

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MATEUS BORGES DA SILVA

**USO DE VANT PARA A ADEQUAÇÃO AMBIENTAL E RESTAURAÇÃO DE  
ÁREAS DEGRADADAS DO USO DO SOLO EM PROPRIEDADES RURAIS.  
“ESTUDO DE CASO EM UMA PROPRIEDADE RURAL NO MUNICÍPIO DE  
DOURADOS-MS”.**

CURITIBA  
2016

MATEUS BORGES DA SILVA

**USO DE VANT PARA A ADEQUAÇÃO AMBIENTAL E RESTAURAÇÃO DE  
ÁREAS DEGRADADAS DO USO DO SOLO EM PROPRIEDADES RURAIS.  
“ESTUDO DE CASO EM UMA PROPRIEDADE RURAL NO MUNICÍPIO DE  
DOURADOS-MS”.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao MBA Manejo Florestal de Precisão, do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como pré-requisito para obtenção de título de especialista.

Orientadora: Bruna Nascimento de Vasconcellos Schiavo

CURITIBA  
2016

## RESUMO

Diante de uma demanda presente de adequação ambiental e restauração de áreas degradadas do uso do solo de propriedades rurais, vindos da legislação atual e acordos multinacionais para a redução do aquecimento global, o presente estudo analisou a aplicabilidade de drones a adequação ambiental e recuperação de áreas degradadas. A área de estudo é uma propriedade de médio porte em Dourados, na região Centro-sul do estado do Mato Grosso do Sul, presente no bioma Cerrado. A atividade desenvolvida tem sido a agropecuária de baixa produtividade e alta degradação do solo. O planejamento da restauração florestal da propriedade baseou-se no ortomosaico gerado por meio de um VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado), de posse destes dados, foram utilizados softwares de geoprocessamento e geração de mapas temáticos, contendo a conformidade ou não conformidade da presença de vegetação em Áreas de Proteção Permanente (APP), Reserva Legal (RL), áreas de fragilidade ambiental e a Distribuição Espacial de Erosões superficiais. Este estudo permitiu determinar pontualmente os locais onde será necessário realizar intervenção para recomposição de áreas degradadas, e possibilitar ao proprietário adequação a legalidade frente às leis ambientais aplicáveis.

Palavras-chave: Restauração Florestal. Geotecnologias. Drone.

## **ABSTRACT**

Faced with an environmental regulation demand and restoration of degraded areas for soil use rural properties, coming from current legislation and multinational agreements for the reduction of global warming, this study will examine the feasibility of drones towards the recovery of degraded areas. The study area is a medium-sized property in Dourados, in the Central-South region of Mato Grosso do Sul, present in the Cerrado biome. The only activity has been agriculture and livestock, with low productivity and high soil degradation. The restoration planning will be aided by the orthomosaic generated by a UAV (Vehicle Air Unmanned), in possession of these data, will be used geoprocessing software and the generation of thematic maps containing compliance or non-compliance of the presence of vegetation in Permanent Protection areas (APP), legal Reserve (RL), areas of fragile environment and Spatial Distribution of superficial erosions. This study had determined, with the use of geotechnologies, where you need to perform intervention for restoration of degraded areas, and to enable the owner to be legal against the environmental laws applicable to this property.

Word-key: Forestry regulation. Geotechnologies. Drone.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Área mínima a ser recomposta, de acordo ao modulo fiscal .....	18
Figura 2 - Situação da Reserva Legal em 22/07/2008.....	19
Figura 3 - Localização da área de estudo.....	20
Figura 4 - Área de estudo .....	21
Figura 5 - Clima no estado de Mato Grosso do Sul .....	22
Figura 6 - Biomas no estado do Mato Grosso do Sul .....	23
Figura 7 - Vant DJI modelo Phantom 4 .....	25
Figura 8 - Disposição das imagens coletadas pelo voo autônomo do Vant. ...	26
Figura 9 - Ortomosaico georreferenciado da propriedade rural .....	27
Figura 10 - Modelo Digital de Superfície (MDS) da propriedade rural .....	27
Figura 11- Classe de uso do solo atual da propriedade rural. ....	31
Figura 12 - Nº 1 -Pastagem presente na propriedade .....	41
Figura 13 - Nº 2 - Reservatório artificial.....	41
Figura 14 - Nº 3 - Processos erosivos .....	41
Figura 15 - Nº 4 Vegetação Nativa .....	41
Figura 16 - Curva de nível da propriedade rural .....	43
Figura 17 - Distribuição espacial das áreas degradadas .....	44
Figura 18 - Locais de manobra de maquinário agrícola.....	45
Figura 19 - Compactação por pisoteio por animais .....	46
Figura 20 - Área de alta fragilidade.....	48
Figura 21 - Área para recuperação ambiental .....	50
Figura 22- Área produtiva .....	52

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Largura de cursos d'agua e faixas de APP	15
Tabela 2 - Áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais	15
Tabela 3 - Áreas no entorno dos reservatórios d'agua artificiais	16

## LISTA DE SIGLAS

APP – Área de Preservação Permanente

ESRI – *Environmental Systems Research Institute, Inc.*

GPS – Sistema de Posicionamento Global

GIS – *Geographic Information Systems*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

RL – Reserva Legal

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SIRGAS-2000 - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

WGS-84 – *World Geodetic System 1984*

VANT – Veículo Aéreo Não Transportado

GSD – *Ground sample distance*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
1.3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA .....	2
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 SISTEMAS DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GNSS).....	4
2.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG).....	4
2.2.1 Origem dos dados georreferenciados.....	5
2.2.1.1 Dados Georreferenciados.....	5
2.2.1.2 Aquisição dos dados.....	6
2.2.2 Uso do SIG para estudos ambientais .....	7
2.3 MAPAS DE DISTÂNCIAS (BUFFER).....	8
2.4 VANTS E SENSORIAMENTO REMOTO.....	8
2.5 MOSAICAGEM.....	10
2.6 EROÇÃO DOS SOLOS.....	11
2.6.1 Tipos de Erosão.....	12
2.6.2 Manejo do solo e controle da Erosão.....	13
2.7 LEI 12.651 – NOVO CÓDIGO FLORESTAL .....	14
2.7.1 Área de Preservação Permanente (APP) .....	15
2.7.1.1 Áreas Rurais consolidadas em Áreas de Preservação Permanente...	17
2.7.2 Reserva Legal (RL).....	19
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	20
3.1.1 Relevo e paisagem .....	21
3.1.2 Solo.....	21
3.1.3 Clima.....	22
3.1.4 Vegetação.....	23
3.2 MATERIAIS UTILIZADOS.....	24
3.2.1 Características dos softwares utilizados .....	24

3.2.1.1 Software ArcGis 10.0 .....	24
3.2.1.2 – Planejamento de voo e processamento da mosaicagem em nuvem .....	24
3.4 METODOLOGIA.....	25
3.4.1 Planejamento e coleta de dados.....	25
3.4.2 Mosaicagem das imagens .....	26
3.4.3 Elaboração do SIG.....	28
3.4.4 Critério de definição das áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal.....	28
3.4.5 Classificação dos Tipos de Erosão.....	28
3.4.6 Criação e manipulação dos shapefiles para o SIG e elaboração dos mapas temáticos.....	28
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>30</b>
4.1 USO SOLO E PROCESSOS EROSIVOS.....	30
4.2 PLANEJAMENTO DA READEQUAÇÃO AMBIENTAL .....	49
4.2.1 Atendimento ao Novo Código Florestal – Lei 12.651/2012. ....	49
4.2.2 Alocação das áreas produtivas .....	51
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>54</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Considerando a propriedade rural, Attanasio *et al.* (2006) defendem que a adequação ambiental corresponde ao estabelecimento de ações que resultam na conservação, manejo e restauração das Áreas de Preservação Permanente e Reserva legal, e de áreas que devido as características ambientais, como áreas de corredores de interligação de fragmentos, áreas de solo raso com baixa aptidão agrícola e áreas que não estão em conformidade com legislação específica vigente devem ser restabelecidas com vegetação natural. Este conceito é similar ao de Dunster (1996), em que a recomposição florestal pode ser definida como o conjunto de ações realizadas em um ecossistema, tendo em vista sua restauração, sua proteção e, sobretudo, a sustentabilidade da qualidade e quantidade de seus recursos e processos.

A fim de contribuir com o contexto do planejamento ambiental, o uso de geotecnologias aparece como uma alternativa para a identificação de áreas críticas na paisagem e a análise de alternativas de uso do solo, uma vez que facilitam a quantificação e monitoramento de serviços ambientais em ambientes antropizados.

Para a restauração e recuperação de áreas degradadas, o alvo deste estudo é uma propriedade no município de Dourados - MS, presente no bioma Cerrado, o segundo maior bioma da América do Sul. Embora de reconhecimento biológico célebre, é o bioma com menor porcentagem de áreas sob proteção integral, e continua sob pressão do agronegócio na descaracterização da paisagem.

Na área ambiental, a utilização das geotecnologias como: Geoprocessamento, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global (GNSS), sistema de informações geográficas (SIG), e mais recentemente o uso de veículo aéreo não tripulado (VANTS), propicia a realização de uma grande relação de tarefas de natureza diagnóstica, planejamentos, desenvolvimento e acompanhamentos de projetos em diversas áreas.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Testar a aplicabilidade de geotecnologias, priorizando técnicas de Sensoriamento Remoto com o uso de VANT, para a readequação ambiental da vegetação e do uso do solo em uma propriedade rural em Dourados – MS.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar as áreas de Preservação Permanente e da Reserva Legal;
- Quantificar a área de fragilidade ambiental na área de estudo; e
- Apresentar a distribuição espacial da erosão na propriedade e sua respectiva classe de degradação.

## 1.3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

No Brasil, o modelo extrativista adotado na pecuária deflagrou processos de degradação dos solos, condicionando a redução da capacidade produtiva das pastagens, principal ou exclusiva fonte alimentar dos rebanhos. Apenas na região dos Cerrados, estima-se que, dos 40 milhões de hectares de pastagens cultivadas, cerca de 80% encontram-se em algum estágio de degradação (KLUTHCOUSKI *et al*).

O contínuo uso de práticas inadequadas e a inobservância da legislação ambiental têm ampliado o desmatamento em áreas de cerrado. De acordo com EMBRAPA (1996), desmatamento é caracterizado pela prática de corte, capina ou queimada (por fogo ou produtos químicos), que leva à retirada da cobertura vegetal existente para atividades de pecuária, agricultura ou expansão urbana.

De acordo com o ministério do meio ambiente, durante a 21ª Conferência das Partes (COP21) da UNFCCC em Paris o Brasil ratificou o acordo no dia 12 de setembro de 2016 e se comprometeu a reduzir as emissões de gases do efeito estufa em 43% abaixo dos níveis de 2005, até 2030, entre os fatores para obter esse resultado, está o reflorestamento de 12 milhões de hectares. Esse esforço tem por objetivo reduzir os impactos do aquecimento global neste século.

Para inverter o processo de degradação e implementar novas práticas do uso do solo na propriedade, o planejamento ambiental deve ser difundido na sociedade. Por meio dele busca-se o conhecimento sobre o ecossistema de efetuar um o equilíbrio entre as atividades produtivas e a natureza.

A justificativa deste trabalho leva em consideração uma abordagem técnica e prática acerca da determinação de áreas de Preservação Permanente e da Reserva Legal, para atender a legislação vigente, além de evitar o risco de erosão em áreas produtivas. A propriedade estudada apresenta pastagem com solo erosionado em toda sua extensão.

Os sistemas de informações geográficas têm se mostrado extremamente úteis na determinação dos elementos da paisagem para planejamento ambiental e gestão territorial, sendo eficientes e rápidos principalmente na delimitação de Áreas de Preservação Permanente.

Através das ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto de VANT será realizado diagnóstico do uso do solo da propriedade, determinando em quais áreas será necessária a intervenção ambiental.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 SISTEMAS DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GNSS)

De acordo com Blitzkow (1995), citado por SILVA (2003) em 1973 se deu o início do desenvolvimento do Sistema de Posicionamento Global, *Global Navigation Satellite System – GNSS*, para fornecer a posição instantânea, bem como a velocidade de um ponto sobre a superfície da terra. Em 1991, o GNSS entrou em operação, e em 1993, a constelação de satélites foi concluída.

Segundo Rocha (2007), os processos de levantamento de dados de campo para aquisição de bases cartográficas baseavam-se na utilização de medidas de ângulos e distâncias terrestres para atingir seus objetivos. O Sistema de Posicionamento Global popularmente conhecido como GPS foi projetado e desenvolvido pelo Departamento de Defesa Americano para determinação de um ponto na superfície da terra. As intenções iniciais eram utilizá-lo principalmente para a navegação com propósitos militares. Atualmente é aberto para uso civil e gratuito, requerendo apenas um receptor capaz de captar o sinal emitido pelos satélites. Além do sistema GPS (Americano) existe o Glonass (Russo), e mais dois sistemas em implantação, o Galileo (Europeu) e o Compass (Chinês).

### 2.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

O geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de tecnologias voltadas à coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico. Desta maneira as atividades que envolvem o geoprocessamento são executadas por sistemas específicos para cada aplicação. Estes sistemas são mais comumente tratados como Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Um sistema de geoprocessamento pode ser tratado como tal, destinado ao processamento de dados referenciados geograficamente (ou georreferenciados), desde sua coleta até a geração de saídas na forma de mapas convencionais, relatórios, arquivos digitais, devendo prever recursos para a estocagem, gerenciamento, manipulação e análise.

Xavier (2000) afirma que o geoprocessamento pode ser definido como um ramo do processamento de dados que opera transformações nos dados contidos em

uma base de dados referenciada territorialmente (geocodificada), na qual se incluem as imagens de sensoriamento remoto usando recursos analíticos, gráficos e lógicos, para obtenção e apresentação das transformações desejadas.

Um Sistema de Informação Geográfica pode ser definido como um conjunto de ferramentas para manipular dados georreferenciados capaz de armazenar, recuperar, transformar, analisar e manipular os dados coletados do mundo real (CÂMARA, 1996).

Os Sistemas de Informações Geográficas são sistemas cujas principais características são: “integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e de cadastro urbano e rural, imagens de satélites, redes, dados e modelos numéricos de terreno, combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados, consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados geocodificados” (CÂMARA, 1993).

Segundo Burrough (1989) o termo Sistemas de Informações Geográficas (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. Devido a sua ampla gama de aplicações, que inclui temas como agricultura, floresta, cartografia, cadastro urbano e redes de concessionárias (água, energia e telefonia), há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG: 1- como ferramenta para produção de mapas; 2 - como suporte para análise espacial de fenômenos; 3 - como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

## 2.2.1 Origem dos dados georreferenciados

### 2.2.1.1 Dados Georreferenciados

Segundo Rodrigues (1990), citado por JUGURTA (1995), dados georreferenciados refere-se às informações utilizadas pelas aplicações de geoprocessamento. Estes dados recebem esta denominação, por possuírem atributos relacionados à sua localização geográfica dentro de um sistema de coordenadas.

Devido às características das aplicações de geoprocessamento, a obtenção dos dados é feita, em sua maioria, a partir de fontes brutas de dados, ou seja, as aplicações tratam com entidades ou objetos físicos distribuídos geograficamente como, por exemplo, rios, montanhas, ruas, lotes, etc. Isto torna o processo de obtenção de dados uma das tarefas mais difíceis e importantes no desenvolvimento destes sistemas (RODRIGUES, 1990 citado por JUGURTA 1995).

Segundo Aronoff (1989), citado por Jugurta (1995), dados georreferenciados possuem quatro componentes principais, que armazenam informações sobre o que é a entidade, onde ela está localizada, qual o relacionamento com outras entidades e em que momento ou período de tempo a entidade é válida. São eles:

**I) Atributos qualitativos e quantitativos** - armazenam as características das entidades mapeadas, podendo ser representados por tipos de dados alfanuméricos. Estes atributos possuem aspectos não-gráficos e podem ser tratados pelos SGBDs convencionais.

**II) Atributos de localização geográfica** - diz respeito à geometria dos objetos e envolvem conceitos de métrica, sistemas de coordenadas, distância entre pontos, medidas de ângulos, posicionamento geodésico, etc.

**III) Relacionamento topológico** - representam as relações de vizinhança espacial interna e externa dos objetos. Este aspecto requer a existência de modelos e métodos de acesso não-convencionais para sua representação.

**IV) Componente tempo** - diz respeito à características temporais, sazonais ou periódicas dos objetos. O aspecto temporal em SGBD inclui suporte para três tipos de medida de tempo: instante de tempo, intervalo de tempo e relacionamentos envolvendo o tempo, como noções de antes, depois, durante, simultaneamente, etc.

#### 2.2.1.2 Aquisição dos dados

Os processos de coleta de dados são baseados em tecnologias tipo fotogrametria, sensoriamento remoto e levantamento de campo, já empregados há muito tempo em diversas áreas da geociência e da engenharia, e os produtos resultantes desses processos de coleta de dados é que são as verdadeiras fontes de dados dos SIG, afirma RODRIGUES (1990), citado por JUGURTA, (1995).

Segundo Jugurta (1995) os métodos mais comuns de aquisição de dados são: a digitalização manual, a leitura ótica através de dispositivos de varredura tipo "scanner", a digitação via teclado e a leitura de dados provenientes de outras fontes de armazenamento secundário. Estes métodos permitem a transferência dos dados obtidos através dos mecanismos de captura tipo levantamento de campo, sensoriamento remoto, imagens de satélites, para a base de dados dos SIG.

Informações provenientes de levantamento de campo normalmente são inseridas no banco de dados via teclado, e esta digitação via teclado é usada para a inserção dos atributos não-gráficos. Silva (2003) afirma que é indispensável transformar todos os dados espaciais em formato digital, para que possam ser manipulados em ambiente SIG.

Silva (2003) menciona que a entrada e a captura de dados para alimentar o banco de dados é uma das etapas do processo que requer cuidados especiais, e que este procedimento corresponde a aproximadamente 70% dos esforços físicos, financeiros e intelectuais de um projeto.

As imagens de satélites são também importantes fontes de dados digitais para os sistemas de informações geográficas, que permitem a manipulação e processamento de uma grande quantidade de informações. Câmara (1996) afirma que as imagens de sensoriamento remoto são uma forma mais rápida de se obter informações espaciais em formato digital.

O dado georreferenciado é coletado de acordo com a necessidade do usuário, ou seja, da característica do aplicativo. As aplicações de SIG necessitam de equipamentos com capacidade de processar grandes bases de dados gráficos e alfanuméricos, pois as operações realizadas em SIG produzem novos objetos que à partir de outros objetos, que permitirão as análises espaciais. (ANTUNES, 2006).

### 2.2.2 Uso do SIG para estudos ambientais

As análises efetuadas dentro de um SIG podem gerar mapas temáticos, diagnósticos ambientais, bem como o monitoramento dos seus recursos florestais. Alves *et al.* (2006) salientam que as empresas que dependem do manejo de recursos florestais, necessitam de informações precisas e disponíveis a tempo sobre

a localização, a acessibilidade e a quantidade de seus recursos, pois essas informações são necessárias para o planejamento florestal.

Em se tratando de Área de Preservação Permanente, Oliveira (2005) citado por Silva *et al.* (2008) afirma que os resultados de diversos estudos realizados em diversas regiões do Brasil utilizando técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas, têm como objetivo delimitar e mensurar as Áreas de Preservação Permanente. A ocorrência de conflito de uso do solo, sobretudo, no contexto espacial de bacias hidrográficas, aponta para a viabilidade, rapidez e confiabilidade, facilitando a identificação de eventuais conflitos de uso do solo. Elimina-se, definitivamente, a subjetividade do processo e promove substancial economia de tempo e mão-de-obra, abrindo espaço para o efetivo controle e fiscalização pelos órgãos ambientais.

### 2.3 MAPAS DE DISTÂNCIAS (BUFFER)

Um mapa de distância é uma análise de proximidade (medida de distância entre objetos com unidades de comprimento) que apresenta zonas com larguras específicas (distâncias) em torno de um ou vários elementos do mapa (INPE, 2000). É criada uma nova camada utilizando-se de valores de distâncias informada pelo usuário e aplicada às feições da camada a partir do centro do ponto, ou do eixo da linha, ou ainda do contorno do polígono (SCHMITZ, 2007).

Silva (2003) descreve que a análise de proximidade também é conhecida como análise de corredores, ou operação de *buffer*, consistindo em gerar subdivisões geográficas bidimensionais na forma de faixas, cujos limites externos possuem uma distância  $x$  e os limites internos são formados pelos limites da expressão geográfica em exame.

### 2.4 VANTS E SENSORIAMENTO REMOTO

As informações sobre certa área da superfície terrestre podem ser obtidas diretamente em campo ou indiretamente através de produtos do sensoriamento remoto, que consiste na “utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos, aeronaves, espaçonaves etc. com o intuito de estudar a superfície através do

registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra em suas mais diversas manifestações” (NOVO, 1989).

Através do sensoriamento remoto podem-se obter informações novas, assemelhando-se ao levantamento diretamente em campo, entretanto, tem-se a possibilidade de amostrar o ambiente de forma mais rápida.

VANT é abreviação de Veículo Aéreo Não Tripulado, sendo a nomenclatura em português para UAV – *Unmanned Aerial Vehicle* ou *Unmanned Airborne Vehicle* (IEEE, 2009). Embora existam diferentes terminologias, a bibliografia internacional segue adotando como termo predominante UAV e na prática não apresenta distinção entre as terminologias. No Brasil, o termo VANT é o mais difundido, sendo o adotado neste estudo.

O sensoriamento remoto por VANTs oferece a vantagem de não oferecer risco de perda de vidas de tripulantes, embora os principais projetos de VANTs sejam dispendiosos, ainda assim custam menos que uma aeronave tripulada ou um satélite para os mesmos fins (JENSEN, 2009).

O uso civil desta tecnologia avança, embora com menor ritmo, em parte devido à falta de aplicações sistemáticas, capacitação de operadores, segurança no uso e regulamentação para operações no espaço aéreo, conforme afirmado por Gurtneil *et al.* (2009).

A expectativa é que os VANTs possam fornecer ferramentas que sejam eficientes para a agricultura de precisão, atuando nos objetivos de permitir o uso eficiente de recursos, proteger o ambiente e fornecer informações relacionadas a tratamentos de gestão (utilização de máquinas para aplicações orientadas, semeadura, fertilização e proteção fitossanitária) (HONKAVAARA *et al.*, 2013).

O uso de VANTs no Brasil ainda não é regulamentado. No ano de 2013, a França teve uma regulamentação para uso de VANTs que já vinha sendo tratada desde 2012, gerando expectativas de que a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) viesse a instituir a permissão para voos de VANTS, de até 25 quilos em lugares públicos, a até 400 pés (cerca de 120 metros) de altitude no Brasil.

Todavia, atualmente, a ANAC discute propostas que relaciona classificações das aeronaves. Assim, as aeronaves foram classificadas conforme características da operação (altitude, operação em linha de visada visual ou além dela, operação

noturna, operação em áreas confinadas, entre outras): classe I - 150kg em diante; classe II - 25 a 150kg; e classe III – 0 a 25kg. As discussões da proposta envolveram normas que regulamentam o projeto, a manutenção, o registro e a operação dos VANTS, além da habilitação do piloto remoto (BRASIL, 2014). Além disso, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas e implementações de metodologias adequadas para a exploração máxima do potencial dessas ferramentas. Esse fomento pode atuar como propulsor do agronegócio que já se destaca na participação do PIB (Produto Interno Bruto) do país.

## 2.5 MOSAICAGEM

De acordo com Alves (2014), um mosaico é “constituído por um bloco de fotos aéreas adjacentes unidas sistematicamente pelo devido ajuste e sobreposição de suas margens vizinhas, de maneira a se obter uma representação contínua da superfície”.

Segundo Santos (2004), os mosaicos podem ser divididos em três classes, sendo: I) Não Controlados – São preparados através da simples mesclagem e ajuste entre os detalhes das margens de imagens aéreas adjacentes. Nesse processo não são utilizados pontos de referência no solo (sem posicionamento em relação ao terreno) e as fotografias envolvidas não são submetidas a nenhuma técnica de retificação. Por isso, podem ser produzidos rápida e facilmente, porém apresentado grande quantidade de distorções devido ao deslocamento planimétrico dos objetos (terreno irregular) e à consequente diferença de escala ao longo de toda a extensão da superfície. II) Controlados – São obtidos a partir de fotos aéreas submetidas a métodos específicos de retificação, fazendo-as corresponder às imagens no exato instante em que foram tomadas, como se fossem perfeitamente verticais e estivessem apresentando escala constante. Portanto, as deformações causadas pelas irregularidades da superfície são corrigidas. III) Semicontrolados – São produzidos combinando-se as especificações das duas classes anteriores. Portanto, podem usar fotos retificadas, porém sem pontos de controle, ou serem gerados com o uso dos pontos de apoio, mas com fotos que apresentam distorções.

Ressalta-se que para a elaboração de mosaicos controlados, é necessária a implantação de pontos de controle no terreno. Essa implantação demanda a coleta

de dados de campo, receptores GNSS, acessórios e softwares específicos e profissionais, encarecendo desta forma a cobertura aerofotogramétrica. Diante da necessidade em tornar o serviço prático e versátil, a decisão de utilização de mapeamento aerofotogramétrico sem controle de campo, isto é, o georrefenciamento direto do mosaico se destaca para algumas aplicações.

Destaca-se que o mosaico de ortofoto pode ser considerado como o principal produto da Fotogrametria atual, a frente do Modelo Digital de Superfície e Modelo Digital do Terreno, e é obtido exclusivamente através de softwares específicos, como o software Photoscan da Agisoft ou através do processamento das imagens em nuvem, como o disponibilizado pela empresa Dronedeploy. A opção pelo processamento em nuvem oferece algumas vantagens, como a não necessidade da compra de softwares e equipamentos, que podem onerar custos ao profissional.

## 2.6 EROSÃO DOS SOLOS

Erosão do solo é um fenômeno de degradação e decomposição das rochas e as modificações sofridas pelo solo devido a variações de temperatura, pela ação da água e do vento. “A erosão do solo é um fenômeno complexo, envolve desagregação, transporte e deposição de partículas”, produzida basicamente pela ação da água da chuva e pelos ventos (BERTOL *et al.*, 2007).

A atividade humana acelera o processo de desgaste e perda do solo, entre os fatores causadores da erosão estão as práticas agrícolas sem o manejo adequado do solo, as culturas e cultivos não adaptados às características dos solos, as queimadas e o desmatamento. Os riscos de erosão dependem tanto das condições naturais quanto dos modelos de uso da terra (ARAUJO, 2010).

A erosão e o desgaste do solo acarretará seu transporte por chuva, vento ou mesmo pela gravidade. A erosão depende da quantidade das chuvas e de sua intensidade, grande parte da erosão – aproximadamente 2/3 – decorre da água que lava a camada superficial do solo e depende, também, de fatores como topografia, cobertura vegetal e uso do solo (ARAUJO, 2010).

Qualquer atividade humana que provoque a remoção da cobertura vegetal se tornará suscetível ao processo erosivo. A erosão ocorre em áreas onde a terra tiver

desprotegida da cobertura vegetal, podendo ser pelo pisoteio de animais, pelo manejo inadequado em campos agrícolas, tais como: aração profunda em solos decaídos, deficiência em forrageiras (espécies vegetais que servem de cobertura do solo preparando-a para o próximo cultivo) e pela compactação do solo pelas máquinas. Em solos adensados diminui a infiltração da água das chuvas, quando chove grande parte da água escorre causando a erosão (PRIMAVESI, 2002).

### 2.6.1 Tipos de Erosão

As condições físicas e químicas do solo, ao conferir maior ou menor resistência à ação das águas, tipificam o comportamento de cada solo exposto a condições semelhantes de topografia, chuva e cobertura vegetal (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1995).

A erosão hídrica é a mais comum nas áreas agricultáveis, pois com a ação da água das chuvas em contato com um solo desprotegido, ou seja, sem cobertura vegetal, causará danos chegando ao estágio irreversível.

O processo se inicia, quase sempre, através do escoamento superficial difuso (erosão em lençol), passando pela concentração dos fluxos (erosão em ravinas), que pode evoluir para um escoamento mais concentrado, chegando a formar voçorocas, que são incisões mais profundas no solo, chegando na maioria das vezes a atingir o lençol freático (GUERRA, 2009).

A erosão laminar ou superficial difuso é aquela que ocorre em toda a área, caracterizada pelo arraste de uma camada muito fina e uniforme do solo, a forma mais perigosa de erosão. Uma vez não percebida logo no início, é notada somente quando atinge um grau elevado, ou seja, após descobrir as raízes das plantas. "É a remoção de solo de uma área inclinada em camadas finas [...] o ressecamento e a lavagem da encosta são formas de erosão laminar" (ARAUJO, 2010, p. 88).

O ravinamento é a remoção de solo pela água por canais visíveis ou canaletas muito pequenas, mas bem definidas, onde há concentração do fluxo sobre o solo. As ravinas, geralmente, são mais sérias do que a erosão laminar porque as velocidades do escoamento superficial (Runoff) são mais altas nas ravinas ou canais (ARAUJO, 2010).

As voçorocas podem não ser tão significativas como as ravinas, em termos de quantidade total de solo erodido, mas podem ser bastante destrutivas em termos de danos a rodovias, aterros, e bacias hidrográficas. Elas são difíceis de ser controladas e retiradas, de modo que, o desgaste contínuo da base da voçoroca leva ao seu aprofundamento e alargamento, enquanto o desgaste das cabeceiras prolonga o canal para áreas ainda não atingidas pela voçoroca (ARAUJO, 2010).

A declividade do terreno é um fator fundamental no processo erosivo, quanto maior for a elevação do terreno maior será a velocidade de escoamento da água provocando a erosão pela enxurrada. Portanto, mais graves serão os danos causados pela erosão, podendo inclusive ocasionar sulcos ou voçorocas (EMBRAPA, 2003).

As atividades praticadas no meio rural (tanto agricultura como pecuária) podem ser as responsáveis diretas por transformações no relevo de uma determinada área, causando não só danos às encostas e planícies, mas também, a partir dos transportes dos sedimentos, mudança na qualidade e quantidade de água dos rios, lagos, e reservatórios, tornando-os mais rasos, podendo chegar, inclusive, ao assoreamento total desses corpos líquidos (GUERRA, 2009).

### 2.6.2 Manejo do solo e controle da Erosão

De acordo com Araujo (2010), por volta de 1990, práticas agrícolas inadequadas contribuíram para a degradação de 562 milhões de hectares, aproximadamente 38% dos 1,5 bilhão de hectares de terras agricultáveis no mundo. Algumas dessas terras só estavam levemente degradadas, mas uma quantidade apreciável estava severamente prejudicada, o bastante para danificar sua capacidade produtiva ou para se obter uma produção.

O terraceamento é uma das medidas de controle por drenagem superficial. É uma das práticas mais eficientes para controlar a erosão de terras cultivadas. A palavra terraço é usada, em geral, para significar canal, construído em corte da linha de maior declive do terreno, mediante “curvas de nível” barreiras de terra que seguram a água na superfície do solo não deixando escoar e aumentando o tempo para a infiltração. Por esse motivo, as práticas conservacionistas, que visam diminuir

a intensidade dos processos de erosão, fundamentam-se na manutenção da cobertura do solo e na construção de terraços (EMBRAPA, 2003).

A recuperação do solo não pode ser considerada completa até que o local tenha sido reflorestado. A cobertura vegetativa é necessária para proteger o solo da erosão, mas a cobertura vegetativa pode ser vista como um teste ecológico do sucesso do processo de recuperação.

## 2.7 LEI 12.651 – NOVO CÓDIGO FLORESTAL

Segundo Embrapa (2016), a Lei 12.651, de 25 de Maio de 2012, estabelece normas para proteção da vegetação nativa em áreas de preservação permanente, reserva legal, uso restrito, exploração florestal e assuntos relacionados. Nesse contexto, as propriedades deverão seguir as instruções estabelecidas nessa legislação. Reunindo tanto informações para facilitar o entendimento desta Lei, como também, conteúdos técnicos para a recuperação de áreas, como estratégias de recuperação, experiências já realizadas, espécies de plantas nativas sugeridas para plantio e soluções tecnológicas da Embrapa e parceiros, além de boas práticas agrícolas, que contribuirão para o alcance do desenvolvimento sustentável de propriedades rurais em diferentes biomas.

### 2.7.1 Área de Preservação Permanente (APP)

Considerando a legislação, as Áreas de Preservação Permanente (APP), em áreas rurais ou urbanas, específico para a área de estudo:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os cursos d'água efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima conforme tabela 1:

**Tabela 1 - Largura de cursos d'água e faixas de APP**

Largura do curso d'água (m)	Faixa da APP (m)
Até 10	30
Entre 10 e 50	50
Entre 50 e 200	100
Entre 200 e 600	200
Superior a 600	500

Fonte: Embrapa 2016

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de, de acordo com a tabela 2:

**Tabela 2 - Áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais**

Localização	Área da superfície do espelho d'água (ha)	Faixa marginal de APP (m)
Zonas Rurais	Até 20	50
	Acima de 20	100
Zonas Urbanas	Independente	30

Fonte: Embrapa 2016

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, conforme tabela 3:

Tabela 3 - Áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais

Para abastecimento público e geração de energia elétrica	Não destinado a abastecimento público ou geração de energia elétrica
Faixa marginal de APP	
<p>Definido pelo licenciamento:</p> <p>- Área rural: mínimo 30 e máximo de 100 metros;</p> <p>- Área urbana: mínimo 15 e máximo de 30 metros.</p>	Definido pelo licenciamento

### 2.7.1.1 Áreas Rurais consolidadas em Áreas de Preservação Permanente

A Lei 12.651/2012 (Art. 61-A) estabelece que nas Áreas de Preservação Permanente é autorizada a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008.

Apesar disso, a continuidade de tais atividades em uma Área de Preservação Permanente, como de uso consolidado, é dependente da adoção de boas práticas de conservação de solo e água, uma vez que se trata de áreas com diversas fragilidades ambientais, demandando manejos diferenciados aos reservados às áreas produtivas fora das APPs. Para efeito de recomposição de algumas categorias de APP em áreas consideradas consolidadas, a Lei 12.651/2012 estabelece regras transitórias, indicando as dimensões mínimas a serem recompostas com vistas a garantir a oferta de serviços ecossistêmicos a elas associados. A aplicação de tais regras leva em consideração o tamanho da propriedade em módulos fiscais e às características associadas às APPs (ex: largura do curso d'água; área da superfície do espelho d'água).

O fluxo, realizado pela Embrapa (2016), expõe claramente a área mínima a ser recomposta, de acordo ao módulo fiscal, representado pela Figura 1.

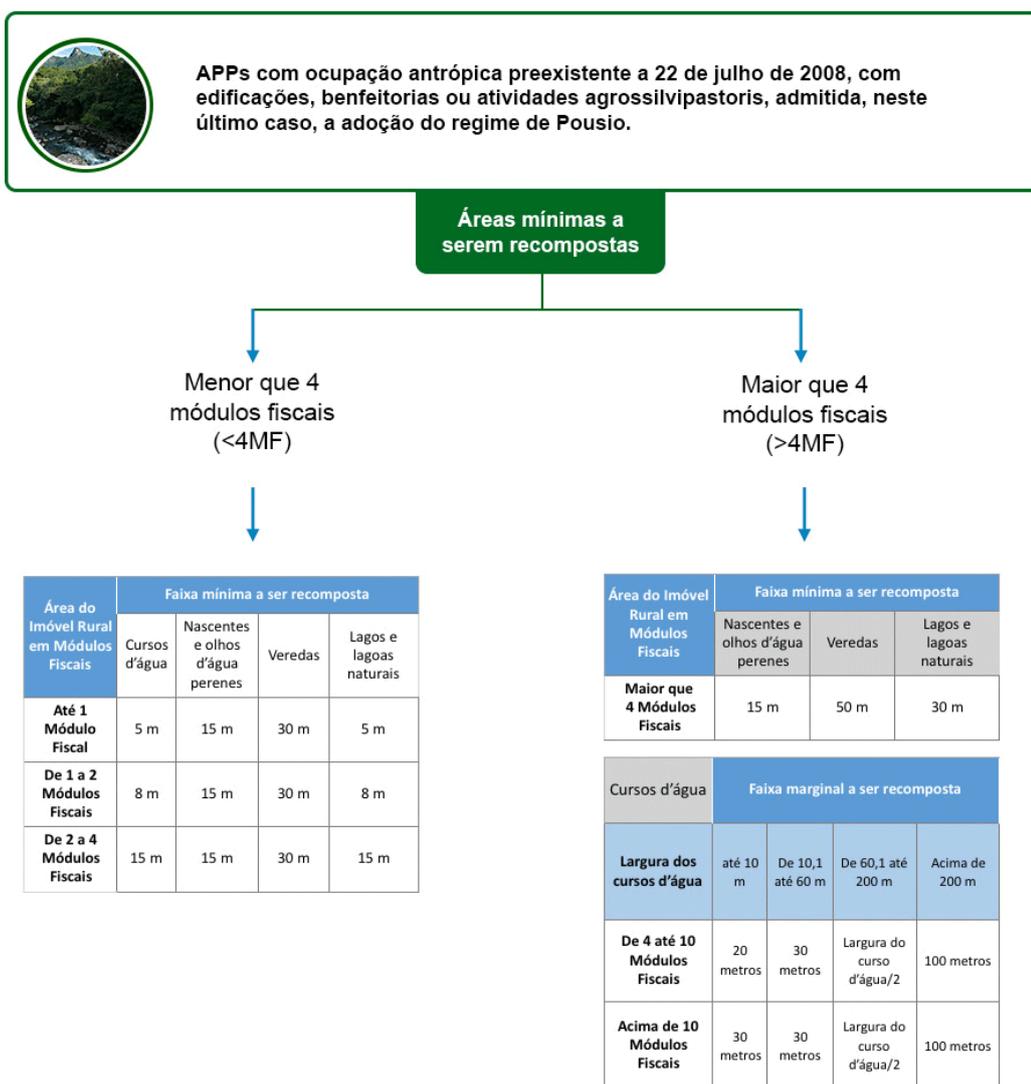


Figura 1 - Área mínima a ser recomposta, de acordo ao modulo fiscal

Fonte: Embrapa 2016

## 2.7.2 Reserva Legal (RL)

Após as definições das Áreas de Preservação Permanente, a área de Reserva Legal (RL), específica para o bioma Cerrado, a legislação exige a conservação de 35% da área do imóvel.

Para a regularização da Reserva Legal, deve-se considerar a situação em 22/07/2008 e o tamanho da propriedade em módulos fiscais, conforme pode ser visualizado pela Figura 2, sendo apresentadas as duas situações de forma clara:

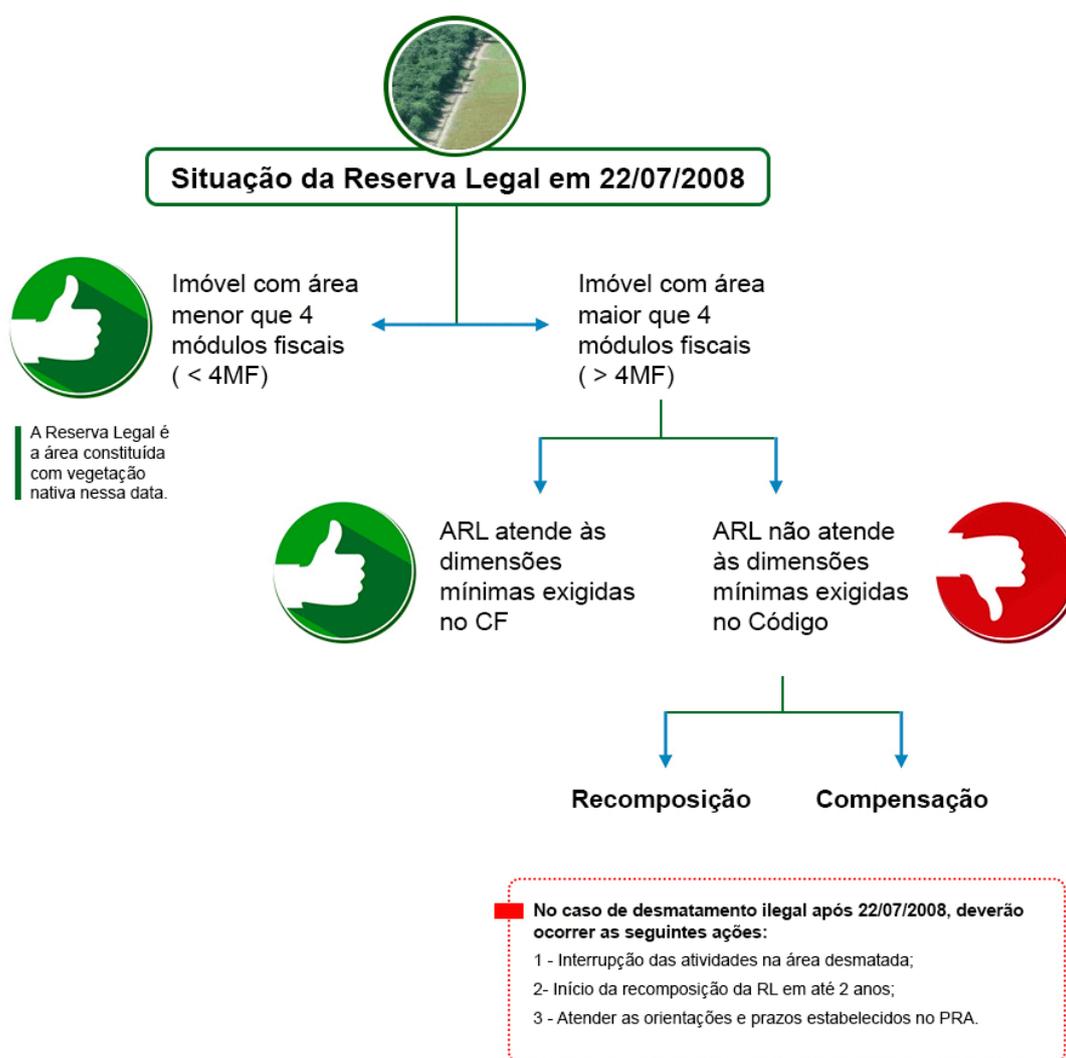


Figura 2 - Situação da Reserva Legal em 22/07/2008

Fonte: Embrapa, 2016.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Dourados está localizado no Centro-Sul do estado de Mato Grosso do Sul. Sua área territorial é de 4.086,387 km<sup>2</sup>, possui altitude média de 430 m e clima tropical úmido no verão e seco no inverno, com algumas geadas. A principal atividade econômica é a agropecuária, inicialmente a pecuária foi a atividade principal, mas vem sendo substituída pela agricultura atualmente.

A área em questão situa-se ente as coordenadas 22°10'37.92" S e 55°10'53.27" O, com altitude aproximada de 407 m. Possui aproximadamente 146,57 ha de área. A localização pode ser visualizada na Figura 3.

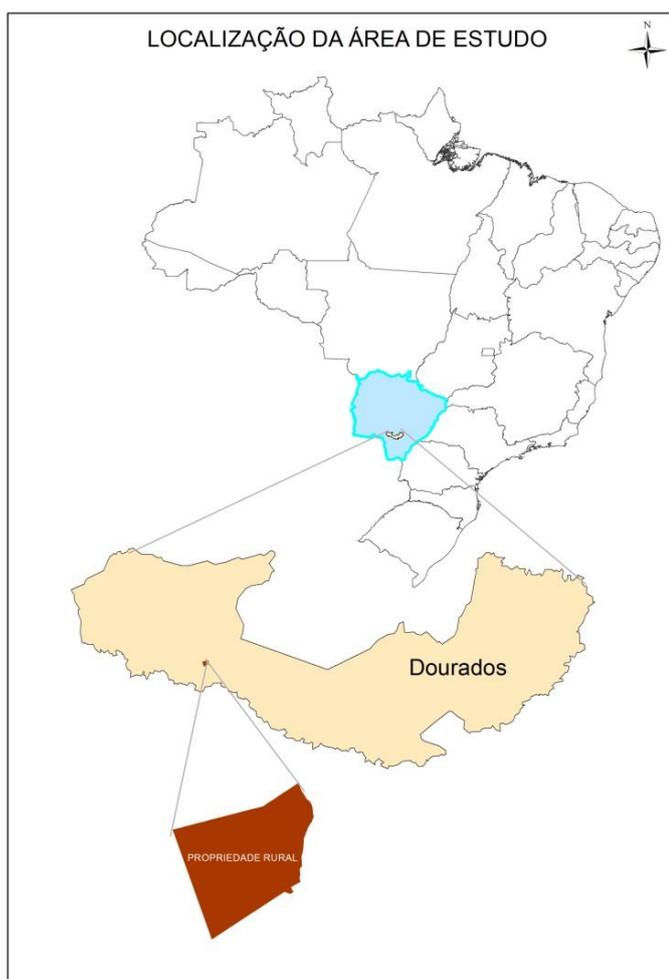


Figura 3 - Localização da área de estudo

Na Figura 4, nota-se que a pecuária na Fazenda e propriedades vizinhas é a principal atividade econômica rural desta área, embora em 2014 tenha sido utilizada para plantio agrícola. No período de realização deste estudo, as pastagens ocupam a quase totalidade da propriedade.



Figura 4 - Área de estudo

### 3.1.1 Relevo e paisagem

A topografia apresenta relevo suave ondulado, com formas arredondadas, com declividade máxima de 4,4%. Apresenta também, na porção leste da propriedade, um leve declínio em direção ao curso d'água.

### 3.1.2 Solo

Em se tratando da pedologia, o predomínio é do Latossolo, solos minerais, não hidromórficos, altamente intemperizados, profundos, bem drenados, de textura muito argilosa e Gleissolos, solo caracterizado pelo elevado teor de matéria orgânica no horizonte superficial, encontrados geralmente nas margens dos cursos de água

em áreas sujeitas à inundação. No caso da área de estudo, prevalece o Latossolo Vermelho Distrófico.

### 3.1.3 Clima

De acordo com o mapa do clima do IBGE modificado em 1978, Dourados apresenta clima úmido nas porções Oeste e Sudoeste, com índices de umidade variando de 40 a 60% e clima Úmido a Sub-Úmido no restante da área do município, com índices efetivos de umidade com valores anuais variando de 20 a 40%. Excedente hídrico anual de 800 a 1.200mm durante cinco a seis meses. Na Figura 5 pode-se visualizar a distribuição climática no estado.

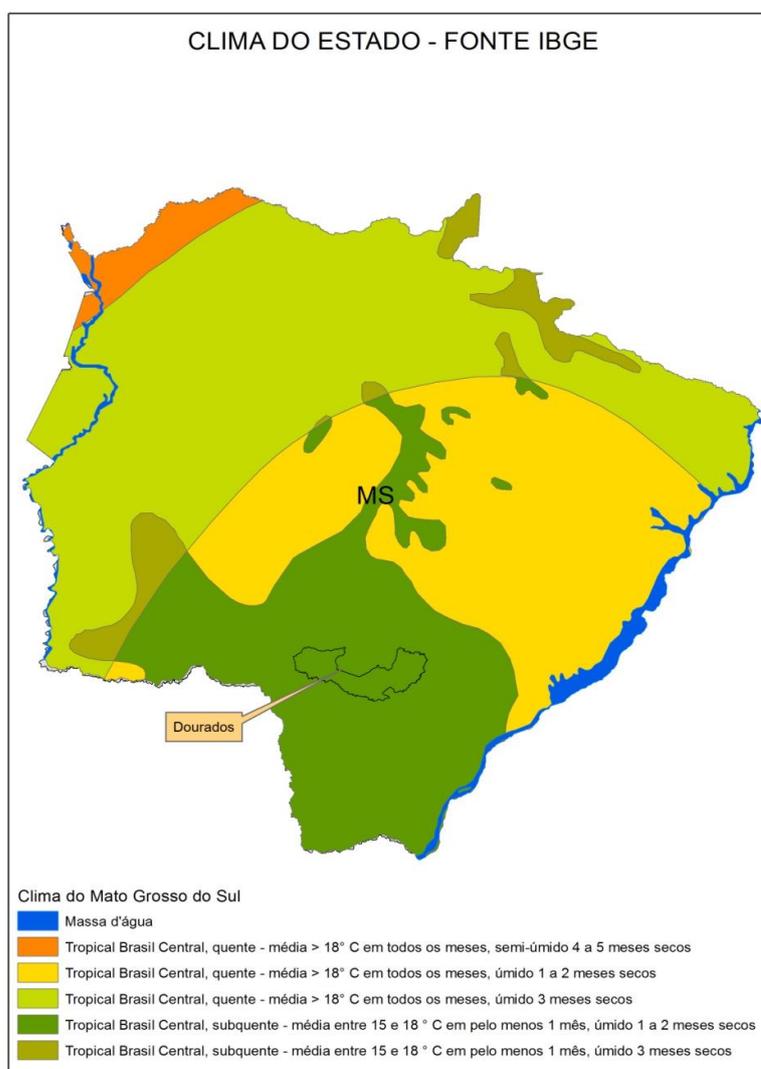


Figura 5 - Clima no estado de Mato Grosso do Sul

### 3.1.4 Vegetação

A cobertura vegetal de Dourados revela o domínio da Floresta e do Cerrado. Com o passar dos anos, essa vegetação natural vem sendo descaracterizada, devido às ações antrópicas, reduzindo-se a resquícios de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial e Cerrado, dominando assim, a agricultura e a pastagem plantada. Na área de estudo o bioma é o Cerrado (Figura 6), presente apenas ao longo do curso de água.

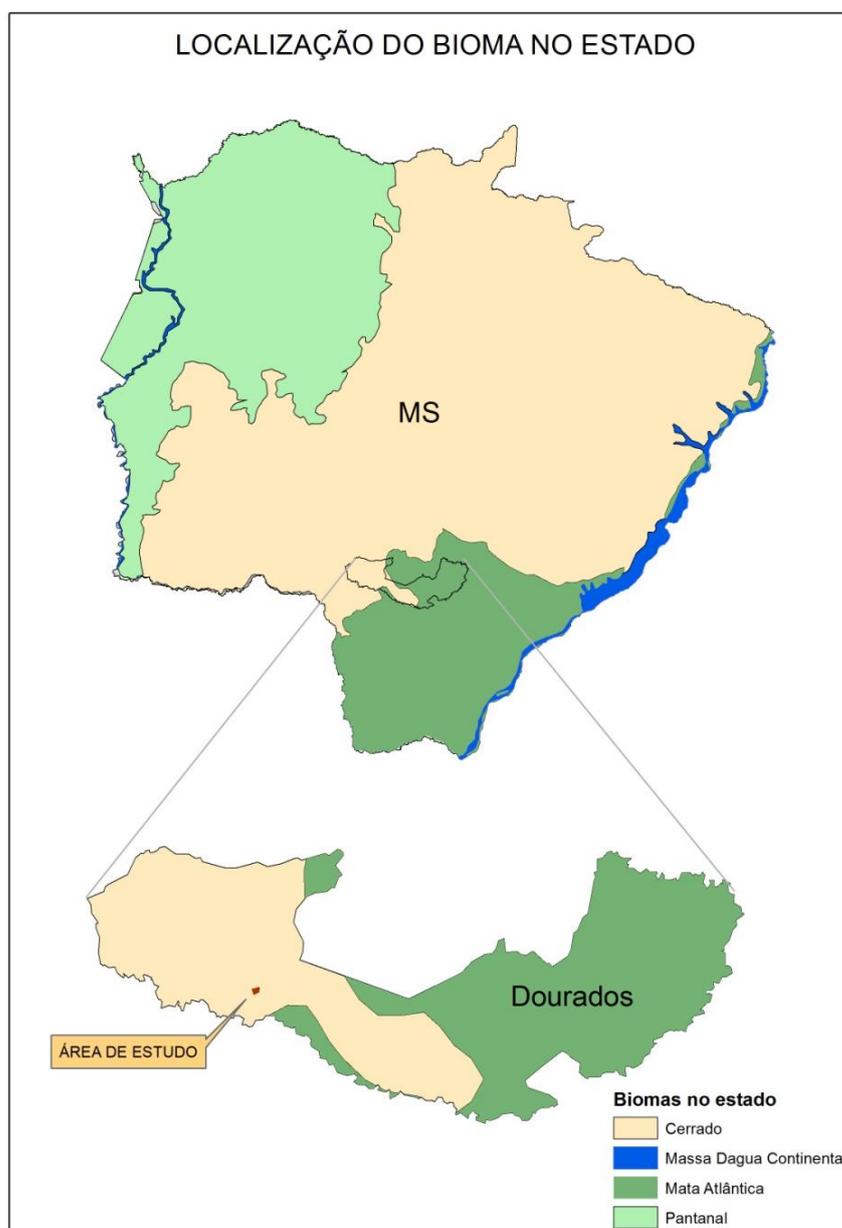


Figura 6 - Biomas no estado do Mato Grosso do Sul

## 3.2 MATERIAIS UTILIZADOS

### 3.2.1 Características dos softwares utilizados

#### 3.2.1.1 Software ArcGis 10.0

O ArcGIS 10.0 é um software usado para criar, importar, editar, buscar, mapear e analisar informações geográficas. Este Sistema de Informações Geográficas integrado provê ferramentas para a implementação de sistemas que abrangem desde um simples usuário ou muitos usuários em estações de trabalho. Permite a utilização de diversos dados, sejam através de múltiplos arquivos, múltiplos bancos de dados, serviços web ou grandes conjuntos de integração de dados. Inclui aplicações usadas para resolver problemas, e aumentar a eficiência na tomada de decisões (ESRI, 2006).

#### 3.2.1.2 – Planejamento de voo e processamento da mosaicagem em nuvem

O planejamento de voo do Vant foi realizado através do aplicativo Dronedeploy app. O aplicativo permite o planejamento do voo a partir do escritório e são considerados a sobreposição, tempo de voo, altura de voo, velocidade e GSD do mosaico.

Para o processamento das fotos, foi utilizada a plataforma em nuvem da empresa Dronedeploy, chamado de *Map Engine*, no qual as imagens são enviadas para a plataforma, processadas, e em seguida gerado o ortomosaico.

#### 3.2.2 Características do Vant

O VANT utilizado neste estudo é do modelo Phantom 4, possui hélices rotativas (Figura 7), no caso um quadricóptero, de acordo com a fabricante DJI, o VANT possui autonomia de voo de aproximadamente 20 minutos. O alcance especificado pela empresa é de altura máxima de 500 m e distância de até 5 km do controlador.

A câmera possui 12,4 m Pixels efetivos, e lente de formato equivalente a 35 mm. Tamanho máximo de imagem igual a 4000x3000.



Figura 7 - Vant DJI modelo Phantom 4

### 3.4 METODOLOGIA

#### 3.4.1 Planejamento e coleta de dados

A metodologia para execução deste trabalho consistiu no levantamento das informações disponíveis da propriedade, como os limites da propriedade e histórico de uso produtivo da propriedade, através de informações do proprietário do imóvel. De posse das informações descritas, no escritório foi realizado o planejamento do voo autônomo, para que a precisão de 10 cm de GSD fosse obtida, o planejamento considerou as variáveis a seguir: Altura de voo: 120 m; Sobreposição da imagem: 75%; Sobreposição entre faixas: 70%; Velocidade de voo: 14 m/s; Tempo de voo: 59 minutos; N° de voos: 4; N° de imagens a serem coletadas: 771; Área de cobertura total: 214 hectares; Resolução espacial: 10,1 cm/px.

A Figura 8 expõe a disposição das imagens coletadas para a geração do mosaico. A coleta de imagens aéreas foi realizada em um dia ensolarado e com ventos leves.

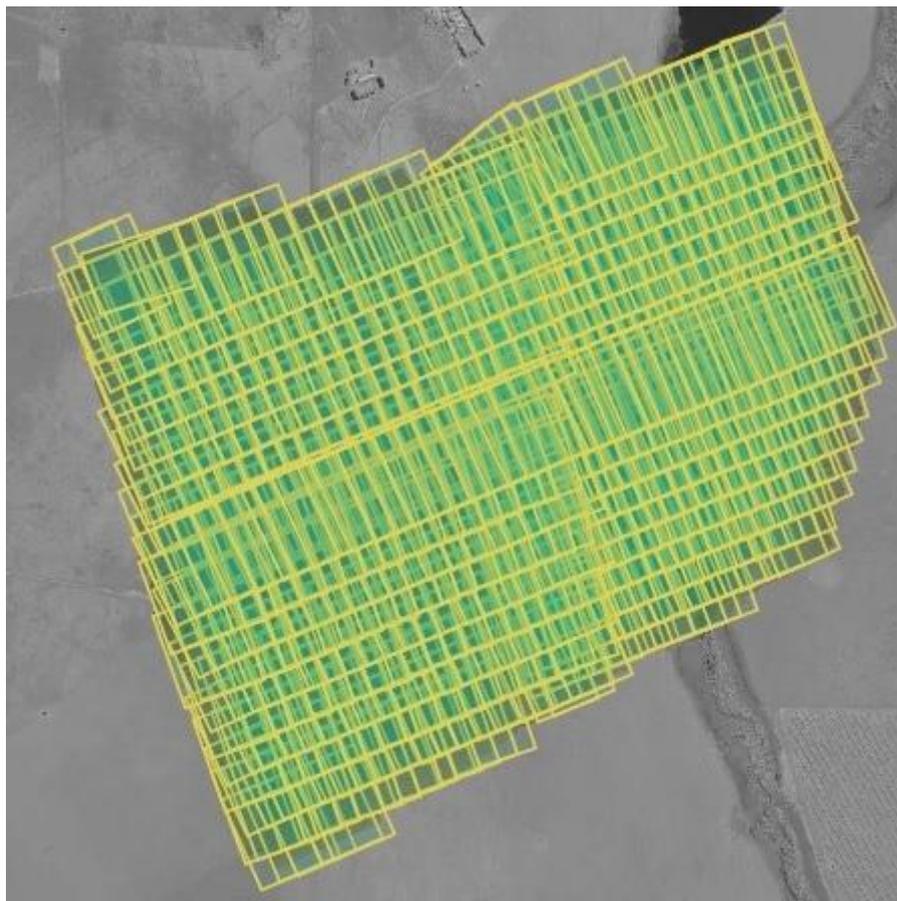


Figura 8 - Disposição das imagens coletadas pelo voo autônomo do Vant.

#### 3.4.2 Mosaicagem das imagens

O processamento das imagens para a geração do ortomosaico e do modelo digital de superfície (MDS) foi feita na plataforma Map Engine, da empresa Dronedeploy. O processo foi classificado como semi-controlado, pois não houve coleta de pontos de controle. A precisão obtida no ortomosaico de imagens foi de:

Acurácia X: 4,6 m; Acurácia Y: 2,3 m; Acurácia Z: 2,8 m.

Conforme foi mencionado anteriormente, a resolução espacial (GSD) foi de 10,1 cm/px. Logo, nas Figuras 9 e 10 é possível visualizar o resultado do processamento.

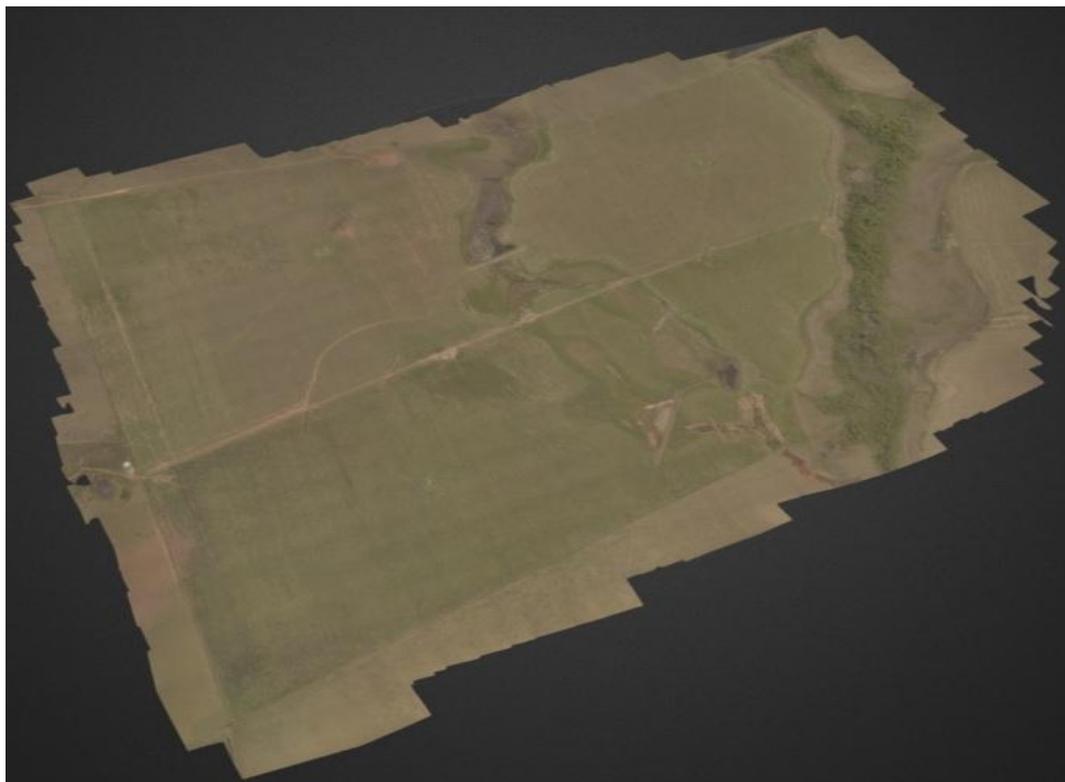


Figura 9 - Ortomosaico georreferenciado da propriedade rural

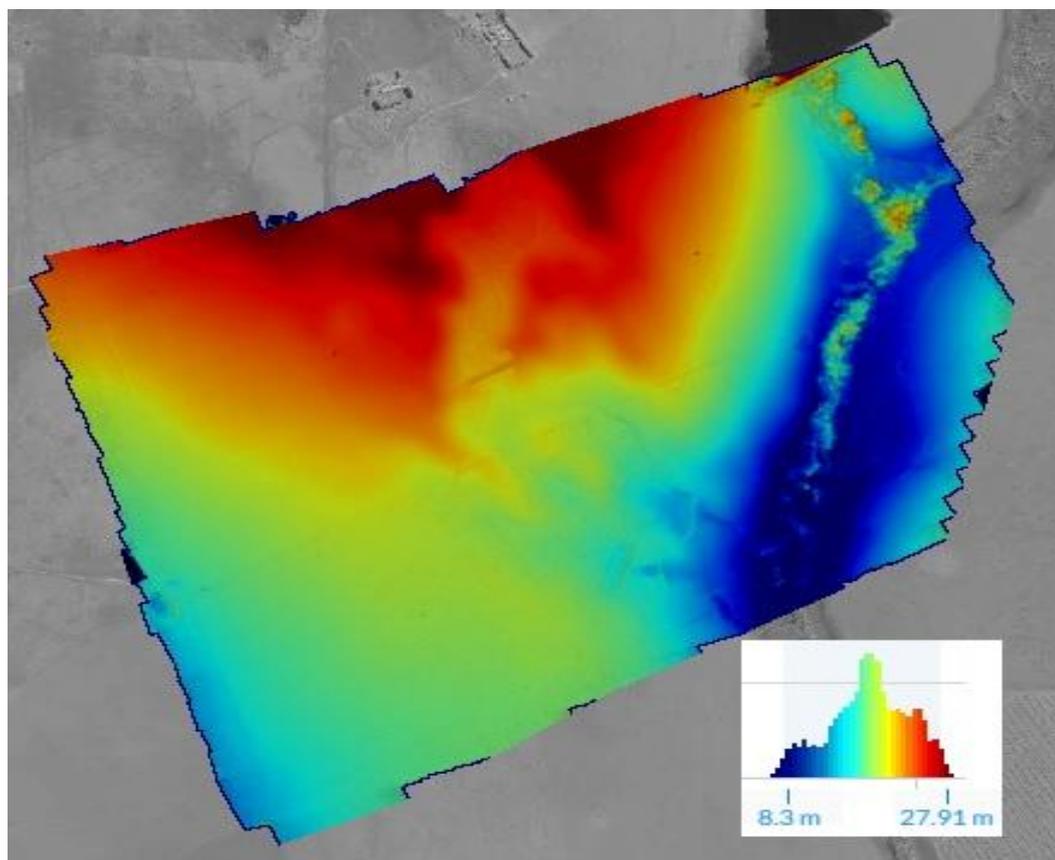


Figura 10 - Modelo Digital de Superfície (MDS) da propriedade rural

### 3.4.3 Elaboração do SIG

Para a elaboração do SIG, foi utilizado o Software Arcgis 10.0, as informações qualitativas e quantitativas foram extraídas do ortomosaico e do modelo digital de superfície (MDS).

Outra etapa importante foi a digitalização e a criação das tabelas de atributos, como as análises necessárias para determinar e quantificar áreas de proteção integral, de fragilidade ambiental e classes de erosão superficial.

### 3.4.4 Critério de definição das áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal

A propriedade em estudo situa-se no bioma Cerrado, o módulo fiscal especificado pelo INCRA para Dourados é de 30 ha, neste caso, a propriedade se classifica como uma propriedade de porte médio, sendo assim, a faixa mínima marginal de Área de Preservação Permanente (APP) a ser recomposta será de 20 metros. Considerando a Reserva Legal, a área necessária para estar de acordo com a legislação é de 35%. Caso não tenha essa área de cobertura florestal, o Código Florestal exige a regularização ambiental, seja pela recomposição ou compensação.

A área de APP foi considerada no computo de 35% da área de Reserva Legal, respeitando as características de não conversão para o uso alternativo do solo e se comprometendo no processo de recuperação ambiental diante dos órgãos competentes.

### 3.4.5 Classificação dos Tipos de Erosão

A partir do ortomosaico, realizou-se a identificação manual das erosões presentes na propriedade, expondo locais compactados por maquinário agrícola, pisoteio de animais, erosão hídrico do tipo ravinas e voçorocas.

### 3.4.6 Criação e manipulação dos shapefiles para o SIG e elaboração dos mapas temáticos.

De posse do ortomosaico e modelo digital de superfície (MDS), da propriedade rural, foram gerados os vetores para a construção de feições (layers) de interesse no SIG. Na descrição a seguir, podem-se observar as layers (Feições Cartográficas) criadas para o mapeamento da área de estudo:

- Polígono do Perímetro da Propriedade;
- Polígonos de Pastagem;
- Polígonos de Floresta Nativa;
- Polígonos de Área de Preservação Permanente (APP);
- Polígonos de pastagem em Área de Preservação Permanente;
- Polígonos de pastagem em Área de Baixa Aptidão Agrícola;
- Polígonos de Área Prioritária para Criação da Reserva Legal;
- Polígonos de reservatórios artificiais;
- Polilinhas Hidrografia;
- Polilinhas Curvas de Nível;
- Polilinhas de Estradas e Aceiros;
- Polilinhas de Erosão Superficial.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 USO SOLO E PROCESSOS EROSIVOS

Os resultados adquiridos através do ortomosaico e criação de um SIG da propriedade demonstraram elevada área para uso produtivo, pouca cobertura vegetal e processos de degradação visível em toda a sua área, resultando em mapas temáticos do uso do solo atual da propriedade (Figura 11). A pecuária realizada pela maioria das propriedades rurais do estado se encontram em situação semelhante, com baixa capacidade produtiva, processos de degradação avançados e pouca cobertura vegetal.

Conforme pode ser visualizado na Figura 11, foram identificados 136,54 ha (93,15%) como pastagem, embora tenha passado por atividade agrícola recentemente, a excessiva proporção de área produtiva destoa da legislação ambiental vigente, necessitando reduzi-la para o estabelecimento das áreas de preservação e conservação ambiental.

Durante a coleta das imagens, foi realizado o registro fotográfico das classes de uso do solo, e de processos de degradação ambiental vigente, como pode ser visto nas Figuras 12, 13, 14 e 15.

O motivo do não uso de pontos de controle foi para eliminar a locação do GPS de precisão do escopo do estudo e reduzir o tempo de coleta de dados de campo, a precisão obtida com o GNSS imbutido no VANT foi satisfatória para a execução deste trabalho.

Para o planejamento e voo do VANT, deve-se considerar tempo ensolarado e ventos abaixo de 11 m/s, para que o mosaico tenha a qualidade adequada.

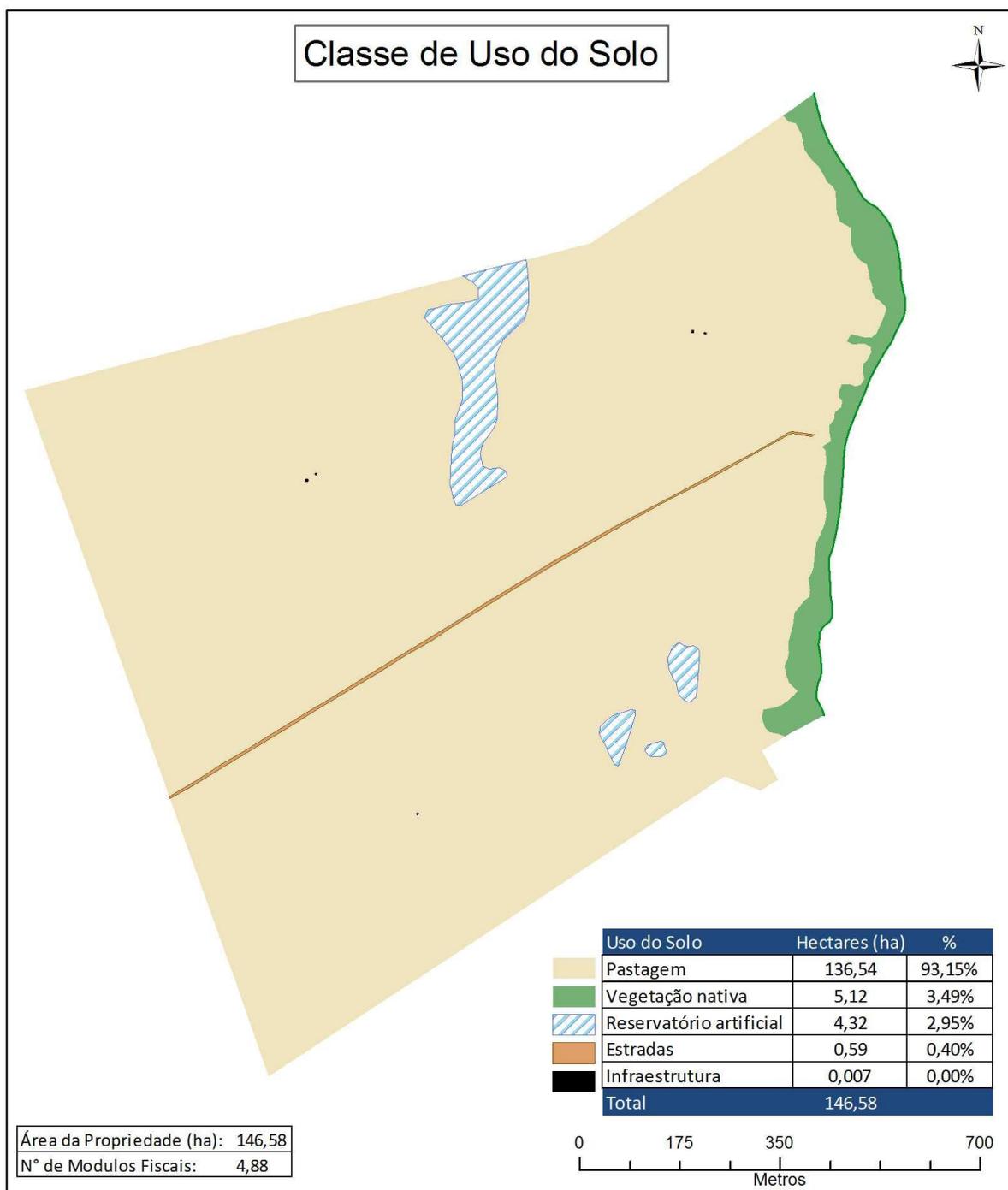


Figura 11- Classe de uso do solo atual da propriedade rural.

Figura 12 - Nº 1 -Pastagem presente na propriedade – lado direito da imagem



Figura 13 - Nº 2 - Reservatório artificial



Figura 14 - Nº 3 - Processos erosivos



Figura 15 - Nº 4 Vegetação Nativa



A propriedade é um exemplo de atividade antiquada e não sustentada, pois não protege os recursos naturais e acelera o processo de degradação e empobrecimento do setor rural. Kluthcouski *et al.* (2004) define este modelo sendo antiquado como extrativista, no qual acarreta no empobrecimento das pastagens no Bioma Cerrado, este mesmo autor estima que dos 40 milhões de hectares de pastagens cultivadas, cerca de 80 % encontram-se em algum estágio de degradação.

Entre as medidas que podem reduzir o processo de degradação, destaca-se a melhor capacitação dos proprietários e profissionais do setor agrário e fiscalização efetiva para o cumprimento da legislação ambiental. De acordo com a EMBRAPA (1996), o contínuo uso de práticas inadequadas e a inobservância da legislação ambiental tem ampliado o desmatamento em áreas de cerrado.

Azevedo *et al.* (2015) descrevem “a necessidade da implementação de instrumentos econômicos que estimulem os proprietários rurais à recuperarem ou manterem as suas florestas, independentemente da sua obrigatoriedade legal. O autor destaca que a observância legal e controle não seriam suficientes para a conservação da vegetação nativa.

Por meio do modelo digital de superfície (MDS), gerou-se as curvas de nível para a propriedade, como pode ser observado na Figura 16. O modelo digital de superfície auxiliou na alocação das curvas de nível, com fins de planejamento de retenção da água da chuva e direcionamento ao lençol freático.

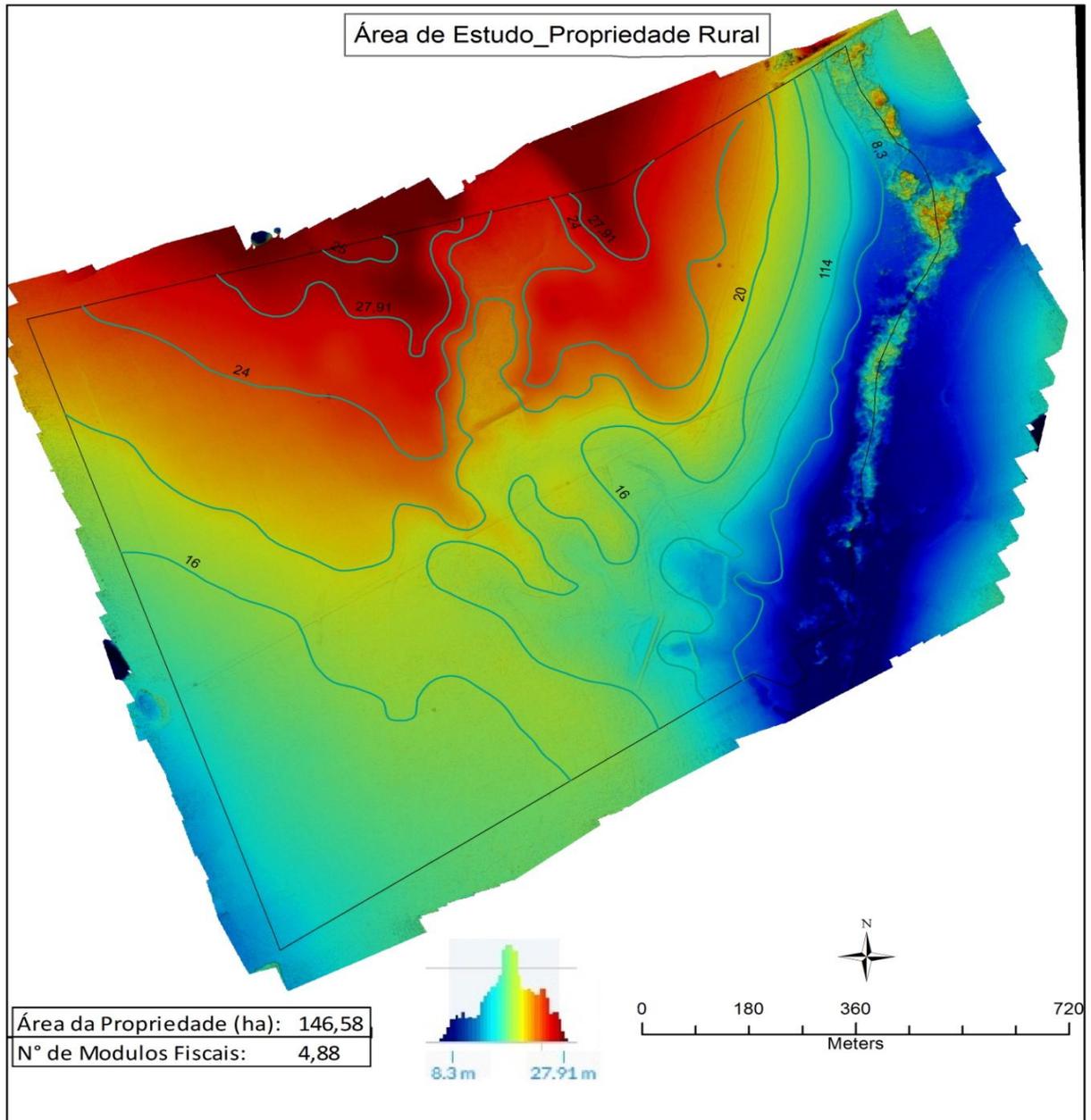


Figura 16 - Curva de nível da propriedade rural

A distribuição espacial das áreas erodidas e degradadas foi feita manualmente, a resolução de 10 cm de GSD do ortomosaico permitiu que fossem identificados os pontos críticos a serem recuperados na área, como pode ser visualizado na Figura 17.

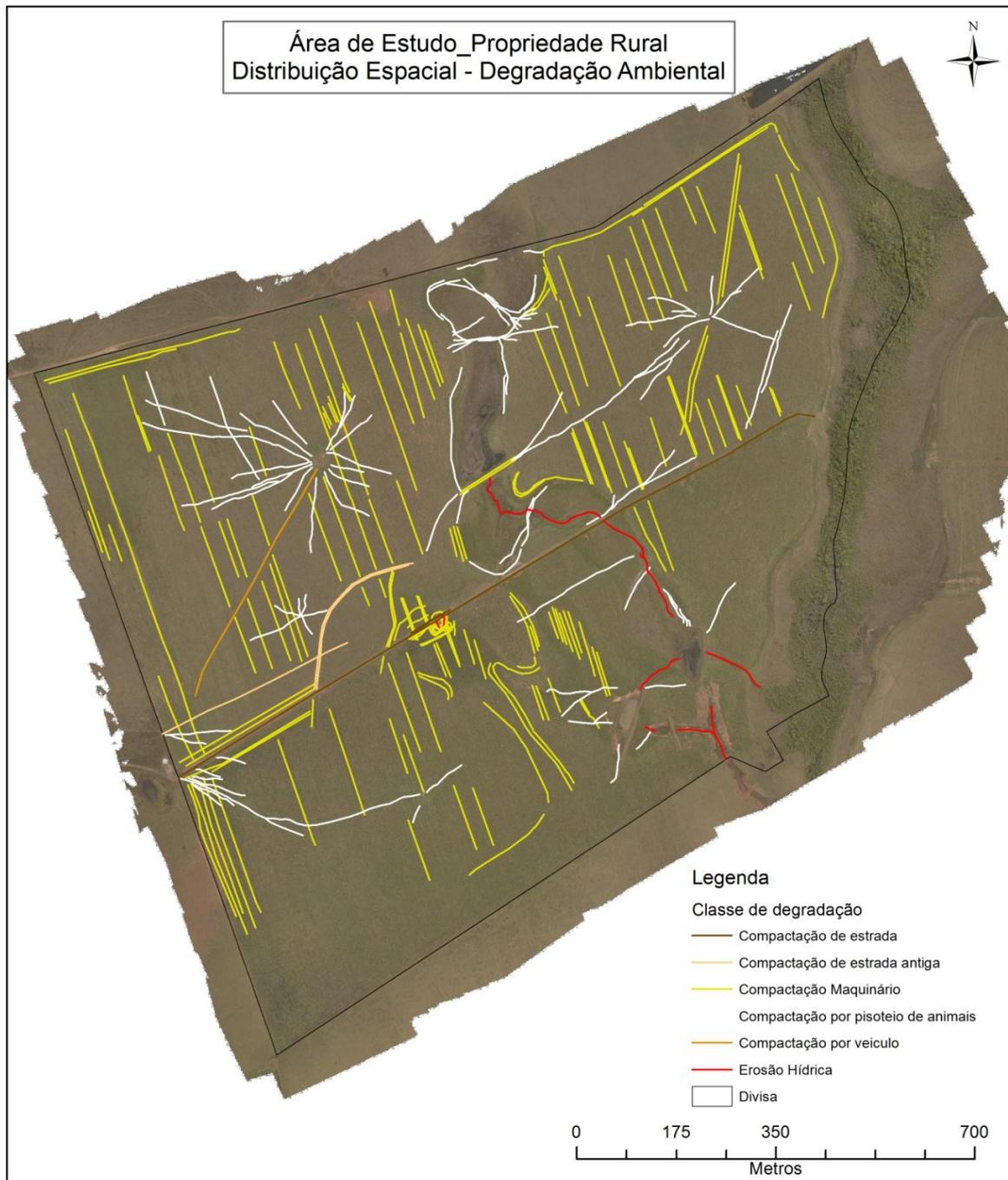


Figura 17 - Distribuição espacial das áreas degradadas

Como verifica-se na Figura 17, os processos de compactação do solo foram acelerados por maquinário agrícola e através do pisoteio do gado. Chaves (2012) considera que a maior causa da degradação dos solos está associada ao manejo inadequado dos recursos naturais. Na agricultura, destacam-se o monocultivo, o uso indiscriminado de agroquímicos e

fertilizantes, a exposição do solo pelo desmatamento, pelas queimadas e/ou pelo manejo com cultivos que não propiciem proteção adequada ao solo e a destruição de sua estrutura original por práticas como aração e gradagem, excesso de tráfego de máquinas e manejo de animais acima da capacidade de suporte das pastagens.

Andrade et al (2006) descrevem a ocupação de áreas de grande vulnerabilidade ambiental, como margens de rios e outras áreas de preservação permanente, assim como a locação imprópria das estradas, em sua maioria sem dispositivos de drenagem, e também a adoção de práticas agrícolas inadequadas, têm sido indicadas como os principais agentes da degradação no meio rural. Na Figura 18 é possível visualizar o excesso de tráfego em uma área de fragilidade ambiental, em que resultou em voçorocas.



Figura 18 - Locais de manobra de maquinário agrícola



Figura 19 - Compactação por pisoteio por animais

A partir da análise espacial das áreas degradadas, o maior impacto visualizado refere-se à compactação do solo pelo gado em áreas sujeitas a alagamento, localizadas em dois setores, a primeira área é percorrida por um curso d'água efêmero, onde foram construídos três reservatórios artificiais, a segunda área acompanha o curso d'água perene na divisa oeste. Zanzarini et al (2008) comentam que a pecuária extensiva, particularmente, pode ser a causa de importantes impactos nas nascentes dos cursos d'água devido ao caminhamento do gado para dessedentação e compactação pelo pisoteio.

Alem das características mencionadas acima, Attanasio (2004) considera que a presença do gado nas APPs promove sua degradação, através da dispersão de sementes de espécies de gramíneas em seu interior (cuja presença pode favorecer a ocorrência de incêndios nos períodos secos do ano), da compactação do solo da floresta e da destruição do banco de plântulas.

Na Figura 20 é possível identificar as áreas de maior fragilidade. Nestas áreas, identificadas como frágeis, apresentam uma área de 25,08 ha (17,11%) da propriedade. O grau de antropização e degradação são mais visíveis nestes locais, o que demonstra a necessidade de proteção destes locais.



Figura 20 - Área de alta fragilidade

## 4.2 PLANEJAMENTO DA READEQUAÇÃO AMBIENTAL

### 4.2.1 Atendimento ao Novo Código Florestal – Lei 12.651/2012.

Para o atendimento da propriedade ao Novo Código Florestal, Lei 12.651/2012, é necessária a proteção da vegetação nativa, incluindo a Área de Preservação Permanente (APP), Reserva Legal (RL) e áreas de uso restrito.

Para quantificar a APP, RL e se necessário área de uso restrito, foi necessário preencher algumas informações como bioma, dimensão do módulo fiscal no município, largura do curso d'água, entre outros.

Em Áreas de Preservação Permanente (APP) com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, como atividades agropecuárias, devem ter a faixa mínima recomposta conforme o módulo fiscal do município.

No caso específico da propriedade em estudo, é necessária a conservação de 35% ou 51,21 hectares da propriedade como RL, a legislação permite que a APP seja computada como reserva legal, desde que:

- O benefício previsto não implique a conversão de novas áreas para o uso alternativo do solo. Exceção é feita em área de floresta na Amazônia Legal, quando as Áreas de Preservação Permanente conservadas ou em processo de recuperação, somadas às demais florestas e outras formas de vegetação nativa existentes ultrapassarem 80% da área do imóvel;
- A área a ser computada esteja conservada ou em processo de recuperação, conforme comprovação do proprietário ao órgão estadual integrante do SISNAMA;
- O proprietário ou possuidor tenha requerido inclusão do imóvel no Cadastro Ambiental Rural – CAR. A alocação da RL levou em consideração as áreas consideradas frágeis e que fossem contínuas, para auxiliar na manutenção do patrimônio genético da flora e fauna.

Para a recomposição ambiental das áreas de APP e RL, será necessário recompor 46,24 hectares respectivamente, como pode ser visto na Figura 21.



Figura 21 - Área para recuperação ambiental

A metodologia de recuperação ambiental recomendada para a propriedade é o isolamento das áreas de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente, para evitar o pisoteio de animais e entrada de maquinário. O isolamento favorecerá a regeneração natural destas áreas, seja de campo nativos ou indivíduos arbóreos.

#### 4.2.2 Alocação das áreas produtivas

A sustentabilidade da propriedade depende da capacidade produtiva para se manter e prosperar, para propiciar a viabilidade econômica foram alocadas áreas produtivas com boa aptidão agropecuária, locais com topografia plana a suave ondulada, mecanizáveis e acessíveis durante todo o ano.

O ordenamento da propriedade reduziu a área produtiva para 94,64 hectares, representando 31% da área produtiva atual. Resende et al. (1995), definem ambientes instáveis como àqueles que estão situadas em regiões acidentadas, inadequadas à agricultura, pastagens e reflorestamento, devendo ser preservadas e protegidas. A sua identificação, é fundamental para o planejamento do uso do solo, em base sustentáveis (Figura 22).

Para a melhoria da pastagem degradada remanescente, o proprietário pode intercalar esta área com agricultura, utilizando o plantio direto, desta forma melhorará as condições físicas e químicas do solo, ou efetuando diretamente a reforma da pastagem. O custo envolvido será revertido futuramente com o aumento da capacidade de carga da área produtiva.



Figura 22- Área produtiva

## 5 CONCLUSÕES

O uso de geotecnologias, especificamente o uso de fotogrametria de Vant, além do geoprocessamento para a elaboração de mapas temáticos para a readequação ambiental de propriedades rurais, mostrou-se vantajoso quanto a rapidez na coleta de dados do campo para a utilização para a readequação ambiental do uso do solo da propriedade.

Diante dos resultados obtidos, para atender a legislação vigente, a propriedade deverá reduzir em 31% a área produtiva atual. Em adição, o estudo recomenda a alocação das áreas de preservação e conservação em zonas de fragilidade identificadas neste estudo.

O não uso de pontos de controle em campo reduziu o tempo de trabalho em campo consideravelmente, além de diminuir o custo da atividade. A retificação do mosaico ficou restrita às coordenadas geográficas de cada foto realizada, conhecida como “geotagging”.

Para atividades que necessitem de precisão submétrica de imagens, como o georeferenciamento de propriedades, a fotogrametria de Vants deve ser acompanhada a coleta de pontos de controle na propriedade.

O estudo recomenda o isolamento da área de restauração florestal para favorecer a regeneração natural, além de promover a reforma da pastagem remanescente ou intercalar com agricultura para a melhoria das condições físico-químicas do solo.

Além do uso de VANT para estudos ambientais, o equipamento é recomendado para os setores agrários em geral.

## 6 REFERÊNCIAS

ALVES JR. et al. Validação de mosaicos aerofotogramétricos utilizando fotografias obtidas com câmara digital não métrica acoplada a um VANT. In Congresso Brasileiro de Cartografia (CBC), 26, 2014, Gramado-RS. Anais. Rio de Janeiro: SBC, 2014 Disponível em: <[http://cartografia.org/cbc/trabalhos/4/603/CT04-101\\_1404786002.pdf](http://cartografia.org/cbc/trabalhos/4/603/CT04-101_1404786002.pdf)> .Acesso em: 10 ago.2016.

ANDRADE, A. G. de; CAPECHE, C. L.; PORTOCARRERO, H. Processos de formação e práticas de controle de voçorocas. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. (Embrapa. Comunicado Técnico)

ANTUNES, F.B. **Introdução ao Geoprocessamento**. (Apostila do Curso de Especialização em Geoprocessamento) Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, CIEG, 2006.

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.

ARAUJO, G.H.et al. Gestão Ambiental de áreas degradadas. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

ARONOFF, S. **Geographic Information Systems: a management perspective**. Canada: WDL Publications, 1989.

ATTANASIO C. M.; RODRIGUES R. R.; GANDOLFI S.; NAVE A.G. Adequação Ambiental de Propriedades Rurais, Recuperação de Áreas Degradadas e restauração de matas Ciliares. Universidade de São Paulo. Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal, Escola Superior de Agricultura “ Luiz de Queiroz”. Apostila. Piracicaba. SP. 63p. 2006.

AZEVEDO, A.A.; REIS T.; PIRES, M (Org.). Instrumentos econômicos de apoio à implementação do novo código florestal. Brasília: Observatório do Código Florestal, 2015. 40p.

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. São Paulo: Ícone, 1995.

BRASIL. PORTAL BRASIL. Anac apresenta proposta de regulação sobre operação comercial de vants e drones. Publicado em 25/02/2014. Disponível em <http://www.brasil.gov.br/defesa-e-seguranca/2014/02/anac-apresenta-proposta-deregulacao-sobre-operacao-comercial-de-vants-e-drones>

Brasil. Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis no 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm). Acesso em: 15 Agosto 2016.

BLITZKOW, D. NAVSTAR/GPS: Um Desafio Tornado Realidade. In: SIMPÓSIO.

BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 3., São Paulo, 1995. Anais... São Paulo: USP,1995. p.429-462.

BURROUGH, P. A. Fuzzy mathematical methods for soil survey and land evaluation. *Journal of Soil Science*, n.40, p.477-492, 1989.

Caderno Geoambiental; [http://www.semade.ms.gov.br/wp-content/uploads/sites/20/2015/03/regiao\\_da\\_grande\\_dourados\\_caderno\\_geoambiental.pdf](http://www.semade.ms.gov.br/wp-content/uploads/sites/20/2015/03/regiao_da_grande_dourados_caderno_geoambiental.pdf).

CÂMARA, G. **Anatomia de sistemas de informações geográficas**: visão atual e perspectivas de evolução. In: ASSAD, E., SANO, E., ed. *Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura*. Brasília, DF: Embrapa, 1993.

CÂMARA, G. *Geoprocessamento para projetos ambientais*. INPE, 1996.

CHAVES. A. T.; ANDRADE. G. A. *Recuperação de áreas degradadas por erosão no meio rural*. [et al]. Niterói: Programa Rio Rural. 2012

COP21 – Disponível em :<https://nacoesunidas.org/cop21/>. Acesso em: 01 ago. 2016.

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

EMBRAPA. *Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas* por Paulo Guilherme Salvador Wadt e outros. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2003. 29 p. il. (Embrapa Acre. Documentos, 90)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisas Florestais. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal>> Acesso em: 20/08/2016.

GUERRA, A. J. TEIXEIRA; MARÇAL, M. DOS SANTOS. *Geomorfologia ambiental*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

HONKAVAARA, E.; SAARI, H.; KAIVOSOJA, J.; PÖLÖNEN, I.; HAKALA, T.; LITKEY, P.; MÄKYNEN, J.; PESONEN, L. Processing and Assessment of Spectrometric, Stereoscopic Imagery Collected Using a Lightweight UAV Spectral Camera for Precision Agriculture. *Remote Sens.* 2013, 5, 5006-5039.

JENSEN, J.R. Sensoriamento Remoto do Meio Ambiente: Uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). Integração lavourapecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 405-441.

Ministério do meio ambiente. <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/11/com-proposta-mais-ambiciosa-Brasil-chega-a-COP21-como-importante-negociador-mundial-do-clima>

NOVO, EM.L.M. Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. São José dos Campos: Edgard Blücher, 1989.

PRIMAVESI, ANA. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 2002.

OLIVEIRA-FILHO, P. C. Implementação de sistemas de informação geográfica para a gestão da empresa florestal. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

RESENDE, M. et al. Pedologia: base para distinção de ambientes. Viçosa: NEPUT, 1995. 304 p.

ROCHA, Ro S. Exatidão Cartográfica para as cartas digitais urbanas. 2007.123 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia de Produção. Florianópolis. 2007

RODRIGUES, M. Introdução ao Geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 1., 1990, São Paulo. Anais...São Paulo:USP, 1990

SANTOS, R. B. Metodologias para geração e atualização de mosaicos de fotos aéreas no Projeto ARARA. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências de Computação e Matemática Computacional) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004

SCHMITZ, L. K. Treinamento Básico em ArcView 9.2. (Apostila do Curso de Especialização em Geoprocessamento) Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, CIEG, 2007.

SILVA, A. B. Sistema de Informações Georreferenciadas: conceitos e fundamentos. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003.

Tutoriais do ArcGIS ArcView 9.2. What is ArcGIS 9.2? Readlands: ESRI, 2006.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H.; COBUCCI, T. Integração lavoura - pecuária e o manejo de plantas daninhas. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 106, p. 1-20, jun. 2004. (Encarte Técnico).

XAVIER, S. Geoprocessamento e SIGs. Rio de Janeiro: IGEO, 2000. 104 p

ZANZARINI, R. M. ; ROSOLEN, V. . Auto-recuperação de áreas degradadas no cerrado. Geografia. Ensino & Pesquisa, v. 12, p. 701-712, 2008.