

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PAULO RICARDO SILVA MOREIRA  
RODOLFO BROVINI MARTINS**

**O POTENCIAL DO GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA  
PARA A GESTÃO AMBIENTAL**

**VOLTA REDONDA**

**2018**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**O POTENCIAL DO GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA  
PARA A GESTÃO AMBIENTAL**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental como requisito a obtenção do título de Engenheiro Ambiental.

Alunos:

Paulo Ricardo Silva Moreira

Rodolfo Brovini Martins

Orientador:

Prof. Me. Jésus Caldeira de Alencar

Alvarenga

Coorientadores:

Prof. Me. Pedro França Magalhães

Prof. Renato Donato Viana

**VOLTA REDONDA**

**2018**



Anexo 10

FOLHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: **O POTENCIAL DO GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA PARA A GESTÃO AMBIENTAL.**

Elaborado por **Paulo Ricardo Silva Moreira e Rodolfo Brovini Martins**, apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora, como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Engenharia Ambiental

Aprovada em 12 de junho de 2018

Banca Avaliadora:



---

Professor Orientador


Jêsus Caldeira de Alencar Alvarenga, Mestre (UniFOA)



---

Professor Avaliador

Marcelo Estevão dos Santos, Especialista (UniFOA)



---

Professor Avaliador

Weslen Neri de Lima, Especialista (UniFOA)

*“Não importa aonde você está, e  
sim aonde quer chegar”.*

Luiz Inácio Lula da Silva

Dedicamos este trabalho a todos que de alguma forma contribuíram e somaram para a realização desse estudo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus, que nos guiou e nos deu força para chegar até aqui.

Aos nossos pais, que são nossos maiores incentivadores, e nossa maior inspiração para estarmos aqui, e sem eles nada disso seria possível.

Aos professores da instituição que nos deram toda a estrutura e nos auxiliaram durante o decorrer de nossa formação, abrindo portas para o conhecimento.

Aos amigos que aqui fizemos, que nos apoiaram, ajudaram e incentivaram, somando positivamente para a conclusão deste trabalho.

Ao nosso professor orientador Jésus Caldeira, por todo auxílio na elaboração deste trabalho e por toda confiança em nós depositada.

Aos nossos professores coorientadores Pedro França e Renato Donato Viana pelas ideias, pelas informações necessárias, pelos questionamentos e por toda ajuda prestada.

A coordenadora do curso de Engenharia Ambiental Ana Carolina Callegario, por estar sempre disposta a ajudar, pelo constante incentivo e pelo ótimo trabalho prestado como coordenadora.

A empresa Holística do Brasil por nos ceder os mapas necessários para a realização deste trabalho, assim como todo auxílio prestado.

E por fim, agradeço a todos que contribuíram para a conclusão deste projeto.

Obrigado!

## RESUMO

O geoprocessamento permite o desenvolvimento constante de novas aplicações, através de tecnologias que coletam e tratam informações georreferenciadas. As tecnologias que vêm sendo englobadas nesta concepção, fazendo-se presente a cada dia mais, são o Sistema de Informação Geográfica (SIG), o Sensoriamento Remoto e o Sistema de Navegação Global por satélites (GNSS). Devido à velocidade de captação de informações, processamento em dados e ao baixo custo da opção em campo, o geoprocessamento se mostra como uma tecnologia e inovação que viabiliza e potencializa estudos e programas ambientais em diversos setores da economia, além de permitir a elaboração e atualização de um Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM). O objetivo deste trabalho é apresentar um modelo descritivo, expondo estrategicamente o potencial da utilização do geoprocessamento para gestão ambiental.

**Palavras-chave:** SIG; Aerofotogrametria; GNSS; Georreferenciamento; Cadastro Técnico Multifinalitário.

## **ABSTRACT**

*The geoprocessing method allows the constant development of new applications, through technologies that collect and process georeferenced information. The technologies included in this conception, becoming more and more present each day, are: Geographic Information System (GIS), Remote Sensing and Global Navigation Satellite System (GNSS). Due to the speed of information gathering, data processing and to the low cost of this option in field-work, the geoprocessing method shows itself as a technology and an innovation that enables and enhances environmental studies and programs in several sectors of the economy, besides allowing the elaboration and updating of a Multifinal Technical Register (MLC). The objective of this work is to present a descriptive model, strategically exposing the potential of using geoprocessing for environmental management.*

**Keywords:** *GIS; Aerophotogrammetry; GNSS; Georeferencing; Multifinal Technical Register.*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
1.1	Problema	15
1.2	Justificativa	15
1.3	Estratégias de Pesquisa	15
<b>2</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>16</b>
2.1	Objetivo Geral	16
2.2	Objetivos Específicos	16
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>18</b>
3.1	Geoprocessamento	18
3.2	Sistema de Informação Geográfica	20
3.2.1	<i>Google Earth</i>	21
3.3	Sensoriamento Remoto	22
3.3.1	VANT	23
3.3.2	Aerofotogrametria	25
3.4	GNSS RTK	26
3.5	Cadastro Técnico Multifinalitário	28
3.6	Processos de Execução <i>in loco</i> e Tabulação dos dados	29
3.6.1	Levantamento Topográfico e Planialtimétrico	29
3.6.2	Levantamento Aerofotogramétrico	31
3.6.3	Tabulação dos dados	33
3.7	Produtos Geráveis	34
3.7.1	Modelo Digital do Terreno (MDT)	34
3.7.2	Planialtimetria Georreferenciado	38
3.7.3	Mapa Base da Degradação Ambiental	40
3.7.4	Mapa Base de Localização	42
3.7.5	Mapa de Recuperação de Áreas Degradadas	43
3.7.6	Mapa de Uso e Ocupação do Solo	45
<b>4</b>	<b>ANÁLISES E DISCUSSÃO</b>	<b>48</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>49</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>50</b>

## ANEXOS

<b>Anexo A</b> – Autorização para uso de dados.....	58
---	----

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Camadas de um Geoprocessamento Rural.....	19
<b>Figura 2</b> - Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica.....	21
<b>Figura 3</b> - Drone Dji Phantom 4.....	24
<b>Figura 4</b> - Rota do Drone para realização da Aerofotogrametria.....	25
<b>Figura 5</b> - Estação Total.....	26
<b>Figura 6</b> - Rover e Coletora.....	26
<b>Figura 7</b> - Mapa da distribuição das estações da RBMC.....	27
<b>Figura 8</b> - Diagrama Lógico do geoprocessamento.....	28
<b>Figura 9</b> - Coletora + Rover.....	30
<b>Figura 10</b> - Fluxograma com as Etapas Metodológicas.....	32
<b>Figura 11</b> - Aerofotogrametria.....	36
<b>Figura 12</b> - Mapa de Declividade.....	37
<b>Figura 13</b> - Mapa de Elevação.....	37
<b>Figura 14</b> - Mapa Planialtimétrico Georreferenciado da Bacia Hidrográfica do Rio da Prainha.....	39
<b>Figura 15</b> - Mapa Base da Degradação Ambiental.....	41
<b>Figura 16</b> - Mapa Base de Localização, em face aos elementos ambientais (UC's) e urbanísticos (Cidades).....	42
<b>Figura 17</b> - Mapa de Recuperação de Áreas degradadas.....	45
<b>Figura 18</b> - Mapa de Uso e Ocupação do Solo.....	46

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Aplicações Típicas de Geoprocessamento.....	19
<b>Tabela 2</b> - Parâmetros para planejamento de voo.....	24
<b>Tabela 3</b> - Tabela de Elementos (Áreas e Medidas).....	35
<b>Tabela 4</b> - Dados do Levantamento Aerofotogramétrico.....	35
<b>Tabela 5</b> - Dados do Levantamento Topográfico.....	35
<b>Tabela 6</b> - Tabela de Elevação.....	38
<b>Tabela 7</b> - Coordenadas UTM.....	39
<b>Tabela 8</b> - Azimutes e Distância.....	39
<b>Tabela 9</b> - Tabela de Elementos (Áreas e Medidas).....	40
<b>Tabela 10</b> - Elementos, Áreas e Medidas.....	44

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Relação dos principais EPI's.....	29
<b>Quadro 2</b> - Legendas da Aerofotogrametria.....	36
<b>Quadro 3</b> - Legendas Mapa Planialtimétrico Georreferenciado.....	37
<b>Quadro 4</b> - Legendas do Mapa Base de Degradação Ambiental.....	41
<b>Quadro 5</b> - Legendas do Mapa Base de Localização.....	43
<b>Quadro 6</b> - Legendas do Mapa de Recuperação de Áreas Degradadas.....	44
<b>Quadro 7</b> - Legendas do Mapa de Uso e Ocupação do Solo.....	46

## LISTA DE SIGLAS

3D – Três Dimensões

ANAC – Agencia Nacional de Aviação Civil

ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações

APP – Área de Preservação Permanente

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

CTM – Cadastro Técnico Multifinalitário

DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo

EPI's – Equipamentos de Proteção Individual

GLONASS – Sistema Global de Navegação por Satélite Russo

GNSS – *Global Navigation Satellite System*

GPS – *Global Position System*

GSD – *Ground Sample Distance*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MDS – Modelo Digital de Superfície

MDT – Modelo Digital do Terreno

MC – Meridiano Central

MP – Megapixel

NBR – Norma Brasileira

NRR – Norma Regulamentadora Rural

PPP – Posicionamento por Ponto Preciso

PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

RBMC – Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo

RMSE – *Root Mean Square Error*

RPAS – *Remotely Piloted Aircraft Systems*

RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural

RTK – *Real-Time Kinematic*

SIG – Sistema de Informação Geográfica

UTM – *Universal Transversa de Mercator*

UC's – Unidades de Conservação

VANT – Veículo Aéreo não Tripulado

WGr – Longitude a partir do Meridiano de *Greenwich* sentido Oeste

## 1 INTRODUÇÃO

A realização de estudos na área ambiental é de extrema necessidade em diversos setores da economia, e vem sendo cada vez mais cobrada pelos órgãos públicos e pela sociedade em geral. Por essa razão, a demanda por estudos ambientais tem aumentado, e com isso surge a dificuldade para a realização dos mesmos.

Constantemente, profissionais e empresas de gestão e consultoria ambiental enfrentam esses problemas para realizar e levantar dados em campo, o que pode acarretar em um aumento significativo de tempo e de custo, por não terem as ferramentas certas para formatação desses estudos.

As tecnologias, os processos simplistas de desenvolvimento de estudos e programas ambientais, bem como a comunicação orientada ao meio ambiente, são aliados estratégicos para viabilização de estudos, programas e projetos ambientais.

Dessa maneira, Moura (2007) relata que as tecnologias envolvidas no geoprocessamento estão se tornando uma ferramenta fundamental para os planejadores, por possuírem capacidade de levantamento de dados, tratamento e armazenamento de informações das mais diversas áreas do conhecimento.

Essas informações e conhecimentos sobre o território como um todo se armazenadas em uma rede cadastral, pode auxiliar gestores e profissionais na tomada de decisão. Um sistema cadastral atualizado possibilita desenvolver um Cadastro Técnico Multifinalitário, que servirá de apoio à gestão municipal.

Este trabalho busca evidenciar o quanto o geoprocessamento pode auxiliar profissionais e empresas na realização de seus projetos e estudos ambientais.

## **1.1 Problema**

Levando em consideração as diversas demandas e problemáticas ambientais, e a falta de uma base cartográfica organizada e atualizada, muitos são os reflexos sofridos por profissionais, gestores municipais e empresas do setor de gestão e consultoria ambiental para a formatação de seus estudos e programas ambientais, o que acarreta em um grande tempo para o desenvolvimento e um alto custo financeiro para realizar tais operações, muitas vezes impossibilitando e/ou inviabilizando a realização de estudos essenciais para melhor entender as potencialidades ambientais de projetos e empreendimentos.

Sendo assim, a problemática por trás deste estudo, fundamenta-se no seguinte argumento: Como o geoprocessamento pode servir como ferramenta para ajudar profissionais na persecução de estudos e projetos ambientais?

## **1.2 Justificativa**

Devido à velocidade de captação de informações, processamento em dados e ao baixo custo da opção em campo, o geoprocessamento se mostra com uma tecnologia e inovação que viabiliza e potencializa estudos e programas ambientais em diversos setores da economia, além de permitir a elaboração e atualização de um Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM).

## **1.3 Estratégias de Pesquisa**

A pesquisa classifica-se como qualitativa descritiva e adota como subsídio à revisão bibliográfica. Os Tópicos do estudo estão estruturados da seguinte forma:

- Tópico 1, aborda a introdução, a problemática por trás do estudo, sua respectiva justificativa e as estratégias de pesquisa;
- Tópico 2, define os objetivos gerais e específicos do estudo;
- Tópico 3, aborda o embasamento teórico, que por meio da pesquisa bibliográfica, apresenta conceitos relevantes para a realização do estudo.

- Tópico 4, expõe as análises e discussão das potencialidades do geoprocessamento, e por fim, as conclusões do mesmo estão expostas no Tópico 5.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo Geral**

Apresentar um modelo descritivo, demonstrando estrategicamente o potencial da utilização do geoprocessamento para gestão ambiental.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Descrever as etapas do geoprocessamento;
- Demonstrar produtos gerados através da convergência de tecnologia GNSS e VANT (Drone), porém sem esgotar o assunto;
- Elucidar o geoprocessamento como ferramenta de auxílio na tomada de decisão.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Geoprocessamento

Desde o surgimento das sociedades organizadas, se coletam informações a respeito da distribuição geográfica de elementos como propriedades, recursos minerais, plantas e animais. Essas informações eram documentadas somente em papel, não permitindo melhores análises, nem combinação de mapas e dados. O geoprocessamento aparece somente quando houve o desenvolvimento da tecnologia de informática, permitindo então a representação dessas informações em ambiente computacional (CÂMARA e DAVIS, 2001).

De acordo com Antunes (2017), o termo geoprocessamento surge no Brasil nos anos 80, sendo definido como um conjunto de técnicas e metodologias que implicam na aquisição, arquivamento, processamento e representação de dados georreferenciados. O geoprocessamento pode ser entendido como “um conjunto de conceitos desenvolvidos a partir da utilização de métodos e técnicas computacionais e destinado a transformar dados ambientais georreferenciados em informação ambiental” (SILVA e ZAIDAN, 2011, p.19).

Reis Filho e Moura (2014) ressaltam que a aliança do geoprocessamento ao Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) pode ser considerada uma ferramenta de integração do planejamento municipal, principalmente em relação à gestão territorial, já que torna possível diagnosticar, em diferentes escalas de análise, o ordenamento urbano no âmbito municipal. O CTM é uma ferramenta de planejamento e gestão, para gerir necessita conhecer, nesse sentido, o cadastro se torna uma base para a análise e controle ambiental (BORTOT, 2002).

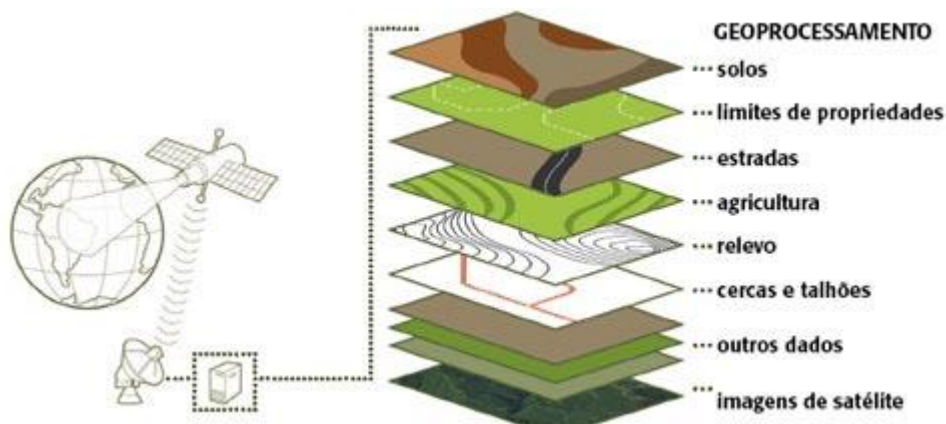
Existem diversas áreas de aplicação do geoprocessamento para mapeamento, cada uma com sua escala típica, como pode ser observado na Tabela 1 a seguir.

**Tabela 1** - Aplicações Típicas de Geoprocessamento.

<b>Aplicações</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo de Dados</b>	<b>Operações</b>
Floresta	1:10.000 a 1:1.000.000	Dados temáticos, imagens	Classificação e consulta espacial
Agricultura	1:5.000 a 1:250.000	Dados temáticos, imagens, cadastro rural, MNT	Análise espacial, declividade, consulta espacial
Geologia	1:50.000 a 1:5.000.000	Imagens, mapas temáticos, MNT	Transformação IHS, visualização 3D
Redes	1:5.000 a 1:10.000	Redes lineares, topologia	Consulta espacial, cálculos dedicados
Estudos Urbanos e Rurais	1:1.000 a 1:25.000	Redes, cadastro urbano e rural	Consulta espacial
Estudos Sociais e Econômicos	Várias	Dados alfanuméricos, cadastros	Consulta espacial, cálculos dedicados

Fonte: Adaptado de Câmara e Medeiros (2001).

O geoprocessamento pode ser melhor entendido na Figura 1, onde as diversas camadas de dados de uma propriedade rural são sobrepostas.

**Figura 1** - Camadas de um geoprocessamento rural.

Fonte: Alkes, 2018.

Portanto, o geoprocessamento permite o desenvolvimento constante de novas aplicações, através de tecnologias que coletam e tratam informações georreferenciadas. As tecnologias que vem sendo englobadas nessa concepção,

fazendo-se presente cada dia mais, são o Sistema de Informação Geográfica (SIG), o Sensoriamento Remoto e o Sistema de Navegação Global por satélites (GNSS) que serão abordados a seguir.

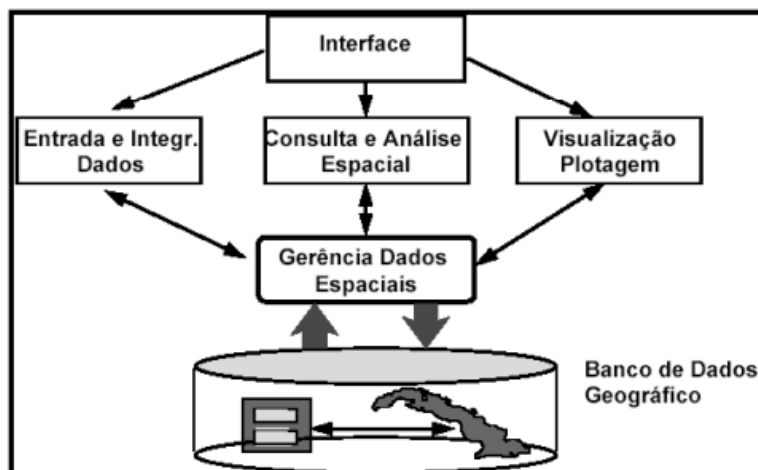
### **3.2 Sistema de Informação Geográfica (SIG)**

Os Sistemas de Informação Geográfica são ferramentas computacionais aplicadas ao geoprocessamento. Através do SIG se fazem análises profundas, pois permitem a integração de dados de múltiplos fatores, criando bancos de dados georreferenciados, e tornam possível a automatização da produção de documentos cartográficos (CÂMARA e DAVIS, 2001). Teixeira *et al* (1995, p. 20) definem SIG como:

Um conjunto de programas, equipamentos, metodologias, dados e pessoas (usuário), perfeitamente integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georreferenciados, bem como a produção de informação derivada de sua aplicação (TEIXEIRA *et al*, 1995, p. 20).

Aronoff (1989) afirma que o SIG é um sistema que possui quatro conjuntos de recursos para o manuseio de dados georreferenciados, são eles: entrada, gerenciamento, manipulação e análise, e saída. Ainda segundo Aronoff (1989), para os dados serem considerados georreferenciados precisam possuir dois fatores: dimensão física e localização espacial. Existem diversas aplicações para um SIG, estudos ambientais é uma delas. Além de estudos ligados ao meio ambiente, o SIG auxilia na previsão de determinados fenômenos e na tomada de decisões, uma vez que, o armazenamento destes dados, representam um modelo do mundo real (BURROUGH, 1986).

Câmara (1995) afirma que um SIG é estruturado da seguinte forma: interface com o usuário, entrada e assimilação dos dados, tratamento de imagens e gráfico, visualização e plotagem, e armazenamento e recuperação de dados. A Figura 2 demonstra a arquitetura de um SIG.



**Figura 2** - Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica

Fonte: Câmara, 1995.

### 3.2.1 Google Earth

O *Google Earth* é um *software* gratuito, que através da combinação de imagens de satélite com as propriedades do terreno, disponibiliza uma renderização digital em 3D da superfície terrestre, com grande potencial tanto acadêmico quanto corporativo (LIMA, 2012). De acordo com Akenine-Möller, Haines e Hoffman (2008), a renderização é um processo de geração de imagens ou vídeos por meio de um computador. São produzidas imagens baseadas nas informações tridimensionais de um modelo, como geometria, texturas, ponto de vista, iluminação do ambiente real, etc.

O programa é de fácil manipulação e possui múltiplas finalidades de um SIG, permitindo ao usuário a navegação por imagens de satélite de todo o globo terrestre, a visualização de paisagens e lugares em três dimensões e o acesso a diversas informações a respeito de locais de interesse, sem precisar de treinamento específico para gerá-los e manipulá-los (LIMA, PONS, LIMA, 2009).

Segundo Oliveira (2008), um dos critérios para classificar as imagens disponíveis no *Google Earth* e em outros visualizadores 3D é a resolução espacial, que consiste no valor correspondente ao tamanho do terreno que um pixel consegue representar. Oliveira (2008) afirma ainda que esta resolução espacial pode ser baixa (em torno de 100 metros), média (em torno de 30 metros) ou alta (menor que 5

metros). Em geral, a resolução do programa é de 15 metros, mas já existem locais com resolução de um metro ou melhor.

### **3.3 Sensoriamento Remoto**

Uma forma mais ampla de se definir o sensoriamento remoto, de acordo com Rosa (2003), é como sendo uma maneira de se obter informações de algo (um alvo), sem ter contato físico com o mesmo.

Florenzano (2002) compreende o sensoriamento remoto como uma tecnologia que obtêm imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície. De acordo com Rosa (2009), o sensoriamento remoto é a melhor técnica para a obtenção dos dados de áreas com o menor custo financeiro.

Além da plataforma *Google Earth*, uma ferramenta amplamente empregada para o sensoriamento remoto é o uso de VANT (Veículo Aéreo não Tripulado). Segundo a ANAC, um RPA (Aeronave Remotamente Pilotada) é um tipo de VANT, onde existe um piloto remoto responsável pela operação segura da aeronave.

Segundo Rosalen (1997), existem três níveis de coleta de dados em que se classificam o sensoriamento remoto e a fotogrametria, são eles: o terrestre (*Scanners* terrestre, ou até mesmo Estações Totais equipadas com câmeras), o aéreo (aerofotogrametria) e o espacial (satélites, ou outros veículos espaciais).

### 3.3.1 VANT

O termo “drone” é largamente utilizado pela imprensa para mencionar o VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) que são aeronaves controladas remotamente (ANAC, 2015).

O VANT se apresenta como uma tecnologia capaz de proporcionar a obtenção de fotografias aéreas para mapeamentos, gerando um produto final de alta qualidade (CUNHA, BULLA, HARTMANN, 2009). De acordo com Kugler (2008) o desenvolvimento destes aerotransportadores, está trazendo para o mercado modernos sensores para a captação de imagens digitais.

Segundo Pecharromás e Veiga (2017), os VANT's estão se tornando cada vez mais capazes de transportar cargas pesadas e de voar distâncias mais longas, à medida que as câmeras e detectores tornam-se menores e mais leves. Os mesmos podem reduzir a exposição humana a tarefas longas, sujas ou perigosas, o que, além de proporcionar economia financeira, proporciona benefícios ambientais, como a redução do consumo de combustível, e conseqüentemente emitindo menos CO<sub>2</sub>.

Para melhor acurácia e precisão na obtenção de mapas cartográficos, necessitamos saber o tamanho e a resolução espacial do *pixel* no terreno, também conhecido como GSD (*Ground Sample Distance*) (SANTOS, 2013). O GSD está diretamente ligado com a altura de voo da aeronave em relação ao solo, da distância da câmera utilizada e do tamanho físico do *pixel* (KUGLER, 2008).

A tabela a seguir (Tabela 2), demonstra o GSD recomendado para as diversas escalas de mapeamento.

De acordo com a ANAC (2017), as operações de aeronaves não tripuladas devem obedecer às suas regras, que são suplementares aos normativos de outros órgãos públicos como o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

Os VANT's de uso comercial, corporativo ou experimental foram categorizados em três classes, de acordo com o peso máximo de decolagem do equipamento. Para uso específico do geoprocessamento a classe correspondente é de número três, que detém o peso abaixo ou igual a 25 kg (ANAC, 2017). A norma determina que os “VANT's com até 250g não precisam ser cadastrados ou registrados, independentemente de sua nacionalidade” (uso recreativo ou não) (ANAC, 2017, p. 3).

**Tabela 2** - Parâmetros para planejamento de voo.

Média GSD com ADS40	Escala	Padrão do Mapa		Fotografia Cinematográfica Comparáveis	
		x-y Precisão RMSE	Intervalo de Controle	Escala da Foto	Tamanho de Pixel no Chão do Filme Digitalizado
5 – 10 cm	1:500	0,125 m	0,25 m	1:3.000 para 1:5.500	2,5 – 5 cm
15 – 20 cm	1:1.500	0,4 m	0,75 m	1:6.500 para 1:10.000	7,5 – 10 cm
25 – 35 cm	1:2.500	0,6 m	1,25 m	1:8.500 para 1:13.000	12,5 – 17,5 cm
40 – 60 cm	1:10.000	2,50 m	5 m	1:17.000 para 1:27.000	20 – 30 cm
50 – 80 cm	1:25.000	6,25 m	12,5 m	1:28.000 para 1:42.000	25 – 40 cm
50 – 100 cm	1:50.000	12,5 m	20 m	1:40.000 para 1:60.000	25 – 50 cm

Fonte: Adaptado de Kugler *apud*. Leica, 2008.

Um dos modelos mais utilizados para execução de projetos relativos a atividades envolvendo a aerofotogrametria é a série Phantom, tendo seu modelo mais novo DJI Phantom 4 (Figura 3), podendo ter uma autonomia de voo de 28 minutos, além de sair da fábrica com uma câmera de 12,3 MP capaz de gravar vídeos ao redor de 4000 pixels na horizontal e 2000 na vertical (Resolução 4K).

**Figura 3** - VANT Dji Phantom 4

Fonte: Indiamart, 2018.

### 3.3.2 Aerofotogrametria

A Aerofotogrametria refere-se às operações realizadas com fotografias da superfície terrestre, obtidas por uma câmera de precisão com o eixo ótico do sistema de lentes mais próximo da vertical e montada em uma aeronave preparada especialmente. A técnica é utilizada nas atividades de mapeamento para a cartografia, no planejamento e desenvolvimento urbano (FONTES, 2005).

A aerofotogrametria utilizando a tecnologia VANT apresenta uma elevada resolução espacial, e se mostra apropriada para execução de projetos de engenharia que necessitam de coleta de informações frequentes e atualizadas da superfície terrestre, como no monitoramento de impactos ambientais, agricultura de precisão, cadastro urbano, mapeamentos diversos de pequenas áreas, deslocamento de terra, etc. (EISENBEISS, 2009).

A Figura 4 demonstra como é traçada a rota de voo do VANT para a realização da aerofotogrametria.



**Figura 4** - Rota do VANT para realização da Aerofotogrametria.

Fonte: Autores, 2018 (feito através do site *Maps made easy*)

O mapeamento através da aerofotogrametria deve ter início a partir da implantação de pontos de controle, ou seja, pontos de coordenadas conhecidas, georreferenciados (ROSALEN, 1997). O Sistema GNSS (*Global Navigation Satellite System*) de posicionamento é um dos instrumentos utilizados na realização de mapeamentos e georreferenciamento.

### 3.4 GNSS RTK

O posicionamento relativo em tempo real denominado *Real-Time Kinematic* (RTK) como o nome já diz, possibilita ao usuário a determinação de sua posição em tempo real. Dai *et al* (2003), afirmam que o método permite alcançar uma acurácia centimétrica.

O equipamento é composto por dois receptores que coletam dados continuamente, como pode ser observado nas Figuras 5 e 6. Um receptor é a base, denominado estação de referência, ficando posicionado sobre um ponto com coordenadas conhecidas, e o outro é o receptor móvel (rover), que coleta dados nos pontos de interesse para a determinação da posição em tempo real.



**Figura 5** - Estação Total.

Fonte: Indiamart, 2018.



**Figura 6** - Rover e Coletora.

Fonte: Indiamart, 2018.

Atualmente, existem redes GNSS ativas no Brasil, como a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC), mantida pelo IBGE, com estações de referência disponibilizando as coordenadas (Figura 7), que possibilitam a integração de qualquer levantamento GNSS com esta rede (LIMA; THOMAZ; SEVERO, 2010). De acordo com Blitzkow e Matos (2007), quando se realiza um serviço de campo utilizando o receptor GNSS, utilizam-se os dados da RBMC para o pós-processamento para determinar as coordenadas dos pontos coletados em campo. Os dados da rede GNSS permitem o posicionamento geodésico a partir dos dados disponibilizados em tempo real (GEGE, 2010).



**Figura 7 - Mapa da distribuição das estações da RBMC.**

Fonte: IBGE, 2017.

A RBMC possui mais de 70 estações em todo território brasileiro (Figura 7), que coletam dados GNSS continuamente. Segundo Severo, Souza e Matsuoka (2010), essa rede representa o segmento ativo da estrutura geodésica no Brasil, dando base aos serviços que envolvam posicionamento GNSS, principalmente no que tange a técnica do posicionamento relativo.

### 3.5 Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM)

O Cadastro Técnico Multifinalitário engloba desde as medições (base cartográfica) até a avaliação socioeconômica da população; sua respectiva legislação, e a parte econômica, envolvendo toda ocupação do espaço, desde a ocupação do solo de áreas rurais até o zoneamento urbano (LOCH, 2007). O Ministério das Cidades (2010, p. 2) através do seu Manual de Apoio – CTM, afirma que:

O cadastro realizado em consonância com diretrizes nacionais é um instrumento fundamental para o desenvolvimento de diferentes ações municipais, pois viabiliza a integração dos dados sociais, econômicos, jurídicos, físicos e ambientais da jurisdição, conformando a partir deles informações sistematizadas e padronizadas para a gestão completa das cidades, e o desenvolvimento sustentável, favorecendo a aplicação dos instrumentos do Estatuto da Cidade (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2010, p. 2).

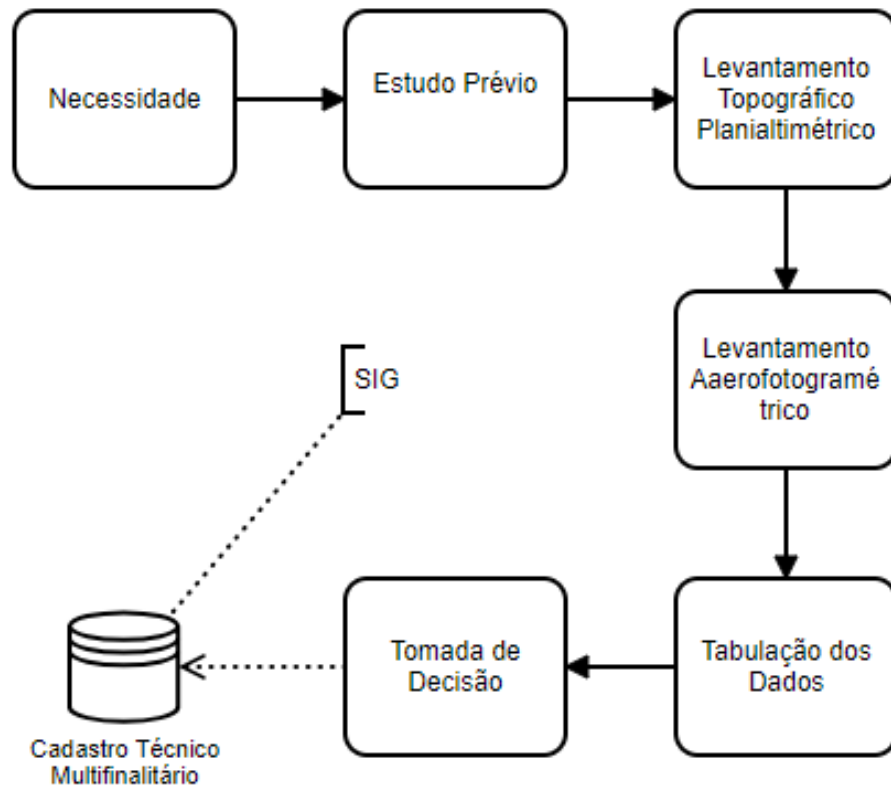
O cadastro permite que sejam elaborados retratos da realidade por meio de processos de análise espacial (MOURA e FREIRE, 2012). Antunes (2017) afirma que a espacialização da problemática urbana e rural é importantíssima na tomada de decisões políticas, e que o CTM vem a ser um instrumento de gestão municipal, que traz o conhecimento da problemática territorial. Este cadastro é multifinalitário devido as suas múltiplas aplicações, servindo de base para a tomada de decisão.

“A informação cadastral é um dos pilares de quem administra os recursos territoriais, uma vez que representa a única base de dados com informação detalhada sobre as propriedades, suas relações com o entorno e sobre as pessoas” (SILVA, 2006, p.39).

O Cadastro Técnico possui um vasto campo de atuação profissional, desde as tecnologias para medição de imóvel, mapeamento temático, até a economia a se extrair da terra (LOCH, 2007). Segundo Beppler (2007), um mapa cadastral sempre necessitará da complementação de levantamentos terrestres, independentemente do método de imageamento (fotogramétrico ou imagens de satélite). Moura e Freire (2012), afirmam que a partir do cadastro técnico, é possível executar análises espaciais temáticas, que atendam as caracterizações territoriais.

### 3.6 Processos de Execução *in loco* e Tabulação dos dados

O delineamento desta pesquisa pode ser verificado por meio do diagrama lógico apresentado na Figura 8:



**Figura 8** - Diagrama Lógico do geoprocessamento

O diagrama anterior demonstra, resumidamente, as etapas do processo de geração de mapas específicos, cujos conteúdos tem como objetivo, auxiliar profissionais na tomada de decisão. Esses produtos gerados a partir do geoprocessamento, podem ser armazenados pelos usuários a partir de um cadastro multifinalitário.

O primeiro passo para o início de um trabalho de geoprocessamento, deverá ser a definição de uma área de estudo, assim como, um levantamento prévio de informações relevantes sobre o local de análise.

Ressalta-se que, antes de qualquer ação a ser executada em campo, deve-se considerar as questões no que tangem a segurança no trabalho, tais como a

utilização de equipamento de proteção individual (Quadro 1), avaliação do risco do local a ser analisado e das condições climáticas reinantes.

**Quadro 1** - Relação dos principais EPI's.

<b>Proteção da Cabeça</b>	<i>Chapéu de palha de abas largas e cor clara para proteção contra o sol, chuva, salpicos, etc; Capacete de segurança contra impactos provenientes de queda ou projeção de objetos.</i>
<b>Proteção dos Olhos e da Face</b>	<i>Óculos de segurança contra poeira e pólen; Protetores faciais destinados à proteção contra radiações luminosas intensas.</i>
<b>Proteção dos Membros Superiores</b>	<i>Luvas e/ou mangas de proteção nas atividades em que haja perigo de lesões provocadas por operações com equipamentos elétricos, abrasivos e risco de picadas de animais peçonhentos.</i>
<b>Proteção dos Membros Inferiores</b>	<i>Botas impermeáveis e de cano longo com estrias no solado e perneiras para trabalhos em terrenos úmidos, lamacentos, encharcados e onde exista presença de animais peçonhentos.</i>

Fonte: Adaptado da NRR-4. Equipamentos de Proteção Individual- EPI.

### 3.6.1 Levantamento topográfico e planialtimétrico

Para a execução do levantamento topográfico e planialtimétrico utiliza-se o equipamento GNSS, com o objetivo de coletar dados referentes a localização e limites/vértices da área de estudo. A NBR 13133 de 1994 (Execução de levantamento topográfico), define levantamento topográfico como:

Conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumental adequado à exatidão pretendida, primordialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas. A estes pontos se relacionam os pontos de detalhes visando à sua exata representação planimétrica numa escala predeterminada e à sua representação altimétrica por intermédio de curvas de nível, com equidistância também predeterminada e/ou pontos cotados (NBR 13133:1994, p. 3).

A mesma NBR define também levantamento topográfico planialtimétrico como: “levantamento topográfico planimétrico acrescido da determinação altimétrica do relevo do terreno e da drenagem natural” (NBR 13133:1994, p. 3).

Segundo o Manual Técnico de Limites e Confrontações do INCRA (2013), os vértices definidores dos limites de imóveis são classificados em três tipos:

- a) Vértice tipo “M” (Marco): Vértice cujo posicionamento é realizado de forma direta e é caracterizado (materializado) em campo por marco;
- b) Vértice tipo “P” (Ponto): Vértice cujo posicionamento é realizado de forma direta e não é materializado por marco;
- c) Vértice tipo “V” (Virtual): Vértice cujo posicionamento é realizado de forma indireta.

Para o início da coleta de pontos, o primeiro passo deverá ser a definição de um ponto base (geralmente um ponto de coordenadas conhecidas), onde será montado o equipamento (estação total). A base deverá ser instalada em um local livre de obstáculos, como vegetação ou construções próximas, que possam interferir a comunicação via rádio com o receptor móvel (rover).

Segundo Oliveira (2017), o aparelho é composto por uma base receptora com rádio transmissor, que fica em um determinado ponto conhecido, geralmente marcos geodésicos, acoplado em cima de um tripé nivelado. Contem também um receptor móvel, acoplado em bastão que faz o papel de baliza, juntamente com uma coletora de dados informando em tempo real a localização, conforme Figura 9.



**Figura 9** - Coletora + Rover.

Fonte: Goitaca, 2014.

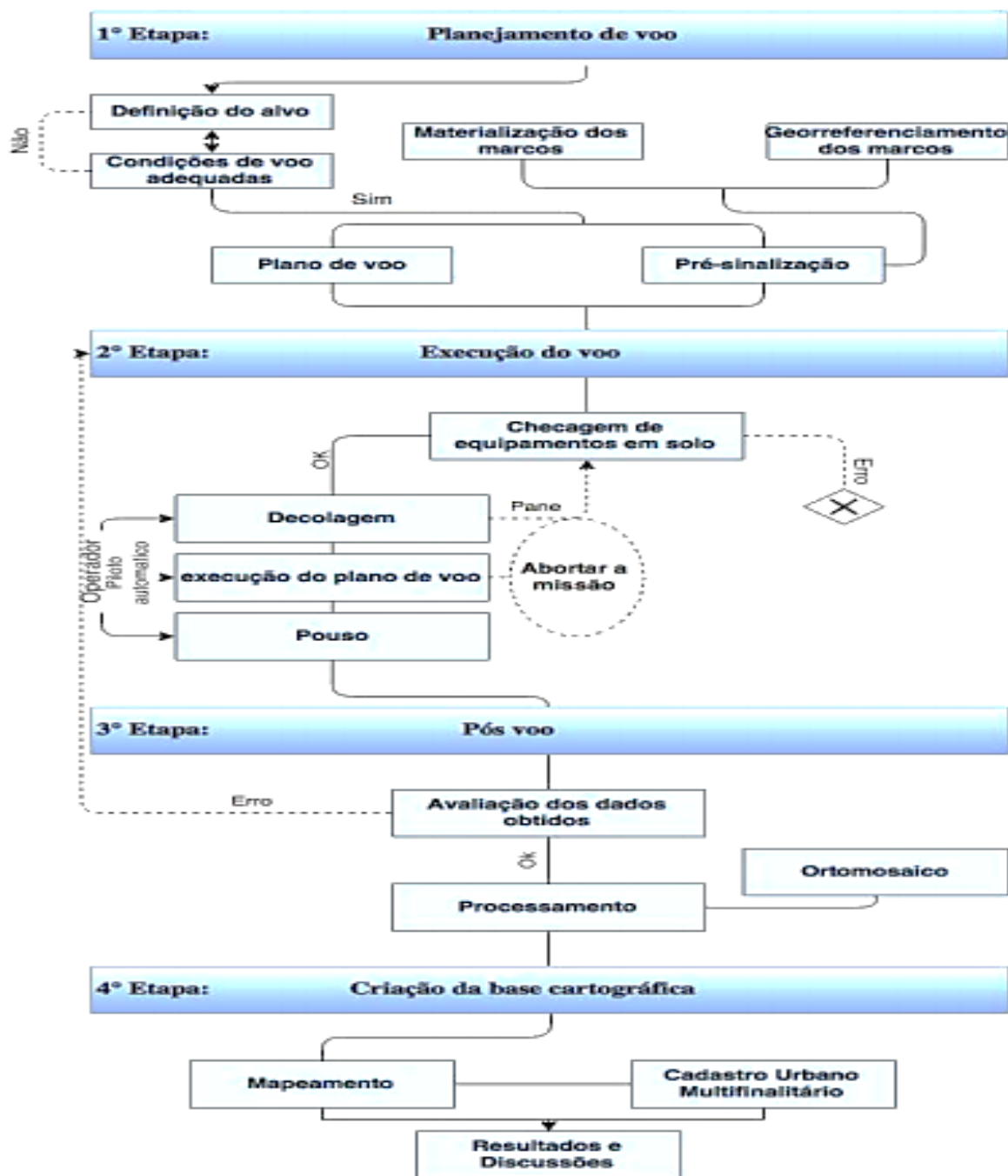
Após a base ser instalada, nivelada e configurada, o próximo passo deverá ser a execução da coleta de dados, onde, o usuário com o rover, percorre a área coletando pontos de lugares específicos e determinantes para o estudo. Os pontos coletados são posteriormente processados, utilizando o Serviço de Posicionamento por Ponto Preciso – IBGE-PPP.

### **3.6.2 Levantamento aerofotogramétrico**

O procedimento metodológico proposto por Silva *et al* (2015) para a realização da aerofotogrametria, conforme pode ser visto na Figura 10, detalha cada etapa, servindo como base para o estudo.

Segundo Silva *et al* (2015), a primeira etapa para o levantamento aerofotogramétrico é o planejamento do voo. Nesta etapa deve ser definido o alvo de estudo a ser sobrevoado, as condições climáticas reinantes, e a quantidade de voos necessárias para o cobertura total da área, assim como a quantidade de baterias necessárias para os voos.

Rosalen (1997) afirma que, o mapeamento através da aerofotogrametria deve ter início a partir da implantação de pontos de controle, ou seja, pontos georreferenciados. Estes pontos são locais foto-identificáveis (marcos), que são utilizados para o georreferenciamento das respectivas imagens aéreas obtidas da área de estudo (GALVÃO, 2014). A obtenção dos mesmos é realizada conforme explicado anteriormente no tópico 3.5.1. De acordo com Costa (2012), o objetivo dos pontos foto-identificáveis é obter medições mais precisas das coordenadas dos pontos de apoio necessários na fototriangulação.



**Figura 10** - Fluxograma com as etapas metodológicas.

Fonte: ALEXANDRE *et al*; 2017; Adaptado de SILVA *et al*; 2015.

Lugnani (1987), afirma que fototriangulação é um método de determinação de coordenadas de pontos de interesse no espaço objeto. Seu maior objetivo é fornecer coordenadas precisas dos pontos necessários para a orientação das imagens fotogramétricas para elaboração ou restituição de ortofotos (ANDRADE, 1998).

Com todas as condições anteriores estabelecidas, e as condições de voo estiverem adequadas, deve ser realizado o plano de voo, que posteriormente o VANT executa no piloto automático (SILVA *et al*, 2015). Existem sites e aplicativos específicos para a determinação da rota de voo a ser seguido pelo VANT (Figura 3) para a obtenção das imagens aéreas.

Após a estabelecida a rota de voo, é realizado então o levantamento aerofotogramétrico, onde o VANT executa o plano de voo estabelecido na etapa anterior, sempre mantendo uma mesma altura de voo pré-determinada (SILVA *et al*, 2015).

Com o fim da execução do voo, é avaliado a qualidade dos dados coletados, e então é feito o processamento dos dados, utilizando programas e *softwares* específicos para geração do ortomosaico e de outros mapas multifinalitários.

### **3.6.3 Tabulação dos dados**

O processo de tabulação dos dados engloba a edição, o tratamento e a integração dos dados coletados nas etapas anteriores.

O pós-processamento dos dados GNSS pode ser feito através do IBGE-PPP (Posicionamento por Ponto Preciso), que é um serviço online gratuito, permitindo aos usuários com receptores GPS e/ou GLONASS, obterem coordenadas referenciadas. Ao final do processamento é disponibilizado um link para obtenção dos arquivos com os resultados (IBGE, 2018).

Para o processamento, manipulação e otimização das fotografias aéreas verticais, e transformação das mesmas em mapas digitais, são utilizados *softwares* específicos de fotogrametria para a geração de ortofoto, que é o principal produto derivado da fotogrametria. Estes *softwares* unificam as diversas imagens coletadas pelo VANT em uma só imagem, que cobre toda a área de estudo, e através dos pontos coletados e processados em solo, a imagem é georreferenciada, isso significa que, cada *pixel* da imagem unificada possui coordenadas conhecidas, permitindo que se realizem medidas na imagem (lineares, angulares e vetoriais).

Através do processamento de imagens aéreas são gerados produtos cartográficos, ou seja, são atribuídas coordenadas (x, y e z) para cada pixel da imagem, pois além as coordenadas x e y, cada pixel terá uma altura (coordenada z),

permitindo a criação de um modelo digital da superfície (MDS). Após gerado o MDS, é aplicado um processo chamado filtragem, gerando o modelo digital do terreno (MDT). Este processo retira os objetos acima do solo (árvores, casas, etc), deixando somente o terreno em si, possibilitando então, a geração de curvas de nível e planta planialtimétrica.

### **3.7 Produtos Geráveis**

Alguns exemplos de produtos geráveis a partir do processamento de dados são apresentados em camadas distintas e georreferenciadas, conforme relacionados abaixo. Os mapas foram disponibilizados pela empresa Holística do Brasil – Engenharia & Soluções Ambientais.

#### **3.6.1 Modelo digital do terreno (MDT)**

Esse instrumento cartográfico visa demonstrar matematicamente a distribuição espacial das características topológicas e hidrológicas da área do local.

Mapas que serão representados e seus respectivos dados (Tabelas 3, 4, 5 e 6) e legendas (Quadro 2):

Aerofotogrametria Ortorretificada (Figura 11); Mapa de Declividade (Figura 12); Mapa de Elevação (Figura 13).

**Tabela 3** - Tabela de Elementos (Áreas e Medidas).

<b>Tabela de Elementos: Áreas e Medidas</b>			
<i>Edificações (Residências)</i>	<i>1.500,00 m<sup>2</sup></i>	<i>Aerofoto</i>	<i>449.200,00 m<sup>2</sup></i>
<i>Construções (Madeira)</i>	<i>345,00 m<sup>2</sup></i>	<i>Levantamento Topográfico</i>	<i>50.550,00 m<sup>2</sup></i>
<i>Arruamento Interno</i>	<i>737,50 m</i>	<i>Cota Máxima</i>	<i>150 m</i>
<i>Muro</i>	<i>316,00 m</i>	<i>-</i>	<i>-</i>

Fonte: Holística do Brasil, 2017.

**Tabela 4** - Dados do Levantamento Aerofotogramétrico.

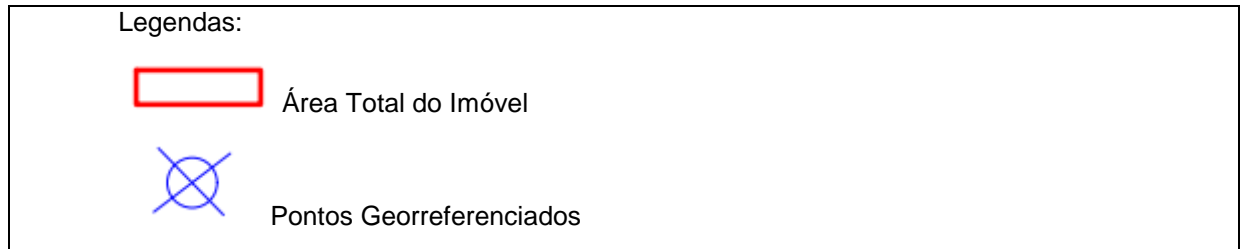
<b>Dados do Levantamento Aerofotogramétrico</b>	
<i>Área de Interesse</i>	<i>48,4 há</i>
<i>Altitude média de voo</i>	<i>120 m</i>
<i>Velocidade de voo</i>	<i>10 m/s</i>
<i>Resolução (GSD)</i>	<i>5,2 cm/pix</i>
<i>Angulação da câmera</i>	<i>0°</i>
<i>Ortorretificação</i>	<i>0,002548 m</i>

Fonte: Holística do Brasil, 2017.

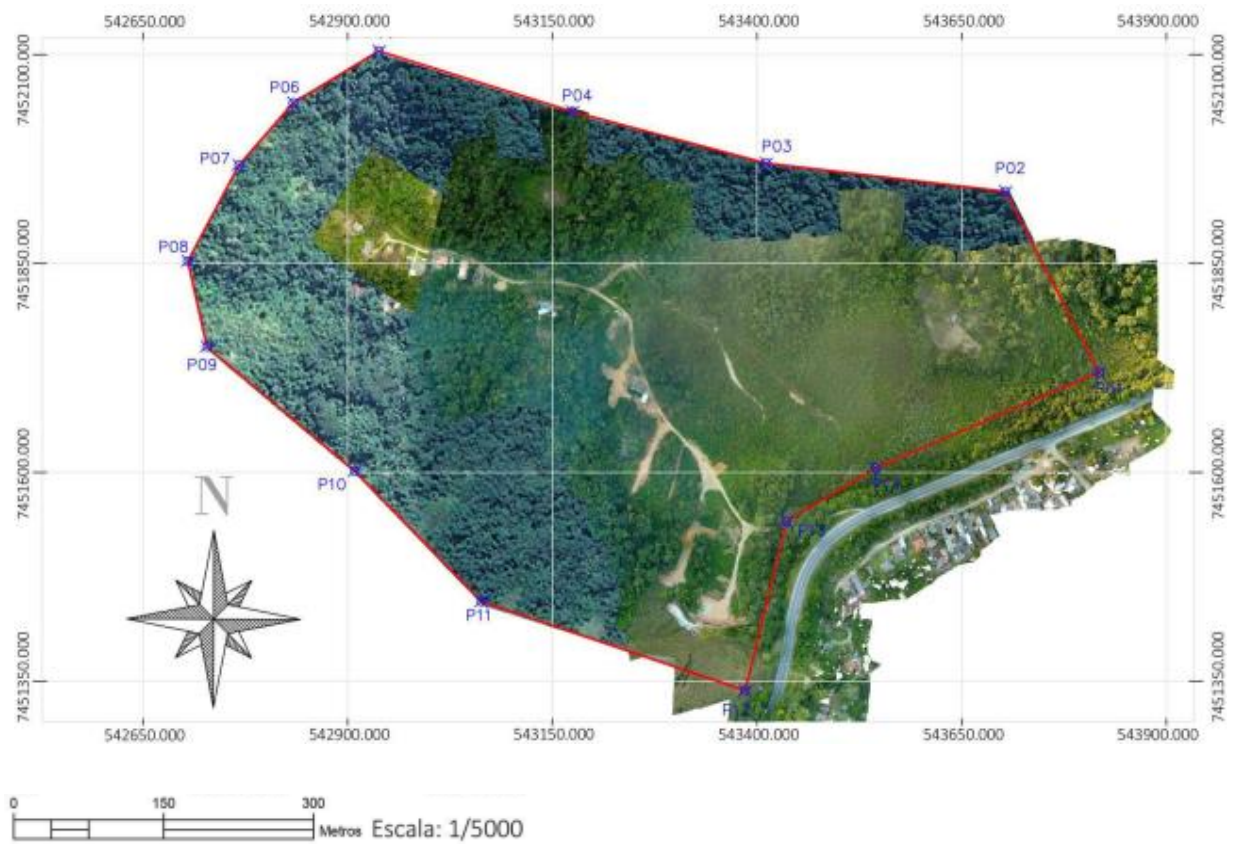
**Tabela 5** - Dados do Levantamento Topográfico.

<b>Dados do Levantamento Topográfico</b>	
<i>Receptor GNSS</i>	<i>RTK</i>
<i>Modelo</i>	<i>Zenith 25</i>
<i>Rastreamento</i>	<i>GPS/GLONASS/ GALILEU/BEIDOU</i>
<i>Rastreo</i>	<i>L1/ L2/ L2C</i>
<i>Precisão Horizontal</i>	<i>3 mm + 0,1 ppm</i>
<i>Precisão Vertical</i>	<i>3,5 mm + 0,4 ppm</i>

Fonte: Holística do Brasil, 2017.

**Quadro 2 - Legendas da Aerofotogrametria.**

Fonte: Holística do Brasil, 2017.

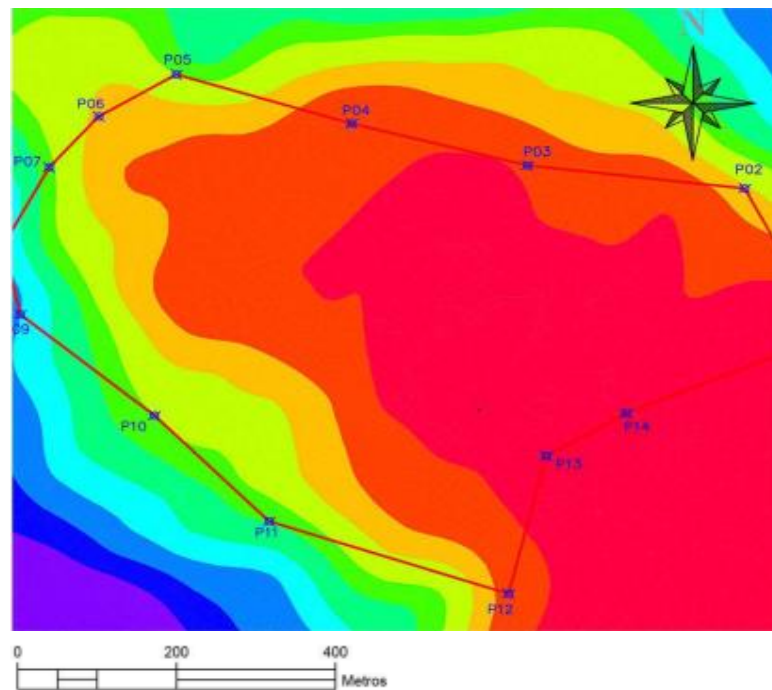
**Figura 11 - Aerofotogrametria.**

Fonte: Holística do Brasil, 2017.



**Figura 12 - Mapa de Declividade.**

Fonte: Holística do Brasil, 2017.



**Figura 13 - Mapa de Elevação.**

Fonte: Holística do Brasil, 2017.

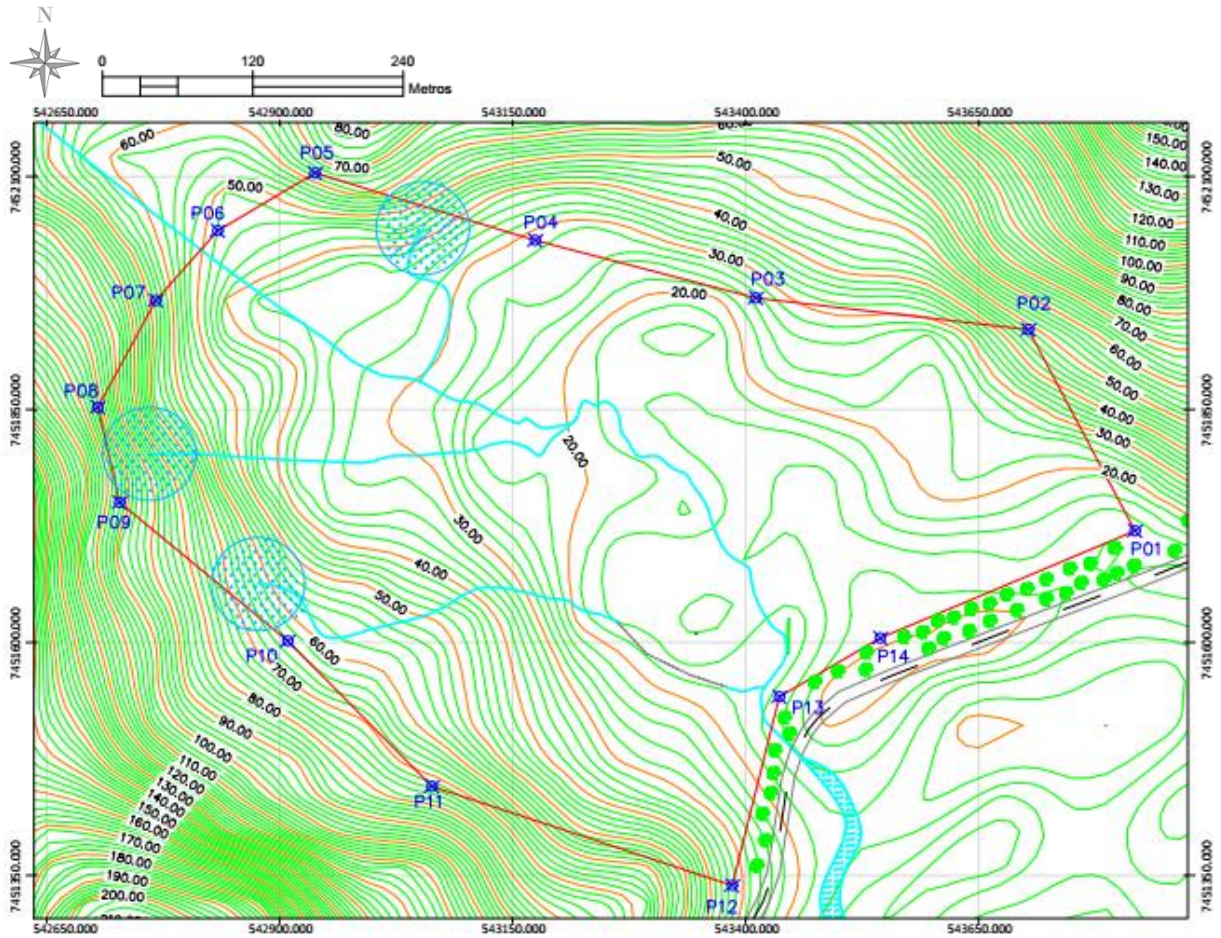
**Tabela 6** - Tabela de Elevação.

TABELA DE ELEVAÇÃO				
Número	Mínima Elevação	Máxima Elevação	Área	Cor
1	10,00	22,00	398896,48	
2	22,00	38,00	204736,84	
3	38,00	50,00	111121,25	
4	50,00	64,00	135296,12	
5	64,00	74,00	92374,67	
6	74,00	88,00	100225,23	
7	88,00	104,00	73538,75	
8	104,00	125,00	68127,37	
9	125,00	154,00	57576,56	
10	154,00	224,00	57332,93	

Fonte: Holística do Brasil, 2017.

### 3.7.1 Planialtimetria georreferenciado

Este mapa (Figura 14) irá representar toda a bacia hidrográfica da localidade, demonstrando o comportamento/fluxo das águas, junto com as tabelas de coordenadas, azimutes e distância (Tabelas 7 e 8), e seu respectivo quadro de legendas (Quadro 3).



**Figura 14** - Mapa Planialtimétrico Georreferenciado da Bacia Hidrográfica.

Fonte: Holística do Brasil, 2017.

**Tabela 7** - Coordenadas UTM.

Pontos	Norte (y)	Este (x)
P 01	7451719.756	543817.816
P 02	7451935.798	543703.365
P 03	7451969.751	543411.086
P 04	7452031.500	543174.267
P 05	7452103.741	542937.918
P 06	7452041.845	542833.638
P 07	7451967.053	542767.124
P 08	7451852.505	542704.968
P 09	7451750.218	542728.214
P 10	7451601.475	542908.675
P 11	7451445.570	543063.423
P 12	7451339.054	543385.574
P 13	7451541.717	543436.135
P 14	7451604.821	543544.488

Fonte: Holística do Brasil, 2017.







**Tabela 8** - Azimutes e Distância.

Pontos	Azimute	Distância
P 01 - P 02	332°05'5.23"	244.49m
P 02 - P 03	276°37'37.56"	294.25m
P 03 - P 04	284°36'36.85"	244.74m
P 04 - P 05	286°59'59.76"	247.14m
P 05 - P 06	239°18'18.51"	121.27m
P 06 - P 07	221°38'38.83"	100.09m
P 07 - P 08	208°29'29.10"	130.33m
P 08 - P 09	167°11'11.79"	104.89m
P 09 - P 10	129°29'29.81"	233.86m
P 10 - P 11	135°12'12.80"	219.67m
P 11 - P 12	108°17'17.76"	339.30m
P 12 - P 13	14°00'0.51"	208.87m
P 13 - P 14	59°47'47.01"	125.39m
P 14 - P 01	67°11'11.59"	296.51m

Fonte: Holística do Brasil, 2017.

### Quadro 3 – Legendas do Mapa Planialtimétrico Georreferenciado.

Legendas:

	Área Total do Imóvel		Rodovia
	Rio Prainha		Curvas de Nível Maiores
	Curvas de Nível Menores		Pontos Georreferenciados

Fonte: Holística do Brasil, 2017.

### 3.7.2 Mapa base da degradação ambiental

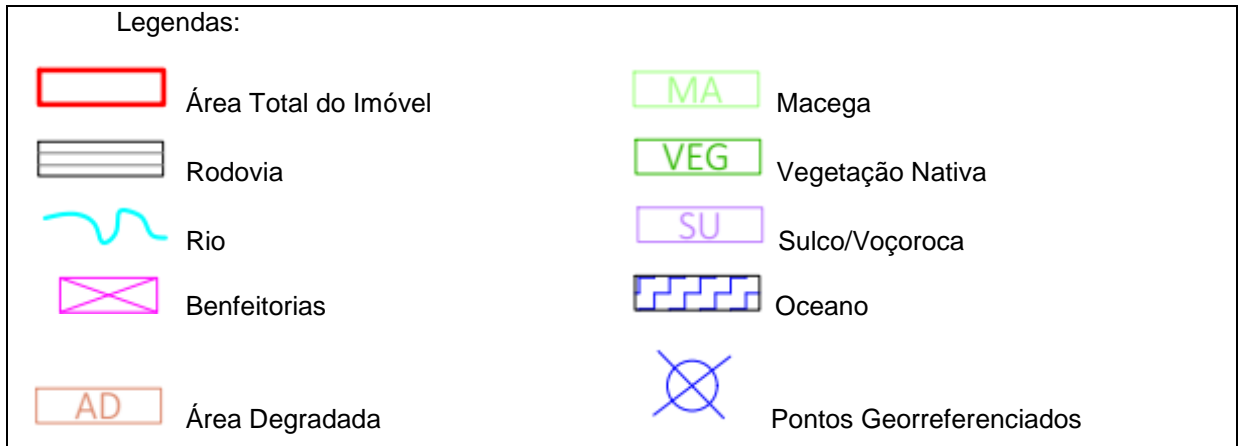
Esse instrumento cartográfico busca demonstrar de forma objetiva e georreferenciada os impactos ambientais ocorridos no local, decorrentes de intervenção antrópica, conforme a Figura 15 e seu respectivo quadro de legendas (Quadro 4) e a Tabela 9 de elementos.

**Tabela 9** - Tabela de Elementos (Áreas e Medidas).

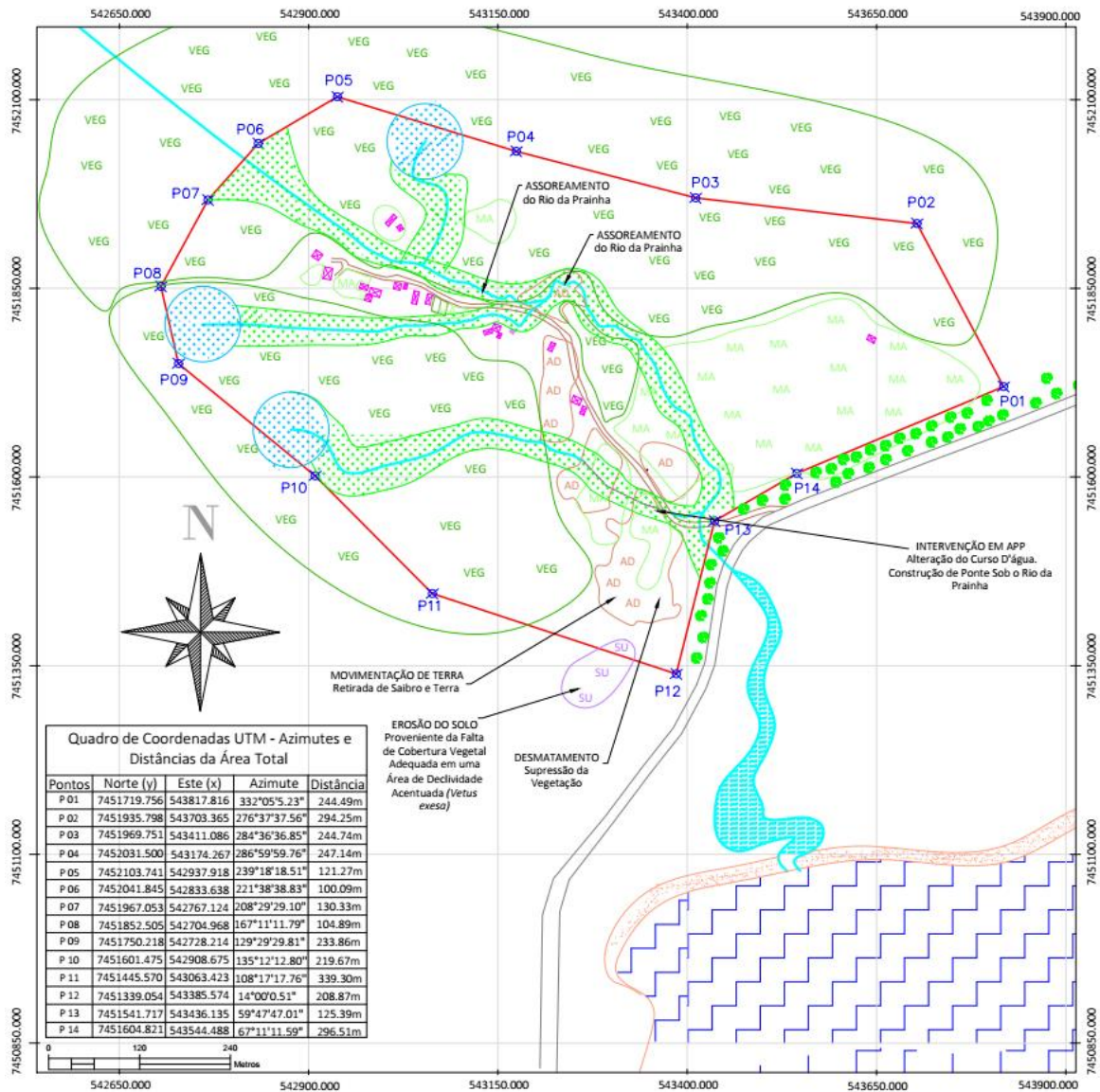
Tabela de Elementos: Áreas e Medidas			
<i>Edificações (Residências)</i>	<i>1.500,00 m<sup>2</sup></i>	<i>Macega</i>	<i>95.490,20 m<sup>2</sup></i>
<i>Construções (Madeira)</i>	<i>345,00 m<sup>2</sup></i>	<i>Vegetação Nativa</i>	<i>350.000,00 m<sup>2</sup></i>
<i>Arruamento Interno</i>	<i>737,50 m</i>	<i>Voçoroca</i>	<i>5.557,52 m<sup>2</sup></i>
<i>Muro</i>	<i>316,00 m</i>	<i>Área Degradada</i>	<i>31.504,68 m<sup>2</sup></i>

Fonte: Holística do Brasil, 2017.

**Quadro 4 - Legendas do Mapa Base da Degradação Ambiental.**



Fonte: Holística do Brasil, 2017.

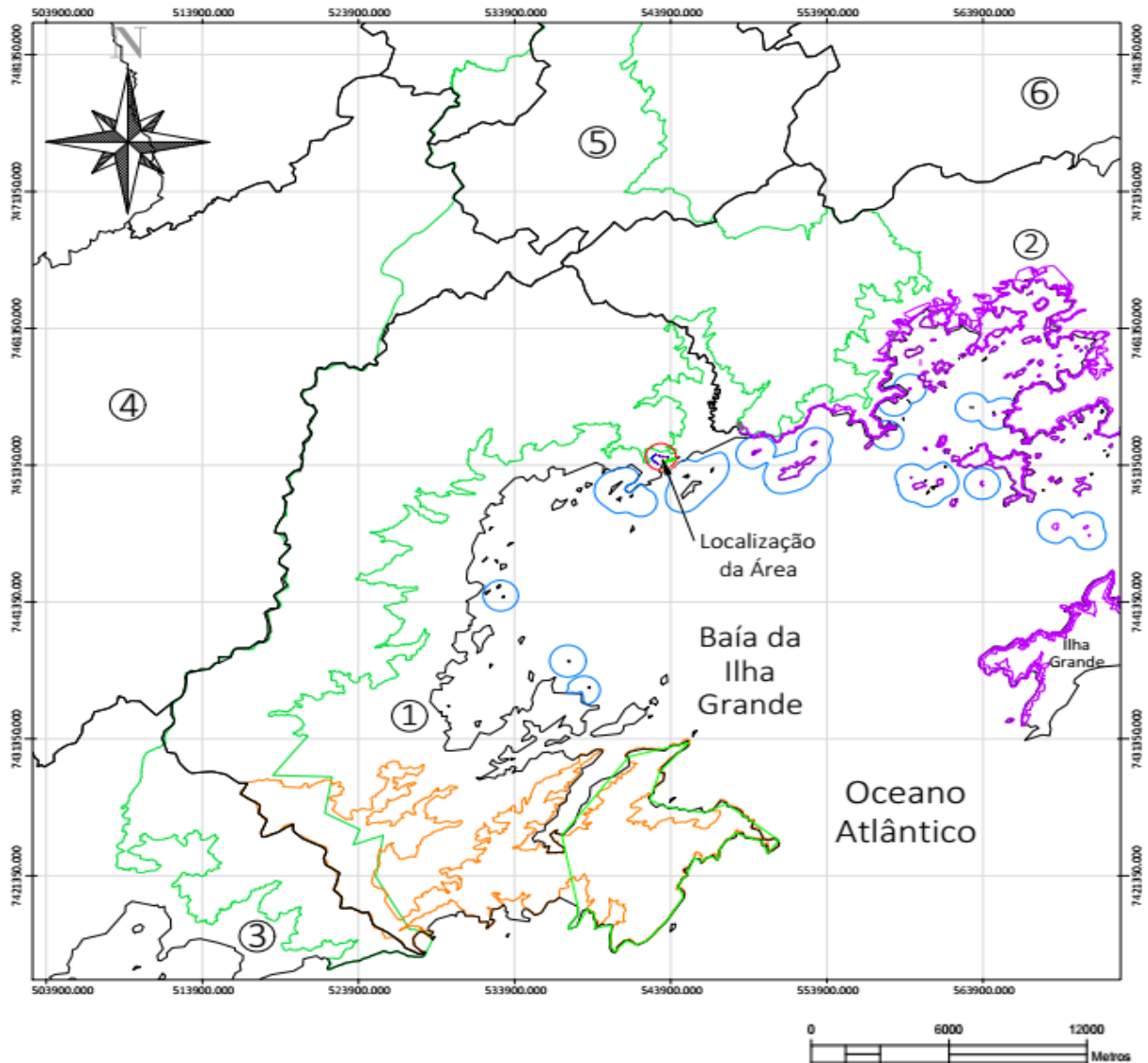


**Figura 15 - Mapa Base da Degradação Ambiental.**

Fonte: Holística do Brasil, 2017.

### 3.7.3 Mapa base de localização







Esse mapa (Figura 16) tem por objetivo referenciar a área de estudo com as cidades e as unidades de conservação (UC's) ao redor (Quadro 5), demonstrando os interesses municipais, estaduais e federal.



**Figura 16** - Mapa Base de Localização, em face aos elementos ambientais (UC's) e urbanísticos (Cidades).

Fonte: Holística do Brasil, 2017.

### Quadro 5 – Legendas do Mapa Base de Localização.

Legendas:	
①	Centro da Cidade de Paraty-RJ :: Distância em linha reta de 24,6 km
②	Centro da cidade de Angra dos Reis-RJ :: Distância em linha reta de 28,3 km
③	Centro da cidade de Ubatuba-SP :: Distância em linha reta de 44, 6 km
④	Centro da cidade de Cunha-SP :: Distância em linha reta de 33,9 km
⑤	Centro da cidade de São José do Barreiro :: Distância em linha reta de 25,5 km
⑥	Centro da cidade de Bananal-SP :: Distância em linha reta de 38,9 km
	Parque Nacional da Serra da Bocaina :: Distância em linha reta de 1,3 km
	APA Cairuçu :: Distância em linha reta de 22,1 km
	Estação Ecológica de Tamoios :: Distância em linha reta de 2,8 km
	Reserva Ecológica da Juatinga :: Distância em linha reta de 30,0 km
	APA Tamoios :: Distância em linha reta de 6,4 km
	Localização da Área do Sítio

Fonte: Holística do Brasil, 2017.

#### 3.7.4 Mapa de recuperação de áreas degradadas

Esse instrumento cartográfico (Figura 17) busca demonstrar de forma objetiva e georreferenciados os impactos ambientais ocorridos no local, decorrentes de intervenção antrópica. Está representado também o quadro de legendas (Quadro 6) e a Tabela 10 com as áreas e medidas do mapa.









**Tabela 10** - Elementos, Áreas e Medidas.

Tabela de Elementos: Áreas e Medidas			
<i>Edificações (Residências)</i>	<i>1.500,00 m<sup>2</sup></i>	<i>RPPN</i>	<i>90.000,00 m<sup>2</sup></i>
<i>Construções (Madeira)</i>	<i>345,00 m<sup>2</sup></i>	<i>Viveiro</i>	<i>150,00 m<sup>2</sup></i>
<i>Arruamento Interno</i>	<i>737,50 m</i>	<i>Centro de Estudos</i>	<i>232,95 m<sup>2</sup></i>
<i>Muro</i>	<i>316,00 m</i>	<i>Área de Intervenção</i>	<i>50.835,22 m<sup>2</sup></i>

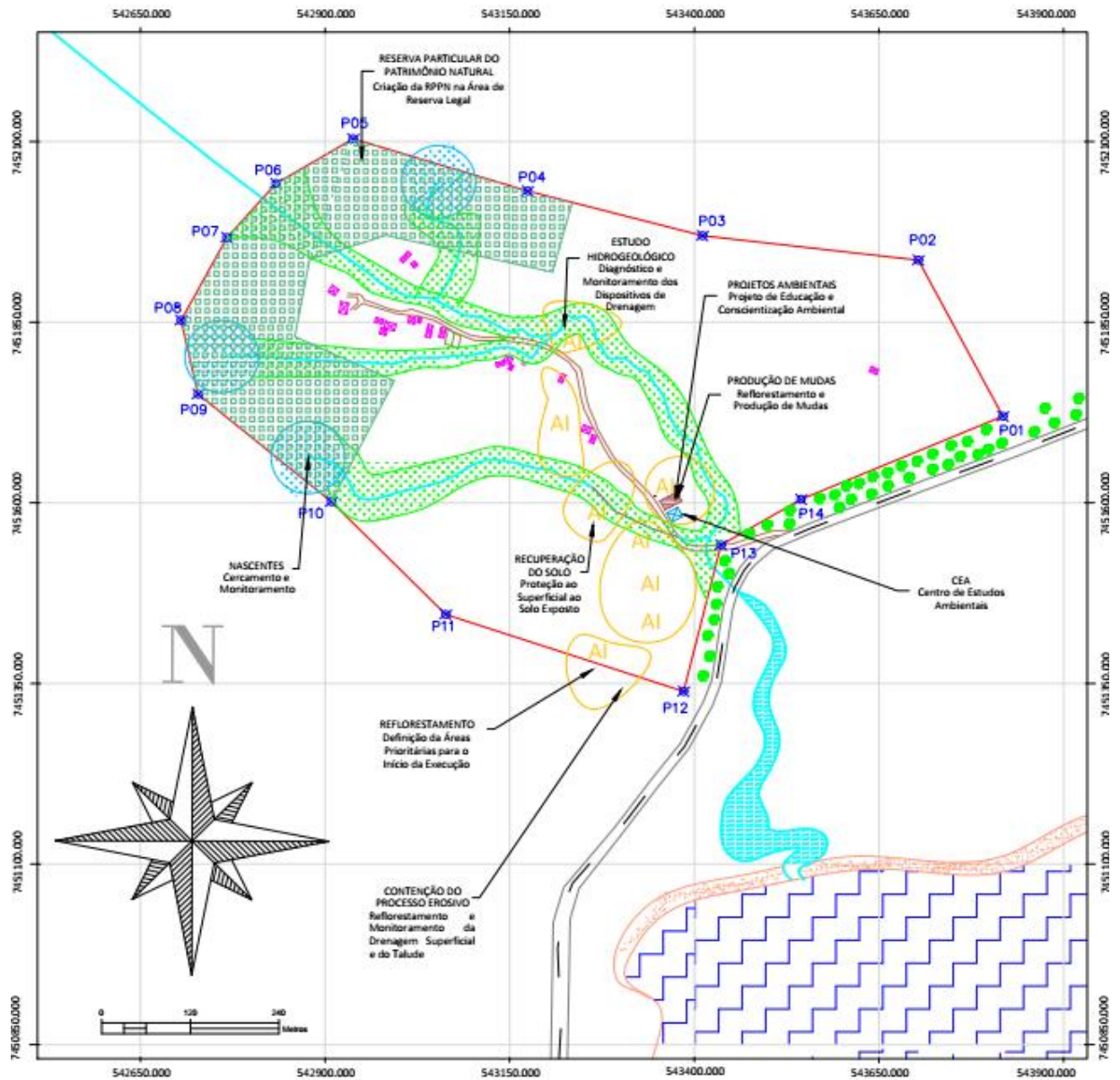
Fonte: Holística do Brasil, 2017.

**Quadro 6** - Legendas do Mapa de Recuperação de Áreas Degradadas.

Legendas:

	Área Total do Imóvel		RPPN
	Rodovia		Benfeitorias
	Rio		Viveiro AgroFlorestal / Produção de Mudanças
	Centro de Estudo e Monitoramento Ambiental da Prainha		
	Área de Intervenção		

Fonte: Holística do Brasil, 2017.

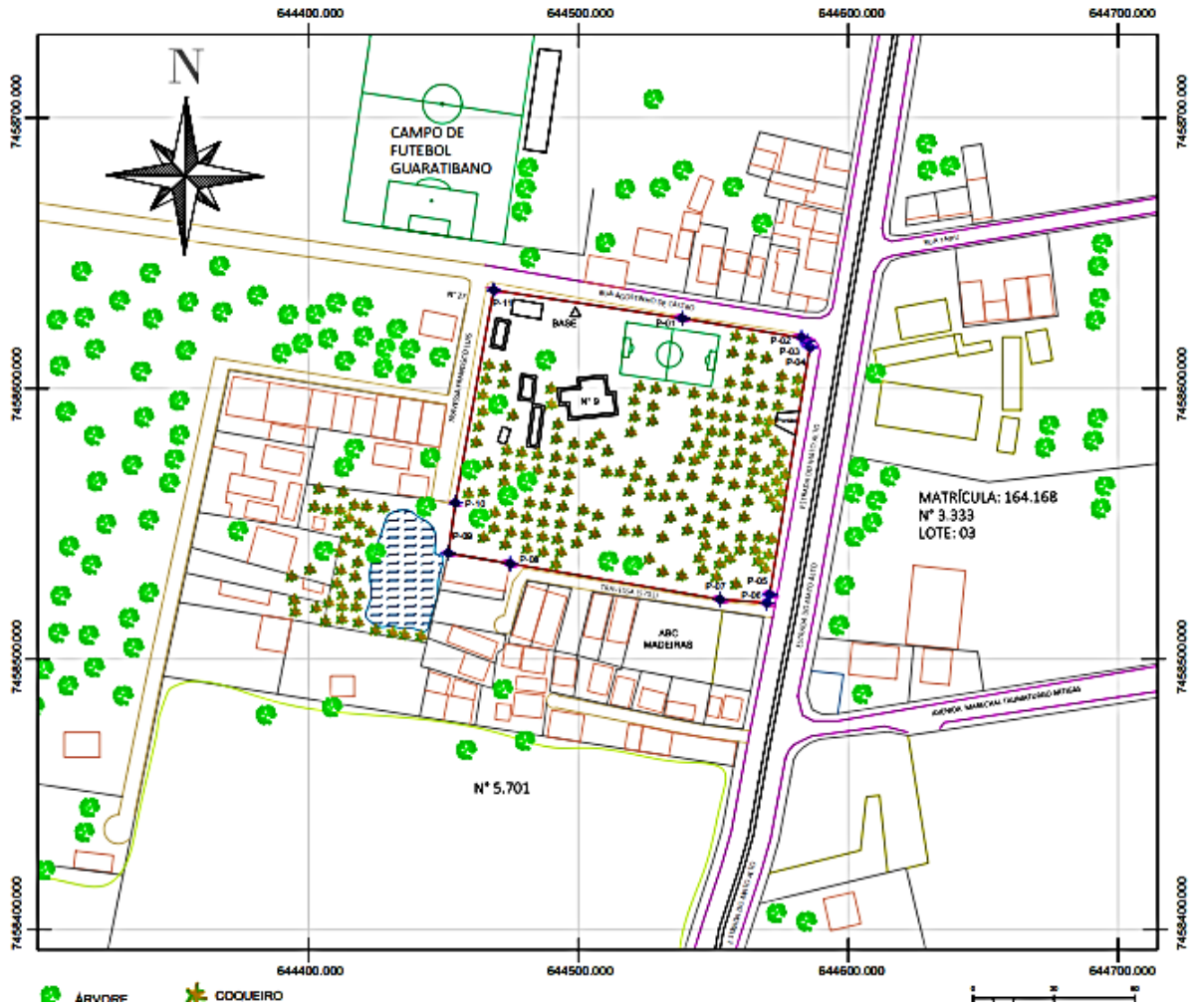


**Figura 17 - Mapa de Recuperação de Áreas degradadas.**

Fonte: Holística do Brasil, 2017.

### 3.7.5 Mapa de uso e ocupação do solo

O Mapa Base de Uso e Ocupação do Solo refere-se à distribuição geográfica dos diversos elementos físicos fixos que compõe e ocupa o solo da área pleito de estudo. De forma georreferenciada, busca exprimir a ordenação desses elementos, demonstrando estrategicamente as potencialidades decorrentes do uso e ocupação. Representado na Figura 18, junto com sua respectiva tabela de legendas (Quadro 7).












**Figura 18 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo.**

Fonte: Holística do Brasil, 2017.

**Quadro 7 - Legendas do Mapa de Uso e Ocupação do Solo.**

Legendas:

	Limite da Propriedade		Residências Vizinhas
	Rua		Indústria
	Calçada		Lagoa
	Muro		Vértice Topográfico
	Casa/Benfeitorias		

Fonte: Holística do Brasil, 2017.

#### 4 ANÁLISES E DISCUSSÃO

O pressuposto básico considerado nesse estudo é em relação ao uso do geoprocessamento, como ferramenta auxiliar na gestão ambiental. Este estudo objetiva demonstrar como o uso da convergência de tecnologias GNSS e VANT para à coleta e processamento de dados para a geração de mapas específicos, pode ser uma ferramenta tática na formatação de estudos ambientais, auxiliando então profissionais na tomada de decisão.

Segundo Câmara e Medeiros (2001), pode-se apontar pelo menos quatro grandes dimensões dos problemas ligados aos Estudos Ambientais, onde é grande o impacto do uso da tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica: Mapeamento Temático (como solos, geologia, geomorfologia, cobertura vegetal), Diagnóstico Ambiental (Relatórios de Impactos Ambientais, Avaliação de Impacto Ambiental, etc), Ordenamento Territorial e os Prognósticos Ambientais.

O uso dessa convergência de tecnologias apresenta então um resultado satisfatório na elaboração desses estudos, devido ao grande detalhamento e precisão dos dados obtidos, podendo gerar mapas com multifinalidades, como por exemplo os demonstrados anteriormente.

Este estudo buscou descrever as etapas do geoprocessamento e seus respectivos produtos, porém sem esgotar o assunto, pois existe uma grande gama de aplicações, em diversos setores da economia, em que podem ser aplicadas as técnicas de geoprocessamento, além dos muitos produtos que podem ser gerados, de acordo com necessidades específicas de cada estudo.

## 5 CONCLUSÃO

O estudo pôs em questão o uso do geoprocessamento como ferramenta para a gestão ambiental, demonstrando produtos que podem ser gerados para realização de estudos ambientais, e como estes dados podem auxiliar na composição de uma rede cadastral.

O uso da convergência de tecnologias GNSS e VANT para a coleta de dados, e o processamento dos mesmos através de softwares específicos, demonstra ser uma ferramenta estratégica na formatação de estudos ambientais, visto que, possui uma boa visualização e exposição de dados, através dos mapas e cartas geográficas georreferenciados que são gerados.

O levantamento aerofotogramétrico apresenta ótimos resultados em questão de resolução espacial (acurácia centimétrica), porém apresenta limitações em relação ao sobrevoo de grandes áreas, sendo aconselhado para geração de cartas nas escalas 1:10.000 e 1:5.000. Para geração de mapas com escalas superiores é utilizado imagens de satélite.

O geoprocessamento apresenta um enorme potencial de gestão, pois a geração destes produtos cartográficos, auxiliam no estudo, interpretação e tomada de decisão, agregando valor ao produto final e ajudando na estruturação de ações que visam o planejamento tanto ambiental quanto territorial. O geoprocessamento ajuda também na criação de um banco de dados geográficos georreferenciados através do CTM, garantindo então, o armazenamento e atualização de dados variados, contribuindo para a gestão municipal.

O geoprocessamento é uma ferramenta recente, e sua tendência é se modernizar cada vez mais, através das tecnologias que o englobam, que estão em constante desenvolvimento, permitindo uma acurácia cada vez maior no levantamento e processamento de dados.

Este estudo deixa como sugestão para trabalhos futuros, a aplicação do modelo descritivo aqui proposto, em estudos na área ambiental, demonstrando então, na prática os produtos gerados pela convergência de tecnologias de geoprocessamento.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKENINE-MÖLLER, T; HAINES, E; HOFFMAN, N. **Real-Time Rendering**, third ed. A. K. Peters, Ltd; Natick, MA, USA, 2008.

ALEXANDRE, F. S; RAMOS, R. P. S; DEUS, R. A. S. G; GOMES, D. D. M. **Aerofotogrametria de Pequeno Formato Aplicada a Realização da Cartografia Básica da Cidade de Palmeirina – PE**. Instituto de Geociências – Unicamp, Campinas – SP, 2017.

ALKES ENGENHARIA E GEOTECNOLOGIA. **Geoprocessamento**. 2018. Disponível em: <http://alkesengenharia.com.br/geoprocessamento/>. Acessado em: 30 de maio de 2018.

ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Especial para Utilização de Aeronaves Não Tripuladas**. Brasília, 2017. Disponível em: [https://www.anac.gov.br/noticias/2017/regras-da-anac-para-uso-de-drones-entram-em-vigor/release\\_drone.pdf](https://www.anac.gov.br/noticias/2017/regras-da-anac-para-uso-de-drones-entram-em-vigor/release_drone.pdf). Acessado em: 10 de maio de 2018.

ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil. **RPAS – Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas**. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/rpas/>. Acessado em: 06 de abril de 2018.

ANDRADE, J. B. de. **Fotogrametria**. SBEE, Curitiba – PR, 1998.

ANTUNES, A. F. **Elementos de Cadastro Territorial Multifinalitário**. Cadastro Técnico Rural e Urbano, Apostila. Departamento de Geomática, UFPR, Curitiba – PR, 2017.

ARONOFF, S. **Geographical Information Systems: A Management Perspective**. WDI Publications, Ottawa – Canada, 295 p; 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133: Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, p. 35. 1994.

BEPPLER, M. **Atualização de Bases Cadastrais, em Áreas de Ocupações Irregulares, a Partir de Imagens de Alta Resolução Espacial.** Dissertação de Mestrado, CPGCG, UFPR, 2007.

BIAGIONI, L. G. **Utilização de Veículos Aéreos não Tripulados pela Polícia Militar Ambiental do Estado de São Paulo.** 250 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências Policiais de Segurança e Ordem Pública) - Centros de Altos Estudos de Segurança "Cel. PM TERRA" da Polícia Militar do Estado de São Paulo, São Paulo, 2010.

BLITZKOW, D; MATOS, A. C. C. de. **A Evolução dos Referenciais Usados em Geodésicas: A Era Moderna.** Boletim de Ciências Geodésicas, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 3, 2007.

BORTOT, A. **O Uso do Cadastro Técnico Multifinalitário na Avaliação de Impactos Ambientais e na Gestão Ambiental nas Atividades de Mineração.** Ed. do Autor, Criciúma – SP, 2002.

BURROUGH, P.A. ***Principles of Geographical Information Systems for Land Resouces Assessment.***Oxford, Clarendon Press, 193 p.1986.

CÂMARA, G. **Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos.** Tese de Doutorado em Computação Aplicada. INPE, São José dos Campos – SP, 1995.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. **Introdução à Ciência da Geoinformação.** INPE, São José dos Campos – SP, 2001.

CÂMARA, G; MEDEIROS, J. S. **Introdução à Ciência da Geoinformação.** Cap. 2. INPE, São José dos Campos – SP, 2001.

COSTA, G. C. **Pré-sinalização de Pontos de Apoio em Aerofotogrametria com Câmeras de Pequeno Formato**. IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife– PE, p. 001 – 009, 2012.

CUNHA, R.M.P.; BULLA, L.A.S.; HARTMANN, C. **Uso de Imagens de Pequeno Formato como Instrumento na Elaboração e Implantação de Projetos Costeiros**. O sistema ADAR 1000. GRAVEL, Porto Alegre – RS, v. 7, n. 1, p. 47-56, 2009.

DAI, L.; WANG, J.; RIZOS, C.; HAN, S. **Predicting Atmospheric Biases for Real time Ambiguity Resolution in GPS/GLONASS Reference Station Networks**. *Journal of Geodesy*, Berlin v. 76 nº11/12, p.617-628, 2003.

EISENBEISS, H. **UAV Photogrammetry**. (A dissertation submitted to ETH Zurich). *Institut für Geodäsie und Photogrammetrie*, Zúrique, Suíça, 2009.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais**. Oficina de Textos, São Paulo – SP, 2002.

FONTES, L. C. A. A. **Fundamentos de Aerofotogrametria, Aplicada a Topografia**. Universidade Federal da Bahia – UFBA, 2005. Disponível em: <http://www.topografia.ufba.br/nocoos%20de%20aerofotogrametriapdf.pdf>. Acessado em: 10 de abril de 2018.

GALVÃO, G. M. **Acurácia da Mosaicagem Gerada por Veículo Aéreo não Tripulado Utilizado na Agricultura de Precisão**. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal – SP, 2014.

GEGE – **Grupo de Estudo em Geodésia Espacial**. *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 28, n. 3. UNESP, São Paulo – SP, 2010. Disponível em: [http://gege.prudente.unesp.br/index\\_port.php?p=50](http://gege.prudente.unesp.br/index_port.php?p=50); Acesso em: 21 set. 2017.

GOITACA. **Receptor GNSS Topcon Hiper V**. 2014. Disponível em: <http://www.goitaca.com.br/piracicaba/receptor-gnss-topcon-hiper-v/>. Acessado em: 21 set. 2017

HOLÍSTICA DO BRASIL. **Mapa Aerofotogramétrico**, Paraty – RJ, 2017. 1 mapa, escala 1:5000.

HOLÍSTICA DO BRASIL. **Mapa Base da Degradação Ambiental**, Paraty – RJ, 2017. 1 mapa, escala 1:5000.

HOLÍSTICA DO BRASIL. **Mapa Base de Localização**, Paraty – RJ, 2017. 1 mapa, escala 1:5000.

HOLÍSTICA DO BRASIL. **Mapa de Declividade**, Paraty – RJ, 2017. 1 mapa, escala 1:5000.

HOLÍSTICA DO BRASIL. **Mapa de Elevação**, Paraty – RJ, 2017. 1 mapa, escala 1:5000.

HOLÍSTICA DO BRASIL. **Mapa de Uso e Ocupação do Solo**, Volta Redonda – RJ, 2017. 1 mapa, escala 1:5000.

HOLÍSTICA DO BRASIL. **Mapa Planialtimétrico Georreferenciado**, Paraty– RJ, 2017. 1 mapa, escala 1:5000.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Serviço Online para Pós-processamento de Dados GNSS - IBGE-PPP, 2018**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 01 de fev.de 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cartograma**. Informações Sobre Posicionamento Geodésico. 2017. Disponível em: [ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_sobre\\_posicionamento\\_geodesico/rbmc/cartogramas/RBMC\\_2017.png](ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rbmc/cartogramas/RBMC_2017.png). Acessado em: 30 de maio de 2018.

INCRA, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, **Manual Técnico de Posicionamento Georreferenciamento de Imóveis Rurais**, 1ª Edição. 2013. Disponível em: [http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/certificacao-de-imoveis-rurais/manual\\_tecnico\\_de\\_posicionamento\\_1\\_edicao.pdf](http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/certificacao-de-imoveis-rurais/manual_tecnico_de_posicionamento_1_edicao.pdf). Acesso em: 23 março de 2018.

INDIAMART. **Drone Dji Phantom 4**. 2018. Disponível em: <https://dir.indiamart.com/search.mp?ss=dji+phantom+4+pro&src=as-popular%3Akwd%3Dpha>. Acessado em: 28 de março de 2018.

INDIAMART. **Receptor GNSS**. 2018. Disponível em: <https://www.indiamart.com/proddetail/hi-target-v30-rtk-gnss-gps-14987280697.html>. Acessado em: 28 de março de 2018.

KUGLER, A. **Escala Digital**. ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos S. A. Curitiba – PR, 2008. Disponível em: [www.esteio.com.br/downloads/2008/EscalaDigital.pdf](http://www.esteio.com.br/downloads/2008/EscalaDigital.pdf). Acessado em: 10 de maio 2018.

LIMA, E. M; THOMAZ, T. A. M; SEVERO, T. C. **Mapeamento Aerofotogramétrico Digital Utilizando Fotografias de médio formato**. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre – RS, 2010.

LIMA, R. N. S. **Google Earth Aplicado a Pesquisa e Ensino da Geomorfologia**. Revista de Ensino de Geografia, Uberlândia, v. 3, n. 5, p. 17-30, 2012.

LIMA, R. S; PONS, N. A. D; LIMA, J. P. **Utilização do Google Earth para Obtenção de Mapas Viários Urbanos para SIG**. MundoGEO, 2009. Disponível em: <http://mundogeo.com/blog/2009/07/09/utilizacao-do-google-earth-para-obtencao-de-mapas-viarios-urbanos-para-sig/>. Acessado em: 09 de abril de 2018.

LOCH, C. **A Realidade do Cadastro Técnico Multifinalitário no Brasil**. XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Florianópolis – SC, 2007.

LUGNANI, J. B. **Introdução à Fotogrametria**. Editora da UFPR, Curitiba – PR, 1987.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Diretrizes para a Criação, Instituição e Atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário nos Municípios Brasileiros**, Manual de Apoio – CTM, Brasília, Ministério das Cidades, 2010.

MOURA, A. C. M; FREIRE, G. J. de M. **O Papel do Cadastro Territorial Multifinalitário nas Políticas Públicas de Planejamento e Gestão Urbana – Contexto Histórico e Questões Contemporâneas**. Anais do XXV Congresso Brasileiro de Cartografia, Curitiba – SC, 2012.

MOURA, A. C. M; ANDRADE, G. A. P; SANTANA, S. A; PATROCÍNIO, C; PATROCÍNIO, A. M. **Desenvolvimento de Aplicativos de Geoprocessamento para Planos Diretores Municipais em Minas Gerais**, Brasil. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, p.5057-5082. Florianópolis, 2007.

NRR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. **NRR-4 - Equipamento de Proteção Individual**. Brasília, 2008.

OLIVEIRA, E. F. **Por Trás das Imagens: De Onde Vêm as Imagens do Google Earth**, Nasa World Wind e Virtual Earth 3D, Revista Infogeo-online, nº 42, 2008.

OLIVEIRA, J. G. **Comparativo Entre Topografia Clássica x RTK para Locações de Obras**. Centro Universitário do Triângulo, UNITRI, Uberlândia, MG, 2017. Disponível em: [www.computacao.unitri.edu.br/erac/index.php/erac/article/view/644/523](http://www.computacao.unitri.edu.br/erac/index.php/erac/article/view/644/523) Acesso em: 25 de abril de 2018.

PECHARROMÁN, J. M; VEIGA, R. **Estudo Sobre a Indústria Brasileira e Europeia de Veículos Aéreos Não Tripulados**. Projeto Apoio aos Diálogos

Setoriais União Europeia– Brasil, 2017. Disponível em: <http://www.sectordialogues.org/projetos/estudo-sobre-a-industria-de-veiculos-aereos-nao-tripulados-brasileira-e-europeia>. Acessado em: Maio de 2018.

REIS FILHO, A. A; MOURA, A. C. M. **Contribuição do Geoprocessamento para o Estatuto da Cidade como Ferramenta para o Planejamento e Gestão Urbana**. UFPI/UFMG, 2014. Disponível em: [https://www.academia.edu/15286766/CONTRIBUI%C3%87%C3%83O\\_DO\\_GEOPROCESSAMENTO\\_PARA\\_O\\_ESTATUTO\\_DA\\_CIDADE\\_COMO\\_FERRAMENTA\\_PARA\\_O\\_PLANEJAMENTO\\_E\\_GEST%C3%83O\\_URBANA](https://www.academia.edu/15286766/CONTRIBUI%C3%87%C3%83O_DO_GEOPROCESSAMENTO_PARA_O_ESTATUTO_DA_CIDADE_COMO_FERRAMENTA_PARA_O_PLANEJAMENTO_E_GEST%C3%83O_URBANA). Acessado em: 01 de maio de 2018.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 5 ed.Ed. da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, 2003.

ROSA. R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 7 ed. Ed. da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, 2009.

ROSALEN, D. L. **Estudo do Processo de Captação de Imagens Aplicado à Fotogrametria Digital**. Dissertação (Mestrado em Engenharia dos Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

SANTOS, D. R. **Fotogrametria I**. cap. iii. 1ª Edição. Departamento de Geomática, UFPR, Curitiba – PR, 2013.

SEVERO, T. C; SOUZA, S. F; MATSUOKA, M. T. **Posicionamento GPS sobre Referências de Nível no Estado do Rio Grande do Sul**. In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2010, Recife. Anais... UFPE, 2010.

SILVA, C. A; DUARTE, C. R; SOUTO, M. V. S; SABADIA, J. A. B. **Utilização de VANT para Geração de Ortomosaicos e Aplicação do Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC)**. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, INPE, João Pessoa – PB, 2015.

SILVA, E. **Cadastro Técnico Multifinalitário: Base Fundamental para Avaliação em Massa de Imóveis**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis – SC, 2006.

SILVA, J. X. da; Z Aidan, R. T. **Geoprocessamento & Meio Ambiente**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro. 328 p; 2011.

TEIXEIRA, A; MATIAS, L; NOAL, R; MORETTI, E. **Qual a Melhor Definição de SIG**. Revista FATOR GIS, n. 11, Ano 3, Sagres Editora, Curitiba – PR, 1995.

## **Anexo A - Autorização para uso de dados**

Eu, Luan Santos de Oliveira, Engenheiro Ambiental da Empresa Holística do Brasil – Engenharia e Soluções Ambientais Ltda; venho por meio deste, autorizar os alunos Paulo Ricardo Silva Moreira e Rodolfo Brovini Martins a utilizar em citações e descrições, os métodos, processos e mapas utilizados nesta empresa, que estejam vinculados ao tema a ser abordado em sua Monografia intitulada como “O Potencial do Geoprocessamento como Ferramenta para a Gestão Ambiental” desde que os alunos, assegurem ao final da pesquisa, encaminhar um volume do trabalho com as abordagens e conclusões do referido Trabalho Acadêmico.

---

LUAN SANTOS DE OLIVEIRA

Volta Redonda, 04 de junho de 2018.