

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ANÁLISE AMBIENTAL**

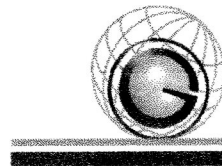
**RODRIGO XAVIER**

**A UTILIZAÇÃO DO VANT EM LEVANTAMENTOS AMBIENTAIS**

Artigo apresentado ao Curso de Especialização em Análise Ambiental do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial para a obtenção do título de especialista.

Orientador: Prof, M.Sc. Marciel Lohmann.

**CURITIBA  
2013**



## **PARECER**

O relatório técnico intitulado “A utilização do VANT em levantamentos ambientais”, de autoria de Rodrigo Xavier, discente do curso de Especialização em Análise Ambiental, o qual é ofertado pelo Departamento de Geografia da Universidade Federal do Paraná, sob orientação do (a) Professor (a) Marciel Lohmann, foi submetido apreciação no corrente ano.

Após recomendações para realização de modificações, as quais foram integralmente implementadas pelo (a) autor (a) do documento, o relatório foi **APROVADO.**

Curitiba, 5 de dezembro de 2013

---

**Prof. M.Sc. Roberto Carlos Pinto  
Parecerista**

## **RESUMO**

A constante transformação do uso do solo ocorre desde os primórdios das civilizações. Contudo, há de se perceber que atualmente estas modificações têm ocorrido de forma mais intensa, proporcionando riscos maiores ao meio ambiente. A utilização de ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG) nos últimos anos tem propiciado a elaboração de mapas em escalas e níveis mais detalhados no monitoramento ambiental. Para isto, o sensoriamento remoto, tecnologia de alcance de informações a distância, vem desenvolvendo plataformas e sensores que executam a captação das imagens aéreas com melhores qualidades e redução de custos, como o Vant- Veículo Aéreo Não Tripulado, que está entrando recentemente no mercado brasileiro. Neste contexto, o presente trabalho pretende analisar a capacidade desta plataforma com uma câmara fotográfica convencional de pequeno porte, a fim de exprimir a aplicabilidade e exatidão como suporte para a modalidade de aerolevanteamento.

Palavras Chave: Sistema de Informação Geográfica, Sensoriamento Remoto, Vant.

## **ABSTRACT**

The constant soil's use transformation happens since the primordium of civilization. However, it is importante to notice that nowadays those changes are happening in a intense way, providing bigger risks to the environment. The use of GIS's tools (Geographic Information Systems) in the last years has been providing maps elaboration in more detaild scales and levels of environmental monitoration. In order to do this, the remonte sensing, technology of information reaching from long distances, has been developing platforms and sensors that detect aerial images with better quality e reduced costs, like the UAV - Unmanned Aerial Vehicle, that is recently new in the brasilian market. In this context, the present paper pretends to analyze the platform's capacity with a small convencional câmara, to express the applicability and precision as support to the aerial survey's modality.

Keywords: Geographic Information System, Remote Sensing, UAV.

## 1. INTRODUÇÃO

A constante transformação do uso do solo por ações antropogênicas ocorre desde os primórdios das civilizações. Contudo, há de se perceber que recentemente estas modificações têm ocorrido de forma mais intensa, proporcionado desta maneira, riscos ao meio ambiente e a permanência do equilíbrio na sociedade. Como medida mitigadora a estas alterações antrópicas, os estudos de impactos ambientais vêm sendo desenvolvidos e aplicados por órgãos municipais e estaduais constantemente, que objetivam monitorar e projetar medidas que atenuem estes problemas.

O desenvolvimento tecnológico ocorrido nos últimos anos no ramo da informática tem propiciado alternativas eficientes na coleta e espacialização de informações obtidas através do geoprocessamento. A integração e variedade de dados terrestres e orbitais têm possibilitado cada vez mais a elaboração de mapas em escalas e níveis mais detalhados, além de permitir o imageamento de uma mesma área em curto intervalo de tempo. Entretanto, a aquisição dessas informações obtidas através de aviões, helicópteros, balões, dirigíveis e satélites, possuem custo elevado, o qual dificulta o desenvolvimento de projetos em extensas regiões do globo terrestre, inclusive o território Brasileiro.

O Brasil possui área total mapeada na escala original de 1: 400.000, datada em dois períodos: 1971/1972 e 1975/1976, pelo sistema radar GEMS (Goodyear Environmental Monitoring System), resultantes do mapeamento dos recursos naturais de todo território pelo projeto RADAMBRASIL, com produto final na escala 1:1. 000.000, e respectivamente nas escalas de 1:500.000, 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000 e 1:25.000 em mapas temáticos (FLORENZANI, 2002). Conforme escala de grande proporção e a pouca divulgação pela comunidade científica nacional, este trabalho tornou-se defasado e inadequado em aplicações de ordem técnica já que não houve atualização periódica. Neste contexto, inúmeros projetos realizados por empresas dos segmentos de aerolevantamento são requeridos pelos setores público e privado com intuito de realizar um levantamento territorial para execução de obras de expansão civil, cadastral, ambiental etc, como forma de subsidio cartográfico.

O sensoriamento remoto, tecnologia de alcance de informações a distância, atualmente vem desenvolvendo um papel importante na elaboração

desses projetos, como em artigos acadêmicos e principalmente em estudos técnicos. A aplicabilidade é resultado da múltipla utilização de plataformas aéreas em várias altitudes e aos sensores que registram imagens da Terra, no modo visível e no campo do espectro eletromagnético.

O VANT - Veículo Aéreo Não Tripulado, aeronave de pequeno porte comparado às mesmas utilizadas para o aerolevante padrão, está entrando no mercado brasileiro como uma plataforma aérea rápida, barato e inovadora no segmento de levantamento terrestre. Criado em meados de 1888, este aparelho forneceu grande desempenho nos campos de guerra e atualmente vem sendo utilizado no monitoramento de áreas de interesse internacional e aplicações no campo ambiental (LONGHITANO, 2010). O bom desempenho em baixas altitudes e a flexibilidade nas manobras tem propiciado a introdução gradual desta aeronave no campo da cartografia ambiental. Contudo, a ausência de estudos mais detalhados tem dificultado e comprometido à utilização mais frequente deste método, uma vez que, a comercialização recente em projetos civis tem gerado incertezas quanto ao seu desempenho.

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo geral constatar a capacidade do uso do Vant como um recurso inovador e eficiente na modalidade de aerolevantes ambientais. Deste modo priorizou-se em analisar a qualidade das imagens aérea obtida através de uma câmara de pequeno formato, acoplada a aeronave, possibilitando assim, uma análise mais crítica quanto à eficiência deste sistema e proporcionar por assim, uma análise quanto a qualidade na geração de produtos cartográficos via o Vant.

Para elaboração do trabalho, recorreu-se inicialmente ao Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), instituto que em conjunto com a Universidade Federal do Paraná (UFPR), vem desenvolvendo e aplicando o projeto de caráter ambiental, o SAMA – Sistema Autônomo de Monitoramento Ambiental, cujo foco destina-se monitorar regiões de interesse para o setor público e privado, a partir de um aeromodelo não tripulado e equipado com uma câmara fotográfica convencional de pequeno formato.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 BREVE HISTÓRICO DO SENSORIAMENTO REMOTO

O sensoriamento remoto (S.R) sempre esteve ligado ao feito do avanço dos aparelhos fotográficos. Foi utilizado pela primeira vez entre os anos de 1840 à 1960 baseado no uso de fotos aéreas, e após este período, na década de 60, pelo aperfeiçoamento de fotografias e uso de sensores espectrais (MORAES, 2009).

A primeira fotografia aérea foi datada no ano de 1858 pelo Francês Gaspard Felix Tourmachon, num sobrevoo com um balão (BOGONI, 2008). Nos anos seguintes, com a intensa espionagem do governo Frances, os métodos utilizados eram prender câmaras em pombos e pipas (RAISZ, 1969). Em 1906 uma falha tectônica de grandes proporções tornou relevante a utilização do S.R. Um terremoto de 8.0 graus, na escala Richter, na baía de São Francisco nos Estados Unidos tirou centenas de vidas e destruiu boa parte da cidade, constatando uma das primeiras tragédias do século XX (FIGURA 1), (BRASIL, 2011). Vale ressaltar que somente em 1930 foi possível obter fotos em cores da Terra (MORAES, 1993).



Figura 1 - Fotografia tirada Na baía de São Francisco nos Estados Unidos após o terremoto em 1906 com a utilização de uma pipa.  
(Fonte: BRASIL, 2011)

A Primeira Guerra Mundial intensificou o uso dos recursos imageadores no monitoramento aéreo e reconhecimento de áreas inimigas, sendo também, utilizado e aperfeiçoado na Segunda Guerra Mundial, com a invenção do filme infravermelho (FLORENZANI, 2002). Nesta época foram mapeados milhões de milhas do território Europeu e da África, sendo responsável pela elaboração de mais de 30.000 mapas com o intuito de localizar tropas inimigas e proporcionar planos de estratégia dos pelotões. Neste mesmo período, entre 1942 e 1943, o EUA mapeou parte norte e nordeste do Brasil e dos continentes Ártico e Antártico como pontos estratégicos (MORAES, 1993). Cabe destacar que nesta época os aviões possuíam câmaras acopladas em suas asas ou no compartimento dos injetores, sendo facilmente acionado pelo piloto (RAISZ, 1969).

## 2.2 VANT

Segundo Alves (2012, p. 28) o VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) “é toda aeronave que possa ser remotamente pilotada ou que tenha a capacidade de executar voos autônomos com trajetórias previamente programadas”.

Assim, entende-se por VANT todas as aeronaves que possam executar alguma atividade sem necessidade de exposição de vidas humanas (NETO, 2009). O Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA, 2010) destaca uma denominação mais coerente a este aparelho, conforme AIC-N21 de 23 de setembro de 2010.

É um veículo aéreo projetado para operar sem piloto a bordo, que possua uma carga útil embarcada e que não seja utilizado para fins meramente recreativos. Nesta definição incluem-se todos os aviões, helicópteros e dirigíveis controláveis nos três eixos, excluindo-se, portanto, os balões tradicionais e aeromodelos.

Por volta de 1709 um dos primeiros artefatos não tripulados, um balão de ar quente, foi desenvolvido pelo padre brasileiro Bartolomeu Lourenço Gusmão em Lisboa – Portugal em seus experimentos (LONGHITANO, 2010).

Um século depois, registros evidenciaram o uso deste mesmo componente para uso militar em um ataque a cidade de Veneza – Itália, (FIGURA 2).



Figura 2 - Esquema utilizado em ataque militar a cidade de Veneza na Italia  
Fonte: (LONGHITANO, 2010)

Anos depois foram documentadas as primeiras fotografias aéreas à bordo de uma plataforma não tripulada, o qual utilizava uma pipa com uma câmara acoplada (LONGHITANO, 2010). Segundo (BRASIL, 2011), o VANT adaptado em uma aeronave surgiu somente em “1888, onde *Charles Kettering projetou o Kettering Aerial Torpedo, que era uma aeronave guiada, com fins destrutivos em território inimigo*”. Tal êxito levou a criação do RP-1 (FIGURA 3), que foi a primeira aeronave rádio controlada denominada RPV (Remotely Piloted Vehicles)”.

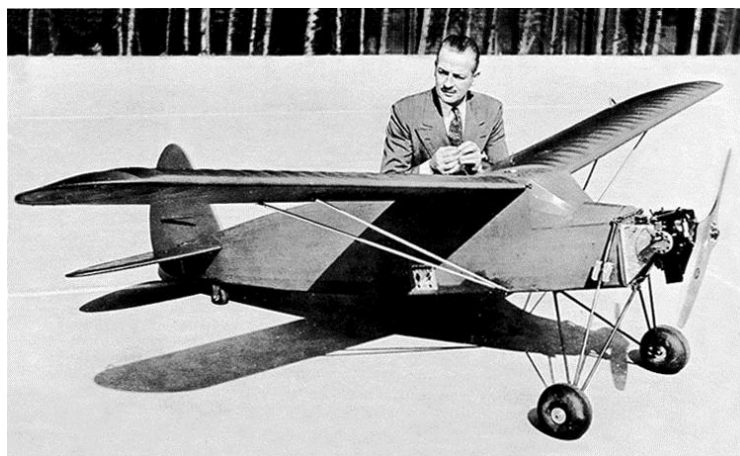


Figura 3 - Imagem do aeromodelo RP-1.  
Fonte: (BRASIL, 2011)



Ao todo foram construídos cerca de 15 mil aeronaves de pequeno porte durante o período da Segunda Guerra, pelos exércitos Americano e Alemão, utilizados como bombas voadoras V-1 (*Vergeltungswaffe 1 Fi 103 / FZG-76*) (NETO, 2009).O mesmo autor lembra ainda que o VANT exerceu papel fundamental na Guerra do Líbano em 1982, no Vale do Bekaa, para reconhecimento e destruição de baterias aéreas, e na Guerra do Afeganistão para controle do espaço aéreo em território Americano.

Outra atribuição positiva descrita pelo mesmo autor, se aplica a ausência da força "G", pela qual nos casos da presença de um piloto a aeronave, impossibilita em vários aspectos a sua atuação, promovendo desta maneira, o desempenho primordial em um voo via controle remoto. A autonomia e a flexibilidade oferecida por estes aparelhos proporcionam também a eliminação de riscos aos envolvidos nos combates e o aproveitamento de tempo em tomada de decisões arriscadas (FAB, 2012).

No Brasil, os primeiros VANT's apareceram por volta da década de 70 a partir de um projeto da Marinha Brasileira, o qual era responsável por missões de controle do espaço aéreo nacional (EIRIZ, 2012). Após esse período, mais precisamente na década de 80, o Comando Geral de Tecnologia Aeroespacial (CTA) iniciou um período de estudo sobre as aeronaves não tripuladas, criando o primeiro veículo nacional para uso militar, denominado Acauã (FIGURA 5). Porém, somente na década de 90 o VANT começou a ser comercializado para fins civis e desde então vem sendo utilizado no monitoramento privado. Atualmente, a Marinha e o Exército Brasileiro possuem um VANT como alvo aéreo manobrável denominado VANT Harpia (FIGURA 4), cuja missão é o reconhecimento tático para o Exército objetivando a segurança nacional (ALVES, 2012).



Figura 4 - Vant Harpia desenvolvido pela Marinha e Exército Brasileiro.  
(Fonte: ALVES, 2012)



Figura 5 - Vant Acauã desenvolvido pela Marinha e Exército Brasileiro.  
(Fonte: ALVES, 2012)

Atualmente, existem diversos projetos em desenvolvimento com o VANT, incluindo aqueles para fins civis, realizados por empresas como AGX Tecnologia Ltda e a Santos Lab. Segundo o (FAB, 2009), o mercado mundial do VANT movimenta cerca de US\$8 bilhões por ano, índice que logo após os atentados de 11 de setembro de 2001 nos Estados Unidos aumentaram o monitoramento do espaço aéreo Americano, chegando à valores de US\$3 bilhões anuais, somente pelos EUA. O gráfico abaixo demonstra o numero de projetos, utilizando o VANT, que foram desenvolvidos em 2009. Nota-se que comparado com outros países o Brasil é o que menos investe nesta tecnologia, com somente 6 projetos (GRÁFICO 1).

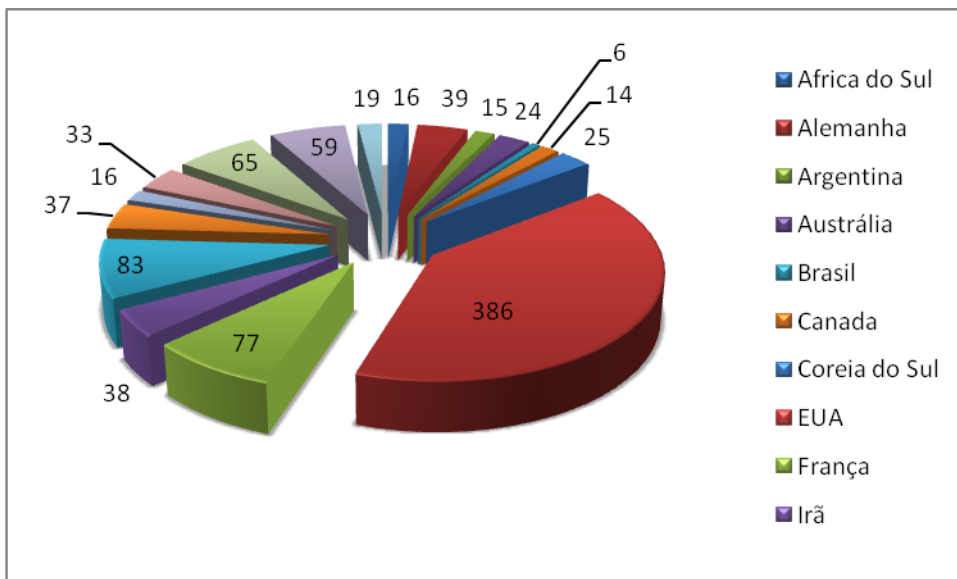


Gráfico 1 - Distribuição mundial na elaboração de projetos Vant.  
Fonte: (NETO, 2009)

A Força Aérea Brasileira (FAB, 2009) destaca que o Brasil também utiliza esta tecnologia para atividades que envolvem a agricultura, tendo como parceria a empresa AGX, Universidade de São Carlos e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), com o objetivo de monitorar, constantemente, a safra. Outro projeto também pode ser destacado utilizando o VANT AGplane, que possui capacidade de voo autônomo e programado, e pode ser lançado de uma plataforma especial em cima de um veículo (FIGURA 6), (LONGHITHANO, 2010).



Figura 6 - Vant Agplane da empresa AGX durante o seu lançamento.  
Fonte: (LONGHITHANO)

Recentemente a empresa paranaense Santiago e Cintra, vem investindo na tecnologia VANT com o Swinglet CAM. Destaca-se nesse sistema o componente fotográfico com resolução de 12 MP, permitindo uma resolução espacial de até 3 cm do solo, promovendo aplicações no mapeamento cadastral, acompanhamento de obras, agricultura de precisão, fiscalização florestal, análise de acidentes, crimes e mapeamento para pré-projetos (SANTIAGO E CINTRA, 2012).

Em meados de 2011 o governo federal junto a Polícia Federal realizou os primeiros testes com o VANT Heron de fabricação Israelense, para monitoramento da rota de tráfico de drogas na tríplice-fronteira entre Brasil, Paraguai e Argentina (FIGURA 7) (DEFESANET, 2013). Já o Departamento de Ciência e Tecnologia do Exército Brasileiro junto ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Sistemas Embarcados Críticos sediado na USP, tem desenvolvido um VANT para controle e missões militares na Amazônia

denominado VANT Tiriba (Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos, 2013).



Figura 7 - Vant Heron da Policia Federal Brasileira.  
Fonte: (DEFESANET, 2013)

### 2.3 VANT APLICADO À ANÁLISE AMBIENTAL

A aplicação do VANT para avaliação ambiental tornou-se uma das ferramentas fundamentais de levantamento e prevenção de riscos eminentes ao meio ambiente. Atualmente sabe-se que esta tecnologia tem sido aplicada em várias áreas como, por exemplo, em grandes obras de engenharia hidráulica, estradas, dutos, áreas de reflorestamento, controle de uso e ocupação do solo, monitoramento de áreas que possuem algum tipo de risco geológico ou de importância arqueológicas, controle de tráfego, rede elétrica e principalmente em estudos ambientais.

Uma das mais importantes utilizações deste equipamento foi durante o terremoto ocorrido em 12 de janeiro de 2010 no Haiti, cujo objetivo foi dimensionar o deslocamento da superfície terrestre. Outra ocorrência de proporções imensas foi o acidente com a plataforma de extração de petróleo, da empresa britânica BP, no golfo do México em 20 de abril de 2010 (FIGURA 8) (LONGHITANO, 2010).



Figura 8 - :Aerolevantamento do Vant no acidente da empresa britânica BP – Golfo do México.

Fonte: (LONGHITANO, 2010)

A utilização mais recente em território nacional ocorreu durante as tragédias naturais da região Serrana do Rio de Janeiro, por meados de janeiro de 2011. Os municípios de Petrópolis, Teresópolis e Nova Friburgo foram atingidos por chuvas torrenciais, que provocaram desmoronamento em trechos, a montante, da serra acarretando perdas de vidas, casas e desconfigurando parte dos três municípios. O apoio da defesa civil veio horas após o ocorrido e teve como ferramenta principal de dimensionamento, da tragédia, um helicóptero não tripulado, fornecendo base para mapeamento das áreas mais afetadas pelo desastre, delimitando e averiguando porções densamente habitadas como critérios de busca as vítimas (Departamento Geral da Defesa Civil, 2012).

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de uma selecionada coleta bibliográfica, que englobou o gênero de aerolevantamentos tradicionais, seguida por uma abordagem mais detalhada a respeito do Vant.

Com relação aos procedimentos cartográficos, o processo de desenvolvimento deste trabalho esteve ligado a dados obtidos junto a

MINEROPAR (Minérios do Paraná S.A) e a um mosaico desenvolvido pelo projeto SAMA (SIMEPAR, 2012). Na etapa de elaboração dos mapas, foram obtidos dados em arquivos formato Shp (Shapefile) da Mineropar pelo projeto de MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DA PORÇÃO LESTE DA SERRA DO MAR DO ESTADO DO PARANÁ de 2011, e como também ao voo obtido pela câmara fotográfica de pequeno formato, em uma altura de 500 metros, em formato jpg confeccionada em um mosaico. Para confecção e auxílio dos produtos a seguir, houve a utilização dos softwares ArcGis 10, AutoCAD 2012, Google Earth e Autopano Giga.

Todos os produtos temáticos foram gerados em ambientes SIG. Os dados foram separados e analisados em seus respectivos diretórios originando arquivos em extensão Dwg (AutoCad) , sendo manipulados pelo sistema de projeção UTM (Universal Transversa de Mercator), Datum WGS-84, fuso 22, MC 51º.

#### 4. ESTUDO DE CASO: BACIA HIDROGRAFICA DO RIO JACAREI

A bacia hidrográfica do Rio Jacareí está localizada na divisa dos municípios de Morretes e Paranaguá, situada na região Sul do território Brasileiro, a leste do estado do Paraná, entre as coordenadas 25°33'31.93”S e 48°41'56.21”O, inserida no conjunto da bacia hidrográfica do Atlântico, região litorânea.

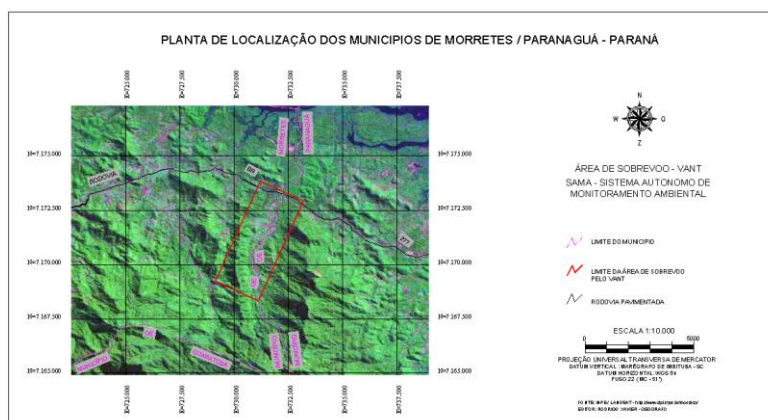


Figura9 - Planta de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Jacareí.  
(Fonte: INPE, 2012)

O rio Jacareí tem uma extensão aproximada de 13.300 m e área de 40,42 Km<sup>2</sup>. A montante do rio localiza-se na divisa dos municípios de Guaratuba, Morretes e a jusante vinda a desaguar no município de Paranaguá, mais precisamente na Baía de Paranaguá. O rio encontra-se no domínio climático Cfa köeppen, o qual possui características de temperaturas elevadas, com verões quentes e com altos valores pluviométricos na estação do verão (IAPAR, 2013). O perímetro da bacia está inteiramente recoberto pela vegetação ombrófila Densa, com áreas demarcadas pela atuação do homem como: extensas planícies de campos destinadas a plantação familiar e ou também a prática agrícola e aos espaços habitados propriamente pelos moradores.

Quanto ao relevo por boa parte à em direção a montante da bacia, encontram-se os respectivos valores de 1350m ao nível do mar, caracterizado por vertentes inclinadas, e em seu terço médio até a jusante nos respectivos 20m, (MINEROPAR, 2011).

#### 4.1 PLANEJAMENTO DO VOO

O plano de voo consolidou-se primeiramente pela elaboração minuciosa e detalhada do planejamento em escritório, a partir de análises quanto aos aspectos técnicos e naturais que pudessem intervir na missão. Neste sentido, buscou-se aproveitar e criar os melhores critérios, obedecendo a padrões técnicos de recobrimento aerofotográfico, as condições atmosféricas locais e a topografia da região.

Periodicamente a análise atmosférica era obtida pelo Instituto Meteorológico do Simepar, em busca de possíveis datas para execução da missão. Outros critérios como o horário pré-estabelecido entre as 12:00 e 14:00 horas para o recobrimento e a inexistência de nuvens ou a resistência do vento acima do previsto, eram levados a risca, fomentando desta maneira maior segurança e qualidade na tomada das fotos.

## 4.2 EQUIPAMENTOS

O aeromodelo utilizado para o recobrimento é de posse ao SIMEPAR, desenvolvido e utilizado pelo projeto SAMA, cuja finalidade enquadrasse em monitoramentos ambientais para os setores publico e privado (TABELA 1).

TABELA 1- MODELO DA PLATAFORMA VANT UTILIZADO NA MISSÃO.

VANT - SAMA / SIMEPAR			
MODELO:	-	PESO Kg:	6
FABRICAÇÃO:	-	CARGA Kg:	2,5
VELOCIDADE MÉDIA / Km:	80	AUTONOMIA Hrs:	45 m
ALTITUDE / METROS:	700 a 2000	AUTONOMIA COMB.:	5 litros

(FONTE: SIMEPAR, 2013)



Figura 10 - Vant utilizado pelo projeto SAMA - SIEMPAR  
(Fonte: Rodrigo Xavier, 2012)

Conforme (BRASIL, 2011), o sistema responsável pela realização do voo é composto por três elementos: um piloto automático, uma base terrestre e um software. A aeronave (FIGURA 10) é controlada por um “*piloto automático que apresenta instrumentos de apoio como: acelerômetros, sensores de pressão dinâmica e estática, GPS e uma bússola*”. Com a presença destes instrumentos foi possível à posição geográfica da aeronave, com relação à altitude, altura em relação a um ponto pré-estabelecido, nível de voo e principalmente a velocidade de aeronave.

A base terrestre é responsável pela recepção dos sinais dos sensores a bordo. A precisão e percepção visual do levantamento podem ser acompanhadas no exato momento em que acontece o sobrevoo, podendo ser



controlado também manualmente em casos de restabelecimento de rotas por erros inesperados, e a elaboração de rotas de voo pré-programadas (TABELA 2).

TABELA 2 - COMPOSIÇÃO DO SISTEMA SAMA UTILIZADO NA MISSÃO.

EQUIPAMENTO	MODELO
CÂMARA DIGITAL	SONY ALPHA NEX-3 <sup>a</sup>
PILOTO AUTOMÁTICO	MICROPLOT MP2128 LRC
BASE TERRESTRE	MICROPLOT LRC 2.4 GHZ
SOFTWARE	MICROPLOT HORIZON 4.2

(FONTE: BRASIL, 2011)



Figura 11 - Câmera fotográfica acoplada no Vant e o Sistema Sama.  
(Fonte: Sony, 2012)

A câmera digital utilizada no vôo foi Sony Alpha Nex-3<sup>a</sup>, não métrica de alta resolução (FIGURA 11). Possui resolução de 14.2 megapixels, com dimensão do CMOS de 23,4 x 18,9 mm, resolução máxima de 4592x3056 pixels e distância focal de 16 mm. A câmera foi adaptada com sensores ligados aos dispositivos que registravam os dados, continuamente, a bordo do avião. Este tipo de aparelho se enquadra às câmaras básicas, pois possui baixo custo e é facilmente ajustada manualmente, podendo ainda fazer correções próprias do dispositivo durante a captação da imagem (DISPERATTI, 2007).

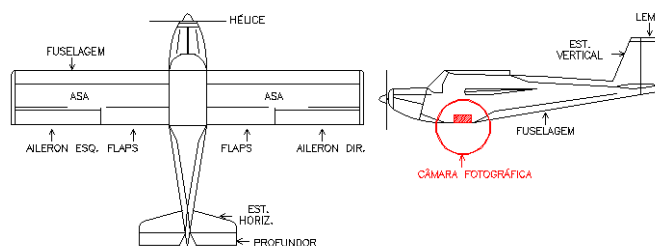


Figura 12 - Composição do Vant.  
(Fonte: Rodrigo Xavier, 2012)

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 EXECUÇÃO DO AEROLEVANTAMENTO

A execução do aerolevante ocorreu no dia 19 de outubro de 2012 às 10:00 a.m com duração máxima de 30 minutos do aeromodelo no ar, num total de 2 horas entre o início e a conclusão da missão. A área imageada possui 10 Km<sup>2</sup>, e foi definida segundo aspectos de uso do solo de maior interferência natural. Ao todo foram estipuladas cinco faixas de voo, por qual o avião, a partir de um conjunto de coordenadas x e y programadas executaram manobras de entrada e saída das respectivas rotas (FIGURA 13). A programação entre cada fotografia foi definida a partir da opção TIMER da câmara fotográfica, planejada para um intervalo de 6 segundos em cada disparo. Ao todo foram captadas 120 fotos independentes pelas cinco faixas, totalizando 24 fotos entre a entrada e saída, obedecendo aos princípios básicos da modalidade de aerolevante, com o recobrimento mínimo de 30% entre faixas paralelamente e a sobreposição de 60% nas laterais.

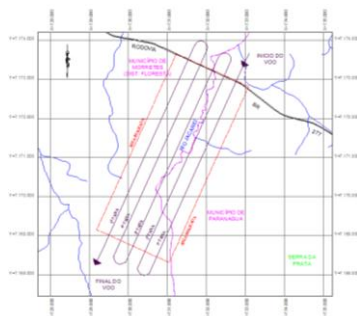


Figura 13 - Mapa com a programação de voo executada pelo Vant.  
(Fonte: Rodrigo Xavier, 2012)

Durante o período antecessor ao voo foi averiguada a presença de poucas nuvens no céu, ocorrendo em seguida, à dispersão das mesmas, configurando situação “Kavoc” para a tomada das fotos. Neste mesmo período verificou-se a pouca atuação dos ventos permitindo a estabilidade e nivelamento da aeronave, como também a permanência correta em sua rota. Percebe-se também que o método por tempo de disparo da câmara, o “TIMER”, alcançou êxito em sua programação, proporcionando o recobrimento estimado entre as fotografias.

A decolagem do Vant ocorreu por meio da propulsão humana juntamente pela aceleração do motor da aeronave continuamente, e o pouso pela desaceleração da aeronave em uma rota circular, em um a área com solo de menor resistência, conforme nas figuras 14 e 15.

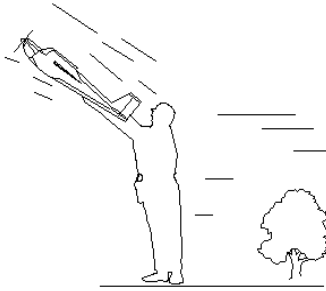


Figura 14 - Procedimento de Decolagem executado pelo Vant.  
(Fonte: Rodrigo Xavier, 2013)

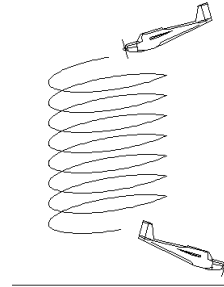


Figura 15 - Procedimento de Pouso executado pelo Vant.  
(Fonte: Rodrigo Xavier, 2013)

## 5.2 AEROFOTOGRAFIA

Com as configurações pré-estabelecidas através de cálculos perante a escala do voo e a sobreposição entre as fotografias, foram obtidas as fotografias aéreas com uma área de cobertura de 458 x 688m como visto na figura 16. Neste trabalho estabeleceu-se o termo aerofotografia as fotos aéreas adquiridas pelo Vant.

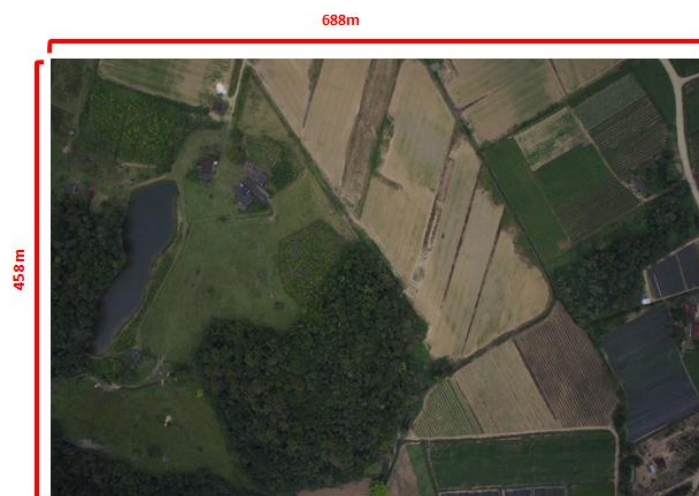


Figura 16 - Aerofotografia obtida a 500m de altura com o Vant.

Fonte: (SIMEPAR, 2013)

### 5.3 MOSAICO

Um mosaico aéreo pode ser compreendido como uma sequência de aerofotografias de uma mesma área, intercaladas entre si, e dependentes de uma sobreposição longitudinal ou lateral, compondo a formação de uma única imagem a partir de semelhanças. Nesta pesquisa, procurou-se realizar um mosaico não controlado em busca de resultados cartográficos menos precisos. (IBGE, 2012) descreve este tipo de mosaico como:

“é preparado simplesmente através do ajuste de detalhes de fotografias adjacentes. Não existe controle de terreno e as fotografias não são corrigidas. Esse tipo de mosaico é de montagem rápida, mas não possui nenhuma precisão. Para alguns tipos de trabalho ele satisfaz plenamente”.

Para a confecção do mosaico recorreu-se o software Autopano da empresa Kolor, e um conjunto de 120 fotografias aéreas não georreferenciadas dispostos de aspecto similares. Uma vez que estas inseridas em pequenos conjuntos previamente separados, o software encarregou-se de executar os primeiros procedimentos de união entre as imagens paralelamente, seguido da junção dos demais conjuntos em um único bloco ao final. Esta função teve por objetivo unir as imagens perante aspectos semelhantes dentre as mesmas, dimensionando-as no plano referencial do mosaico, a partir de uma nuvem de pontos correlacionados pelos pixels de cada foto.



Figura 17 - Falha na junção das aerofotografias.  
Fonte: (SIMEPAR, 2013)

A presença de não conformidades na geometria das aerofotografias e consequentemente de sua junção, devem ser entendidas como problemas de ordens naturais e por meio técnico (FIGURA 17). Momentaneamente durante a execução da missão deve-se levar em conta a possibilidade de rajadas de vento, que possam ter acarretado desvios pela aeronave tanto em seu desnivelamento lateral ou pela movimentação de subida e descida (FIGURA 18).

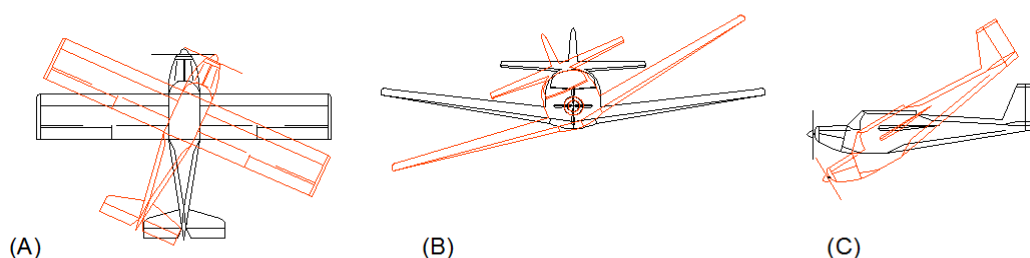


Figura18 - Procedimentos recorrentes a atuação do vento. (A) Deriva do vento, (B) Inclinação do avião e (C) Abaixamento do nível da aeronave.  
Fonte: (Rodrigo Xavier, 2013)

Outro parâmetro a ser analisado vincula-se as propriedades da câmara fotográfica utilizada no aerolevanteamento. Conforme (DISPERATTI, 2007), “essas câmaras podem ser classificadas como não sendo de ordem métrica”, gerando algumas incertezas quando de sua aplicação. Tendo em vista algumas considerações, deve-se atentar também o problema da curvatura da lente, que quando não corrigidos por métodos como ortorretificação, podem gerar desvios padrões.

A conclusão do mosaico e a programação pelo software exprimiram grande satisfação quanto à conexão entre as imagens. Há de se perceber, que apesar de tantos parâmetros ainda necessitarem de maiores ajustamentos, o resultado parcial quanto à adequação das aerofotografias no plano espacial do mosaico, se mostraram um tanto quanto organizadas. Desta maneira, entende-se que quando aplicado alguns princípios de edição as fotografias, a tendência na obtenção de resultados cartográficos mais precisos e aceitáveis se concretizarão.

## 5.4 GEORREFERENCIAMENTO

Para o georreferenciamento buscou-se utilizar pontos de apoio obtidos através do software Google Earth como subsidio de um sistema projetivo adotado. Ao todo foram selecionados quatro pontos de controle e os mesmos inseridos no software AutoCad, através de feições mais expressantes nas duas imagens. Neste sentido, procurou-se analisar a transformação geométrica do mosaico em relação à imagem fornecida pelo software G. Earth, por meio de pontos visíveis que pudessem indicar alguma sobreposição e ligação entre imagens aproximadas (FIGURA 19).



Figura 19 - Georreferenciamento executado encima do Google Earth.  
Fonte: (Rodrigo Xavier, 2013)

A abordagem desenvolvida neste procedimento teve como finalidade explicitar e comprovar a precisão do método do georreferenciamento executado. Foram realizadas duas medições amostrais a partir de pontos de controle extraídos pelos dois SIG. A primeira amostra teve como referencial o G. Earth, através da coleta de quatro pontos de apoio, obtidos pelos cantos extremos de uma edificação.

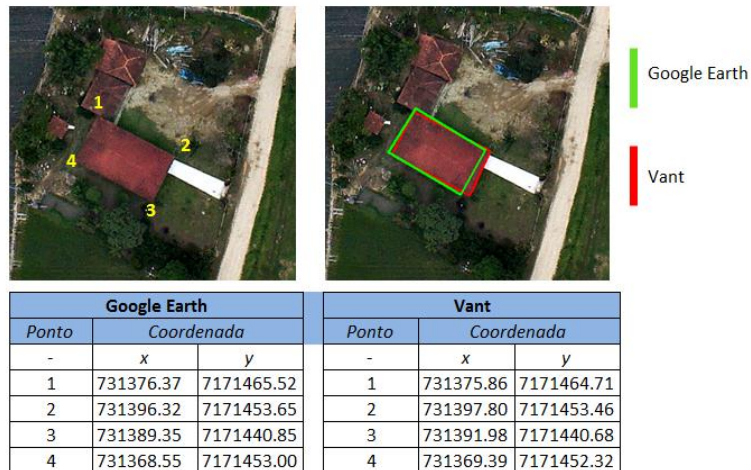


Figura20 - Comparação entre o georreferenciamento do Vant.  
 Fonte: (Rodrigo Xavier, 2013)

Através do uso do AutoCAD obteve-se a média registrada do deslocamento do mosaico por meio da ferramenta "Dist". As montantes registradas neste primeiro experimento enquadram-se nas médias entre 0,80 a 2,50m em direção ao Sudoeste da imagem. As variações mais significativas percebidas neste aspecto foram visíveis quanto ao deslocamento dos polígonos, estimando por assim, o desvio padrão ao sudoeste (FIGURA 20). Ainda assim, verificou-se também a possibilidade em extrair as dimensões das feições presentes no mosaico georreferenciado (FIGURA 21 e 22).

No primeiro caso delimitou-se o perímetro de um lago apresentado constantes de 300m<sup>2</sup>(FIGURA 21). Na segunda abordagem obteve-se as respectivas dimensões de uma residência, com valores entre 16,65x8,30m, na (FIGURA 22). Com base nas aferições realizadas no Google Earth, constatou-se o valor de 302,55m no perímetro do lago, alcançando o erro de 2,55m entre as duas constantes. Já na segunda abordagem, percebeu-se uma diversificação entre as medidas em torno de 1,00 a 2,70m entre as laterais e a frente da mesma.



Figura 21 - Extração de medidas métricas do terreno pelo mosaico, em questão em um lago.  
Fonte: (SIMEPAR, 2013)



Figura 22 - Extração de medidas métricas do terreno pelo mosaico, em questão uma residência.  
Fonte: (SIMEPAR, 2013)

As estimativas, em especial, nesta etapa do trabalho alcançaram grande contentamento quanto aos resultados preliminares. A margem de erro e as irregularidades nas aerofotografias já previstas se comportaram de maneira satisfatória após o processamento pelos softwares, em vista que deslocamentos superiores a 5,00m neste trabalho foram estipulados como critérios de erros grosseiros. Os resultados demonstraram também a eficácia tanto da resolução espacial da câmara, quanto do avião no momento da tomada das fotografias que proporcionaram confiabilidade e precisão em procedimentos de orientação cartográfica e na fotointerpretação pela clareza dos pixels, e ao norte das imagens. Desta maneira, atenta-se que em missões de reconhecimento e em casos de caráter emergencial, este tipo de procedimento possibilita grande redução de custos e tempo, mantendo a mesma autonomia e gerando resultados de qualidade.



## **6. ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO JACAREI A PARTIR DO VANT**

A bacia do rio Jacareí esta entalhada na Escarpa da Serra do Mar e possui como seu principal divisor de águas a Serra da Prata. Esta formação montanhosa alcança a média de 1350 metros de altitude, e atua como uma barreira natural entre as baías de Paranaguá e Guaratuba. Diante sua configuração topográfica e aos níveis pluviométricos consideráveis durante boa parte do ano, a Serra da Prata ganhou uma atenção maior, por parte acadêmica, nos últimos anos, após a movimentação de massa em março de 2011, que devastou parte do Distrito de Floresta, localizado as margens do seu leito.

Entende-se que o sistema bacia hidrográfica deve ser compreendido e analisado periodicamente com maior rigor perante os olhos acadêmico e técnico, cabendo à elaboração do mapa de uso do solo servir como um instrumento na explanação da dinâmica, traduzindo os agentes modificadores do local em estudo.

A porção em estudo bacia hidrográfica do rio Jacareí se divide em sete classificações distintas, ocorrendo em alguns casos à junção de várias formas predominantes em um único tópico. Deste modo foi necessário classificar os seguintes processos de ocupação segundo a representação espacial pelos períodos de 2011 pela MINEROPAR e a respectiva aerofotografia do VANT do período de 2012:

- Agricultura
- Área Habitada
- Campo
- Hidrografia
- Sedimentos
- Solo Exposto
- Vegetação

Os dados da tabela abaixo representam as informações resultantes pelo processamento de dados geográficos através dos SIG's, adquiridas pelas bases da Mineropar, apresentando 4 classificações de uso do solo, e pelo Vant, apresentando as demais 7 classificações de uso.

<b>Representação das áreas referente ao Uso e Ocupação do Solo da bacia hidrográfica do Rio Jacareí</b>					
<b>Dados referentes ao ano de 2011</b>			<b>Dados referentes ao ano de 2012</b>		
<b>Representação</b>	<b>Km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	<b>Representação</b>	<b>Km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
<b>Agricultura</b>	0,58	5,8	<b>Agricultura</b>	0,61	6,1
<b>Campo</b>	1,70	17,0	<b>Área Construída</b>	0,02	0,2
<b>Hidrografia</b>	0	0	<b>Campo</b>	2,18	21,8
<b>Vegetação</b>	7,72	77,2	<b>Hidrografia</b>	0	0
-	-	0	<b>Sedimentos</b>	0,385	3,85
-	-	0	<b>Solo Exposto</b>	0,14	1,4
-	-	0	<b>Vegetação</b>	6,665	66,65
<b>Total</b>	<b>10,0</b>	<b>100%</b>	<b>Total</b>	<b>10,0</b>	<b>100%</b>

**FONTE: MINEROPAR 2011, VANT 2012.**

Quadro 1 - Quantificação dos mapas de Uso do Solo.  
(Fonte: Rodrigo Xavier, 2013)

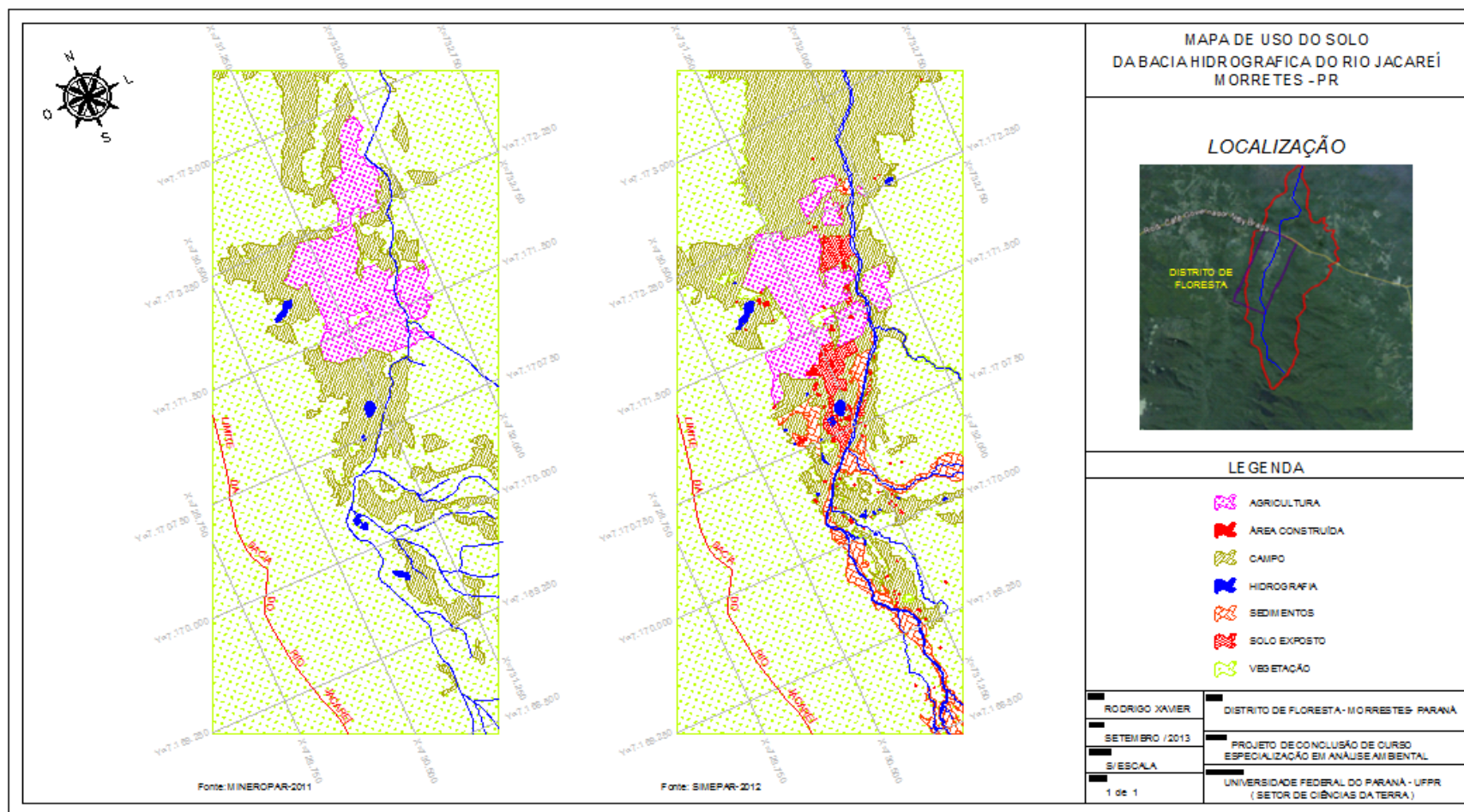


Figura 23 - Mapa de Uso do Solo.  
Fonte: (Rodrigo Xavier, 2013)

## 6.1 ANÁLISE CARTOGRÁFICA DO RECORTE DA BACIA DO RIO JACAREÍ

Este procedimento teve por caráter crítico identificar e mensurar por via de regra, a exatidão e aplicabilidade do sistema Vant em contrapartida a uma base cartográfica de alto rigor. O diagnóstico desenvolvido propriamente pelo cruzamento dos bancos de dados consideraram quesitos como a orientação e a geometria da base cartográfica primeiramente como parâmetros na sua avaliação. É indispensável esclarecer a ocorrência de mudanças nos dois períodos no que tange o uso do solo ou por incompreensão no momento da fotointerpretação, podendo acarretar variações na delimitação entre os polígonos.

No que se restringe a orientação em geral de todas as tipologias, verificou-se a conformidade em 70% dos polígonos no mapeamento elaborado pelo Vant em relação a base já existente. De acordo com este produto, na porção a montante do mapa, constatou-se o melhor consenso quanto a disposição dos vetores, como do tipo campo em pequenos fragmentos, e também da Agricultura, no centro do desenho incisa entre demais tipologias. Quando posto em teste a sobreposição entre as mesmas classificações notou-se a conservação da disposição dos limites vetoriais, apresentando oscilações mínimas entre o contorno dos polígonos, percebeu-se o georreferenciamento como principal agente na eficácia da orientação do mosaico e das aerofotografias internamente. Em contrapartida, perceberam-se desvios consideráveis perante a forma dos mesmos então identificados.

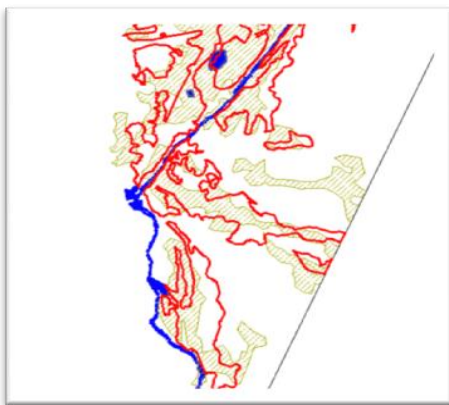


Figura 24 - Análise entre o confronto do uso do solo. (Campo)  
Fonte: (Rodrigo Xavier, 2013)

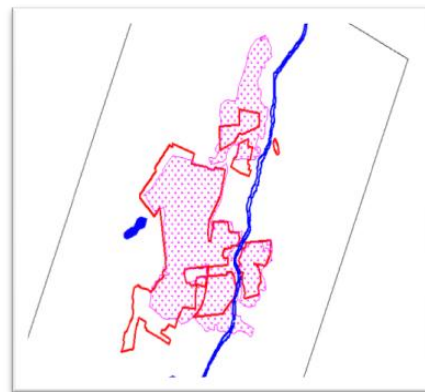


Figura 25 - Análise entre o confronto do uso do solo. (Agricultura)  
Fonte: (Rodrigo Xavier, 2013)

Notou-se as maiores incompatibilidade geométricas dos polígonos ao leste do desenho, pelo uso campo, confirmando a expectativa das maiores oscilações nos extremos do mosaico (FIGURA 24). Os vetores na cor em vermelho pelo Vant versus a base pretérita destacaram-se pela incompatibilidade na aparência. Em relação ao centro do mosaico, notaram-se os melhores resultados de delimitação e proporção atribuído a agricultura (FIGURA 25). Em particularidade os vetores entre as duas bases, presenciaram em sua boa parte semelhança entre as mesmas e ao georreferenciamento, prevendo desvios em torno dos 10 metros na média.

Quanto à fisionomia do rio Jacareí, percebeu-se a maior instabilidade dos vetores a esquerda do mapa, em direção a montante, com afastamento de 5 a 10 metros entre os canais de mesma existência. Em seu trecho médio e na porção mais a jusante no ponto (A), a sobreposição entre a hidrografia variou-se de forma menos intensa, ocorrendo pequena incompatibilidade no meandro a direita do mapa no ponto (B) (FIGURA 26).

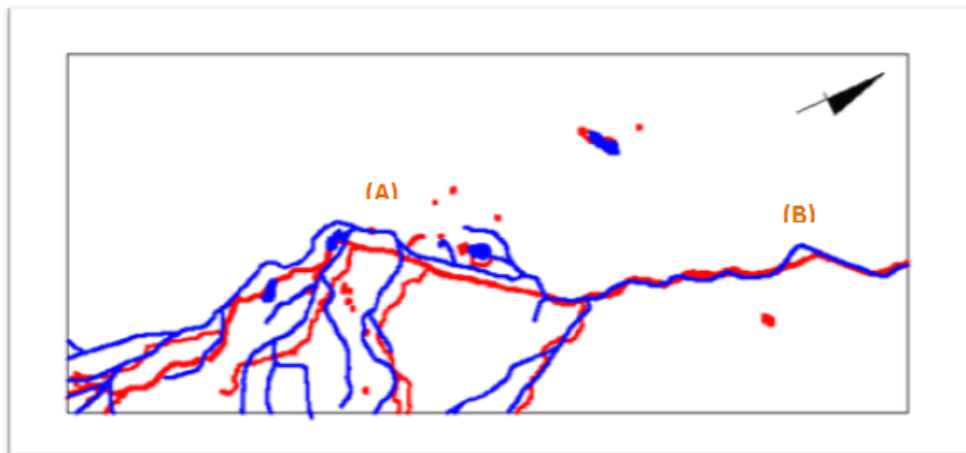


Figura 26 - Análise entre o confronto do Rio Jacareí.  
Fonte: (Rodrigo Xavier, 2013)

Momentaneamente os resultados adquiridos validaram a aproximação até então esperada pelos dos dois produtos. Apesar da existência de algumas divergências, o produto de Uso do Solo de 2012, se fez significativo, por atestar a riqueza no detalhamento do terreno e entendimento dos elementos que recobrem a área em análise. A estas constantes, cabe destacar a importância e

os reais valores com as quais essa base cartográfica é capaz de proporcionar, como a aplicação no setor ambiental, conforme proposto neste trabalho.

## **6.2 VANT APLICADO A ANÁLISE AMBIENTAL**

A metodologia até então empregada no desenvolvimento deste estudo, possibilitou a geração de vários tipos de monitoramentos, desde os de caráter emergencial como também as análises e investigações ambientais, foco desta pesquisa. Para validação deste estudo procurou-se em realizar uma abordagem simples quanto da disposição das informações coletadas através do sensoriamento remoto, enfatizando aspectos quanto da aplicabilidade da plataforma utilizada e a qualidade dos dados ambientais então adquiridos e discutidos brevemente no parágrafo anterior.

Neste sentido, enfatizou-se a nitidez das fotografias e sua importância na constituição de mapeamentos temáticos como o imobiliário então questionado. A conveniência do cadastramento em uma base cartográfica proporciona qualidade e precisão quando a necessidade por exemplo, na construção de um plano emergencial e até mesmo a classificação das áreas de risco as famílias que atualmente estão instaladas no local. A combinação deste cadastro com a rede hidrográfica contribui também na difusão de cenários futuros em caso do aumento do nível do rio e do mapeamento das áreas suscetíveis a alagamento, as chamadas áreas de várzea. Na figura 27 percebe-se o entalhamento do rio Jacareí, com a presença de moradias dentro da faixa dos 30m de APP, considerada como uma área de risco a enchentes, e que foram locais de depósito de materiais carregados pela enxurrada na tragédia de março de 2011. Observa-se também que num cenário futuro, essas mesmas áreas tenderão a sofrer novamente a riscos de enchentes, caso ocorra um alto nível pluviométrico, estipulado conforme a hachura na cor Cyan.

Contudo, neste relatório buscou-se delimitar expressamente as áreas afetadas pelo desastre geológico, fomentando desta maneira dados visuais qualitativos e conseqüentemente por ora, mas de pouca expressão, quantitativos. O estudo revelou que grande porcentagem de material rochoso e grande concentração de solo, se concentraram principalmente nas regiões de altitudes mediana de 30m, caracterizando como regiões de desaceleração e

deposito dos sedimentos (FIGURA 28). Observou-se nessas áreas, a presença em alguns casos de pequenos povoados, que de certa forma foram, prejudicados pelas forças naturais.



Figura 27 - Residências dentro de área de várzea do rio Jacareí.  
Fonte: (Rodrigo Xavier, 2013)

Figura 28 - Região de depósito dos sedimentos carreados pelos canais.  
Fonte: (Rodrigo Xavier, 2013)

Quanto à vegetação, observou-se também ao longo do leito e dos canais secundários, a grande retirada pela força do rio de centenas de árvores por vários metros e a abertura de novos canais, pela escavação do rio (FIGURA 29); ao todo, estimasse que aproximadamente 525m<sup>2</sup> de sedimentos rochoso, troncos e areia tenham sido desprendidos e depositados nos terços médios e baixo da bacia.



Figura 29 - Vestígios de tronco de árvores arrastadas pela enxurrada.  
Fonte: (Rodrigo Xavier, 2013)

As presentes aferições exprimiram satisfação quanto aos resultados questionados. A conveniência de um sistema flexível, que envolve a aeronave juntamente com a câmara, tratados em ambiente SIG, resultaram na geração de dados concretos para uma avaliação ambiental preliminar, envolvendo a classificação de áreas e até então o seu registro metrado, cálculo de áreas. Desta forma, percebe-se que uma avaliação via sensoriamento remoto como executada pelo Vant, possibilita a criação de planejamentos e estimativas de custos quando a necessidade de execução de obras ou monitoramentos no campo, possibilitando assim, redução de tempo e custos num projeto.



## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo baseou-se numa análise técnica quanto a eficácia do sistema Vant na modalidade de aerolevantamentos de baixo custo. Priorizou-se desta maneira a avaliação de aspectos quanto à qualidade dos produtos obtidos e do comportamento da plataforma então empregada.

Com relação às aerofotografias foi possível constatar a aproximação máxima de qualidade na resolução e posicionamento destas, em relação ao referencial do mosaico. Neste aspecto, ressalta-se a eficiência das fotografias em identificar as feições naturais e antrópicas que recobrem o recorte em estudo, permitindo que análises de caráter ambiental fossem realizadas remotamente, sem necessidade de um contato previamente por toda extensão de campo em questão. Entretanto, quando abordado uma perspectiva sobre o georreferenciamento e a extração de medidas métricas, notaram-se certamente desvios quanto à precisão, acarretados pela ausência de métodos corretivos, que permitiriam resultados mais precisos e específicos.

De mesma importância, também cabe destacar a viabilidade do Vant em executar missões num curto espaço de tempo, e em altitudes consideráveis, como abaixo do nível das nuvens. Demais aspectos como o custo reduzido de mercado, em relação a um mesmo tipo de missão, e ao conjunto de equipamentos envolvidos, a aeronave e toda carcaça acoplada, devem ser considerados como um diferencial neste tipo de segmento.

Desta forma pode se concluir então, que a entrada do Vant no mercado de aerolevantamento, está se tornando cada vez mais promissora uma vez que, o baixo custo estimado nas missões e a viabilidade de tempo na execução, quando se aplicados com padrões rigorosos, tenderão a alcançar resultados satisfatórios, com a maximização de tempo e minimização de custos orçamentários.

## 8. REFERÊNCIAS

ALVES, Olinda De Lima Faria - **Planejamento e Controle de Missões de um Vant de Asa Fixa**, Ministério da Defesa Exército Brasileiro Departamento de Ciência e Tecnologia Instituto Militar de Engenharia. Mestrado em Engenharia Elétrica. Disponível em <[http://www.pgee.ime.eb.br/pdf/olinda\\_alves.pdf](http://www.pgee.ime.eb.br/pdf/olinda_alves.pdf)> Acesso em: 02 de abril de 2012.

BOGONI, Tales Nereu, **UM ESTUDO SOBRE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS APLICADO AO SENSORIAMENTO REMOTO**. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – Faculdade de Informática. Mestrado em Ciência da Computação. Porto Alegre.

BRASIL, Guilherme G., **MONITORAMENTO AMBIENTAL COM A UTILIZAÇÃO DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS (VANTs)**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental do Setor Tecnológico da Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

DECEA - DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO SUBDEPARTAMENTO DE OPERAÇÕES. **AIC – 21/10**. Disponível em <<http://servicos.decea.gov.br/arquivos/publicacoes/bf624198-2f5c-4dd6-93569e5d5fcb4f4c.pdf?CFID=d90adc21-796f-4fc9-84ec-bddd0faf538d&CFTOKEN=0>> Acesso em: 27 de junho de 2012.

DEFESANET. **VANT HERON**. Disponível em: <<http://www.defesanet.com.br/aviacao/noticia/2264/Franca-escolhe-vant-IAI-Heron-TP>> Acesso em: 15 de fevereiro de 2013.

DGDEC - Departamento Geral da Defesa Civil. **Defesa civil**. Disponível em: <<http://www.dgdec.defesacivil.rj.gov.br/modules.php?name=News&file=article&sid=264>> Acesso em: 13 de março de 2012.

DISPERATTI, Antonio *et. Al*, **Fotografias aéreas de pequeno formato aplicações ambientais**, Ed. Unicentro – 2007, Guarapuava.

EIRIZ GEORGE KOPPE. **As possibilidades de utilização do veículo aéreo não tripulado (VANT) no Exército Brasileiro**. Disponível em <[http://www.eceme.ensino.eb.br/eceme/index.php/component/docman/cat\\_view/77-publicacoes/92-padeceme-on-line/98-2008/107-desenvolvimento-da-doutrina](http://www.eceme.ensino.eb.br/eceme/index.php/component/docman/cat_view/77-publicacoes/92-padeceme-on-line/98-2008/107-desenvolvimento-da-doutrina)> Acesso em: 14 de março de 2012.

FAB, Ministério da Defesa – Força Aérea Brasileira. **Brasil terá seu veículo aéreo não tripulado** 2009 Disponível em <[http://www.iae.cta.br/IAEMidia/26032009\\_Brasil\\_tera\\_seu\\_veiculo\\_aereo\\_ao\\_tripulado.php](http://www.iae.cta.br/IAEMidia/26032009_Brasil_tera_seu_veiculo_aereo_ao_tripulado.php)> Acesso em: 07 de janeiro de 2012.

FLORENZANI, Teresa, **Imagens de satélites para estudos ambientais**, Ed. Oficina de Texto – 2002, São Paulo.

IAPAR. **Classificação climática**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>> Acesso em: 22 de maio de 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. **Noções básicas de cartografia**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual\\_nocoos/representacao.html](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/representacao.html)> Acesso em: 13 de março de 2012.

INPE – INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Divisão de processamento de imagem**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/mosaico/>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2012.

INCT - Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos. **Vant Tiriba**. Disponível em: <<http://www.inct-sec.org/br/aplicacoes/vant-tiriba>>. Acesso em: 13 de março de 2013.

LONGHITANO, George Alfredo. **VANTS para sensoriamento remoto: aplicabilidade BA avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas**. Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo 2010.

MORAES, Evlyn M. L. **Sensoriamento remoto princípios e aplicações**, 2 edição, São Paulo: Edgard Blucher, 1993.

NETO, Arlindo Bastos M., **A análise do emprego do veículo aéreo não tripulado (VANT) nas ações e operações PM** - Universidade do Estado da Bahia e Academia de Polícia Militar do Curso de Especialização em Segurança Pública, 2009, Salvador.

RAISZ, Erwin, **Cartografia Geral**. Rio de Janeiro: Editora Científica, 1969.

SANTIAGO E CINTRA GEOTECNOLOGIAS. **Swinglet CAM**. Disponível em <<http://www.santiagoecintra.com.br/Produtos.aspx?idProduto=b2e2d63c-da05-463b-b095-89164e2ddd29>>. Acesso em: 04 de abril de 2012.

SIMEPAR - Sistema Meteorológico do Paraná. Entrevista pessoal ao autor, fevereiro de 2013.

SONY. **Alphanex câmeras**. Disponível em: <[http://store.sony.com/c/Sony-Alpha-NEX-Cameras-Accessories/en/c/S\\_NEX](http://store.sony.com/c/Sony-Alpha-NEX-Cameras-Accessories/en/c/S_NEX)> Acesso em: 08 de abril de 2012.