

***DISTRIBUIÇÃO RACIONAL DE CARREADORES E SULCOS  
NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR UTILIZANDO GPS RTK  
VISANDO MAIOR CONSERVAÇÃO DO SOLO***

*Rational distribution of carriers and grooves in the culture of sugar cane  
using RTK GPS aiming greater soil conservation*

Euzébio Rodrigues Vieira Felisbino, Ismael Ferreira

**RESUMO**

O presente trabalho foi conduzido na Fazenda Santa Vitória, no município de Santa Vitória MG, de propriedade da Usina Santa Vitória Açúcar e Álcool Ltda, visou comparar o método tradicional de plantio com nova metodologia que buscou aperfeiçoar as operações de plantio e colheita de forma racional, utilizando GPS<sup>3</sup> RTK<sup>4</sup> no plantio e na locação de carreadores em nível, com o objetivo de manter bom rendimento de plantio e colheita pela diminuição de manobras e desgaste de máquinas e implementos, favorecendo a conservação do solo e ambiente. Os resultados mostraram redução de 25,68% no tempo gasto no plantio e 27,97% no tempo destinado à colheita.

**Palavras-chave:** cana-de-açúcar, GPS, RTK, meio ambiente.

**ABSTRACT**

This work was conducted at Fazenda Santa Vitória, in the municipality of Santa Vitória MG, owned by Usina Santa Vitoria Sugar and Ethanol Ltd., aimed at comparing the traditional method of planting with new methodology that sought to streamline operations and harvest rationally using GPS<sup>3</sup> RTK<sup>4</sup> at planting and rental of carriers in level, with the goal of maintaining good yield and harvest by the decrease of maneuvers and tear of machinery and implements, promoting soil conservation and environment. The results showed 25.68% reduction in time spent on planting and 27.97% in time for the harvest.

**Keywords:** cane sugar, GPS RTK, environment

**INTRODUÇÃO**

Introduzida no período colonial, a cana-de-açúcar se transformou em uma das principais culturas da economia brasileira. O Brasil não é apenas o maior produtor de cana, é também o primeiro do mundo na produção de açúcar e etanol e

conquista, cada vez mais, o mercado externo com o uso do biocombustível como alternativa energética (MAPA, 2014).

A cana-de-açúcar, herbácea vivaz, é uma planta da família das gramíneas. Pertence à classe das monocotiledôneas, família Poaceae, gênero *Saccharum* e espécie *Saccharum officinarum* L. (ANDRADE; FERREIRA; FERREIRA, 2007).

A cana-de-açúcar é uma gramínea perene, que perfilha de maneira abundante, na fase inicial do desenvolvimento. Quando se estabelece como cultura, o auto sombreamento induz inibição do perfilhamento e aceleração do colmo principal. O crescimento em altura continua até a ocorrência de alguma limitação no suprimento de água, ocorrência de baixas temperaturas ou ainda devido ao florescimento, sendo este processo indesejável em culturas comerciais. As características varietais definem o número de colmos por planta, a altura e o diâmetro do colmo, o comprimento e a largura das folhas e a arquitetura da parte aérea, sendo a expressão destes caracteres muito influenciados pelo clima, pelo manejo e pelas práticas culturais utilizadas, com reflexos na sua fisiologia (RODRIGUES, 1995).

O GPS (Sistema de Posicionamento Global) é um sistema projetado para fornecer o posicionamento instantâneo, sendo utilizado na agricultura somente como uma ferramenta que atua como uma espécie de sensor fornecendo as coordenadas de uma área para o computador ou processador na máquina (RIPOLI, et al., 2006).

A base RTK (Real Time Kinematic), possui maior disponibilidade de sinal melhorando a eficiência das máquinas. Combina um receptor GPS e transmissão de rádio em uma única unidade, oferecendo uma operação simples e confiável, com aproximadamente uma polegada entre passadas e repetitividade ano após ano (GEO AGRI, 2014).

Sistema piloto automático é uma tecnologia que automatiza os sistemas de direcionamento via satélite, onde o mesmo é acoplado por meio hidráulico no sistema de direção hidráulica do veículo (trator ou colhedora), onde o próprio sistema de direcionamento via satélite corrige a rota do veículo quando há necessidade, diminuindo o esforço do operador e aumentando a acurácia do sistema (RIPOLI, et al., 2006).

Como prática de conservação deve-se manter as matas ciliares (árvores que margeiam os rios), a vegetação das nascentes e dos topos das vertentes, com a finalidade de, além de conservar o solo, preservar o manancial hídrico, mantendo regularizados os cursos de água e evitar as queimadas, uma vez que ela provoca a morte dos microorganismos do solo e, mais ainda, destrói a matéria orgânica, rompendo as unidades estruturais, ocasionando o arraste da capa superficial pela ação erosiva das gotas de chuvas, empobrecendo rapidamente a terra. Com isso, processa-se a erosão laminar, cria-se crostas duras na superfície do solo e os nutrientes retidos na capa orgânica se perdem nas enxurradas (FERNANDES; LIMA, 2009).

O meio ambiente é um conjunto de unidades ecológicas que funcionam como um sistema natural, e incluem toda a vegetação, animais, microorganismos, solos, rochas, atmosfera e fenômenos naturais que podem ocorrer em seus limites. Meio ambiente também compreende recursos e fenômenos físicos como ar, água e clima, assim como energia, radiação, descarga elétrica, e magnetismo (FRAZÃO; CABRAL, 2013).

Segundo Fernandes e Lima (2009), a conservação dos solos inclui: o uso adequado, o manejo adequado das culturas, o controle da erosão acelerada e o controle da poluição agrícola. As práticas conservacionistas têm aumentado ou, pelo menos, mantido os lucros dos agricultores, suas principais vantagens são: evita e controla a degradação do solo; aumenta a produção; mantém níveis de fertilidade natural mais elevados; reduz o consumo de fertilizantes e corretivos; logo possibilita a produção econômica com menos custos; conserva os recursos naturais (flora e fauna) em áreas impróprias à agricultura; concorre para melhorar o nível de vida rural e, conseqüentemente, a fixação do homem à terra, evitando o êxodo rural; contribui para melhor conservação das águas armazenadas; evita a poluição dos recursos hídricos; concorre para a melhor manutenção da umidade do solo, reduzindo os danos causados pelas secas; evita o assoreamento de represas e obras hidráulicas; e proporciona as gerações futuras condições de vida mais condigna e agradável.

A erosão é causada por forças ativas, como as características da chuva, a declividade e comprimento do declive do terreno e a capacidade que tem o solo de absorver água, e por forças passivas, como a resistência que exerce o solo à ação erosiva da água e a densidade da cobertura vegetal. A água da chuva exerce sua ação erosiva sobre o solo pelo impacto das gotas, que caem com velocidade e energia variáveis, dependendo do seu diâmetro, e pelo escorrimento da enxurrada. O volume e a velocidade da enxurrada variam com a chuva, com a declividade e comprimento do declive do terreno e com a capacidade do solo em absorver mais ou menos água. A resistência que o solo exerce a ação erosiva da água está determinada por diversas de suas características ou propriedades físicas e químicas, e pela natureza e quantidade do seu revestimento vegetal. Para encontrar soluções adequadas ao problema da erosão, é necessária a inter-relação dos fatores contribuinte, pois, ainda que alguns não se possam modificar diretamente, todos podem ser controlados, compreendendo-se bem a forma como atuam (SENGIK, 2005).

Para uma adequada implantação de um sistema de terraceamento depende de um estudo amplo e criterioso das condições em que vai ser implantado. Nesse estudo, o técnico deve valer-se do maior número possível de informações, como fotografias aéreas, mapas de solos, características das precipitações típicas da região, forma prevista de ocupação da área no que diz respeito ao uso e manejo do solo, bem como todas as outras informações que possam contribuir para o planejamento, e conservação do solo (PRUSKI, 2009).

De acordo com Lombardi Neto (1994), os fatores que podem determinar a construção de um terraço variam em função de: condições locais, características do solo, topografia do terreno, condições climáticas, cultura a ser implantada, sistema de cultivo e disponibilidade de máquinas, assim, define-se qual tipo de terraço que melhor atende a cada gleba para um eficiente controle da erosão, sem causar transtornos ao agricultor durante as operações agrícolas. As características físicas do solo que determina a permeabilidade da água vão definir se o terraço a ser implantado será de infiltração (em nível) ou com gradiente (em desnível). A declividade do terreno é fator determinante na largura da faixa de movimentação de

terra (base estreita, base média ou base larga) e na definição se o terreno a ser construído é do tipo comum ou patamar (acima de 18% só é possível a construção de terraço patamar).

O terraceamento é uma das práticas mais eficientes para controlar a erosão nas terras cultivadas. A palavra terraço é usada, em geral, para significar camalhão ou a combinação de camalhão e canal, construídos em cortes de linha de maior declividade do terreno (SENGIK, 2005).

Ainda que existam vários tipos de terraços, a sua finalidade é sempre parcelar o comprimento de rampa, evitando que o deflúvio superficial se avolume e ganhe velocidade suficiente para causar erosão. Os terraços interceptam e disciplinam o escoamento superficial, ou retêm a água do escoamento superficial, promovendo sua infiltração no solo. Quanto a função os terraços são classificados em: terraços em desnível ou de drenagem, com gradiente, com função de interceptar e escoar disciplinadamente o excesso de água que se escoar superficialmente, sendo indicado para solos com permeabilidade moderada ou lenta no seu perfil, que possibilite uma infiltração em intensidade adequada das águas provenientes das chuvas; e terraços em nível ou de infiltração, com função de reter o deflúvio superficial para posterior infiltração de água no perfil do solo, sendo recomendado para solos que possuam boa permeabilidade, possibilitando uma rápida infiltração das águas até as camadas mais profundas (LOMBARDI NETO, 1994).

A quantidade, intensidade e distribuição das chuvas são fatores fundamentais no volume do deflúvio superficial, que por sua vez deve ser levado em consideração no dimensionamento da capacidade de retenção e condução de água, assim como espaçamento entre terraços. As culturas e o sistema de cultivo se relacionam diretamente com a intensidade de mecanização que orientarão na escolha do terraço de base estreita, média ou larga. As máquinas e equipamentos disponíveis, assim como a situação financeira do agricultor, condicionam o tipo de terraço em função da maior ou menor capacidade de movimentação de terra. Para controle da erosão, o importante é que o terraço tenha capacidade e segurança na retenção para posterior infiltração, ou na condução disciplinada das águas do deflúvio superficial, independente da sua forma. O terraço independente do tipo e forma, é

uma construção permanente, mas que periodicamente deve receber a operação de manutenção, sendo que com o tempo sua capacidade de retenção vai sendo reduzida até se tornar inócuo (LOMBARDI NETO, 1994).

A Agricultura de Precisão é uma filosofia de gerenciamento agrícola que parte de informações exatas, precisas e se completa com decisões exatas. É uma maneira de gerir um campo produtivo metro a metro, levando em conta o fato de que cada pedaço da fazenda tem propriedades diferentes. O principal conceito é aplicar os insumos no local correto, no momento adequado, as quantidades de insumos necessários à produção agrícola, para áreas cada vez menores e mais homogêneas, tanto quanto a tecnologia e os custos envolvidos o permitam. Desta forma, a consolidação de tais tecnologias como ferramentas à disposição do produtor permitem visualização da variabilidade espacial e temporal dos fatores edafoclimáticos de cada área agrícola, considerando as peculiaridades de cada parte da área no momento do manejo, ao invés de manejá-la como se a mesma fosse uniforme (NUNES, 2014).

As vantagens deste sistema são de possibilitar um melhor conhecimento do campo de produção, permitindo, desta forma a tomada de decisões melhor embasadas, como: ter-se uma maior capacidade e flexibilidade para a distribuição dos insumos naqueles locais e no tempo em que são mais necessários, minimizando os custos de produção; uniformidade na produtividade é alcançada pela correção dos fatores que contribuem para sua variabilidade obtendo-se, com isto, um aumento global da produtividade; aplicação localizada dos insumos necessários para sustentar uma alta produtividade contribui com a preservação do meio ambiente, já que estes insumos são aplicados somente nos locais, quantidades e no tempo necessário (NUNES, 2014).

Este trabalho teve como objetivo a adoção de práticas de conservação do solo, visando diminuir ou minimizar os efeitos dos processos erosivos, conciliando a exploração com a preservação dos recursos naturais e estimar o rendimento por plantadora e colhedora através de distribuição racional de carregadores e curvas em nível.



## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Pontal do Triângulo Mineiro na Fazenda Santa Vitória, no município de Santa Vitória - MG, área de abrangência da Usina Santa Vitória Açúcar e Alcool LTDA, apresentando como coordenadas geográficas: Latitude 18°47'2.87"S; Longitude 50°13'25.95"O e Altitude 497 m.

Foi utilizado um trator BM 100 Valtra, equipado com Piloto Automático Hidráulico com correção de sinal RTK da Trimble. O Sistema de Piloto Automático Hidráulico RTK Trimble é um sistema de direcionamento automático integrado no sistema de direção hidráulica da máquina, conferindo respostas rápidas e precisas em qualquer situação de terreno. O Autopilot RTK é uma atualização do Autopilot DGPS para o que é de mais avançado em precisão de GPS, conferindo repetibilidade nas operações agrícolas ano após ano. Para isso é necessário que se tenha uma base RTK que tem a função de emitir as correções para a máquina em tempo real conferindo precisão de 2,5 a 3 cm o qual permite um nível de precisão suficiente para operações de preparo de solo, aplicações a lanço, pulverização, colheita e plantio com o máximo desempenho inclusive em curvas.

Para processar os arquivos foi utilizado o software AutoCAD Civil 3D 2012.

Para a execução do projeto foi realizado um levantamento planialtimétrico da área coletando pontos de 20 em 20 metros no perímetro e no interior do perímetro os pontos foram coletados em malha retangular com espaçamentos regulares de mesma distância entre as linhas (50 metros) e entre as colunas (20 metros). Os pontos foram coletados com o trator BM 100 Valtra, equipado com Piloto Automático. Após o levantamento de campo os dados foram trabalhados em escritório, onde foi realizada uma interpolação de mais trinta e seis mil pontos no levantamento para obter uma maior precisão e detalhamento do perfil do solo, interpolando curvas em nível a cada 1 (um) metro de Distancia Vertical - DV, sendo destacadas curvas mestras a cada 8 (oito) metros de DV, como pode ser visto na *Figura 01*, onde a área de cor cinza representa uma declividade de 0 (zero) a 3 (três) por cento, a área de cor verde representa uma declividade de 3 (três) a 6 (seis) por cento e a área de cor magenta representa uma declividade acima de 6 (seis) por cento. Com estes dados em mãos foi feita uma análise para determinar onde local

carreadores retos ou em nível, onde local as curvas em nível de forma correta e recomendar a sua implantação de forma compatível com as práticas de manejo da cultura da cana-de-açúcar, e onde a declividade possibilita ou não a sulcação em linhas retas (tiros retos), como pode ser visto na *Figura 02*, minimizando os riscos de erosões e consequentemente preservando as Áreas de Preservação Permanente e áreas de Reserva Legal. As curvas foram levantadas levando em consideração ao tipo de solo, ou seja, de acordo com o grau de resistência à erosão, infiltração, profundidade e textura.

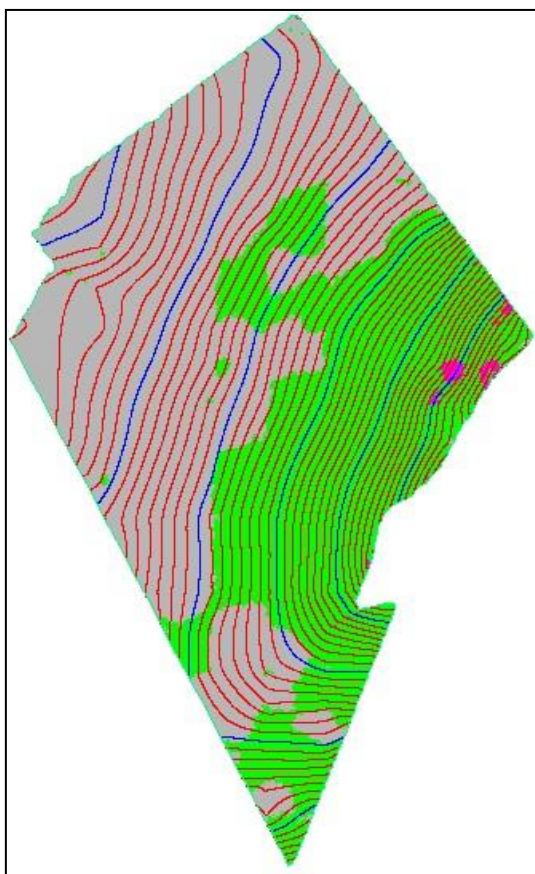


Figura 01- Levantamento planialtimétrico, mostrando a distribuição das curvas em nível a cada 1 m (vermelho) e a cada 8 m (azul) - Safra 2013

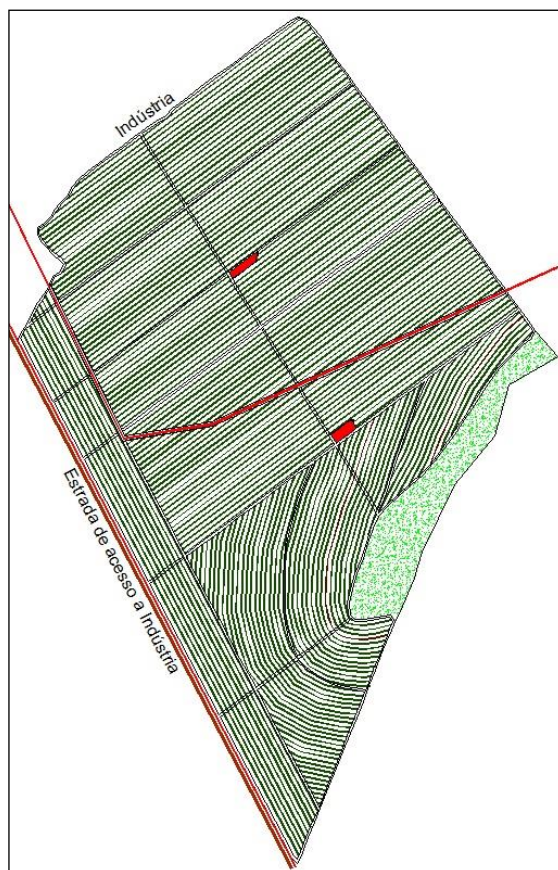


Figura 02- Localização de carreadores, e sulcos de plantio a partir do levantamento planialtimétrico - Safra 2013



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a *Figura 03* - Projeto (Safra 2012), onde não houve um levantamento planialtimétrico para posterior locação de curvas em nível e carregadores, obteve-se os resultados contidos na *Tabela 01*.

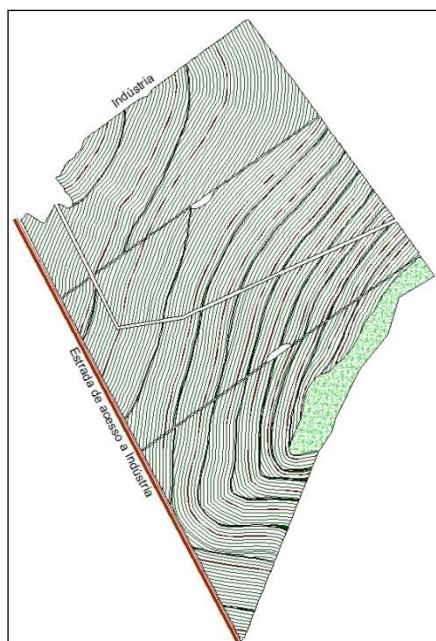


Figura 03 - Esquema de locação de carregadores e sulcos de plantio usados em anos anteriores (sistema convencional) - Safra 2012

Analisando os dados da *Tabela 01* (Safra 2012) e *Tabela 02* (Safra 2013) utilizando sistemas atuais de manejo, nota-se que houve diferenças expressivas nos resultados, com o acréscimo no comprimento das linhas de plantio (média de tiros) que aumentou 86,99 %, o que reflete na quantidade de sulcos e tempo de manobras no plantio e colheita que teve uma redução de 50,56 %. Em relação ao tempo total de plantio houve uma redução de 25,68 %; enquanto que para a colheita houve uma redução de 27,97 % no tempo total. Na *Figura 02*, pode ser verificado que a sulcação ficou em sentido paralelo a estrada de acesso a Indústria, isso propiciou menor número de manobras próximo à estrada, sendo uma medida de maior segurança para as diversas operações na indústria.

Tabela 01 - Análise de vários parâmetros utilizados no levantamento da eficiência de plantio e colheita - safra 2012.

FAZENDA SANTA VITÓRIA - PROJETO 2012			
PLANTADORA		COLHEDORA	
Quantidade de sulcos	3.560,00	Velocidade	6,00
Área total da fazenda	215,67	Colhedora (metros/segundo)	1,67
Média - tiro (metros)	427,31	Área total da fazenda	215,67
Velocidade	5,00	Média - tiro (metros)	427,31
Plantadora (metros/segundo)	1,39	Quantidade de metros lineares	1.437.800,72
Quantidade de metros lineares	1.437.800,72	Quantidade de sulcos	3.560,00
Dia (horas)	24,00	Tempo manobra (minutos)	5,00
Disponibilidade das plantadoras (%)	80%	Dia (horas)	24,00
Horas disponíveis / dia	19,20	Disponibilidade das colhedoras (%)	80%
Tempo manobra min (Canto)	5,00	Horas disponíveis / dia	19,20
Tempo gasto p/ plantar 2 linhas (minutos)	5,13	Produtividade do bloco (ton/ha)	76,00
Tempo total p/ plantar 2 linhas (minutos)	10,13	Ton/metro	0,01
Tempo total de manobras (horas)	148,33	Tempo para colher 1 rua de cana (minutos)	4,27
Tempo de plantio (horas)	143,78	Tempo manobra min (Canto)	5,00
Tempo total de plantio (horas)	292,11	Tempo total por linhas de cana (minutos)	9,27
Nº de linhas plantadas /dia	227,49	Tempo total de manobras	296,67
Quantidade de metros lineares / dia	97.210,65	Tempo de colheita	239,63
ha/dia/plantadora	14,58	Tempo total de colheita	536,30
		Nº de linhas colhida/dia	124,23
		Quantidade de metros lineares / dia	53.084,85
		Tempo colheita p/dia (horas)	19,20
		Produtividade colhedora (Ton)/dia	605,17

Autor: Edson Mitsuo Okumura<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Supervisor de Planejamento na Usina Santa Vitória Açúcar e Alcool LTDA.

Tabela 02 - Análise de vários parâmetros utilizados no levantamento da eficiência de plantio e colheita - safra 2013.

FAZENDA SANTA VITÓRIA - PROJETO 2013			
PLANTADORA		COLHEDORA	
Quantidade de sulcos	1.760,00	Velocidade	6,00
Área total da fazenda	215,67	Colhedora (metros/segundo)	1,67
Média - tiro (metros)	799,02	Área total da fazenda	215,67
Velocidade	5,00	Média - tiro (metros)	799,02
Plantadora (metros/segundo)	1,39	Quantidade de metros lineares	1.437.800,72
Quantidade de metros lineares	1.437.800,72	Quantidade de sulcos	1.760,00
Dia (horas)	24,00	Tempo manobra (minutos)	5,00
Disponibilidade das plantadoras (%)	80%	Dia (horas)	24,00
Horas disponíveis / dia	19,20	Disponibilidade das colhedoras (%)	80%
Tempo manobra min (Canto)	5,00	Horas disponíveis / dia	19,20
Tempo gasto p/ plantar 2 linhas (minutos)	9,59	Produtividade do bloco (ton/ha)	100,00
Tempo total p/ plantar 2 linhas (minutos)	14,59	Ton/metro	0,01
Tempo total de manobras (horas)	73,33	Tempo para colher 1 rua de cana (minutos)	7,99
Tempo de plantio (horas)	143,78	Tempo manobra min (Canto)	5,00
Tempo total de plantio (horas)	217,11	Tempo total por linhas de cana (minutos)	12,99
Nº de linhas plantadas /dia	157,94	Tempo total de manobras	146,67
Quantidade de metros lineares / dia	126.193,57	Tempo de colheita	239,63
ha/dia/plantadora	18,93	Tempo total de colheita	386,30
		Nº de linhas colhida/dia	88,68
		Quantidade de metros lineares / dia	70.858,88
		Tempo colheita p/dia (horas)	19,20
		Produtividade colhedora (Ton)/dia	1.062,88

Autor: Edson Mitsuo Okumura

## CONCLUSÃO

Com as informações levantadas, pode-se concluir que:

- A distribuição racional de carregadores e sulcos de plantio em nível, na área trabalhada resultou na redução de 75 horas e 150 horas, respectivamente para plantio e colheita da cana;
- Há reflexos diretos sobre o meio ambiente pela menor interferência no uso de máquinas e operações no solo.

**REFERÊNCIAS**

- ANDRADE, L. A.; FERREIRA, R. G.; FERREIRA, D. G. **Cultivo de cana-de-açúcar para produção de cachaça**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas e Editora Ltda. 2007.
- FERNANDES, A. R.; LIMA, H. V. **Manejo e conservação do solo e da água e levantamento e conservação do solo**. Belém PA, 2009.
- FRAZÃO, D. G.; CABRAL, P. **O que é meio ambiente**. Disponível em: <<http://www.significados.com.br/meio-ambiente/>>. Acesso em 05 de Dezembro de 2013.
- GEO AGRI, Tecnologia Agrícola. **Base RTK para piloto automático**. Disponível em: <<http://www.geoagri.com.br/produtos.aspx?idSubCategoria=0601b4f2-dc97-486d-bbf9-4d8c92cc707e>>. Acesso em 31 de julho de 2014.
- LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas – SP, 2º impressão, CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1994.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cana-de-açúcar**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>>. Acesso em 10 de junho de 2014.
- NUNES, J. L. da S. **Agricultura de precisão**. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/georreferenciamento/AgriculturaPrecisao.aspx>>. Acesso em 14 de junho de 2014.
- PRUSKI, F. F. **Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. 2. ed. atual. e ampl. - Viçosa: Ed. UFV, 2009.
- RIPOLI, et al. **Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte**. Piracicaba-SP: T.C.C.Ripoli, 2006.
- RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Universidade Estadual Paulista. Botucatu-SP, 1995.
- SENGIK, E. (2005). **Conservação de solo**. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABIX8AE/conservacao-solos>>. Acesso em 20 de maio de 2014.

**AUTORES**

**Euzébio Rodrigues Vieira Felisbino**, engenheiro Agrônomo, atua como Gestor de Topografia na Usina Santa Vitória Açúcar e Alcool LTDA. Possui especialização em Gestão Sucroalcooleira pela Fundação Educacional de Fernandópolis (FEF), em parceria com a Faculdade Triângulo Mineiro (FTM).

[euzebiorvf@gmail.com](mailto:euzebiorvf@gmail.com)

**Ismael Ferreira**, engenheiro Agrônomo, mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras – UFLA-MG. É professor da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) – Unidade Ituiutaba-MG.

[iferreira.feit@gmail.com](mailto:iferreira.feit@gmail.com)