

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**MARCOS RAFAEL DE ALMEIDA**

**USO DA TECNOLOGIA NA PRODUÇÃO CANAVIEIRA**

Curitiba - PR  
2016

MARCOS RAFAEL DE ALMEIDA

## **USO DA TECNOLOGIA NA PRODUÇÃO CANAVIEIRA**

**Trabalho de Conclusão de Curso – TCC de Pós-Graduação em Agronegócio da Universidade Federal do Paraná realizado sob orientação do Professor MSc. Robson Mafioletti.**

Curitiba – PR  
2016

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Engenho de cana manual	13
Figura 2 – Engenho de cana tração animal	13
Figura 3 – Corte de cana manual	14
Figura 4 – Mecanismo de corte basal da cana	22
Figura 5 – Mecanismo de colhedora de cana	23
Figura 6 – Colhedora de cana em operação	23
Figura 7 – Computador de Bordo	25
Figura 8 – Processo de colheita mecanizada	26
Figura 9 – Centro de Operações Agrícolas	27
Figura 10 – Indicador de moagem	29
Figura 11 – Imagem de satélite em sistema móvel	31
Figura 12 – Tela do sistema especialista iFrota	33
Figura 13 – Tela do sistema de controle de colheita	35
Figura 14 – Mecanismo de montagem de imagem de satélite	38
Figura 15 – Imagens de satélite	38
Figura 16 – Drone	40
Figura 17 – Visão gerada a partir de um drone	41
Gráfico 1 – Desenvolvimento da produção de cana nos últimos dez anos	16
Gráfico 2 – Desenvolvimento da produção de açúcar nos últimos dez anos	16
Gráfico 3 – Desenvolvimento da produção de etanol anidro nos últimos dez anos	16
Gráfico 4 – Desenvolvimento da produção de etanol hidratado nos últimos dez anos	17
Gráfico 5 – Aumento da área plantada nos últimos dez anos	17
Gráfico 6 – Indicador de moagem	30
Gráfico 7 – Indicador de entrada de cana por frente de colheita	30
Gráfico 8 – Plantio de cana no ano	34

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Indicadores da Mecanização da colheita

21

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	10
2.1. GERAL.....	10
2.2. ESPECÍFICOS.....	10
<b>3. METODOLOGIA DE PESQUISA</b> .....	11
<b>4. RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	12
4.1. A CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL.....	12
4.2. MIX DE PRODUTOS.....	14
4.3. HISTÓRICO DE PRODUÇÃO E MOAGEM.....	15
<b>5. TECNOLOGIAS EMPREGADAS NA PRODUÇÃO DE CANA</b> .....	20
5.1. TECNOLOGIA NA COLHEITA.....	20
5.1.1. Colhedoras.....	20
5.1.2. Computadores de Bordo.....	24
5.1.3. Sistemas de Informação.....	28
5.1.4. Drones.....	39
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	43
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	45

## **RESUMO**

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, açúcar e etanol. Embora o custo de produção esteja entre os menores do mundo, as sequentes crises que acometem o setor sucroenergético, dificultam a geração de produtos competitivos com o mercado externo. Atualmente na maior parte das usinas, o custo de produção de açúcar chega a ser 30% maior que o valor de venda devido à cotação estar em baixa pela alta oferta no mercado internacional. Com a chegada das tecnologias mecanizadas, a mão de obra humana foi aos poucos sendo trocada pelas máquinas, ou seja, onde eram necessárias várias pessoas para colher um talhão, agora basta uma pessoa em cada máquina e caminhão. Com o avanço dos estudos das melhores práticas em administração e necessidade de rápidas tomadas de decisão, percebeu-se a carência de ter informações precisas e em curto espaço de tempo. Atualmente, o uso da tecnologia é recente no setor, o que dificulta pesquisas para este tipo de trabalho. Diante disto, a presente pesquisa foi desenvolvida utilizando-se os métodos de Estudo de Caso e Descritiva, explorando as minhas experiências em implantações de soluções tecnológicas no meu ambiente de trabalho e descrevendo as tecnologias atualmente em uso. Esta pesquisa demonstra a importância do uso da tecnologia da informação e exemplos de sua aplicabilidade para trazer benefícios como a redução de custos e aumento da produtividade.

Palavras-chaves: Cana. Tecnologia. Agronegócio. Sucroenergético

## **ABSTRACT**

Brazil is the largest producer of cane sugar, alcohol and ethanol. Although the cost of production is among the lowest in the world, the sequent crises that affect the sugar-energy sector, make it difficult to generate competitive products to the foreign market. Currently most of the plants, the cost of sugar production is up to 30% higher than the sale price because of the price to be low by the high supply in the international market. With the arrival of mechanized technologies, human labor was gradually being replaced by machines, or where they were needed several people to harvest a field, now just one person in each machine and truck. With the advancement of studies of best practices in business and need for rapid decision-making, we realized the need to have accurate information and in short time. Currently, the use of technology is new in the industry, making it difficult to research this kind of work. Given this, the present research was carried out using the methods of Case Study and Descriptive, exploring my experiences in technological solutions deployments in my work environment and describing the technologies currently in use. This research demonstrates the importance of the use of information technology and examples of its application to bring benefits such as reduced costs and increased productivity.

Keywords: Cana. Technology. Agribusiness. Sugarcane

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresentará o desenvolvimento do setor canavieiro no Brasil, demonstrando o início histórico com o funcionamento primitivo dos moinhos para produção dos produtos acabados que ajudaram o desenvolvimento inicial da Colônia até a formação do país que temos atualmente. Além disso, este trabalho traz o avanço das tecnologias empregadas na produção levando ao desenvolvimento de outros produtos como a geração de energia elétrica que atualmente é grande colaborada da receita das usinas, bem como as variedades de açúcar e álcool produzido em grande escala.

O uso de máquinas na colheita e no plantio vem tomando espaço, não apenas pelo simples fato de redução de mão de obra, mas também pelas exigências governamentais. Esse processo teve início no começo deste século e já na safra de 2006/2007 em São Paulo tínhamos cerca de trinta e quatro por cento da colheita sendo feita com uso de máquinas e com projeção de mais de quarenta e seis por cento para a safra seguinte. A Lei Estadual 11.241 do Estado de São Paulo determina que até 2031 sejam extintas totalmente as queimas da palha da cana em qualquer tipo de terreno, já que as metas são diferenciadas para terrenos com declividade.

A assinatura do Protocolo Agroambiental assinado em 2007 também acelera o fim das queimadas colocando como meta o ano de 2017. Se este protocolo for cumprido, a ÚNICA (União da Agroindústria Canavieira de São Paulo) conseguirá maior apoio governamental para o setor, conforme cláusula quarta do referido protocolo.

A administração pública estadual por sua vez atuará no sentido de: a) fomentar a pesquisa para o aproveitamento energético e econômico da palha de cana-de-açúcar; b) apoiar a instalação de infraestrutura logística sustentável para a movimentação de produtos da agroindústria da cana-de-açúcar no Estado, com ênfase nas exportações [...]; c) conceder o Certificado de Conformidade Agroambiental aos produtores agrícolas e industriais de cana-de-açúcar que aderirem ao Protocolo e atenderem as Diretivas Técnicas constantes deste Protocolo; e d) estimular a adequada transição do sistema de colheita de cana queimada para a colheita de cana crua, em especial para os pequenos e médios plantadores de cana, com área de até 150 hectares.

São evidentes os benefícios que a colheita mecanizada traz para a sociedade e o meio-ambiente, porém é necessário olhar para a questão social e

considerar qual impacto que o uso de máquinas e a dispensa de mão de obra para a colheita trará para as regiões que possuem esta oferta de trabalhadores.

Aliada a colheita mecanizada, está a utilização de sistemas especialistas de informação em tempo real. Estes sistemas permitem que haja um Centro de Operações Agrícolas (COA) que consiga receber informações em tempo real com poucos minutos de atraso, sobre paradas de máquinas, por qualquer motivo, permitindo assim a ação rápida do reparo do equipamento ou reabastecimento. Sistemas conectados via satélite ou rede de dados de celular, permitem o gerenciamento do gasto de cada equipamento no campo, permitem a abertura de ordens de serviço para manutenção e as informações sobre a produtividade dos equipamentos, bem como, de seus operadores. Esses sistemas geram gráficos e relatórios aos gestores agrícolas para que eles possam tomar as decisões com rapidez e maior assertividade evitando desperdício de tempo e equipamento parado. Levando-se em consideração que uma colhedora custe em torno de um milhão de reais, somando-se a isso o custo Homem/Hora do funcionário, não é difícil calcular o valor de prejuízo de uma máquina parada por falta de combustível. Por isso sistemas integrados do campo com as bases de operações permitem o rápido acionamento e o menor tempo possível de horas improdutivas.

As inovações tecnológicas que ajudam a reduzir os custos de produção não param por aí. O planejamento estratégico de logística permitindo o melhor aproveitamento dos equipamentos nas frentes de colheita que estão com maior produtividade também é feito por sistemas de computador. Por meio de algoritmos avançados esses sistemas recebem as informações das frentes de colheita como descrito anteriormente e calculam para onde o caminhão que transporta a cana deve ser direcionado, evitando que a colhedora tenha que parar de colher por não ter transporte disponível. Esse sistema é conhecido por fila única. Este mesmo sistema de logística com base nas informações geográficas disponibilizadas por meio de satélites, informações da idade da cana, entre outras, permite um cálculo avançado de distância, informando ao gestor qual a movimentação adequada de frente de colheita. Levando-se em consideração a quantidade de variáveis existentes, é impossível que esse planejamento seja feito adequadamente apenas utilizando a expertise humana. E por fim a automação industrial e automação de balanço de pesagem de cana que permitem um controle operacional por meio de sensores que são visualmente controlados em seus centros de controle. Com a automação de



balança de pesagem de caminhões, é possível também a redução de mão de obra e a otimização da entrada de caminhões para descarga dentro da usina.

Como pode ser visto nesta breve introdução, existem várias frentes de tecnologia em avanço em todos os setores de uma usina de cana. Isso traz muitos benefícios para a empresa, porém olhando-se para o lado social, quase sempre teremos em foco alguma redução de mão de obra. Desta forma espera-se que sempre venha acompanhado disto, por parte da empresa, um trabalho social para preparação destas pessoas no novo mercado de trabalho. Algumas empresas promovem trabalhos sociais nas comunidades em que estão localizadas, para profissionalização de trabalhadores, em parcerias com órgãos governamentais ou não.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. GERAL**

Apresentar uma visão geral do uso de tecnologias e evolução do setor canavieiro ao longo da história do Brasil.

### **2.2. ESPECÍFICOS**

- Abordar a história da produção canavieira no Brasil
- Apresentar o avanço do mix de produtos encontrados nas usinas de moagem de cana de açúcar
- Apresentar os avanços na produtividade das usinas de moagem de cana de açúcar
- Apresentar o avanço das tecnologias empregadas na produção das usinas de moagem de cana de açúcar

### **3. METODOLOGIA DA PESQUISA**

A metodologia utilizada foi estudo de caso e descritiva. Gil (2002) expõe que a pesquisa baseada em estudo de caso proporciona esclarecimento quando não há informação suficiente sobre o problema, ou quando as informações se encontram em estado de desordem. O intuito com pesquisa foi apresentar informações que demonstrem o ganho de produtividade na produção de açúcar e álcool com redução de custos pela utilização da tecnologia.

Destaca-se também a metodologia descritiva, com a apresentação dos métodos de trabalho das usinas de cana em um passado recente e os novos modos de trabalho com uso da tecnologia.

Para Gil (2002), as pesquisas descritivas, juntamente com o estudo de caso, são as que habitualmente realizam os pesquisadores preocupados com a atuação prática. São também as mais solicitadas por organizações como instituições educacionais, empresas comerciais e partidos políticos. Foi realizado um estudo de caso em uma empresa do setor, onde foram avaliadas as implantações de melhorias sistêmicas e novas tecnologias em diversas frentes. A empresa em questão possui quatro usinas de moagem de cana na região de São Jose do Rio Preto, estado de São Paulo. Esta empresa passou recentemente por uma Join-venture, onde recebeu o aporte de capital externo que permitiu a sobrevivência no mercado sucroenergético. Atualmente a empresa está ligada ao grupo de investidores chineses COFCO com a proposta de se tornar em curto espaço de tempo uma das maiores empresas do setor de agronegócio do mundo. Neste contexto serão apresentadas as tecnologias utilizadas no dia-a-dia e as que ainda estão por vir.

## 4. RESULTADO E DISCUSSÃO

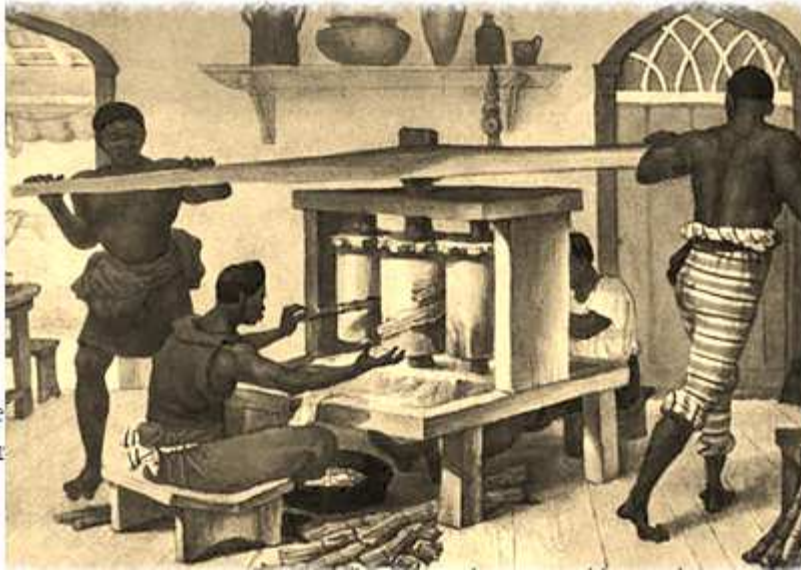
### 4.1. A CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL

Em meados do século XVI iniciou-se no Brasil Colônia o cultivo da cana de açúcar. Entre os principais motivos estavam o solo massapé ideal para este cultivo. Nesta época Portugal ainda não tinha muito interesse pela colônia, pois era o início da colonização e a implantação desta cultura teve o intuito de reforçar a presença no território. Levando-se em consideração que o açúcar era bem cotado na Europa, Portugal optou por unir o útil ao necessário dando início ao alicerce econômico da colônia (MATTOS, 1942).

Martin Afonso de Souza foi o fundador do primeiro engenho de cana na colônia em 1532 em São Vicente e também quem trouxe as primeiras mudas originárias da Ilha da Madeira no início do século XVI. Doravante outras surgiram ao longo da costa colonial, todas com uso de mão de obra escrava e força animal como pode ser visto nas figuras 1, 2, 3 a seguir. Esses engenhos eram fundados mais especificamente entre Bahia e Pernambuco de onde saía a maior produção açucareira do Brasil. A maior contribuição dos engenhos para a expansão do açúcar foi estar perto da costa que facilitava o escoamento da produção. Futuramente alguns engenhos evoluíram para usinas de cana (MATTOS, 1942).

Em meados do século XIX, a cana perde espaço para o café e a borracha e no período da proclamação da república já não era mais o principal produto de exportação. Em 1910 a situação piorou ainda mais chegando a ser o sexto produto da lista de produtos mais exportados do país. O avanço das fronteiras agrícolas marcou a expansão canavieira, principalmente sobre a região da Mata Atlântica, que viria a deixar sérias sequelas no futuro, contribuindo inclusive para as dificuldades climáticas vivenciadas atualmente (RODRIGUES & ORTIZ, 2006).

FIGURA 1 – ENGENHO DE CANA MANUAL



FONTE: Estância Santa Maria

FIGURA 2 – ENGENHO DE CANA TRAÇÃO ANIMAL



FONTE: Estância Santa Maria

FIGURA 3 – CORTE DE CANA MANUAL



FONTE: Seguindo os Passos da História, 2013

## 4.2. MIX DE PRODUTOS

Historicamente, a cana de açúcar sempre foi um dos principais produtos da agricultura brasileira e atualmente o país ocupa lugar de destaque na produção, sendo responsável por cerca de 1/3 da produção mundial correspondendo a mais de 652 milhões de toneladas por safra e ainda conta com grande possibilidade de aumento de produção (UNICA, 2015).

Assim sendo, o Brasil não poderia deixar de ser também o maior exportador de alguns produtos como o açúcar. Com o desenvolvimento das tecnologias empregadas nas usinas de cana, foi aumentando cada vez mais o número de produtos derivados:

- O Açúcar é uma commodity produzida em várias partes do mundo. Tem como matéria-prima básica a cana de açúcar e a beterraba, porém a cana de açúcar é responsável por 80% do açúcar produzido no mundo segundo dados da NOVACANA (2015).
- O Etanol vive um bom momento sendo ajudado pelas discussões em busca de energia limpa e preservação ao meio ambiente. De acordo com a EMBRAPA (2015), o Etanol ao ser queimado produz cerca de 73% menos dióxido de carbono que os combustíveis fósseis. O Etanol pode ser dividido em Anidro e Hidratado. O Álcool ou Etanol é produzido a partir da fermentação de açúcares encontrados em alguns vegetais. Quando a concentração do Etanol chega a 96% é caracterizado por Etanol Hidratado e quando chega a 99,5% é caracterizado por Etanol Anidro. Ambos são

utilizados como combustíveis em automóveis. A utilização deste combustível nas grandes cidades brasileiras tem melhorado gradativamente a qualidade do ar, pois o percentual de queima de substâncias tóxicas tem reduzido com uso de biocombustíveis (LANZOTTI, 2000, p.7).

- A Geração de Energia Elétrica também tem conseguido seu destaque, devido às crises energéticas vivenciadas no mundo, principalmente no Brasil. A queima do bagaço resultante da moagem da cana, tem fornecido cerca de 7% da capacidade energética disponível no país e conseqüentemente ajudado o setor a ter um ganho a mais, além de fornecer energia para consumo próprio durante a safra e atividade da usina (NOVACANA, 2015).

#### 4.3. HISTÓRICO DE PRODUÇÃO E MOAGEM

Há vários fatores que podem levar ao aumento de produção. Alguns podem ser decorrentes de simples fatores climáticos como chuva ideal ou clima adequado, outros podem ser decorrentes de intervenção humana, como investimentos em novas tecnologias, investimentos em preparo de solo, estudo de melhores práticas de plantio e colheita, aumento da área plantada, entre outros. É nítida a percepção do aumento da produtividade nos últimos dez anos de safra da cana. Essa variação pode ser confirmada nos gráficos que seguem:

GRÁFICO 1 – DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE CANA NOS ÚLTIMOS DEZ ANOS

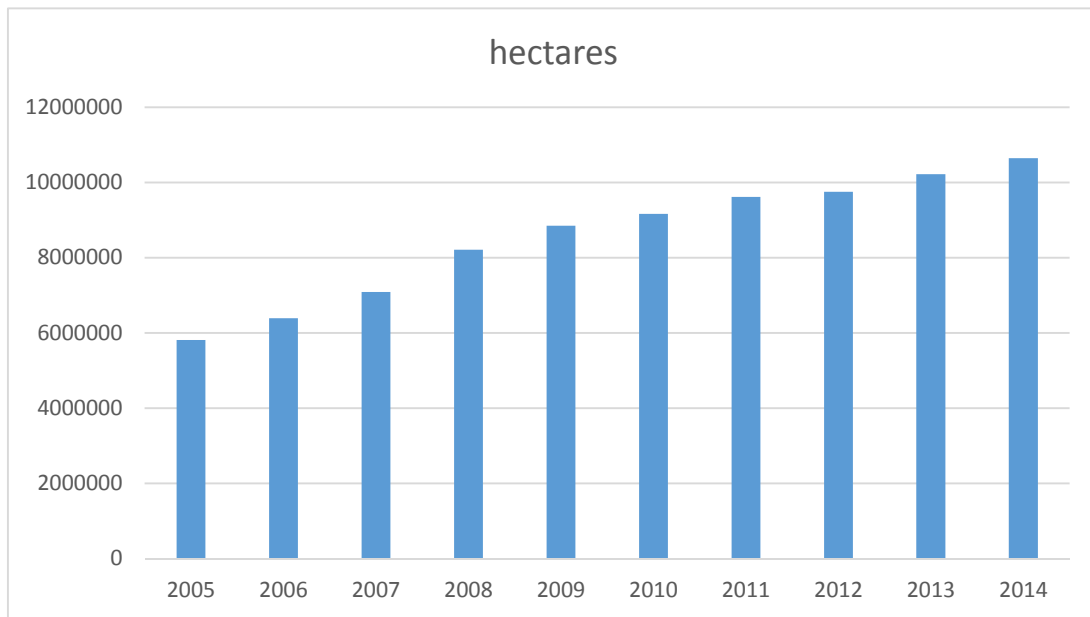


GRÁFICO 2 – DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE AÇÚCAR NOS ÚLTIMOS DEZ ANOS

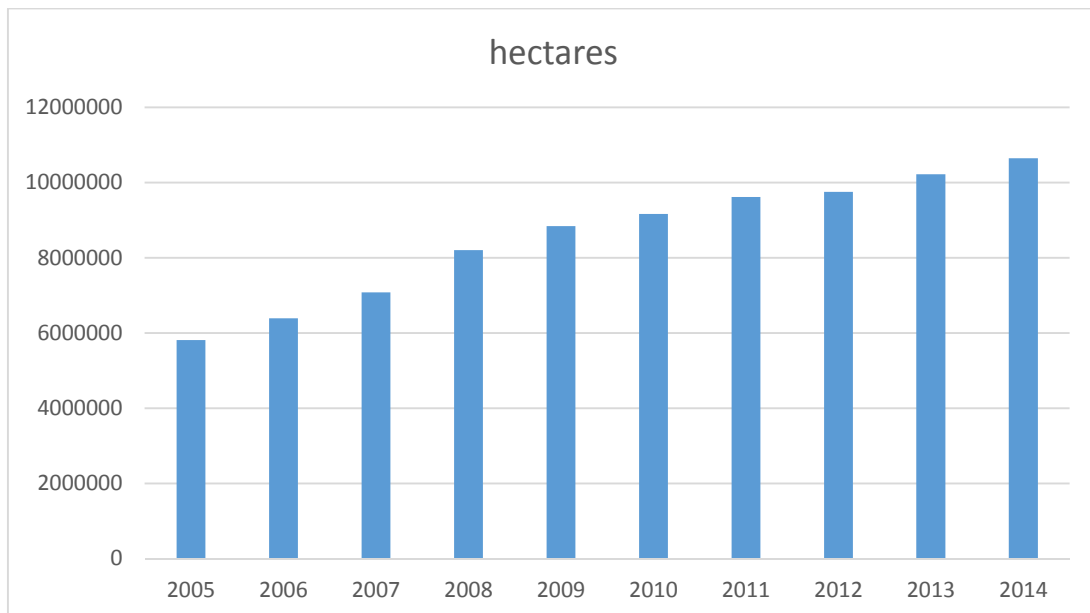
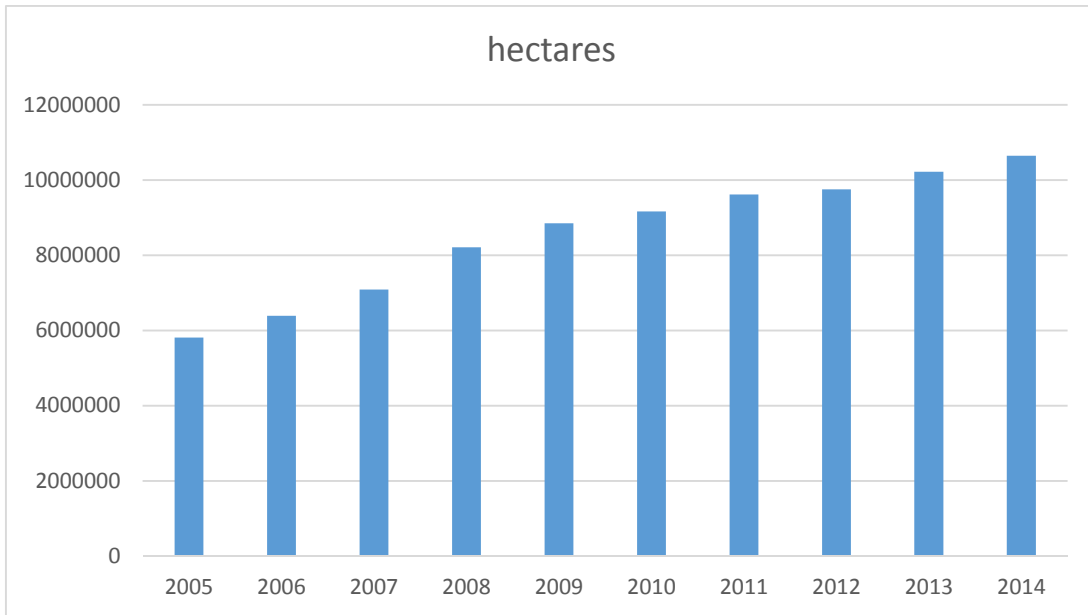
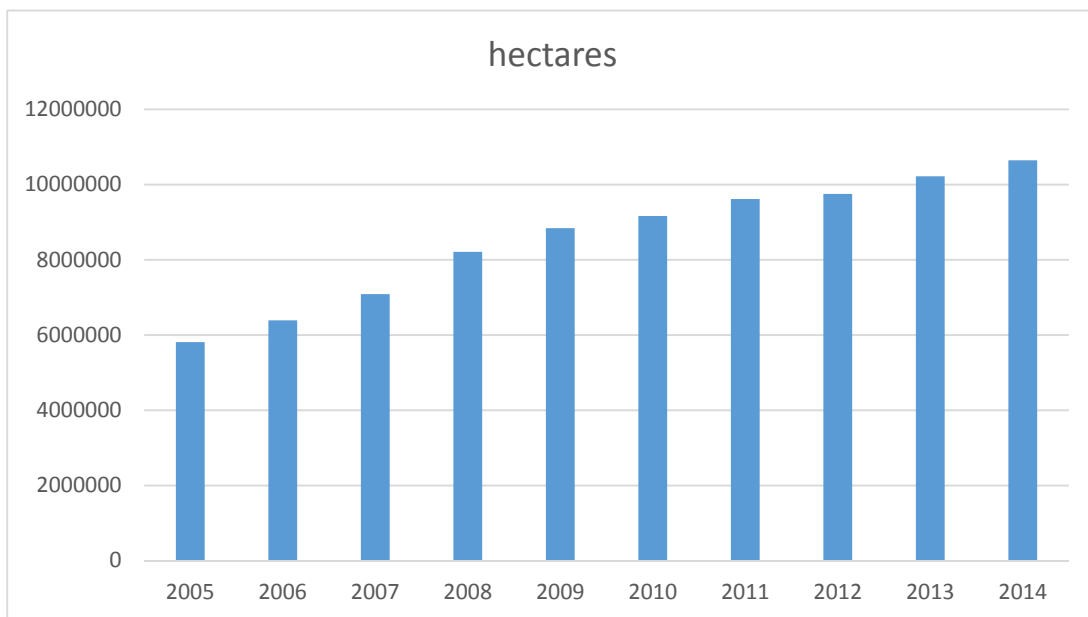


GRÁFICO 3 – DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE ETANOL ANIDRO NOS ÚLTIMOS DEZ ANOS



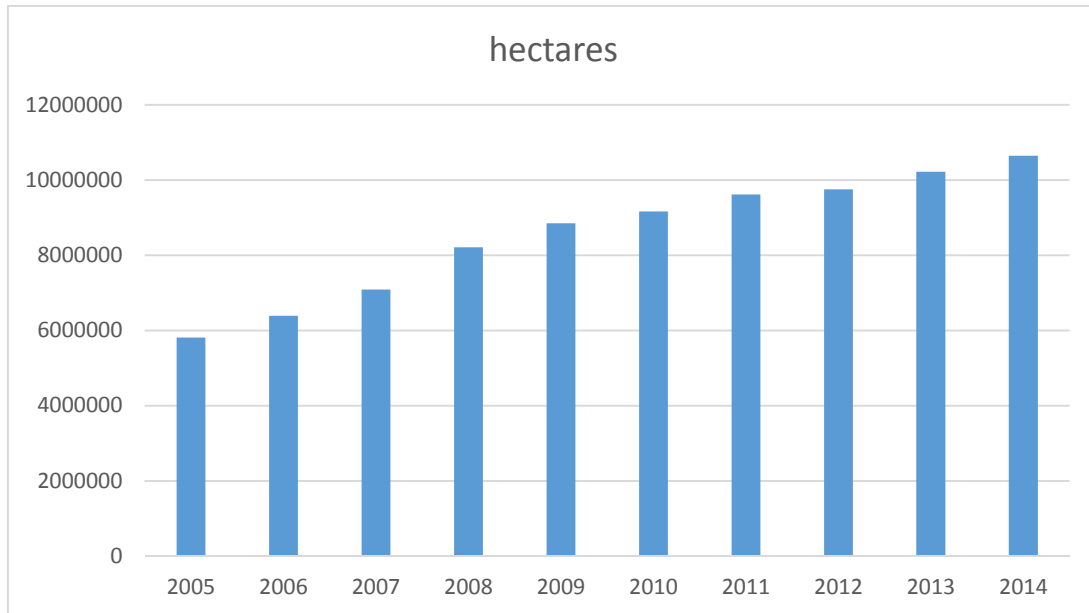


**GRÁFICO 4 – DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE ETANOL HIDRATADO NOS ÚLTIMOS DEZ ANOS**



FONTE: UNICADATA, 2016

**GRÁFICO 5 – AUMENTO DA ÁREA PLANTADA NOS ÚLTIMOS DEZ ANOS**



FONTE: UNICADATA, 2016

Os resultados apresentados demonstram um crescimento da produção de aproximadamente 69%, bem como o aumento da área plantada em torno de 83%. Juntamente com este aumento da área plantada vieram ao longo desses dez anos, as tecnologias que permitiram uma relativa diminuição dos custos de produção e melhora nas tomadas de decisão. Atualmente o custo de produção de um hectare de cana está avaliado em média de 33,16 reais (NOVACANA, 2015). Usos de tecnologias, vêm auxiliando na redução deste custo. Embora o avanço tecnológico ainda não tenha demonstrado significativa redução nos custos de produção, espera-se que isso ocorra nos próximos dez anos, período em que começarão a refletir os investimentos feitos no último período. Segundo NOVACANA (2015), estudos revelam que a matéria-prima cana de açúcar é responsável por 60% a 70% dos custos totais da produção do etanol. Por isso espera-se que aumente a produtividade em toneladas por hectare.

Ações como desenvolvimento de controle de tráfego, mecanização da colheita e plantio em 100%, expansão do uso de tecnologias de georeferenciamento, utilização de apontamentos de indicadores no campo, sistemas especialistas que apresentam resultados de infestação de pragas, custo de máquina/hora, máquinas paradas para manutenção, rede de dados no campo, entre outros, farão a diferença na eficiência produtiva.

No setor industrial, algumas tecnologias novas, mas ainda pouco utilizadas demonstram grande possibilidade de redução de custos. Como exemplo, na

desidratação do etanol, o consumo de vapor poderá ser reduzido de 1,75 Kg/l na desidratação azeotrópica praticada atualmente, para 0,11 Kg/l no sistema de pervaporação (NOVACANA, 2015).

Dentre as ações para melhoria do processo produtivo estão:

- Eliminação da lavagem da cana com utilização de limpeza a seco
- Melhorias na moagem
- Melhorias operacionais
- Otimização da fermentação
- Redução da temperatura de fermentação
- Introdução de sensores e automação

No que diz respeito à geração de energia, praticamente todas as usinas são autossuficientes na produção energética e ainda conseguem gerar excedente. Com a melhoria do processo, melhor rendimento das caldeias e desenvolvimento da hidrólise (reação de decomposição ou alteração de substância pela água), espera-se um aumento significativo da produção de energia e aumento dos lucros com sua venda. Isso poderá levar a presença das usinas de cana na matriz energética nacional. Ações como o advento da hidrólise, uso da palha de cana em caldeiras, melhoria da eficiência dos equipamentos e investimentos em desenvolvimento de novas tecnologias, contribuirão para o alcance dos resultados. (NOVACANA, 2015).

## **5. TECNOLOGIAS EMPREGADAS NA PRODUÇÃO DE CANA**

Existem diversas frentes de trabalho em uma usina de cana e em todas elas há utilização de tecnologia. Se pensarmos no cultivo da cana há cem anos, não é difícil ver o quanto houve de evolução. Maquinas que cortam cana, métodos de controle de pragas, sistemas informatizados de otimização de plantio, colheita e transportes, utilização de satélites para geração de imagens dos canaviais, utilização de drones para monitoramento do canavial, enfim, são inúmeras as oportunidades de aplicação de tecnologia. Aliando aos avanços tecnológicos, as empresas buscam cada vez mais formas de melhorar seus processos. (FEY, et.al.,2006).

Além disso, existem atualmente exigências governamentais que obrigam as empresas a usarem as tecnologias disponíveis. Segundo Oliveira, (2006), as empresas não conseguem mais viver sem sistemas informatizados, devidos as demandas de informações solicitadas pelos órgãos governamentais e pela integração entre sistemas que acabam se fazendo necessárias. No caso da tecnologia da informação, a disponibilização de informação se torna útil para o cumprimento da legislação governamental, bem como para o fornecimento de informações que ajudam na tomada de decisões. Deitos (2006), afirma que as empresas da atualidade devem ter a tecnologia da informação como ferramenta estratégica.

### **5.1. TECNOLOGIA NA COLHEITA**

#### **5.1.1. Colhedoras**

Muito pode se explorar e desenvolver tecnologicamente na colheita de cana de açúcar, bem como de outras culturas. Um exemplo da utilização de tecnologias na colheita é o avanço das colhedoras. O uso de colhedoras traz eficiência produtiva, redução de custos, mas também carrega bastante controvérsia. O lado negativo do uso dessas máquinas é a redução de demanda de mão de obra. Com a chegada da colheita mecanizada, o principal questionamento é como preparar a capacitação desses profissionais para a nova realidade e onde absorver toda a mão de obra sobressalente. Segundo Fredo et al (2015), na safra 2013/2014, mais de

87% da área plantada já foi colhida por máquinas no estado de São Paulo. Para esta safra a demanda de mão de obra de cortadores de cana foi de 51,7 mil profissionais. Isso demonstra o impacto da mecanização nas regiões. Esse percentual se acentua ainda mais em algumas regiões como pode ser visto na tabela 1.

TABELA 1 – INDICADORES DA MECANIZAÇÃO DA COLHEITA DA CANA NO ESTADO DE SP SAFRA 2013/2014

EDR	Área corte (ha)	Área mecanizada (ha)	Mecanização (%)	Estimativa de número de cortadores de cana-de-açúcar
Andradina	254.641	252.897,2	99,3	126
Araçatuba	244.351	225.646,1	92,3	1.084
Araraquara	278.300	244.000,0	87,7	1.907
Assis	236.182	215.137,4	91,1	1.226
Avaré	68.141	60.893,0	89,4	712
Barretos	457.449	408.056,3	89,2	3.012
Bauru	83.238	58.208,7	69,9	2.354
Botucatu	85.190	68.859,5	80,8	854
Bragança Paulista	2.657	397,3	14,9	200
Campinas	26.634	18.974,1	71,2	534
Catanduva	251.010	204.111,7	81,3	3.215
Dracena	153.774	124.981,4	81,3	1.676
Fernandópolis	70.820	66.025,0	93,2	340
Franca	136.573	120.825,6	88,5	1.194
General Salgado	177.423	143.803,6	81,1	1.639
Guaratinguetá	173	-	0,0	16
Itapetininga	48.785	36.610,0	75,0	921
Itapeva	4.480	2.770,0	61,8	142
Jaboticabal	278.576	245.410,6	88,1	2.437
Jales	44.783	43.857,9	97,9	73
Jaú	235.134	205.752,5	87,5	2.699
Limeira	138.727	111.458,0	80,3	1.716
Lins	169.103	168.505,6	99,6	27
Marília	31.228	27.978,0	89,6	177
Mogi-Mirim	46.010	36.369,4	79,0	734
Orlândia	367.218	283.808,6	77,3	5.941
Ourinhos	108.435	85.577,5	78,9	1.689

FONTE: NOVACANA, 2015

Mas se por um lado é prejudicial para a sociedade por outro traz benefícios. A mecanização foi motivada por leis governamentais de proteção ao meio ambiente. Macedo (2005) afirma que a mecanização se iniciou primeiramente pela necessidade de as usinas cumprirem os cronogramas de safra em épocas de mão

de obra escassa. Mas sequencialmente a redução de custo e o benefício da diminuição das queimadas reforçou o incentivo ao desenvolvimento. Como dito, ações governamentais aos poucos vão obrigando as empresas a deixarem suas operações 100% mecanizadas.

A tendência é de mecanização, não só pela legislação ambiental, mas também devido à falta de mão de obra. Muitos trabalhadores da área agrícola estão migrando para outras funções nas usinas, como a de operador de máquinas e equipamentos na indústria. Por isso, a mecanização tem crescido não só na colheita, mas também no plantio da cana (apud NOGUEIRA, 2007, p.78)

Diversos são os tipos de máquina colhedora, que podem ser empregadas conforme a quantidade de etapas realizadas pelo processo. As colhedoras combinadas, também conhecidas como colhedoras de cana picada, são as mais utilizadas. Essas máquinas realizam cinco operações (Figura 5). (PEREIRA; TORREZAN, 2006):

- Corte do Ponteiro
- Corte basal (Figura 4)
- Fracionamento do Colmos em bolbos
- Limpeza parcial da matéria-prima
- Descarregamento na unidade de transporte (transbordo) (Figura 6)

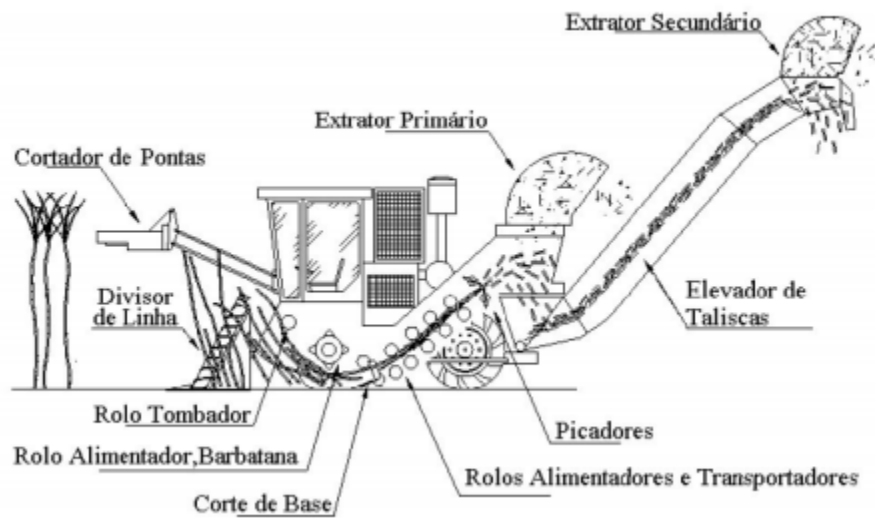
FIGURA 4 – MECANISMO DE CORTE BASAL DA CANA



(A) Faca de Corte, (B) Disco de Corte e (C) rotores

FONTE: SABRI, 2015

FIGURA 5 – MECANISMO DE COLHEDORA DE CANA



FONTE: NEVES, 2003

FIGURA 6 – COLHEDORA DE CANA EM OPERAÇÃO



FONTE: EDUARDO BILLY, 2015

Vários podem ser os fatores que influenciam na produtividade da máquina, mas de um modo geral a produtividade do equipamento está diretamente relacionada a capacidade produtiva do canavial. Segundo Ripoli & Ripoli (2009) os seguintes fatores refletem o comportamento produtivo:

- Variedade e Porte do canavial
- Preparo do solo
- Espaçamento e declividade do terreno
- Planejamento da manutenção do equipamento
- Aptidão do operador
- Características do equipamento

A utilização das colhedoras traz mais benefícios que prejuízos. Quando bem aproveitadas podem trazer ganhos significativos para a empresa, porém o contrário também é verdadeiro. Um equipamento de um milhão de reais parado no campo por falta de combustível, ou por mau uso, ou manutenção inadequada pode causar grandes prejuízos. Desta forma esta é uma das inovações tecnológicas que trouxeram grandes benefícios para as usinas canavieiras.

### **5.1.2. Computadores de Bordo**

Uma grande inovação tecnológica dos últimos tempos é o computador de bordo (Figura 7). Esses equipamentos são ligados às máquinas e caminhões e permitem um controle muito próximo de suas atividades.

A maioria dos computadores de bordo é composta de microprocessadores capazes de executar as funções de monitoramento e controle do equipamento durante os processos de plantio, cultivo e colheita, por meio de telemetria (SOLINFITEC, 2015).

Telemetria é uma tecnologia que permite a comunicação de máquinas mecânicas com sistemas informatizados para tratamento de medições diversas. Diversos podem ser os controles feitos por este método, como o funcionamento de uma máquina, motivos de parada, falta de combustível, etc. Essas informações são coletadas e transmitidas aos profissionais adequados que farão o uso da informação, contribuindo para a redução de custos e otimização do processo produtivo (SILVA et al., 2008).



FIGURA 7 – COMPUTADOR DE BORDO



FONTE: SOLINFITEC, 2013

Segundo Solinftec (2014), o monitoramento de máquinas pode ter os dados coletados automaticamente com pouca intervenção humana. Capta as principais informações do equipamento como paradas, manobras, deslocamento, taxa de trabalho efetivo ficando a cargo do operador apenas o apontamento do motivo da parada, ordem de serviço, dados do operador, etc. Aliado ao monitoramento foi desenvolvido um método de trabalho que possibilita a rastreabilidade da cana, o desuso da ficha de campo que traz as informações da carga e a consequente diminuição do tempo de pesagem. O Certificado Digital de Cana (CDC) trabalha com computadores de bordo em todos os equipamentos, sendo a máquina colhedora, o transbordo e o caminhão de transporte. Esses equipamentos trabalham em pareamento (Figura 8), de forma que ocorra a transmissão dos dados de um para outro. Essas informações são referentes aos dados de cada um dos equipamentos envolvidos, além da quantidade colhida, fazenda, talhão, operador, distância percorrida, velocidade, consumo de combustível, aceleração, rotação do motor, etc. Essas informações são levadas pelo caminhão de transporte até a usina. Ao chegar ocorre a leitura desses dados e a transmissão para os centros de controle. O método

convencional trabalha na melhor das hipóteses com fichas em papel contendo os dados de cada equipamento, bem como o local de colheita.

FIGURA 8 – PROCESSO DE COLHEITA MECANIZADA



FONTE: Adaptado (<http://www.auteq.com.br/videos.html>)

Através da telemetria empregada nesta inovação, é possível monitorar de forma automática o percentual de enchimento dos caixotes. Desta forma o sistema otimiza a utilização dos transbordos evitando que máquinas ou transbordos fiquem ociosos, resultando em desperdício de dinheiro. Carlos Lyra, responsável pelo transporte e colheita do grupo Caeté explica que com a instalação de computadores de bordo em cem por cento de seus equipamentos, houve uma redução de 4,6% no consumo de óleo diesel. Além disso também houve economia com mão de obra, com redução de “folguistas” de motoristas, líderes e colhedoras de terceiros deixaram de ser contratadas. (MORENO, 2014)

Este conjunto de soluções para o campo leva a um único objetivo chamado em algumas empresas de COA (Centro de Operações Agrícolas) (Figura 9), ou COI (Centro de Operações Integradas).

FIGURA 9 – CENTRO DE OPERAÇÕES AGRÍCOLAS



FONTE: O AUTOR, 2015

Com base no projeto de implantação do COA da empresa Noble Agri<sup>1</sup> o objetivo é obter informações do campo em tempo hábil previsto entre dois e cinco minutos. Atualmente as informações chegam um ou dois dias após a coleta. Para efeitos de manutenção e controle de disponibilidade de equipamentos agrícolas, as informações são transmitidas via rádio e operacionalmente, ou seja, em caso de falha do equipamento, uma Ordem de Serviço é aberta e uma informação por rádio é transmitida encaminhando a devida manutenção até o local. Com a implantação do COA haverá um aumento da disponibilidade dos equipamentos, pois a ação dos líderes de campo deverá ser mais rápida. Através do COA será possível a visualização em tempo real de todos os equipamentos por frente de colheita. Ao

<sup>1</sup> <http://cofcoagri.com/en>

ocorrer o apontamento pelo operador da máquina, um aviso é apresentado quase que instantaneamente, podendo ser acionado o socorro rapidamente.

### **5.1.3. Sistemas de Informação**

Sistemas de informação podem ser definidos por um conjunto de componentes inter-relacionados, composto por Hardware, Software, peopeware (usuários) e redes de comunicação. Este sistema coleta/recupera, processa e armazena informações destinadas a apoiar tomadas de decisões, a gestão e o controle de uma organização. (LAUNDON, 2004).

Atualmente a informação tornou-se um dos principais ativos de uma organização e a boa utilização dela torna um diferencial competitivo. Desta forma as empresas foram obrigadas a valoriza-la. (LAUNDON, 2004). Tais informações necessitam de sistemas informatizados que possibilitem a administração e uso dessas informações. Alguns dos sistemas mais usados nas usinas atualmente são:

- PIMS
- IFROTA
- ICOL
- SISMA ou MANFRO
- ARCGIS

PIMS é um sistema composto por uma família de módulos para gerenciamento e controle de processos agroindustriais e que contempla todos os processos agrícolas, desde a aquisição de terra até a colheita da matéria-prima e pesagem do produto final na balança. É a principal ferramenta utilizada pelos processos agrícolas sendo associada ao sistema integrado de gestão empresarial (ERP – Enterprise Resource Planning) (TOTVS, 2015). Através do PIMS é possível desenvolver um gerenciamento eficiente de recursos, com domínio sobre os processos de compras de insumos, itens de manutenção, além de permitir a rastreabilidade dos produtos pelo controle do mapeamento da matéria-prima utilizada. Através da tecnologia de mobilidade, muitos apontamentos de campo que eram feitos após o fato, agora podem ser feitos in loco, ou seja, através de

dispositivos móveis como celulares ou tablets, aplicações desenvolvidas para este fim estão sendo usadas para apontar diversas informações como:

- Brocas: Este apontamento tem o objetivo de realizar o levantamento da praga, registrando as quantidades de danos ocorridos e a população presente.
- Fertirrigação: Permite apontar o equipamento de aplicação, a dose aplicada. Essas e outras informações são processadas e fornecem boletins para controle adequado de novas aplicações.
- Ordem de Corte: As ordens de corte podem ser geradas diretamente no campo, atendendo a dinâmica da colheita da cana que pode mudar de frente a qualquer momento. Na ordem de corte, informações importantes como a fazenda, o talhão, a quadra, a área, funcionários envolvidos, horário de início e término, entre outras, são apontadas no campo e disponibilizadas em tempo real ao centro de controle e se for necessário disponibilizado ao produtor dono da área colhida.

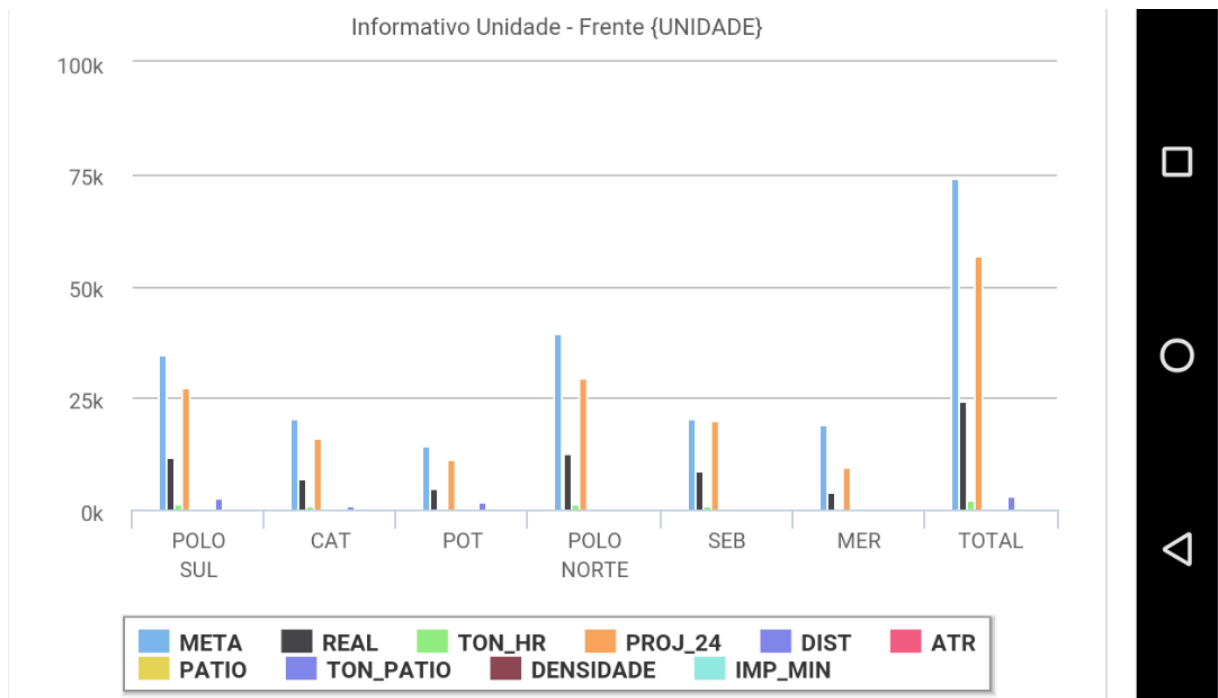
Os apontamentos em tempo real permitem a disponibilização de portais de indicadores (Figura 10) (Gráficos 6 E 7).

FIGURA 10 – INDICADOR DE MOAGEM

Informativo Frente - Informativo Unidade - Frente {UNIDADE}								
								Voltar
UNIDADE	META	REAL	TON_HR	PROJ_24	DIST	ATR	PATIO	TON_
POLO SUL	34560	11599	1130	27115	36	138	88	2640
CAT	20160	6865	669	16049	33.6	139.4	32	960
POT	14400	4734	461	11066	39.5	135.4	56	1680
POLO NORTE	39600	12584	1226	29417	32.6	141.9	20	600
SEB	20400	8576	835	20047	33.6	144.3	20	600
MER	19200	4009	390	9372	30.4	137.3	0	0

FONTE: Adaptado (AUTOR, 2016)

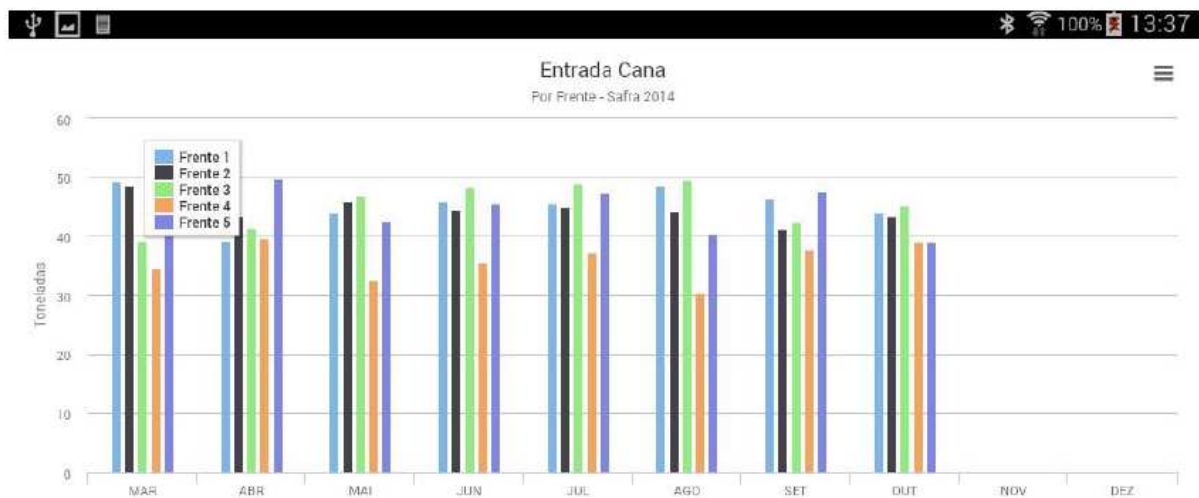
GRÁFICO 6 – INDICADOR DE MOAGEM



FONTE: Adaptado (AUTOR, 2016)

GRÁFICO 7 – INDICADOR DE ENTRADA DE CANA POR FRENTE DE COLHEITA

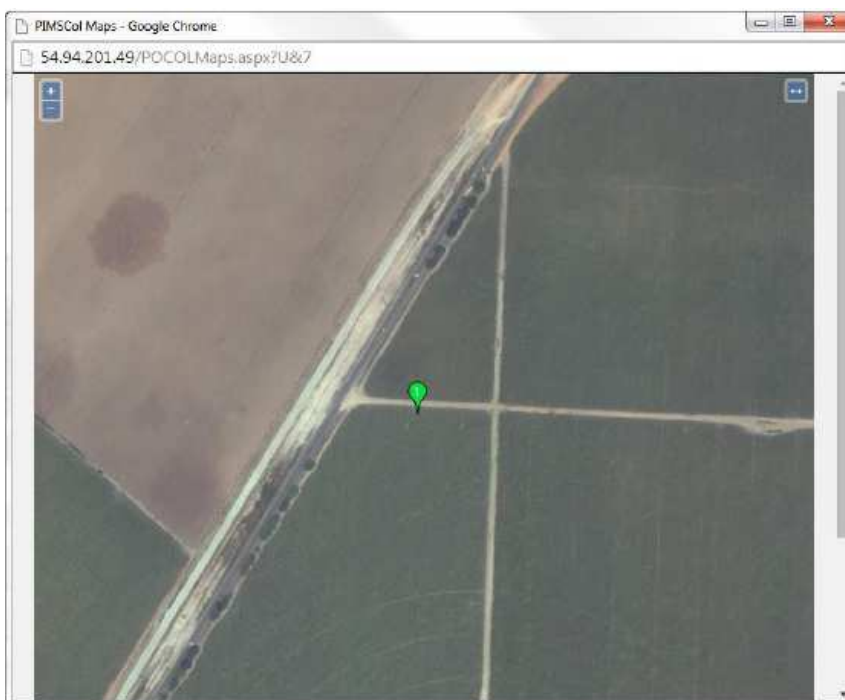
Entrada de Cana



FONTE: Adaptado (AUTOR, 2015)

Através do uso de tecnologia de localização Georeferenciada (Figura 10), é possível restringir o apontamento apenas no local em que o dispositivo juntamente com o funcionário, se encontra, evitando que ele faça apontamentos em locais diferentes do que está assinalando. Este controle evita fraudes e disponibiliza para a usina maior controle sobre as operações.

FIGURA 11 – IMAGEM DE SATELITE EM SISTEMA MOVEL



FONTE: Adaptado (AUTOR, 2015)

A mobilidade é importante aliada de uma operação tão móvel e dinâmica como a canaveira. São várias, as operações que requerem informações em tempo real e que vem de encontro com legislações de todos os tipos, como a nota fiscal eletrônica, movimentação de estoques, apuração de impostos, entre outras. Atualmente muito se fala em segurança do trabalho. Ao longo da evolução das empresas e os estudos desenvolvidos em qualidade de vida, nota-se a crescente preocupação com o bem-estar dos funcionários.

Assim, ao longo da evolução dos anos, cada vez mais, a preocupação com o bem-estar e com a integridade física dos colaboradores passou a ser um elemento de destaque na gestão de um negócio. Desenvolveu-se um entendimento de que as pessoas envolvidas no trabalho são o bem mais valioso para uma atividade bem-feita que proporciona tornar uma organização competitiva e bem-sucedida comercial e socialmente. (DINIZ, 2005).



Além da percepção por parte dos empresários, do retorno recebido com o investimento em qualidade de vida dos colaboradores, muitas leis e normas regulamentadoras foram criadas para garantir o mínimo em condições de trabalho, principalmente em segurança. Como exemplo, a lei Nº 6.514 de 22 de dezembro de 1977 em seu artigo 157, obriga as empresas a instruir os empregados quanto as precauções a tomar no sentido de evitar acidentes de trabalho ou doenças ocupacionais. O não cumprimento desta e de outras regras trazem graves prejuízos à empresa, inclusive com restrições de atividades. Não são raros os processos trabalhistas por falta de entrega de equipamentos de proteção individual, também conhecidos como EPI. Para evitar isso e consequentemente evitar prejuízos, o controle adequado da entrega desses equipamentos se faz necessário. Assim através da mobilidade é possível fazer o controle da entrega do EPI (Equipamento de Proteção Individual) diretamente no campo. Sistemas desenvolvidos para este fim registram a entrega ao funcionário no meio do canavial, por coleta biométrica (coleta de impressão digital) ou mesmo assinatura digital, além de registrar o dia, horário e local por coordenadas de Georeferenciamento. Através desse controle refinado, a empresa estará resguardada de processos trabalhistas por essa acusação, pois terá perante a justiça, como apresentar provas de sua preocupação com a segurança.

Nas últimas décadas o setor canavieiro vem se mantendo “vivo” devido aos investimentos em pesquisas e desenvolvimentos. Com cenário econômico adverso, as inovações tecnológicas como as citadas aqui se tornam estratégicas. Segundo Yamada (1999), a necessidade de implantação de alternativas de técnicas e equipamentos que permitam o planejamento eficiente e o controle do processo produtivo ocorrem devido ao aumento da competitividade no setor. O aprimoramento de atividades logísticas tem sido grande foco, já que a logística é responsável por boa parte do custo de produção, chegando, segundo Caixeta et al. (1998) a 12% dos 30% destinados ao corte. O grande desafio para o desenvolvimento de um bom sistema logístico é melhorar a eficiência operacional da usina. Coordenar os processos de corte, carregamento e transporte do campo até a unidade industrial é o que se espera de um sistema especialista. O sistema especialista em logística canavieira deve proporcionar um fluxo contínuo de cana sendo transportada do campo até a usina, levando em consideração algumas variáveis como a distância da frente de colheita, velocidade da moenda, tempo necessário para pesagem, tempo necessário para descarregamento e carregamento e maior maturidade da cana. A



falha nessa sincronia pode gerar um funcionamento da moenda sem cana para moer, aumentando o custo da produção e desperdiçando energia. Por outro lado, o caminhão parado no pátio gera desperdício de mão de obra no campo com funcionários e maquinários parados, ou seja, trata-se de uma engrenagem de processos que não pode falhar.

O iFrota é um aplicativo destinado ao dimensionamento e utilização ideal dos recursos logísticos disponíveis na empresa para as atividades de corte, carregamento e transporte de cana-de-açúcar (Figura 12). Associado a um complexo sistema de gestão e controle de tráfego de caminhões entre o campo e indústria, o sistema é alimentado com dados referentes às movimentações dos equipamentos. Com a programação da colheita feita previamente, cálculos complexos, dimensionam e organizam a disponibilidade desses equipamentos de forma a atender o abastecimento da usina, reduzindo filas proporcionando melhor aproveitamento do ativo (iLab Sistemas, 2015). Esta otimização leva ao uso adequado do ativo, gerando redução de consumo de combustível e redução na necessidade e aquisição de novos equipamentos.

FIGURA 12 – TELA DE SISTEMA ESPECIALISTA IFROTA

The screenshot displays the iFrota system interface with the following sections:

- Header:** iFrota - Sistema de Planejamento e Controle Logístico - iFrota 8.4.1 Interbase/ilab. Date: terça-feira 01 de julho de 2008, Time: 09:28.
- Menu:** Tabelas, Funções, Despachos, Caminhões, Manutenção, Consultas, Ajuda.
- acompanhamento:**

	Inteira	Picada	Total
Em Trânsito	1.175,4 ton	1.606,4 ton	2.781,8 ton
Entrada	726,7 ton	1.381,0 ton	2.107,7 ton
Fornecedor	-	-	-
Pátio	-	-	-
Dist Média	59,1 km	40,1 km	49,2 km
Dist.Pond.(Metas)	48,6 km	29,1 km	34,9 km
Cam. Crg. Usina	1 / 22	6 / 20	7 / 42
- Despacho x Retorno:**

Horário	Caminhão	Despacho	Retorno
01/07 06:44	5907356	A - Frente Man. Fomec	B - Frente Man. Fomec
- Últimos Despachos:**

Horário	Caminhão	Frente
01/07 07:22	5001266	A - Frente 2 Mec. Propria
01/07 07:06	5907279	A - Frente 1 Mec. Propria
01/07 07:02	5907295	A - Frente 2 Mec. Propria
01/07 06:59	5907353	A - Frente Man. Fomec.
01/07 06:43	5907282	A - Frente 1 Mec. Propria
01/07 06:39	5907456	A - Frente Man. Fomec.
01/07 06:33	5001258	A - Frente 2 Mec. Propria
- Caminhões com Eventos Pendentes:**

Data/Hora	Número	Evento	Frente	Observação
23/05 16:41	5907335	Manutenção	A - Frente 2 Mec. Propria	
28/05 09:04	5001253	Manutenção	-	
30/06 21:24	5907393	Chegada na Usina	A - Frente Man. Fomec.	
01/07 00:43	5001251	Aguardando Operações	-	Aguardando Julieta
01/07 02:43	5001250	Aguardando Operações	-	Aguardando Julieta
01/07 04:52	5907363	Saída da Usina	A - Frente Mec. Fomec.	
01/07 04:56	5001255	Chegada na Usina	A - Frente Man. Propria	
01/07 05:19	9902422	Chegada na Usina	A - Frente 3 Mec. Propria	
01/07 05:36	5001256	Chegada na Usina	A - Frente Man. Propria	
01/07 05:41	5907347	Saída da Usina	A - Frente Man. Fomec.	
- Equipamentos em Manutenção:**

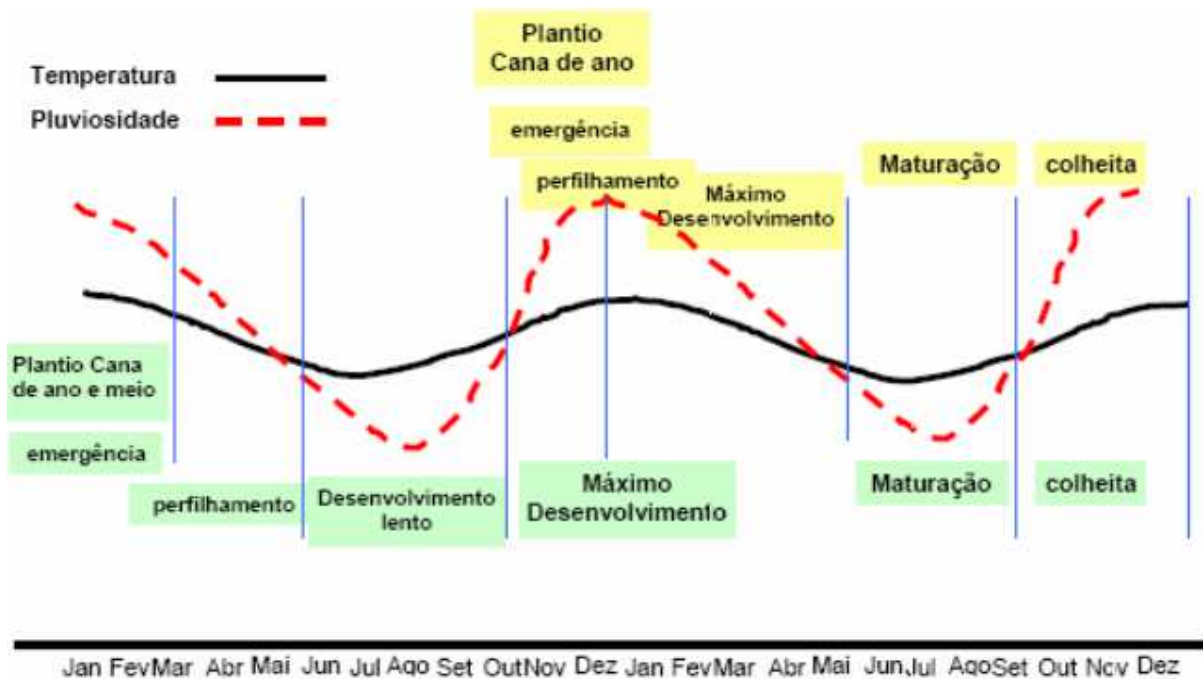
Início	Término	Alerta	Código	Frente	Classe	Descrição
30/06 23:51	01/07 15:10	●	5002509	A - Frente 1 Mec. Propria	●	Aguardando Operação
30/06 23:52	01/07 15:10	●	5002519	A - Frente 1 Mec. Propria	●	Aguardando Operação
01/07 00:05	01/07 09:00	●	5002370	A - Frente Man. Propria	●	Oficina Mecânica
01/07 07:17	01/07 07:57	●	5002520	A - Frente 1 Mec. Propria	●	Trocar faixinhas
30/06 08:11	01/07 07:10	●	5002493	A - Frente 3 Mec. Propria	●	Oficina volante
30/06 16:50	01/07 07:10	●	9002510	A - Frente 3 Mec. Propria	●	Oficina volante
30/06 12:13	01/07 07:10	●	5907249	A - Frente 2 Mec. Propria	●	Oficina volante
- Frentes de Colheita:**

Operação por Frente	(1) A - Frente 1 Mec. Propria	(2) A - Frente 2 Mec. Propria	(3) A - Frente 3 Mec. Propria	(4) A - Frente Man. Propria	(5) A - Frente Man. Fomec.	(6) A - Frente Mec. Fomec.	(7) PATIO
Em Trânsito	4 / 13 - 07:06:17	6 / 17 - 07:22:09	9 / 18 - 05:19:25	2 / 8 - 04:31:46	15 / 45 - 06:59:17	1 / 3 - 06:13:43	0 / 0 - 18:25:18
Dentro da Usina	1 / 7 - 06:54:46	3 / 9 - 07:13:18	1 / 2 - 07:04:17	2 / 15 - 07:18:18	2 / 6 - 04:31:36	1 / 2 - 05:14:46	0 / 0 - 11:29:46
Meta: Turno / Atual	3280,92 / 2789,32	3626,28 / 3047,28	3626,28 / 3423,57	3108,24 / 2758,88	2072,16 / 1815,83	1554,12 / 1446,41	-
Local de Colheita	50003 / 9,6 km	50005 / 11 km	55942 / 39,4 km	50004 / 6,5 km	52019 / 111,8 km	52022 / 109,5 km	50007 / 6,2 km
Entrada / Estoque	491,6 / 3118	579 / 4179	202,71 / 3653	349,26 / 4463	258,53 / 3059	107,71 / 3792	0 / 18816
Toneladas em Pátio	-	-	-	-	-	-	-
Nº Cam. em Manut.	-	1	-	-	-	-	-
- Footer:** Equipito: 0 F5 Frente: 0 F6 Dentro da Usina: F7 Próx. Viagem: 0

FONTE: ILAB SISTEMAS

Dentre muitos fatores que influenciam o lucro ou prejuízo de uma atividade canieira, está o fator agrônomo do ATR. Colher a cana no auge do seu ATR trará maior produtividade na produção do açúcar ou álcool. Saber o momento certo da colheita, combinado a disponibilidade de recursos, clima adequado é um grande desafio a ser superado. Querer calcular todas as variáveis sem auxílio de um sistema especialista é uma tarefa possível de ser feita, porém certamente não haverá o resultado mais ideal. Castro (1999) descreve que a curva que caracteriza o crescimento da cana-de-açúcar de primeiro corte é simétrica para cana do ano mostrando-se bimodal em cana de ano e meio (GRÁFICO 8).

GRÁFICO 8 – PLANTIO DE CANA NO ANO



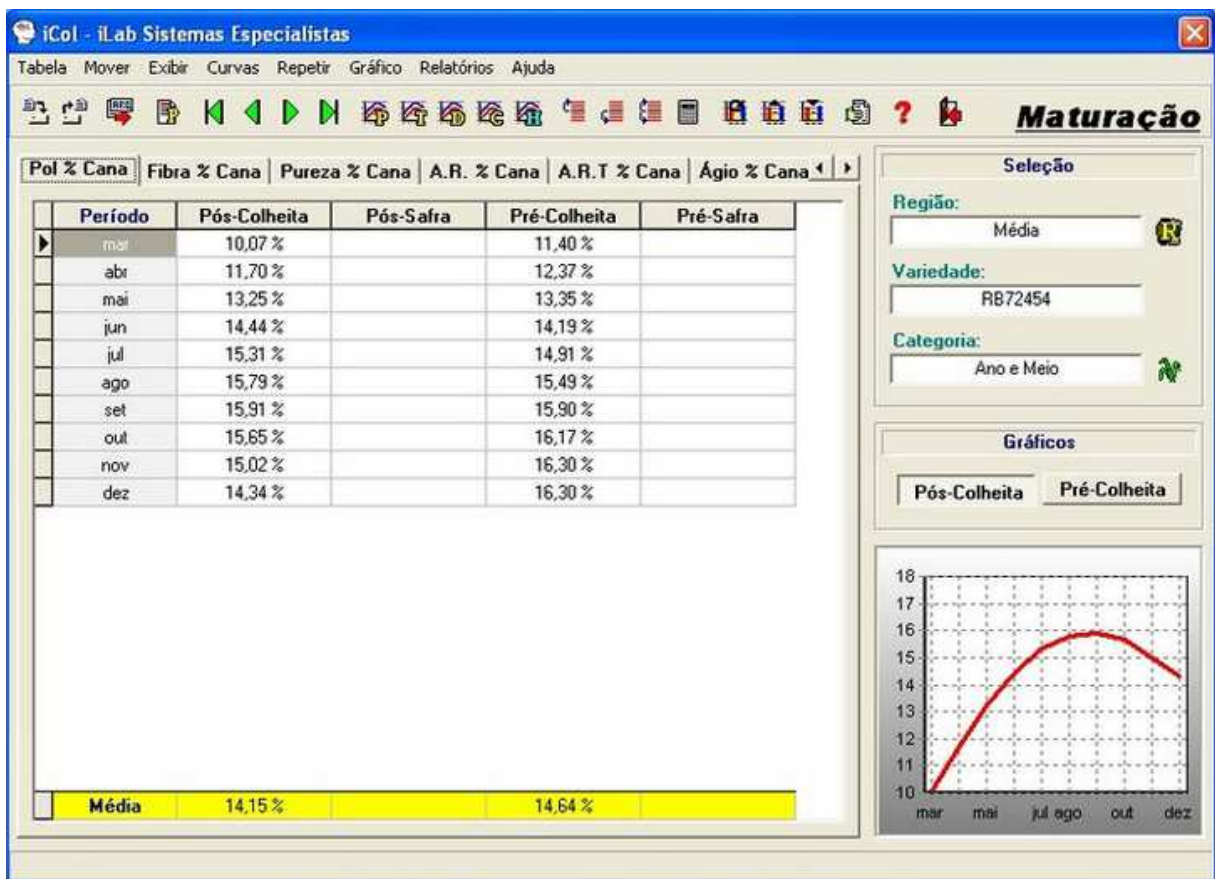
FONTE: iLAB SISTEMAS, 2015

O iCol permite a programação e o planejamento de corte da cana-de-açúcar dentro do horizonte de uma safra. Para isso faz uso de informações relacionadas as áreas de cultivo, projeção de qualidade de matéria-prima, disponibilidade logística dos equipamentos. O planejamento consiste na especificação da data de corte de cada uma das áreas de produção de forma a obter o melhor aproveitamento da cana. O sistema permite a elaboração de vários cenários para que sejam respondidas perguntas estratégicas do tipo (FIGURA 13):

- Qual a data de início de safra ideal para esse ano?

- Como efetuar a política de matéria-prima de fornecedores?
- Qual o mix ótimo de produção de açúcar e álcool?
- Como configurar e distribuir frentes de corte?
- Qual o perfil varietal ideal para composição do canavial?
- Como minimizar a distância de transporte em períodos críticos?
- Onde, quando e como colher a matéria-prima?
- Como minimizar custos operacionais da área agrícola?

FIGURA 13 – TELA DO SISTEMA DE CONTROLE DE COLHEITA



FONTE: ILAB SISTEMAS, 2015

Este sistema permite a configuração aberta de restrições do problema de planejamento de colheita. Esses problemas são configurados por tipos que vão permitir o correto cálculo para o planejamento da colheita. Os problemas também conhecidos por variáveis de colheita são caracterizados por:

- Idades de corte de cana de 18 meses, 12 meses e soqueiras.
- Limitação de data de corte de variedades com problemas de florescimento

- Definição de áreas de maturadores
- Programação de contratos de fornecimento de cana
- Planejamento de reforma de talhões
- Programação de frentes de corte
- Programação de áreas de colhedoiras
- Capacidade de corte manual
- Distância média de transporte de cana
- Projeção de produção de açúcar e álcool

Além dos ganhos diretos com o planejamento do corte, expressos em aumento do teor de sacarose médio na safra, o planejamento decorrente do sistema iCOL possibilita resultados positivos adicionais como:

- Geração de um programa de colheita ideal
- Agilidade na simulação e comparação de diferentes cenários
- Avaliação dos custos das restrições estabelecidas
- Análise de conflitos e gargalos gerados pelas restrições
- Integração de informações dos processos agrícola, industrial e econômico.
- Visualização e projeção de resultados globais para toda a safra
- Otimização do retorno da produção

SISMA assim como o MANFRO são sistemas de gerenciamento de manutenção de frotas. Estão entre os mais usados no mercado canavieiro. Responsável pelo controle de manutenções preventivas de equipamentos garantindo a necessária redução de custos. Possui funcionalidades para controle de manutenção básica de frotas, controle de abastecimentos de lubrificantes, manutenção preventiva, gerenciamento de oficina, controle de pneus, componentes agregados, licenciamentos e seguros de frotas, gerenciamento de custos e orçamentos, ferramentaria, entre outros. Através destas ferramentas o controle de frotas reduz os custos com manutenções corretivas (ASSISTE, 2015).

O controle de frota sem o gerenciamento correto das manutenções pode acarretar em grandes prejuízos, pois grande será o risco de equipamento parado aguardando manutenção na frente de colheita, além de prejuízos com a manutenção corretiva que acaba sendo mais elevado. Um sistema de controle de frotas permite a

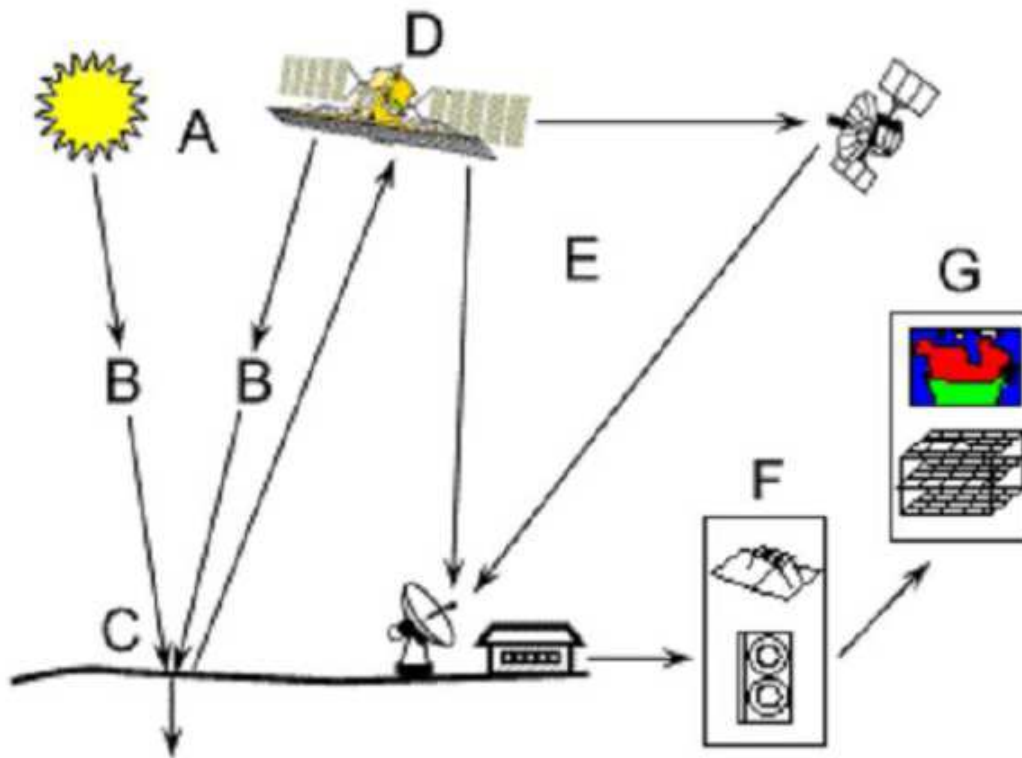
redução de funcionários que seriam responsáveis pelo gerenciamento da manutenção frota.

ARCGIS é uma variação do Sistema de Informação Geográfica (SIG), constituído por um conjunto de sistemas computacionais que integram dados, equipamentos e pessoas com objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar informações espacialmente referenciadas em um sistema de coordenadas conhecido. Essas imagens geográficas são disponibilizadas e utilizadas via integração entre diversos sistemas. Através dessas imagens em conjunto com a utilização de GPS permite o desenvolvimento de controles como a chamada “Cerca Eletrônica” que impossibilita apontamentos de produção em campo em sistemas moveis fora do local que está sendo apontado. Este é apenas um dos benefícios dos sistemas de controle de imagens de satélite.

Tais sistemas permitem a adoção da agricultura de precisão que é conceituada como a integração de um conjunto de princípios e tecnologias aplicadas no manejo da variabilidade espacial e temporal associada à produção agrícola (PIERCE; NOWAK, 1999)

Os mapas geográficos são formados por Sensores Remotos. Estes sensores são equipamentos eletrônicos que estão presentes nos satélites que circundam o planeta (Figura 14). Coletam energia proveniente da interação da radiação solar com os objetos na superfície terrestre e a convertem em sinal elétrico que é transmitido e registrado pelas estações receptoras. Estes sinais são processados e convertidos em dados fotográficos (RUDORFF, 2008).

FIGURA 14 – MECANISMO DE MONTAGEM DE IMAGEM DE SATELITE



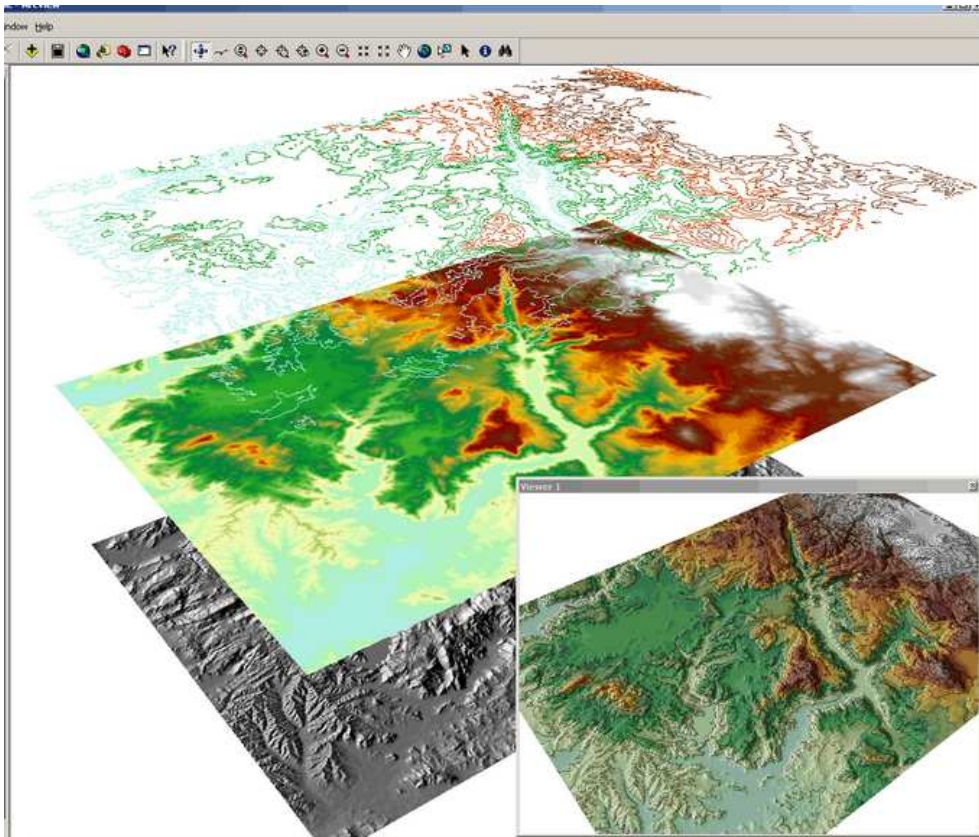
FONTE: RUDORF, 2008

Essas imagens de satélites são formadas distorcidas devido às características dos sensores, variações de altura, temperatura e velocidade dos satélites, por isso passam por um processo de tratamento que consiste na transformação geométrica que relaciona as coordenadas da imagem com as coordenadas geográficas (latitude/longitude). Muitas vezes a área de análise não está localizada em uma única cena, sendo necessária a montagem do que chamamos de Mosaico que a união das imagens em um arquivo com ajuda de programas de computador (RUDORF, 2008).

Através dessas imagens é possível traçar curvas de nível, condições de acesso, declividade, etc. (Figura 15). Essas informações são importantes para o planejamento e execução das atividades mecanizadas no campo.



FIGURA 15 – IMAGENS DE SATELITE



FONTE: UNSA, 2012

Sistemas de Business Intelligence (BI) tem o poder de juntar todas as informações dos sistemas citados anteriormente para extração de indicadores.

Sendo assim como pensar em uma usina sem o uso dessas tecnologias. Certamente que não basta ter todo aparato de tecnologias e informações disponíveis e não dispor de material humano competente para análise e bom uso das mesmas. Assim como a antiga foice usada pelas mãos do cortador de cana, as tecnologias sejam elas mecânicas, ou eletrônicas, são ferramentas que se bem usadas trarão o retorno esperado. Investimentos se perdem em grandes ideias e motivações, mas não se aplica o devido investimento no capital humano que acabam fazendo com que as ferramentas caiam em desuso, aumentando apenas o passivo da empresa.

#### 5.1.4. Drones

Criados para fins militares, os drones (zangão em inglês) ou VANTs, (Veículo Aéreo Não Tripulado) poderão ser grandes aliados da agricultura (Figura 16).

FIGURA 16 - DRONE



FONTE: AGRO LINK, 2015

Esses aparelhos que já são usados em vários seguimentos da sociedade poderão ser muito úteis nos campos, proporcionando ainda mais vantagem competitiva, pois com eles grandes áreas poderão ser monitoradas quase que em tempo real, podendo-se evitar incêndios, além do controle das operações no campo. Rubens Duarte Coelho, professor e coordenador do Departamento de Engenharia de Biosistemas da ESALQ/USP, explica fazendo uma comparação com o satélite Landsat 8 lançado em 2013. A frequência de aquisição de imagens deste satélite em uma mesma área é de 16 dias dependendo das condições climáticas. Cada pixel desta imagem representa cerca de dez mil metros quadrados. Com a utilização desses aparelhos voando a uma altura máxima de 300 metros é possível obter uma foto de seis ha sendo que cada pixel fique perto de três ou quatro polegadas ou cerca de 49 centímetros quadrados gerando uma maior definição da imagem que contribui para identificação mais precisa do terreno (BASTOS, 2015).



FIGURA 17 – VISÃO GERADA A PARTIR DE UM DRONE



FONTE: TELEMETRIA, 2014

Um drone pode desempenhar várias funções no campo:

- **Análise da Plantação:** Podem detectar falhas no plantio, pragas e doenças, falhas na irrigação, análise da coloração das plantas e aliados a sofisticados softwares de tratamentos de imagens como já citado anteriormente, pode até mesmo apontar a presença de fungos.
- **Demarcação de Plantio:** Com as imagens captadas pelos drones é possível analisar quais as áreas da fazenda estão mais propícias para receber o plantio.
- **Acompanhamento do desenvolvimento da Safra:** Com baixo custo é possível sobrevoar a área plantada quantas vezes achar necessário para analisar com frequência o desenvolvimento da lavoura, podendo tomar as ações necessárias em caso de desvio.
- **Pulverização:** Em breve serão lançados modelos de drones que podem carregar considerável quantidade de produtos químicos que poderão ser usados para aplicação na lavoura também a baixo custo de aplicação. Além

do custo o drone proporciona uma aplicação mais eficiente por poder ser feita em menores alturas e mais próximas das plantas.

- Monitoramento de Incêndios: Através dos voos constantes é possível fazer o monitoramento de possíveis focos de incêndio evitando grandes prejuízos com as queimadas.

Essas são algumas das funcionalidades de um drone em uma fazenda de cana, mas é grande o crescimento de uso desta tecnologia em todo o setor agrícola como agropecuário, onde se podem monitorar as pastagens, por exemplo. (BASTOS, 2015).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O agronegócio é a atividade que mantém o Brasil. Diante de tantas dificuldades geradas pelas inseguranças econômicas, falta de infraestrutura logística, problemas climáticos, pouco apoio governamental se torna difícil ser competitivo em um comércio global. Os investimentos em novas descobertas tecnológicas, deixaram de ser despesas há algum tempo. Para que as empresas e o país de um modo geral possam se firmar no mundo globalizado, notou-se a necessidade de desenvolver novas formas de trabalho, novas sementes, novos controles de pragas, novos equipamentos e tudo isso no sentido de diminuir custos e aumentar lucros. Fazer dos nossos produtos, competitivos em qualquer lugar do planeta, driblar subsídios de países concorrentes e economias mais equilibradas, exige dedicação e investimentos que antigamente não eram necessários. Buscando ao longo do tempo, percebe-se que as exigências eram diferentes. Pouco se preocupava com segurança do trabalho, as leis do trabalho e meio ambiente eram escassas, por muito tempo utilizou-se mão de obra escrava, ou seja, não existia o custo de produção que existe hoje. Desta forma, é necessário compensar o custo aumentado com redução de custo operacional, porém sem diminuir a capacidade produtiva. Aliada ao aumento da área plantada, a tecnologia trabalha neste sentido. Controles mantidos em papéis, falta de informação, levam a uma gestão desastrosa e aqueles que tem tentado manter-se desta forma não tem tido outro destino senão a recuperação judicial ou incorporação por grandes empresas. O período colonial ficou no passado e somente aqueles que fizeram o melhor uso da tecnologia conseguirão se destacar e compensar o aumento dos custos. A tecnologia proporciona informação para rápidas tomadas de decisão que faz com que esteja sempre um passo à frente. As tecnologias apresentadas aqui, representam parte do que existe em uso atualmente. Isso mostra o quanto ainda é possível desenvolver no campo. Temos atualmente a comunicação chegando no meio da plantação através de rádio ou sinal de satélite. Isso quebra a grande barreira que havia entre o centro administrativo e a área de plantio. Com a comunicação desenvolvida no campo abre-se um grande leque de oportunidades de automação de processos. O uso das tecnologias que se restringia apenas ao

centro administrativo, passa a ser explorado também no campo e a informação não precisa mais ser levada manualmente e fisicamente de um lado para outro. As informações trocadas em tempo real permitem corrigir desvios operacionais em tempo de evitar prejuízos. Equipamentos mais eficientes economizam tempo e combustível. A automação do processo industrial permite o controle de válvulas mecânicas através de sensores (telemetria), levando a maior eficiência da capacidade instalada de máquinas. Produzir mais com menos é o lema das empresas em tempos atuais.

A revolução tecnológica veio substituir a revolução industrial, porém a segunda jamais existiria sem a primeira.

## REFERÊNCIAS

AGRO LINK. **Empresa brasileira fatura milhões com drones para agricultura.** 2015. Disponível em: < [http://www.agrolink.com.br/culturas/milho/noticia/empresa-brasileira-fatura-milhoes-com-drone-para-agricultura\\_222833.html](http://www.agrolink.com.br/culturas/milho/noticia/empresa-brasileira-fatura-milhoes-com-drone-para-agricultura_222833.html) >

ASSISTE. **SISMA – Sistema de Manutenção Automotiva.** Disponível em: < <http://www.assiste.net.br/pdf/ASSISTE-SISMA-WEB.PDF>>. Acessado em: set. 2015.

BASTOS, Teresa Raquel. **15 Usos de drones na agricultura e pecuária.** Mai. 2015, Seção Pesquisa e Tecnologia. Disponível em: < <http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Pesquisa-e-Tecnologia/noticia/2015/05/15-usos-de-drones-na-agricultura-e-na-pecuaria.html>> Acessado em: Set. 2015.

CAIXETA-FILHO, J. V.; SILVA, N. D. V.; GAMEIRO, A. H.; LOPES, R. L.; GALVANI, P. R. C.; MARTIGNON, L. M.; MARQUES, R. W. C. **Competitividade no Agribusiness: a questão do transporte em um contexto logístico.** In: Farina, E.M.M.Q. (Org.). *Competitividade no Agribusiness Brasileiro.* Brasília: IPEA; PENSA; FIA, 1998.

CASTRO, P. R. C. **Maturadores Químicos em cana-de-açúcar.** In: *Semana da Cana-de-açúcar de Piracicaba*, 4. Piracicaba 1999.

DEITOS, M. L. de S. **A Gestão da Tecnologia da Informação nas organizações de serviços contábeis.** *Revista Brasileira de Contabilidade.* Brasília, n. 158, p. 23-37, março/abril, 2006.

DINIZ, Antônio Castro. **Manual de Auditoria Integrado de Saúde, Segurança e Meio Ambiente (SSMA).** 1. ed. São Paulo: VOTORANTIM METAIS, 2005.

ESTÂNCIA SANTA MARIA. **História.** Disponível em: <http://www.caipora.ind.br/#!/historia/ck6t> Acessado em: set. 2015

FEY, V. A. MECHELN, P. J. OLIVEIRA, C. RAUPP, F. M. **Adaptação do Profissional contábil aos Avanços Tecnológicos: um Estudo em Escritórios de Florianópolis.** *Revista Contemporânea de Contabilidade.* Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, v. 1, n. 6, p. 21-38, julho/dezembro, 2006.

FREDO, Carlos Eduardo; CASER, Denise Viani; SACHS, Raquel Castelluci Caruso; OLIVETTE, Mario Pires de Almeida; FILHO, Alceu de Arruda Veiga. **Mecanização da cana-de-açúcar atinge 84,8% na safra 2013/2014 em SP.** São Paulo, mar. 2015. Disponível em: <<http://www.novacana.com/n/cana/colheita/mecanizacao-colheita-cana-safra-020315/>>. Acesso: set. 2015.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. Ed. São Paulo. Atlas, 2002

iLAB. IFROTA - **Otimização de Transporte de Cana**. Disponível em: <<http://www.ilab.com.br/ifrota.html>>. Acessado em set. 2015.

LANZOTTI, C.R. **Uma Análise Energética de Tendências do Setor Sucroalcooleiro**. 106 f. 2000. Tese de mestrado - Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2000.

Laudon, K.C.; Laudon, J.P. 2004. **Sistemas de Informação Gerenciais: administrando a empresa digital**. São Paulo: Pearson Prentice Hall.

MACEDO, Isaías de Carvalho. **A energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade**. São Paulo: UNICA, 2005.

MATTOS, A. R. **Açúcar e Álcool no Brasil**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1942.

MORENO, Andréia. **Gestores do setor discutem medidas para reduzir custos do CCT**. Abr. 2014. Disponível em: <<http://www.jornalcana.com.br/gestores-do-setor-discutem-medidas-para-reduzir-custos-de-cct/>>. Acessado em: set. 2015.

NEVES, J.L.M. **Avaliação de perdas invisíveis em colhedoras de cana-de-açúcar picada e alternativas para sua redução**. 2003. 223p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

NOGUEIRA, Alessandra. **A indústria de máquinas acelera**. Revista Energia Brasileira. Araçatuba, n. 9, fev. 2007.

NOVACANA. **Custos de produção de cana e etanol e as novas tecnologias das usinas**. Disponível em: < <http://www.novacana.com/usina/evolucao-setor-melhorias-proporcionadas-pela-pd/> >. Acessado em: set. 2015

NOVACANA. **Mecanização da cana-de-açúcar atinge 84,8% na safra 2013/14 em SP**. Disponível em: < <http://www.novacana.com/n/cana/colheita/mecanizacao-colheita-cana-safra-020315/> >. Acessado em: set. 2015

OLIVEIRA, E. **Contabilidade Informatizada Teoria e Prática**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

PEREIRA, LL.; TORREZAN, H.F. Colheita Mecaniza da Cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NOBREGA, J.C.M. (Org.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. p.

PIERCE, F.J.; NOWAK, P. 1999. **Aspect of Precision agriculture. Advances in Agronomy** 67.

TELEMETRIA. **Os drones já chegaram na agricultura, 2014**. Disponível em: < [http://portaltelemetria.blogspot.com.br/2014\\_05\\_01\\_archive.html](http://portaltelemetria.blogspot.com.br/2014_05_01_archive.html) >. Acessado em set. 2015.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Edição dos autores, Piracicaba, 2009, p. 333.

RODRIGUES, D.; ORTIZ, L. **Em Direção à Sustentabilidade da Produção de Etanol de Cana-de-açúcar no Brasil**. 2006. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/cana4\\_000g7qv63sq02wx5ok0wte dt3xughe7o.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/cana4_000g7qv63sq02wx5ok0wte dt3xughe7o.pdf)>. Acessado em set. 2015

RUDORFF B. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**, Curitiba, 2008. 38p.

SABRI. **Corte mecanizado da cana crua**. Disponível em: < <http://blog.sabri.com.br/2016/06/20/corte-mecanizado-de-cana-crua/> >, 2015. Acessado em ago. 2015.

SCARDOELLI, Renato – **ESALQ testa uso de drones na agricultura**. SRB, São Paulo. Disponível em: <[http://www.srb.org.br/noticias/article.php?article\\_id=6800](http://www.srb.org.br/noticias/article.php?article_id=6800)>. Acessado em: set. 2015.

SEGUINDO OS PASSOS DA HISTÓRIA – **O Engenho e o fabrico do Açúcar no Brasil Colonial**. Disponível em: < [http://seguidopassoshistoria.blogspot.com.br/2013/12/o-engenho-e-o-fabrico-do-acucar-no.html?sm\\_au=iVVRsJ7Hrj5HH1Nj](http://seguidopassoshistoria.blogspot.com.br/2013/12/o-engenho-e-o-fabrico-do-acucar-no.html?sm_au=iVVRsJ7Hrj5HH1Nj) >

SILVA, R. P.; CORRÊA, C. F.; CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A. **Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar**. Engenharia Agrícola, v.28, n.2, p.292-304, 2008.

SOLINFITEC. **Computador de Bordo MAG 300**. Disponível em: < [http://www.solinftec.com/?page\\_id=164](http://www.solinftec.com/?page_id=164) >. Acessado em set. 2015.

SOLINFITEC. **Certificado Digital de Cana**. Disponível em: < <http://www.solinftec.com/?p=1188> >. Acessado em set. 2015.

TOTVS. **Sua produção muito mais competitiva no segmento**. Disponível em: < [http://www.totvs.com/sites/default/files/documents/folheto\\_agroindustria.pdf](http://www.totvs.com/sites/default/files/documents/folheto_agroindustria.pdf)>. Acessado em: set. 2015.

UNICADATA. **Histórico de produção e moagem**. Disponível em: < <http://www.unicadata.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php?idMn=32&tipoHistorico=4> >. Acessado em out. 2015.

UNICADATA. **Histórico de área plantada**. Disponível em: < <http://www.unicadata.com.br/historico-de-area-ibge.php?idMn=33&tipoHistorico=5>> Acessado em out. 2015.

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTIN. **Instituto de Informática de la UNSA** Disponível em: < [http://www.unsa.edu.pe/infounsa/wp-content/uploads/2012/11/surface\\_creation.gif](http://www.unsa.edu.pe/infounsa/wp-content/uploads/2012/11/surface_creation.gif) >

VIBRA LEVE. **Colhedora de Cana.** <  
<http://www.vibreleve.com/blog/desejo/colhedora-de-cana/>>, 2015. Acessado em ago.  
2015.

YAMADA, M. C. **Modelagem das cadeias de atividades produtivas da indústria sucroalcooleira visando à aplicação em estudos de simulação.** 1999. Dissertação (Mestrado em Eng. Mecânica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.