

Análise da aplicação de VANT na atualização de cadastro florestal com uso de pontos de controle

Adalto Moreira Braz ¹
Josué Pedro dos Santos Borges ¹
Deany Cristina da Silva Bernardes ¹
Luiz Henrique Terezan ¹

¹ Eldorado Brasil
Rod. BR 158, Km 231 – 79641-300 – Três Lagoas - MS, Brasil
{adalto.braz, josue.borges, deany.bernardes, luiz.terezan}@eldoradobrasil.com.br

Abstract. In this study we aimed to analyze the difference between imagey's mosaics generated by UAV, georeferenced with different amounts of points collected in the field and to compare the influence of these points on the change of area and perimeter as the number of points used to gerreferenciamento, and applications in forestry cadastre. In which the control points used consisted targets distributed throughout the experimental setting. For such a situation, there was overflight over a test area (rural property) in which the final mosaic is generated. In this same area, control points were located in the field through surveys. Finally, calculations and comparisons were made for differences in the coordinates of the images and areas without checkpoints, georeferenced by integrated GPS with the UAV, and the images processed using different amounts of control points collected in the field. The results were organized in tables and graphs containing the maximum and mean differences, and the difference in the percentage difference between the areas. Soon the great potential in the use of UAVs in the forestry cadastre and what the real need for distribution of control points for georeferencing and image correction arising from the flights of this equipment will be presented.

Palavras-chave: UAV, control points, forestry cadastre, topography, VANT, Pontos de Controle, Cadastro Florestal, Topografia.

INTRODUÇÃO

Na busca pela eficiência de levantamentos relacionados a Cadastro florestal, diversas empresas vêm a implantar sistemas de aquisição de imagens aéreas. Um dos meios mais práticos e objetivo na atualidade contam com a contribuição de VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados).

A utilização dos VANTs vem ganhando espaço devido sua agilidade na tomada de imagens e rapidez no processamento destas, proporcionando resultados praticamente em tempo real.

Comparado a outros sensores disponíveis no mercado atual, os VANTs se destacam devido à sua resolução espacial, liberdade ao operador do equipamento para a obtenção de imagens em diferentes momentos, facilidade no desenvolvimento de planos de voos, além da grande possibilidade de se estruturar uma base com imagens multitemporais. Permitindo agilidade, qualidade e baixo custo aos usuários.

De uma forma geral, o seu produto final consta em um mosaico de imagens da área coberta pelo voo (planejada anteriormente). Este mosaico é um conjunto constituído por um bloco de imagens (variando em quantidade, conforme a especificação da resolução espacial escolhida), unidas sistematicamente por um ajuste e sobreposição das margens vizinhas, de forma que finalmente teremos uma representação contínua da superfície sobrevoada (GALVÃO e ROSALEN, 2013).

O VANT eBee é equipado por um sistema de GPS integrado, que é utilizado para a navegação e planejamento de voo, de forma autômata. Durante toda a execução do plano de voo o VANT faz a tomada de imagem conforme a especificação de sobreposição, associando a estas imagens coordenadas precisas (denominados geotag), que serão atribuídos a cada imagem no momento do processamento (mosaicagem).

Com a finalidade de apoiar o processamento e o aumento da precisão das imagens, alguns estudos têm sido desenvolvidos utilizando pontos de controle no apoio ao gerreferenciamento e correção geométrica das imagens de VANT (podemos citar GALVÃO e ROSALEN, 2013; GAWSKI *et al.*, 2013; BARRY e COAKLEY, 2013).

Destaca-se que pontos de controle são pontos cujas coordenadas são, preferencialmente, determinadas em campo através de métodos de posicionamento; na atualidade são utilizados métodos de posicionamento GNSS que garantam qualidade compatível com os objetivos propostos do voo. Por exemplo, o posicionamento relativo rápido estático permite atingir à qualidade de centímetros na determinação de coordenadas em campo (MONICO, 2008 apud GALVÃO e ROSALEN, 2013).

Deste modo, os pontos de controle utilizados neste trabalho constaram em alvos distribuídos ao longo do cenário experimental. Os pontos de controle por se tratarem de feições bem definidas na imagem e no terreno, ou seja, cujas coordenadas são conhecidas, estes podem ser extraídos por meio de levantamento em campo por topografia, de acordo com a resolução espacial da imagem a ser corrigida (SILVA, 2000a).

Neste estudo objetivamos analisar a diferença entre mosaicos georreferenciados com diferentes quantidades de pontos levantados em campo, além de comparar a influência destes pontos na alteração da área e perímetro conforme a quantidade de pontos usados para o gerreferenciamento. Para tal situação, fez-se o sobrevoo sobre uma área-teste em que foi gerado o mosaico final. Nesta mesma área, foram locados pontos de controle em campo através de levantamentos topográficos.

Por fim, foram produzidos cálculos e comparações de diferenças nas coordenadas e áreas das imagens sem pontos de controle, georreferenciadas pelo GPS integrado ao VANT eBee, e nas imagens processadas utilizando diferentes quantidades de pontos de controle levantados em campo.

METODOLOGIA DE TRABALHO

O estudo foi desenvolvido nas áreas parciais da fazenda Santo Ivo, propriedade arrendada pela Eldorado Brasil no município de Três Lagoas, Mato Grosso do Sul. Localizada entre as coordenadas 20° 24' 53" S; 51° 41' 54" W e 20° 25' 15" S; 51° 37' 38" W. A área experimental dispõe de aproximadamente 185,91 ha. A figura 01 representa o mosaico gerado sobre a área coberta pelo voo do VANT realizado para a aplicação do estudo.

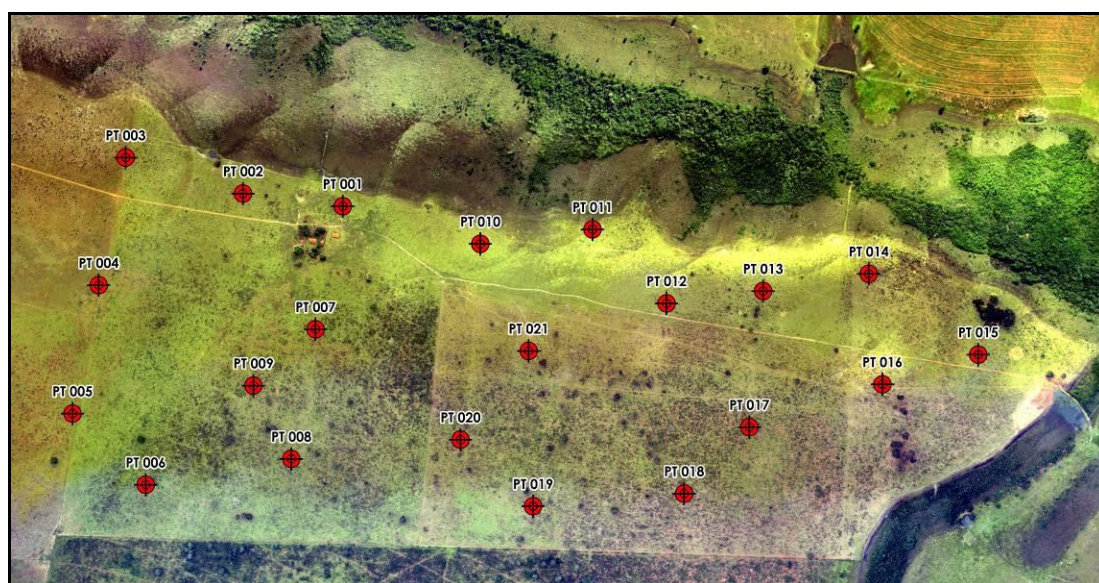


Figura 01 - Mosaico da área de aplicação do experimento.

Como primeiro procedimento para a realização do trabalho foram distribuídas ao longo da área experimental 21 alvos monocromáticos (azuis) com dimensões aproximadas de 0,90 x 1,30m e georreferenciados utilizando o GPS Leica 900 ATX RTK. Para aquisição das imagens foi utilizado o VANT eBee da Sensefly (Figura 02), com sensor de imageamento acoplado, que registra o espectro do visível. O sensor acoplado junto ao VANT foi o Canon Elph RGB de 16 MP.



Figura 02 – VANT SenseFly Ebee

Fonte – Santiago e Cintra Geotecnologias

O voo ocorreu no dia 23/05/2014, a uma altitude aproximada de 488m e resolução espacial de 15cm. Foi realizado apenas um voo, e ao longo deste foram capturadas 108 fotos. O mosaico das imagens foi realizado utilizando o software de processamento de imagens Postflight Terra 3D-3.

Ao todo foram realizados 13 mosaicos, sendo o primeiro sem pontos e controle e o restante utilizando pontos de controle para o georreferenciamento dos mosaicos. Os números de pontos de controle foram determinados gradualmente ao longo dos 11 mosaicos (com ponto de controles), indo de 1 ponto de controle no primeiro mosaico até 11 pontos de controle, e finalmente o último mosaico gerado usando 21 pontos de controle.

Com as imagens mosaicadas, no SIG ArcGIS foram inseridos pontos manualmente, de modo que ficassem mais ao centro de cada alvo na imagem, a fim de realizar o cálculo da diferença máxima e média, além da diferença entre as áreas dos levantamentos em cada uma das imagens mosaicadas.

Tanto os pontos de controle, quanto as imagens mosaicadas foram trabalhadas no sistema de coordenadas planas UTM, datum SIRGAS 2000, fuso 22K.

Realizaram-se duas atividades para o cálculo de diferença máxima e diferença média dos pontos. Inicialmente entre as coordenadas da imagem mosaicada sem pontos de controle e das imagens processadas com diferentes quantidades de pontos de controle. Paralelamente, obteve-se o cálculo das distâncias entre os pontos, obtida em metros. Posterior a isso, foram calculadas as áreas e perímetros de um espaço pré-determinado tomando como base a área de um polígono gerado a partir dos pontos pós-processados.

A segunda atividade foi realizada através do software Excel 2010, atendendo demandas de cálculo de diferença estabelecido entre os pontos de controle de cada mosaico, em relação aos pontos pós-processados (levantados em campo com RTK), além da diferença entre as áreas e perímetros de cada polígono gerado a partir da posição dos pontos de controle em cada mosaico analisado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como já mencionado anteriormente as análises foram realizadas de forma a evidenciar a diferença do georreferenciamento entre as imagens mosaicadas com diferentes quantidades de pontos de controle, além da análise da variação da área e perímetro (mensurados em hectare e

metros quadrados, respectivamente) pré-estabelecidas através dos pontos levantados em campo, a fim de chegar a uma conclusão do quão relevante seria a aplicação de pontos de controle levantados topograficamente para o georreferenciamento de imagens de VANT, além da relação custo x benefício x tempo entre levantamentos topográficos em campo e a aplicação do VANT no cadastro florestal.

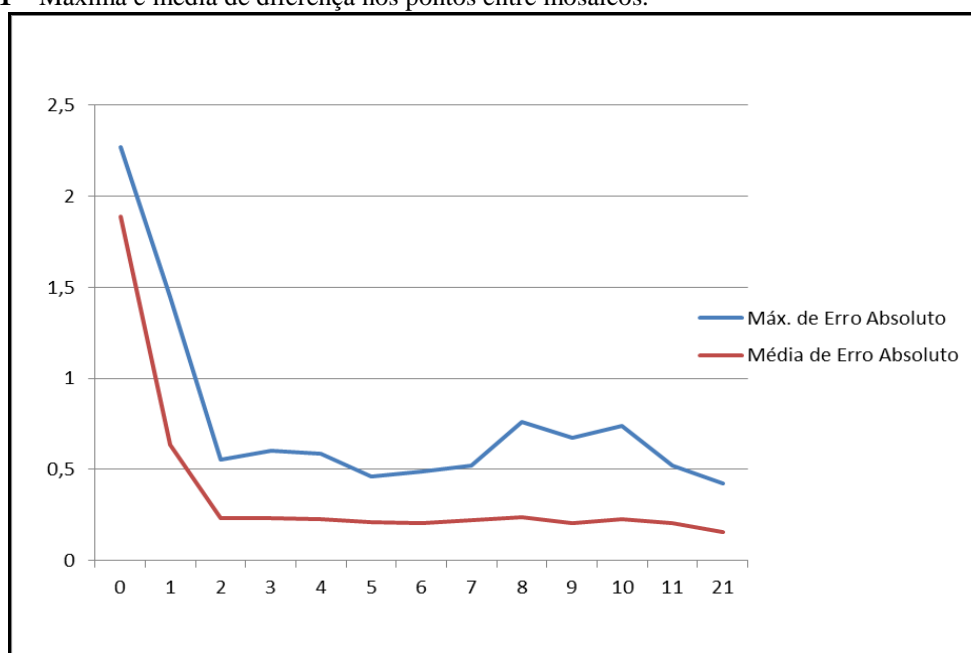
Para a organização dos resultados das diferenças planimétricas para o georreferenciamento dos mosaicos, foram organizados a tabela 01 e o gráfico 01. Os mesmos indicam as diferenças máximas e médias de cada mosaico (com diferentes quantidades de pontos de controle) em relação aos pontos locados em campo. As diferenças foram levantadas de forma planimétrica sobre o terreno, então, temos a diferença do posicionamento apresentado em metros.

Tabela 01 – Máxima e média de diferença nos pontos entre mosaicos.

Mosaicos (Qtd. de GCP)	Máx. de Diferença Absoluta (m)	Média de Diferença Absoluta (m)
0	2,268719417	1,889644608
01	1,446609618	0,634605228
02	0,555265146	0,231667488
03	0,602544884	0,233291392
04	0,586255958	0,225003293
05	0,46049919	0,20895148
06	0,48627089	0,204878004
07	0,522820003	0,221534585
08	0,763155606	0,236439449
09	0,673690629	0,202077602
10	0,740774345	0,224554498
11	0,520500276	0,204638609
21	0,423347817	0,153123187
Total Geral	2,268719417	0,374646879

A diferença média de maior magnitude nos mosaicos gerados a partir do georreferenciamento com pontos de controle foi de 0,634m em relação aos pontos levantados com RTK, no mosaico com 01 ponto de controle. Já o mosaico gerado sem pontos de controle apresentou a maior diferença, 1,889 m em relação aos pontos usados como base para o cálculo da diferença. Como podemos observar no gráfico 01 a linha da diferença média sofre uma queda abrupta somente no mosaico sem pontos de controle e com 01 ponto de controle, respectivamente. A partir de então, as diferenças médias se mantêm com pouca variação, sem diferenças significativas mesmo no mosaico georreferenciado com 21 pontos de controle.

Gráfico 01 – Máxima e média de diferença nos pontos entre mosaicos.



Ao final da aplicação dos pontos de controle locados em campo para o georreferenciamento dos mosaicos, foi observado que as diferenças planimétricas dos mosaicos foi significativa já com a utilização de um ponto de controle, e que mesmo com a aplicação de um número maior de pontos no georreferenciamento, os resultados atingiram, em média apenas a ordem de poucos centímetros, apresentando considerável fidelidade aos pontos levantados em campo (RTK).

Para diferença entre as áreas e os perímetros, foram pré-estabelecidos os espaços que iriam compor o polígono que representaria a área, usando como limite os pontos adjacentes em relação ao levantamento em campo (Figura 03).

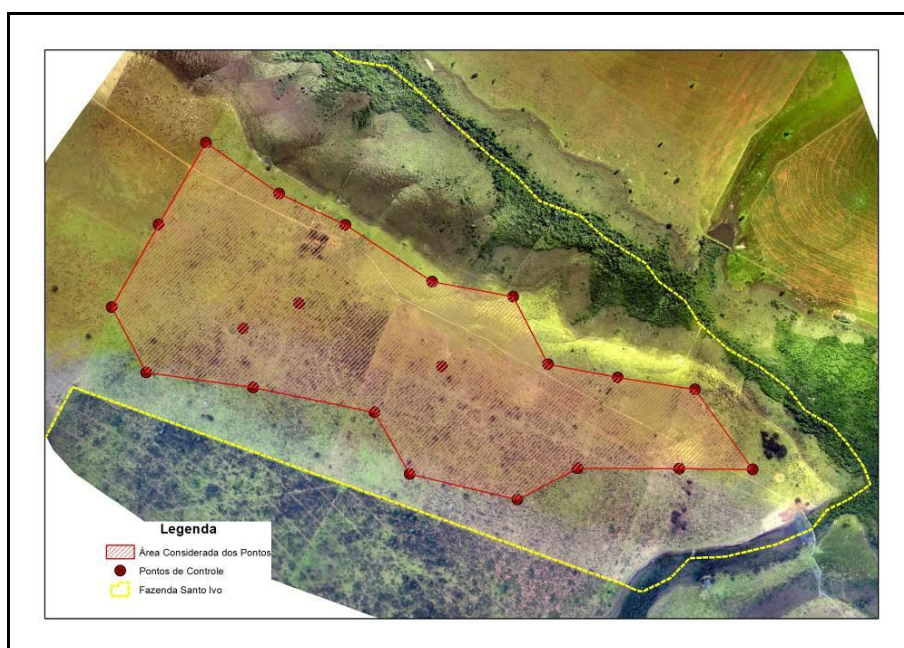


Figura 03 – Área e perímetro a serem considerados pelos pontos de controle.

Como *área base* utilizou-se a área e perímetro dos pontos levantados por GNSS RTK (em destaque na tabela 02).

Tabela 02 – Diferença entre áreas nos mosaicos georreferenciados.

Pontos	Área (m ²)	Perímetro (m)	Dif. Área (%)	Dif. Perímetro (%)
RTK	964.939,0308	5057,5042	0,00%	0,00%
GCP00	965.204,1661	5057,3572	0,03%	0,00%
GCP01	966.503,8258	5060,8597	0,16%	0,07%
GCP02	965.429,9494	5058,0548	0,05%	0,01%
GCP03	965.463,1595	5058,4628	0,05%	0,02%
GCP04	965.448,4223	5058,4724	0,05%	0,02%
GCP05	965.474,2011	5057,7740	0,06%	0,01%
GCP06	965.346,6788	5057,8931	0,04%	0,01%
GCP07	965.616,7198	5058,5467	0,07%	0,02%
GCP08	965.418,6529	5057,9956	0,05%	0,01%
GCP09	965.489,2594	5058,3775	0,06%	0,02%
GCP10	965.515,6887	5058,6865	0,06%	0,02%
GCP11	965.370,5529	5058,3407	0,04%	0,02%
GCP21	965.178,6697	5057,1964	0,02%	0,01%

Já para a análise de diferença entre áreas e perímetros o mosaico que se mostrou com menor porcentagem de diferença em relação aos pontos levantados em campo foi o georreferenciado por 04 pontos de controle. Mantendo assim, a mesma perspectiva da análise feita a partir da diferença do deslocamento dos pontos, ou seja, a partir de 03 pontos controle a diferença passa a ter uma variação muito pequena, sem motivos significativos para a aplicação de maior número de pontos de controle.

Destaca-se que esses resultados, principalmente os relativos ao cálculo de área, mostram-se satisfatórios para a aplicação do VANT no cadastro florestal, visto que 0,16% de diferença entre a área (considerando a maior diferença) não apresenta relevância de erro, perda de precisão ou alterações expressivas na aplicação do VANT em operações florestais.

Apesar de todo esforço e da distribuição dos pontos de controle ao longo da propriedade, quanto ao georreferenciamento dos mosaicos, a quantidade de pontos mostrou-se fator de pouca influência para a determinação da área e perímetro do espaço utilizado para a execução do trabalho, além de pouca influência também na localização espacial dos pontos de controle (alvos) em cada mosaico. Para um georreferenciamento ainda mais preciso, o ideal seria a distribuição 03 pontos de controle ao longo da área a ser sobrevoada pelo VANT, pois, os mosaicos georreferenciados com um número de pontos de controle a partir de 04 se apresentaram com pouca variação na correção geométrica.

Por fim, ainda deve ser levado em consideração que os mosaicos gerados pelo VANT no decorrer de seu processamento são automaticamente georreferenciados e corrigidos geometricamente pelo software responsável, gerando uma imagem final da área sobrevoada, sendo atribuído a esta imagem pontos de referência com coordenadas e projeção cartográfica. O processo automatizado de mosaicagem, georreferenciamento (além da coleta automática de pontos pelo VANT) e correções nas imagens é realizado automaticamente pelo software de processamento, que otimiza o tempo de coleta de pontos de controle em campo, além de suprir algumas horas de trabalho que seriam utilizadas para a distribuição de alvos e levantamentos de pontos conhecidos em campo, além do georreferenciamento manual destas imagens.

Já em relação à necessidade e demandas em projetos florestais semelhantes a este estudo, o experimento executado apresenta resultados satisfatórios, convencendo sobre o uso confortável dos produtos gerados pelo VANT, dispensando levantamentos topográficos destinados às correções dos dados fotogramétricos e ajustes espaciais destes produtos, que venham a atender demandas de operações florestais e cartográficas.

CONCLUSÕES

Logo concluímos que este trabalho demonstra o grande potencial no uso do VANT no cadastro florestal. Podemos através deste, chegar a resultados que apontam para a pequena diferença no georreferenciamento entre a utilização do VANT e com o auxílio de levantamentos topográficos utilizando pontos de controle. Ficando evidente também, a qualidade no levantamento das áreas e perímetros (pré-determinados através dos pontos conhecidos) das imagens obtidas através do VANT, apresentando-se com uma diferença mínima, sem a necessidade de correções através de pontos de controle levantados em campo.

Mesmo não sendo ressaltado ao longo do trabalho, é importante que seja dito ainda, que além da economia no custo de aplicação e tempo de trabalho nos levantamentos fotogramétricos utilizando VANTs, as imagens ainda são utilizadas para o levantamento de *pós-plantios* e análises de sobrevivência de plantios, o que minimiza novamente tempo e custo de operações, ou seja, evitando que novas equipes tenham que se deslocar até a área para os respectivos levantamentos.

Com a evolução das geotecnologias, a cada dia surgem novas ferramentas e métodos acerca de operações espaciais, o que têm beneficiado em grandes proporções o planejamento e a execução de operações envolvendo também as atividades florestais sob uma nova ótica, aumentando a diversidade de maneiras para a realização final das operações.

Enfim concluiu-se que o uso do VANT e seus produtos, para efeitos de cadastro florestal gerou um resultado satisfatório, sem a necessidade da aplicação de pontos de controle coletados em campo para o georreferenciamento dos mosaicos. Sendo sua aplicação técnica economicamente viável em operações semelhantes ao proposto neste estudo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao departamento de Planejamento e Mensuração Florestal da empresa Eldorado Brasil e ao setor de SIG Florestal, pelo fornecimento dos materiais e apoio durante a execução das atividades que resultaram neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRY, P; COAKLEY, R. FIELD ACCURACY TEST OF RPAS PHOTOGRAMMETRY. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, Volume XL-1/W2, 2013. UAV-g2013, 4 – 6 September 2013, Rostock, Germany

GALVÃO, G. M; ROSALEN, D. L. Acurácia da mosaicagem gerada por veículo aéreo não tripulado utilizado na agricultura de precisão. In: FURLANI, C.E.A; SILVA, R.P; ROSALEN, D.L. (Org.). **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA** (42. 2013, Fortaleza): Os desafios para o desenvolvimento sustentável. 1ed. Jaboticabal: SBEA, 2013, v. , p. 3-.

GAWSKI, M; COLETTA, P. C. D; ANDRADE, A. G; TANAKA, E. M. Validação de levantamento planialtimétrico realizado pelo veículo aéreo não tripulado SenseFly na cultura de cana-de-açúcar. In: **ENCONTRO DE MECANIZAÇÃO EM AGRICULTURA DE PRECISÃO**, 2013, POMPEIA-SP. 3 EnqMap. Pompeia-SP: EnqMap, 2013. p.18-18.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 1.ed. São José dos Campos: INPE, 2001.

SILVA, A. M. **Curso de Processamento Digital de Imagens**. Apostila. Porto Alegre: XX Congresso Brasileiro de Cartografia, 2000a.

SILVA, R. R. da. **APLICAÇÃO DE IMAGENS ORBITAIS DE ALTA RESOLUÇÃO ESPACIAL NO CADASTRO TÉCNICO RURAL MULTIFINALITÁRIO**. 139p. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007b.

Santiago e Cintra Geotecnologias: VANTs Sensefly. Disponível em:

<<http://www.santiagoecintra.com.br/Produtos.aspx?idSubCategoria=c6acc237-cb4d-42f9-8adf-e64bcee72b4f>>

Acesso em: 30.jul.2014.