

A importância do Sistema de Informações Georreferenciadas para avaliação de riscos econômicos e ambientais em propriedades rurais

Estudo de Caso Fazenda Perdizes – Porto dos Gaúchos/MT

**Paula Caroline Silvério¹
Prof.^a Adriane Brill Thum²**

**UNISINOS – Programa de Pós-Graduação em Informações Espaciais
Georreferenciadas**

93022-000 São Leopoldo RS

¹ paula.silverio@slcagricola.com.br.br

² adrianebt@unisinós.br

Resumo

A agricultura é o primeiro setor da economia, responsável por gerar riquezas e suprir a demanda atual de aproximadamente 868 milhões de pessoas que hoje passam fome e ainda teriam que suprir a demanda de entorno de 430 milhões de pessoas subnutridas em 2030. Em contra partida a área disponível para agricultura hoje no mundo não é grande e também há pouco espaço para expansão. Para o ano de 2030 estima-se que seria possível expandir a área agrícola no mundo em apenas 8%, o que certamente não supriria a necessidade para atender a população faminta. Além da falta de espaço para cultivo a agricultura enfrenta impasses quanto à falta de chuvas, infestação de pragas e ervas daninhas, aumento do custo produtivo, variações de preços, restrições ambientais e outros. A Agricultura de precisão e o uso de tecnologias SIG pode otimizar o uso dos solos agrícolas, reduzir custos de produção e garantir o sucesso de novos negócios. Através do uso de imagens gratuitas, bancos de dados gratuitos e um software SIG é possível demonstrar a importância dessas tecnologias voltadas a informações georreferenciadas para tomada de decisões e ações mais eficazes, ágeis e eficientes. Os resultados demonstram que a Fazenda Perdizes está inserida no Bioma Amazônico e possui a maior parte de sua vegetação caracterizada como floresta. Do total da área, que são 27.511 hectares, 1.035 hectares estão em área de cerrado. Possui 2.218 hectares de áreas de preservação, ou seja, 8,06% do total. Possui 66% de reserva legal, logo, a fazenda necessita compensar 3.360 hectares para se adequar ao código florestal vigente. Estes resultados demonstram a necessidade de preservação da maior parte de sua área. Informação de suma importância para fins de cálculo de investimentos necessários para implantação da agricultura no local, bem como viabilização do projeto como um todo, pelo menos sob o aspecto produtivo do solo. Também se constatou que o acesso a Fazenda é facilitado pela existência de duas rodovias estaduais para o escoamento da safra e chegada dos insumos.

Palavras chaves

Geoprocessamento, SIG, Sistema de Informações Georreferenciadas, Ambiental, Imóveis Rurais.

Abstract

Agriculture is the first sector of the economy, responsible for generating wealth and meet the current demand of approximately 868 million people are hungry today and would still have to meet the demand of around 430 million undernourished people in 2030. In return the available agricultural area in the world today is not great and there is also little room for expansion. For the year 2030 it is estimated that it would be possible to expand the agricultural area in the world in only 8 %, which certainly does not overcome the need to meet the starving population. Besides the lack of space for growing agriculture faces dilemmas about the lack of rainfall, infestation of pests and weeds, increased production costs, price changes, and other environmental constraints. The Precision Agriculture and the use of GIS technologies can optimize the use of agricultural soils, reduce production costs and ensure the success of new businesses. Through the use of free images, databases, free databases and GIS software it is possible to demonstrate the importance of these technologies from georeferenced information to get the right decisions and more effective, responsive and efficient actions. The results demonstrate that the Partridges Farm is inserted in the Amazon biome and has most of its vegetation characterized as forest. Of the total area, which is 27,511 acres, 1,035 acres are in Brazilian Savannah. It has 2,218 hectares of preservation, or 8.06% of the total. It has 66% legal reserve, hence the need to compensate farm 3,360 acres to suit the current forest code. These results demonstrate the need to preserve most of its area. Information of paramount importance for purposes of calculating required for implementation of agriculture on the local investments and feasibility of the project as a whole, at least under the aspect of productive soil. It was also found that access to farm is facilitated by the existence of two state highways for transporting the harvest and arrival of inputs.

Keywords

Geoprocessing, SIG, Geographic Information Systems, Environmental, Home's Farm

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	4
2. REFERENCIAL TEÓRICO	5
2.1. A Agricultura	5
2.1.1. Espaço para agricultura	6
2.1.2. Riscos na expansão agrícola	7
2.1.3. Sistema de Informações Geográficas como aliada da agricultura	8
2.3. Sistemas de Informações Geográficas - SIG	9
2.3.1. Estrutura de dados no SIG	10
2.3.2. Características de um Sistema de Informações Geográficas – SIG	10
2.3.3. Componentes do SIG	11
2.3.4. Banco de Dados	14
2.3.5. Bases Cartográficas	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1. Materiais	19
3.2. Métodos	19
4. RESULTADOS	21
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a principal dificuldade na gestão do uso do solo das unidades produtivas agrícolas é manutenção e atualização das informações e registros, considerando a composição dos imóveis (matriculas) e usos atuais de cada uma destas áreas, bem como a preservação de áreas e a avaliação dos riscos ambientais e econômicos inerentes ao negócio. Esta dificuldade acarreta distorções entre as informações disponíveis pelas empresas e inviabiliza negócios e investimentos devido à imprecisão de dados ou o mau uso destes.

A uniformização das informações utilizadas por cada uma das áreas dentro de uma propriedade agrícola (produção, financeiro, jurídico, meio ambiente, fundiário e etc.) que em algum momento necessitam de dados sobre o uso do solo, em diferentes níveis, é consequência de um processo de organização adequado e controles dos imóveis rurais e a integração de dados disponíveis entre as áreas.

Por outro lado, a necessidade de intensificar a produção agrícola e, ao mesmo tempo, conservar os recursos naturais, requerem, entre outras coisas, o conhecimento detalhado e as características do local de forma detalhada e organizada. O Sistema de Informações Geográficas – SIG apresenta como uma de suas principais vantagens à capacidade de apresentar os dados em diferentes níveis de detalhe de forma detalhada e organizada. Esta estratégia possibilita obtenção de uma infinidade de combinações de dados e comparações entre diferentes alternativas de ação. Este trabalho objetiva demonstrar as facilidades e a importância do SIG para tomadas de ações, principalmente para mapear os riscos econômicos e ambientais dos imóveis rurais. Será utilizado, como forma de exemplificação, um estudo de caso de um dos imóveis rurais da Empresa SLC Agrícola, situada em Porto dos Gaúchos – MT.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A Agricultura

O agronegócio é o setor primeiro da economia que gera riquezas e é responsável pela produção de alimentos para suprir a necessidade das pessoas de todo o planeta. Em 2013, a *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2013) publicou que existe aproximadamente 868 milhões de pessoas no mundo padecendo de fome e em 2030 ainda haveria 430 milhões de pessoas cronicamente subnutridas. Considerando que a causa de tamanha desnutrição de pessoas não se deva tão somente à falta de produção de alimentos, mas, também, às questões políticas e de desperdícios, segundo a ONU (2002), a produção teria que ser aumentada em mais de 60% para suprir a demanda prevista para o ano de 2030.

Tabela 1: Situação da produção e da oferta de cereais no mundo no ano de 2004 e uma projeção para o ano de 2030.

População (hab.10 ⁹)	Produção de cereais* (t.10 ⁹)	Aumento na produção (%)	Oferta de cereais* (kg/(d.hab))
Situação no ano de 2004			
6,3	2,13	-	0,93
Situação no ano de 2030			
8,3	2,8	32	0,93
8,3	3,1	45	1,02

*Arroz, trigo, milho, sorgo, cevada, etc. Fonte: PAVINATO (2004)

De acordo com a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 2004) na Tabela 1, a população mundial no ano de 2004 foi de 6,3 bilhões de habitantes. Naquele ano, a produção de cereais (arroz, milho, sorgo, cevada, etc.) foi de 2,1 bilhões de toneladas, o que representou uma oferta de 0,93 kg de cereais por dia por habitante. Projetando uma população de 8,3 bilhões de habitantes para o ano de 2030, para manter a mesma oferta de cereais do ano de 2004, a produção deverá aumentar em 32% (PAVINATO, 2004). Esse autor sugere que para o ano de 2030 deve-se ainda estimar um incremento de 10% no consumo de cereais *per capita*. Este incremento deve-se tanto à expectativa de aumento de nível de vida da população mundial quanto à contribuição de consumo de 10% dos famintos de 2004. Sendo assim, para o ano de 2030, estima-se que a necessidade de oferta de cereais seja de 1,02 kg de cereais por dia por habitante. De acordo com esse autor, o aumento na produção de cereais previsto para 2030 deverá ser

de 45% em comparação com o ano de 2004. Este valor é compatível com o estimado pela ONU de 60% (ONU, 2002).

2.1.1. Espaço para agricultura

A questão área agricultável é outro fator preocupante no que se refere à necessidade de exploração agrícola contrapondo com a preservação ambiental, pois muitas regiões e países não possuem mais terras produtivas.

A Figura 1 apresenta um diagrama gráfico da distribuição e ocupação de terras no mundo, que totalizam 13 bilhões de hectares.

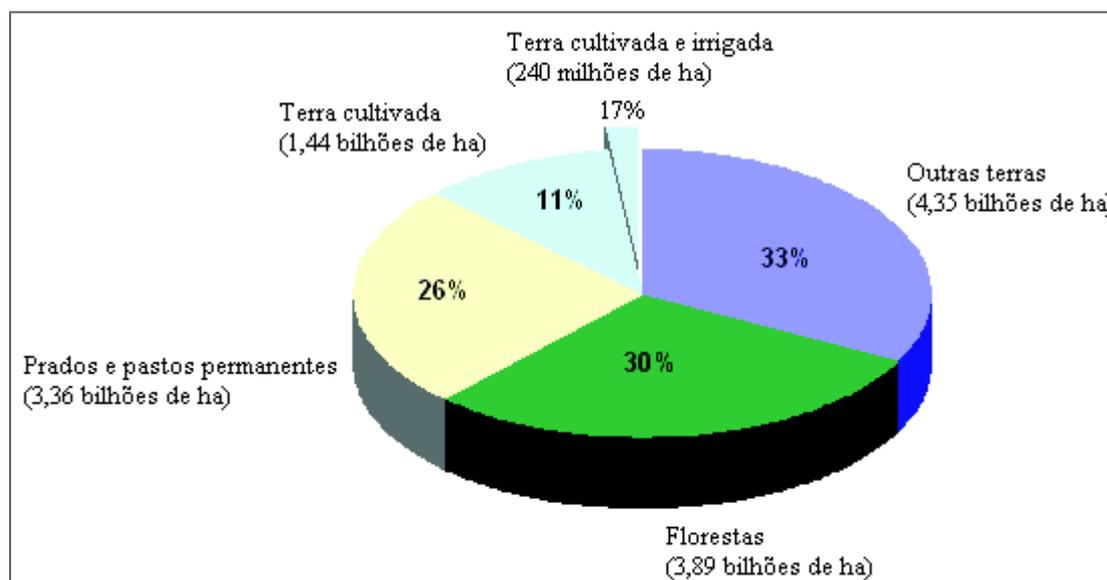


Figura 1: Diagrama gráfico da distribuição e ocupação de terras no mundo em um total de 13 bilhões de hectares. Fonte: FAO, 2004

De acordo com a Figura 1, da totalidade de terras do mundo, 30% são ocupadas por florestas, 26% são prados e pastos permanentes, 11% são terras cultivadas e 33% são ocupadas para outros fins, como edificações (FAO, 2004). Isto é, dos 13 bilhões de hectares totais de terras do mundo, apenas 1,44 bilhões de hectares são cultivados. A FAO (2004) estima que, além desta área já cultivada, apenas mais 120 milhões de hectares são passíveis de aragem para serem ocupados para fins agrícolas até o ano de 2030. Esta disponibilidade extra de terra cultivável representa um aumento de apenas 8% na área atualmente cultivada, o que certamente não será suficiente para atender a demanda por cereais prevista para o ano de 2030. Será preciso maximizar processos, investir em pesquisa e tecnologia para alcançar um patamar alto de produtividade.

Além da necessidade de encontrar espaços com aptidão agrícola é necessário avaliar se estes espaços ainda disponíveis atendem a legislação ambiental e não estão com restrições fundiárias.

A lei que dispõe sobre as áreas permitidas a uso não somente agrícola, mas também a outros usos é o Código Florestal, a lei federal 12.651 de 25 de maio de 2012. O código florestal dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e da necessidade de compensações ou recuperações dessas áreas com vegetação nativa.

No Brasil o espaço destinado às áreas públicas e de proteção ambiental fazem parte da maioria. E para cada tipo de área existem diversas restrições.

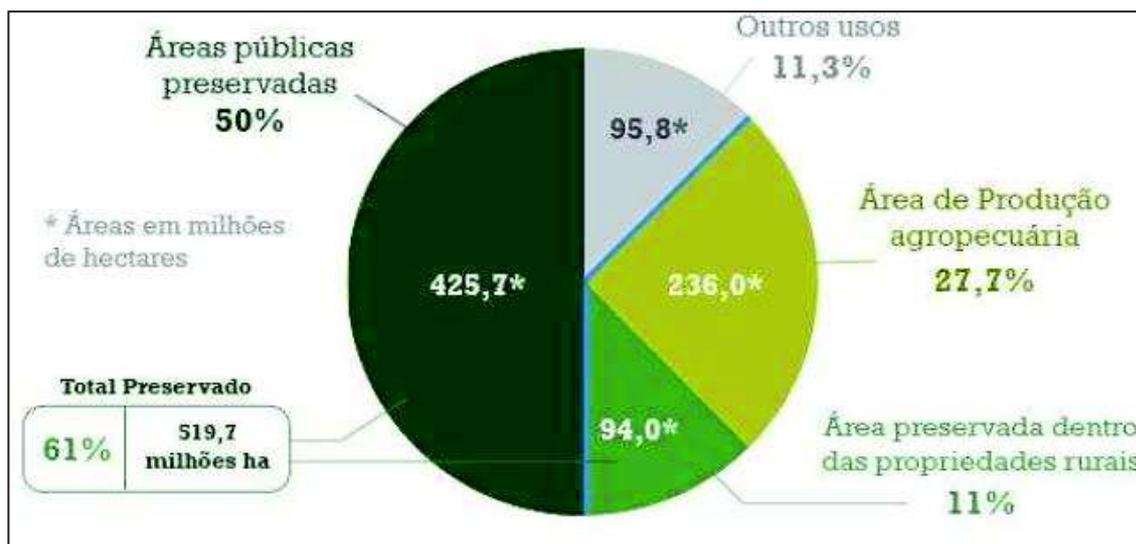


Figura 2: Uso do solo no Brasil. Fonte:

<http://www.codigoflorestal.com/2010/07/entenda-o-codigo-florestal.html>

De acordo com o gráfico apresentado na Figura 2, mais de 60% das áreas brasileiras são preservadas por serem de domínio público. Das áreas pertencentes à agricultura, 11% devem ser preservadas de acordo com as regras do atual código florestal, sendo:

- 80% da propriedade estando localizada em área de floresta devem ser mantidas como reserva legal;
- 35% da propriedade estando localizada no cerrado devem ser mantidas como reserva legal;
- 20% da propriedade estando localizada em áreas de campos gerais devem ser mantidas como reserva legal;
- 20% da propriedade nas demais localidades do país devem ser mantidas como áreas de reserva legal;

Além disso, o código florestal também delimita as áreas de preservação permanente, como encostas de morro, leitos de rio, nascentes, banhados, sendo estes, preservados de acordo com seu dimensionamento.

Desta forma restam apenas um pouco mais de 20% do território nacional disponível para exploração agropecuária, o que justifica o investimento em altas tecnologias de resultem na otimização do uso do solo agrícola, ou seja, explorando seu potencial, garantindo o seu uso futuro.

2.1.2. Riscos na expansão agrícola

Segundo BARROS (2012), por se tratar de um setor acometido por diferentes elementos de risco sejam eles, climáticos, biológicos ou de variações de preços (dos produtos, dos insumos, da taxa de câmbio) a agricultura requer especial atenção quanto a mitigação desses riscos. É certo que o risco climático é inerente a agricultura. Reduções na quantidade de chuva provocam queda na produção agrícola. Geadas, granizo e vendavais, são elementos altamente nocivos às culturas e variações de temperatura e luminosidade acarretam perdas de produtividade. É sabido que a infestação de pragas e ervas daninhas fazem parte

de qualquer produção agrícola, bem como ataque de bactérias, fungos e vírus. Todos esses elementos conferem a agricultura um risco considerável, além do risco de investimento em terras que possuem passivos ambientais ou que estão inseridas dentro das áreas preservadas citadas na Figura 2 deste trabalho. Áreas essas com impedimento de produção e que muitas vezes são omitidas por seus proprietários.

Ainda, segundo o mesmo autor, os riscos agrícolas não se restringem ao meio físico e biológico. Os mercados agrícolas estão sujeitos a variações de preços significativas. Por se tratar de um produto básico, essencial à vida, a demanda dos alimentos varia muito pouco com relação às variações dos preços dos produtos agrícolas. Não obstante, a oferta destes produtos demora a responder a estímulos de preço, pois são produtos que tem ciclo de produção longo. Dessa maneira, no curto prazo, o ajuste de oferta e demanda nos mercados agrícolas sempre se dará pelos preços e não pelo ajuste da quantidade produzida, tal como ocorre na indústria. A consequência desse fato é que normalmente a volatilidade dos preços agrícolas é maior que a dos demais mercados, por isso a importância de investimentos nos sistemas de armazenamento dos produtos produzidos.

2.1.3. Sistema de Informações Geográficas como aliada da agricultura

Atualmente existe uma gama muito grande de equipamentos de geoprocessamento que envolvem alta tecnologia, voltados a reduzir os custos de produção, bem como otimização dos recursos empregados. Segundo ROCCO (2009), o segmento das técnicas agrícolas que trata do uso desses equipamentos é chamado de agricultura de precisão. Ela surge como uma corrente contra o processo de simplificação acentuado que ocorreu com a agricultura, devido ao avanço da mecanização e aumento das áreas cultivadas, resgatando o conceito de variabilidade espacial. BALASTREIRE (1998) define Agricultura de Precisão como um conjunto de técnicas que permitem o gerenciamento localizado das culturas. Por esta definição, nota-se que a agricultura de precisão não é apenas uma prática cultural, mas sim um modelo de gestão, que engloba o uso de tecnologias para o manejo adequado das variações espaciais e fatores que afetam a produtividade (MANTOVANI, 2000).

Além da agricultura de precisão, a importância do SIG para o setor agrícola é demonstrada através da necessidade de intensificar a produção agrícola e, ao mesmo tempo, conservar os recursos naturais. Isto requer conhecimento detalhado e das características da paisagem de forma organizada e estruturada. Este debate ambientalista centra-se no pressuposto do impacto das tecnologias modernas sobre os recursos naturais, sobressaindo às ações antrópicas como degradadoras da natureza, expressas na zona rural, com efeitos locais e globais. Muitas atividades comuns ao planejamento ambiental são facilmente gerenciadas em um SIG, como, por exemplo, simular a realidade do espaço geográfico, integrar informações espaciais ou gerar mapas. Segundo AVELLAR (2002), uma das principais vantagens dos Sistemas de Informações Geográficas é poder apresentar os dados em diferentes níveis de detalhe, dentro de enfoque holístico ou analítico com que se estuda a região. Os dados (ou modelo de informação) têm que ser organizados em níveis de apresentação, possibilitando dessa forma, a obtenção de uma infinidade combinações de dados e comparações entre diferentes alternativas de ação.

2.2. Histórico da Ciência de Informação Geográfica

A organização do espaço surgiu naturalmente no modo de perceber a realidade e a antiguidade para construção de representações cartográficas. O mais antigo vestígio de mapa é da era antes de Cristo a.C, por volta de 3.800, onde em uma placa de argila foi representado montanhas, cursos d'água e outros objetos passíveis de representação (MATOS, 2008).

A representação cartográfica evoluiu em resposta as necessidades diante das medições e delimitações de territórios, pela navegação e pela representação de conhecimento espacial geral. Na Figura 3 ilustra-se um resumo da evolução histórica dos desenvolvedores precursores da ciência de informação geográfica, atualmente, Sistemas de Informações Georreferenciadas – SIG.

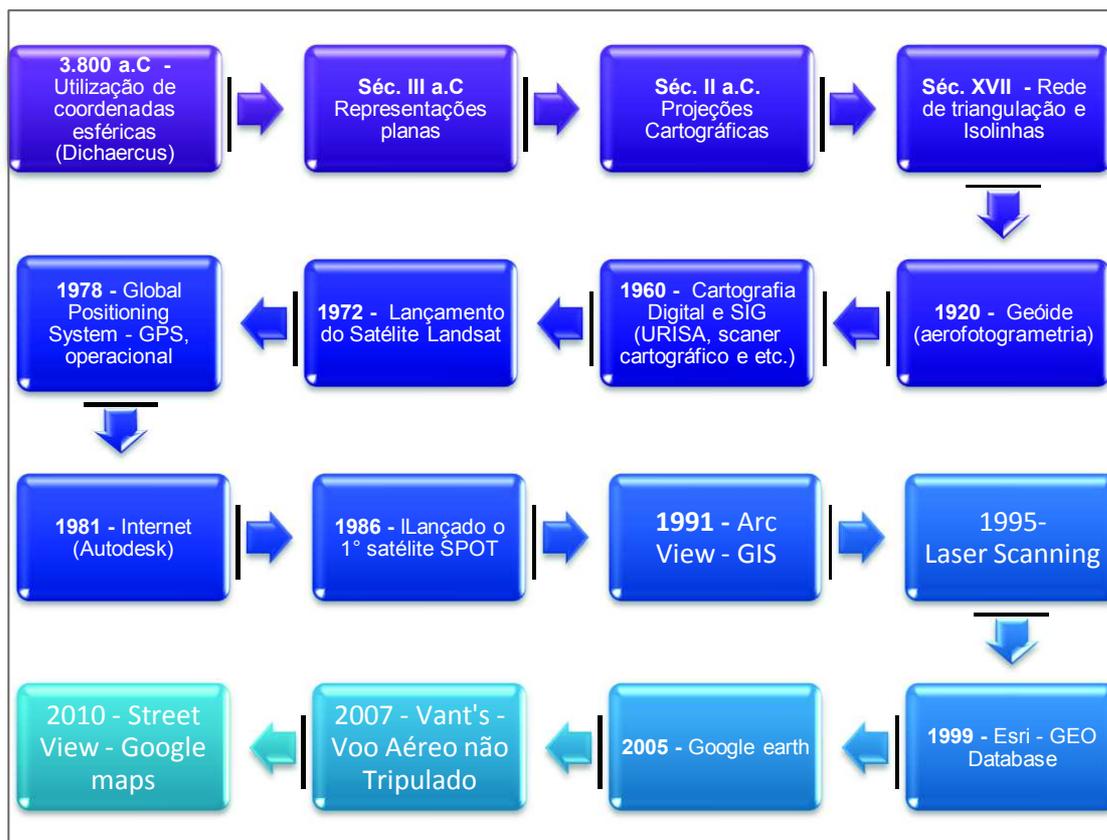


Figura 3: Cronograma evolutivo da ciência de informações geográficas. Fonte: Fundamentos de Informações Geográficas adaptado de 2008. (MATOS, João).

No final do Século XX a situação era de constituição de uma ciência de informação geográfica com autonomia relativa aos domínios de aplicação, vindo a ser dominada, tendenciosamente, pelos grandes programas de observação da Terra, difusão de conjuntos de dados globais e integrando os sistemas de informação genéricos.

2.3. **Sistemas de Informações Geográficas - SIG**

SIG são ferramentas computacionais para o geoprocessamento que permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e criar banco de dados georreferenciados. Além disso, com o SIG ainda é possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

Através de um SIG é possível fazer uma representação de aspectos da realidade baseada em suas componentes espaciais. Tais aspectos da realidade são designados por fenômenos, que é definido como tudo que é objeto de experiência possível que aparece no tempo e no espaço.

Uma grande parte do sucesso de um Sistema de Informações Geográficas - SIG ou da modelação de um fenômeno deve-se a correta conceituação. Estes conceitos fazem parte da família de normas ISO 19.100 - *Geographic Information and Geomatic*, padronizando mundialmente os aspectos de interesse para modelagem geográfica (MATOS, 2008).

Os textos utilizados no SIG encontram-se na maior parte na língua inglesa e não apresentam consensos para algumas terminologias associadas, tanto pela falta de textos de referência em português como também pela consagração de termos em inglês de uso corrente.

Para fins de melhor entendimento dos resultados esperados deste trabalho, faz-se necessário adotar algumas terminologias que deverão ser utilizadas para modelação geográfica do estudo de caso.

2.3.1. Estrutura de dados no SIG

Um SIG difere dos demais sistemas, pela capacidade Topológica, ou seja, capacidade de estabelecer relações espaciais entre elementos gráficos. O SIG realiza estudos genéricos dos lugares geométricos com suas propriedades e relações. Esta estrutura, além de descrever a localização e a geometria das entidades de um mapa - fenômeno espacial ou não – define relações de conectividade, contiguidade e pertinência.



Figura 4: Estruturas de relacionamentos espaciais. Fonte: Fundamentos de Geoprocessamento em <http://www.ltc.ufes.br/geomaticsce/Modulo%20Geoprocessamento.pdf>

Em um SIG, todas as entidades de um mapa estão relacionadas a um mesmo sistema de coordenadas e possuem atributos alfanuméricos. Tais atributos são associados aos elementos gráficos, fornecendo informações descritivas sobre eles. Geralmente os dados Alfanuméricos e os dados Gráficos são armazenados em bases separadas.

2.3.2. Características de um Sistema de Informações Geográficas – SIG

Atualmente existe um grande número de SIG's com características bem variadas em termos de tipo de estruturas de dados, modelos de banco de dados,

sistemas de análise e outras. Apesar destas diferentes habilidades, existem alguns módulos presentes na maioria desses sistemas. Estes módulos são:

- Aquisição e conversão dos dados;
- Banco de dados espaciais e atributos;
- Gerenciamento de banco de dados;
- Análise geográfica;
- Processamento de imagens;
- Modelagem digital de terreno;
- Análise estatística;
- Apresentação cartográfica.

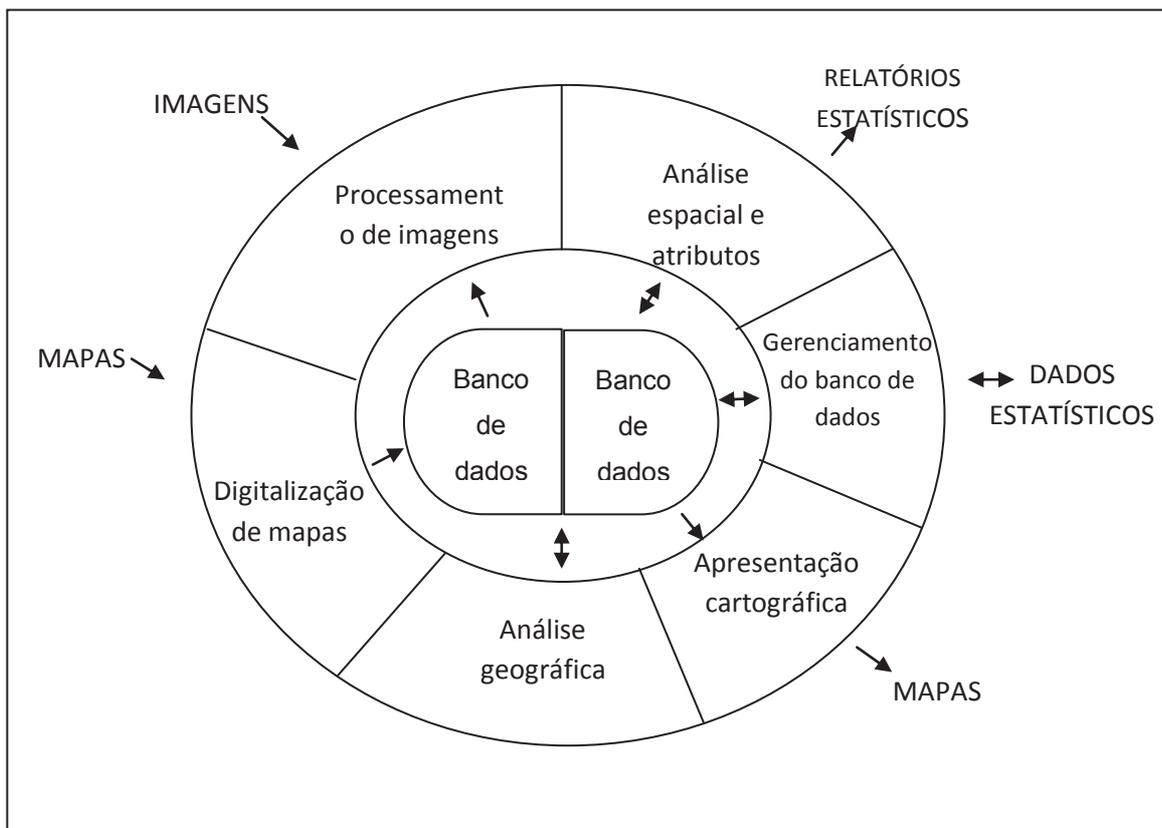


Figura 5: Esquema de características de um SIG. Fonte: Fundamentos de Geoprocessamento em <http://www.ltc.ufes.br/geomaticsce/Modulo%20Geoprocessamento.pdf>

2.3.3. Componentes do SIG

Um SIG é composto por dados que podem ser divididos em dois grandes grupos:

- Dados gráficos, espaciais ou geográficos que descrevem as características geográficas da superfície (forma e posição) e;
- Dados não gráficos, alfanuméricos ou descritivos que descrevem os atributos destas características.

Dados gráficos, espaciais ou geográficos: Na representação vetorial, a representação de um elemento ou objeto é uma tentativa de reproduzi-lo o mais

exatamente possível. Qualquer entidade ou elemento gráfico de um mapa é reduzido a três formas básicas: pontos, linhas, áreas ou polígonos. Estes pontos, linhas ou polígonos são apresentados por pares de coordenadas (X,Y) ou (longitude/latitude). Os pontos são representados por apenas um par de coordenadas. Já as linhas e os polígonos são representados por sequencias de pares de coordenadas, sendo que nos polígonos, o último par de coordenadas coincide exatamente com o primeiro par de coordenadas.

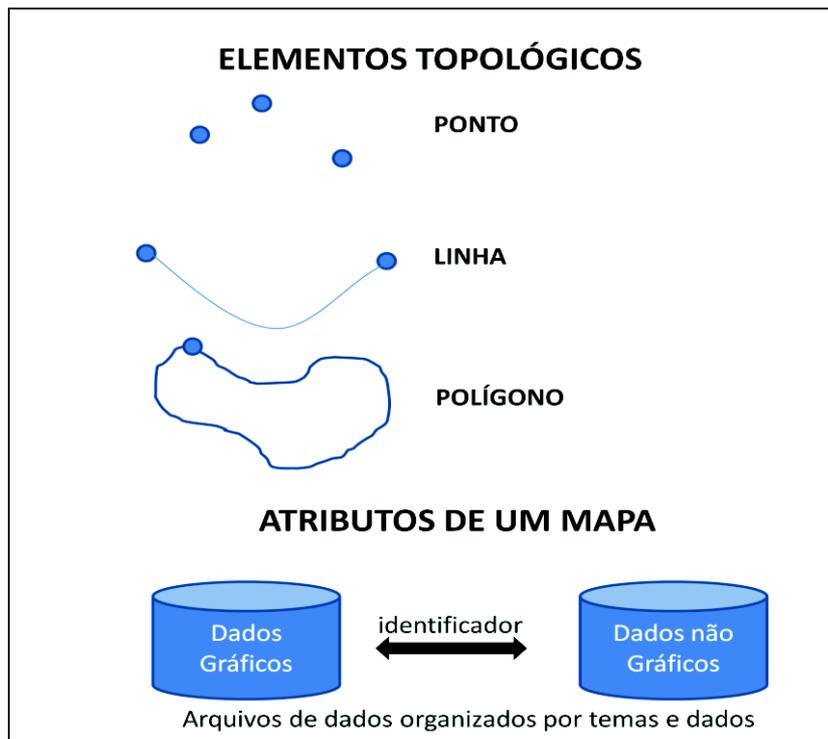


Figura 6: Estrutura de dados de um SIG. Fonte: Fundamentos de Geoprocessamento em

<http://www.ltc.ufes.br/geomaticsce/Modulo%20Geoprocessamento.pdf>

Em alguns sistemas, os dados gráficos ou espaciais e os dados alfanuméricos são rigidamente distintos, em outros são integrados em uma entidade simples, associada a um geocódigo. Estes geocódigos são códigos indicadores comuns a cada base de dados.

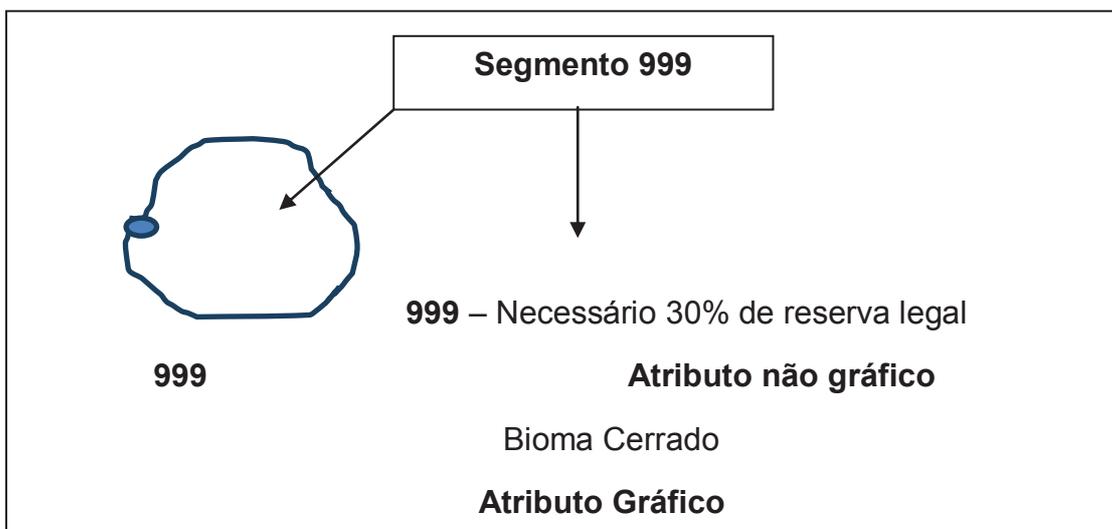


Figura 7: Relacionamento entre dados utilizando geocódigo.

Dados não gráficos ou alfanuméricos: estes ainda podem ser subdivididos em dois tipos: atributos dos dados espaciais e atributos georreferenciados.

Atributos dos dados espaciais: São atributos que fornecem informações descritivas das características de algum dado espacial. Estão ligados a elementos espaciais através de identificadores comuns, chamados de geocódigos, que são armazenados tanto nos registros alfanuméricos como nos espaciais. Estes atributos fornecem informações qualitativas e quantitativas associadas às feições dos pontos, linhas ou polígonos na base de dados (Câmara & Medeiros, 1998).

Atributos georreferenciados: são dados onde o objetivo é unicamente georreferenciar alguma característica, sem descrever suas feições espaciais.

Tabela 2: Exemplos da subdivisão dos dados alfanuméricos relacionados ao estudo de caso

Atributos dos dados		Atributos georreferenciados
999- Povoado indígena	999-Isolados, canibais e extinção. 999-Canibais, não extintos. 999-Isolados, canibais	999-Quilombos 999-Kayapó 999-Makuxi
888-Bioma	888-Clima tropical, desmatamento. 888-potencial agrícola, clima subtropical. 888-Semiárido, solo pobre	888-Amazônico 888-Cerrado 888-Caatinga
777-pluviometria	777-dados confiáveis 777-dados não confiáveis	777-Acima de 1.500mm 777-Abaixo de 1.500mm

*Os números aqui representam os geocódigos (chaves)

Os atributos por si só não suportam muitas informações e não conseguem ter mais de uma característica (são pontos, ou linhas ou polígonos). Por isso, se tem a necessidade de formar uma estrutura que consiga relacionar atributos gráficos e não gráficos, bem como feições das mais variadas. Esta estrutura é chamada de banco de dados e será mais bem explanada no item a seguir.

2.3.4. Banco de Dados

Em Geoprocessamento, o espaço geográfico é modelado segundo duas visões complementares: os modelos de campos e objetos. O modelo de campos enxerga o espaço geográfico como uma superfície contínua, sobre a qual variam os fenômenos a serem observados segundo diferentes distribuições.

O modelo de objetos representa o espaço geográfico como uma coleção de entidades distintas e identificáveis.

Para definir o modelo de banco de dados devem-se seguir os seguintes passos:

- Definir as classes básicas do modelo e estabelecer as suas relações, dentro dos princípios de especialização, generalização e agregação;
- Estabelecer como é possível, a partir do modelo, definir um esquema conceitual para um banco de dados geográfico, por especialização das classes básicas.

Em um banco de dados podem existir dados temáticos e cadastrais. Os dados temáticos descrevem a distribuição espacial de uma grandeza geográfica, expressa de forma qualitativa, como os mapas de aptidão agrícola de uma região, por exemplo. Estes dados, obtidos a partir de levantamento de campo, são inseridos no sistema por digitalização ou a partir de classificação de imagens.

Já os dados cadastrais cada um de seus elementos é um objeto geográfico, que possui atributos e pode estar associado a várias representações gráficas. Por exemplo, fazendas são elementos do espaço geográfico que possuem atributos (dono, localização, área plantada, culturas plantadas, situação fundiária e etc.) e que podem ter representações gráficas diferentes em mapas de escalas distintas. Estes atributos ficam armazenados num sistema gerenciador de banco de dados.

Os dados cadastrais e temáticos podem ser representados em um formato matricial, também chamado de Raster, onde se constrói célula a célula o elemento que está sendo representado, como melhor explicado a seguir.

Banco de Dados Matricial: como já mencionado também é chamado de Raster onde se tem uma matriz de células as quais estão associados valores que permitem reconhecer os objetos sob forma de imagem digital. Cada uma das células é denominada como pixel, endereçável por suas coordenadas (linha, coluna). É possível associar o par de coordenadas da matriz (linha e coluna) a um par de coordenadas espaciais (X,Y) ou (longitude e latitude). Cada pixel está associado a um valor e este valor é utilizado para definir uma cor para representação na tela ou para impressão.

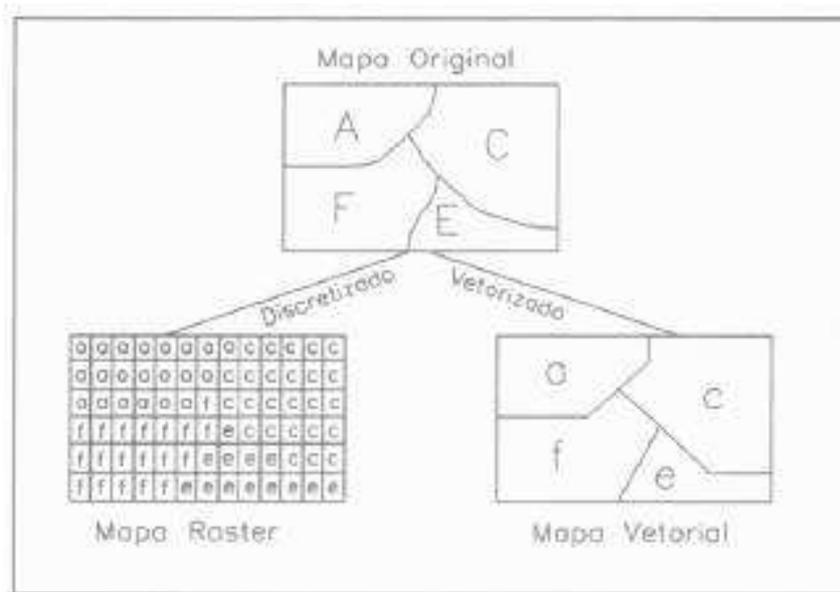


Figura 7: Comparação entre estrutura vetorial e matricial. Fonte: <http://www.ltc.ufes.br/geomaticsce/Modulo%20Geoprocessamento.pdf>

O Arquivo Raster tem formato de matriz (linhas por colunas) com isso ele é representado por pixels, já o arquivo vetorial são “desenhos” formados por pontos geográficos sozinhos (ponto), interligados (linha) ou interligado e fechado (polígono).

2.3.4.1. Aquisição de dados

Os sistemas de aquisição de dados são constituídos de programas ou funções de um programa que possuem capacidade de importar os formatos de dados disponíveis.

Esta etapa pode ser dividida em três partes:

- Definição dos parâmetros, indicadores e dados necessários;
- Verificação dos dados existentes;
- Geração de dados digitais.

A definição dos parâmetros, indicadores e dados necessários está relacionada aos objetivos do trabalho a se desenvolver. Portanto, o especialista ou a equipe deverá definir quais dados espaciais e alfanuméricos que serão relevantes para fazer as análises pretendidas. Estes podem ser considerados como uma medida aproximada do mundo real. Os indicadores são as representações quantitativas e dependem de dados do mundo real.

Para fins de melhor entendimento e exemplificação está citado a seguir alguns indicadores que serão utilizados no estudo de caso deste trabalho, utilizando como parâmetro o *Risco ambiental para produção agrícola*:

- Área indígena: número de povoados e distância das áreas agrícolas;
- Áreas de protegidas por lei: número de Áreas de Proteção Ambiental - APA's e distância das áreas agrícolas;
- Áreas agrícolas com embargo ambiental: número de embargos
- Bioma: percentual de reserva legal necessária para propriedade agrícola;

- Logística: principais rodovias para escoamento da safra e distância da propriedade rural.

Tendo definido os parâmetros e indicadores a serem utilizados, a próxima etapa é verificar a disposição de dados existentes, tanto espaciais como alfanuméricos.

Os dados espaciais podem ser adquiridos em diversos órgãos públicos, tais como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Serviço Geográfico do Exército – DSG, Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN, Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais – CPRM, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, Instituto Estadual de Florestas – IEF, Prefeituras e Universidades e outros.

Tabela 4: Exemplos de órgãos que disponibilizam indicadores

Órgãos	Informações
IBGE e DSG	Limites estaduais e municipais, pontos de referência, hidrografia, vegetação, localidades, sistema de transportes, obras e edificações.
DNPM e CPRM	Geologia
EMBRAPA e Universidades.	Solos e pedologia
IBAMA	Áreas embargadas
Fundação CIDE, IEF e Geominas.	Uso e cobertura do solo
DNER ou DAER	Lineares, como estradas.
IBGE e prefeituras	Hospitais, escolas e etc.
IBGE e DSG	Fotografias aéreas e hortofotos
INPE e outras empresas de sensoriamento remoto	Imagens satélite
ODR	Áreas indígenas, APA's e outras informações ambientais e socioeconômicas.

Já os dados alfanuméricos são geralmente originários de prefeituras (cadastro técnico municipal, imobiliário, de sinalização viária, de escolas, de hospitais e postos de saúde), de concessionárias (saneamento, energia e telefonia), de atividades econômicas (serviços, comércio e indústria) e principalmente de dados demográficos (IBGE).

2.3.4.2. Conversão de dados

A Conversão de dados consiste no trabalho de transformação de informações que estão disponíveis em um determinado meio para outro. Como no caso deste trabalho, se está tratando de sistemas informatizados, o resultado dos trabalhos de conversão será um banco de dados, seja ele gráfico ou alfanumérico,

ou ambos. O material original a ser convertido poderá ser mapas, manuais, plantas, croquis e etc., adquiridos nos órgãos e entidades citadas no item anterior. No entanto, existem quatro fatores a se considerar em trabalhos de conversão de dados, sendo eles:

- Informação a converter;
- Organização do processo;
- Profissionais envolvidos;
- Tecnologia utilizada.

2.3.5. Bases Cartográficas

Defini-se base cartográfica como o conjunto de informações definidoras de uma estrutura espacial de dados de referência, tendo como elemento fundamental um Sistema de Referência Geográfica - SGR realizado via uma rede geodésica fundamental ou redes derivadas (DATUM's). Associada a um SGR, possibilita a consistência espacial, o controle da qualidade de dados, atualidade e suas redundâncias.

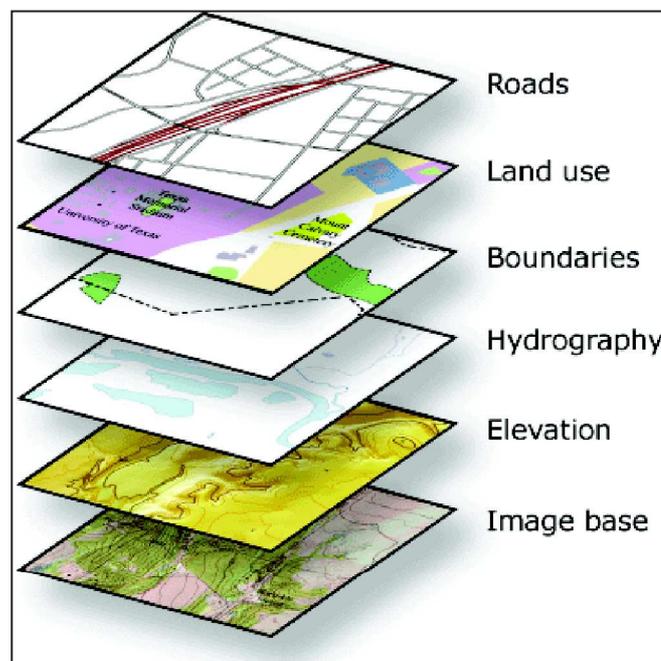


Figura 8: Representação das bases cartográficas. Fonte: <http://boomphisto-blog.appspot.com/presentations/geojsonandmappingapis/>

Ainda, a NBR-14.166, define base cartográfica como conjunto de cartas e plantas integrantes do Sistema Cartográfico Municipal que, apoiadas na rede de referência cadastral, apresentam, no seu conteúdo básico, as informações territoriais necessárias ao desenvolvimento de planos, de anteprojetos, de projetos, de cadastro técnico e imobiliário fiscal, de acompanhamento de obras e de outras atividades que devam ter o terreno como referência. Mesmo que a NBR trate do procedimento para Cadastro Municipal, esta definição pode ser extrapolada para outras aplicações.

Concluindo, as bases cartográficas são geradas a partir dos bancos de dados a partir de atributos georreferenciados antecipadamente.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais e métodos aqui definidos neste trabalho foram determinados levando em consideração os principais riscos econômicos e ambientais inerentes ao negócio agrícola, conforme já explanado nos itens anteriores.

Os riscos econômicos e ambientais aqui expostos foram determinados para aplicação ao estudo de caso na Fazenda Perdizes de propriedade da SLC Agrícola S.A. e situada na cidade de Porto dos Gaúchos no Estado do Mato Grosso. Para avaliação de tais riscos foram necessárias as seguintes informações:

- Bacias e microbacias hidrográficas do Brasil;
- Biomas brasileiros;
- Áreas de Proteção Permanente – APP;
- Áreas de Reserva Legal;
- Divisão política do Brasil;
- Tipologia vegetal do estado do MT;
- Unidades de conservação do estado do MT;
- Áreas indígenas no estado do MT;
- Áreas Quilombos no estado do MT;
- Declividades no estado do MT;
- Áreas de Proteção Ambiental de domínio federal, estadual, municipal presentes no MT;
- Zoneamento ecológico-econômico do estado do MT;
- Áreas prioritárias para conservação no estado do MT;
- Áreas embargadas;
- Dinâmica de abertura de área na fazenda.

3.1. Materiais

Os materiais utilizados neste trabalho estão expostos na Tabela 5.

Tabela 5: Materiais e suas respectivas fontes para uso no trabalho

Materiais	Fontes
Bacias e microbacias hidrográficas do Brasil	Ministério do Meio Ambiente – MMA
Biomass brasileiros	MMA
Divisão política do Brasil	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Tipologia vegetal do estado do MT	IBGE
Unidades de conservação do estado do MT	MMA
Áreas indígenas no estado do MT	MMA
Áreas Quilombos no estado do MT	Serviço Geológico do Brasil – CPRM
Declividades no estado do MT	EMBRAPA, NASA
Áreas de Proteção Ambiental de domínio federal, estadual, municipal presentes no MT	MMA
Zoneamento ecológico-econômico do estado do MT	MMA
Áreas prioritárias para conservação no estado do MT	MMA
Dinâmica de abertura de área na fazenda	Arquivos em forma de mapa georreferenciado de propriedade da SLC Agrícola.

Não obstante, de acordo com a região e o entendimento dos especialistas na área de produção agrícola podem ser determinados novos ou outros riscos como sendo prioritário, gerando então a necessidade de se coletar maior número ou diferentes materiais.

3.2. Métodos

Foram utilizados diferentes métodos para cada tipo de resultado esperado. Para elaboração dos mapas de bacias hidrográficas, biomass, tipologia vegetal, unidades de conservação, áreas indígenas e Quilombos, zoneamentos, áreas de proteção ambiental e dinâmica de abertura de área da fazenda foi utilizado o software ArcGis para georreferenciar os vetores para as imagens e vice-versa.

Para mapeamento das áreas de proteção permanente foi vetorizado o mapa de hidrografia através de interpretação visual da imagem satélite. Com as hidrografias vetorizadas foi gerado um Buffer de acordo com a Legislação Brasileira, mais especificamente o código florestal. A tabela 6 mostra a classificação utilizada para vetorização. As nascentes foram identificadas utilizando o modelo *Straller* com o auxílio do modelo digital de elevação da NASA. Para os morros também foi utilizado o modelo de elevação da NASA. Já para as declividades foi usado o modelo de declividade da EMBRAPA.

Para mapeamento das áreas de reserva legal foi utilizado o cruzamento de informações do bioma e tipologia vegetal, resultando em um novo modelo. A classificação utilizada também é mostrada na tabela 6.

Tabela 6: Características das reservas legais e Preservação Permanente.

Tipo	Situação	Área/Percentual
APP	Corpo d'água até 10 m	30m
	Corpo d'água de 10 a 50 m	50m
	Corpo d'água de 50 a 200 m	100m
	Corpo d'água de 200 a 600 m	200m
	Corpo d'água acima de 500m	500m
	Corpo d'água acima de 20 hectares de superfície	100
	Corpo d'água com até 20 hectares de superfície	50m
	Zonas urbanas	30m
	Em torno de nascentes e olhos d'água	50m
	Encostas com declividade superior a 45°.	100% na linha de maior declive
	Tabuleiros ou chapadas	Faixa igual ou superior a 100 m em projeções horizontais até a linha de ruptura
	Restingas e Manguezais	Em toda extensão.
	Topo de morros, serras e montanhas com altura mínima de 100 m e 25° de inclinação.	2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação.
	Áreas em altitude superior a 1.800 m.	Em toda extensão.
Veredas	A faixa marginal com largura mínima de 50m a partir do limite do espaço do brejo e encharcado.	
Reserva Legal	Áreas de floresta	80%
	Áreas de cerrado	35%
	Campos gerais	20%
	Demais regiões do país	20%

Fonte: <http://www.codigoflorestal.com/2010/07/entenda-o-codigo-florestal.html>

Para o mapa de dinâmica de abertura de área foram utilizados mapas georreferenciados elaborados a partir de levantamento a campo, vetorizados.

4. RESULTADOS

Abaixo estão expostos os mapas adquiridos através dos materiais e métodos empregados:

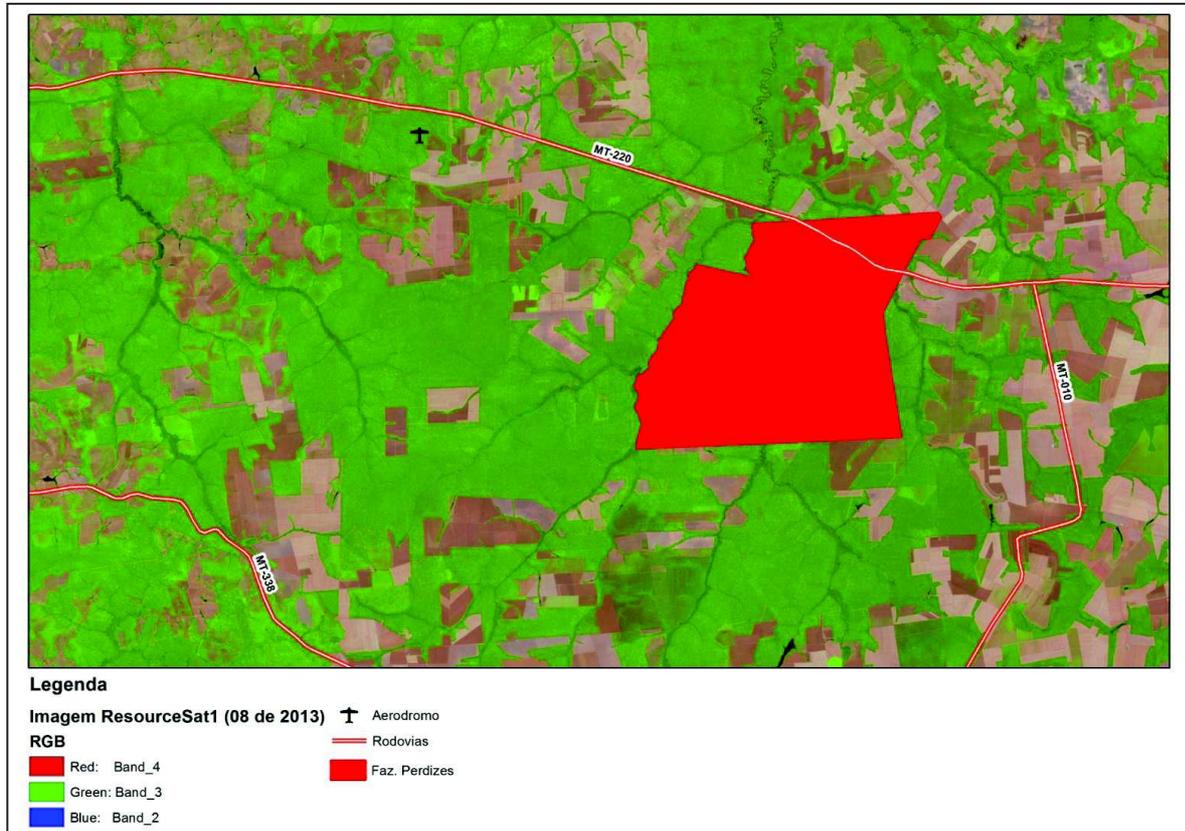


Figura 9: Logística, rodovias – Fazenda Perdizes.

Neste mapa é possível observar que existem duas rodovias principais próximas e até mesmo cortando a Fazenda Perdizes, neste caso, sinalizada em vermelho. Este fato acaba por facilitar o escoamento da safra e a entrega de insumos. Resta ressaltar que ambas as rodovias são de domínio estaduais e na maioria dos trechos não pavimentadas. Esta última informação não é ressaltada no mapa, porém, conhecida da região.

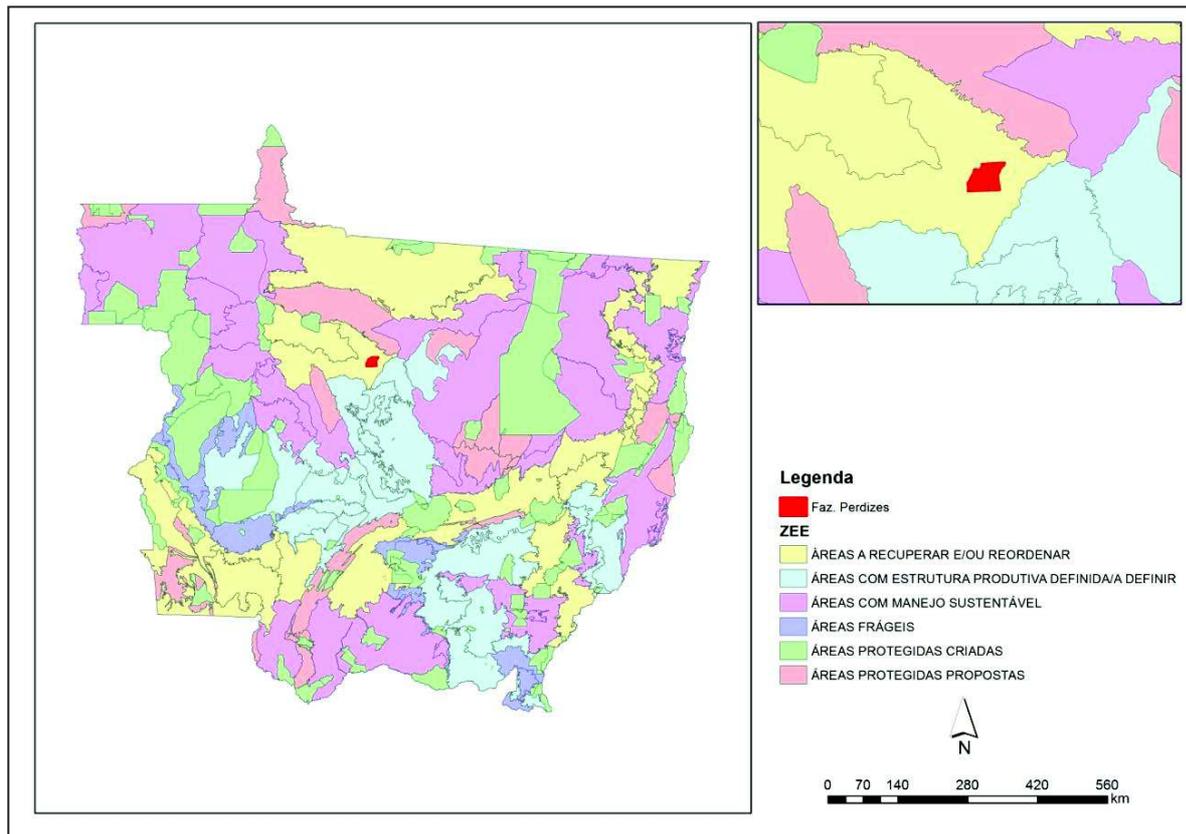


Figura 10: Zoneamento Ecológico-Econômico – Fazenda Perdizes.

Este mapa ilustra as diferentes regiões delimitadas pelo zoneamento ecológico e econômico do Mato Grosso.

As áreas a serem recuperadas, sinalizadas em amarelo e onde está inserida a Fazenda Perdizes, são áreas que sofreram degradação pelo mau uso ou uso intensivo da agropecuária e mineração. Tais áreas necessitam de manejos mais conservacionistas e promoção de uso agropecuário com baixa capacidade de suporte. As áreas estrutura produtiva definida ou a definir, são áreas de grande exploração agropecuária e com uso tecnificado e diversificado, além de diversificação e integração de cadeias produtivas. As áreas de manejo sustentável compreendem áreas de significado estratégico, por abrigarem as nascentes e veredas que compõem o alto curso dos rios formadores das grandes bacias hidrográficas dos rios Amazonas e Paraguai. Áreas frágeis são áreas que exigem controle da agropecuária e contenção em ambientes de solos arenosos pela alta susceptibilidade à erosão e em solos hidromórficos por serem fundamentais à estabilidade da dinâmica hídrica. Além disso, são áreas com potencial necessidade de reflorestamento com espécies nativas e manejo florestal sustentável de uso múltiplo. Já as áreas protegidas compreendem áreas de Unidades de Conservação, Áreas de Proteção Ambiental, Parques Ambientais e áreas indígenas.

Dentre as classificações, a Fazenda Perdizes, sinalizada em vermelho, encontra-se inserida na sua totalidade em uma região caracterizada como necessária a recuperação e ou ordenar. Por sua vez quase que faz fronteira com áreas caracterizadas como produtiva, podendo então estar em uma zona de transição.

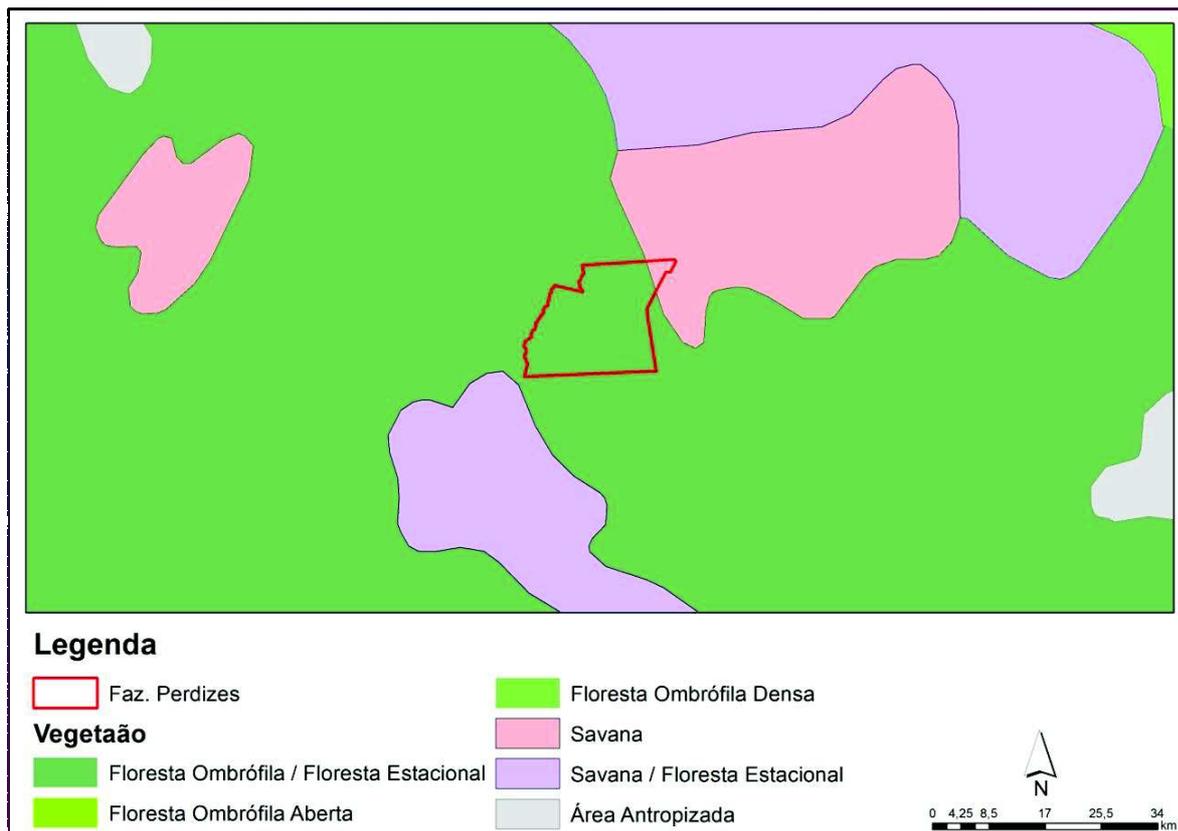


Figura 11: Vegetação – Fazenda Perdizes.

A maior parte da área da Fazenda encontra-se dentro de floresta. Apenas um pequeno seguimento está dentro de área de Savana, também conhecida como Cerrado no Brasil. Para fins de cálculo de área necessária para reserva legal da propriedade este dado é importante, visto que os percentuais necessários para estes dois tipos de vegetação são diferentes, de acordo com o Código Florestal Brasileiro. A maior parte da área, ou seja, de floresta, é necessário que seja mantido pelo menos 80% da área preservada, já para a vegetação Savana ou Cerrado apenas 35%.

De acordo com o mapa, a fazenda Perdizes possui em área de floresta 26.476 hectares e em área de cerrado 1.035 hectares.

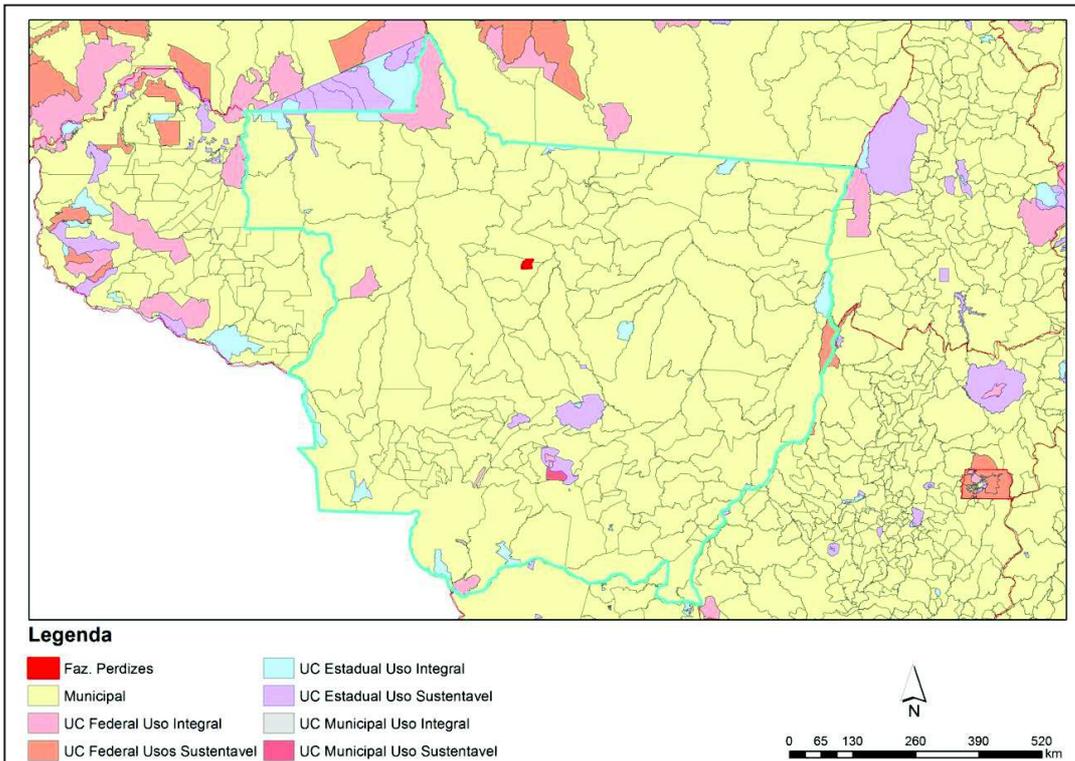


Figura 12: Unidades de conservação – Fazenda Perdizes.

As unidades de conservação existentes no Estado do Mato Grosso estão presentes quase que em sua maioria na extremidade norte e muito distantes da fazenda. Da mesma forma as demais unidades em outras partes do Estado não estão próximas da fazenda de forma a influenciar de forma direta ou indireta em suas atividades.

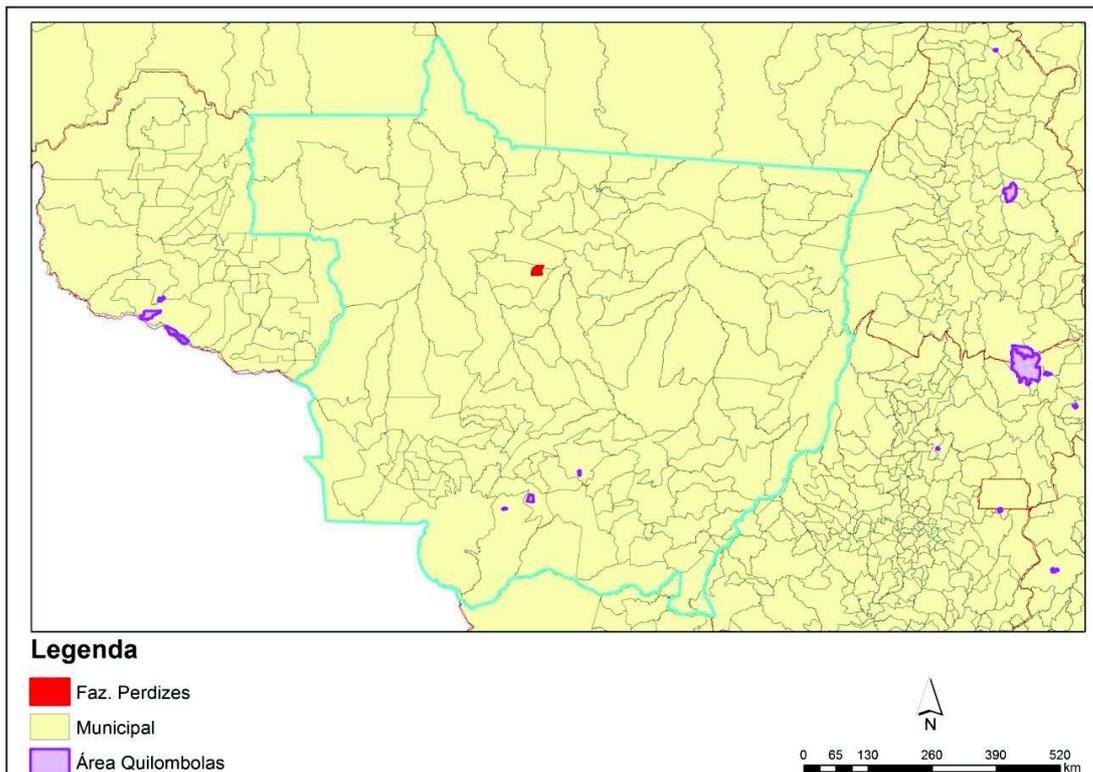


Figura 13: Quilombos – Fazenda Perdizes.

As áreas Quilombolas encontram-se na metade sul do Estado e bastantes distantes da Fazenda Perdizes, neste caso sinalizada em vermelho. Quilombolas é designação comum aos escravos refugiados ou descendentes de escravos negros, cujos antepassados no período da escravidão fugiram dos engenhos de cana-de-açúcar, fazendas onde executavam diversos trabalhos braçais para formar pequenos vilarejos chamados de quilombos. Ainda existem no Brasil algumas comunidades Quilombolas e tais áreas são protegidas pela Constituição Federal de 1988.

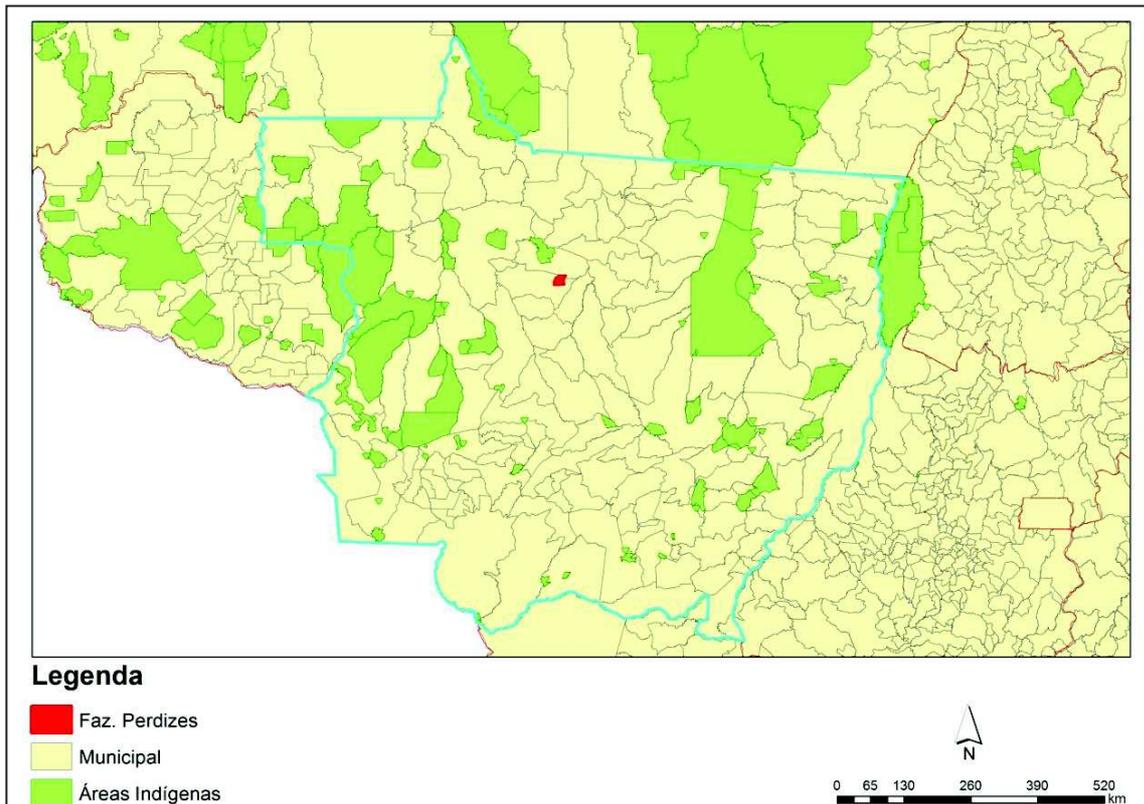


Figura 14: Áreas Indígenas – Fazenda Perdizes.

Existem áreas indígenas próximas da Fazenda, mas não o suficiente para influenciar em suas atividades de maior intensidade, como aplicação de defensivos agrícolas e manejo das lavouras. Poderá haver incidências de visita de indígenas a fazenda a fim de solicitar donativos, fato este comum na região. Também, nesta distância e com rodovias Estaduais de pouca fiscalização pode ocorrer pedagiamento dos indígenas nestes acessos. Fato este também relatado como comum na região, porém que até o momento não ocorre pelo menos nestas rodovias de acesso a propriedade.

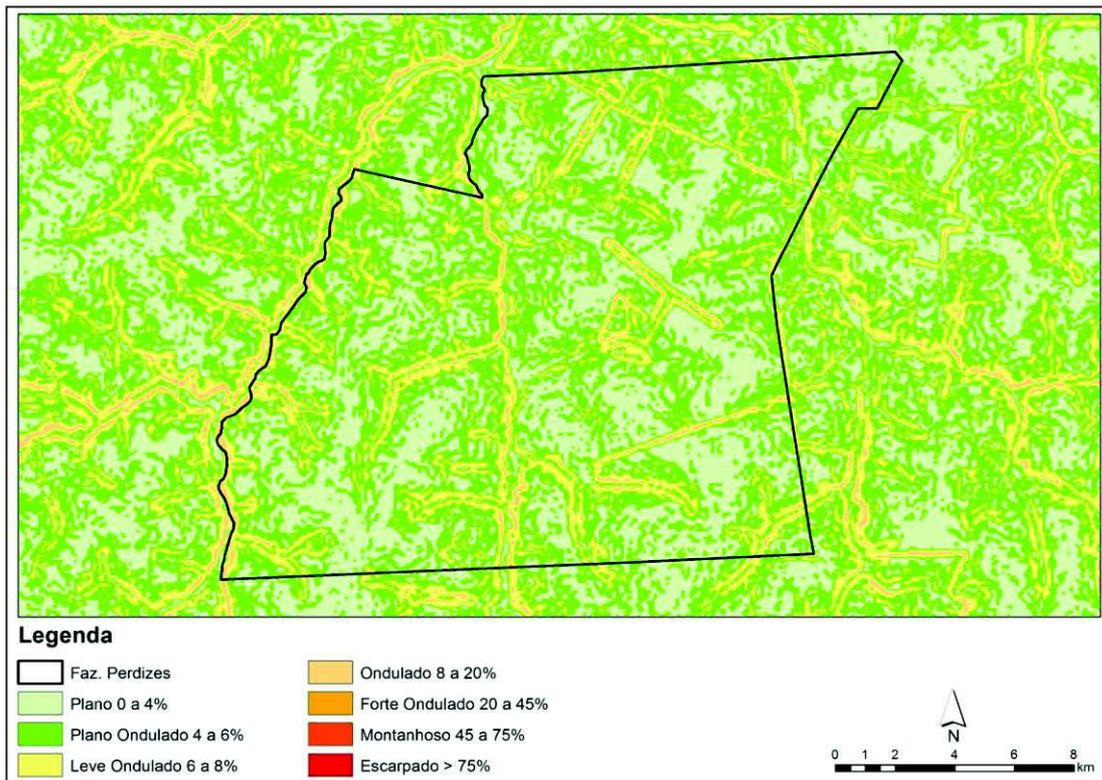


Figura 15: Declividade do terreno – Fazenda Perdizes.

O mapa de declividade é um mapa temático que demonstra em percentual a declividade do terreno, o mesmo foi classificado em 7 faixas que variam de 0 até maior de 75%. Sendo que as 3 primeiras faixas são as mais planas, ou seja, mais aproveitada para agricultura. Pois se a declividade for superior a 8% (que é uma declividade mais que máxima) devera ser feito curvas de nível em abundância para diminuir o risco de perda de nutrientes, plantio e solo (erosão) motivados pela percolação da precipitação que ganha força com uma maior declividade, ou seja, quanto maior a declividade maior é o risco de erosão, perda de nutrientes e o próprio plantio por causa da chuva. Sem contar que se perde de área para o plantio na execução das curvas e com isto tem um gasto maior por hectare plantado. Isso sem contar o custo para a execução das curvas. De acordo com a Esalq – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz – São Paulo, o perfeito seria plantar entre 0 e 4%, até 6% já teria que tomar cuidado com a pluviometria, com 8% já é necessário em alguns casos fazer curva de nível porem em quantidades aceitáveis.

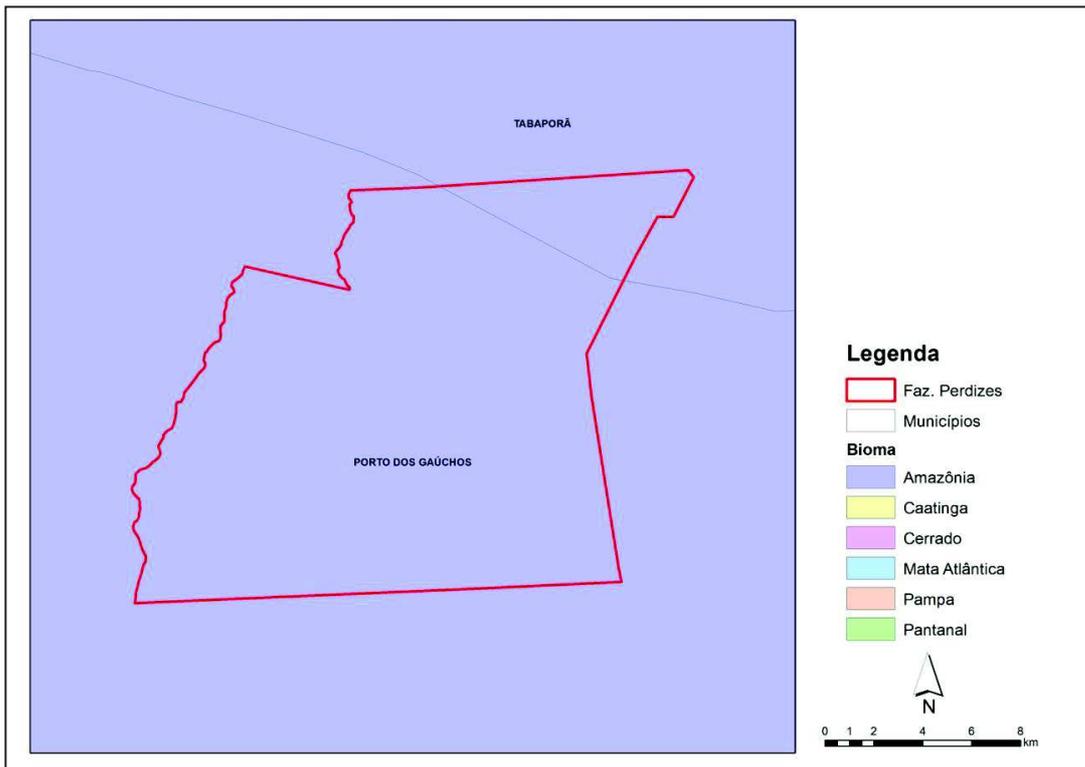


Figura 16: Bioma – Fazenda Perdizes.

A área total da fazenda encontra-se inserida no Bioma Amazônico. E como já visto em outro mapa temático, sua vegetação é de floresta quase que em sua maioria, sendo que existe uma pequena fração de área com vegetação característica de cerrado, portanto, tal informação é importante para fins de cálculo de necessidade de reserva legal. Para fins de cálculo, a área total de reserva legal da fazenda Perdizes deverá compreender a média ponderada entre a área de vegetação floresta com seus respectivos 80% de reserva legal e a área de vegetação Cerrado com seus respectivos 35% de reserva legal.

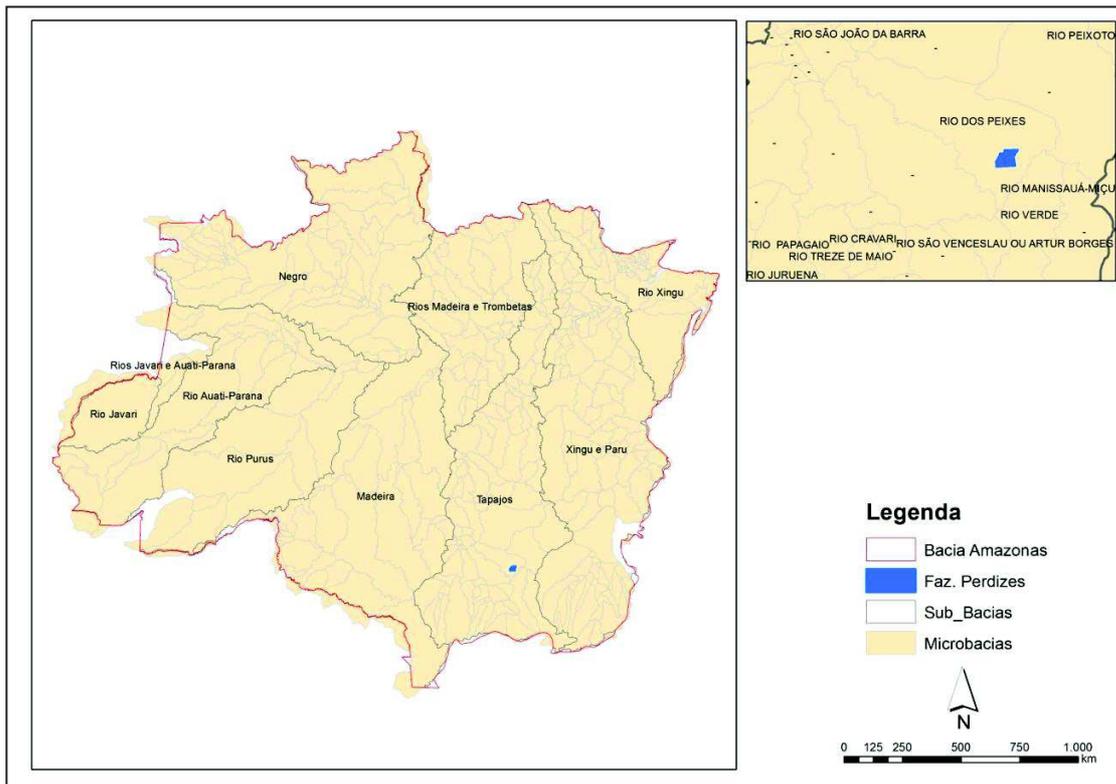


Figura 17: Bacia e microbacias – Fazenda Perdizes.

A fazenda encontra-se inserida dentro da Bacia Hidrográfica do Amazonas e totalmente inserida dentro da Micro-bacia Hidrográfica do Tapajós.



Figura 18: Áreas de Preservação Permanente – APP – Fazenda Perdizes

As áreas de Preservação Permanentes estão inseridas dentro da limitação amarela do presente no mapa. Esta delimitação foi determinada de acordo com as exigências do código florestal Brasileiro. Compreendem áreas de nascentes e entorno de rios. A fazenda Perdizes possui 2.218 hectares de áreas de preservação, ou seja, 8,06% dos seus 27.511 hectares totais.

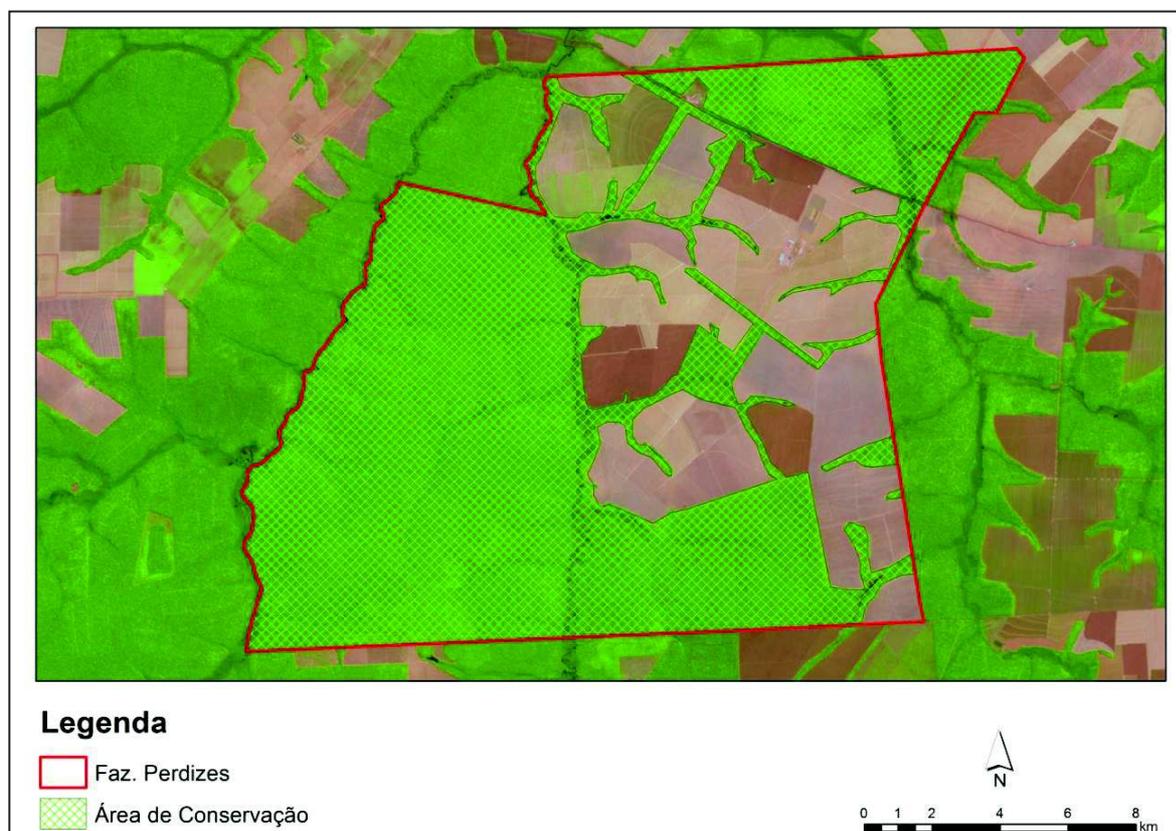


Figura 19: Áreas de conservação – Reserva Legal e APP – Fazenda Perdizes.

Este mapa ilustra as áreas de conservação da fazenda, incluindo reserva legal e APP. Para saber o percentual de reserva legal, deve-se desconsiderar a área delimitada na figura de número 18.

A área total de conservação é de 18.183 hectares. Considerando que, de acordo com a figura 18, existem 2.218 hectares de áreas de preservação permanente, a diferença entre essas áreas resulta na área de reserva legal existente na fazenda, 15.965 hectares mais especificamente. O demais 9.328 hectares correspondem à área de agricultura.

A soma das áreas conservadas corresponde a 66%, visto que a área total da fazenda é de 27.511 hectares. Como já mencionado anteriormente a área necessária para conservação na fazenda Perdizes deve corresponder a média ponderada entre os 80% de preservação em área de floresta e 35% em área de

cerrado. A tabela 7 demonstra o tamanho e percentual de área necessário para fazenda.

Tabela 7: Necessidade de áreas preservadas - código florestal

Bioma	Área da fazenda (hectares)	Área necessária para conservação (hectares)	Percentual necessário para conservação
Floresta	26.476	21.181	80%
Cerrado/Savana	1.035	362	35%
Total Fazenda	27.511	21.543	78%

De acordo com a tabela 7, a fazenda Perdizes necessitaria de 78% de reserva legal, sendo que possui apenas 66%, conforme observados nos mapas. Com isso, a fazenda necessita compensar 3.360 hectares para se adequar ao código florestal vigente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Fazenda Perdizes está inserida no Bioma Amazônico e possui a maior parte de sua vegetação caracterizada como floresta. Isto confere ao empreendimento a necessidade de preservação da maior parte de sua área. Esta informação é importante para fins de cálculo de investimentos necessários para implantação da agricultura no local, bem como viabilização do projeto como um todo, pelo menos sob o aspecto produtivo do solo.

É importante salientar que a região possui estrutura para escoamento da safra, sendo este aspecto de fundamental importância para o interesse do cliente na hora da contratação. A região também apresentou no mapa possuir área para aptidão agrícola, ou áreas já exploradas, situação esta que pode significar que o perfil do solo na região já está adaptado para produzir em maiores volumes. Atribuí-se a isto também o fato da região ter pouca inclinação e não favorecer processos erosivos.

Não foram observadas incidências de áreas com interesse de preservação ecológica, ou mesmo de preservação indígena e a fins. Isto significa que o risco com desapropriação de terras futuramente se anula.

A região onde está inserida a fazenda possui uma grande área em micro-bacia. Este fato facilita em casos de necessidade de compensação de áreas de reserva legal ou APP degradadas, visto que o código florestal dá preferência que estas compensações ocorram dentro de áreas de mesma micro-bacia.

A avaliação de todos estes dados pode apresentar como favorável a instalação da fazenda Perdizes na região, apresentando como ponto discutível o fato da necessidade de preservação de sua maior área, fato este que deve ser levado em consideração nos cálculos de custo versus benefício. Além disso, a fazenda apresentou o um passivo ambiental de déficit de reserva legal,

necessitando a compensação dentro da mesma micro-bacia, visto que foi observada a total viabilidade disto.

O uso das ferramentas GIS proporcionou uma avaliação mais criteriosa, precisa, eficiente e eficaz para tomadas de decisões importantes, decisões essas que viabilizam ou não projetos milionários. Muitas destas decisões, sem o uso destas ferramentas, em outros tempos, eram tomadas de forma duvidosa, ou após muito tempo de análise e com custos mais elevados, visto que, havia necessidade de grandes deslocamentos e dias de caminharmento a campo para se ter o maior número de informações relevantes verídicas. Sem dúvidas, estas ferramentas otimizam tempo e recursos financeiros e ainda validam bons negócios e esbarra empreendimentos que tendem ao fracasso.

O uso das ferramentas GIS proporciona uma avaliação mais criteriosa, eficiente e eficaz para tomadas de decisões importantes e subsidiam na tomada de decisão para viabilizar ou não projetos futuros.

REFERÊNCIAS

Fundamentos da Informação Geográfica. MATOS, J. Lisboa: LIDEL, 2008.

Fundamentos de Geoprocessamento. Disponível em <http://www.ltc.ufes.br/geomaticsce/Modulo%20Geoprocessamento.pdf> Acessado em 10 de outubro de 2013.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food Outlook. Abr, 2004. Disponível em: <www.fao.org>. Acessado em 12 de dezembro de 2013.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Hunger dimensions, 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e02.pdf> acessado em 20 de fevereiro de 2014.

ONU – Organização das Nações Unidas. World Population Prospects, the 2002 revision. Disponível em: <<http://unstats.un.org/unsd/demographic/default.htm>> Acessado em 10 de janeiro de 2014.

MBA Gestão de agronegócios . PAVINATO, A. [S.l.: s.n.], 2004.

Seguro Agrícola no Brasil - Uma visão estratégica de sua importância para a Economia brasileira. BARROS, Alexandre Mendonça de., Julho de 2012.

Uso do SIG's no delineamento de Zonas para Manejo Agrícola. AVELLAR, G.1, FRANÇA2, G.E., OLIVEIRA, A..C.², MANTOVANI, E.C.² 2º Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão Viçosa, MG, 12 a 14 de junho de 2002.

Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Engenharia Rural. ROCCO, Giancarlo Coscelli. Dezembro de 2009

Representação das bases cartográficas. Disponível em: <http://boomphisto-blog.appspot.com/presentations/geojsonandmappingapis/> Acessado em 18 de fevereiro de 2014.

Bases Cartográficas - Universidade federal do Paraná. Disponível em <http://www.cartografica.ufpr.br/docs/Silvio/2013/Bases%20Cart%20e%20SIG.pdf> Acessado em 20 de fevereiro de 2014.

Código Florestal – disponível em <http://www.codigoflorestal.com/2010/07/entenda-o-codigo-florestal.html> Acessado em 20 de fevereiro de 2014.

IBGE, banco de dados geográficos – Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#geociencias acessado em 20 de dezembro de 2013.

Modelo Numérico do Terreno. Disponível em http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/index.php?option=com_content&view=article&id=51%3Ageotiff&catid=9%3Anoticias&Itemid=16 acessado em 20 de dezembro de 2013.

Banco de dados – Disponível em <http://geobank.sa.cprm.gov.br/> acessado em 20 de dezembro de 2013.

Imagens satélites – Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/> acessado em 10 de março de 2014.

Esalq – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo – Disponível em <http://www.esalq.usp.br/gerd/SolosIV/Terraceamento.pdf> acessado em 17 de março de 2014.