

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU**  
**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO**

**WALDIR ROSA**

**CUSTOS OPERACIONAIS DE UMA COLHEITADEIRA DE CANA DE AÇÚCAR**  
**(*Saccharum spp.*) NA REGIÃO DE BAURU - SP**

Botucatu - SP  
Junho – 2012

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU**  
**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO**

**WALDIR ROSA**

**CUSTOS OPERACIONAIS DE UMA COLHEITADEIRA DE CANA DE AÇÚCAR**  
**(*Saccharum spp.*) NA REGIÃO DE BAURU - SP**

Orientador: Prof. Ms. Ricardo Ghantous Cervi

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
FATEC – Faculdade de Tecnologia de Botuca-  
tu, para obtenção do título de Tecnólogo no  
Curso Superior de Agronegócio.

Botucatu - SP  
Junho – 2012

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais e meus irmãos pelo apoio irrestrito em todos os momentos de minha vida.

À minha noiva que soube tão bem compreender os meus momentos de ausência em função deste trabalho.

## Agradecimentos

A Deus, que me permitiu a inteligência, e pelas oportunidades que tem me proporcionado ao longo de todos estes anos.

Em especial ao meu orientador, Ricardo Ghantous Cervi pelas orientações precisas em todos os momentos solicitados.

À FATEC, por proporcionar um agradável ambiente de estudo; aos professores responsáveis por minha formação acadêmica; aos colegas de graduação, pela amizade e descontração, e também aos colegas do departamento de administração e direção.

Aos amigos e companheiros de classe pelo apoio nas horas mais difíceis por agüentar minha ansiedade pelas atividades da graduação.

Aos familiares, por compreenderem os finais de semana de estudo.

E a minha noiva, pela paciência, compreensão e carinho.

## RESUMO

A cultura da cana de açúcar sempre dependeu de grande quantidade de mão-de-obra em toda a cadeia produtiva, desde o campo até a agroindústria no processo industrial. O setor vem se especializando a cada ano devido a novas tecnologias bem como o uso da agricultura de precisão que auxilia as máquinas e os equipamentos a trabalharem com poucos erros assimétricos, sendo esse um dos grandes gargalos do setor. Mas por outro lado a tecnologia gera polemica em relação ao desemprego. As máquinas colheitadeiras estão cada vez mais sofisticadas, assim o processo de colheita se tornou mais caro, e existem dificuldades para contratar profissionais do ramo bem como operadores capacitados. Assim, a grande problemática é a falta de mão de obra qualificada para o setor sucroenergético, onde várias usinas estão treinando seus colaboradores, hoje as empresas passaram a exigir um perfil profissional mais técnico. Este trabalho teve como objetivo levantar os custos da colheita mecanizada de cana-de-açúcar em usina localizada na região de Bauru - SP através da metodologia proposta pela *American Society of Agricultural Engineers* (ASAE, 2001). Dessa maneira, os custos totais de operação da colheitadeira em estudo (John Deere 3520) foram de R\$ 193,82.hora<sup>-1</sup>, onde os custos variáveis tiveram maior representatividade 74,98% frente aos custos fixos 25,02%. Dessa maneira pode se concluir que este estudo contribui para o aperfeiçoamento da análise de custos dos tratos culturais da colheita mecanizada de cana-de-açúcar no interior do Estado de São Paulo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cana-de-açúcar. Colheita mecanizada. Custo operacional.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coeficientes técnicos da colheita da cana. ....	37
Tabela 2 - Indicadores de colheita mecanizada.....	38
Tabela 3 - Indicadores Colheitadeira John Deere 3520.....	38
Tabela 4 - Custos fixos. ....	39
Tabela 5 - Custos variáveis .....	39
Tabela 6 - Custos Totais .....	39

## LISTA DE FIGURA:

Figura 1 - Cortador de cana.....	18
Figura 2 - Colheitadeira de cana de açúcar .....	21
Figura 3 - Pisoteio por tráfego de máquinas agrícolas .....	24
Figura 4 - Sistema Agroindustrial, cadeia da cana de açúcar .....	25
Figura 5 - Corte mecanizado sem queima prévia .....	28
Figura 6 - Custos Totais.....	40

## SÍMBOLOS

Equação 1 - Juros.....	31
Equação 2 - Depreciação .....	31
Equação 3 - Abrigo.....	32
Equação 4 - Taxas .....	32
Equação 5 - Seguros .....	32
Equação 6 - Custos Variáveis (CV).....	33
Equação 7 - Combustíveis. ....	34
Equação 8 - Lubrificação.....	34
Equação 9 - Reparos e Manutenção .....	35
Equação 10 - Custo Operacional.....	35



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Objetivos.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 Justificativa .....</b>	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Visão sistêmica do agronegócio.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Máquinas, implementos e equipamentos.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4 A mão de obra no setor sucroenergético .....</b>	<b>16</b>
<b>2.5 Corte Manual e Mecanizado.....</b>	<b>18</b>
<b>2.5.1 Custo da mão-de-obra.....</b>	<b>23</b>
<b>2.6 Vantagens e desvantagens da colheita manual e mecanizada da cana de açúcar .....</b>	<b>23</b>
<b>2.7 Sistema de Produção Agrícola .....</b>	<b>25</b>
<b>2.8 A Globalização no Mundo Atual .....</b>	<b>26</b>
<b>2.9 Meio Ambiente Geral e Meio Ambiente do Trabalho.....</b>	<b>27</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1 Materiais.....</b>	<b>30</b>
<b>3.2 Métodos e técnicas.....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.1 Determinação dos custos operacionais .....</b>	<b>30</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>45</b>
<b>Anexo 1 .....</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O estudo do agronegócio brasileiro está em crescente expansão ao longo dos últimos anos devido à importância cada vez maior deste segmento na economia nacional e ao potencial competitivo do país na produção de diversas *commodities* frente a outros países.

Toda riqueza oriunda do agronegócio brasileiro sustenta parte significativa da economia e proporciona condições necessárias para um melhor desenvolvimento. A agroindústria canavieira está inserida nesta realidade de tal forma que a sua produtividade agrícola e industrial é incontestável mundialmente. Uma sistemática e inovadora compreensão do agronegócio brasileiro foi uma experiência que, acreditamos, abrirá novas portas para os interessados nos setores institucional e acadêmico que procuram um conhecimento mais detalhado, objetivo e oportuno da agricultura e do mundo rural do País. Conhecer os principais entraves e desafios do agronegócio de maneira séria, oportuna e sistêmica permitirá elevar a qualidade de insumos essenciais para a tomada de decisões e a formulação de políticas públicas mais eficientes. O estudo das cadeias produtivas possibilitou o acompanhamento de cada produto desde “dentro da porteira”, durante todo seu trânsito por meio da cadeia, até se converter em commodity de exportação ou produto de consumo final no mercado interno. O registro e a avaliação desse processo marcam um precedente muito importante no estudo e análise da agricultura brasileira, principalmente na cultura da cana-de-açúcar.

O corte manual da cana-de-açúcar, apesar de não ser uma atividade que demande especialização, apresenta um processo de trabalho complexo que deve ser analisado não só sob a ótica dos direitos trabalhistas, mas também dos direitos sociais e salubridade dos trabalhadores.

A cana-de-açúcar, uma das principais monoculturas do Brasil, continua em expansão, novas usinas iniciaram suas operações nos estados de Minas Gerais (3) três, São Paulo e Goiás 2 (duas), Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Rio de Janeiro 1 (uma). Porém no geral a produtividade brasileira caiu devido à estiagem prolongada na região centro sul e a má distribuição das chuvas na região norte-nordeste, conforme o terceiro levantamento realizado em novembro e dezembro de 2010, referente à safra 2010/11 (CONAB, 2011).

Segundo levantamento do IBGE em 2009 a cana de açúcar foi uma das culturas que mais se expandiram, com 572,5 mil hectares, 7% a mais em relação ao ano anterior. A cana de açúcar atingiu 17% (R\$ 24 bilhões) da produção total do Brasil com relação a 2008, a cultura da cana teve expansão de 16% motivada pelo bom preço do açúcar no mercado. Apesar do ritmo de crescimento ser menor em 2009, a cana de açúcar teve novo recorde de produção com 671,4 milhões de toneladas, um aumento de 4% em relação a 2008. A produtividade média pouco mudou, ficando em 78,854 ton/ha. Apesar de ter um aumento considerável, alguns motivos levaram a desaceleração da produção canavieira, tais como: a crise econômica mundial que adiou as instalações de novas usinas, redução da expansão canavieira nos últimos quatro anos e o excesso de chuva no segundo semestre de 2009 que retardou a colheita ficando cana no campo para a safra seguinte (IBGE, 2010).

Principalmente no centro sul a cana-de-açúcar tem ocupado grande extensão de terra em virtude de o clima ser favorável a cultura, onde regularmente o nível pluviométrico consegue atingir uma margem satisfatória, e até mesmo nos períodos mais secos e frios não chegam ser tão agressivos.

Dos 350 milhões de hectares cultiváveis no Brasil, apenas 75,6 milhões estão sendo cultivados, sendo 72 milhões para a agricultura e apenas 3,6 milhões para o plantio da cana-de-açúcar (OLIVEIRA, 2008).

Há também a necessidade do bom gerenciamento do fator humano, já que a empresa sempre dependerá das pessoas envolvidas e comprometidas com o sucesso da organização. Contudo, em determinada época do ano, torna-se mais difícil de suprir a demanda da mão-de-obra, que muitas vezes se torna escassa do mercado, principalmente no início da colheita da cana, geralmente em abril no estado de São Paulo, mas há variações conforme a região.

De acordo com dados da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) a estimativa de produção de cana de açúcar na safra, 2011/2012 é de 642 milhões de toneladas, com aumento de 2,9% da produção nacional em relação à safra 2010/2011, que foram moídas 623,9 milhões de toneladas do produto. O novo recorde nacional é em função da safra

2010/2011 contando com maior área de cana cultivada pela inserção das novas unidades industriais que iniciaram suas operações em safras anteriores, porém o clima desfavorável com estiagem (de abril a novembro) pode reduzir a produtividade média em 1,8% com relação à safra anterior. Principalmente com as mudanças do clima que começaram a ganhar amplitude mundial forçando as empresas a se adequarem a nova legislação ambiental. Isso impulsionou investimentos para o setor sucroenergético ainda mais em pesquisas, em busca de novas tecnologias e equipamentos sofisticados, o que na maioria das vezes passa a substituir o trabalho realizado por muitos homens por uma máquina apenas. Contudo as organizações canavieiras disponibilizam no mercado de trabalho vagas de emprego em toda a cadeia da cana de açúcar, inclusive no início de cada ano onde as empresas começam a se preparar para o novo período da safra.

Na produção de açúcar e álcool há uma interação de grande importância: agrônômica, mecanização, colheita, carregamento e transporte. Neste subsistema, há uma preocupação constante com a melhoria da produtividade, qualidade e custo, fatores que pesam na comercialização do produto final.

A tecnologia das colheitadeiras empregadas no setor ainda não permite a total mecanização da colheita e têm sido objeto de vários estudos e pesquisas devido às características topográficas, variedades da cana-de-açúcar e excesso de mão-de-obra disponível.

Desemprego e poluição ambiental são os dois problemas sociais mais graves que atingem a agroindústria do corte e carregamento da cana-de-açúcar, ou seja, corte manual e mecanizado com e sem queima prévia. O empresário rural normalmente vive envolvido no setor produtivo. Isso, muitas vezes, o impede de tomar consciência das grandes mudanças e tendências do mundo moderno, podendo levá-lo ao fracasso. A globalização e a tecnologia de informação são os grandes agentes dessas mudanças. As empresas possuem cada vez menos infra-estrutura e mais informação; a facilidade de comunicação favorece o aparecimento de empresas competitivas que produzem ou prestam serviços de melhor qualidade e a custos mais baixos. Nesse contexto, as empresas devem estar cada vez mais voltadas para o mercado e vencerá aquela que for otimista, composta por pessoas positivas e intuitivas e flexíveis. É importante investir nas pessoas, as quais têm a capacidade de perceber as mudanças, já que a globalização obriga cada um a ser mais eficiente na sua atividade. Isso é importante, uma vez que produtos de outros países chegam ao mercado nacional a preços cada vez mais competitivos, pois apresentam baixos custos de produção.

A mecanização do corte da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, mais particularmente na região de Bauru, está em estágio avançado e tem gerado discussões polêmicas entre colheita tanto a manual como a mecânica. Dessa maneira surgiu a oportunidade de desenvolver deste trabalho para análise dos termos envolvidos.

### **1.1 Objetivos**

Mostrar a importância do uso de colheitadeiras na colheita de cana-de-açúcar e produzir resultados, através de metodologia específica, sobre os custos operacionais do corte mecanizado em usina do setor sucroenergético localizada na região de Bauru-SP.

### **1.2 Justificativa**

O estudo é de grande importância, pois para se tomar decisões de melhoria precisam-se analisar os resultados, que irão ajudar a preservar a natureza bem como o meio ambiente, esse que sofre consequências quando se queima a palha no canavial, onde muitos animais são mortos pelo fogo. Outro inconveniente é a fumaça expelida pelo fogo que polui a atmosfera e contribui para o efeito estufa.

É também de grande importância para a população e para as empresas do setor, pois possibilita maior conhecimento e ajuda na preservação do meio ambiente. O uso de máquinas evita as queimadas e contribui positivamente para o meio ambiente.

A gestão de pessoas nas usinas sucroalcooleiras tem proporcionado medidas para capacitar seus colaboradores dando-lhes treinamentos práticos e teóricos no que diz respeito a colheitadeiras e também treinamentos para os colaboradores do corte manual, com informativos, palestras e prêmios de produção, para melhor atender às oportunidades do setor sucroenergético. Com isso elaboram diretrizes estratégicas para um crescimento contínuo e sustentável do setor, buscando alternativas que motivem os seus colaboradores.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Importância do agronegócio**

Segundo Araujo (2010) o agronegócio é o segmento econômico de maior valor em termos mundiais com importância relativa que varia de país para país.

Em âmbito mundial, o agronegócio participou, em 1999, com US\$ 6,6 trilhões, significando 22% do Produto Interno Bruto (PIB). Em 2003, o comércio internacional do agronegócio movimentou cerca de US\$ 7,3 trilhões.

É de extrema importância visualizar a distribuição dos valores entre os diversos segmentos que compõem o agronegócio. Embora todos tenham crescimento absoluto, eles crescem de forma desproporcional: enquanto os segmentos de insumos e da produção agropecuária decrescem relativamente, os segmentos de processamento e distribuição apresentam crescimento altamente positivo, com tendência de ultrapassar 80% de toda dimensão do agronegócio. Conforme o levantamento de IBGE em 2010 a queda da agropecuária de (-5,2%) se deveu a redução na produção de culturas importantes, como o trigo (-16,0%), o milho (-13,5%), o café (-12,8%) e a soja (-4,8%), já a cultura da cana teve aumento de 16% motivado pelo bom preço do açúcar no mercado.

## **2.2 Visão sistêmica do agronegócio**

De acordo com Araujo (2010), a compreensão do agronegócio, em seus componentes e inter-relações, é uma ferramenta indispensável aos tomadores de decisão sejam autoridades públicas ou agentes econômicos privados, para que formulem políticas e estratégias com maior previsão e máxima eficiência. Então, é fundamental compreender o agronegócio dentro de uma visão de sistemas que envolvem os setores denominados “Antes da porteira”, “dentro da (ou durante a) porteira” e “Após a porteira”, ou ainda significando a mesma coisa, “A montante da produção agropecuária”, produção agropecuária propriamente dita “é a jusante da produção agropecuária”.

Onde nos setores “antes da porteira” ou “a montante da produção agropecuária” são compostos basicamente pelos fornecedores de insumos e serviços, como: máquinas, implementos, defensivos, fertilizantes, corretivos, sementes, tecnologia e financiamento.

“Dentro da porteira” ou “produção agropecuária” são os conjuntos de atividades desenvolvidas nas fazendas, ou produção agropecuária propriamente dita, onde envolve preparo manejo de solos, tratos culturais, irrigação, colheita, criações e outras.

“Após a porteira” ou “a jusante da produção agropecuária” tendo as atividades de armazenamento, beneficiamento, industrialização, embalagens, distribuição, consumo de produtos alimentares, fibras e produtos energéticos provenientes do uso da biomassa.

## **2.3 Máquinas, implementos e equipamentos**

De acordo com Araujo (2010), as máquinas mais utilizadas na agropecuária, são os tratores, as colheitadeiras e motores fixos. As máquinas tem seus implementos, dependendo da atividade a ser executada e do tamanho do serviço a ser efetuado. Por exemplo, em operações de desmatamento, poderão ser usados tratores de pneus de maior potência e até grandes tratores de esteira. Em áreas pequenas e de vegetação arbórea de pequeno porte, os tratores de pneus com lâminas dianteiras poderão efetuar essa operação com êxito, desde que não haja disponibilidade de tratores de esteira. Em grandes áreas utilizam-se dois tratores de esteira como “correntão”, com cada ponta presa ao rabicho de cada máquina. Mas para fazer o desmatamento deve-se seguir leis e normas estabelecidas por órgãos competentes, pois as usinas seguem as normas para não serem penalizadas.

Conforme dados da CONAB (2007), uma máquina é capaz de colher de 800 à 1000 toneladas de cana por dia e que, portanto, substitui o trabalho de 100 homens, cada um cortando entre 8 e 12 t/dia; em São Paulo em 2006 operaram perto de 1000 máquinas e no Brasil entre 1300 e 1500. Mas nem todas essas máquinas operam com eficiência total, principalmente em São Paulo, onde a média por máquina está em torno de 600 t/dia. É importante considerar que dificilmente as máquinas não operam todos os dias das safras devido a condições climáticas adversas e problemas administrativos.

#### **2.4 A mão de obra no setor sucroenergético**

No setor sucroenergético, nas operações agrícolas, a mão-de-obra é empregada em diversas atividades como: preparo de solo, plantio, colheita, carregamento e transporte. Estas operações carregam o sentido de fornecedores que de acordo com Batalha (2010) são: “[...] os indivíduos e/ou firmas que suprem as empresas com matéria-prima e insumos necessários para fabricação de produtos e serviços” (BATALHA 2010, p.160).

No caso das operações de campo fornecem matéria-prima (cana-de-açúcar) para seu cliente (a indústria), contudo, essa mercadoria deve chegar à indústria com qualidade para ser processada, em tempo e na quantidade correta.

Deve-se levar em consideração que o corte manual feito pelo homem tem seus custos elevados, pois a palha da cana tem que ser queimada para que se tiver um bom rendimento produtivo, uma vez que quando não é queimada a produtividade é menor, sem contar os custos com alojamento para os colaboradores que normalmente são migrantes de outras regiões.

Já o rendimento com a máquina é maior mesmo na cana crua, mas temos que incluir muitos custos, bem como: custo com operador, manutenção, combustível, lubrificantes, comboio, mecânico e carro pipa.

Segundo Hamer (2008), outro fato discutido no Brasil é a educação precária da população. A população brasileira adulta (25 anos ou mais) que tem baixos rendimentos familiares são os mais prejudicados. A diferença em anos de estudos entre os 20% mais ricos e os 20% mais pobres chega 6,5 no Brasil e a 7,6 anos na região nordeste.

Diante dessas necessidades as usinas visam treinar e reestruturar a mão-de-obra no campo, para atender a demanda de vagas abertas pela mecanização do setor sucroalcooleiro. Depois de treinar os colaboradores, as usinas de cana de açúcar se preocupam em incentivar e



demonstrar aos colaboradores a importância do estudo e de conceitos técnicos necessários para desempenharem suas novas funções e se manterem no mercado de trabalho.

Quanto maior o nível de instrução de cada colaborador, melhor será sua contribuição no trabalho e proporcionará maior facilidade de manuseio dos equipamentos e compreensão de novas tecnologias.

De acordo com Neves (2010), no setor sucroenergético, a fabricação dos seus produtos em si já representa um bom ganho social, pois os empreendimentos contribuem para o desenvolvimento do campo e de sua população. Para isso a indústria canavieira deve buscar estabelecer relações saudáveis com seus funcionários, investidores, clientes, fornecedores e comunidades nas quais se insere. Existem dois tipos de trabalhadores empregados na cultura da cana-de-açúcar: o permanente, mais qualificado e especializado, que ocupa as posições criadas pelo processo de modernização das atividades rurais, como os tratoristas, motoristas e mecânicos, e os temporários, não especializados e com pouca qualificação, que conseguem trabalho durante a safra, conhecido como volante ou bóia-fria.

Ainda de acordo com Neves (2010), houve uma evolução das condições de trabalho para a classe dos empregados no cultivo da cana-de-açúcar, mas algumas práticas correntes nos canaviais são alvos de críticas, como o pagamento por produtividade. Onde tal prática permite que cortadores eficientes recebam valores mensais acima de 2 salários mínimos. No entanto, o surgimento de denúncias de mortes nos canaviais supostamente provocadas por estafa física tomou a atenção da sociedade e dos organismos de defesa dos trabalhadores. A manutenção dessa prática é da vontade não somente dos empregadores como também dos empregados estando disciplinada nas convenções e acordos coletivos de trabalho. Ademais, não existem estudos científicos que provem as mortes à forma de trabalho e pagamento por produção, ligados a mesma.

Um trabalhador que corta 12 toneladas de cana, em média, por dia de trabalho realiza as seguintes atividades no dia: caminham 8.800 metros; despende 133.332 golpes de podão; carrega 12 toneladas de cana em montes de 15 kg, em média; portanto, faz 800 trajetos e 800 flexões, levando 15 kg nos braços por uma distância de 1,5 a 3 metros; faz aproximadamente 36.630 flexões e entorses torácicas para golpear a cana; perde, em média, 8 litros de água por dia, por realizar toda esta atividade sob sol forte do interior de São Paulo, sob os efeitos da poeira, da fuligem expelida pela cana queimada, trajando uma indumentária que o protege da cana, mas aumenta sua temperatura corporal(Alves,2006,p.96).

## 2.5 Corte Manual e Mecanizado

Conforme Alves (2006) no início da década de 1950 a produtividade do trabalhador no corte de cana era de 3 toneladas por dia de trabalho e na década de 1980 saltou para 6 toneladas. Mas o aumento significativo ocorreu no final da década de 1990 e início dos anos 2000 quando a produtividade diária atingiu 12 toneladas de cana, um dos fatores que influenciou o incremento da produtividade do trabalhador decorre da forma de aferimento do ganho do cortador de cana que há muitos anos implantou-se no setor através do pagamento por produção. Por outro lado, a maior quantidade de cana plantada por hectare também contribuiu para o este aumento.

Figura 1 - Cortador de cana



Fonte: jornal cana

De acordo com Pearce (2006), a mecanização da colheita dos canaviais é meta entre a maioria das usinas e produtores de cana brasileiros. No Brasil, cerca de 30% das lavouras são colhidas mecanicamente, sendo que a maior parte no estado de São Paulo, pois nesse estado já existe legislação para a redução gradativa da queima dos canaviais.

Conforme dados da Única (2005), nos últimos anos teve um rápido crescimento da mecanização da colheita de cana-de-açúcar no Brasil, sendo que em 1994 apenas em 4% da

área total de corte era utilizado o sistema mecanizado, atingindo 24,7% em 2000, e, ao que tudo indica, chegou à 29% na safra 2001/02. É importante destacar a participação da mecanização na região Centro Sul, sendo destaque para área colhida no estado de São Paulo. Neste estudo os autores chamam a atenção para o sistema de substituição do corte manual pelo corte mecanizado, que alcançou na safra de 2000/01 o percentual de 45,3% na região canavieira de Piracicaba/SP. Onde a região de Ribeirão Preto teve o maior volume de cana colhida por máquina em todo país, isto é, cerca de 69 milhões de toneladas em 825 mil hectares de canaviais. E é nessa região que se registrou, na safra 2000/01, o maior índice de colheita de cana crua, com 79,5% do total produzido, ou seja, 54,9 milhões de toneladas.

Com a introdução da tecnologia no processo da colheita trouxe maior competitividade entre as empresas do setor e muitas empresas deixaram a desejar por não se adequarem a tecnologia, tendo alto custo com mão-de-obra em áreas não sistematizadas para a colheita da cana.

De acordo com Rossetto (1999), a escolha do tipo do corte dos colmos depende de fatores diversos, como: disponibilidade de mão-de-obra, aspectos sócio econômico, condições do terreno onde está implantado o canavial e sistema de carregamento a ser utilizado. O corte manual é do tipo mais comum de colheita da cana-de-açúcar, pois a queima da palha antes da colheita visa facilitar o corte. No entanto, a elevada quantidade de poluentes que é liberada na atmosfera em razão da tal prática tem sido contestada. A colheita manual é feita por colaboradores que utilizam uma ferramenta denominada folha, podão ou facão isso tudo depende da região do país. A cana pode ser cortada com as folhas ou palhas queimadas ou não, quando não se chama cana crua. A colheita é feita pelo corte dos colmos da cana na altura basal e o corte dos ponteiros lançando a cana cortada sobre o terreno para formação dos leitos que são organizados para facilitar o carregamento. A capacidade de corte de um trabalhador varia de cinco a doze toneladas por dia em cana queimada e 2,5 em cana crua.

Em algumas regiões, onde o ritmo das máquinas se tornou referência de produtividade, o corte mecanizado da cana se tornou referência para a quantidade que deve ser cortada pelos trabalhadores, subindo de 5 a 6 toneladas para 12 a 15 toneladas. Além disso, com a mecanização do setor, foi transferido para os trabalhadores o corte da cana em condições mais difíceis, onde o terreno não é plano, o plantio é mais irregular e a cana de pior qualidade. O trabalhador, nessas condições, tem que trabalhar mais para atingir a meta de produção, sofrendo com maior intensidade os efeitos deste trabalho penoso (VILAS BOAS; DIAS, 2008, p.26).

Estima-se que o corte mecanizado proporcione redução de cerca de 20% dos custos de produção, comparado ao corte manual. Entretanto o corte mecanizado ainda precisa ser aprimorado, pois as máquinas nacionais utilizadas nessa atividade ainda são em sua maioria pre-

cárias, e apresentam baixo rendimento “[...] O corte mecanizado pode reduzir a longevidade da cana-de-açúcar, pois algumas máquinas não possuem corte eficiente” (BALSALOBRE, 1999, p.19).

Segundo BALSALOBRE, (1999), o setor de colheita de cana-de-açúcar dependia diretamente da mão-de-obra humana para realizar o corte da cana-de-açúcar, onde necessariamente precisava-se de muitos homens para fazer o trabalho. Nos dias de hoje, o processo de colheita de cana se adéqua a tecnologia, e substitui-se o homem pela máquina, tendo então a mecanização da colheita, assim, nas áreas em que se colhe mecanicamente há uma grande eficiência. A mecanização da colheita da cana-de-açúcar aumenta o rendimento operacional, e com o procedimento reduz seu impacto ambiental, por dispensar a queima da palha da cana.

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

Ripoli(1996) diz que a colheita mecanizada, requer condições específicas para resultados favoráveis: solo plano, sem palhas, redimensionamento das áreas de plantio, inclusive com espaçamento adequado entre as fileiras, plantio mais raso e um crescimento ereto da cana, sem tombamentos. Esse tipo de colheita apresenta algumas desvantagens, como a compactação do solo, rebrota menos uniforme da soqueira, necessidade de alto investimento na aquisição de maquinário, quando se comparado ao corte manual.

A introdução de máquinas na lavoura da cana-de-açúcar teve conseqüências imediatas como a redução de tempo de realização de determinadas tarefas, da quantidade de mão-de-obra empregada e da força de trabalho residente na propriedade. Assim houve uma mudança qualitativa na demanda por trabalhadores na medida em que passaram a utilizar funcionários com maior grau de especialização tais como: tratoristas, motoristas e operadores de máquinas agrícolas.

Mas em comparação entre os prós e contras da colheita mecanizada em relação ao corte manual da cana, é fato que a mecanização está e continuará sendo adotada naturalmente. Há ainda uma perspectiva de evolução da atividade com a implementação de novas tecnologias, dentre elas o corte mecanizado em terrenos irregulares, que reforçará mais ainda a implanta-

ção da mecanização da colheita da cana. Devido a isso há necessidade de pesquisas nas organizações.

De acordo com Ripoli (1996), existem 4 tipos de máquinas que podem realizar a operação de colheita de cana de açúcar, são elas: cortadoras, que apenas realizam o corte basal dos colmos; cortadoras enleiradoras, promovem o corte dos ponteiros, o corte basal e deixam os colmos enleirados no terreno; cortadoras amontoadoras, semelhantes as cortadoras enleiradoras porém formam montes de cana espaçados e colheitadeiras que são as máquinas mais utilizadas e mais eficientes na colheita mecanizada de cana de açúcar, sendo que realizam o corte dos ponteiros, corte basal do colmo, fracionando-os em toletes, limpeza de impurezas vegetais e minerais e promovem o carregamento diretamente nas unidades de transporte denominadas transbordos, representado pela Figura 3.

Figura 2 - Colheitadeira de cana de açúcar



Fonte: (Ripoli, 1996)

De acordo com Araujo (2010), as pesquisas agropecuárias no Brasil são predominantemente efetuadas pelo setor público federal e estadual, onde se destacam a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), secretarias de agricultura dos estados e universidades.

As pesquisas são mais restritas aos próprios interessados, as empresas, com destaque para os trabalhos de melhoramento genético da cana-de-açúcar efetuado pela Cooperativa dos Produtores de Açúcar e Álcool (Copersucar) e para os trabalhos desenvolvidos pelas empresas produtoras de insumos.

### **2.5.1 Custo da mão-de-obra**

De acordo com Vieira (2003), no corte manual os trabalhadores são controlados pelas usinas por fiscais de campo. O valor pago por tonelada/homem/dia, obedece a uma planilha elaborada pelas usinas a partir de valores baseados por tonelada colhida, conforme acordo firmado com o sindicato da categoria de cada região, em que é acrescido o grau de dificuldade conforme a declividade do terreno, idade da cana, variedade, produtividade, com ou sem queima prévia, por talhão. Determinado o valor a ser pago pelo talhão a ser cortado na Usina, ainda é pago um abono de R\$ 0,10 por tonelada, conforme o programa de incentivo à qualidade da cana cortada e também fazem parte dos encargos diretos a súmula 90 que se refere a uma hora normal de locomoção, faltas remuneradas, descanso semanal remunerado e os encargos sociais/trabalhistas.

O mesmo autor aponta que com encargos indiretos são considerados ticket alimentação, uniformes e EPI'S (equipamentos de proteção individual) e seguro de vida, estes obrigatórios para as usinas. Para o corte manual é considerada como mão-de-obra direta os cortadores e como indireta o fiscal, medidor, técnico de produção e aceiro. Para o sistema mecanizado, a mão-de-obra direta será apenas do operador das colhedoras, e indireta o técnico de corte mecanizado, líder da frente, o abastecedor/lubrificador e mecânicos.

### **2.6 Vantagens e desvantagens da colheita manual e mecanizada da cana de açúcar**

Conforme Mendonza (2000), no tratamento cana queimada, a quantidade de material vegetal deixado na superfície do solo é menor (3 t/ha), por um período significativo da cultura da cana de açúcar, entre a colheita e o início do fechamento das entre linhas. No tratamento com cana crua com incorporação de palhada, os resíduos orgânicos são adicionados ao solo, o que permite a interação entre matérias orgânicas e minerais do solo. Nesse contexto a colheita em cana queimada apresentou menores teores de matéria orgânica em relação o sistema de cana crua.

Para colher cana crua faz-se necessário que a colheita seja mecanizada, pois, é altíssimo o custo da mão-de-obra para a colheita manual sem queimar a palha, devido ao baixo rendimento. Para que a colheita mecanizada seja um sucesso, é importante que a operação de colheita seja realizada sem que ocorram problemas que venham resultar em diminuição da produtividade agrícola. Considera-se que os maiores problemas que estão acontecendo atualmen-

te são o pisoteio na linha pelo uso das máquinas (Figura 4), e seus efeitos são identificados nas perdas usuais da produtividade de cana no processo da colheita mecanizada, e ainda podemos salientar que a grande desvantagem em colheita da cana crua é o grande número de tráfego de máquinas e equipamentos sobre o canavial, assim como a intensidade de uso do solo tem aumentado, processo esse não acompanhado por um aumento proporcional do tamanho e largura dos pneus, resultando em maior risco a compactação do solo e redução da produtividade da cultura (SILVA et al. 2000).

Figura 3 - Pisoteio por tráfego de máquinas agrícolas



Fonte: Campo fértil- Assessoria e consultoria Agrônômica.

De acordo com Veiga (1994), o trabalho no corte mecanizado apresenta modificações em relação ao corte manual, no que se refere às formas, jornadas, contratações e remuneração. No corte manual da cana, a contratação é temporária, com jornada diurna, de segunda a sábado, com oito horas não tendo como o colaborador acompanhar o ritmo do funcionamento das moendas por ser um trabalho cansativo.

No corte mecanizado houve a modificação e a forma de organizar o trabalho porque trabalham em turnos diurnos e noturnos alternados, algumas usinas trabalham em 3 turnos de 8 horas cada turno. Dessa forma garantem o funcionamento ininterrupto da produção com trabalhos inclusive aos domingos e feriados a contramão do corte manual visto que trabalham de segunda a sábado tendo o domingo de descanso. Sendo essa uma estratégia que maximiza o



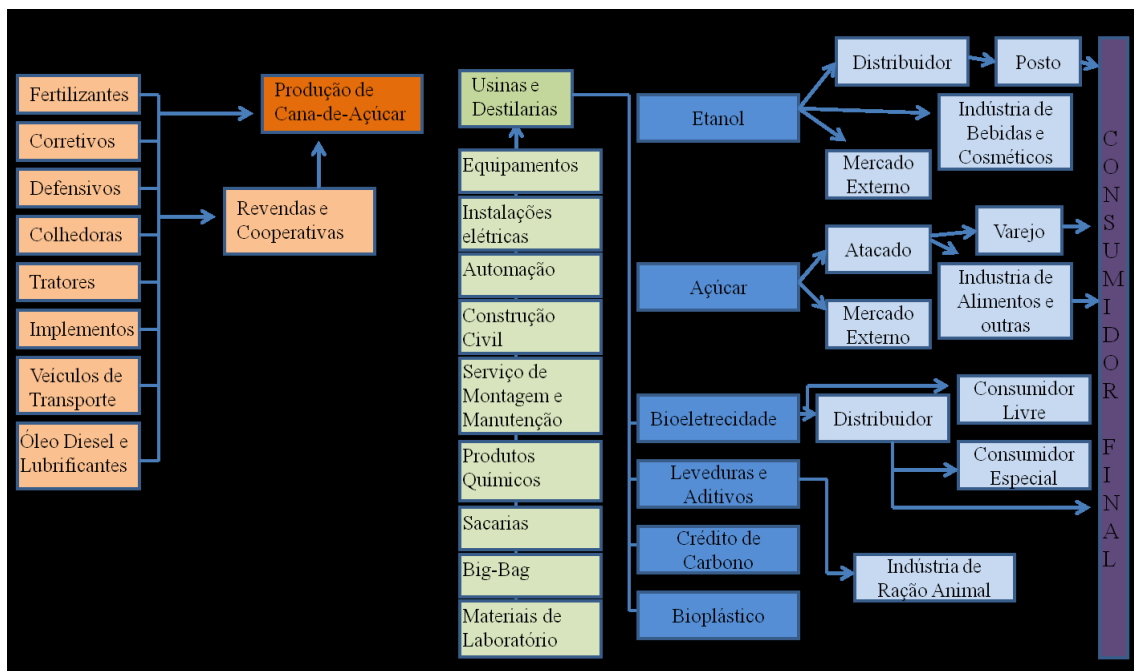
uso dos meios e instrumento de trabalho, pois diminui em grande escala os seus períodos de trabalho.

### 2.7 Sistema de Produção Agrícola

Segundo Neves (2009), o sistema de produção agrícola brasileiro tem buscado através do planejamento maior eficiência, visto que a atual globalização de mercado procura por preços de produtos agrícolas menores. Para isto, a mecanização da agricultura constitui um dos fatores fundamentais de viabilização econômica da maioria das explorações e a busca da eficiência do sistema envolve diversas ações que se resumem na redução do custo com aumento da produtividade.

Visando atingir maior resposta na produção torna-se importante entender as interações entre máquina, solo e planta, embora complexa. As opções de máquinas no mercado são consideráveis e a tendência é de aumentar ainda mais com a chegada das máquinas de operações conjugadas, por outro lado, também existe uma variedade de solos que por sua vez, tem variados sistemas de produção adotados em uma mesma região. Deste modo, a escolha da máquina ideal para determinada situação depende do solo e do sistema de produção adotado.

Figura 4 - Sistema Agroindustrial, cadeia da cana de açúcar



Fonte: Adaptado de Neves (2009)

## 2.8 A Globalização no Mundo Atual

Conforme Cooper (1998), no mundo podem-se relatar duas tendências transformadoras que estão ocorrendo na economia: a globalização e o desenvolvimento da sociedade de processo na base do conhecimento científico. A globalização da economia parece irreversível, constituindo em si um processo de transição de mudanças profundas conduzindo ao surgimento de novas identidades culturais a novas formas de organização do trabalho, a ruptura de reservas de mercado ao acirramento da concorrência (interna e externa aos países) a estruturação de blocos econômicos (Mercosul, Alca e União Européia) e a exclusão social de setores ou segmentos sem condições de competir no mercado.

Países emergentes deverão definir nos próximos anos de que modo ocorrerá a inserção dos seus produtos, particularmente os agroindustriais, no comércio internacional. Nos últimos anos o modelo exportador de produtos agrícolas brasileiros se encontra em um processo de mudanças estruturais. Essas mudanças decorrem de um novo cenário internacional, no qual é caracterizada uma saturação do mercado dos produtos classificados como commodities, refletindo em uma queda dos preços com margens de lucro cada vez mais avançadas tecnologicamente, causando uma dependência crescente dos agricultores por suportes técnicos científicos das empresas de insumos.

Outras características são observadas em relação ao mercado de acordo com Cooper (1998) tais como: “[...] consumidor cada vez mais exigente por produtos seguros, plantados e manufaturados obedecendo a padrões rígidos de qualidade, para a implantação satisfatória desses padrões nas propriedades rurais, se faz necessário que o empresário rural adote sistemas de informação e modernos métodos de gestão empresarial, que darão suporte dos sistemas de garantia da qualidade como a rastreabilidade” (COOPER, 1998, p.162).

Uma alternativa para os empresários rurais em relação à produção de commodities seria a diversificação dos seus produtos, flexibilizando seus processos produtivos, atentando com maior eficiência a fragmentação da demanda, focando seus produtos em nichos de mercado, que demandam atributos não atendidos pelas commodities. O empresário rural pode adotar a atividade de processar os alimentos dentro de sua propriedade. Esse tipo de alimento recebe o nome de bens especiais agrícolas. Para que isso ocorra o empresário rural deverá empregar métodos que conduzam inovações nos seus produtos e processos. Nas empresas a

inovação se materializa na forma de lançamento de novos produtos no mercado ou no emprego de novas tecnologias que podem envolver aspectos do processo e sua gestão.

De acordo com Batalha (2005) “[...] a maioria dos produtos processados apresentam alto grau de perecibilidade. Geralmente a qualidade desse tipo de produto encontra-se intimamente associada a velocidade com a qual ele é posto à disposição do consumidor final. Nesses casos, questões ligadas a logística de distribuição assumem importância vital para o sucesso do negócio” (BATALHA, 2005, p.320).

As empresas, além de cumprir e fazer cumprir as normas de segurança e medicina do trabalho tem por obrigação informar os trabalhadores dos riscos profissionais que possam se originar nos locais de trabalho e também instruir os empregados a adotarem posturas preventivas como forma, de evitar a ocorrência de acidentes de trabalho ou de doenças ocupacionais. Isso envolve, por óbvio, educação e informação ambiental, pois demandará ao empregado o conhecimento das rotinas de trabalho e ordens de serviços com o objetivo de prevenir a prática de ato inseguro, bem como de posturas a adotar para uma melhor proteção contra os riscos de acidentes do trabalho e doenças profissionais e das providências a serem tomadas na ocorrência destes.

## **2.9 Meio Ambiente Geral e Meio Ambiente do Trabalho**

Sobre os relatos de Fernandes (2009) podemos dizer que há poucas décadas a questão ambiental era assunto secundário, hoje podemos salientar que é assunto prioritário na maioria dos países. Devido a essa prioridade as usinas focam esse contexto de forma a minimizar a agressividade ao solo, rios e matas, trabalhando na parte de tratamento de resíduos e fluentes tudo dentro do conceito de sustentabilidade. E cada vez mais os consumidores estão exigentes com olhares críticos no que diz respeito à preservação do meio ambiente como um todo da parte das organizações.

Figura 5 – Corte mecanizado sem queima prévia



De acordo com Vian (2003), a nova legislação ambiental que proíbe a queima da cana levou algumas usinas a adotarem a mecanização do corte da matéria-prima (Figura 6). Não se podem menosprezar as exigências de capital e de investimentos para o desenvolvimento de novas tecnologias e capital para o desenvolvimento de novas variedades produtivas adaptadas as condições dos locais de produção tanto para o corte manual como para o corte mecanizado. Isso atende também as demandas da legislação ambiental.

Dentre as leis específicas da área agrícola, tem-se a “[...] Lei n.º 11.241, de 19 de setembro de 2002 que dispõe especificamente sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas. No artigo 2º, da porcentagem da área mecanizável e não mecanizável e o período em que deve ser reduzida a prática da queima da palha como método de pré-colheita” (VIAN, 2003).

Conforme relatos de Neves (2010), a mecanização elimina a necessidade de queima das folhas e ponteiros da cana-de-açúcar, procedimento adotado para facilitar o corte manual da planta. A colheita de cana-de-açúcar crua, efetuada com uso de colheitadeiras mecânicas, cresce a cada ano no Brasil. Além de aplacar as emissões de gases geradas pela queimada, a colheita mecanizada deixa no campo uma cobertura de folhas, o que contribui ainda mais para

as baixas perdas de solo e coíbe o crescimento de ervas daninhas, diminuindo o uso de herbicidas.

O tipo de colheita da cana-de-açúcar pode influenciar a produção e longevidade da cultura, os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, o meio ambiente e a saúde pública. O sistema de colheita por cana queimada elimina a matéria seca e aumenta a concentração de gás carbônico na atmosfera, contribuindo com o efeito estufa e diminuindo o teor de matéria orgânica no solo. O decreto de Lei Estadual 47.700, de 11 de março de 2003, regulamenta a Lei Estadual 11.241, de 19 de setembro de 2002, que determinou prazos para a eliminação gradativa do emprego do fogo para despalha da cana-de-açúcar nos canaviais paulistas sendo de grande interesse agrícola e ecológico, estabelecendo prazos, procedimentos, regras e proibições que visam a regulamentar as queimas em práticas agrícolas (TRIVELIN, 1996, p.89).

Neves (2010) destaca que o fim da queima pode chegar até antes no estado de São Paulo. Pois as usinas paulistas e seus fornecedores independentes aderiram ao Protocolo Agro ambiental, proposto pela ÚNICA e pelo governo de São Paulo. O protocolo prevê algumas medidas, a antecipação do prazo final para a eliminação da queima nos terrenos com declividade até 12% de 2021 para 2014, adiantando o percentual de cana não queimada, em 2010, de 30% para 70%. Em áreas de novos plantios, a queima está proibida desde o dia 1º de novembro de 2007. Contudo, independentemente da legislação, a mecanização vem sendo adotada como padrão de produção.

Segundo dados produzidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e divulgados pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA), a utilização de máquinas colheitadeiras nos canaviais paulistas alcançou 49,1% de uma área colhida de 3,9 milhões de hectares na safra 2008/2009. Nas áreas das unidades processadoras de açúcar e etanol, a mecanização atingiu, em média, 60% da área colhida no mesmo período (ÚNICA, 2009).

## **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1 Materiais**

Na obtenção dos dados deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais: calculadora, câmera fotográfica e telefone para coletar informações de funcionários da empresa, notebook, impressora, livros e internet para pesquisas bibliográficas e automóveis para deslocamento na coletas de informações.

### **3.2 Métodos e técnicas**

Os métodos e técnicas utilizadas partiu da constatação que a mecanização é necessária para a colheita da cana-de-açúcar onde procurou-se calcular custos operacionais através de metodologia específica descrita no tópico a seguir. Através da pesquisa documental, foram levantados dados na Usina em estudo referente aos custos operacionais com a colheita mecanizada.

#### **3.2.1 Determinação dos custos operacionais**

Os custos operacionais da colheitadeira foram estimados em reais por hora de trabalho. Para o cálculo dos custos fixos, foi considerado um valor de revenda de 28% do valor inicial da máquina colheitadeira com vida útil de 8 anos. Os dados foram fornecidos pela empresa onde se desenvolveu o estudo. Foi utilizada a metodologia proposta pela *American Society of Agricultural Engineers* (ASAE, 2001) citado por SIMÕES D. ; FENNER P.T. (2010), descrita como:

Custos fixos (CF)

Os custos fixos são aqueles que não variaram com a quantidade de horas da operação e independem da produção da máquina colheitadeira, sendo compostos por juros, custos de depreciação, abrigo, taxas e seguros.

**a) Juros**

Para a estimativa dos juros, foi utilizada uma taxa de 6% a.a., que se refere à utilizada pela empresa onde foi desenvolvido o estudo. Os cálculos foram realizados através da equação 1.

Equação 1.

$$J = \frac{Vi + Vf}{2 \times h} \times r \quad (1)$$

Em que:

J = custos com juros (R\$. h<sup>-1</sup>);

Vi = valor inicial da máquina agrícola (R\$);

Vf = valor final da máquina agrícola (R\$);

h = horas efetivas de uso anual;

r = taxa de juros.

**b) Depreciação**

O custo de depreciação estimou a perda de valor no decorrer da vida útil da máquina agrícola. A estimativa do custo de depreciação foi um procedimento utilizado para recuperar o investimento inicial da máquina, à medida que ela se torna obsoleta. Foi utilizado o método da depreciação linear, pois se considerou que os recursos financeiros correspondentes ficam no caixa da empresa com remuneração zero, os dados foram obtidos através da equação 2.

Equação 2.

$$D = \frac{Vi - Vf}{Vu \times h} \quad (2)$$

Em que:

D = depreciação linear (R\$. h<sup>-1</sup>);

Vi = valor inicial da máquina agrícola (R\$);

Vf = valor final de revenda ou de sucata da máquina agrícola (R\$);

Vu = vida útil em anos;

h = horas de uso anual.

**c) Abrigo**

Foi calculado o custo de abrigo pago em função do local de armazenamento requerido pela máquina colheitadeira. Foi considerado um fator de ajuste (FA) de 0,75% do valor inicial da máquina, conforme ASAE (2001).

Equação 3.

$$C_a = \frac{V_i \times FA}{h} \quad (3)$$

Em que:

Ca = custo de abrigo da máquina agrícola (R\$.h<sup>-1</sup>);

Vi = valor inicial da máquina agrícola (R\$);

FA = fator de ajuste;

h = horas de uso por ano.

**d) Taxas**

Em função dos encargos administrativos, foi considerado um percentual do valor inicial da máquina, de acordo com o preconizado pela ASAE (2001). Dessa forma, o fator de ajuste (FA) foi de 1,0%.

Equação 4.

$$T = \frac{V_i \times FA}{h} \quad (4)$$

Em que:

T = taxas de administração (R\$.h<sup>-1</sup>);

Vi = valor inicial da máquina agrícola (R\$);

FA = fator de ajuste;

h = horas de uso por ano.

**e) Seguros**

O custo do seguro foi estimado para a proteção contra os riscos associados com roubo, incêndio e outros. Considerou-se um fator de ajuste (FA) conforme ASAE (2001) de 0,25% do valor inicial da máquina conforme a equação 5.

Equação 5.



$$S = \frac{Vi \times FA}{h} \quad (5)$$

Em que:

Ca = custo de seguro da máquina agrícola (R\$. h<sup>-1</sup>);

Vi = valor inicial da máquina agrícola (R\$);

FA = fator de ajuste;

h = horas de uso por ano.

### **Custos variáveis (CV)**

Os custos variáveis se modificaram proporcionalmente em relação ao nível das operações e do tempo despendido para a realização, ou seja, o custo operacional altera-se de acordo com o desenvolvimento da operação. Foram considerados como custos variáveis: o custo do combustível, custos de mão-de-obra, lubrificação, reparos e manutenções.

#### a) Mão de obra

No custo horário de mão-de-obra estão inclusos os salários diretos e indiretos e todos os benefícios que os operadores recebem, com base na quantidade de horas trabalhadas, devido ao tempo despendido para abastecimento de combustível, lubrificação, manutenção, ausência da máquina no campo e transporte. Foi adotado um fator de ajuste de 25% proposto pela ASAE (2001), conforme a equação 6.

Equação 6

$$Cmo = \{ W \times FA \} \quad (6)$$

Em que:

Cmo = custo de mão de obra (R\$.h<sup>-1</sup>);

W = salário médio (R\$.h<sup>-1</sup>);

FA = fator de ajuste.

#### b) Combustíveis

O custo de combustível foi estimado com base na quantidade de óleo diesel consumido pela máquina agrícola. A máquina agrícola empregada no estudo possui um módulo de

controle eletrônico do motor, o que possibilita armazenar e transmitir informações sobre o consumo médio de combustível, sendo essas informações fornecidas preliminarmente pela empresa. Esse consumo foi dado em função da potência do motor, tipo de combustível, capacidade operacional e operação desenvolvida, conforme a equação 7, preconizado pela ASAE (2001).

Equação 7.

$$Cc = Qm \times Pc \quad .(7)$$

Em que:

$Cc$  = custo de combustível (R\$.  $h^{-1}$ );

$Qm$  = consumo médio de diesel ( $l.h^{-1}$ );

$Pc$  = Preço do óleo diesel (R\$. $l^{-1}$ ).

#### c) Lubrificação

Devido à demanda de grande quantidade de trabalho, não justificada em função dos pequenos valores envolvidos para se determinar a quantidade dos produtos consumidos e a cada quanto tempo se faz a lubrificação da máquina, a empresa não realiza o controle dessas informações.

Com base em indicadores médios de consumo e das informações técnicas do fabricante, os custos de lubrificantes foram estimados com fator de ajuste de 15% dos custos do combustível consumido por hora de trabalho, conforme a metodologia proposta pela ASAE (2001). Nos custos de lubrificação estão inclusos os dispêndios com óleo de motor, óleo de transmissão, graxas e filtros, estimados através da equação 8.

Equação 8.

$$Cl = FA \times Cc \quad (8)$$

Em que:

$Cl$  = custo de lubrificação (R\$. $h^{-1}$ );

$FA$  = fator de ajuste;

$Cc$  = preço do óleo diesel (R\$. $l^{-1}$ ).

#### d) Reparos e manutenção.

Os custos de reparo e manutenção incidem devido ao uso em condições normais ou em consequência de desgastes dos componentes, acidentes ou deterioração natural da máquina agrícola, representados a seguir:

Equação 9

$$C_{rm} = \left( P \times FR_1 \left( \frac{h+u}{1000} \right)^{FR_2} \right) - \left( P \times FR_1 \left( \frac{h}{1000} \right)^{FR_2} \right) \quad (9)$$

Em que:

$C_{rm}$  = custos de reparo e manutenção (R\$.h<sup>-1</sup>);

$P$  = valor inicial da máquina agrícola (R\$);

$FR_1$  = fator de reparo 1 (0,003);

$h$  = horas de uso acumulada, até o início do ano em análise;

$FR_2$  = fator de reparo 2 (2,0);

$u$  = horas de uso no ano em análise.

### **Custo operacional**

Esse custo foi obtido pelo somatório dos custos fixos e variáveis relativas à máquina avaliada, de acordo com o descrito a seguir:

Equação 10

$$C_{ot} = CF + CV \quad (10)$$

Em que:

$C_{ot}$  = custo operacional total da máquina agrícola (R\$.h<sup>-1</sup>);

$CF$  = custos fixos (R\$.h<sup>-1</sup>);

$CV$  = custos variáveis (R\$.h<sup>-1</sup>).

Foi utilizada a metodologia proposta pela *American Society of Agricultural Engineers* (ASAE, 2001) para o cálculo do custo operacional da colheita. Os custos operacionais da colheitadeira (John Deere 3520) foram estimados em reais por hora de trabalho (R\$.h<sup>-1</sup>). Os valores da máquina e da mão de obra foram fornecidos pela empresa onde se desenvolveu o estudo.

### 3.3 Estudo de caso

O estudo de caso foi realizado em uma usina sucroenergética na região de Bauru-SP, interior de São Paulo, Fundada em 1949 e conta hoje com 2391 funcionários, é produtora de cana, açúcar, álcool e levedura seca e possui área total de 39.047,85 ha, sendo que desse total a área própria é de 10.189,04 ha, arrendada é de 16.694,13 ha, e de fornecedores é de 12.164,68 ha, e faz parte do sistema Coopersucar. Sua capacidade de moagem é de 3.500.000 de toneladas de cana na safra.

Devido às exigências dos gestores da usina em estudo que não autorizaram a divulgação do nome, marca comercial e imagens da empresa, essas informações foram omitidas. Dessa maneira segue no Anexo 1 um ofício que solicita a autorização da obtenção de dados para a execução deste trabalho que possui um objetivo estritamente acadêmico.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados referem-se somente às atividades que compõem o ciclo de trabalho de uma colheitadeira de cana John Deere 3520 descritos na Tabela 1. Os dados fazem referência ao ano safra de 2011.

Tabela 1. Coeficientes técnicos da colheita da cana.

Variável	Quantidade
Linhas	1
Espaçamento	1,50 metros
Velocidade média da colheitadeira	5 Km/h
Rendimento operacional	43,05 t/h

Os dados da Tabela 1 apresentam o espaçamento padrão utilizados por esta usina, o qual é também utilizado por quase todas as usinas produtoras de cana-de-açúcar que adotam a colheita mecanizada. A velocidade de 5Km/h é considerada pela usina em análise como a velocidade ideal para se obter uma melhor qualidade da cana colhida e onde encontra-se o melhor ponto de consumo de combustível. Uma vez que operando em maiores velocidades tem-se um maior consumo de óleo diesel, e conseqüentemente maiores perdas de colheita, além de proporcionar maiores impurezas tanto vegetais como minerais para a indústria. O rendimento operacional médio foi de 43,05 toneladas por hora considerando que as horas efetivas de colheita na usina foram de 14,4 horas, devido a paradas com quebras e manutenção de equipamentos e atrasos por causa de condições climáticas desfavoráveis. Isso representou aproximadamente 620 toneladas de cana colhidas em um dia.

Tabela 2. Indicadores de colheita mecanizada.

Número de operadores de colheitadeira	84
Tonelada do corte mecânico dia	620
Número de colheitadeiras	22

Através dos dados da Tabela 2 pode se observar que a usina possui 22 colheitadeiras que trabalham em três turnos de 8 horas. A usina trabalha com frentes de colheita mecanizada onde cada frente é composta normalmente por 4 colhedoras, 8 tratores e 16 transbordos. Cada frente de trabalho também é acompanhada por veículos de apoio que são: 1 caminhão bombeiro (tanque), 1 caminhão de socorro (mecânico) e um trailer-abrigo para os engatadores.

A mão-de-obra utilizada na frente de trabalho é composta por 4 operadores de colheitadeira, 8 operadores de tratores, e 1 fiscal de frente. Para a mão-de-obra de apoio utiliza-se 2 mecânicos de manutenção de máquinas e 1 motorista do caminhão bombeiro (tanque). No entanto para este estudo foi utilizada somente a mão-de-obra do operador de colheitadeira, uma vez que foram calculados somente os custos operacionais da colheitadeira. Neste estudo não foram incluídos os encargos trabalhistas.

Tabela 3 - Indicadores Colheitadeira John Deere 3520

Horas de uso acumulada, até o início do ano em análise (2 anos de uso)	6.300,00
Horas de uso no ano em análise	3.150,00
Consumo médio de diesel (L.h <sup>-1</sup> )	40,00
Salário médio operador 25 dias/mês (R\$.h <sup>-1</sup> ) – Sem encargos trabalhistas	12,50
Taxa de juros (% ao ano)	6
Depreciação (anos)	8
Valor inicial (R\$)	1.300.000,00
Horas efetivas uso do equipamento (mês) 14,4h/dia 30 dias corridos/mês	432,00
Custo óleo Diesel (R\$/L)	1,70
Potência nominal (HP)	337,00
Potência efetiva (kW)	251,00
Fator de ajuste do custo de combustível (%)	15
Fator de ajuste de não trabalho do operador (%)	0,25
Fator de reparo 1 (ASAE)	0,003
Fator de reparo 2 (ASAE)	2,00

As especificações necessárias para a realização dos cálculos descritos na metodologia proposta estão descritas na Tabela 3.

Tabela 4. Custos fixos.

Custos fixos (CF)	R\$/h	Percentual sobre o custo total
Depreciação	33,85	17,47%
Juros	9,63	4,97%
Abrigo	1,88	0,97%
Taxas	2,51	1,29%
Seguros	0,63	0,32%
Total	48,50	25,02%

Através dos dados da Tabela 5 pode se observar que os custos com a depreciação tiveram maior representatividade 17,47% do custo total. Isso demonstra que para ativos com um valor inicial muito alto os custos com a depreciação também são maiores.

Tabela 5. Custos variáveis

Custos variáveis (CV)	R\$/h	Percentual sobre o custo total
Combustível	68,00	35,09%
Lubrificação	0,26	0,13%
Reparos e manutenção	61,43	31,69%
Mão-de-obra	15,63	8,06%
Total	145,32	74,98%

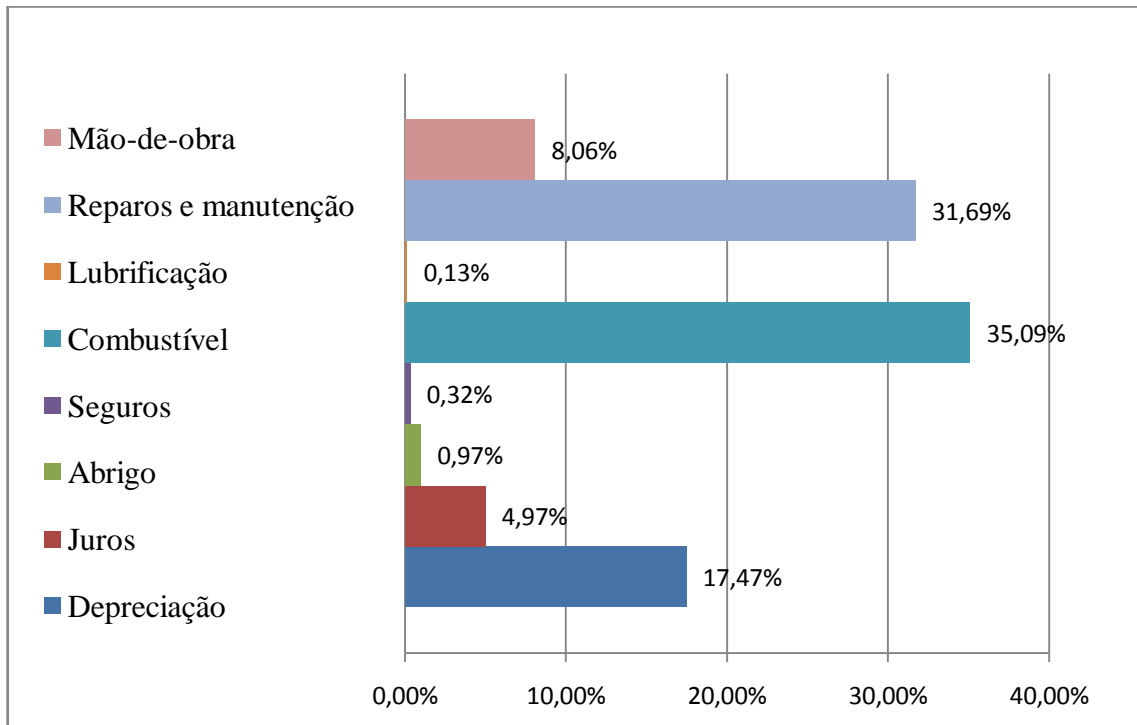
Na Tabela 5 pode se observar que os maiores gastos variáveis da usina em análise são gastos com combustíveis e reparos e manutenção que representaram 35,09% e 31,69%, respectivamente, sobre o custo total, não considerando os custos trabalhistas.

Tabela 6 - Custos Totais

Custos totais (CT)	R\$/h	Percentual sobre o custo total
Custos fixos (CF)	48,50	25,02%
Custos variáveis (CV)	145,32	74,98%
Total	193,82	100,00%

Os dados da Tabela 6 apontam os custos totais de operação da colheitadeira John Deere 3520 que foram de R\$ 193,82.hora<sup>-1</sup>, onde os custos variáveis tiveram maior representatividade 74,98% frente aos custos fixos 25,02%. Na Figura 7 são apresentados os itens de custo e sua respectivas representações percentuais sobre os custos totais.

Figura 6 - Custos Totais



Garbelotte (2011), em estudo sobre o custo operacional da colheita mecanizada através de análises de uma colhedora de cana Case 7700 - esteira, utilizada por fornecedores independentes de cana da região de Ribeirão Preto-SP, sobre a forma de condomínio, constatou que para um rendimento operacional da máquina de 2,07 horas. ha<sup>-1</sup>, os custos totais de operação foram de R\$ 191,40.hora<sup>-1</sup>, que resulta em R\$395,69.ha<sup>-1</sup>.

Rodrigues e Abi Saab (2007) realizaram um estudo sobre a viabilidade técnica-econômica da utilização de colheitadeiras automotrizes de cana-de-açúcar, com plantio em espaçamento de 1,40 m, e com declividade inferior a 12% sem queima em toletes. Os autores constataram que os custos com a colheita mecanizada foram de R\$ 199,21.hora<sup>-1</sup>.



## **5 CONCLUSÃO**

Dessa maneira pode se concluir que este estudo contribui para o aperfeiçoamento da análise de custos dos tratos culturais da colheita mecanizada de cana-de-açúcar no interior do Estado de São Paulo. Assim, pode-se dizer que os resultados podem auxiliar no processo decisório das opções de substituição da colheita manual pela mecanizada, uma vez que é uma tendência do setor e precisa ser fundamentada em estudos mais detalhados sobre essas operações relacionadas a colheita de cana-de-açúcar.

## REFERÊNCIAS

ALVES, F. Por que morrem os cortadores de cana? **Saúde e Sociedade**, v. 15, n. 3, p. 62-90-98, set.-dez., 2006. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v15n3/08.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2011.

ARAÚJO, M. J. **Fundamentos de Agronegócios**. 3º Ed. Editora Atlas S. A. – SP. 2010. 9/18/25/34 p.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE standards 2001**: machinery, equipment and buildings: operating costs. Ames, Iowa, USA, 2001. p. 164-226. (ASAE D472-3).

BOAS, Soraya Wingester Vilas; DIAS, Elizabeth Costa. *Contribuição para a discussão sobre as políticas no setor sucro-alcooleiro e as repercussões sobre a saúde dos trabalhadores*. Impactos da indústria canavieira no Brasil. Brasil. Plataforma BNDES, p. 23-35, nov., 2008.

BALSALOBRE, M. A. et al. (1999) **Cana de Açúcar – Quando e Como Cortar o Consumo Animal**. Revista Balde Branco – 1999 19 p.

BATALHA, M. O. et al. **Recursos Humanos e Agronegócios. A evolução do perfil profissional** – Editora Novos Talentos. 2005 Jaboticabal – SP. 320 p.

BATALHA, M. O. **GEPAI Gestão Agroindustrial**. GEPAI – Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais. 3º Ed. São Paulo. Editora Atlas. 2010. 141 p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento - **Acompanhamento da Safra Brasileira 2006/2007** 2011. Disponível em:

[http://www.canaoeste.com.br/.../CONAB\\_canasafra2011\\_18.pdf](http://www.canaoeste.com.br/.../CONAB_canasafra2011_18.pdf) - Acesso em 07/10/2011

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento - **Acompanhamento da Safra Brasileira 2011/2012** 2011. Disponível em:

[http://www.canaoeste.com.br/.../CONAB\\_1levantamentocanasafra2011\\_12.pdf](http://www.canaoeste.com.br/.../CONAB_1levantamentocanasafra2011_12.pdf) - Acesso em 01/12/2011

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. **Gestão Agroindustrial**. Editora Atlas – São Paulo – 1998. 598p.

FERNANDES, R. **Meio Ambiente Geral e Meio Ambiente do Trabalho**. Editora LTR - São Paulo – 2009. 270p.

GARBELOTTE, M. A. **Análise do custo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar**: Perdas na Colheita de cana-de-açúcar. 2011. 50 p. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Agronegócio) - Faculdade de Tecnologia, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Botucatu – SP, 2011.

HAMER, E. **As oportunidades de emprego no Agronegócio**. Publicado em 23/06/2008. Disponível em:<http://www.portalagronegocio.com.br/conteúdo.php?id=24617>

Acesso em 01/12/2011

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – **Produção Agrícola Municipal** – publicado em outubro 2010 – Disponível em <http://www.ibge.gov.br>- Acesso em 01/12/2011

MENDONZA, F. et AL. **Sistemas de Colheita e Manejo da Palhada de Cana de Açúcar**.2000. Disponível em <http://www.br.monografia.com.br/trabalhos/sistemas-colheita-palhada-cana-acucar2.shtml> – Acesso em 01/12/2011

NEVES, M.F. et al. **Estratégias para a cana no Brasil**. Um Negócio Classe Mundial .São Paulo: Editora Atlas S.A 2009.212p.

OLIVEIRA, N. **Agência Brasil usa menos de 5% da área plantada para cultivar matéria-prima de biocombustível** 2006.– Disponível em <http://www.biodieselbr.com> – Acesso em 03/12/2011

PEARCE, J. Evolução constante. **Cultivar Máquinas**, 2006. n.37, p.6-9.

RIPOLI, T.C.C. Ensaio & certificação de máquinas para colheita de cana-de-açúcar. **Maquinas agrícolas ensaio e certificação**. Piracicaba: Esalq/usp 1996. 722 p.

RODRIGUES, E.B.; ABI SAAB, O. J. G. **Avaliação técnico-econômica da colheita manual e mecanizada da cana-de-açúcar (*saccharum spp*) na região de Bandeirantes – Pr.** 2007. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 28, n. 4, p. 581-588, out./dez. 2007.

ROSSETTO, R. **Corte Manual e Mecanizado**. 1999. Disponível em <<http://www.google.com.br>> - pesquisa: Adubação – resíduos alternativos Agencia. cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar.html – Acesso em 01/12/2011

SILVA, E. ET AL. **Avaliação de Métodos indiretos de Determinação da Erobilidade de Latos solos Brasileiros**. 2000. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/pab/v35n6/4677/pdf> - Acesso em 01/12/2011.

l

SIMÕES, D.; FENNER, P.T. **Avaliação técnica e econômica do forwarder na extração de madeira em povoamento de eucalipto de primeiro corte**. 2010. Floresta. Curitiba, v.40, p.711-720, out./dez. 2010.

TRIVELIN, P. C. O.; RODRIGUES, J. C. S.; VICTORIA, R. L.; REICHARDT, K. **Utilização por soqueira de cana-de-açúcar de início de safra do nitrogênio da aquamônia – N e uréia – N aplicado ao solo em complemento a vinhaça**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 1996 v.31, p.89-99.

ÚNICA União da Agorindústria Canavieira do Estado de São Paulo. 2009. Disponível em <http://www.unica.com.br> - Acesso em 04/03/12

VEIGA, F. **Análise da Mecanização do Corte de Cana de Açúcar no Estado de São Paulo**. 1994. Disponível em <http://www.scielo.org/pdf/csp/visn1/0044.pdf> - Acesso em 01/12/2011

VIAN, C. E. F. **Estratégias Competitivas e Modernização**. Agroindústria Canavieira. Editora Átomo. 2003. Campinas – SP. 126/127 p.

VIEIRA, G. **Avaliação do Custo, Produtividade e Geração de Emprego no Corte de Cana-de-açúcar, Manual e Mecanizado**. 2003. Disponível em [http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bla/33004064021P7/2003/vieira\\_g\\_me\\_botfca.pdf](http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bla/33004064021P7/2003/vieira_g_me_botfca.pdf) - Acesso em 10/03/2012

**ANEXO**

## Anexo 1



---

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU**

Botucatu, 19 de março de 2012.

Ofício DFB nº 048/2012

Prezado Senhor,

Vimos através desta solicitar a V.S<sup>a</sup> autorização para coleta de dados, referentes a tratos culturais de colheita de cana-de-açúcar, sob responsabilidade do Prof. Dr. Osmar Delmanto Júnior, Coordenador do Curso de Tecnologia em Agronegócio e do Prof. Ms. Ricardo Ghantous Cervi, responsável pela disciplina de Projeto de Agronegócio I. Este projeto tem pouco objetivo envolvendo os alunos de Iniciação Científica e também servirá de base para trabalhos de conclusão do Curso de Tecnologia em Agronegócio.

Ressaltamos que este trabalho tem um objetivo estritamente acadêmico, onde em nenhum momento serão citadas as fontes que indiquem a origem dos dados, tais como: o nome da empresa, produtos, logomarca e imagens do local.

Salientamos que todos os trabalhos serão enviados para as partes responsáveis da empresa para análise e somente mediante uma autorização prévia serão publicados.

Certos de contarmos com sua valiosa colaboração, colocamo-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários.

Atenciosamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Roberto Antonio Colenci', written over a faint, larger version of the same signature.

Prof. Dr. **ROBERTO ANTONIO COLENCI**  
Diretor

Botucatu, 11 de Junho de 2012.

---

Waldir Rosa

De Acordo:

---

Prof. Ms. Ricardo Ghantous Cervi  
Orientador

---

Prof. Dr. Osmar Delmanto Junior  
Coordenador do Curso de Agronegócio

