



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

LEVANTAMENTO DE ÍNDICE DE FALHAS EM CANA-DE-AÇÚCAR POR VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT)

Luis Fernando Sanglade Marchiori¹, Hedio Manzano Trevisan², Marcos Silveira Bernardes³

RESUMO

Falhas em cana-de-açúcar tem efeito direto na produtividade da cultura. O índice de falhas (F%) é tradicionalmente estimado em levantamentos de campo. O objetivo do presente trabalho foi estimar falhas por meio de análises de imagens aéreas obtidas por veículos aéreos não tripulados (VANTs) e verificar sua similaridade a estimativa de campo. As imagens foram obtidas de dois canaviais no estágio fenológico de emergência a início de perfilhamento e analisadas e interpretadas com Sistema de Informação Geográfica (SIG). As estimativas de falhas com imagens capturadas com VANT mostraram-se similares às do levantamento de campo.

Palavras-chave: agricultura de precisão, produtividade, *Saccharum spp.*

SURVEY OF GAP INDEX IN SUGARCANE WITH UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV)

Luis Fernando Sanglade Marchiori², Hedio Manzano Trevisan², Marcos Silveira Bernardes³

SUMMARY

Sugarcane crop gaps have direct effect on yield. Gap index (F%) is traditionally estimated with field surveys. The objective of this study was to estimate gaps by image analyses of images obtained with unmanned aerial vehicle (UAV) and verify its similarity with gaps estimated in field surveys. The images were obtained from two sugarcane fields in the development stage of emergence and tillering, analyzed and interpreted with Geographic Information System (GIS). The gap index estimated with UAV showed to be similar to the ones from field survey.

Key words: Precision agriculture, yield, *Saccharum spp.*

¹ Prof. Fatec, Diretor Faz Experimental Areão da Esalq/USP, Piracicaba-SP, ² Acadêmico Tecnologia de Biocombustíveis, Fatec, Piracicaba-SP, ³ Esalq/USP, Av. Pádua Dias, 11, Piracicaba-SP, 13418-970, marcosbernardes@usp.br



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

INTRODUÇÃO

O interesse em veículos aéreos não tripulados (VANTs), também conhecidos como "Drones", vem crescendo de forma significativa em todo o mundo graças ao avanço da tecnologia embarcada como sistemas de navegação por GPS, sensores e câmeras de precisão, favorecendo, portanto, suas aplicações na agricultura.

O surgimento dessas aeronaves no mercado civil trouxe uma importante alternativa na agricultura de precisão que tem por objetivo vistoriar o campo durante o ciclo do cultivo da cana ou pós-safra, possibilitando fornecer um diagnóstico preciso além de registrar falhas e certificar as evoluções da lavoura através de imagens aéreas georreferenciadas.

Todas essas aplicações podem auxiliar o produtor a identificar estratégias que possam aumentar a eficiência no gerenciamento da agricultura, apontando falhas e maximizando a rentabilidade das colheitas aumentando a produção final da matéria prima tornando assim o agronegócio mais competitivo.

Falhas nas linhas de cana-de-açúcar são definidas como a distância a partir de 0,5 m entre duas canas ao longo do sulco, medidas de colmo a colmo ao nível do solo tanto para cana planta quanto para cana soca. Assim, podemos quantificar as falhas nas linhas de uma determinada área efetuando a somatória da distância entre colmos para qualquer medida maior ou igual a 0,5 m. Do somatório calcula-se o índice de falhas (F%) que apresenta correlação com produtividade (Stolf et al., 1986).

A FAA (1994) dos Estados Unidos define VANT como uma aeronave não tripulada capaz de voar além do seu limite visual de forma autônoma ou remotamente controlada. Conhecidos mundialmente como UAVs (Unmanned Aerial Vehicles), são classificados em dois tipos de aeronaves com características aerodinâmicas distintas podendo ser de asa fixa ou rotativa.

Avanços em tecnologia da computação, estruturas leves, técnicas de navegação, links de dados, sofisticados sensores e a miniaturização de componentes permitiram embarcar componentes em VANTs para seu uso em tipos de levantamento de dados e emprego em várias operações em agricultura (DE GARMO, 2004).

OBJETIVOS

Este trabalho objetivou estimar as falhas no stand (densidade de plantas por hectare) na cultura da cana de açúcar por meio de análises de imagens aéreas georreferenciadas obtidas por veículos aéreos não tripulados (VANTs) e verificar sua similaridade a estimativa de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

A aeronave utilizada neste estudo foi um hexacóptero modelo TAROT 690 PRO com autonomia de 25 minutos de voo, capaz de cobrir aproximadamente 2,5 hectares de área cultivada em aproximadamente 5 minutos de voo, reservando 5 minutos para o processo de retorno e aterrissagem do aparelho. Para a obtenção das imagens, a aeronave foi equipada com uma câmera CANON SX 160 IS de 16 megapixels (4608x3456). A área de cobertura de cada imagem está em função do teto de serviço da aeronave, assim, quanto maior a altura, maior será o quadro da imagem. Determinado o teto de serviço e selecionada a área de interesse a ser mapeada, ingressamos os valores das variáveis como distância focal da lente, altura do voo,



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

velocidade de cruzeiro e o intervalo na captação de imagem no plano de voo. Na sequência do processo, as fotos foram unificadas formando um mosaico, necessitando que as imagens tenham no mínimo 40% de sobreposição entre elas.

A primeira área de estudo (A1) cedida pela AFOCAPI (Associação dos fornecedores de cana de Piracicaba) possui 7,70 hectares e localiza-se no município de Piracicaba-SP, nas coordenadas latitude e longitude -22.809532° , -47.604662° , respectivamente. Foi realizado 60 dias após o plantio, ou seja, na fase de emergência da cana. Foram demarcadas via RTK (GPS de alta precisão) aleatoriamente duas pequenas parcelas de 625 m² (P1 e P2) onde foi aplicado o método de Stolf (1986), mensurando em campo o somatório do comprimento das falhas com o uso de uma trena. Após o levantamento com trena em campo, realizou-se também o levantamento dos valores das falhas via Sistema de Informação Geográfica (SIG).

A segunda área de estudo (A2) cedida pela usina Granelli possui 2,5 hectares e localiza-se no município de Charqueada-SP, nas coordenadas latitude e longitude -22.502819° , -47.701269° , respectivamente. O mapeamento desta área também foi executado 60 dias após o plantio da cana. Neste caso o levantamento foi realizado apenas com VANT operando a 40 metros de altura.

Com as imagens obtidas montou-se o mosaico, que foi georreferenciado para localizar e mensurar falhas no terreno. O processo de georreferenciamento da imagem utilizou dados de coordenadas do sistema de navegação da aeronave, conhecidos como “pontos de controle” onde estão indicadas a latitude e longitude. Para a obtenção de uma imagem georreferenciada é necessário no mínimo 4 pontos de controle dispersos sobre o mosaico da área de interesse. O georreferenciamento, o recorte da área e a quantificação de falhas foram realizados via SIG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o auxílio do critério de Stolf (1986) as falhas maiores que 0,5 metros, foram quantificadas. Na área A1, o índice de falhas (F%) levantado para cada parcela em campo com o uso de trena apresentou os seguintes resultados:

- Parcela P1: F%=10,20%
- Parcela P2: F%=69,40%

Os valores dos índices de falhas via software SIG, apresentaram os seguintes resultados:

- Parcela P1: F%=11,00%
- Parcela P2: F%=73,20%

Na área A2, o levantamento foi realizado diretamente via SIG em toda a área, devido a sua menor dimensão e a facilidade do sistema utilizado. Foram identificados 1.986 falhas nos 2,26 hectares de área, onde os comprimentos variaram entre 0,46 e 20,20 metros, valores mínimos e máximos registrados no estudo (Figura 1).

Considerando 6.667 metros lineares por hectare no espaçamento entrelinhas de 1,5 metros, nos 2,26 hectares de cana plantada com 15.067,00 metros de sulcos analisados foram registrados 4.125 metros de falhas, sendo que falhas entre um e dois metros de comprimento apareceram com frequência nos resultados.



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

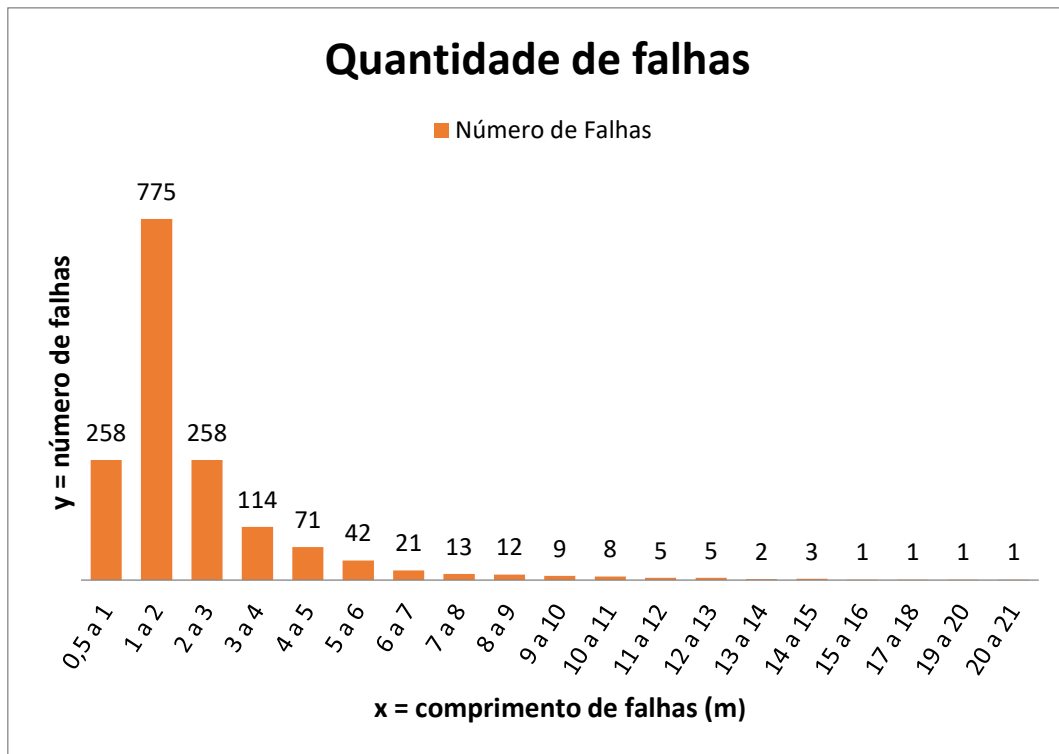


Figura 1. Número de falhas na área A2, para cada classe de tamanho de falha.

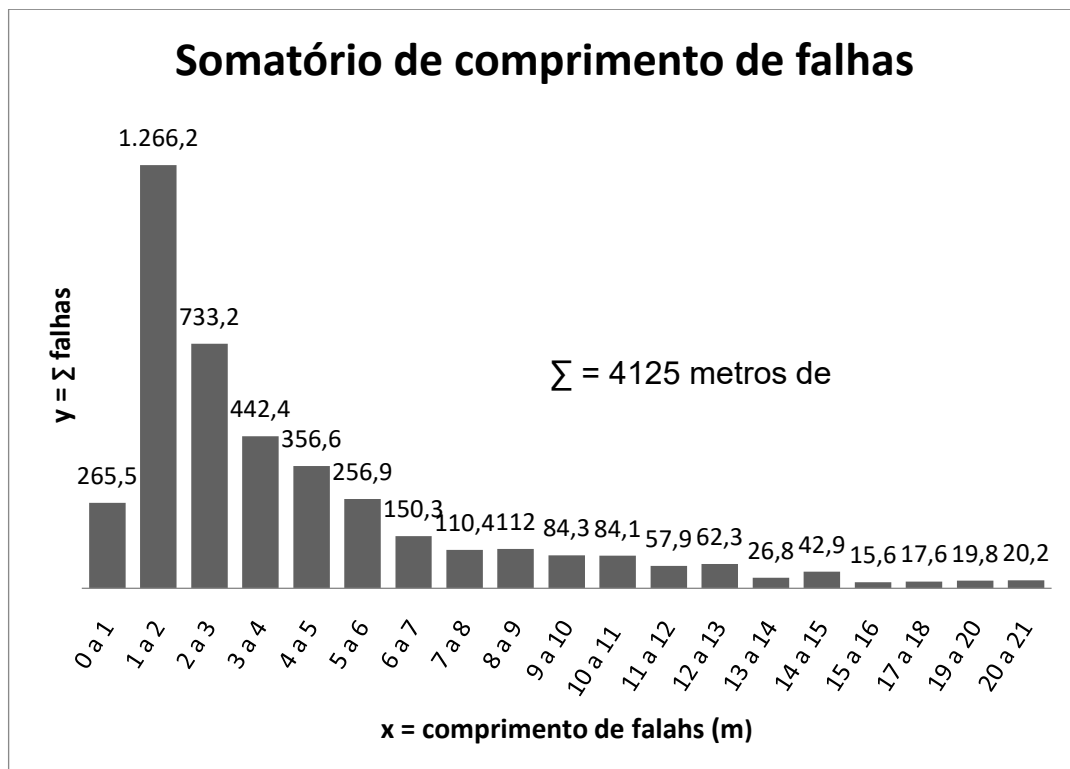


Figura 2. Número de falhas na área A2, para cada classe de tamanho de falha.



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

Com base também em Stolf (1986), determinamos as variáveis conforme a Tabela 1. Via software de tratamento de imagens, também foi calculada a porcentagem de falhas, neste caso pela comparação entre a cobertura foliar da cana numa parcela de 114 m² dos próprios 2,26 hectares de área onde não havia presença de falhas, considerada modelo padrão, e a imagem da área total a fim de correlacionar os valores.

Em A2, via software de tratamento de imagens, obteve-se:

Cobertura foliar = 21,22%

Solo = 78,78%

Na parcela padrão com 114 m² e zero de falhas, verificamos:

Cobertura foliar = 50,30%

Solo = 49,70%

A diferença entre os valores encontrados em cada imagem, isto é, a cobertura foliar da área total e a cobertura foliar da área padrão é igual à porcentagem de falhas da área estudada. Assim temos que:

$$F\% = 50,30\% - 21,22\%$$

$$F\% = 29,08\%$$

Tabela 1. Cálculos e resultados de índice de falhas, tamanho médio de falhas (TKKM) e frequência de falhas (FREQ).

Tabela 1. Cálculo e resultado de falhas.

%F	$(4125 \div 15067) \times 100$	=	27,4%
TM	$27,4 \div 10,6$	=	2,6 m
FREQ	$(100 - 27,4) \div 10,6$	=	6,8 m

O mecanismo para levantamento de falhas via SIG se faz pela criação de linhas sobre as falhas manualmente, o somatório das linhas é automatizado pelo software. Em contrapartida, o software de tratamento de imagem calcula a cobertura foliar através da semelhança e frequência de pixels em comum na imagem, mas a classificação dos pixels que determina a diferença entre solo e cobertura foliar por sua tonalidade é determinada pelo operador do sistema, resultando em 29,08%. O software, porém não quantifica falhas nem mesmo calcula seus comprimentos.

Foi verificada, na área A1 uma diferença entre o levantamento em campo com trena e o realizado via SIG, no caso da P1 de (11,0% - 10,2%) igual a 0,8%. Já na P2, a diferença observada (73,20% - 69,40%) foi de 3,8%. Devido a precisão do SIG, pode-se considerar que o levantamento em campo foi menos preciso devido as dificuldades visuais típicas do trabalho em campo. No entanto, o método pode ser validado, pois seus resultados foram mais restritivos.



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

Uma vez validado o método com uso do SIG, na área A2 o levantamento foi realizado apenas com esse método, dispensando o uso da trena em campo. Nessa área, a imagem georreferenciada através do SIG, apresentou porcentagem total de falhas de 27,40% com a metodologia de Stolf (1986). Comparando as imagens da parcela padrão sem falhas com a área total obtivemos 29,08% de falhas.

CONCLUSÕES

Foi possível avaliar falhas na cultura da cana de açúcar utilizando veículo aéreo não tripulado. As estimativas de falhas com imagens capturadas com VANT e analisadas e interpretadas com SIG e tratamento de imagens mostraram-se similares às do levantamento de campo.

LITERATURA CITADA

DE GARMO, M. T. **Issues Concerning Integration of Unmanned Aerial Vehicle in Civil Airspace**. Center for Advanced Aviation System Development - Mitre, McLean, Virginia. 2004.

FAA Draft Advisory Circular, “**Unmanned Air Vehicle Design Criteria,**” Section 6.j, 15 July 1994.

STOLF, R. **Metodologia de avaliação de falhas nas linhas de cana-de-açúcar**. STAB, Piracicaba, v.4, n.6, p.22-36, jul./ago.1986.