

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE JARDIM
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA**

MAX PETERSON DIAS DE OLIVEIRA

**O USO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT) NO
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
SANTO ANTÔNIO**

Jardim/MS

2019

MAX PETERSON DIAS DE OLIVEIRA

**O USO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT) NO
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
SANTO ANTÔNIO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), apresentado à Coordenação do Curso de Geografia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Jardim como pré-requisito para a obtenção do grau de Licenciado em Geografia sob a orientação do Prof.º Paulo Henrique Vieira.

Jardim/MS

2019

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
UEMS – Jardim

OLIVEIRA, M. P. D.

O uso de veículo aéreo não tripulado (vant) no diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do rio santo antônio /Max Peterson Dias de Oliveira – Jardim: [s.n], 2019. 37 f.

TCC (Graduação) – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

Orientador: Prof.º Paulo Henrique Vieira

1.bacia hidrográfica 2. drone 3.geotecnologia.

TERMO DE APROVAÇÃO

MAX PETERSON DIAS DE OLIVEIRA

O USO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT) NO DIAGNÓSTICO
AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANTO ANTÔNIO

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Geografia, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, pela seguinte Banca Examinadora:

Orientador: Prof.º Paulo Henrique Vieira

Profº Me. Jandir Osuna de Souza

Profº Me. Rodolfo Portela Souza

Jardim, 11 de novembro de 2019.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Luciene Dias Arguilheira e Maxsuel de Oliveira Nunes. Eu serei eternamente grato pelo amor e carinho que são transmitidos por vocês!

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, sem a força dele, nada disso seria possível, meu guia em minha vida.

Minha família mãe, pai e irmã que sempre acreditaram em mim, me dando força e me incentivando a sempre buscar o melhor. Nesse momento, em especial, minha esposa Nádia, um anjo em minha vida, que ilumina e me guia, companheira que sempre está à disposição, seu apoio foi fundamental nessa jornada em minha vida!

Quero agradecer as pessoas que fizeram parte desses quatro anos de graduação e um deles é meu amigo Jean Carlo, um irmão, exemplo e que pode me incentivar nessa trajetória, quero deixar os meus agradecimentos aos meus amigos e colegas de turma.

Aos meus professores de curso, em especial ao professor Sidney Kuerten, que me incentivou a ir em busca de novos desafios e, que acabou resultando neste trabalho.

Pela Universidade, que pode me assessorar com as ferramentas utilizadas neste trabalho.

Ao professor Paulo que se disponibilizou em ser meu orientador, a equipe de projeto que continua em andamento juntamente com Fundação Neotrópica situada na cidade de Bonito – MS.

Quero deixar aqui meus agradecimentos aos meus colegas de trabalho da Escola Cel. Rufino, em nome da diretora, salientar minha gratidão que tenho e por estar trabalhando com excelentes profissionais e que são pessoas que considero como minha segunda família.

EPÍGRAFE

“O sucesso não consiste em não errar, mas em não cometer os mesmos equívocos mais de uma vez.”

(George Bernard Shaw)

RESUMO

Atualmente, as geotecnologias têm auxiliado no monitoramento ambiental, facilitando o trabalho dos pesquisadores nos trabalhos de campo e gabinete. Desta forma, este trabalho busca analisar as questões ambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio com a utilização de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), o qual é cada vez mais presente nos estudos ambientais, na qual, acaba dando subsídio para a Geografia. Atualmente, existem vários posicionamentos sobre os nossos recursos hídricos e sua capacidade de sobrevivência, diante dos diversos assuntos referentes a questão ambiental, um assunto em particular referente as matas ciliares e os recursos hídricos deve ser tratado com muita cautela, afinal ele tem influência direta sobre às atividades humanas de subsistência, como a agricultura e o manejo da água. Essa tecnologia permite melhorar a coleta e espacialização de dados, assim, as geotecnologias constituem conjunto de técnicas que vão desde a captura, processamento e representação de informações geográficas através de dados obtidos por meio de sensores, drones, softwares, entre outros. Foi realizada pesquisa de campo em 3 pontos distintos decidido em reunião estratégica, e após análises evidenciou que 2 pontos estão em conformidades e 1 ponto apresenta uma erosão de 214 metros. Assim o Vant se mostrou eficaz para determinar irregularidades com precisão em pontos com áreas pequenas.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica, Drone, Geotecnologia.

ABSTRACT

Currently, geotechnologies have assisted in environmental monitoring, facilitating the work of researchers in field and cabinet work. Thus, this paper seeks to analyze the environmental issues of the Santo Antônio River Basin with the use of Unmanned Aerial Vehicle (UAV), which is increasingly present in environmental studies, in which it ends up giving subsidy to Geography. Currently, there are various positions on our water resources and their ability to survive in the face of various environmental issues, a particular issue relating to riparian forests and water resources must be treated very carefully, since it has a direct influence on subsistence human activities such as agriculture and water management. This technology makes it possible to improve data collection and spatialization. Thus, geotechnologies are a set of techniques ranging from the capture, processing and representation of geographic information through data obtained through sensors, drones, software, among others. Field research was carried out in 3 different points decided in a strategic meeting, and after analysis showed that 2 points are in conformity and 1 point has an erosion of 214 meters. Thus Vant proved effective in accurately determining irregularities in points with small areas..

Key words: Basin Hydrographic, Drone, Geotechnology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Diferentes modelos de VANTs usados para aerolevamentos fotográficos	18
Figura 02: Exemplos de GSD	20
Figura 03: Localização da área de estudo. Indicação da área dentro do território nacional e estadual	21
Figura 04: Imagem de execução de voo com o aplicativo Pix4D	23
Figura 05: Pontos mapeados com VANT.....	24
Figura: 06 Ambiente inicial do software Aigsoft Metashape Profissional	24
Figura 07: Alinhamento de câmera no Software de processamento de imagens Agisoft Metashape Ponto 03	26
Figura 08: Modelo Digital da Superfície Ponto 03	26
Figura 09: Ponto 01 da pesquisa.....	28
Figura 10: Ponto 02 da pesquisa.....	29
Figura 11: Ponto 03 da pesquisa.....	30
Figura 12: Ortofotomosaico do ponto 03, com ênfase da erosão	31

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil

APP – Área de Preservação Permanente

ESRI – *Environmental Systems Research Institute, Inc.*

GIS – *Geographic Information Systems*

GPS – Sistema de Posicionamento Global

GSD – *Ground sample distance*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

MDE – Modelo Digital de Elevação

BHRST – Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PMABB – Programa de Monitoramento Ambiental dos Biomas Brasileiros

RL – Reserva Legal

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SIRGAS-2000 - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

VANT – Veículo Aéreo Não Transportado

WGS-84 – *World Geodetic System 1984*

Sumário

INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO I: Fundamentação Teórica	15
1.1 Impactos ambientais em bacias hidrográficas	15
1.2 A evolução das geotecnologias em análises ambientais.....	16
1.3 VANT - Veiculo Áereo Não Tripulado.....	18
CAPÍTULO II: Materiais e Métodos	21
2.1 Área de Estudo	21
2.2 Materiais	22
2.3 Procedimentos operacionais	22
2.4 Justificativa da não utilização dos pontos de controle no solo	25
CAPÍTULO III: Resultados e Discussão	27
CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

INTRODUÇÃO

Atualmente, existem vários posicionamentos sobre os nossos recursos hídricos e sua capacidade de sobrevivência, diante dos diversos assuntos referentes a questão ambiental, um assunto em particular referente as matas ciliares e os recursos hídricos deve ser tratado com muita cautela, afinal, ele tem influência direta sobre às atividades humanas de subsistência, como a agricultura e o manejo da água.

A Constituição Brasileira de 1988 declara no seu artigo 225: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

A Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio é o primeiro grande afluente da margem direita do rio Miranda, cuja foz encontra-se no limite das cidades de Guia Lopes da Laguna e Jardim (MS). O canal principal e afluentes são utilizados para diferentes fins, em especial para o abastecimento público, a agropecuária e o turismo. Apesar de sua relevância econômica, social e ambiental, existem várias evidências de impactos ambientais negativos neste importante manancial, que podem ser observados ao longo de inúmeros trechos de sua rede hidrográfica em especial às Áreas de Preservação Permanente (APP). (OSUNA; KUERTEN; HAYAKAWA, 2014).

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo geral realizar um diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio, com o auxílio do Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), procurando destacar a capacidade desta ferramenta inovadora e eficiente na categoria de aerolevantamentos ambientais, priorizando analisar a qualidade das imagens aéreas capturadas que proporcionaram produtos cartográficos pelo VANT.

Diante deste contexto e com o intuito de contribuir para uma análise ambiental, a utilização de geotecnologias surge como uma alternativa para a identificação de áreas críticas presentes na paisagem das bacias hidrográficas. Florenzano (2005) declara que a ligação entre as geotecnologias ao sensoriamento remoto em conjunto com o Sistema de Informação Geográfica (SIG), estão se potencializando em inúmeras linhas do conhecimento. Além do mais, é crescente o desenvolvimento técnico em equipamentos, que resultam na maior precisão e no nível de detalhamento do objeto de estudo.

Com uma vasta gama de inúmeras plataformas de sensoriamento remoto, o Veículo Aéreo Não Tripulado, conhecido também como *Drone*, passou a ganhar visibilidade por suas

vantagens técnicas e econômicas em comparação com os métodos tradicionais de aerolevanteamento (LONGHITANO, 2010; GREGORIO *et al.*, 2015).

De acordo com Luz e Kapp Junior (2015), a usabilidade da ferramenta do *drone* é tratada como um tema atual e está em consonância em diversas pesquisas de ordenamento territorial, viabilidade técnica, econômica e ambiental. A procura por este instrumento é na culminância de resultados, resultante de captações aéreas e de processamento de dados, contribuindo na atualização de bases de dados cartográficos. Onde se trata sobre as modificações oriundas do processo natural do solo ou intervenções antrópicas, poderá compor um sistema de informação ou ser auxiliar de fonte de informação para diversas organizações de planejamento territorial.

CAPÍTULO I: Fundamentação Teórica

1.1 Impactos ambientais em bacias hidrográficas

Entendem-se as bacias hidrográficas como células básicas de análise ambiental, onde a visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita. Cabe ressaltar que a ação de planejar depende diretamente da ação de pesquisa e análise dos variados aspectos do meio ambiente e das formas de uso e ocupação que a sociedade estabelece ao longo do tempo (BOTELHO E SILVA, 2004). Deste modo, na bacia hidrográfica estão presentes diferentes componentes do meio físico que se interligam para a manutenção de seu equilíbrio, tais como a água, o solo, a topografia do relevo e a vegetação, formando um sistema aberto, em constante dinâmica de troca de matéria e energia. (COVIZZI; CAMARGO; GOBBI, 2017).

Pires et al., (2002) traz como ideia de que a bacia hidrográfica faz parte de uma unidade de planejamento e gestão ambiental, que é resultante do conhecimento correlacionado entre características físicas da bacia de drenagem, qualidade e quantidade que chegam nas calhas hídricas dos rios. Neste sentido, podemos constatar diversos problemas ambientais que atingem diferentes elementos que estão inseridos dentro de uma bacia, e com a ocupação antrópica das terras, os problemas são constatados na diminuição da matéria orgânica. Impermeabilização, desmatamentos das matas ciliares, irrigação, erosão, etc. (ARAÚJO et. al., 2009).

Segundo Araújo et al., (2009), as bacias hidrográficas, umas das ações supracitadas, a erosão, ou seja, a erosão hídrica, que é causada pela água das chuvas, é identificada como a principal causa do empobrecimento do solo. Neste processo, a estrutura do solo é destruída pelo impacto da chuva que atinge a superfície do terreno e, em seguida o material solto, rico em nutrientes e matéria orgânica, é removido do local e depositado nas depressões no interior das vertentes e no fundo dos vales. A intensidade de ação deste processo erosivo depende, além do clima, da resistência do solo e da presença de diversas condições ligadas ao manejo do solo e água e da natureza da comunidade vegetal presente. (RUHE, 1975 *apud* BAHIA, 1992).

Os aspectos morfológicos dos canais fluviais dependem do equilíbrio entre erosão (transporte de sedimentos) e o depósito de partículas de solos. Segundo Fernandez (1990), se um eventual desequilíbrio acontece entre estes processos, o canal fluvial sofre um ajustamento de suas variáveis morfológicas, a fim de alcançar nova forma estável compatível com as

novas condições, o que pode ocorrer em um intervalo de tempo, que varia a longo, médio ou curto prazo, devido às mudanças na vazão e transporte de sedimentos.

1.2 A evolução das geotecnologias em análises ambientais

Os avanços tecnológicos mudaram a forma de se fazer pesquisa, e na geografia não é diferente, o advento das geotecnologias e principalmente dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e do Sensoriamento Remoto foi preciso trazer novos conceitos que englobasse tais ferramentas, conforme argumenta Santiago e Cintra (2017):

As Geotecnologias são um conjunto de tecnologias utilizadas para realizar a coleta, o processamento, análise e disponibilização de informações com referência geográfica de uma determinada localidade. O termo é utilizado para designar todas as etapas que envolvem o uso e a análise espacial de dados geográficos, assim como o compartilhamento dessas informações. Essas tecnologias, que envolvem hardware, software e peopleware, podem auxiliar um engenheiro cartográfico, e outros, por exemplo, na tomada de decisões mais assertivas (SANTIAGO; CINTRA, 2017, online).

Para Cardoso (2019), a geotecnologia pode ser conhecida, também, por Geoprocessamento de conjuntos e técnicas que são coletadas, processadas, analisadas e colocadas à disposição com referência geográfica. As Geotecnologias podem ser uma ferramenta poderosa para as tomadas de decisões, servindo de suporte em diversas áreas, como a gestão ambiental, mineração e municípios.

A utilização de geotecnologias cria uma importante ferramenta de gerência dos recursos hídricos, uma vez que, permite avaliar o perímetro de determinada bacia hidrográfica a ser monitorada, como a situação de cobertura vegetal e a do uso e ocupação do solo, manipular e organizar dados vetoriais e matriciais, dentro de um banco de dados georreferenciados. (ENCINA et. al., 2018).

Segundo Dias (2008) que fez um estudo direcionado sobre as técnicas de geoprocessamento que contribuem no gerenciamento e monitoramento ambiental nos seguintes aspectos:

Como por exemplo, casos de poluição industrial, catástrofe nuclear, derramamento de petróleo, deslizamento de terra, identificação de terremoto, incêndio florestal, tempestade, tornado e ciclone, contaminação de corpos d'água, estresse da vegetação, monitoramento de espécies animais, variações do solo, tipologia vegetal, aplicações relacionadas às questões ambientais, zoneamentos agroecológicos; apoio à gestão de bacias hidrográficas,

avaliações de impacto ambiental em geral, entre várias outras possibilidades (DIAS, 2008, p. 35).

Desta forma, o uso dos instrumentos para diagnóstico, monitoramento e gerenciamento, salienta a extrema influencia dos fluxos da informação ambiental, originando integração nos vários domínios científicos, resultando em planos que fundamentarão as tomadas de decisões. (CARDOSO, 2019).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2013) *apud* Soares (2018), as novas tendências demográficas e econômicas que surgiram no país nos últimos 50 anos trouxeram significativos impactos sobre os ecossistemas e o aumento da situação de vulnerabilidade de determinadas parcelas da população, colocando em risco a própria sustentabilidade do desenvolvimento nacional. O MMA também destaca a importância de se ter uma visão estratégica do território que permita conciliar as metas de crescimento econômico e de combate às desigualdades sociais com a conservação dos recursos naturais.

De maneira geral e simplificada, uma forma de se avaliar uma ação é fazer uma comparação entre seu ponto inicial e o final. Quando se trata de meio ambiente, no entanto, é importante conhecer todo o percurso realizado na ação ao longo do tempo, de forma a se obter séries históricas que possam embasar o conhecimento sobre uma determinada questão. É sob esse ponto de vista que se realiza o chamado monitoramento ambiental, com o intuito de analisar, ao longo do tempo, uma variante ou um indicador sobre determinados pontos.

O MMA, por exemplo, realiza o monitoramento da dinâmica do uso e da cobertura da terra no Cerrado – Terra Class, no âmbito do Programa de Monitoramento Ambiental dos Biomas Brasileiros (PMABB). Tal monitoramento busca realizar o mapeamento, a caracterização e a análise da dinâmica do uso e da cobertura da terra no Cerrado. (MMA, 2013).

Atualmente, os projetos de monitoramento têm investido em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e ferramentas como sensoriamento remoto. Cabral (2008, p.15) afirma que “quanto maior o espaço territorial, mais eficiente devem ser as ferramentas que serão utilizadas para monitorá-lo [...] e o uso da geoinformação torna-se essencial no sentido de proporcionar uma melhoria da capacidade de entender, gerenciar este território”.

1.3 VANT - Veículo Aéreo Não Tripulado

Segundo informações encontradas no site do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DCEA), no Brasil, a Instrução Suplementar - IS N° 21-002A da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), publicada em outubro de 2012, define VANT, nomenclatura em português correspondente à terminologia em inglês *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), adotada pelo Departamento de Defesa Norte Americano (*Department of Defense* – DOD) como: Aeronave projetada 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” (ANAC, 2012).

Apesar da ANAC empregar o termo Aeronave Remotamente Pilotada (RPA), no qual a sua definição é aeronave não tripulada para fins não recreativo, o termo VANT é amplamente utilizado na literatura. (SILVA et al., 2015).

De acordo com Alves (2012, p. 28) o VANT, também, “é toda aeronave que possa ser remotamente pilotada ou que tenha a capacidade de executar voos autônomos com trajetórias previamente programadas”. Estas aeronaves (Figura 1) possuem como características múltiplos sobrevoos corroborando para uma boa alternativa em pesquisas de sensoriamento remoto, unindo, resultados adquiridos de imagens de alta resolução espacial com o custo reduzido.



Figura 1. Diferentes modelos de VANTs usados para aerolevantamentos fotográficos.

Fonte: Niemann (2017).

Para Eisenbeiss (2009), o aparato tecnológico desta ferramenta, classificado como avançado, essas aeronaves podem ser usadas para mapeamento, aliando a fotogrametria como tecnologia alternativa de produtos cartográficos em escala grande com alto detalhamento.

Na atualidade, existem dois tipos de VANTs, os de asas fixas e os de modelos multimotores. Os VANTs de asa fixa são como pequenos aviões, que, em geral, necessitam de uma catapulta para o seu lançamento, esses modelos, geralmente oferecem um maior tempo de voo, trazendo como exemplo o VANT Maptor RTK, que oferece um tempo de 60 minutos de voo. Esse modelo é indicado para mapeamento de grandes áreas. Os VANTs multirotores geralmente são usados em áreas menores, decolam e pousam na vertical, facilitando o seu emprego em áreas de difícil acesso, esse modelo é amplamente utilizado inspeções em áreas civil, segurança e monitoramentos ambientais. No entanto, o tempo de duração de voo destes modelos é em média de 25 minutos. (HORUS AERONAVES).

1.4 Potencialidades VANTS: áreas de aplicação/Vantagem e desvantagens

Os VANTs apresentam vantagens técnicas e econômicas se comparados com os métodos tradicionais de aerolevanteamento (GREGORIO *et al.*, 2015; LONGHITANO, 2010).

O interesse no uso de VANT, no Brasil, tem se intensificado nos últimos anos em diferentes aplicações. A alta adesão de usuários atraídos a essa tecnologia aumenta a cada dia, seja em atividades privadas, governamentais ou mesmo científicas. Inúmeros avanços têm sido realizados do ponto de vista de pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica tanto no que se refere ao controle e características das aeronaves quanto ao tratamento de dados obtidos por meios de VANTs das mais diversas categorias (ADABO, 2014; ALMEIDA *et al.*, 2014; AMARAL, 2009; AMORIM *et al.*, 2012; ROIG *et al.*, 2013;). Órgãos de fiscalização governamentais e militares tem adotado esse tipo de tecnologia para facilitar, agilizar e adquirir informações detalhadas das áreas de interesse (BICHO *et al.*, 2013; SILVA, 2013).

De acordo com De Deus (2017), os resultados obtidos através de VANT possuem em sua origem dados geocartográficos que permitem através do geoprocessamento a fomentação de diversos mapas, índices e análises, como por exemplo, realizar medições, criar ortofotos e ortomosaicos da área escolhida, criar modelos digitais de superfície e modelo digitais de terreno, além de possibilitar a criação de modelos tridimensionais 3D.

Segundo Niemann (2017), o VANT por ter a capacidade de sobrevoarem muito próximas ao relevo, podem gerar imagens com resolução espacial muito mais definida,

podendo chegar com uma precisão de centímetros. Outra característica positiva encontradas nos VANTs é o fato de que para o recobrimento de um perímetro, não existe a necessidade de mudanças na angulação da câmera para obtenção de sobreposição e recobrimento de imagens, dificultando assim, as distorções geométricas e conservando as propriedades radiométricas do sensor. (ANDERSON; GASTON, 2013; JENSEN, 2009 apud NIEMANN 2017).

Um ponto muito importante a ser destacado é com relação a resolução espacial das imagens obtidas com o VANT. A resolução espacial é a distância mínima entre dois objetos que um sensor pode distinguir no terreno. As imagens de satélites apresentam em média uma resolução baixa com *Ground Sampling Distance* em uma tradução literal significa “Distância de Amostra de Solo” (GSD). Portanto, quanto menor o GSD, maior será a resolução espacial (figura 2). A altura de voo está diretamente ligada à esta resolução, por conseguinte, este é outro ponto a ser levado em consideração nos planejamentos aéreo em mapeamento ambiental. (HORUS AERONAVES).

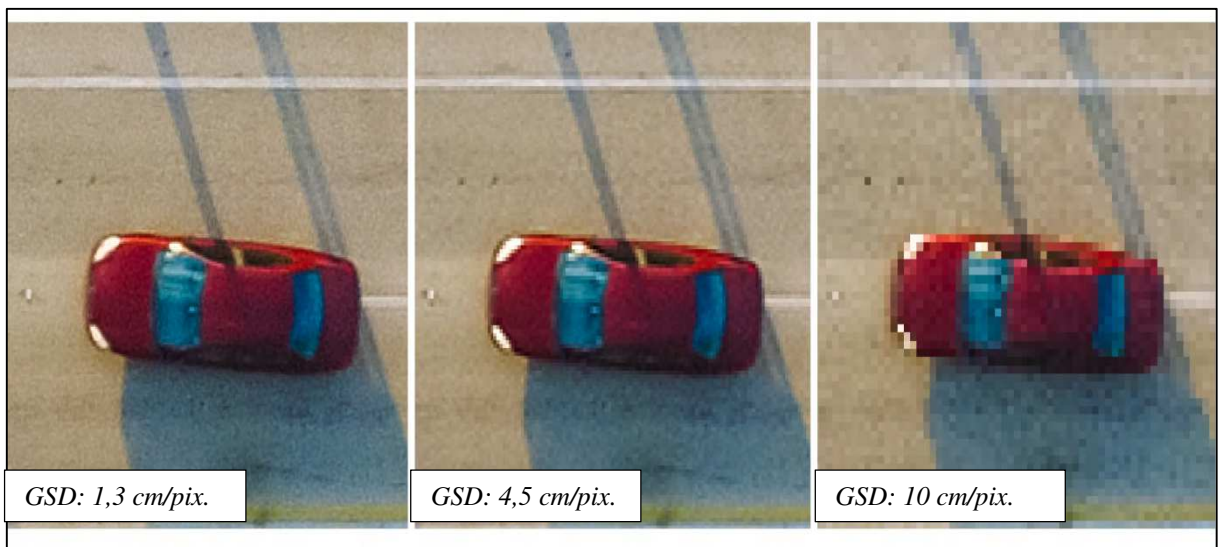


Figura 2: Exemplos de GSD.
Fonte: HORUS AERONAVES.

CAPÍTULO II: Materiais e Métodos

2.1 Área de Estudo

De acordo com os estudos de Souza (2013), a Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio (BHRSA), que está localizada a aproximadamente 180 km (linha reta) da cidade de Campo Grande, capital do estado de Mato Grosso do Sul, na Mesorregião Sudoeste, entre as Microrregiões de Bodoquena e Dourados, abrangendo os espaços territoriais dos seguintes municípios, Guia Lopes da Laguna, Maracaju e Ponta Porã. Dentre estes municípios, o de Guia Lopes da Laguna é o que detém a maior área da bacia. Na figura 3 é possível observar a distribuição territorial da BHRSA.

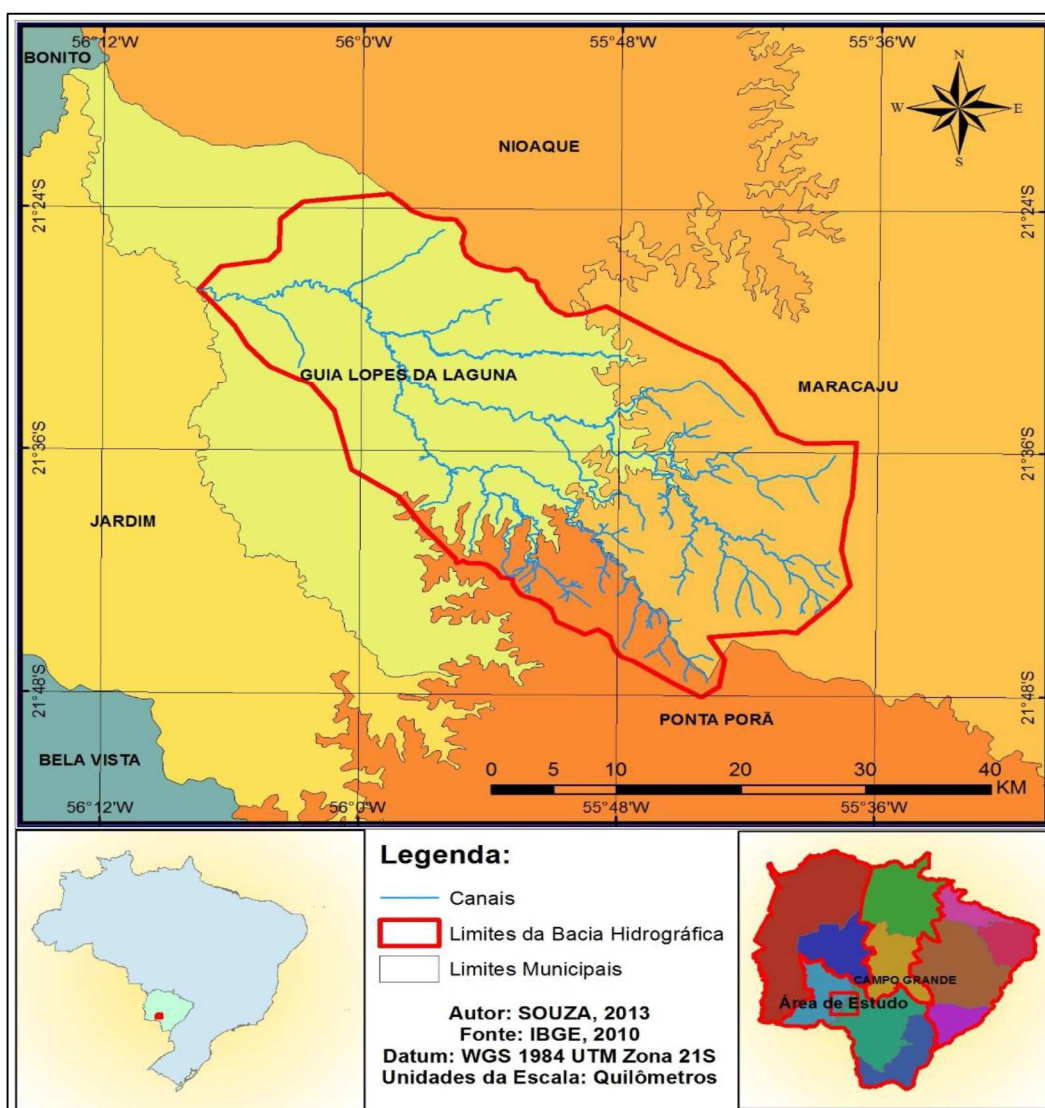


Figura 3 – Localização da área de estudo. Indicação da área dentro do território nacional e estadual. Fonte: IBGE (2010). Organização SOUSA (2013).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA) a bacia hidrográfica do rio Santo Antônio faz parte da bacia do rio Miranda que por sua vez é integrante da grande bacia do rio Paraguai. A BHRSA compreende dezenas de canais, dos quais os principais seriam os seguintes rios: Rio Santo Antônio, Rio Feio, Córrego Desbarrancado, Córrego Chaleira e Córrego Ramalhete, os demais canais são afluentes destes aqui citados. A somatória dos rios da bacia contabiliza aproximadamente 476,398 Km de extensão, fluindo de leste para oeste desde a sua nascente a grande maioria na serra de Maracaju indo até seu estuário, no rio Miranda. (SOUZA, 2013).

2.2 Materiais

Utilizou-se os seguintes materiais para gerar os dados da pesquisa:

- VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) Phantom 4 Pro;
- Sistema de Posicionamento Global (GPS), garmin etrex 3.0;
- Software para processamento de imagens Agisoft Metashape Professional;
- Software para armazenamento de dados ArcGis 10.2.2;
- Software para criação de layout de mapa QGIS 3.4;
- Software de planejamento de voo Pix4DCapture.

2.2 Levantamento de dados

A metodologia para execução deste trabalho consistiu no levantamento das informações disponíveis em imagens de satélite Google Earth Pro, definindo os pontos a serem estudados. Para que a precisão de 10 cm de GSD fosse obtida, o planejamento considerou as variáveis a seguir: Altura de voo: 120 a 300 metros; Sobreposição da imagem: 75%; Sobreposição entre faixas: 70 a 85%; Velocidade de voo: 14 m/s; Tempo de voo: 20 a 30 minutos; números de voos: 3; números de imagens capturadas durante a execução do voo: 250 a 751; Área de cobertura total: 749.123 m²; Hectares 74; Resolução espacial: 10,0 cm/px.

2.3. Procedimentos operacionais

Elaborou-se planos de voo, com os pontos definidos, através do aplicativo Pix4D que é disponível para Android e iOS. Execução de voo, na qual, nos possibilitara fazer uma verificação do equipamento em solo, visando notar alguma anomalia no equipamento.

Podemos verificar na figura 4, o software em uso, ele nos disponibiliza informações tais como, velocidade, altitude, grid de voo, nível de bateria do drone, etc.

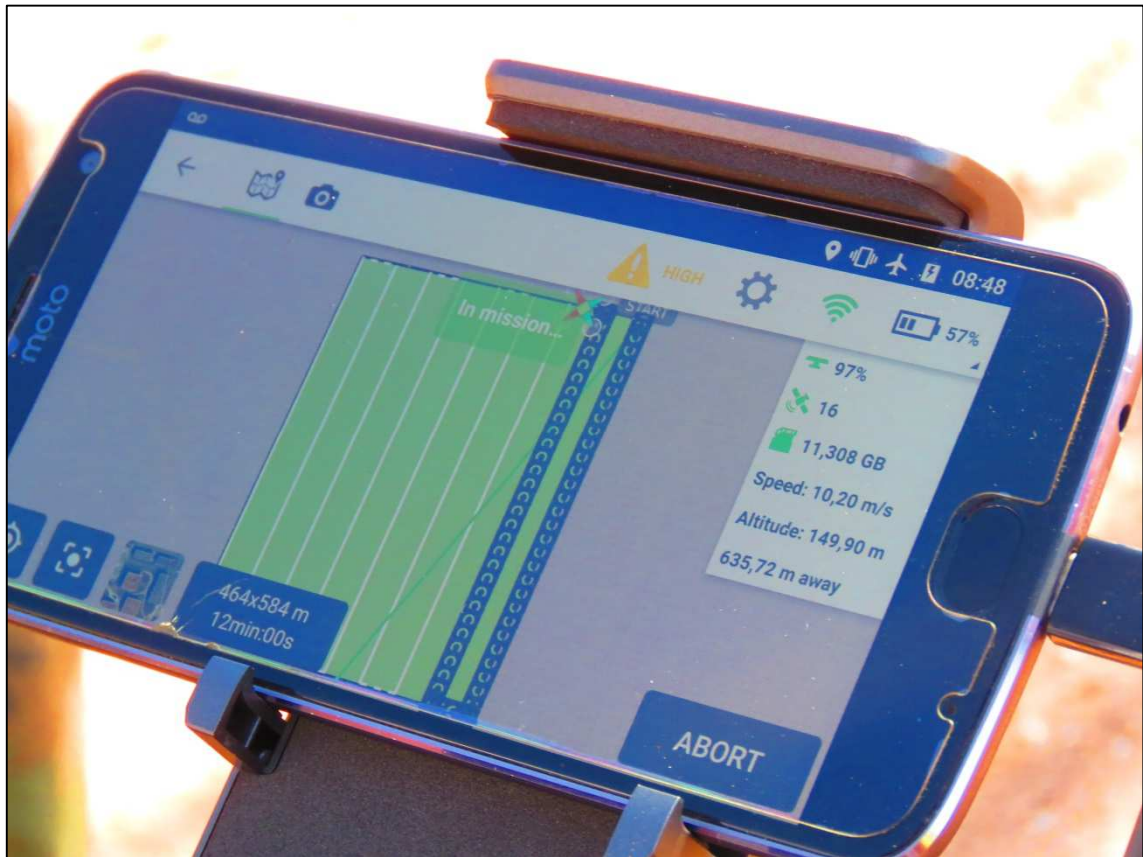


Figura 04: Imagem de execução de voo com o aplicativo Pix4D.
Fonte: Autor (2019).

O trabalho de campo inicialmente foi feito a partir de 6 pontos por meio de GPS no entorno da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio, precisamente em suas nascentes, sobrevoadas por VANT (Phantom 4 Pro) e também foram analisados os canais com degradação ao longo da bacia. Porém foi possível fazer a verificação in loco de 3 pontos, sendo 3 pontos não realizados devido a segurança do aparelho VANT, pois no local existe interferência de campo magnético produzido pela rede elétrica de distribuição. Na figura 05 podemos observar os pontos que foram mapeados dentro do limite da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio.

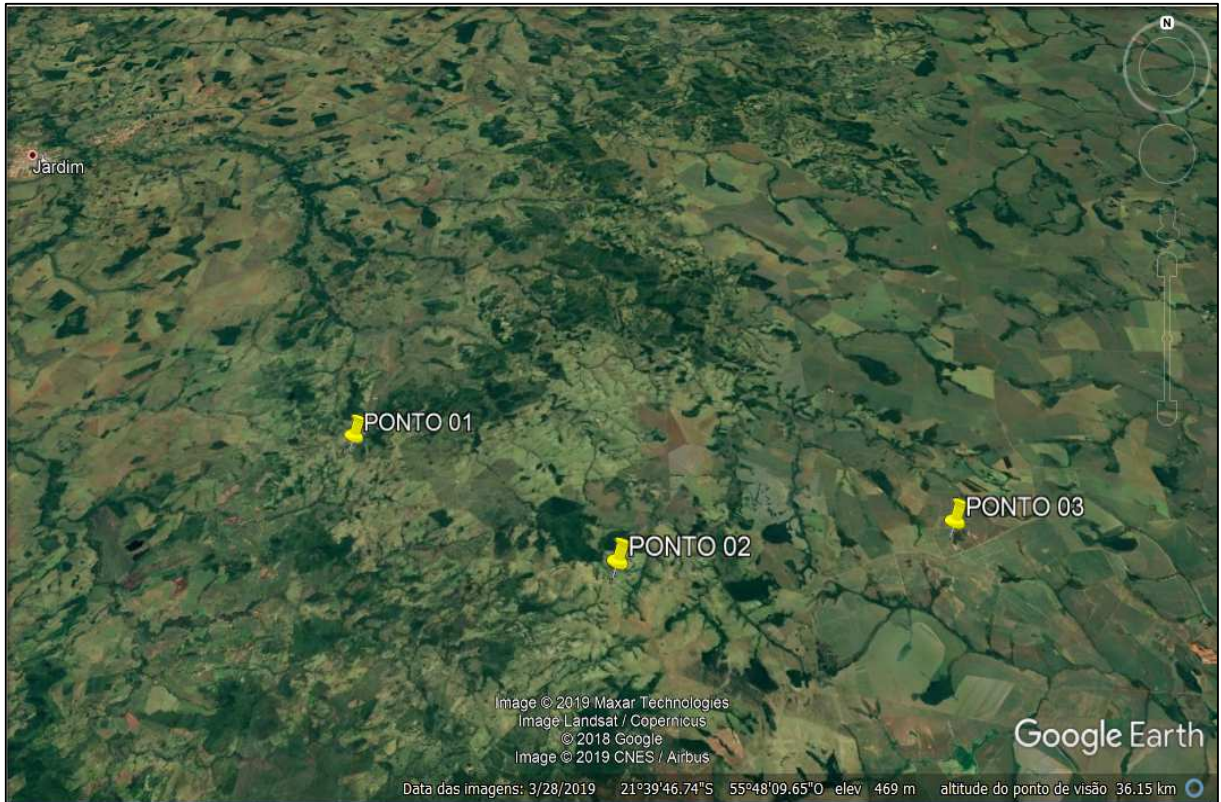


Figura 05: Pontos mapeados com VANT.

Fonte: Autor (2019).

Após os trabalhos de campo, realizou-se o procedimento denominado de pós voo por meio do software Agisoft Metashape Professional. Na figura 06 veremos a área inicial do software.

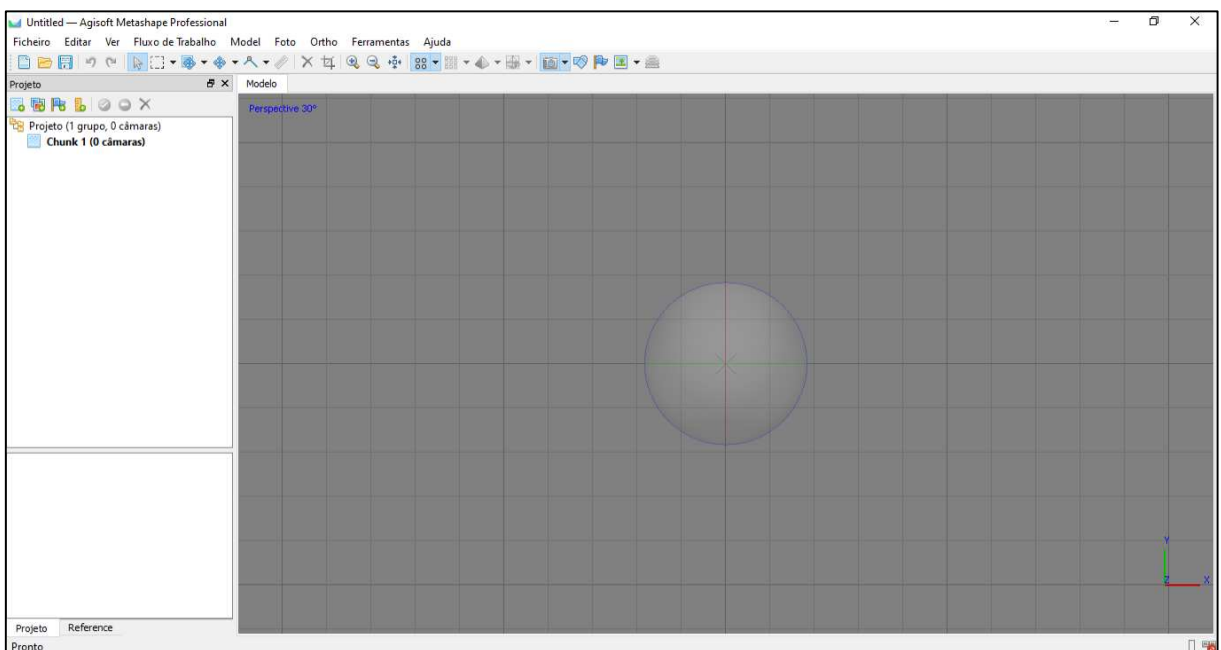


Figura: 06. Ambiente inicial do software Agisoft Metashape Profissional.

Fonte: Autor (2019).

Dentro do ambiente do software, as imagens passaram por cinco etapas:

1 – calibração automática da câmera;

2 – alinhamento das fotos;

3 – geração da nuvem de pontos;

4 – criações de um Modelo Digital de Superfície (MDS) e Modelo Digital do Terreno (MDT);

5 – geração do ortomosaico.

Para esta etapa, o levantamento de dados foi organizado de forma gradativa, com o intuito de atingir os objetivos propostos. Foi necessário armazenar todos os dados em um Geodatabase no ArcGis 10.2.2.

2.4 Justificativa da não utilização dos pontos de controle no solo

Não foram utilizados os pontos de controle no solo pois:

Mapas gerados com drones são muito precisos, porém, pelo deslocamento do sistema de coordenadas do GPS, que é utilizado pela maioria dos drones, a resposta está na necessidade ou não da máxima acurácia possível de acordo com o serviço prestado. Por exemplo, mapeamentos para cadastros em órgãos públicos exigem certa acurácia, fazendo necessário o uso de pontos de controle. O mesmo serve para análises de linhas e falhas de plantio – um erro de acurácia aqui pode fazer com o que o maquinário erre e amasse outras partes da plantação que estão corretas. Já serviços como medição de volume de pilhas, no caso da mineração, ou cálculos de área, não necessitam de pontos de controle. (MAPA AGRICULTURE DRONE ANALYSIS, 2019, online).

Após as etapas de processamento das imagens, operou-se o processo de alinhamento de câmera. Nesse processo as informações devem ser informadas corretamente ao software. Observa-se na figura 07 a disposição das imagens depois do alinhamento de câmera no Software de processamento de imagens Agisoft Metashape (Ponto 03).

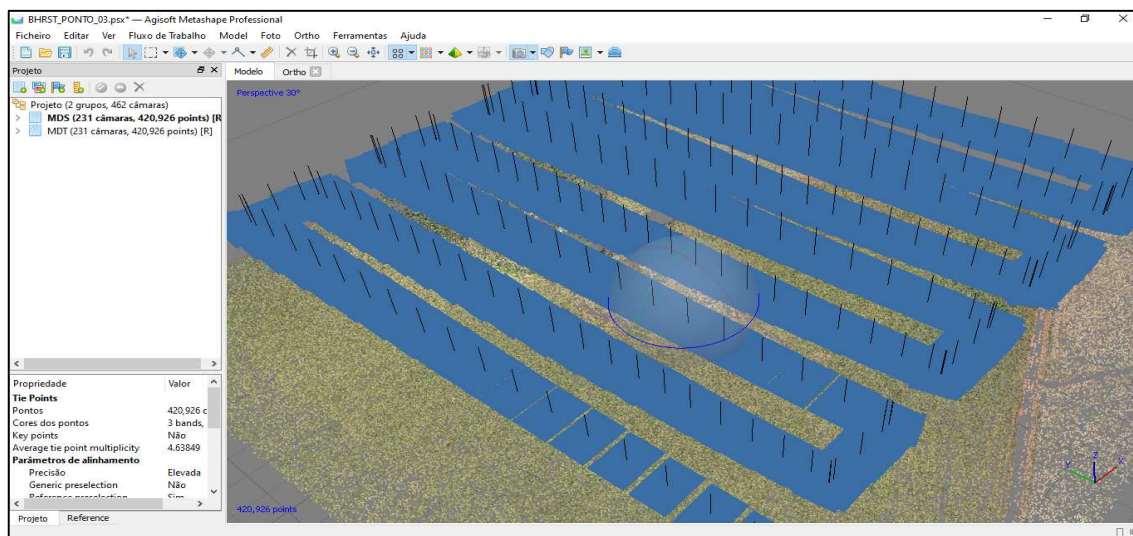


Figura 07: Alinhamento de câmera no Software de processamento de imagens Agisoft Metashape Ponto 03.
Fonte: Autor (2019).

Posteriormente ao alinhamento, as imagens foram exportadas no formato de ortofotomosaico para discussão e resultados e inseridas na interface do software de SIG ArcGis, para a confecção de mapas dos locais observados.

Além disso, foi gerado um arquivo do tipo raster para a elaboração de um Modelo Digital de Elevação (MDE), que nos proporcionam averiguar os dados, estas imagens possibilitam a criação de informações da área de estudo, como por exemplo, curvas de níveis e derivados como hipsometria e declividade, com resolução espacial de 10 centímetros, (figura 08) da superfície do ponto 03.

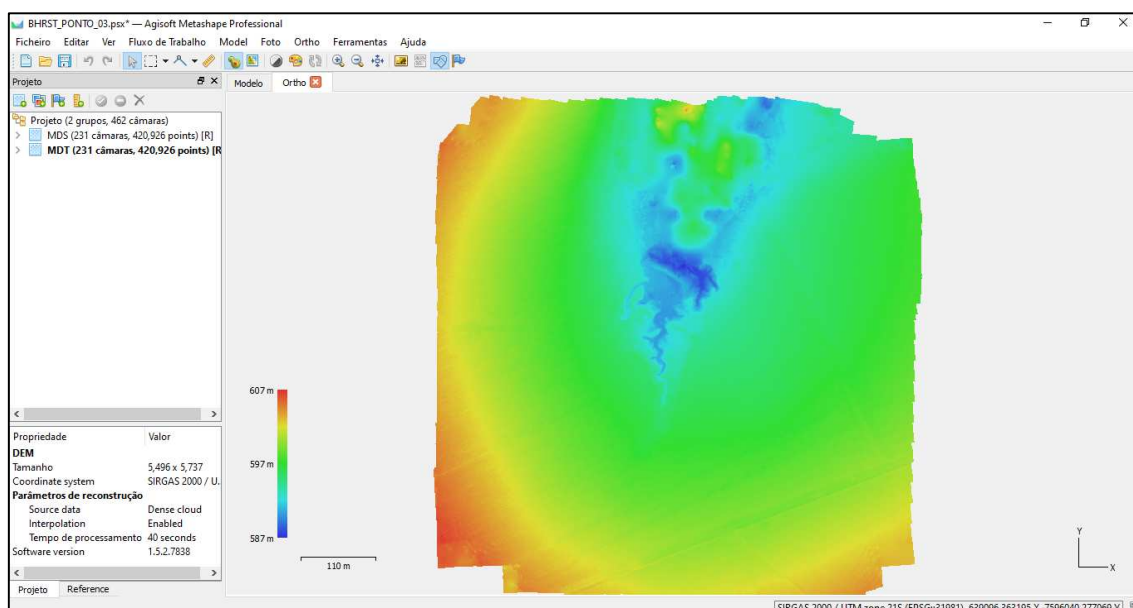


Figura 08: Modelo Digital da Superfície Ponto 03.
Fonte: Elaborado pelo Autor.

CAPÍTULO III: Resultados e Discussão

O uso das geotecnologias permite a análise ambiental de forma às alterações do comportamento espacial, bem como vem permitindo o estudo ambiental como um todo (PIRES et al., 2012).

Os resultados são demonstrados a partir das imagens de ortofotomosaicos. A utilização nesse formato é resultante da montagem de imagens aerofotométricas georreferenciadas. Neste processo de ortoretificação, são eliminadas as distorções presentes em uma imagem, decorrentes do efeito conjunto da perspectiva angular da câmera e do relevo do terreno fotografado. São extremamente úteis para mapeamento de feições geográficas e de identificações ambientais como manchas de florestas, corpos hídricos, entre outros seguimentos para o segmento da área ambiental.

Serão apresentadas três imagens, onde, foram denominados de ponto, na sequência de um a três. Vale ressaltar, que os três pontos estão dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio (BHRST), e possuem uma hipsometria de cota do terreno maior que cem metros, porém, devido as suas características físicas, como a preservação ou a supressão da vegetação teremos resultados de análises diferentes. A problemática a ser discutida é a presença ou não de erosão, pois, é um dos maiores casos de impactos ambientais encontrados ao longo da extensão da bacia.

A cobertura vegetal é muito importante na preservação do solo, pois, permite no amortecimento da erosão hídrica e eólica, porque o escoamento está ligado diretamente a cobertura vegetal e a declividade do terreno, portanto, apresenta fortes implicações no processo erosivo dos solos (CASSOL, 1996), munido destas informações, e fazendo uma observação da figura 06, localizadas nas seguintes coordenadas geográficas, latitude 21°41'12.88"S e longitude 55°55'7.09"O. Na figura 09, percebemos que não há indícios de processos erosivos, justamente pela preservação da vegetação.



Figura 09: Ponto 01 da pesquisa.
Fonte: Autor (2019).

No ponto dois (figura 10), que se encontra nas coordenadas geográficas, latitude $21^{\circ}45'1.25''S$ e longitude $55^{\circ}48'9.47''O$, figura 07, percebe-se que a supressão da vegetação natural aconteceu devido a atividade da pecuária, concomitantemente, começam a surgir indícios de erosões do tipo ravina. Essas erosões estão na parte superior de nascentes que podem acabar prejudicando o ciclo hídrico daquela região.



Figura 10: Ponto 02 da pesquisa.
Fonte: Autor (2019).

No ponto 3 (figura 11), encontramos o maior processo erosivo entre os pontos definidos como objeto de estudo, devido a supressão da vegetação para a agricultura, assim apresenta erosão no formato de voçoroca, são imensas “crateras” formadas com a evolução das ravinas. Dimensão superior a 0,5 m de largura e profundidade, podendo chegar a mais de 30 m de comprimento (Guerra, 2003).



Figura 11: Ponto 03 da pesquisa.
Fonte: Autor (2019)

Na figura 12, é possível constatar que a falta de vegetação natural pode ter colaborado para o agravamento deste impacto ambiental. Com uma extensão de comprimento de 214 metros, essa área necessita de intervenção de contenção e recuperação ambiental.

Também foi elaborado um mapa de localização da voçoroca do ponto 03 (figura 10), com o propósito de auxiliar a identificação e localização das áreas de erosão.

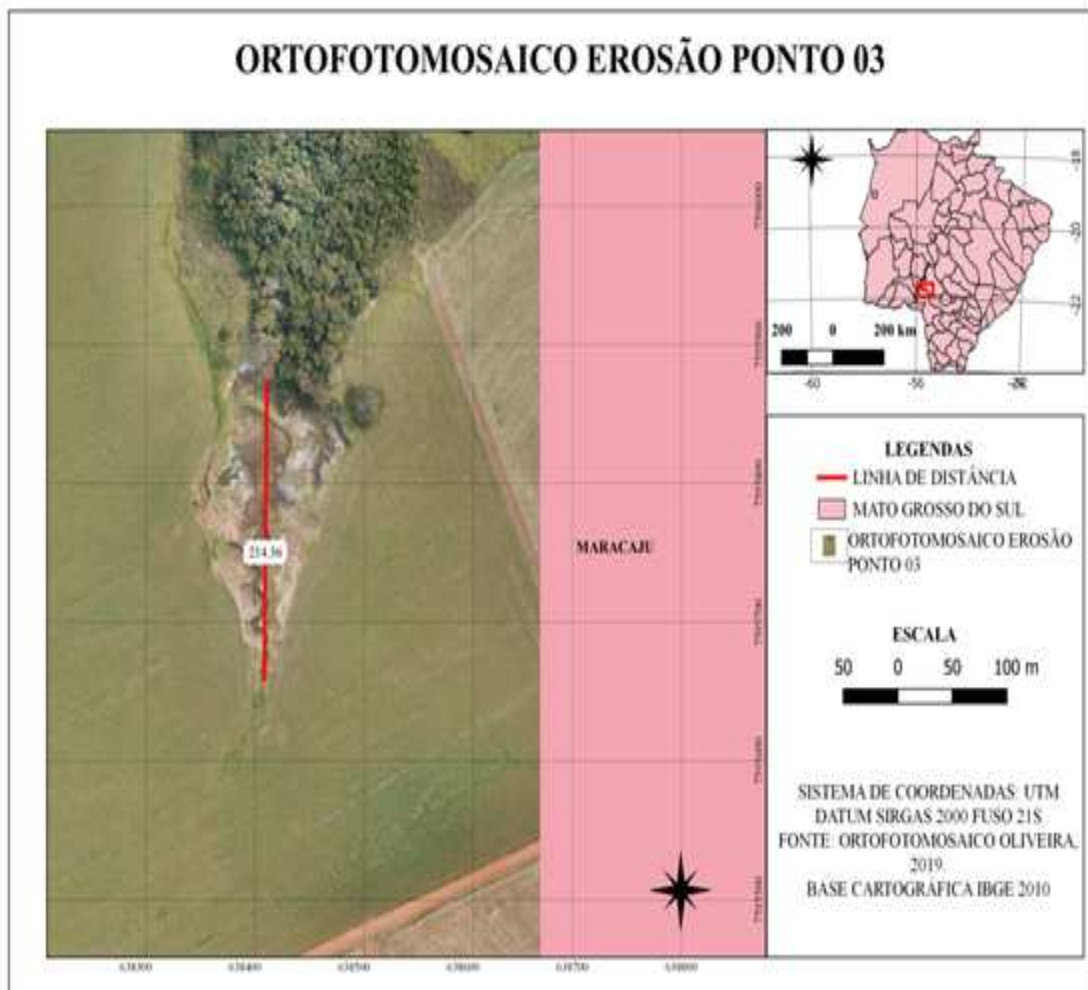


Figura 12: Ortofotomosaico do ponto 03, com ênfase da erosão.
Fonte: Autor (2019).

Era para retirar esse quadrante Rosa

Sugerimos a implantação de curvas de nível nesta área, com o intuito de diminuir da velocidade e energia do escoamento de água e conseqüentemente minimizar os impactos ambientais provenientes da água.

A prática do sensoriamento remoto com o drone em conjunto com imagens do satélite americano Landsat, pode ser eficiente na determinação do uso e ocupação das terras, será importante unir esses dados georreferenciados na elaboração de um banco de dados, que é de extrema importância em análises ambiental. A Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio apresenta alguns riscos de suscetibilidade a erosão e degradação ambiental, e assim, é imprescindível a recuperação e o aumento da cobertura vegetal das zonas riparia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este estudo ficou evidente que as imagens do VANT podem auxiliar na descrição e caracterização da área ambiental. Com o sobrevoo do VANT em áreas de interesse, observou-se em tempo real o local e a situação em que se encontra a área da bacia hidrográfica, o que torna o uso desta ferramenta tecnológica imprescindível na proteção do Rio Santo Antônio, devido ao baixo custo e da efetividade no monitoramento de áreas degradadas e erosões.

Neste trabalho apresentou uma vasta gama de produtos que podem ser gerados e trabalhados nos softwares de processamento de imagens. Inúmeras linhas de pesquisas podem ser desenvolvidas com o VANT, incluindo o aperfeiçoamento dos dados cartográficos de bacia hidrográfica.

Destaca-se também a resolução espacial que os VANT possuem, esses aparelhos facilitam a aquisição de imagens de alta qualidade em um tempo muito reduzido se comparado com as imagens de satélite.

O VANT demonstrou-se ser uma ferramenta muito útil na identificação de erosões por meio das imagens e auxiliar nos diagnósticos para a melhoria de um planejamento de recuperação de área.

Desta forma, espera-se que esta pesquisa possa despertar maior interesse do meio acadêmico nas geotecnologias, especificamente o VANT, visando o mapeamento de futuras áreas de conflitos do uso das terras ou de estudo da dinâmica natural em uma bacia hidrográfica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADABO, G. J. **Long Range Unmanned Aircraft System for Power Line Inspection of Brazilian Electrical System**. Journal of Energy and Power Engineering, v. 8, n. 2, p. 394-398, 2014.

Aerofotogrametria com drones conceitos básicos. HORUS AERONAVES. Disponível em <<http://drones.horusaeronaves.com/ebook-aerofotogrametria>>. Acesso em: 24 de Novembro 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). 2012A. *Instrução Suplementar - IS Nº 21-002 Revisão A*, 4 OUT 2019 (ANAC). Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/IS/2019/IS%2021-002A.pdf>>.

ALMEIDA, W. S.; SILVA, L. S.; CHRISTAKOU, E. D.; SILVA JUNIOR, E. E. A.; SILVA, C. P. L. **Evaluation of unmanned aerial vehicles (UAV) high spatial resolution data to produce digital terrain model and visible spectral imagery**. In: International Conference on Geographic Object-Based Image Analysis, 5, 2014, Thessaloniki. Annals... South-Eastern European Journal of Earth Observation and Geomatics. Thessaloniki: Aristotle University of Thessaloniki, Greece, 2014. v. 3. p. 239-243.

AMARAL, G. F. **Estudo e Melhoria da Confiabilidade do Sistema de Controle Eletrônico de Voo de um Veículo Aéreo Não Tripulado**. 2009. 147 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica - Área de Dispositivos e Sistemas Eletrônicos) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos. 2009.

AMORIM, A. L.; CHRISTAKOU, E. D.; SILVA, L. S. **Uso de VANTs em Documentação Arquitetônica**. In: Seminário Nacional de Documentação do Patrimônio Arquitetônico com o uso de Tecnologias Digitais, 2, 2012, Belém – PA. Anais... 2012.

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão Ambiental de áreas degradadas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

ARAÚJO, L. et al. **Bacias Hidrográficas e Impactos Ambientais**. In: Qualitas Revista Eletrônica. UEPB, v. 8, n. 1. 2009.

ATTANASIO, C. M. **Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade**. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2004.

BAHIA, V. G. **Fundamentos da erosão acelerada do solo (tipos, formas, mecanismos, fatores atuantes e controle)**. Informativo Agropecuário: Belo Horizonte, v.16, n.176, p 25-31, 1992.

BERTOL, I.; COGO, N. P.; SCHICK, J.; GUDAGNIN, J. C.; AMARAL, A. J. Aspectos financeiros relacionados às perdas de nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 31, n. 1, p. 133-142, 2007.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999.

BICHO, C. P.; SILVA, L. S.; MEDEIROS, W. C.; SILVA, C. A.; JUNIOR, F. E. K.; GONDIM, R. O.; JUNIOR, J. C. S. J.; CHISTAKOU, E. D. FONTELES, H. R. N.; ALMEIDA, A. B L. **Projeto VANT – uma parceria DNPM/UNB para desenvolvimento e uso de VANTs na fiscalização de atividades minerais não tituladas.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 16, 2013, Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE, 2013. Artigos, p. 9316-9323. CD-ROM, On-line. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1438.pdf>. Acesso em 28 maio 2019.

BOTELHO, R. G. M.; DA SILVA, A. S. **Bacia hidrográfica e qualidade ambiental.** In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Mapeamento de Uso do Cerrado: Projeto TerraClass Cerrado 2013/mma/sbf.Brasília:MMA, 2015.

BUFFON, E.; SAMPAIO, T.; PAZ, O. (2018). **Veículo aéreo não tripulado (VANT) - aplicação na análise de inundações em áreas urbanas.** Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT), n.º 13 (junho). Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, p. 85-108, dx.doi.org/10.17127/got/2018.13.004

CABRAL, I. P. S. **Novas ferramentas para monitoramento ambiental usando SIG Web.** 2008. 129 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal - RN.

CARDOSO, A. T. A. **Aplicação da geotecnologia para identificar possíveis áreas ambientais do município de belém, pará, brasil.** 2019. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal Rural da Amazônia – Ufra Centro De Ciências Agrárias Curso De Agronomia, Belém, 2019.

CASSOL, R. **Zoneamento ambiental elaborado com variáveis otimizadas estatisticamente, gerados por técnicas cartográficas.** São Paulo, 1996. 292p. Tese (doutorado – Geografia), Universidade de São Paulo, 1996.

COSTA JUNIOR, J. T. **O uso de vant no monitoramento ambiental: estudo de caso do rio m'boicy.** 2017. 50 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (GEOGRAFIA - BACHARELADO) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2017.

COVIZZI, M. C.; CAMARGO, D. M.; GOBBI, E. S. **Fotointerpretação aplicada à análise das alterações do uso e cobertura da terra e a situação das áreas de preservação permanente.** Simpósio brasileiro de banco de dados. In.; XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Aplicada. Campinas - SP, p. 264-276, 2 jul. 2017.

DE DEUS, R. A. S. G.; RAMOS, R. P. S.; ALEXANDRE, F. S.; GOMES, D. D. M.; **O uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) Para geração de dados geocartográficos na Universidade de Pernambuco - Campus Garanhuns.** In XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2017. Disponível em: <http://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2216>. Acesso em: 02 jun. 2019.

DECEA, ICA 100-40. **Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro**. Publicado no BCA n° 212, de 19 de novembro de 2019.

DIAS, J. M. **A aplicação de geotecnologias na gestão da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas**. Campinas – São Paulo, abril – 2008. Disponível em: repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/287096/1/Dias_JosimaraMartins_M.pdf. Acesso em: 23 Nov. 2019.

DUNSTER, J.; DUNSTER, K. **Dictionary of natural resource management**. Vancouver: University of British Columbia, 1996. 379p.

EISENBEISS, H. **UAV Photogrammetry**. Doctor of Sciences. University of Technology Dresden, Zurich, Switzerland, 2009. 237p.

ENCINA, C. C. C. et al. **Geotecnologias Aplicadas à Análise Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Olho d'Água, Município de Jardim, Mato Grosso do Sul – Brasil**. In. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. 2018. Vol. 41-2. p. 577-584.

FERNANDEZ, O.V.Q., SANTOS, M.L. STEVAUX, J.C. (1993). **Evolução e características faciológicas de conjunto de ilhas no rio Paraná, região de Porto Rico, PR**. Boletim de Geografia, UEM, 1: 5-15.

FLORENZANO, T. G. **Geotecnologias na geografia aplicada: difusão e acesso**. *Revista do Departamento de Geografia*, v.17, 2005, p. 24-29, ISSN 2236-2878

FRANÇA, E. F. S. **Deteção e Caracterização de Áreas de Preservação Permanente Por Meio de Imagens Aéreas de Alta Resolução Espacial**. Orientador: Prof. Dr. Normandes Matos da Silva. 2015. 80 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, 2015.

GONZALEZ, L. F. *et al*, **Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and Artificial Intelligence Revolutionizing Wildlife Monitoring and Conservation**. *Sensors* 2016, 16, 97.

GREGORIO, L. T.; SAITO, S. M.; SAUSEN, T. M. **Sensoriamento remoto para a gestão de risco de desastres naturais**. In: SAUSEN, T. M. & LACRUZ, M. S. P. *Sensoriamento Remoto para desastres*. São Paulo: Oficina de Textos, 2015, p. 43-67. ISBN: 978-85-7975-175-2.

LONGHITANO, G. A. **VANTS para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, 2010, 148 p.

LUZ, C. C.; KAPP JUNIOR, C.; **Validação Metodológica da Utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados no Planejamento Territorial**. In.: Anais do X Congresso Brasileiro de Agroinformática, 2015.

NIEMANN, R. S. **Comparação de métodos de filtragem e geração de modelos digitais de terreno a partir de imagens obtidas por veículo aéreo não-tripulado**. Dissertação

(mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro - SP, 2017. 140 f.

O que é um drone e qual sua origem. **AEROMODELO BRASIL**, 2019. Disponível em < <http://aeromodelobrasil.com/drones/> >. Acessado em: 15 de outubro 2019.

OSUNA, J.; KUERTEN, S.; HAYAKAWA, E. H. **Mapeamento de vegetação ripária com imagens de alta resolução da bacia hidrográfica do rio Santo Antônio utilizando os softwares livres autogr e QGIS**. Embrapa Informática Agropecuária/INPE. Campo Grande. p. 356-365. 2014.

PIRES, E. V. R.; SILVA, R. A.; IZIPATTO, F. J. et al. **Geoprocessamento aplicado a análise do uso e ocupação da terra para fins de planejamento ambiental na bacia hidrográfica do córrego Prata – Três Lagoas (MS)**. Revista Geonorte, Edição Especial, v.2, n. 4, p 1528-1538, 2012.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E. **A Utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais**. In: SCHIAVETTI , A; CAMARGO, A F. M (Eds). Conceito de bacias hidrográficas, teoria e aplicação. Editora da UESC, Ilhéus, BA, 289p. 2002.

Pontos de controle: como, quando e por que usar. **MAPA AGRICULTURE DRONE ANALYSIS**, 2019. Disponível em: < <https://mappa.ag/pontos-de-controle-como-quando-e-por-que-usar/> >. Acesso em: 28 de Agosto de 2019.

ROIG, H. L.; Ferreira, A. M. R.; Menezes, P. H. B. J.; Marotta, G. S. **Uso de câmeras de baixo custo acopladas a veículos aéreos leves no estudo do aporte de sedimentos no Lago Paranoá**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 16, 2013, Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE, 2013. Artigos, p. 9332-9339. CD-ROM, On-line. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1438.pdf>. Acesso em 28 maio 2019.

RUHE, R. V. **Geomorphology (geomorphic processes and superficial geology)**. Boston: Houghton Mifflin, 246p. 1975.

SANTIAGO & CINTRA. **O Que é Geotecnologia**. 13/09/2017. Disponível em: <https://www.santiagoocintra.com.br/blog/geo-tecnologias/o-que-e-geotecnologia>. Acesso em: 23 Nov 2019.

SILVA, E. **Veículos aéreos não tripulados: panorama atual e perspectivas para o monitoramento de atividades ilícitas na Amazônia**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 16, 2013, Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE, 2013. Artigos, p. 9324-9331. CD-ROM, On-line. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1457.pdf>. Acesso em 27 maio 2019.

SOARES, F. Q. **Utilização de drones para preservação da biodiversidade do Cerrado no Jardim Botânico de Brasília**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Biomédica, Publicação 092A/2018, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Faculdade Gama, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 61p.

SOUZA, J. O. O Uso de Geotecnologias na Identificação e Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio, MS. 2013. 67 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. 2013.