
AVALIAÇÃO DA MALHA VIÁRIA COM O USO DE IMAGEM DE SATÉLITE NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

RESENDE, Ana Laura Ribeiro Fonseca De¹¹⁵

MACIEL JÚNIOR, Vinícius Antônio¹¹⁶

Recebido em: 2008-06-03

Aprovado em: 2008-09-03

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.104

RESUMO: Este trabalho foi realizado no laboratório de informática da Faculdade Dr. Francisco Maeda, no município de Ituverava-SP, com o objetivo de avaliar a malha viária para escoamento da produção da cultura de cana-de-açúcar em uma propriedade rural, denominada Fazenda Rio Grande e localizada no município de Igarapava-SP, às margens do Rio Grande. Foi realizado com o auxílio de uma imagem de alta resolução do satélite Ikonos, manipulada através de um software computacional denominado TOPOEVN, permitindo com os comandos e cálculos realizar as demarcações e medidas necessárias para a realização deste trabalho. Concluímos neste trabalho que a malha viária é viável, e atende a distância necessária para escoamento da produção de cana-de-açúcar da Fazenda Rio Grande, fazendo com que a matéria-prima chegue com maior rapidez à Usina Junqueira e com menor percurso no transporte.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Malha viária. Cana-de-açúcar. Ikonos.

EVALUATION OF THE ROAD MESH WITH THE USE OF IMAGE OF SATELLITE IN THE CULTURE OF THE SUGARCANE

SUMMARY: This work was accomplished at the computer science laboratory in University Dr. Francisco Maeda, in the municipal district of Ituverava-SP, with the objective of evaluating the road mesh for drainage of the production of the sugarcane culture in a rural property, denominated Finance Big Rio located in the municipal district of Igarapava-SP, to the margins of Big Rio. It was accomplished with the aid of an image of high resolution of the satellite Ikonos, manipulated through a software denominated computacional TOPOEVN, allowing with the commands and calculations to accomplish the demarcations and necessary measures for the accomplishment of this work. We ended in this work that the road mesh is viable, and he/she assists the necessary distance for drainage of the production of sugarcane of Finance Big Rio, doing with that the raw material arrives with larger speed at the Usina Junqueira and with smaller course in the transport.

Keywords: Remote Sensoriamento. He/she works out road. Sugarcane. Ikonos.

¹¹⁵ Bacharel em Engenharia Agrônômica da FE/FAFRAM.

¹¹⁶ Prof. Mestre em Ciência do Solo.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) é uma gramínea de grande porte e produz colmos suculentos devido ao armazenamento de sacarose. É propagada de forma vegetativa, sendo uma cultura de grande importância para o Brasil. Originária da Ásia, foi trazida pelos portugueses para o Brasil em 1500.

O Brasil lidera a lista dos 80 países produtores, respondendo por 25% da produção mundial. Ela é a base para todo o agronegócio sucroalcooleiro, representado por cerca de 350 indústrias de açúcar e álcool e mais de 1.000.000 de empregos diretos e indiretos.

São Paulo é responsável por 60% da produção nacional. O *agribusiness* da cana (soma de todas as operações envolvendo a produção e a distribuição de suprimentos agrícolas, as atividades de produção na propriedade, o armazenamento, o processamento e a distribuição de produtos agrícolas), movimenta R\$ 8 bilhões por ano e proporciona 600 mil empregos diretos. São Paulo é, em nível mundial, líder em competitividade (menor custo de produção) e em exportação de açúcar. A importância econômica da cana para este estado deve crescer muito em função do seu potencial para a produção de energia renovável (AGROCLUBES, 2007).

Com o crescimento da produção agrícola brasileira e a necessidade de competitividade no mercado internacional, um antigo problema passou a ser cada vez mais relevante nesse panorama: a infra-estrutura de transportes para escoamento da produção de colmos suprindo a unidade industrial.

A organização da produção da cana-de-açúcar é importante e o desenvolvimento de técnicas de monitoramento rápidas e confiáveis viabiliza a gestão da produção, contribuindo para a sustentabilidade da cultura. Para isso, o uso de imagens de satélite é uma ferramenta de suporte à gestão da produção da cana-de-açúcar, principalmente satélites que produzam imagens de alta resolução.

O satélite Ikonos, fornece estas imagens de alta resolução permitindo visualizar os atributos da região imageada e ajudar na implementação de soluções para melhor organização do espaço produtivo. Com mais acesso a informações através destas imagens, a administração torna-se mais eficaz e rápida, permitindo ao gestor maiores possibilidades de escolha.

Imagens do Ikonos, de alta resolução (1 m de resolução colorida), são indicadas para

o uso na cultura da cana, pois permite trabalhos com escala de até 1:2.500, em área urbana e rural com precisão e qualidade, identificando alvos de relevante interesse na atividade canavieira.

O sistema Ikonos foi lançado no dia 24 de setembro de 1999 e está em operação desde o início de janeiro de 2000. Ele é operado pela Empresa SPACE IMAGING que detém os direitos de comercialização em todo o mundo exceto na Índia.

O que era usado como sendo imagens de alta resolução para fins militares, agora está comercialmente disponível para qualquer interessado, civil ou militar, seja pessoa física ou jurídica, por intermédio de empresas de sensoriamento (ENGESAT, 2006).

O trabalho através da imagem necessita de um software de desenho, sendo o mais utilizado (e com relativa facilidade) o AutoCAD, desenvolvido pela Empresa Autodesk e muito utilizado nos escritórios de engenharia em todo mundo.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a malha viária para escoamento da cultura de cana-de-açúcar em uma propriedade rural no município de Igarapava-SP, através de imagens do satélite Ikonos e o uso de um software (AutoCAD).

REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com os dados da Geocities¹¹⁷, a cana-de-açúcar (nome comum de uma herbácea vivaz), é uma planta da família das gramíneas, espécie *Saccharum officinarum*, originária da Ásia Meridional e muito cultivada em países tropicais e subtropicais.

A cana-de-açúcar é cultivada numa extensa área territorial, compreendida entre os paralelos 35° de latitude norte e sul do Equador, apresentando melhor comportamento nas regiões quentes. O clima ideal é aquele que apresenta duas estações distintas, uma quente e úmida, para proporcionar a germinação, perfilhamento e desenvolvimento vegetativo, seguido de outra fria e seca, para promover a maturação e conseqüente acúmulo de sacarose nos colmos. Solos profundos, pesados, bem estruturados, férteis e com boa capacidade de retenção são os ideais para a cana-de-açúcar (AGROBYTE, 2007).

Segundo Caliento (2004), a cana-de-açúcar chegou ao Brasil em 1500 junto com os

¹¹⁷Geocities é um serviço do yahoo que permite ao internauta criar gratuitamente um site.

portugueses. As primeiras mudas vieram em 1532, na expedição marítima de Martim Afonso de Souza. Aqui, a planta espalhou-se em solo fértil com a ajuda do clima tropical quente e úmido e da mão-de-obra escrava vinda da África. O registro dessa nova colônia enriqueceu Portugal e espalhou o açúcar brasileiro – assim como aquele produzido na América Central, na colonização de franceses, espanhóis e ingleses – por toda a Europa.

No Brasil, a cana-de-açúcar é plantada na região Sudeste, de outubro a março e colhida de maio a outubro; no Nordeste, é plantada de julho a novembro e colhida de dezembro a maio.

De acordo com as condições de produção, o rendimento anual é de 50 a 100 toneladas por hectare. A média brasileira é de 60 toneladas por hectares e, no estado de São Paulo, de 74 toneladas por hectares (1983), com teor de açúcar extraído de 9 a 12% e rendimento em álcool de 70 litros por tonelada.

A cana-de-açúcar é a matéria prima mais antiga do Brasil, traz inúmeros benefícios para a economia do país, gera açúcar, álcool anidro (aditivo para a gasolina) e álcool hidratado para os mercados interno e externo. Colabora ainda na produção de alimentos, papel, plásticos, produtos químicos, além de fornecer energia elétrica. A região de Ribeirão Preto, localizada no nordeste do estado de São Paulo, é considerada o principal pólo sucroalcooleiro do mundo. Isto porque, além de produzir mais de 35% do álcool do país, também é o centro do conhecimento mundial na área, onde se desenvolve e exporta toda a tecnologia para o setor (CALIENTO, 2004).

De acordo com Scolari (2006), o mapeamento das produções de cana de açúcar mostra a coincidência nas localizações dessas culturas. Os locais de maior concentração de produção desses produtos indicam as vias que, se recuperadas, poderiam atender melhor o escoamento que está destinado à exportação no Brasil através dos modais rodoviários, ferroviários e fluviais; visto que a rede rodoviária é a principal via de escoamento de carga, sendo a maioria das rodovias federais consideradas inseguras, com elevado número de acidentes e de custos de manutenção, fatos que reduzem a vida útil da frota de transporte de carga. Este conjunto de dificuldades impõe custos adicionais significativos e reduzem a competitividade do país no comércio de produtos agrícolas.

De acordo com Mangabeira; Lamparelli; Azevedo (2003), uma maneira de facilitar a avaliação da malha viária é através do desenvolvimento de satélites de alta resolução espacial (Ikonos). A partir da disponibilização de suas imagens, a análise de pequenas propriedades

agrícolas torna-se mais fácil. Esta pesquisa mostra a importância e a operacionalidade no uso de imagem de satélite de alta definição espacial como ferramenta metodológica para levantar o uso das terras por base municipal, usando o instrumental oferecido pelos Sistemas de Informações Geográficas e imagens de satélite (Ikonos - operado pela SPACE IMAGING, foi lançado em 24 de setembro de 1999) em área onde predominam pequenas propriedades rurais. Esta etapa, com mapa de uso das terras e imagem de alta definição espacial, é essencial na geração de informações georreferenciadas, já que não se dispõem de mapas de cadastro rural e censos agropecuários atualizados e unificados.

Estes mesmos autores citam que este método representa, também, um interessante caminho metodológico para estudos futuros sobre levantamento dos recursos naturais, avaliação e análises de impactos ambientais, sociais e econômicos da agricultura, estudos de sustentabilidade agrícola e pesquisas espaços-temporais do uso das terras.

Além disso, novas imagens de alta resolução devem ser adquiridas para atualização do banco de dados, pois a utilização de tecnologias modernas de geoprocessamento e tratamentos numéricos viabilizam a continuidade da pesquisa, além de tornar mais eficientes as ações de desenvolvimento rural de forma ordenada. A utilização do sensoriamento remoto por satélite apresenta a vantagem de que as informações são adquiridas na forma digital ou fotográfica e podem ser atualizadas devido à característica de repetitividade e temporalidade na aquisição das imagens (MANGABEIRA; LAMPARELLI; AZEVEDO, 2003).

De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, estes softwares dedicados exclusivamente para tratamento de imagens podem gerar imagens com diferentes composições de cores, ampliações de partes das imagens e classificações temáticas dos objetos nelas identificados, obtendo-se assim produtos como mapas temáticos que são usados para estudos de geologia, vegetação, uso do solo, relevo, agricultura, inundações, entre outros.

Segundo Centeno et al. (2002) o sistema Ikonos é um dos mais novos sistemas orbitais de alta resolução, cuja finalidade é expandir a percepção do ser humano e proporcionar a coleta de dados em regiões do espectro eletromagnético inacessíveis à visão humana, como é o caso do infravermelho próximo, com uma resolução espacial alta, de até 1 metro no terreno.

De acordo com a Esteio (Engenharia e Aerolevantamento S.A), as imagens de satélites não são imagens fotográficas como muitos pensam. A imagem de satélite é formada pela junção de vários espectros eletromagnéticos que combinados podem fornecer a chamada

"falsa cor" que se aproxima muito do espectro visual do ser humano. Em resumo, o satélite não possui câmara ou sistema de lentes e sim, um sensor semelhante a um scanner (ou máquina xerox) que é sensível a determinadas radiações eletromagnéticas. Estes satélites também são influenciados pela condição atmosférica, ou seja, se existirem nuvens na região de interesse, a imagem mostrará estas nuvens e não a superfície terrestre. As imagens são obtidas de acordo com órbitas programadas, assim, determinadas regiões não estão exatamente no centro das imagens

Miranda (1999) traz que o Ikonos, que quer dizer imagem em grego, tem a melhor resolução dentre todos os satélites ambientais que o precederam. Ele também é um satélite programável, isto é, pode focar determinadas regiões em dias programados ou pode ajustar o ângulo de seus sensores conforme a aplicação desejada. Esse sistema serve para analisar no ambiente rural a situação da malha viária. Entretanto, essas vantagens técnicas custam caro e toda a precisão deve ficar para serviços muito especiais ou muito localizados.

Os dados do satélite de alta resolução podem mapear detalhes que antes não eram possíveis através dos satélites existentes. Assim, acredita-se que o satélite poderá possibilitar a melhor compreensão da diversidade das explorações agrícolas. Esse método representa, também, um interessante caminho metodológico para estudos futuros sobre levantamento dos recursos naturais, avaliação e análises de impactos ambientais, sociais e econômicos da agricultura, estudos de sustentabilidade agrícola e pesquisas espaço-temporais do uso das terras. Esse sistema de informações poderá, também, contribuir para a definição de ações mais específicas, como: facilitar o planejamento rural; facilitar a caracterização, quantificação e qualificação dos diversos usos das terras em diferentes porções do município; analisar espaço-temporal o uso das terras, a partir de dados geocodificados (MANGABEIRA; LAMPARELLI; AZEVEDO, 2003).

Segundo Vansim (2007) o topoEvn 6.0 pode ser utilizado para avaliar atributos na cultura da cana-de-açúcar e obteve resultados positivo na gestão e organização da produção, com avaliação de talhões para fins de colheita mecanizada.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi desenvolvido no laboratório de informática da Faculdade "Dr. Francisco Maeda", com o auxílio e suporte informático de um banco de dados da disciplina de

Georreferenciamento.

Avaliou-se a malha viária para escoamento da cana-de-açúcar da Fazenda Rio Grande, localizada no norte do Estado de São Paulo, no município de Igarapava até a Usina Junqueira, também localizada no município de Igarapava.

Utilizou-se uma imagem do satélite IKONOS que apresenta resoluções (até 1 m colorido) que permitem trabalhos com uma escala de até 1:2.500, em área urbana e rural com precisão e qualidade com possibilidade de 3D (ENGESAT, 2007) nesse trabalho a escala utilizada foi 1:1000 com composição de bandas coloridas. Na Tabela 1 são descritos informações complementares do satélite Ikonos para melhor entendimento.

Tabela 1 – Informações complementares do Ikonos.

Altitude	680 km
Inclinação	98,1°
Velocidade	7 km / s
Sentido da Órbita	Descendente
Duração da Órbita	98 minutos
Tipo de Órbita	Sol-síncrono
Resolução Espacial	Pancromática: 1m / Multiespectral: 4m
	Pan 0.45 - 0.90 μ
	Azul 0.45 - 0.52 μ
	Verde 0.52 - 0.60 μ
	Vermelho 0.63 - 0.69 μ
	Infravermelho próximo 0.76 - 0.90 μ
Imageamento	13 km na vertical (cenas de 13 km x 13 km)
Capacidade de Aquisição de imagens	Faixas de 11 km x 100 km até 11 km x 1000 km Mosaicos de até 12.000km ² 20.000 km ² de área imagedada numa passagem 2.9 dias a 1m de resolução
Frequência de Revisita	<i>Esses valores valem para latitude de +/- 40°. A frequência de revisita para latitude maiores</i>

Para trabalhar esta imagem utilizou-se do software *topoEvn 6.0*, que é um programa de sistema profissional para cálculos, desenhos e projetos topográficos desenvolvido especialmente para profissionais e empresas que executam ou prestam serviços de topografia, permitindo a inserção de imagem georeferenciada em trabalhos (topoEVN 2007).

Para o levantamento da imagem, utilizou-se o software *topoEvn 6.0* com os seguintes comandos:

Inserir (imagem raster → inserir arquivo de imagem) após inserir a imagem, a mesma fica como imagem de fundo do arquivo permitindo trabalhar pontos, linhas, retas e áreas, pois ela foi inserida georeferenciadamente. Para a determinação de distância e áreas sob esta imagem foi utilizado os seguintes comandos:

- Área (ferramenta → obter → área → selecionar).
- Distância (ferramenta → obter → distância e azimuth).

Para desenhar sobre a imagem foram utilizados os seguintes comandos:

- Linha (desenhar → linha).
- Poli-linha (desenhar → poli-linha), permitiu criar linhas sucessivas para o desenho de um contorno ou um polígono, podendo achurá-los ou inserir cores para melhor visualização através do seguinte comando:

- (desenhar → achura). Também foram inseridas letras para indicar e descrever locais com os seguintes comandos (desenhar → texto).

Com a utilização dos comandos do software *topoEvn 6.0* descritos anteriormente foi possível avaliar a malha viária para escoamento da cana-de-açúcar no município de Igarapava-SP, onde a matéria prima chegará com maior rapidez na unidade industrial, e com menor percurso no transporte.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A COSAN (COSTA PINTO) iniciou suas atividades em 1936 na cidade de Piracicaba, SP, com a fundação de sua primeira usina de moagem de cana-de-açúcar. A partir da segunda metade da década de 1980, expandiu intensamente suas operações por meio da aquisição de várias usinas dentro do Estado de São Paulo. A Companhia cultiva, colhe e processa a cana-de-açúcar – principal matéria-prima utilizada na produção de açúcar e álcool.

Suas unidades estão todas localizadas no Estado de São Paulo, que apresenta condições ímpares de clima, solo e topografia, o que favorece a COSAN na obtenção de um dos menores custos de produção do mundo. Além disso, a sua infra-estrutura e logística adequadas facilitam o escoamento da produção para os mercados externo e interno.

Localizada ao norte do estado de São Paulo, na divisa com o estado de Minas Gerais,

região de grande expressão no setor canavieiro, a Junqueira é considerada uma unidade estratégica para a COSAN, devido à excelência do solo para o cultivo da cana-de-açúcar.

Na Figura 1, é representada a imagem do satélite Ikonos, onde mostra o trajeto da Fazenda Rio Grande até a Usina Junqueira.



Figura 1 – Imagem de satélite mostrando a Fazenda Rio Grande à Usina Junqueira.

Existem várias opções de malha viária da Fazenda Rio Grande até a Usina Junqueira, mas indicamos essa opção (representado em vermelho na imagem), tendo a distância de 13,11 km da Fazenda até a Usina.

A malha viária indicada é viável para o escoamento da cana-de-açúcar, onde a matéria-prima chegará com maior rapidez na unidade industrial, e com menor percurso e custo no transporte.

CONCLUSÃO

Este trabalho permite concluir que através de uma imagem de satélite de alta resolução é possível estudar a malha viária para decidir sobre a melhor alternativa de escoamento da produção de cana-de-açúcar, de uma propriedade agrícola até a usina produtora.

REFERÊNCIAS

AGROBYTE. **Cana-de-açúcar**. 2007. Disponível em: <<http://www.agrobyte.com.br/>>. Acesso em 10 mar., 2008.

AGROCLUBES. **Clube do açúcar e do álcool**. 2007. Disponível em: <http://www.agroclubes.com.br/ficha_tecnica/fichas.asp?ficha=884&codigo_produto=884>. Acesso em: 10 mar. 2008.

CALIENTO, J. **Cana brasileira: combustível para todo o mundo**. 2004 Disponível em: <http://www.comciencia.br/reportagens/2004/12/11_impr.shtml>. Acesso em: 10 mar. 2008.

CENTENO, Jorge Antonio et al. Viabilidade do uso de imagens de alta resolução para atualização cadastral e base para SIG (Sistema de Informação Geográfica). CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, Florianópolis, 6 a 10 de Out. 2002.

ENGESAT. **Ikonos**. 2006. Disponível em: <http://www.engesat.com.br/index.php?system=news&news_id=494&action=read>. Acesso em 10 mar. 2008.

GEOCITIES. **Cana-de-açúcar**. Disponível em: <<http://br.geocities.com/atine50/cana/cana.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2008.

MANGABEIRA, João Alfredo de Carvalho; LAMPARELLI, Rubens Augusto Camargo; AZEVEDO, Emílio Carlos de. **Uso das Terras de Holambra-SP: levantamento com o auxílio de imagens de satélite Ikonos II**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite 2003. Disponível em: <https://www.cnpm.embrapa.br/publica/download/bp1_holusoter_vf.pdf>. Acesso em 10 mar. 2008.

MIRANDA, E. E. de. **Novos satélites ambientais têm imagens mais precisas 1999**. Disponível em: <http://www.cnpm.embrapa.br/relatorio/impelet99_1.html>. Acesso em: 10 mar. 2008.

SCOLARI, D. **Ikonos**. 2006. Disponível em: <<http://www.zoonews.com.br/noticias2/noticia.php?idnoticia=87997>>. Acesso em: 10 mar. 2008.

VANSIN, A. **Uso de imagens de satélites no planejamento de talhões na cultura de cana-de-açúcar no município de Igarapava-SP**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Faculdade “Dr. Francisco Maeda”. Fundação Educacional de Ituverava. Ituverava, 2007.

USINA COSAN. **Unidade Junqueira (Igarapava)**. Disponível em: <http://www.cosan.com.br>. Acesso em: 10 mar. 2008.

ANEXO A – Imagem do satélite Ikonos mostrando o trajeto da Fazenda Rio Grande à Usina Junqueira.

