras e que representa a maior parcela dos investimentos. Outro valor significativo é representado pelos investimentos para aquisição dos tratores para o carregamento da cana picada,

com cerca dos 22%, seguido dos investimentos em transbordos em torno de 18%. Já os investimentos destinados à aquisição do caminhão-pipa e do comboio-oficina-bombeiro representam 11,53%.

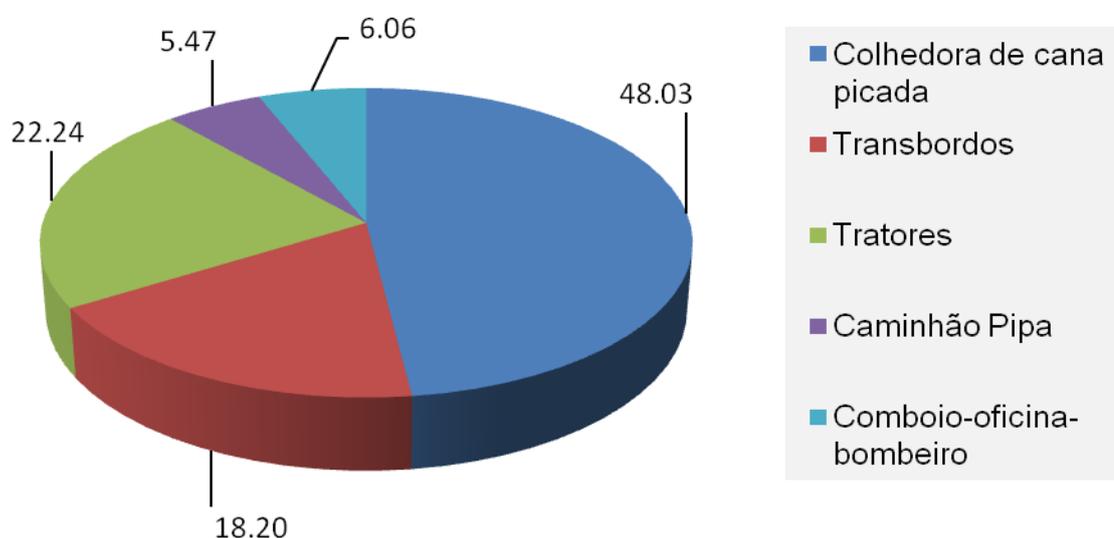


Figura 3 - Composição percentual de investimento em equipamentos.

Em relação aos custos operacionais do projeto, a Tabela 5 mostra a distribuição da estrutura geral de custos da operação formada pelo custo fixo total anual somado ao custo variável total anual. Os custos fixos foram agrupados em componentes que envolvem as despesas geradas pela compra das máquinas e equipamentos (depreciação, manutenção, juros sobre o capital, seguro, alojamento, serviços terceirizados e mão de obra fixa) e que não dependem do tempo do uso do maquinário.

Nos custos variáveis foram agrupados todos os componentes que participam do processo, conforme a atividade produtiva se desenvolve. Nesse caso consideraram-se as despesas em mão de obra temporária, combustíveis e graxas.

Tabela 5 – Estrutura geral de custos do projeto, em R\$ e correspondente ao mês de setembro de 2010

Especificação	Ano 1	Ano 2	Ano 3	...	Até ano 10
A - Custos fixos					
Mão de obra fixa	75.576,00	75.576,00	75.576,00		75.576,00
Seguro e alojamento	145.623,00	145.623,00	145.623,00		145.623,00
Serv. terceirizados	47.473,00	47.473,00	47.473,00		47.473,00
Manutenção	270.970,00	270.970,00	270.970,00		270.970,00
Depreciação	348.908,00	348.908,00	348.908,00		348.908,00
Sub total	888.550,00	888.550,00	888.550,00		888.550,00
B - Custos variáveis					
Mão de obra	274.087,00	274.087,00	274.087,00		274.087,00
Combustível	1.084.104,00	1.084.104,00	1.084.104,00		1.084.104,00
Graxa	7.377,00	7.377,00	7.377,00		7.377,00
Sub total	1.365.568,00	1.365.568,00	1.365.568,00		1.365.568,00
Total	2.254.118,00	2.254.118,00	2.254.118,00		2.254.118,00

Fonte: elaborado pelo autor

Observa-se que enquanto os custos variáveis decorrentes de insumos e serviços corresponderam a 60,58%, os custos fixos representaram menos da metade (39,42%) dos custos totais da operação. Nota-se que são elevados os custos diretamente ligados ao processo produtivo (com exceção da graxa), em que o valor dos combustíveis, em comparação com a mão de obra, aparece com um peso significativo devido à demanda elevada de óleo diesel de toda a frota mecanizada, ao consumir anualmente 567 mil litros a um preço unitário de R\$1,912.

Em geral, os custos fixos com pessoal administrativo correspondem a despesas em salários para um profissional em engenharia e seu auxiliar, acrescidos de encargos sociais. A despesa de mão de obra temporária considerada nos custos variáveis refere-se a salários de operadores de colhedoras, tratoristas, motoristas, mecânicos e auxiliares, acrescidos também os encargos sociais.

Os itens seguro e alojamento foram apurados com base na alíquota de 4,5% sobre os valores totais das colhedoras, tratores, caminhão pipa e comboio-oficina-bombeiro. Já para os serviços a terceiros utilizou-se uma alíquota de 1,2% sobre o valor total dos investimentos.

No que concerne às despesas com manutenção, o item mais expressivo é o de peças de reposição seguido de óleos lubrificantes e pneumáticos. Ao final deste horizonte de investimento, os insumos que ainda não haviam exaurido foram contabilizados como receitas neste último ano. Dessa forma, os valores residuais do maquinário e do equipamento (R\$467.000,00) entraram como receitas no final.

3.3.3.3. Avaliação dos investimentos e análise do cenário

Os valores do fluxo de caixa resultaram das estimativas de receitas e das despesas ao longo de 10 anos do horizonte do projeto (Tabela 6). Para estimativa das receitas, consideram-se a quantidade de 257.39 mil toneladas de cana a ser colhida, e o preço por tonelada cortada e carregada de R\$ 15,50. Portanto, a receita operacional obtida por ano, tem sido de R\$ 3,989.545,00; acrescentando R\$ 467.000,00 no último ano do projeto e que corresponde ao valor residual do maquinário e equipamento.

Tabela 6 – Fluxo de caixa do projeto (R\$ x 1000)

ESPECIFICAÇÃO	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Investimento inicial	-3.956,08					
Receita operacional		3.989,55	3.989,55	3.989,55	3.989,55	3.989,55
Custo operacional		-2.254,12	-2.254,12	-2.254,12	-2.254,12	-2.254,12
Lucro operacional		1.735,43	1.735,43	1.735,43	1.735,43	1.735,43
Imposto de renda		-469,18	-469,18	-469,18	-469,18	-469,18
Fluxo de caixa bruto		1.266,25	1.266,25	1.266,25	1.266,25	1.266,25
Depreciação		348,91	348,91	348,91	348,91	348,91
Fluxo de caixa Líquido	-3.956,08	1.615,16	1.615,16	1.615,16	1.615,16	1.615,16
Fluxo de caixa acum.	(3.956,08)	-2.340,92	-725,76	889,40	2.504,56	4.119,72

Especificação	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
Investimento inicial					
Receita operacional	3.989,55	3.989,55	3.989,55	3.989,55	4.456,55
Custo operacional	-2.254,12	-2.254,12	-2.254,12	-2.254,12	-2.254,12
Lucro operacional	1.735,43	1.735,43	1.735,43	1.735,43	2.202,43
Imposto de renda	-469,18	-469,18	-469,18	-469,18	-595,27
Fluxo de caixa bruto	1.266,25	1.266,25	1.266,25	1.266,25	1.607,16
Depreciação	348,91	348,91	348,91	348,91	348,91
Fluxo de caixa Líquido	1.615,16	1.615,16	1.615,16	1.615,16	1.956,07
Fluxo de caixa acum.	5.734,88	7.350,04	8.965,20	10.580,36	12.536,43
VPL (R\$)					6.322,72
TIR (%)					39,48

Fonte: elaborado pelo autor

Nota-se que o fluxo de caixa acumulado mostra que, já a partir do terceiro ano o projeto, apresenta retornos que possibilitam a cobertura tanto dos investimentos quanto dos custos incorridos no processo.

Os indicadores de rentabilidade obtidos para a atividade apontam para atratividade econômica e financeira do projeto. O Valor Presente Líquido – VPL, estimado no valor de R\$ 6.322.719,90; apresentou-se positivo para a taxa de desconto considerada. No que se refere à Taxa Interna de Retorno - TIR, a atividade é recomendada ao remunerar o capital investido à taxa de 39,48% a. a.; uma vez que este indicador apresentou-se superior à taxa mínima de atratividade que é de 9,5%.

Em um projeto de investimento de longo prazo vários são os fatores – sejam eles sistemáticos ou não sistemáticos – que podem contribuir para a incerteza do empreendimento. Neste particular, a análise de sensibilidade serviu

para identificar e medir o efeito de cada variável testada de forma independente sobre a rentabilidade do investimento.

Os resultados dessa técnica são descritos na Tabela 7, mostrando o efeito, sobre a taxa interna de retorno e o valor presente líquido do projeto, advindo de uma variação no sentido desfavorável, de 10% nos preços de insumos e serviços. Os itens que se mostraram mais sensíveis em ordem decrescente foram, a produção da cana junto com o preço do corte e embarque, óleo diesel, investimentos em colhedoras e a mão de obra.

Tabela 7 – Redução em pontos percentuais na TIR e no VPL decorrente de uma variação de 10% no preço de insumos e serviços

ITEM	VPL	TIR	VARIAÇÃO
Produção de cana	3.861.433,56	28,54%	27,71%
Preço do corte	3.861.433,56	28,54%	27,71%
Óleo diesel	5.685.701,28	36,63%	7,21%
Inv. em colhedoras	6.176.388,29	37,57%	4,83%
Mão de obra	6.194.294,76	38,83%	1,65%

Fonte: elaborado pelo autor

Nota-se que a produção e o preço de corte da cana-de-açúcar foram as variáveis de maior impacto sobre a taxa interna de retorno do projeto. Assim, para uma queda de 10% na produção e no preço recebido pelo empreendedor, ocorre redução da taxa interna de retorno, em pontos percentuais de 27,71% e uma redução no valor presente líquido de 39,34%.

O custo do óleo diesel ocupou o terceiro lugar na análise de sensibilidade, seguido dos investimentos em colhedoras. Por último, a mão de obra foi a variável que menos afetou o fluxo de caixa. Resultados semelhantes foram obtidos por Golynski et al (2006), ao constatar que a produção e o preço de venda do produto afetam os indicadores econômicos em uma análise de sensibilidade.

Pode-se dizer que o produtor convive, frequentemente, com a incerteza, e uma das finalidades da avaliação econômica de projetos é diminuir o grande risco assumido nas decisões, sendo interessante ao produtor saber qual a margem de segurança dos resultados da análise, antes de tomar sua decisão final. A

avaliação econômica baseada nos indicadores e na análise de sensibilidade é necessária, porém insuficiente para uma tomada de decisão segura, cabendo assim, acrescentar a análise de risco para oferecer uma estimativa numérica dos riscos do projeto.

Nesse sentido, a análise de sensibilidade realizada anteriormente é apenas o primeiro passo para lidar com riscos, uma vez que considera a influência das variáveis independentemente, quando se sabe que variáveis positivamente correlacionadas devem ser analisadas em conjunto. É importante que se tenha noção das probabilidades de ocorrência de situações adversas, bem como suas consequências sobre os resultados do projeto.

A Figura 5 mostra a distribuição de probabilidade acumulada do VPL obtido mediante Simulação de Monte Carlo. É importante que se tenha noção das probabilidades de ocorrência de situações adversas, bem como suas consequências sobre os resultados do projeto.

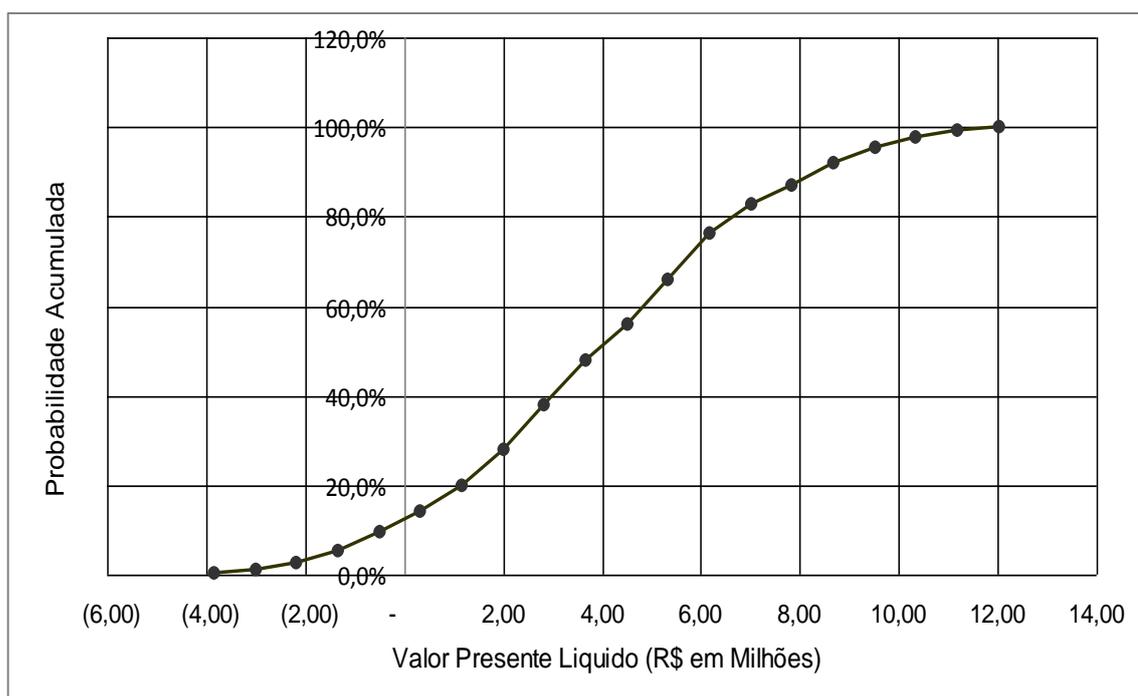


Figura 5 – Distribuição de probabilidade acumulada do Valor Presente Líquido obtido mediante Simulação de Monte Carlo para o projeto de colheita mecanizada no município de Campos dos Goytacazes.

Sabe-se que as informações usadas na avaliação de projetos são sempre projeções para o futuro dos valores das variáveis que formam o fluxo de caixa e, portanto, são estimativas sujeitas a erros. Com essa análise, têm-se condições de

oferecer as probabilidades de que o projeto venha a reduzir certos valores especificados.

A Simulação de Monte Carlo forneceu a probabilidade de essas situações adversas acontecerem. Observou-se pela simulação que a probabilidade do empreendimento obter um VPL negativo para o projeto é de 11,35%.

O resultado da simulação de Monte Carlo permite inferir que o risco do projeto dar incerto é relativamente baixo. Entretanto, quanto ao risco de um projeto, deve-se considerar não somente a incerteza econômica, agrícola e tecnológica e outros tipos de incertezas, como também as associadas às políticas públicas, à legislação ambiental e ao modelo de planejamento e gestão administrativa.

3.3.4. RESUMO E CONCLUSÕES

Os resultados nas condições analisadas levam a conclusão de que a colheita mecanizada é viável econômica e financeiramente. Todos os indicadores de avaliação econômica mostraram-se favoráveis à implementação desta atividade, apresentando-se com uma baixa probabilidade de não atingir sucesso desse empreendimento.

Entretanto, ao considerar o valor do dinheiro no tempo, demonstra-se que sua viabilidade fica na dependência de certos fatores de extrema importância. O principal deles é justamente o preço cobrado pelo serviço do corte e embarque, devendo-se lembrar de que nesse sistema quanto menor é a eficiência, maior são seus custos e, portanto, maiores também as possibilidades do projeto se tornar inviável.

A análise de sensibilidade revelou que a produção e o preço do corte da cana são as variáveis, cuja mudança apresenta maior impacto no fluxo de caixa, haja vista que as mesmas estão diretamente relacionadas com as receitas. A análise também revelou a importância do preço do óleo diesel, que pelo lado das despesas, foi a variável que apresentou maior impacto no fluxo de caixa, seguido dos custos relativos a investimentos em colhedoras e mão de obra.

Uma possível saída para o setor na região seriam ações mais efetivas dos órgãos de classe e das unidades industriais, que estimulem a formação de núcleos e práticas associativas de pequenos e médios produtores, com o objetivo de viabilizar e racionalizar o uso de insumos, máquinas agrícolas e mão de obra; assim como a adesão de novas tecnologias na procura de reduzir custos.

Por outro lado, é importante frisar que o projeto como um todo se mostra viável, segundo as premissas adotadas. Quaisquer alterações nos parâmetros básicos utilizados para o estabelecimento do fluxo de caixa certamente produzirão indicadores diferentes dos encontrados. Logo, a observação é muito importante, porque, pelo estudo, pretende-se justamente evidenciar a necessidade de que cada caso seja analisado individualmente, com todas as suas especificidades.

3.3.5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BUARQUE, C. (1991) **Avaliação econômica de projetos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 266p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES. **FINAME: condições financeiras aplicáveis**.

Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/linhas/condicoes_finame.asp>. Acesso em 20 jul. 2010.

CASAROTTO FILHO, N., KOPITKE, B. H. (2000) **Análise de investimentos: Matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 458p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2011) **Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-de-açúcar safra 2010/2011**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_01_06_09_14_50_boletim_cana_3o_lev_safra_2010_2011..pdf. Acesso 13 abril 2011

COSTA, J.A.B., PONCIANO, N.J.; SOUZA, P.M., RIBEIRO, A.C. (2009) **Avaliação da competitividade do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar na região norte fluminense**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 166p.

GOLYNSKI, A.; PONCIANO, N.J.; SOUZA, P.M. (2006) Avaliação econômica da produção de Maracujá (*Passiflora edulis* Sims f.) na região norte do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Econômica e Desenvolvimento**, n. 18, p. 16-32.

HERTZ, O.B. (1964) Risk analysis in capital investment. **Harvard Business Review**, 42(1): 95- 106.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – **Levantamento Sistemático da produção Agrícola**. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>. Acesso 08 abr. 2011.

PONCIANO, N.J.; FERNANDES, P.G.; SOUZA, P.M.; NEY, M.G. COSTA, J.A.B. (2010) Avaliação econômica do cultivo de cana no sistema convencional e no sistema Meiose. Anais do XLVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, **Administração e Sociologia Rural. Tecnologias, Desenvolvimento e Integração Social**. Campo Grande, MS.

NORONHA, J.F. (1987) **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. 2 ed. São Paulo, Atlas, 269p.

RAMÃO, F.P.; SCHNEIDER I.E.; SHIKIDA, P.F.A. (2007) Padrão tecnológico no corte da cana-de-açúcar: Um Estudo de Caso no Estado do Paraná. **Rev. de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 54, n. 1, p. 109-122, jan./jun. 2007

RIPOLI, M. L. C. T. C. C., CARVALHO FILHO, S. M., MOLINA JUNIOR, W. F. (2001) **Desempenho econômico de colhedora em cana crua**. Engenharia Rural, Piracicaba, v. 12, p. 1-5, 2001.

VEIGA, C.F.M.; VIEIRA, J.R.; MORGADO, I.F. (2006) **Diagnostico da cadeia produtiva da cana-de-açúcar do Estado do Rio de Janeiro**: relatório de pesquisa. Rio de Janeiro: FAERJ: SEBRAE/RJ.

VIEIRA. G. (2003) **Avaliação do custo, produtividade e geração de emprego no corte de cana-de-açúcar, manual e mecanizada, com e sem queima prévia**. Dissertação (Mestrado) FCA/UNESP – Universidade “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 127p.

4. RESUMOS E CONCLUSÕES

A colheita mecanizada da cana-de-açúcar deverá ter cada vez mais participação na cultura canavieira fluminense, como consequência da perda de competitividade do setor, para atender exigências legais que regulamentam o uso do fogo como prática prévia ao corte da cana e pressões exercidas pelos ambientalistas. Com a aprovação da Lei nº 2049, de 22 de dezembro de 1992, atualmente em vigor, ficou estabelecido para o ano de 1996, a proibição do uso

do fogo na colheita da cana. Portanto, o corte mecanizado em canaviais sem queima prévia, passou a ser considerado um caminho sem volta.

Neste estudo, foram apresentados três trabalhos com o objetivo de avaliar técnica e economicamente diferentes sistemas de colheita no município de Campos dos Goytacazes, do Estado do Rio de Janeiro. Por tal motivo, com o primeiro trabalho buscou-se identificar e caracterizar os principais fatores técnicos que afetam a implantação do sistema de colheita mecanizada sem queima prévia.

A avaliação dos fatores e condições de campo, que interferem na capacidade operacional das colhedoras e, que influenciam a viabilidade da implantação da colheita mecanizada, foi obtida em uma área de 88 quilômetros, localizada nas imediações das terras administradas pelas usinas Santa Cruz, Sapucaia e produtores independentes.

Para correlacionar os componentes de viabilidade desse sistema de colheita procuraram-se obter os seguintes parâmetros: área, comprimento, largura e irregularidade dos talhões. Além de área cultivada, variedades, produtividade e espaçamento entre fileiras. A partir da caracterização da área de estudo e dos dados obtidos para cada variável, foram feitas as análises numéricas que as quantificasse de modo mais apurado.

Com o objetivo de estimar os custos operacionais dos sistemas de colheita manual e mecanizado de cana-de-açúcar com e sem queima, foi realizado o segundo trabalho, conduzido no campo de produção agrícola da Fazenda Feliz Terra Agrícola, pertencente ao Grupo Itamaraty, localizada na comunidade de Goytacazes – antiga Usina São José.

As observações e coleta de dados foram levantadas em talhões com características semelhantes quanto a: declividade; variedade e produtividade de cana cortada por talhão. Considerou-se no levantamento os números de trabalhadores envolvidos, máquinas, equipamentos e veículos de apoio e se contabilizaram os tempos de trabalho para cada frente de corte.

Para cada sistema de corte foi estimado o total de toneladas/homem-ano de cana-de-açúcar, colhida manualmente com e sem queima prévia, e o total colhido em toneladas/máquina-ano de cana-de-açúcar com e sem queima prévia, e seus dados relacionados à mão de obra em cada talhão estudado.

O desempenho operacional no corte manual feito pelos trabalhadores braçais foi medido em toneladas cortadas por hora homem. Para o corte

mecanizado, o desempenho operacional da colhedora foi mensurado pela quantidade total cortada no talhão e o tempo em horas para realizar a operação.

As informações para compor os custos operacionais dos diferentes sistemas de colheita foram obtidas através do departamento agrícola e de contabilidade da Fazenda Feliz Terra Agrícola. Quanto aos custos operacionais da colheita manual com e sem queima prévia foram considerados os gastos realizados em salários e encargos sociais, seguros e transporte de pessoal, uniformes e equipamentos de trabalho, carregamento e reboque dos colmos. Considerou-se mão de obra direta os cortadores e como indireta o fiscal, medidor – apontador, catador e técnico de produção.

No corte mecanizado com e sem queima prévia, os custos operacionais foram relacionados ao maquinário e equipamento e incluíram depreciação, juros sobre o capital, abrigo, manutenção e reparos, combustível, lubrificantes e mão de obra. Considerou-se mão de obra direta os operadores da colhedora e como indireta o fiscal, mecânico-abastecedor e motorista-bombeiro.

No terceiro trabalho objetivou-se determinar, mediante o cálculo do Valor Presente Líquido e da Taxa Interna de Retorno da análise de sensibilidade, bem como pelo método de Monte Carlo, a rentabilidade e o risco da implementação de mecanização da colheita. O estudo foi conduzido em uma área de 88 quilômetros, localizada nas imediações das terras administradas pelas usinas Santa Cruz, Sapucaia e produtores independentes e que possui 5.318 hectares cultivados com cana-de-açúcar, sendo a produtividade média de 48,40 t ha⁻¹.

A estimativa do número de colhedoras necessárias para atender a demanda do projeto, partiu-se de um modelo de simulação que considerou uma velocidade de deslocamento das colhedoras de 5,39 km-h⁻¹ e uma eficiência de campo de 65%. Considerou-se um horizonte do projeto de 10 anos e a duração da colheita foi estimada em 210 dias contínuos, com as colhedoras funcionando 24 horas por dia.

Os custos considerados na alocação do equipamento contemplaram os seguintes itens: renumeração do capital investido; depreciação; seguros; salários e encargos sociais; peças e acessórios de reposição; combustível e lubrificantes; e os preços utilizados referem-se ao mês de setembro de 2010. No fluxo de caixa, os custos inerentes ao transporte da cana crua, assim como a sua recepção na indústria não estão considerados no estudo.

As informações para compor os coeficientes técnicos utilizados na montagem do fluxo de caixa foram coletadas diretamente dos fabricantes e dos distribuidores de equipamentos agrícolas e seus representantes da área técnica e representam valores médios de acompanhamento junto a empresas que operam colhedoras em condição semelhante à analisada.

Com os dados obtidos pode-se concluir:

- As variáveis analisadas para implementar a colheita mecanizada da cana-de-açúcar mostraram elevadas variabilidade e heterogeneidade. As variedades cultivadas apresentaram apenas curvas de maturação média e média tardia e que existe limitação no plantio de variedades precoces e tardias na região. Dessa forma, detectaram problemas no planejamento de plantio que culmina em descompasso com o período de colheita;
- Para os fatores tamanhos de talhão e comprimento de fileira de plantio, constatou-se que eles se apresentam reduzidos, e, portanto, constituem sérias restrições para a eficiência da máquina colhedora, uma vez que reduzem a capacidade operacional onerando significativamente o custo da mecanização. Assim, tanto o tamanho do talhão e comprimento das fileiras de plantio quanto a largura dos carregadores são fatores restritivos para a mecanização da colheita da cana;
- A alta variabilidade do formato dos talhões compromete todas as operações mecanizadas no ciclo da cultura, desde o preparo do solo, plantio, tratamentos culturais e colheita. Essas irregularidades afetam mais as operações de colheita devido ao acompanhamento da unidade de transporte que recolhe os toletes picados;
- Com relação à declividade e ao espaçamento entre fileiras de plantio, constatou-se que a maioria dos valores encontrados é favorável ao sistema de colheita mecanizada. Outras adaptações para essas variáveis podem ser facilmente implantadas no planejamento de plantio;
- A condição de campo em que as máquinas irão operar interfere na

capacidade operacional das colhedoras. Os resultados obtidos mostraram que o tamanho, o comprimento e a irregularidade dos talhões são fatores restritivos a mecanização. O setor requer investimento em equipamentos e treinamento de operadores de máquinas. O planejamento de toda área dividindo os talhões de forma mais homogênea proporcionaria maior eficiência em todas as operações mecanizadas;

- Existe pouquíssima diferença entre a colheita com queima no sistema manual e a do mecanizado, em razão do custo por tonelada colhida. A menor diferença de 6% no corte mecanizado com colhedoras não considera o montante de capital mobilizado em investimento de máquinas e equipes agrícolas. Entretanto, o rendimento da colheita no sistema mecanizado apresenta vantagem para atender o fluxo de produção na indústria;
- Em colheita de cana sem queima prévia, evidencia-se maior vantagem para o sistema mecanizado, pois além do custo por tonelada colhida ser menor em 20% em relação ao sistema manual, somam-se os benefícios ambientais como a eliminação da prática da queima, proteção e conservação do solo. Além de outros benefícios econômicos em decorrência do aproveitamento da palha para geração de energia elétrica ou produção de álcool. Quanto ao rendimento, há semelhança aos da colheita mecanizada da cana com queima prévia;
- Apesar da vantagem competitiva apurada pelos resultados, a colheita mecanizada da cana crua, ainda incipiente no município, substitui muitos trabalhadores e os possíveis efeitos sociais e econômicos terão impacto imediato no emprego e na massa salarial, devido à quantidade de trabalhadores envolvidos no processo de colheita manual. Esta situação ficará mais evidente por ser uma mão de obra desqualificada para a maioria das outras atividades agrícolas e urbanas;
- Os resultados nas condições analisadas levam a conclusão de que a colheita mecanizada é viável econômica e financeiramente. Todos os

indicadores de avaliação econômica mostraram-se favoráveis à implementação desta atividade, apresentando-se com uma baixa probabilidade de não atingir sucesso desse empreendimento;

- Ao considerar o valor do dinheiro no tempo, demonstra-se que sua viabilização fica na dependência de certos fatores de extrema importância. O principal deles é justamente o preço cobrado pelo serviço do corte e embarque, devendo-se lembrar de que nesse sistema quanto menor é a eficiência, maior são seus custos e, portanto, maior também a possibilidade do projeto se tornar inviável;
- A análise de sensibilidade revelou que a produção e o preço do corte da cana são as variáveis, cuja mudança apresenta maior impacto no fluxo de caixa, haja vista que as mesmas estão diretamente relacionadas com as receitas. A análise também revelou a importância do preço do óleo diesel, que pelo lado das despesas, foi a variável que apresentou maior impacto no fluxo de caixa, seguido dos custos relativos a investimentos em colhedoras e mão de obra.

Recomenda-se que sejam analisados com mais profundidade o planejamento integrado de fornecedores e agroindústrias. Como também considerar, além dos aspectos de campo e de operações mecanizadas, aspectos de ordem administrativa e operativa para manter um fluxo constante de matéria-prima durante todo o período da safra.

A colheita mecanizada da cana-de-açúcar tem sido adotada como alternativa de substituição da colheita manual. Este sistema torna-se uma tendência irreversível e deverá ter cada vez mais participação na cultura canavieira, em parte devido à inviabilidade do corte da cana sem queima prévia e em parte por atender exigências legais que proíbem a prática do emprego do fogo nos canaviais.

Neste sentido, uma possível solução para o setor na região seriam ações mais efetivas dos órgãos de classe e das unidades industriais, que estimulem a formação de núcleos e práticas associativas de pequenos e médios produtores, com o objetivo de viabilizar e racionalizar o uso de insumos, máquinas agrícolas e

mão de obra; assim como a adesão de novas tecnologias na procura de redução de custos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAL

ALMEIDA, B.R.; RIPOLLI T.C.C.; NEVES, E.M. (2009) **Avaliação das perdas de cana-de-açúcar na colheita mecanizada em diferentes condições de sistematização de terreno.** Disponível em: <http://www.usp.br/siicusp/Resumos/17Siicusp/resumos/2773.pdf>. Acesso em: abr. 2010.

BALASTREIRE, L.A. (1990) **Máquinas agrícolas.** São Paulo: Manole, 307p.

BARBOZA, P., ZIVIANI, A.C., RIBEIRO, C. de P. (2007). Estudo de viabilidade técnica da implantação de uma empresa de colheita mecanizada de cana-de-açúcar na região de Acreúna-GO. **Boletim Técnico –UPIS – Faculdades Integradas.** Planantina – DF.

BENEDINI, M.S.; CONDE, A.C.(2008a) Espaçamento ideal de plantio para a colheita mecanizada da cana-de-açúcar. **Revista COPLACANA.** p. 26 – 28, out.

BENEDINI, M.S.; CONDE, A.C. (2008b) Sistematização de área para a colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **Revista COPLACANA.** p. 23-25, nov.

BENEDINI, M. S., DONZELLI, J. L. (2007) Desmistificando a colheita mecanizada da cana crua. **Revista Coplana,** v. 3, n. 40, p. 26-28.

BIANCHINI, A., MAGALHAES, P.S.G., BRAUNBECK, O. (2001) Cultivo do em áreas de cana crua. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos,** v. 19, n. 5, p. 30-33.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES. **FINAME: condições financeiras aplicáveis.** Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/linhas/condicoes_finame.asp>. Acesso em 20 jul. 2010.

BRAUNBECK O. A., Oliveira J. T. A. (2006) Colheita da cana-de-açúcar com auxílio mecânico. **Rev. Engenharia. Agrícola.** Jaboticabal, v.26, n.1, p.300-308.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES. **FINAME: condições financeiras aplicáveis.** Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/linhas/condicoes_finame.asp>. Acesso em 20 jul. 2010.

BUARQUE, C. (1991) **Avaliação econômica de projetos.** 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 266p.

CASAROTTO FILHO, N., KOPITCKE, B. H. (2000) **Análise de investimentos: Matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 458p.

CONAB (2011) - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-açúcar safra 2010/2011, terceiro levantamento**. Brasília, janeiro/2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/2lev-cana.pdf>: Acesso em 13 abr. 2011.

COSTA, J.A.B., PONCIANO, N.J.; SOUZA, P.M., RIBEIRO, A.C. (2009) Avaliação da competitividade do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar na região norte fluminense. **Anais do XLVII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Desenvolvimento Rural e Sistemas Agroalimentares: Os Agronegócios no Contexto de Integração das Nações. Porto Alegre, RS.

CNA (2008) - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Lei ambiental impõe mecanização da lavoura da cana**. Disponível em: http://ww.cna.org.br/.../down_anexo.php?q..20341Mecanizacaodacana...Acesso em 12 fev. 2010.

DELGADO, A. A. (1985) Os efeitos da queima dos canaviais. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 3, n. 6, p. 42-55.

FERNANDES, A. C., IRVINE, J. E. (1986) Comparação da produtividade da cana-de-açúcar por corte mecanizado e por corte manual. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 4, n. 6, p. 112-116.

FERREIRA, M.E.T. (2007) **A queimada da cana e seu impacto socio-ambiental - ADITAL**, Agência de Informação Frei Tito para América Latina. Disponível em: <http://www.adital.com.br/SITE/noticia>: Acesso em 18 de Nov. 2009.

FREDO, C.E., VEIGA, J.E.R., BAPTISTELLA, C.S.L., VICENTE, M.C.M. (2007) Estudo de IEA mostra que mecanização vai desempregar. **Jornal Cana**, Ribeirão Preto – SP, n. 166, Out. p.12.

FURLANI NETO, V. L. (2000) **Sistematização e adequação de áreas e máquinas para colheita mecanizada**, CD-ROM da Reunião Agrícola Fermentec, 5. Piracicaba, SP.

FURLANI NETO, V. L. (1994) Colheita mecanizada da cana-de-açúcar. **Revista STAB**. 12(3): 8-16.

FURLANI NETO, V.L., RIPOLI, T.C., VILLA NOVA, N.A. (1996) Avaliação de desempenho operacional de colhedora em canaviais com e sem queima previa. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, 15 (2): 18-23.

GARCIA F. R. ; SILVA S. L. (2010) Avaliação do corte manual e mecanizado da cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes, RJ. **REVENG**, Viçosa, v. 3, p. 234-240.

GOLYNSKI, A.; PONCIANO, N.J.; SOUZA, P.M. (2006) Avaliação econômica da produção de Maracujá (*Passiflora edulis Sims f.*) na região norte do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Econômica e Desenvolvimento**, n. 18, p. 16-32.

HERTZ, O.B. (1964) Risk analysis in capital investment. **Harvard Business Review**, 42(1): 95- 106.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – **Levantamento Sistemático da produção Agrícola**. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>. Acesso 08 abr. 2011.

KRONKA, P. F. B., MONTEIRO, J. H. (1999) Desempenho operacional de colhedoras na Usina Iturama. **Anais da Semana da Cana-de-Açúcar**, 4, Piracicaba: SECAPI p.46-48.

MARINHO, E.V.A.; KIRCHHOFF, V.W.J.H. (1991) **Efeito das queimadas da palha de cana-de-açúcar na baixa atmosfera**. São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas espaciais.

MATTOS, J. R. (1992) **Planejamento da lavoura para implementação e operacionalização mecânica da cana-de-açúcar**. Encontro Técnico 8. Ribeirão Preto. São Paulo.

MIALHE, L. G. (1974) **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 301p.

MILLER, L. C. – (2008) **Tecnologia Agrícola para Exploração e Manejo da Lavoura da Cana-de-Açúcar**. Artigo em Hipertexto. Disponível em:

http://www.sigacana.com.br/d_COLHEITA/4.PLANEJ_E_OPER_DA_COLHEITA_DE_CANA_INDUSTRIAL_atualiz.htm. Acesso em: 22/07/2010

MOTTA, R.R.; CALÔBA, G.M. (2006) **Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. 1. ed. São Paulo, Atlas, 392 p.

NEVES, J.L.M.; MAGALHÃES, P.S.G.; OTA, W.M. (2004) Sistema de monitoramento de perdas visíveis de cana-de-açúcar em colhedora de cana picada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.764-770.

NORONHA, J.F. (1987) **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. 2 ed. São Paulo, Atlas, 269p.

PACHECO, E.P. (2000) **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 21p. (Embrapa Acre. Documentos, 58).<http://www.cpaufac.embrapa.r/pdf/doc.58.pdf>. Acesso em 11 nov. 2009.

PIACENTINI, L. (2007) **Software para estimativa do custo operacional da máquina agrícola – Maqcontrol**. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Cascavel – PR, Universidade Estadual do Oeste – UNIOESTE, 95p.

PONCIANO, N.J.; FERNANDES, P.G.; SOUZA, P.M.; Ney, M.G. COSTA, J.A.B. (2010) Avaliação econômica do cultivo de cana no sistema convencional e no sistema Meiose. **Anais do XLVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Tecnologias, Desenvolvimento e Integração Social. Campo Grande, MS.

RAMÃO, F.P.; SCHNEIDER I.E.; SHIKIDA, P.F.A. (2007) Padrão tecnológico no corte da cana-de-açúcar: Um Estudo de Caso no Estado do Paraná. **Rev. de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 54, n. 1, p. 109-122, jan./jun. 2007

RIO DE JANEIRO. Lei n. 2049, de 22 de dezembro de 1992. **Dispõe sobre a proibição de queimadas da vegetação no estado do rio de janeiro em áreas e locais que especifica e dá outras providências**. Diário Oficial, Rio de Janeiro, 22 dez. 1992. Seção 1, p.2-3.

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

RIPOLI, T.C., PARANHOS, S.B. (1987) **Sistemas de colheitas**. In: PARANHOS, S.B. (coord): **Cana-de-Açúcar, Cultivo e Utilização**. Fundação Cargil, 2º volume, 856p.

RIPOLI, T.C.C. (1988) Fogo na palha? **Notícia da ESALQ**, Piracicaba, 1 (5): 2-3,

RIPOLI, T. C., VILLA NOVA, N. A. (1992) Corte mecanizado da cana-de-açúcar: novos desafios. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, 11 (1): 28-31.

RIPOLI, T.C.C., CARBALHO FILHO, S.M., MOLINA JUNIOR, W.F., RIPOLI, M.L.C. (2001) Desempenho econômico de colhedora em cana crua. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 12, p. 1-5.

RIPOLI, T.C.C., RIPOLI, M.L.C. (2005) **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. 2. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 302p.

ROBIN, P., YAMAMASHITA, R. Y. (1989) Estudo e proposta de método alternativo para o corte da cana-de-açúcar. **Rev. Álcool & Açúcar**, São Paulo: Nova Mídia, v. 9, n. 46, p.22-32.

ROCHA, D. (2007) **Colheita de Cana: mecanizar ou humanizar**. Artigo publicado em 16/06/2007. Disponível em <http://www.zootecniabrasil.com.br>. Acessado em 19/07/09.

RODRIGUES, A.B., ABI SAAD, O.J.G. (2007) Avaliação técnico-econômica da colheita manual e mecanizada da cana-de-açúcar na região de Bandeirantes – PR. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, 28 (4): 581-588.

ROMANACH, L. M., CARON, D. (1999) Emprego, trabalho, custos e mecanização da colheita da cana-de-açúcar. **Rev. Saccharum**, n. 1, p.54-6, 1999. (Anais da 4ª SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA/ SECAPI (1999).

SOUZA, Z.M.; MELO PRADO, R.; PAIXÃO, A.C.S.; CESARIN, L.G. (2005) Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 18 (3): 271-278.

SOUZA, I.C. de, CASTRO, S.D., ROSA, R.F., (2000) Viabilidade econômica da colheita mecânica de cana-de-açúcar. **Agrianual 2000**, p. 253-257.

TILLMANN, C. A. da C. (1994) **Avaliação dos desempenhos operacional e econômico do sistema de colheita semi-mecanizado em cana-de-açúcar com e sem queima prévia**. Piracicaba, 1994. 111p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

TORREZAN, H.F. (2006) **Colheita mecanizada da cana de açúcar. Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ/USP, 415p.

VEIGA FILHO, A. A., SANTOS, Z.A.P. VEIGA, J.E.R., OTANI, M.N., YOSHII, R.J. (1995) Estimativa de desemprego na colheita de cana decorrente de mecanização. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, 13 (4): 19-21.

VEIGA FILHO, A. (1999) Estudo do processo de mecanização do corte na cana-de-açúcar: o caso do Estado de São Paulo. **RECITEC**, Recife, 3 (1): 74-99.

VEIGA FILHO, A.A. (2003) **Comentários sobre aspectos técnicos e políticos das queimadas de cana**. Artigo em Hipertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/artigos/queimadas_cana/index.htm em 05/07/2009.

VEIGA FILHO, A.A. (2006) **Comentários sobre aspectos técnicos e políticos das queimadas de cana**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/artigos/queimadas_cana/index.htm>. Acesso em: 05/07/2009

VEIGA, C.F.M.; VIEIRA, J.R.; MORGADO, I.F. (2006) **Diagnostico da cadeia produtiva da cana-de-açúcar do Estado do Rio de Janeiro**: relatório de pesquisa. Rio de Janeiro: FAERJ: SEBRAE/RJ.

VIEIRA. G. (2003) **Avaliação do custo, produtividade e geração de emprego no corte de cana-de-açúcar, manual e mecanizada, com e sem queima prévia**. Dissertação (Mestrado) FCA/UNESP – Universidade "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 127p.

APÊNDICE A

INFORMAÇÕES COLETADAS PARA CADA SISTEMA DE CORTE

Tabela A1- Informação levantada dos talhões estudados e detalhe de custos unitários no sistema de corte manual com e sem queima previa

Especificações	Com queima	Sem queima
Nº do Talhão	88	55
Número de cortadores/dia	25,6	14,5
Tonelada/Homem/Dia	7,35	5,34
Tonelada/Homem/Mês	176,40	128,16
Dias de trabalho efetivo/mês	24	24
Grau de Dificuldade (%)	74,50	145,50
Preço para o Cortador		
- Básico (R\$)	2,58	2,58
- Grau de Dificuldade (R\$)	1,92	3,72
Preço Final para o Cortador (R\$)	4,50	6,30
Encargos diretos		
- Encargos Sociais/Trabalhistas (R\$)	1,54	2,15
- Seguro de vida	0,06	0,04
Encargos indiretos		
- Uniformes e EPI's	0,08	0,09
- Transporte de Pessoal (*)	0,29	0,33
- Aceiros e outros serviços	0,02	0,04
- Fiscal* R\$ 912,42/mês	0,20	0,49
- Medidor* R\$ 805,08/mês	0,18	0,43
- Catador* R\$ 742,28/mês	0,16	0,40
- Técnico produção* R\$ 1.341,80/mês	0,30	0,72
Custo final do corte		
- Reboque e carregamento**	7,38	10,99
	1,71	1,71
Custo total por tonelada	9,04	12,72

* valores com encargos sociais de 34,18%

** serviço terceirizado

Fonte: elaborado pelo autor

APÊNDICE B

LEY ORDINÁRIA LEI Nº 2049, DE 22 DE DEZEMBRO DE 1992.

Ficha Técnica

Projeto de Lei nº	24-A/91	Mensagem nº	
Autoria	CARLOS MINC		
Data de publicação	12/23/1992	Data Publ. partes vetadas	

Assunto:

Meio Ambiente, Convênio, Imposto Sobre Circulação De Mercadorias E Serviços, Icms, Decreto-Lei, Lei Federal, Água, Perímetro Urbano, Queimadas De Vegetação, Comissão Estadual De Controle Ambiental

Sub Assunto:

Meio Ambiente

Tipo de Revogação	Em Vigor
-------------------	----------

LEI Nº 2049, DE 22 DE DEZEMBRO DE 1992.

DISPÕE SOBRE A PROIBIÇÃO DE QUEIMADAS DA VEGETAÇÃO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO EM ÁREAS E LOCAIS QUE ESPECIFICA E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.

O Governador do Estado do Rio de Janeiro,

Faço saber que a Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º - Ficam proibidas no Estado do Rio de Janeiro as queimadas de vegetação nas seguintes áreas e locais:

I - Nos perímetros urbanos e nos contornos dos mesmos, em uma faixa de 2000 (dois mil) metros;

II - Nos canteiros centrais e ao longo das rodovias federais, estaduais e municipais, na faixa marginal de cada lado da pista, cuja largura mínima, medida a partir da linha de servidão, será de 1000 (mil) metros para as autoestradas, rodovias e estradas vicinais;

III - Ao longo das ferrovias federais e estaduais, em faixa marginal de 500 (quinhentos) metros;

IV - Ao longo das linhas de transmissão de energia elétrica, em uma faixa marginal de 500 (quinhentos) metros;

V - Ao redor das subestações de energia elétrica, em uma faixa de 500 (quinhentos) metros;

VI - Ao longo dos gasodutos e oleodutos, em uma faixa marginal de 500 (quinhentos) metros;

VII - Ao redor de aeroportos, em uma faixa de 1000 (mil) metros;

VIII - Ao redor de estações de telecomunicações, em uma faixa de 500 (quinhentos) metros;

IX - Ao longo dos rios, ou de qualquer outro curso d'água, desde o seu nível mais alto em faixa marginal, cuja largura mínima será:

a) 300 (trezentos) metros para os rios ou cursos de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 350 (trezentos e cinquenta) metros para os rios ou cursos que tenham entre 10 (dez) e 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 400 (quatrocentos) metros para os rios ou cursos que meçam entre 50 (cinquenta) e 100 (cem) metros de largura;

d) 450 (quatrocentos e cinquenta) metros para os rios ou cursos d'água que possuam entre 100 (cem) e 200 (duzentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros para os rios ou cursos com largura superior a 200 (duzentos) metros.

X - No contorno de lagos, lagoas, lagunas, reservatórios de água artificiais e áreas estuarinas em uma faixa de 500 (quinhentos) metros;

XI - Nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica em uma faixa mínima de 500 (quinhentos) metros ao seu redor;

XII - Nos contornos de Parques Nacionais, Estaduais e Municipais, áreas de vegetação nativa, Reservas Biológicas, Arqueológicas e Ecológicas, em uma faixa de 1000 (mil) metros;

XIII - Nas áreas consideradas de preservação permanente, quando assim declaradas por Lei, na totalidade de suas delimitações e ao redor destas em uma faixa mínima de 1000 (mil) metros;

XIV - Nas encostas ou parte destas, com declividade superior a 45° equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

XV - No topo dos morros, montes, montanhas e serras, qualquer que seja a vegetação;

XVI - Em altitudes superiores a 1800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;

XVII - Nas florestas e demais formas de vegetação destinadas a:

a) Asilar exemplares de fauna e flora ameaçados de extinção;

b) Fixar dunas;

c) Manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;

d) Atenuar a erosão de terras;

e) Assegurar condições de bem-estar público.

XVIII - Nas áreas de interesse arqueológico, histórico, científico, paisagístico e cultural, quando assim declaradas por Lei, na totalidade de sua delimitação e ao redor destas em uma faixa de 500 (quinhentos) metros.

§ 1º - Define-se como queimada a queima a céu aberto de mato, árvores, arbustos ou qualquer vegetação seca ou verde, com o objetivo de preparar terreno para semear, plantar, colher, ou para qualquer outro fim, bem como a limpeza de pastos ou vegetação invasora de terrenos;

§ 2º - VETADO

Art. 2º - Os proprietários da terra, usineiros e plantadores de cana-de-açúcar, que utilizam na colheita a prática de queimada, poderão ter uma adaptação gradativa, com prazo de 4 (quatro) anos, de acordo com a seguinte tabela:

I - No 1º ano, somente poderão adotar a prática da queimada, na colheita de cana-de-açúcar, em apenas 80% (oitenta por cento) da área a ser colhida neste período, devendo colher a cana crua nos 20% (vinte por cento) restantes do talhão;

II - No 2º ano, somente poderão adotar a prática da queimada, para a colheita de cana-de-açúcar, em apenas 60% (sessenta por cento) da área a ser colhida neste período, devendo colher a cana crua nos 40% (quarenta por cento) restantes do talhão;

III - No 3º ano, somente poderão adotar a prática da queimada, para a colheita de cana-de-açúcar, em apenas 40% (quarenta por cento) da área a ser colhida neste período, devendo colher a cana crua nos 60% (sessenta por cento) restantes do talhão;

IV - No 4º ano, somente poderão adotar a prática da queimada, para colheita de cana-de-açúcar, em apenas 20% (vinte por cento) da área a ser colhida neste

período, devendo colher a cana crua nos 80% (oitenta por cento) restantes do talhão;

V - No 5º ano, já terão que colher a cana-de-açúcar crua em 100% (cem por cento) da área total produzida que estiver pronta para a colheita neste período, não podendo mais adotar a prática da queimada.

§ 1º - A aplicação da tabela referente à adaptação gradativa dos produtores de cana, refere-se apenas às áreas plantadas que estiverem prontas para serem colhidas no ano especificado, não significando, portanto, a área total plantada da propriedade.

§ 2º - Para o cumprimento desta tabela, fica o produtor de cana-de-açúcar obrigado a fornecer, anualmente, ao órgão competente, as seguintes informações:

I - Área total plantada da propriedade;

II - Área total a ser colhida ao ano;

III - Épocas da colheita.

Art. 3º - VETADO

§ 1º - VETADO

§ 2º - VETADO

§ 3º - VETADO

Art. 4º - A fiscalização do cumprimento do disposto nesta Lei será exercida pela Comissão Estadual de Controle Ambiental - CECA de acordo com o inciso II do Artigo 4º do decreto-lei nº 134, de 16 de junho de 1975.

Parágrafo único - A fiscalização a que se refere este artigo poderá, mediante convênio, ser cometida por outros órgãos ou entidades da Administração Direta, Indireta ou Fundações do Estado, bem como órgão da Administração Municipal.

Art. 5º - Aos infratores das disposições desta Lei serão aplicadas as seguintes penalidades:

I - Multa de 1 (uma) a 1000 (mil) UFERJs referentes à data da infração, por hectare de área queimada;

II - Obrigação de recomposição da área nos casos de vegetação natural protegida por Lei, a qual será feita por meio de plantio de espécies nativas do local, sob supervisão da Secretaria Estadual do Meio Ambiente, ou qualquer outro órgão que seja o responsável pela fiscalização, segundo o artigo 4º da presente Lei.

III - Aplicação de multas diárias e progressivas para os casos de continuidade ou reincidência da infração, incluída a interdição da atividade, além da obrigação de reparar, mediante restauração, os danos causados, segundo o item anterior deste artigo.

Parágrafo único - As penalidades previstas no inciso I deste artigo serão aplicadas sem prejuízos das indicadas nos incisos II e III.

Art. 6º - As penalidades incidirão sobre os autores, sejam eles:

a) Diretos,

b) Arrendatários, parceiros, posseiros, grileiros, gerentes, administradores, diretores, promitentes compradores ou proprietários das áreas florestais e demais formas de vegetação, desde que praticadas por prepostos ou subordinados e no interesse dos preponentes ou superiores hierárquicos;

c) Autoridades que se omitirem ou facilitarem, por consentimento ilegal, a prática de queimada.

Art. 7º - As circunstâncias atenuantes e agravantes a serem utilizadas na aplicação das penalidades previstas nesta Lei são as mesmas contidas nos

incisos I e II do Art. 37 do Decreto Federal nº 88274, de 06 de junho de 1990, que regulamenta a Lei Federal nº 6938 de 31 de agosto de 1981.

Art. 8º - VETADO.

Art. 9º - As multas previstas nesta Lei deverão ser recolhidas pelo infrator dentro de 30 (trinta) dias, contados a partir da ciência da notificação para recolhimento de multa, sob a pena de inscrição como dívida ativa.

Art. 10 - O recolhimento da multa deverá ser feito através do Documento de Arrecadação do Estado do Rio de Janeiro - DARJ - a favor da Secretaria Estadual de Meio Ambiente.

Art. 11 - Os recursos, que não terão efeito suspensivo, serão interpostos dentro de 30 (trinta) dias, contados a partir da ciência da notificação para recolhimento de multa.

Art. 12 - Não serão reconhecidos os recursos que deixarem de vir acompanhados de cópia autenticada da guia de recolhimento de multa - DARJ.

Art. 13 - Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Rio de Janeiro, 22 de dezembro de 1992.

LEONEL BRIZOLA

Governador

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 074/2011

Solano, Cristóbal Soto

Avaliação técnica e econômica dos sistemas de colheita da cana-de-açúcar no município de Campos dos Goytacazes / Cristóbal Soto Solano. – 2011.

108 f.

Orientador: Niraldo José Ponciano

Dissertação (Mestrado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2011.

Bibliografia: f. 96 – 100.

1. Cana-de-açúcar 2. Colheita 3. Viabilidade 4. Custo I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 633.615