

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO MUNICÍPIO DE  
ALTINÓPOLIS, SP**

**Rafael Castro Crivelenti**

Biólogo

**JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL  
2015**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO MUNICÍPIO DE  
ALTINÓPOLIS, SP**

**Rafael Castro Crivelenti**

**Orientador: Profa. Dra. Célia Regina Paes Bueno**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (área de concentração em Ciência do Solo)

**JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL**

**2015**

## DADOS CURRICULARES DO AUTOR

**RAFAEL CASTRO CRIVELANTI** – nascido em 03 de setembro de 1983 na cidade de Ribeirão Preto – SP, filho de Renato Crivelenti e Adriana Maria de Oliveira Castro Crivelenti. Graduado em Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), São Carlos - SP em 2006. No ano de 2007 decidiu diversificar a sua formação profissional e ingressou no curso de Mestrado em Gestão Agroambiental pelo Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical e Subtropical do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Campinas – SP. Especialista em Gerenciamento Ambiental pela Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ) da Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Piracicaba – SP, em 2009. Em 2009 foi contratado pela empresa de consultoria Geobrasil Soluções Ambientais com atuação até o ano de 2010. Neste mesmo ano obteve aprovação no Concurso Público da Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais (CBRN), órgão da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA), com execução de trabalho voltado para a adequação ambiental de mais de 200 propriedades rurais na região de Ribeirão Preto - SP. No ano de 2011 ingressou no curso de Doutorado em Agronomia pela Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), na área de Ciência do Solo - Câmpus de Jaboticabal, SP. Em 2013 concluiu o *Master in Business Administration* (MBA) em Gestão Estratégica e Econômica do Agronegócio pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Atualmente é sócio da empresa Agrobio Engenharia e Consultoria Ambiental Ltda. Na empresa, é responsável pelo desenvolvimento e coordenação de projetos de licenciamento junto aos órgãos ambientais municipais, estaduais e federais. Além disso, exerce atuação em projetos de restauração de áreas degradadas (PRA), adequação e gerenciamento ambiental, cadastro ambiental rural (CAR) e projetos de outorga de recursos hídricos.

***“Mais que uma bandeira, a preservação da natureza é um dever ético da espécie humana”***

Ibesen de Gusmão Câmara

**Dedico**

Aos meus pais, amigos, familiares e especialmente, à minha esposa e minha filha Gabriela, pelo apoio e crescimento profissional.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pela a vida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de doutorado em parte do curso.

À minha orientadora Profa. Dra. Célia Regina Paes Bueno pela orientação, dedicação e paciência, assim como pela amizade sincera e oportunidades concedidas ao longo desses quatro anos.

Ao Prof. Dr. José Eduardo Corá, pelas contribuições na minha formação profissional e oferecimento de oportunidade no exterior.

Ao professor Dr. José Salatiel Rodrigues Pires, que me acompanha desde a graduação e que tive a felicidade de reencontrá-lo e novamente desenvolvermos trabalhos juntos.

Ao professor Dr. José Francisco, pesquisador da UFSCAR, por todo apoio, orientação e dedicação ao tema do estudo, assim como pelas valiosas contribuições para o município.

Ao Dr. Ricardo Marques Coelho, por todos os seus ensinamentos desde a época do mestrado, amizade e contribuições.

Ao Dr. Eduardo Moschini, o Du, que já na graduação me despertou o interesse para área de planejamento ambiental, sempre disposto nos ensinamentos de SIG.

Ao Dr. Estevão Vicari Mellis, pela grande amizade e conselhos com sua vasta experiência na área acadêmica.

Ao Dr. Sérgio Valiengo Valeri, por todas suas contribuições para adequação florestal tanto no trabalho desenvolvido no projeto de extensão da FEPE como na qualificação da tese.

À toda equipe do Plano Diretor Rurbano de Altinópolis, pelo apoio e auxílio na parte de campo. De maneira especial, ao Bruno, que me permitiu uma grande convivência e amizade.

À toda equipe do Plano Diretor da Prefeitura Municipal de Altinópolis, representada nestes agradecimentos pelo Secretário de Meio Ambiente Arão, por todas as informações concedidas, fundamentais para o desenvolvimento do trabalho.

À Secretaria de Agricultura do município, representada pelo Dr. Nelson, que sempre demonstrou-se prestativo no fornecimento das informações, assim como pela companhia na abordagem com os produtores rurais.

Ao Sindicato Rural do município e a todos os produtores que direta ou indiretamente contribuíram com as informações para o desenvolvimento deste trabalho.

À todos os pesquisadores da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias que contribuíram com seus ensinamentos ao longo desses quatro anos de curso, especialmente ao Dr. Galbiatti, Dr. Sérgio Valeri, Dr. Rogério de Faria, Dra. Carolina e Dr. Marcílio.

À todos os colegas da pós-graduação, especialmente ao Gabriel, Matheus, Priscila, Raquel e Vanessa, pelos bons momentos de convivência e aprendizado.

À todos funcionários da secretaria da pós-graduação, sempre dispostos e prestativos.

À minha esposa Nathania, pela confiança, amizade, carinho e companheirismo, que em todos os momentos me incentivou para que eu que pudesse concluir mais esta etapa da minha formação profissional.

A minha filha Gabriela, que ainda nem chegou ao mundo, mas já nos traz alegrias, esperança e motivação para superar os obstáculos do dia a dia.

Aos meus pais Renato e Adriana, pelo grande exemplo de vida, força, coragem e dedicação.

À minha irmã Lívia, grande incentivadora desde o mestrado e pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus cunhados Rodolpho e Ricardo, por toda nossa amizade e verdadeiros irmãos.

Aos meus sogros Silvinho e Amélia, por toda a torcida e apoio não só na minha formação profissional, mas em todos os momentos.

Ao meu primo Rodrigo, grande irmão, parceiro e sócio, pela amizade sincera e por toda a força e companheirismo no dia a dia.

À todos os meus afilhados: Andrezinho, Maria Eduarda, Ana Rosa, Tiaguinho, Caio, Livinha e Lelê, meus amigos e motivo de muitas alegrias.

Aos meus colegas de trabalho Filipe, Carla, André, Anelize, e Adrieli, pela oportunidade da convivência, amizade e aprendizado diário.

Às minhas Avós, Aparecida e Maria, em nome de todos os meus familiares e amigos, por todo o apoio e consideração.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
I – INTRODUÇÃO.....	1
II - REVISÃO DE LITERATURA.....	4
Planejamento ambiental.....	4
Zoneamento ambiental .....	6
Aspectos metodológicos e objetivos do ZEE.....	9
Sistemas de informação geográfica e sensoriamento remoto.....	12
Mecanismo de aplicação da legislação ambiental ao ZEE.....	13
III - MATERIAL E MÉTODOS.....	17
Seleção da área de estudo.....	17
Caracterização da área de estudo.....	17
Localização.....	17
Dados socioeconômicos.....	18
Clima.....	19
Hidrografia.....	19
Geomorfologia.....	20
Geologia.....	21
Pedologia.....	21
Vegetação.....	23
Elaboração do banco de dados.....	24
Obtenção dos planos de informação.....	24
Mapa de uso e ocupação do solo.....	25
Modelo digital de elevação.....	27
Mapa de recarga de aquíferos.....	27

Delimitação das áreas protegidas.....	28
Diagnósticos dos recursos hídricos.....	29
Zoneamento Ecológico Econômico.....	30
IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
Geologia e Pedologia.....	33
Hidrogeologia.....	36
Uso do solo.....	41
Vegetação.....	45
Modelo digital de elevação.....	55
Diagnóstico dos recursos hídricos.....	59
Zoneamento Ecológico Econômico.....	68
V – CONCLUSÕES.....	96
VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
VII - REFERÊNCIAS.....	99

## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Descrição dos diferentes usos do solo do município de Altinópolis, SP.....	26
Tabela 2. Descrição da base de dados para obtenção das áreas prioritárias para recarga do aquífero.....	28
Tabela 3. Formações geológicas encontradas no município de Altinópolis, SP.....	33
Tabela 4. Classes de solos encontradas no município de Altinópolis, SP.....	36
Tabela 5. Cruzamento dos planos de informação de solos e geologia para obtenção dos dados de recarga do aquífero no município de Altinópolis, SP.....	36
Tabela 6. Cruzamento das áreas de recarga com o uso do solo do município de Altinópolis, SP.....	39
Tabela 7. Distribuição do uso do solo em 2014 no município de Altinópolis, SP.....	41
Tabela 8. Distribuição dos principais usos do solo nos últimos 18 anos no município de Altinópolis, SP.....	43
Tabela 9. Classes de declividade no município de Altinópolis, SP.....	55
Tabela 10. Diagnóstico das nascentes do município de Altinópolis, SP...	62
Tabela 11. Principais usos do entorno das nascentes ao qual causam a degradação total ou parcial.....	63
Tabela 12. Áreas de Preservação Permanente encontradas no município de Altinópolis, SP.....	69
Tabela 13. Uso do solo nas áreas de interesse para restauração ambiental.....	74

Tabela 14. Faixa necessária de recomposição das APPs pela lei 12.651/2012.....	79
Tabela 15. Zoneamento Ecológico Econômico do município de Altinópolis, SP.....	94

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localização do município de Altinópolis no estado de São Paulo.....	18
Figura 2. Divisão climática do município de acordo com a temperatura e Mapa com divisão das bacias hidrográficas do município de Altinópolis, SP.....	20
Figura 3. Mapa de caracterização das fitofisionomias de vegetação do município de Altinópolis, SP.....	24
Figura 4. Mapa de distribuição de geologia do município de Altinópolis, SP.....	34
Figura 5. Mapa de distribuição das classes de solos do município de Altinópolis, SP.....	35
Figura 6. Mapa de recarga de aquíferos do município de Altinópolis, SP.....	37
Figura 7. Paredão característico do Arenito da Formação Botucatu com detalhe do interior da Gruta do Itambé, em que há o afloramento do aquífero Guarani.....	38
Figura 8. Mapa de uso e ocupação do solo no município de Altinópolis, SP.....	42
Figura 9. Diversidade da paisagem quanto ao uso do solo do município de Altinópolis, SP.....	43
Figura 10. Fragmentos de vegetação nativa existentes no município de Altinópolis, SP.....	46
Figura 11. Vegetação de fitofisionomia de Cerrado no município de Altinópolis, SP.....	47
Figura 12. Vegetação com fitofisionomia de remanescente de Mata Atlântica, Floresta Estacional Semidecidual.....	47

Figura 13. Vegetação com fitofisionomia de área úmida e ambientes de várzea.....	47
Figura 14. Fotografias aéreas do ano de 1971 (superior) e 2000 (inferior). Setas azuis: presença de desmatamentos; setas amarelas: indicam regeneração natural; setas vermelhas: locais na qual houve conversão da ocupação do solo.....	50
Figura 15. Principais impactos observados nos fragmentos de vegetação, como: queimadas e ausência de aceiros com as áreas de cultivo agrícola.....	52
Figura 16. Consequências das atividades antrópicas: proliferação de lianas, gramíneas invasoras, fragmentação e contaminação por resíduos e defensivos.....	53
Figura 17. Região administrativa de Ribeirão Preto com demarcação dos municípios que apresentam Unidades de Conservação.....	56
Figura 18. Modelo digital de elevação do município de Altinópolis, SP.....	57
Figura 19. Mapa de classes de declividade do município de Altinópolis, SP.....	58
Figura 20. Rede de drenagem existente e degradada no município de Altinópolis, SP.....	60
Figura 21. Diagnóstico da situação ambiental das nascentes e seu entorno.....	61
Figura 22. Entorno das nascentes com presença de cultivo agrícola com nascentes degradadas.....	63
Figura 23. Imagem de satélite evidenciando nascente descaracterizada pela construção de barragem e foto de campo evidenciando tal situação.....	63
Figura 24. Rede de drenagem superficial degradada (setas vermelhas) ao qual houve o afloramento de água e necessidade de reflorestamento (setas amarelas).....	64
Figura 25. Local na qual houve necessidade de reflorestamento pelo afloramento do lençol freático em área antigamente drenada.....	64

Figura 26. Imagem de satélite evidenciando perda de solo por erosões no entorno dos recursos hídricos e fotografias de campo ilustrando o início deste processo.....	65
Figura 27. Detalhe das imagens de satélite em duas datas (1982 e 2013) ao qual se evidencia a voçoroca nas áreas de nascentes voçoroca em campo com presença de assoreamento a jusante..	66
Figura 28. Imagens de satélite do ano de 2013 ao qual evidencia o entorno das nascentes com vegetação nativa devidamente conservada.....	67
Figura 29. Nascente com vegetação nativa ao entorno ao qual há captação da água da mina para a população em caixa devidamente protegida.....	67
Figura 30. a) Morro do Selado que apresenta APP por declividade; b) Morro do Itambé que apesar de possuir declividade acima de 25° não apresenta altitude superior a 100 metros.....	70
Figura 31. Zonas de interesse e proteção ambiental do município de Altinópolis, SP.....	71
Figura 32. Zona de interesse e recuperação ambiental do município de Altinópolis, SP.....	72
Figura 33. APPs de declividade ocupadas por pastagem e barramento sem APP.....	73
Figura 34. Barramentos com presença de cultura anual e pastagem na APP.....	73
Figura 35. APPs ocupadas irregularmente com cana-de-açúcar e pastagens.....	74
Figura 36. Distribuição das propriedades rurais de acordo com a área da UPA no município de Altinópolis, SP.....	79
Figura 37. Localização das propriedades rurais menores que quatro módulos evidenciando a maior degradação ambiental.....	80
Figura 38. Localização das maiores propriedades rurais evidenciando a maior concentração de vegetação nativa.....	82

Figura 39. Imagens aéreas e fotos de campo evidenciando a restauração de nascente e córregos degradados.....	84
Figura 40. APPs com presença de vegetação nativa ao longo dos córregos e local na qual foi realizado o plantio de restauração de nascentes em duas datas.....	85
Figura 41. Zona de potencial agrossilvipastoris no município de Altinópolis, SP.....	86
Figura 42. Zona de uso especial e zona urbana no município de Altinópolis, SP.....	89
Figura 43. Principais impactos observados na zona urbana como contaminação do recurso hídrico e poluição.....	90
Figura 44. Presença de áreas verdes que propiciam melhoria na qualidade de vida da população.....	90
Figura 45. Zoneamento ecológico econômico do município de Altinópolis, SP.....	95

## ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO MUNICÍPIO DE ALTINÓPOLIS, SP

**RESUMO** – Desde a colonização brasileira, a ocupação do território ocorreu de maneira predatória. Este processo de exploração dos recursos naturais aconteceu por meio da prática de desmatamentos para exploração da madeira e/ou para abertura de novas fronteiras agropecuárias. Entretanto, estas práticas podem provocar alguns efeitos negativos, como: a degradação dos solos e da vegetação, o assoreamento dos córregos e perda de biodiversidade. O zoneamento ecológico econômico tem sido considerado uma estratégia viável para direcionar a implantação de políticas públicas que visem contribuir no planejamento territorial em nível municipal. Assim, o objetivo deste trabalho foi elaborar um modelo de zoneamento para o município de Altinópolis, SP. Com o auxílio de sistemas de informação geográfica (SIG), foram gerados mapas para definir seis zonas de uso: proteção, restauração, área urbana, uso especial, potencial agrícola e potencial de recarga para o aquífero. A partir dos dados analisados 30% do município apresentaram restrições de uso segundo a legislação florestal vigente. Identificou-se que 45% do território possuem potencial para recarga dos aquíferos e 70% do território apresentam potencial agrossilvipastoris favorecido pelo solo, clima e relevo locais. Observou-se uma perda de 76 quilômetros de cursos de água por meio de processos de degradação, devido ao recuo em 18% das 641 nascentes existentes. Estes resultados apontam para a necessidade de implementação de políticas públicas que incentivem a conservação das florestas existentes e também a restauração das áreas degradadas, especialmente as áreas de recarga. Futuras atividades agrícolas também necessitam ser exploradas adequadamente para propiciar um maior fortalecimento do principal setor econômico do município, a agricultura.

**Palavras-chave:** conservação do solo e da água, planejamento ambiental, sistemas de informação geográfica

## ECOLOGICAL ECONOMIC ZONING OF THE MUNICIPALITY OF ALTINÓPOLIS, SP

**ABSTRACT** – Since Brazil's colonization, occupation of territory occurred in a predatory manner. This process of exploitation of natural resources occurred through the practice of deforestation for timber and / or for opening of new agricultural frontiers. However, these practices may cause some negative effects, such as soil degradation and vegetation, siltation of streams and loss of biodiversity. The ecological economic zonation has been considered a viable strategy to direct the implementation of public policies that contribute to territorial planning at the municipal level. The objective of this study was to characterize the environment through the development of a conceptual model of zoning for the city of Altinópolis, SP. With the aid of geographical information systems (GIS) we generated maps to define six areas of use: protection, restoration, urban area, special use, agricultural potential and potential recharge to the aquifer. From our analysis we found that 30% of the municipality showed use restrictions under current forest legislation. Furthermore, we identified that 45% of land have potential for groundwater recharge and 70% of the territory have agrosilvicultural potential favored by soil, climate and local relief. We also observed a loss of 76 kilometers of watercourses through degradation processes, due to the decrease in 18% of the existing 641 springs. These results points to the need to implement public policies that encourage conservation of existing forests and also the restoration of degraded areas, especially areas of groundwater recharge. Future economic activities also need to be explored adequately to provide further strengthening of the primary economic sector of the municipality.

**Keywords:** conservation of soil and water, environmental planning, geographic information systems

**LISTA DE ABREVIATURAS**

ALOS – SATÉLITE DE OBSERVAÇÃO AVANÇADO DA TERRA

APP – ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

ARL – ÁREA DE RESERVA LEGAL

CAD – DESENHO ASSISTIDO POR COMPUTADOR

CAPES – COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO PESSOAL DE ENSINO SUPERIOR

CAR – CADASTRO AMBIENTAL RURAL

CATI – COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL

CBRN – COORDENADORIA DE BIODIVERSIDADE E RECURSOS NATURAIS

CEPAGRI – CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS

CTC – CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA

CTR – CENTRO TÉCNICO REGIONAL

DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA

ESALQ – ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

FAPESP – FUNDAÇÃO DE ÂMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO

FEALQ – FUNDAÇÃO DE ESTUDOS AGRÁRIOS LUIZ DE QUEIROZ

FEHIDRO – FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

FGV – FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS

GX – GLEISSOLOS HÁPLICOS

GPS – SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA

IDH – ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA E ECONOMIA AGRÍCOLA

K – POTÁSSIO

LUPA – LEVANTAMENTO UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

LV – LATOSSOLO VERMELHO

LVA – LATOSSOLO VERMELHO AMARELO

IAC – INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS

IDH – ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO

IEA – INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA

IF – INSTITUTO FLORESTAL

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

MBA – MESTRE EM ADMINISTRAÇÃO DE NEGÓCIOS

MDE – MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO

MDT – MODELO NUMÉRICO DO TERRENO

MG – MINAS GERAIS

N – NITROGÊNIO

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS

PDpra – PLANO DIRETOR PARTICIPATIVO RURBANO ALTINÓPOLIS

PI – PLANO DE INFORMAÇÃO

PIB – PRODUTO INTERNO BRUTO

PNMA – POLÍTICA NACIONAL DE MEIO AMBIENTE

PR - PARANÁ

PRA – PROJETO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

PSA – PAGAMENTO SERVIÇOS AMBIENTAIS

RL – RESERVA LEGAL

RQ – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO

SAA – SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO

SC – SANTA CATARINA

SAD – SOUTH AMERICAN DATUM

SAG – SISTEMA AQUÍFERO GUARANI

SICAR – SISTEMA DE CADASTRO AMBIENTAL RURAL

SIG – SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

SIGAM – SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO AMBIENTAL

SISNAMA – SISTEMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE

SMA – SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE

SP – SÃO PAULO

UFSCAR – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

UGRHI – UNIDADES HIDROGRÁFICAS DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS  
HÍDRICOS

UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO

UNICA – UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR

USP – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

UTB – UNIDADE TERRITORIAL BÁSICA

UTM – UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

ZA – ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZEE – ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO

ZEEC – ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO COSTEIRO

ZMAE – ZONA COM MAIOR ESTABILIDADE AMBIENTAL RELATIVA

ZMAF – ZONA COM MAIOR FRAGILIDADE AMBIENTAL RELATIVA

ZMEF – ZONA COM MÉDIA FRAGILIDADE AMBIENTAL RELATIVA

ZURB – ZONA URBANA

## I INTRODUÇÃO

De acordo com os dados do Instituto Florestal mais de 85% da área do Estado de São Paulo era recoberta por vegetação nativa nos meados de 1.870. Porém, com o passar dos anos e principalmente com Revolução Industrial e o desenvolvimento da agricultura as pressões sobre estas áreas aumentaram de maneira considerável. Atualmente, tais áreas ocupam apenas 13% do estado paulista. Entretanto, ressalta-se que tais áreas estão concentradas em determinadas regiões, como: Serra do Mar e Serra da Mantiqueira, sendo que dos 645 municípios paulistas apenas 11 apresentam área de vegetação acima deste patamar de porcentagem.

A legislação sobre a proteção das florestas é antiga, data da década de 1960, sendo que já na década de 1930 havia preocupação com esta questão mediante o Decreto nº. 23.793/1934, referente ao “Código das Águas”. Apesar disto, os desmatamentos para o corte de madeira assim como para a prática agropecuária persistem até os dias atuais. No Estado de São Paulo restaram apenas pequenas manchas de floresta circundadas pela agricultura, ameaçadas pela caça e pela ação recorrente de incêndios, o que pode ocasionar a extinção de várias espécies de plantas e animais por meio da fragmentação.

Recentemente foi aprovado o Decreto de Lei nº. 7.830/2012 que reescreve o Código Florestal (Lei nº. 12.651/2012). Diante disso, as expectativas são para uma maior adesão não somente pelos produtores rurais para a adequação das suas propriedades, mas por toda a sociedade. O uso inadequado dos solos causou, historicamente, um aumento dos processos erosivos com consequente redução da fertilidade dos solos agrícolas e a poluição e assoreamento dos cursos d’ água. Esses fatores causaram impactos negativos, pois contribuíram para a redução da produtividade das lavouras e grande perda de biodiversidade.

O grande desafio é conservar essa biodiversidade regional dos fragmentos remanescentes ainda existentes em paisagens intensamente cultivadas que têm como principal fator limitante o processo de degradação desses fragmentos florestais, e

diferem entre si quanto à diversidade, mortalidade e natalidade de espécies arbóreas neles existentes. A análise deste contexto é fundamental para identificar as estratégias conservacionistas e prioridades de pesquisa para o melhor planejamento ambiental dos municípios.

Dentre estas estratégias conservacionistas pode-se considerar a elaboração do Zoneamento Ambiental, um dos instrumentos da Lei nº 6.938/1981 que diz respeito à Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), atualmente denominado pelo Decreto nº. 4.297/2002 como Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE). Apesar da maioria dos municípios não aplicar tal instrumento, ele possibilita a orientação de estudos de impacto ambiental assim como propõe alternativas locais aos novos empreendimentos que possam alterar os padrões de qualidade do meio ambiente. Desta forma, há necessidade de orientar e planejar a ocupação do solo nas áreas protegidas pela legislação ambiental vigente e no entorno imediato com presença de atividades agrossilvipastoris.

A região Nordeste do estado de São Paulo é conhecida pela grande importância das agroindústrias, onde se encontra a região de Ribeirão Preto. A análise detalhada evidenciou a presença de importantes fragmentos florestais em meio à paisagem agrícola, sendo que houve nosso interesse para o desenvolvimento da pesquisa no município de Altinópolis, situado entre a divisa dos estados de São Paulo e Minas Gerais.

O município apresenta importância estratégica para o setor agropecuário, devido a suas condições naturais de relevo e solos, com considerável extensão territorial, que o colocam como importante produtor de café, cana-de-açúcar e eucalipto, dentre outras culturas. Porém, contrariamente ao cenário regional, em que há déficit de vegetação, ainda possui consideráveis remanescentes de vegetação nativa em ambiente peculiar de transição entre as áreas de Cerrado e Mata Atlântica. Estes fatores justificam o desenvolvimento do presente trabalho de zoneamento ecológico econômico a fim de propiciar estratégias de conservação dessas áreas mediante adoção de medidas que garantam o desenvolvimento sustentável do município e o atendimento à legislação ambiental.

Deste modo o trabalho tem como pressuposto identificar se diferentes variáveis do relevo, associadas com as informações de solos, geologia e vegetação são viáveis para estabelecer o ZEE do município com a proposição de diferentes unidades de planejamento de uso e ocupação do solo. Assim, o presente trabalho tem como objetivo definir o zoneamento ecológico econômico do município de Altinópolis, o que consiste em definir as zonas de interesse e proteção ambiental, zonas de interesse e recuperação ambiental, zonas de potencial agrossilvipastoris, zonas de recarga de aquífero, zona de uso especial e zona urbana para fornecer diretrizes ao poder público e estabelecer estratégias para o reordenamento do território de acordo com o zoneamento proposto.

Como objetivos específicos cabe destacar:

- a) Elaboração de um banco de dados georreferenciado para área de estudo;
- b) Realizar diagnóstico do meio físico, ambiental e socioeconômico do município;
- c) Estabelecer diretrizes e proposições para o poder público municipal implantar as políticas estabelecidas por meio do zoneamento elaborado.

## II REVISÃO DE LITERATURA

### **Planejamento Ambiental**

O Planejamento ambiental é um processo contínuo que envolve coleta, organização e análise sistematizada das informações, por meio de procedimentos e métodos, em que é possível decidir as alternativas para o melhor aproveitamento dos recursos naturais, com a finalidade de garantir o futuro da sociedade. Assim, têm-se como uma das ferramentas do planejamento a elaboração dos zoneamentos para a avaliação do território, com a possibilidade de integrar as diferentes informações ambientais disponíveis e a serem estudadas (SILVA; SANTOS, 2004).

A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) define os conceitos básicos sobre meio ambiente, como: degradação e a poluição; determina os objetivos, as diretrizes, os instrumentos e a teoria da responsabilidade; e estabelece toda a sistemática das políticas públicas brasileiras voltadas para o planejamento ambiental (MILARÉ, 2011). Segundo esta lei de nº 6.938/1981 fundamentada pelo art. 225 da Constituição Federal, especialmente no § 1º e seus incisos, foram definidos treze instrumentos dentre os quais cabe destacar o estabelecimento dos padrões de qualidade ambiental, a avaliação de impactos ambientais, o licenciamento e o zoneamento ambiental (ANTUNES, 2013).

Estes instrumentos apresentam finalidade estratégica e perspectivas de contribuir com princípios e critérios para que se alcance o desenvolvimento sustentável, uma vez que o poder público não é capaz de desenvolver de maneira isolada os mecanismos para identificar e dar suporte às suas exigências ambientais necessárias às políticas públicas. Os órgãos licenciadores, na maioria dos casos, não conseguem fornecer as diretrizes aos empreendedores por falta de informações precisas. Desta forma, caso os processos de licenciamento fossem conduzidos adequadamente, com auxílio desses instrumentos, possivelmente, melhores decisões seriam tomadas em relação à temática ambiental no país (GLASSON; THERRIVEL; CHADWICK, 2001).

De acordo com a PNMA, o zoneamento ambiental é um desses instrumentos que tem o papel de instruir o planejamento e diagnóstico do ordenamento territorial com a

divisão da terra em zonas, a partir das informações dos recursos naturais da área a ser estudada. O estabelecimento dessas zonas é que fornecerão os subsídios para a tomada de decisões pelos agentes licenciadores nos projetos ambientais (SOUZA, 2009).

Attanasio Júnior e Attanasio (2006) destacam que uma dessas decisões pode ser tomada por meio da Resolução Conama nº. 01/86. Os estudos de impacto ambiental possibilitam verificar as diferentes alternativas de localização de uma determinada atividade a ser implantada em uma dada região, assim como considerar os planos e programas governamentais propostos e em implantação nas áreas de influência dos projetos objetos de análise junto aos órgãos ambientais.

Nesse aspecto, quando o zoneamento é realizado previamente pode contribuir para a tomada de decisão dos agentes uma vez que estabelece qual será a área afetada por determinada atividade, fornecendo ainda orientações de quais serão as melhores localidades que poderão ser adotadas e assim reduzir medidas mitigadoras (BENJAMIN; MILARÉ, 2006). O zoneamento também permite maior precisão para análise dos processos e obtenção de licenças para a implantação de empreendimentos que possam afetar negativamente a qualidade do ambiente, desde a fase de projeto, até a sua efetiva desativação (OLIVEIRA, 2004).

Porém, na prática, os zoneamentos dificilmente são realizados antecipadamente aos processos de licenciamento, mesmo havendo a previsão da garantia da prestação de informações ambientais, segundo o art. 9.º da Lei nº 6.938/81, obrigando o poder público a produzi-las, quando inexistentes (BRASIL, 1981).

Na maioria dos casos é de responsabilidade do empreendedor prestar as informações adequadas para viabilizar seu empreendimento com maior coerência e compatibilização com as políticas públicas identificadas pelo poder público como essenciais. Porém, são produzidos muitos mapas com informações complexas, de caráter geral e muitas vezes desnecessário. (OLIVEIRA, 2004; SOUZA, 2000).

Esses mapas geram muitas discussões entre os empresários e setores do governo, ligados à infraestrutura, pois pode haver produção de informações excessivas na análise dos estudos ambientais, bem como comprometer a eficiência e credibilidade

delas para a emissão das licenças ambientais. Além disso, pode haver aumento do tempo para aprovação dos projetos (MONTAÑO et al., 2004).

### **Zoneamento ambiental**

Para melhor entendimento do estudo, o termo zoneamento e a conjuntura de sua utilização no país serão definidos, uma vez que existem estudos desta natureza no país desde a década de 1980. Destaca-se, porém, que ao longo de todo esse período, todos os trabalhos que adotaram a questão ambiental são bastante divergentes em relação aos objetivos, metodologias, escalas e legendas.

Entretanto, sabe-se que o conceito de zoneamento, no Brasil, está ligado a duas definições (MILIKAN; DELPRETTE, 2000). A primeira se refere ao planejamento agrícola sob a forma dos zoneamentos agroecológicos ou agrícolas, em que se faz um estudo da aptidão dos solos e do clima. Neste caso, trata-se de um instrumento técnico, de caráter indicativo, que subsidia o agricultor em suas decisões de investimento, ou o setor público no que concerne à concessão de créditos para a agricultura (NITSCH, 1998).

A segunda apresenta caráter mais prático, pois está ligada à regulação do uso do solo urbano, por meio de instrumentos legais e normativos. É um instrumento jurídico de ordenação do uso e ocupação do solo, em que se estabelecem regras que impeçam que determinadas atividades possam causar impactos que afetem direta ou indiretamente o meio ambiente e conseqüentemente a qualidade de vida da população (SILVA, 2003).

Dessa forma, o zoneamento consiste em dividir o território em parcelas nas quais se regulamentam determinadas atividades em determinados locais e se interdita em outros, de modo absoluto ou relativo, o exercício de outras atividades (MACHADO, 2013).

De acordo com Souza (2009), há uma enorme distinção entre os estudos de zoneamento com a terminologia ambiental que acabam combinando esses dois conceitos de zoneamento apresentados em relação a diferentes pontos, como: elaboração de mapas de restrição e uso do solo, mapas de áreas protegidas, mapas

temáticos, mapas diagnósticos, mapas de zoneamento de unidades de conservação, mapas de uso municipal e mapas de fragilidades e potencialidades. Apesar de todas estas concepções distintas em relação ao conceito e a prática sobre a elaboração dos zoneamentos, o resultado final é a definição das zonas de uso, independentemente da metodologia utilizada para tal fim (SILVA; SANTOS, 2004).

No Brasil, os primeiros estudos de zoneamento foram realizados pelo projeto RADAM BRASIL na década de 1970 e posteriormente foram realizados estudos na escala do milionésimo, principalmente na região Amazônica, devido às altas taxas de desmatamentos que ocorreram na década de 1980 e 1990. Tais estudos foram financiados pela União Europeia e outras agências internacionais (BRASIL, 2003).

Os Estados de Rondônia, Acre, Roraima, Maranhão, Tocantins, Piauí e Mato Grosso, por situarem na Amazônia, são os que já elaboraram os seus zoneamentos em escala estadual. Porém, ainda existe a necessidade do refinamento e aplicação destes estudos de modo a promover a eficácia deste instrumento, assim como a realização dos zoneamentos pelos outros estados do país e em escala de planejamento municipal (MONTAÑO et al., 2007).

Porém, observa-se a falta de eficácia deste instrumento pela ausência da sua aplicação no país devido à falta de regulamentação específica. Foi somente após 20 anos da PNMA que houve a publicação do Decreto 4.297/2002, em que o zoneamento ambiental passou a ser denominado Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), com o objetivo de tirar esta restrição vinculada ao nome do atributo ambiental (BRASIL, 2002). Desta forma, o novo conceito de divisão do território em zonas passou a considerar além do aspecto da proteção, conservação e recuperação dos recursos naturais o desenvolvimento sustentável amparado também nos atributos econômicos e sociais (SOUZA, 2013).

Pode-se destacar que existem Zoneamentos Ecológico Econômicos (ZEEs) em elaboração nos países que fazem fronteira com o Brasil, especialmente os signatários do Tratado de Cooperação Amazônica, na região limítrofe da Venezuela. No âmbito do Programa Gerenciamento Costeiro do Brasil/Ministério do Meio Ambiente, tem sido

elaborados Zoneamentos Ecológico-Econômicos Costeiros (ZEECs) para algumas áreas da faixa litorânea do Brasil (STEINBERGER, 1997b).

Pelo decreto regulamentado na definição dessas zonas de uso e restrição devem ser observados os seguintes aspectos, constatado por Vasconcelos, Hadad e Júnior (2013):

- o diagnóstico dos recursos naturais e da socioeconomia com a definição das potencialidades naturais e fragilidades do meio para perda de biodiversidade, solos entre outros, os corredores ecológicos, as condições de vida das populações etc.;

- o marco jurídico-institucional;

- as informações constantes na base de dados dos sistemas de informações geográficas;

- os cenários tendenciais e alternativos;

- a necessidade de proteção e conservação de águas, solos, subsolo, fauna, flora e demais recursos;

- os critérios para orientar as diversas atividades de agricultura, pecuária, exploração florestal, pesca, piscicultura, urbanização, industrialização, mineração, entre outras.

- os planos, programas e projetos (federais, estaduais e municipais) e suas respectivas fontes de recursos para viabilizar as atividades apontadas como adequadas a cada zona.

Apesar da regulamentação recente, o estabelecimento do zoneamento ecológico-econômico em função de uma determinada atividade não foi considerado. Portanto, para cada tipo de atividade (por exemplo, área para loteamento, expansão urbana, área para aterro sanitário, área para distrito industrial, espaços livres, áreas verdes, área para passagem de duto etc.) seriam identificadas as melhores alternativas para sua localização, considerando as características dos meios físico, biológico e socioeconômico (RANIERI, 2000).

Assim, foi estabelecido um consenso de que o ZEE não é um plano nem uma política, mas sim um instrumento para tomada de decisões e formulação de políticas públicas. Sabe-se que o ZEE não deveria ser transformado em lei porque é um

instrumento indicativo e dinâmico que faz parte de um processo de planejamento. O caráter indicativo do ZEE se expressa pela identificação da vulnerabilidade e da potencialidade de dadas porções do território diante da implantação de atividades mais ou menos sustentáveis. Por outro lado, o caráter dinâmico refere-se à necessidade de que o ZEE seja permanentemente revisto e atualizado (STEINBERGER; ROMERO, 2000).

Portanto, destaca-se que se passaram 13 anos da regulamentação do ZEE e pouco se avançou no sentido de que os municípios possam utilizar desses instrumentos para uma melhor gestão ambiental e aplicação efetiva com utilização de escalas mais detalhadas. Além disso, pode-se utilizá-lo no processo de sua integração com outros instrumentos de gestão voltados para o licenciamento ambiental das atividades (MONTAÑO et al., 2004; OLIVEIRA, 2004).

### **Aspectos metodológicos e objetivos do ZEE**

O Decreto 4.297/2002, art. 3º, define como objetivo geral do ZEE a organização, de forma vinculada, das decisões dos agentes públicos e privados quanto a planos, programas, projetos e atividades que, direta ou indiretamente, utilizem recursos naturais, assegurando a plena manutenção do capital e dos serviços ambientais dos ecossistemas. Desta forma, possibilita a orientação para estados e municípios e prioriza a busca de metodologias para estabelecer áreas prioritárias de conservação da biodiversidade e da conservação da água e do solo (CARVALHO; MONTAÑO, 2011).

A elaboração do ZEE pode ser realizada em escala nacional, regional ou local. É de competência do Poder Público Federal, no caso de escalas nacionais ou regionais. A questão da escala é de extrema importância, uma vez que segundo a escala mínima exigida de 1:1.000.000, o zoneamento não será muito detalhado e está mais direcionado a grandes áreas. O risco pode ocorrer em determinadas situações devido às informações produzidas pelo zoneamento, consideradas restritivas ambientalmente a determinada atividade. Mas, se o nível de detalhamento for maior, essa restrição poderia não existir ou apresentar uma maior restrição (AB´SABER, 1989).

No processo de elaboração do ZEE deve constar também a compatibilização do crescimento econômico com a proteção dos recursos naturais para as gerações presente e futura, com ampla participação dos diferentes níveis da administração pública e da sociedade civil com a valorização do conhecimento multidisciplinar para que estes trabalhos tornem-se aplicáveis (SOUZA, 2009).

Em relação à questão metodológica, destacam-se algumas críticas feitas ao zoneamento ecológico-econômico, por importantes doutrinadores, principalmente quando avaliam as metodologias aplicadas a grandes áreas. A elaboração dos mapas que determinam as potencialidades e fragilidades do ambiente são muitas vezes de caráter geral (NITCH, 1998). Assim, os estudos de maior detalhamento devem ser considerados quando a determinação do zoneamento de uma região, principalmente na escala municipal (STEINBERGER; ROMERO, 2000).

Dentre as metodologias desenvolvidas de zoneamento destaca-se a de Crepani et al. (2001), em que é realizada a reinterpretação das informações temáticas disponíveis (mapas geológicos, geomorfológicos, pedológicos, de cobertura vegetal e uso da terra) sobre as imagens de satélite utilizadas como “âncora”, e a geração de curvas de intensidade pluviométrica, definindo Planos de Informação temáticos georreferenciados (PI Geologia, PI Geomorfologia, PI Pedologia, PI Vegetação e Uso e PI Intensidade Pluviométrica). A vulnerabilidade é expressa pela atribuição de valores para cada unidade de paisagem. Com este procedimento metodológico é possível, por exemplo, elaborar cartas de vulnerabilidade natural à perda de solo a partir de um banco de dados contendo as informações básicas do meio físico e de uso da terra de uma determinada região.

Direcionado para o planejamento regional, o zoneamento ecológico-econômico não constitui um fim em si mesmo. Apenas oferece subsídios, cenários tendenciais e alternativos, para ordenamento territorial posterior, sem definir previamente um determinado uso para uma determinada zona. Constitui-se em um mapeamento não prescritivo das limitações ecológicas, dos recursos naturais, dos vetores socioeconômicos e do uso do solo, a partir do qual se podem derivar alternativas de ação para orientar o Poder Público na gestão do território (SHUBART, 2003).

Em contrapartida, a metodologia definida por Souza (2000) é mais abrangente, pois estabelece a classificação de um dado espaço geográfico em subunidades territoriais, agrupadas segundo níveis de aptidão para determinados tipos de ocupação. A determinação das diferentes aptidões de cada trecho do espaço territorial analisado, considerando o maior número possível de fatores ambientais relevantes para cada tipo de ocupação, deve ser baseada em critérios científicos e complementada por critérios expressos pela sociedade, por meio de sua participação.

A combinação de fatores tais como relevo, solos, formações geológicas, recursos hídricos, entre outros determinam a capacidade do meio em suportar certas atividades humanas de forma que os impactos dessas atividades não ultrapassem os níveis aceitos pela sociedade e/ou impostos pela legislação. Além disto, fatores como infraestrutura de transporte ou presença de aglomerados urbanos potencializam ou restringem a aptidão natural do meio para tais atividades (MONTAÑO et al., 2007).

Não se pode ignorar que a participação democrática é um elemento fundamental nos processos de zoneamento ecológico-econômico. Esta deve constituir um exercício de gestão social do espaço, baseado em processos democráticos de negociação, envolvendo órgãos públicos, sociedade civil e setor privado. O poder público deve considerar as opiniões e críticas da sociedade ao selecionar as alternativas oferecidas pelo zoneamento ecológico-econômico para a implementação de políticas, planos e programas que irão configurar o ordenamento territorial (MILLIKAN, 1999; BENATTI, 2003).

Desta forma, ao dispor de um mecanismo integrado de diagnóstico sobre os meios físico-biótico, socioeconômico e organização institucional, bem como de diretrizes pactuadas de ação entre os diferentes interesses dos cidadãos, o ZEE pode contribuir para que o sistema de planejamento oriente os esforços de investimentos do governo e da sociedade civil, conforme as peculiaridades das áreas definidas como zonas e tratadas como unidades de planejamento (CANEPARO; PASSOS, 2008).

### **Sistemas de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto**

Para auxiliar todo o processo de diagnóstico e definição do zoneamento ecológico econômico são utilizadas ferramentas auxiliares de geoprocessamento como o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas (NOVO, 2010; KONECNY, 2014).

O geoprocessamento surgiu a partir da segunda metade do século XX com a tecnologia de processamento eletrônico de dados, que possibilita o armazenamento das informações por meio do ambiente computacional. Assim, uma nova metodologia de tratamento de informações geográficas a partir de técnicas computacionais e matemáticas ganhava espaço nos estudos do ambiente (CÂMARA, 1996).

Burrough e McDonnell (1998) definem o Sistema de Informação Geográfica (SIG) como um conjunto poderoso de ferramentas para adquirir, armazenar, transformar e exibir dados espaciais do mundo real, para um conjunto particular de propósitos. Os dados geográficos descrevem objetos do mundo real em termos da sua posição com relação a um sistema conhecido de coordenadas, dos seus atributos (como cor, percentual, custo, incidência de doenças, etc.) e através das relações topológicas entre si.

Dentre as áreas de aplicação que são utilizadas destaca-se: a agricultura e o planejamento do solo, o gerenciamento da vida silvestre, a geologia, a geotecnia e as aplicações municipais, principalmente, em planejamentos ambientais, ordenamento territorial, sistemas de censo, ocupação humana, uso da terra e atividades econômicas. Em relação ao planejamento ambiental e ordenamento do território, o SIG são cada vez mais notórios e têm na estruturação da informação geográfica uma ferramenta essencial para facilitar a execução de atividades pertinentes à administração pública. Esses sistemas possuem extensa capacidade de análise dos recursos naturais e integração das situações críticas avaliadas, além de permitir um monitoramento de alterações ambientais e a construção de zoneamentos ambientais dirigidos (SOUZA; SOBREIRA; PRADO FILHO, 2005).

O Sistema de Informações Geográficas é uma ferramenta indispensável para elaboração do ZEE, pois permite identificar o perfil econômico, ambiental e social do

município ou área em estudo por meio da formação de um banco de dados. Os produtos gerados por meio deste sistema, assim como a publicação de mapas e relatórios técnicos permitem apontar os modelos mais adequados de implantação de atividades econômicas e de recuperação ambiental. Desta forma, possibilita aos agentes públicos e privados a tomada de decisões assegurando a plena manutenção do capital e dos serviços ambientais (ANDERE, JORGE, 2009).

Em contrapartida, o sensoriamento remoto é uma técnica para obter informações sobre objetos por meio de dados coletados por instrumentos que não estejam em contato físico com os objetos investigados, sendo que a forma de transmissão dos dados (do objeto para o sensor) ocorre por meio da radiação eletromagnética (AVERY; BERLIN, 1992).

O uso de Sensoriamento Remoto nos trabalhos de zoneamento ecológico-econômico deve explorar o potencial de informações disponível nas imagens de satélite complementando as informações disponíveis nos diversos trabalhos existentes. O simples cruzamento de mapas temáticos ou de planos de informação, no caso dos sistemas de informações geográficas (SIG) gerando novos dados, sem o acréscimo de conhecimento que o especialista pode obter a partir da interpretação das imagens, despreza informações de inestimável importância (CREPANI et al., 2001).

Desta forma, há necessidade de integração entre estes sistemas e as informações disponíveis sobre as imagens de satélite, simultaneamente à sua interpretação, o que produz melhores resultados no sentido de entender o meio ambiente com o auxílio do SIG.

### **Mecanismo de aplicação da legislação ambiental ao ZEE**

Um dos pressupostos do ZEE é que o mesmo deve respeitar o disposto na legislação ambiental, uma vez que vincula todas as atividades exercidas na região de sua incidência. Assim, não devem ser exercidas atividades que sejam contrárias ao disposto nas normas de uso do solo (CAMARGOS, 2006).

O zoneamento ecológico-econômico pode orientar também, por meio de políticas, o manejo e a preservação dos recursos naturais, definindo critérios para a

aplicação de créditos, direcionando determinadas atividades para áreas específicas ou nortear a criação de uma área de preservação permanente e uso restrito, mediante decreto do Executivo (BENATTI, 2003).

Para isto, cabe destacar os conceitos existentes na legislação ambiental em que haverá a aplicação dos mecanismos de restrição ao uso do solo com auxílios das ferramentas disponíveis. Contudo, a legislação florestal é a mais utilizada como parâmetro para aplicação desses zoneamentos por serem áreas destinadas à conservação da biodiversidade (ROSA, 1996).

A lei nº. 12.651, mantém os conceitos de Áreas de Preservação Permanente e reserva legal. As APPs são áreas de grande importância ecológica, cobertas ou não por vegetação nativa, que têm como função preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas. A Reserva Legal é a área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural (Art. 12), com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como abrigo da fauna silvestre e da flora nativa (MILARÉ, 2013).

Os novos conceitos quanto à aplicação desta legislação ocorreram com a instrução normativa nº 02/2014 e o Decreto nº. 8.235/2014, em que definem o Cadastro Ambiental Rural (CAR). Essa é a etapa inicial de um processo em que há o registro eletrônico realizado no SICAR, sendo obrigatório para todos os imóveis rurais do país, independente da área. A finalidade consiste em realizar um diagnóstico ambiental das propriedades, referentes à situação das Áreas de Preservação Permanente (APP), das áreas de Reserva Legal (ARL), das Áreas de Uso Restrito e das áreas consolidadas. Além disto, há a necessidade de adesão ao Projeto de Recuperação Ambiental (PRA), nos imóveis que, com a realização do CAR, seja identificada a necessidade de recuperação ambiental (LAUDARES; SILVA; BORGES, 2014).

Observam-se, segundo as definições previstas nesta legislação, que as APPs e RLs são áreas de elevada importância para manutenção dos processos ecológicos. Ambas exercem finalidade relevante aos diferentes serviços ambientais, tais como:

atenuam a erosão de terrenos declivosos e evitam a colmatagem dos rios, servem para conectar áreas e, conseqüentemente, proporcionar a diversidade gênica animal e vegetal. Também podem funcionar como bancos de sementes de vegetação primária, refúgio para espécies migratórias, entre outros, e, portanto, devem ser conservadas (METZGER, 2010).

Estes conceitos devem ser discutidos nos zoneamentos e para tanto se deve aplicar a legislação florestal vigente. Existem diferentes APPs, as quais podem ser definidas pelo Art. 4º da Lei nº. 12.651/2012 (SODRÉ, 2013):

Item I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

Item III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

Item IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

Item V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

Item IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação.

Dentre os parâmetros dispostos na Lei nº 12.651/2012 para a delimitação das APPs destaca-se que as áreas de topos de morros são as de maior dificuldade de aplicação, sendo a altura da elevação (topo) em relação à base (definida pelo ponto de

cela) e a declividade média do morro. A altura deve ser superior a 100m e a declividade média deve ser superior a 25°. Importante ressaltar que na legislação revogada, bastava que a o morro apresentasse declividade superior a 17° na linha de maior declividade e altura mínima de 50 metros para que seu topo fosse considerado como APP. Embora houvesse interpretações divergentes o ponto de cela já era considerado por alguns como a base do morro (CORTIZO, 2007).

A demarcação destas áreas em campo constitui um procedimento que demanda conhecimento técnico e instrumentos específicos (GPS, altímetro, clinômetro, mapas topográficos etc.), além de grande esforço, pois, muitas vezes tratam-se de áreas de difícil acesso. Se por um lado é impraticável que isto seja feito pelos próprios produtores rurais (em sua grande maioria), por outro, é logisticamente inviável que os técnicos ambientais percorram todas as propriedades para fazê-lo. A delimitação em sistemas de informação geográfica (SIG) apresenta-se como uma alternativa para maior celeridade e padronização nas medições, permitindo gerar um banco de dados georreferenciado e confiável com menores custos (NASCIMENTO et al., 2005).

### III MATERIAL E MÉTODOS

#### **Seleção da área de estudo**

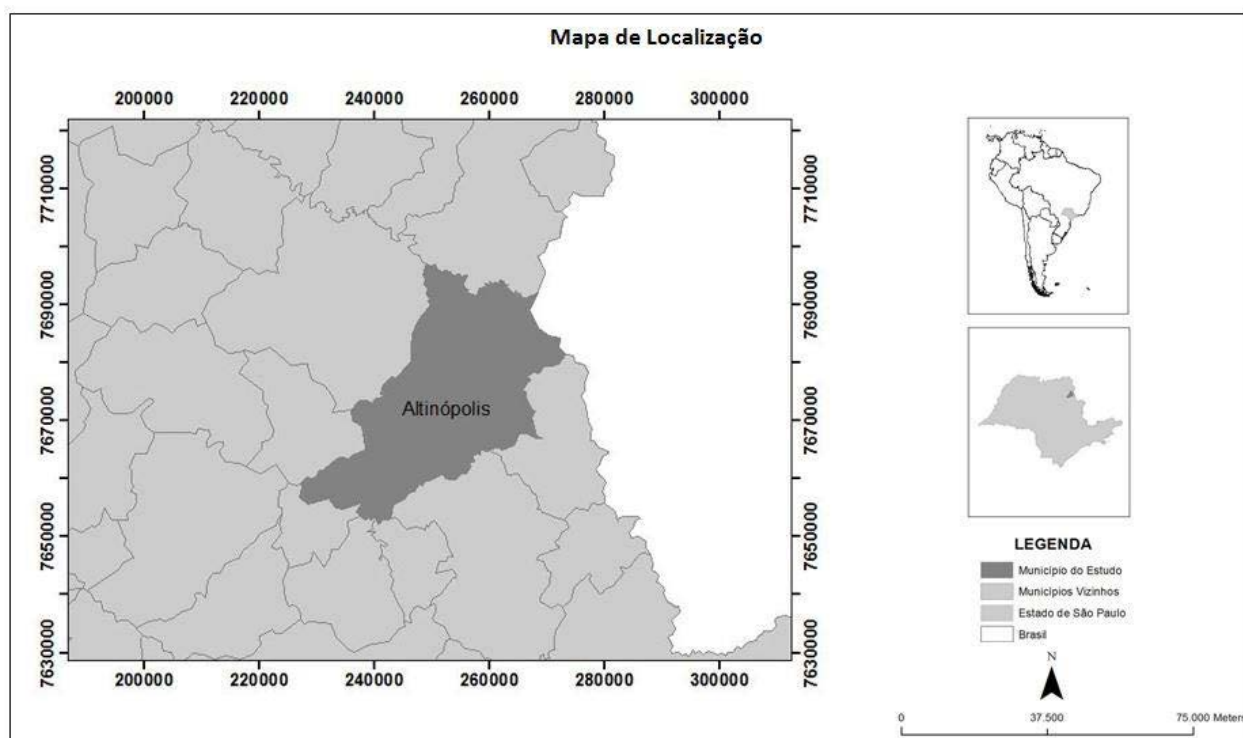
A área selecionada para o desenvolvimento do estudo foi o município de Altinópolis. Dentre os fatores de interesse dessa área em relação aos municípios do entorno destaca-se a presença de vegetação nativa ainda conservada, com expressão em relação a área total do município, além de possuir remanescentes de ambiente de transição entre as fitofisionomias de Cerrado e Mata Atlântica (IF, 2010). Por fim, destaca-se que tais áreas não estão protegidas por legislação específica mediante a criação de Unidades de Conservação (RODRIGUES; HOTT, 2010).

#### **Caracterização da área de estudo**

##### **Localização**

O município de Altinópolis localiza-se na região nordeste do estado de São Paulo, mais especificamente entre as coordenadas geográficas 47°24'06" a 47°29'08.85" longitude oeste e 20°48'57.75" a 21°12'23.54" de latitude Sul, meridiano central 45 (Figura 1). Tem aproximadamente 930 km<sup>2</sup> e faz limitação com outros 10 municípios, sendo oito no estado de São Paulo e dois no estado de Minas Gerais.

Dentre as principais vias de acesso destacam-se as rodovias Altino Arantes (SP 351), Abrão Assad (SP 338) e Cândido Portinari (SP 334) e a presença de importantes rodovias vicinais como a Arlindo Vicentini (Altinópolis – Serrana), Monjolinho (Altinópolis – Patrocínio Paulista) e estradas municipais que fazem ligações com os bairros rurais do município.



**Figura 1.** Localização do município de Altinópolis no estado de São Paulo.

### Dados Socioeconômicos

Segundo os dados do IBGE (2010), o município de Altinópolis apresenta uma população de 16.159 habitantes com uma densidade demográfica de 16,8 hab./Km<sup>2</sup>. A população é composta basicamente por 50% de homens e 50% de mulheres, com destaque para a prevalência de jovens e adultos. A maioria dos indivíduos reside no meio urbano (87,4%), enquanto 12,6% residem no meio rural, mesmo com o município apresentando uma pequena área urbana de 4 km<sup>2</sup>. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é de 0,73 e nos últimos 20 anos apresentou um aumento de 51%.

O município apresenta parte das condições básicas de saneamento como Estação de Tratamento de Esgotos e fornecimento de Água proveniente de captações subterrâneas. Porém, não apresenta Aterro Sanitário para o tratamento dos resíduos. Esses são transportados diariamente para o aterro licenciado de propriedade particular.

A soma dos fatores climáticos, geomorfológicos e pedológicos faz do município o local apto para o cultivo agropecuário, sendo o setor primário e de prestação de serviços as principais atividades econômicas, contrariamente à realidade do restante do estado e do país, em que o setor industrial tem uma maior importância (Figura 4). Destacam-se os plantios de cana-de-açúcar, eucalipto, café, pastagem e grãos. Com menor importância têm-se os plantios de arroz, batata, cebola, feijão e frutas em geral. Em relação aos rebanhos há destaque para o gado de corte e de leite, assim como a criação de equinos (IBGE, 2010).

### **Clima**

O clima local é classificado como tropical de altitude, Cwa, segundo Koppen, apresentando duas estações bem definidas: verão quente e temperaturas médias no mês mais quente com valores superiores a 22°C e inverno seco, com temperatura média no mês mais seco inferior a 18°C.

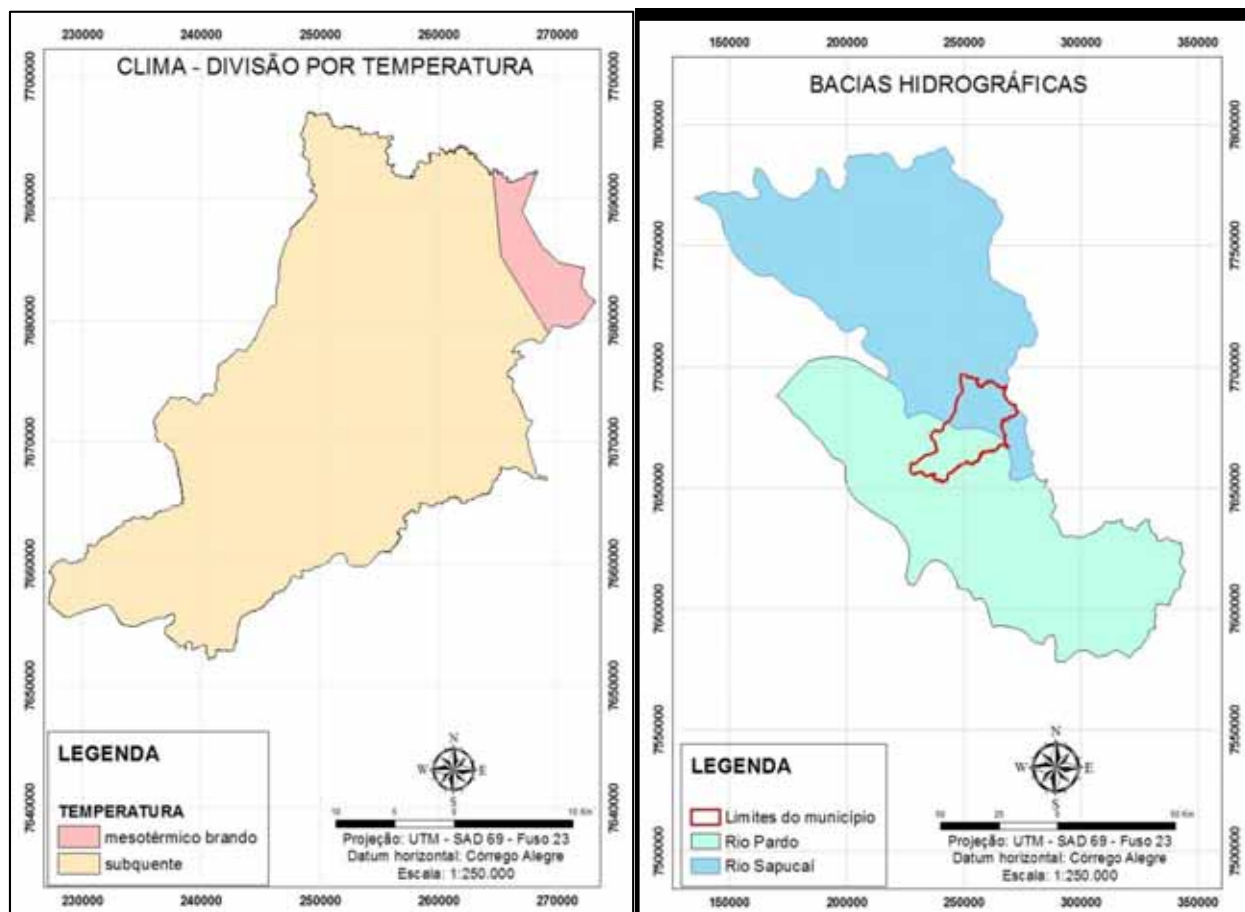
A pluviosidade média é de 1.338 mm, sendo a média no mês mais seco, em Agosto (18 mm). Em Janeiro incide a maioria da precipitação, com uma média de 279 mm. Este é o mês mais quente do ano com uma temperatura média de 21.5 °C. A temperatura mais baixa de todo o ano é em Junho, com a média de 16.7 °C (CEPAGRI, 2014). A partir do balanço hídrico de uma propriedade do município evidencia déficit hídrico para o período de junho a setembro em aproximadamente 60 mm.

Em uma pequena parcela do município situada na região Norte do município o mesmo pode ser classificado como Cwb, pois apresenta verão mais ameno, com temperatura média abaixo de 20°C (Figura 2a).

### **Bacia Hidrográfica**

Destaca-se no local uma divisão de duas unidades de gerenciamento (Figura 2b), compostas pelas bacias do Rio Pardo, ao sul (UGRHI 4), com importantes afluentes como os Córregos do Adão, Ribeirão da Prata, Córrego dos Fradinhos e Ribeirão do Cervo e ao norte (UGRHI 8), a bacia do Rio Sapucaí, tendo como afluentes

o Córrego da Fortaleza, Córrego São João, Córrego da Esperança, Rio Jaborandi e Ribeirão do Bom Retiro.



**Figura 2.** a) Divisão climática do município de acordo com a temperatura; b) Mapa com divisão das bacias hidrográficas do município de Altinópolis, SP.

### Geomorfologia

O relevo apresenta altitude média de 900 m e caracteriza-se por planaltos, planícies e apresenta as cuestas basálticas como destaque, predominando na paisagem (ALMEIDA, 1964).

A região do Planalto Ocidental foi dividida em seis unidades por Ross e Moroz (1997), das quais três estão presentes no município: Patamares Estruturais de Ribeirão Preto, com relevo constituído por colinas amplas e baixas, com topos tabulares, com altitudes entre 500 e 700 m e declividades médias entre 2% e 10%, com predomínio de basaltos; Planaltos Residuais de Franca/Batatais, que correspondem ao reverso da

cuesta constituídas basicamente por colinas de topo aplainados ou tabulares e altitudes entre 800 e 1100 m; Planícies fluviais, marcadas por extensas áreas de várzeas encontradas principalmente nas proximidades dos rios Pardo e Sapucaí (ECOAGRI, 2013).

### **Geologia**

O embasamento geológico é do período Mesozoico e constituído por arenitos das formações Botucatu e Pirambóia. Também apresenta basaltos da Formação Serra Geral, pertencentes ao grupo São Bento, e presença da Formação Itaqueri, do Grupo Bauru (IPT, 1982).

Na Formação Pirambóia se encontram depósitos fluviais e de planícies de inundação, incluindo arenitos médios e finos, sendo fonte de Neossolos com camadas constituintes do Aquífero Guarani. A Formação Botucatu é representada por arenitos eólicos avermelhados de granulação fina a média (ALMEIDA; MELO, 1981).

Por outro lado, a Formação Serra Geral apresenta rochas vulcânicas em derrames basálticos de coloração cinza a negra e são constituídos, principalmente, por basaltos. A Formação Itaqueri é constituída por intercalações de arenitos, folhelhos e conglomerados (PONÇANO, 1981).

Por fim, os Depósitos aluvionares são encontrados nas margens dos corpos d'água, nos quais estão presentes materiais como as areias, cascalheiras, siltes, argilas e, localmente turfas, resultantes dos processos de erosão, transporte e deposição (IPT, 1982).

### **Pedologia**

Em relação aos tipos de solos, a área de estudo apresenta três grandes ordens, Latossolos (Latosolos Vermelhos e Latossolos Vermelho-Amarelos), Neossolos Quartzarênicos e Gleissolos, além de outros com menor expressão (OLIVEIRA, 1999). As classes de solos encontradas no município serão brevemente caracterizadas abaixo de acordo com SANTOS et al. (2013):

Os Latossolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura. Os Latossolos Vermelhos apresentam cores vermelhas acentuadas devido aos teores mais altos e à natureza dos óxidos de ferro presentes no material originário em ambientes bem drenados. Os Latossolos têm características de cor, textura e estrutura uniformes em profundidade.

Estes solos são responsáveis por grande parte da produção do país, pois ocorrem predominantemente em áreas de relevo plano e suave ondulado, propiciando a mecanização agrícola. Por serem profundos e porosos ou muito porosos, apresentam condições adequadas para um bom desenvolvimento radicular em profundidade, principalmente se forem eutróficos.

Outras limitações identificadas referem-se à baixa quantidade de água disponível às plantas e a susceptibilidade à compactação. Esta susceptibilidade, comumente verificada nos Latossolos Vermelhos de textura argilosa ou muito argilosa, pode ocorrer também nos Latossolos Vermelhos de textura média, especialmente se o teor de areia fina for elevado.

Os Neossolos Quartzarênicos são solos pouco evoluídos constituídos por material mineral, ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Estes solos ocupam em maior expressão a porção Sul do município e apresentam baixa aptidão agrícola, motivo pelo qual necessitam de práticas de manejo que mantenham ou aumentem os teores de matéria orgânica para evitar a degradação. Requerem cuidados intensivos no controle da erosão, da adubação (principalmente com N e K) e da irrigação.

Por fim, os Gleissolos são constituídos por material mineral com horizonte glei iniciando-se dentro dos primeiros 150 cm da superfície, imediatamente abaixo de horizonte A ou E. Os solos desta classe encontram-se permanente ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados. Apresenta baixa fertilidade natural no município, podendo também apresentar problemas com acidez e teores elevados de alumínio. Em relação às características físicas são solos mal ou muito mal

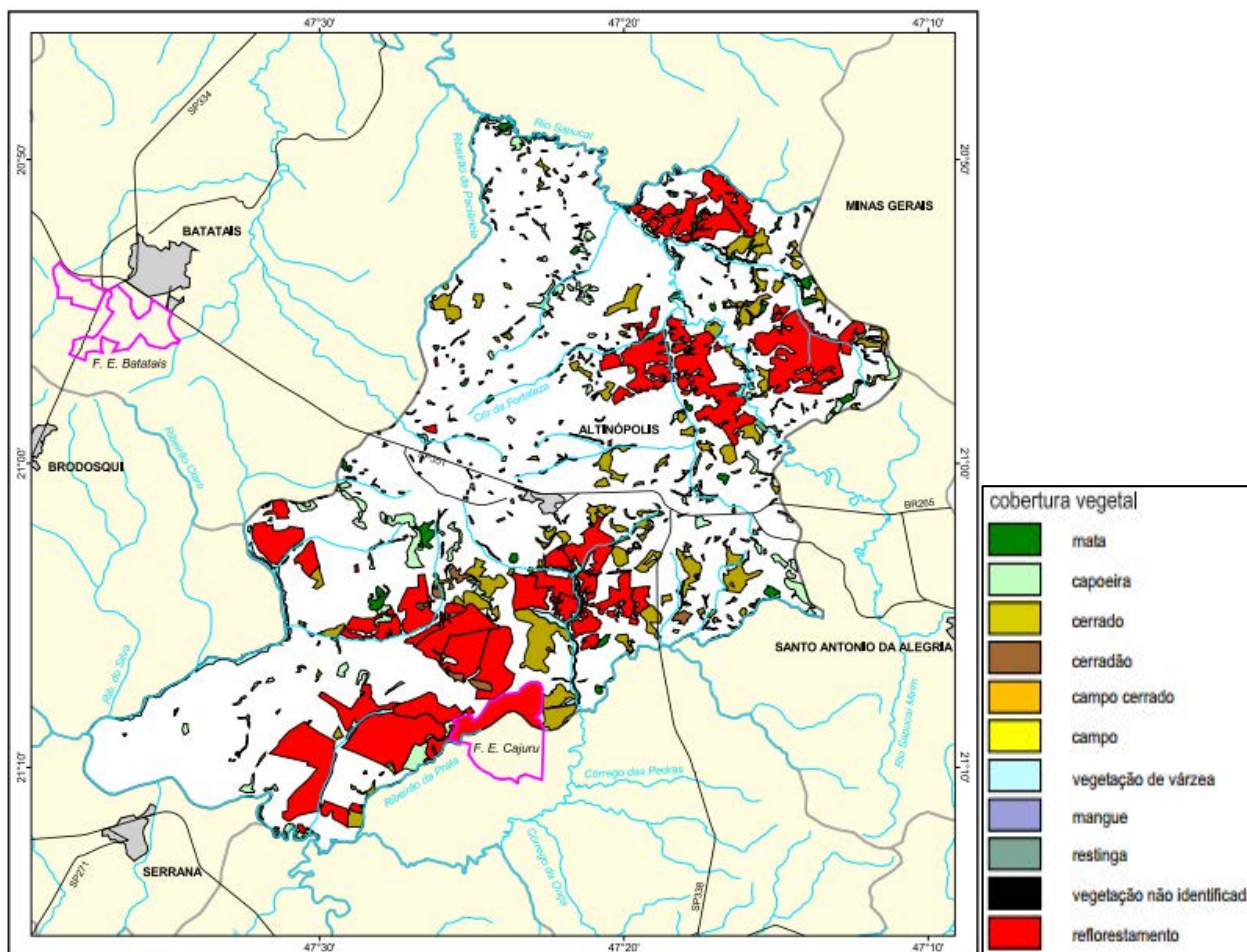
drenados, em condições naturais, fato este que limita o uso agrícola desta classe de solos, sendo, também, área indicada para preservação das matas ciliares.

### **Vegetação**

Contrariamente ao cenário regional, em que há déficit de vegetação nativa, a área de estudo apresenta extensa área de remanescentes florestais, com o predomínio de áreas de transição entre fitofisionomias de Cerrados e de Mata Atlântica, assim como vegetação característica de áreas de várzea (IF, 2010) (Figura 3).

Típico de regiões tropicais, o cerrado caracteriza-se por duas estações bem marcadas: inverno seco e verão chuvoso. O solo do cerrado é deficiente em nutrientes, porém é rico em alumínio. Isto limita o desenvolvimento de certas plantas, apresentando vegetação característica, com aparência seca, entre arbustos esparsos, gramíneas ou formação florestal, desenvolvem pequenas árvores de troncos torcidos e recurvados e de folhas grossas. Dentre as fitofisionomias, encontramos: Campo Limpo, Campo Sujo, Campo Cerrado e Cerrado “*sensu stricto*”, em que se diferenciam quanto à porcentagem de cobertura florestal do solo, fertilidade e porcentagem de matéria orgânica (DURIGAN et al., 2004).

Em contrapartida, a Floresta Estacional Semidecidual constitui vegetação típica do bioma Mata Atlântica, perdendo parte das folhas (20 a 50%) nos períodos secos. É constituída por fanerófitos com gemas foliares protegidas da seca por escamas (catáfilos ou pêlos), tendo folhas adultas esclerófilas ou membranáceas decíduais (VELOSO; RANGEL-FILHO; LIMA, 1991). O grau de decidualidade (perda das folhas) é dependente da intensidade e duração de dois fatores: as temperaturas (mínimas e máximas) e o déficit hídrico (LEITÃO FILHO, 1987).



**Figura 3.** Mapa de caracterização das fitofisionomias de vegetação do município de Altinópolis, SP\*. Fonte: IF, 2001

## Elaboração do banco de dados

### Obtenção dos Planos de Informação

Inicialmente o banco de dados foi elaborado por meio da vetorização das cartas topográficas na escala 1:50.000, segundo IBGE (1968-1972), em que os limites de Altinópolis estão inseridos. Dentre eles, têm-se: folha Altinópolis (SF-23-V-C-II-1), folha Serrana (SF-23-V-C-I-2), folha Esmeril (SF-23-V-A-V-3), folha Itamoji (SF-23-V-C-II-2) e folha São Tomás de Aquino (SF-23-V-A-V-4), conforme ilustrado na Figura 1. Em relação aos planos de informação vetorizados destacam-se: rede viária, hidrografia, hipsografia, pontos cotados e os limites do município. Esta etapa foi realizada com o

auxílio das ferramentas de edição e criação de layers do programa ArcGis 10.2 (ESRI, 2011).

Posteriormente, foram realizadas as seguintes etapas: vetorização e classificação dos mapas temáticos geologia (polígonos e linhas) na escala 1:750.000 da Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM) (PERROTTA et al., 2005) e mapa temático de solos do Instituto Agronômico de Campinas, escala 1:500.000, inseridos dentro dos limites do município (OLIVEIRA, 1999).

### **Mapa de uso e ocupação do solo**

O mapa de uso do solo do município, assim como o dos remanescentes de vegetação nativa, foram obtidos a partir da fotointerpretação de imagens do satélite “GeoEye” com resolução espacial de dois metros, datado de 06 de Março de 2013 disponíveis no software gratuito “Google Earth”. Os dados obtidos durante esse procedimento foram vinculados ao banco de dados do programa ArcGIS 10.2, para sua posterior interpretação. Além do armazenamento de dados, houve um posterior refinamento do banco de dados e das informações que fazem parte desta Carta Temática, com base no conhecimento prévio da área de estudo.

Posteriormente, foram realizadas as visitas de campo entre os meses de setembro de 2013 a janeiro de 2014 com o objetivo de verificar possíveis erros na etapa de fotointerpretação. Assim, obteve-se o mapa de uso e ocupação atualizado para o mês de Janeiro de 2014.

Esta etapa foi facilitada pelo fato das rodovias principais, rodovias vicinais, estradas rurais e as elevadas altitudes do município permitirem uma grande abrangência e visibilidade dos diferentes usos existentes, assim como pela contribuição da equipe da Secretaria de Agricultura (CATI) e da equipe responsável pela elaboração do Plano Diretor do município.

A Tabela 1, a seguir, descreve as ocupações identificadas por meio da fotointerpretação e verificação de campo.

**Tabela 1.** Diferentes usos e ocupação do solo do município de Altinópolis, SP.

<b>Código</b>	<b>Uso e ocupação</b>	<b>Descrição</b>
1	Áreas Naturais:	Áreas com Mata natural de qualquer fitofisionomia (Cerrado, Mata Atlântica, transição), assim como áreas húmidas, várzea e mata ciliar
2	Cana-de-açúcar:	Áreas destinadas à prática de monocultura de cana-de-açúcar
3	Eucalipto:	Áreas destinadas à monocultura de eucalipto
4	Pastagem:	Áreas destinadas à pastagem para criação de animais
5	Café:	Áreas destinadas à monocultura de café
6	Citrus:	Áreas destinadas à monocultura de laranja
7	Culturas anuais:	Área destinada a culturas como soja, arroz, milho, etc.
8	Abacate:	Áreas destinadas ao cultivo de abacate
9	Pomares:	Áreas com cultivo de pomares com espécies frutíferas diversas
10	Seringueira:	Áreas com cultivo de seringueiras
11	Represas e Lagoas:	Áreas com água represada (barramentos) ou lagoas e açudes
12	Infraestrutura rural:	Áreas de infraestrutura rural como barracão de armazenamento, áreas com maquinários, tanques, moradias com seus espaços de lazer, terreiros de café, estufas, etc.
13	Pivô:	Área com plantações em forma de rotação de cultura fixa a um pivô central.
14	Zona Urbana:	Área com construções e infraestrutura urbana já construída ou loteada.
15	Estradas:	Rodovias e estradas asfaltadas e rurais que servem para o acesso da população
16	Outras culturas:	Outras culturas que não puderam ser identificadas com precisão e de difícil acesso para ver a verdade terrestre em campo

Paralelamente à elaboração do mapa de uso e ocupação do solo foram obtidos dados de vegetação junto a Secretaria do Meio Ambiente para o ano de 2010 e dados agropecuários referentes ao uso e ocupação do solo do município junto a Secretaria da Agricultura e Abastecimento do estado de São Paulo para os anos de 1996 e 2007 (TORRES, 2008).

A base de dados elaborada foi projetada para o sistema de coordenadas UTM e Datum SIRGAS 2000, Zona 23S, meridiano central 45, o que possibilitou a sobreposição entre os diferentes mapas existentes do município.

### **Modelo digital de elevação**

O Modelo digital de elevação foi elaborado por interpolações a partir dos planos de informação de curvas de nível e pontos cotados, vetorizados da base cartográfica da área de estudo, constituída das cartas topográficas IBGE, escala 1:50.000, descritas anteriormente. Para isto, gerou-se o modelo “*topo raster*” na extensão “*3D analyst*” no programa ArcGIS 10.2, com obtenção do MDE, com resolução um pixel de 30 metros (ESRI, 2010).

Com a obtenção do MDE para a área de estudo foi possível extrair as variáveis morfométricas de interesse do relevo, como o mapa de declividade. A partir da extensão “*slope*” constante na ferramenta “*surface*” da extensão “*spatial analyst tools*”, foram definidas seis classes, de acordo com a susceptibilidade a erosão adaptada de Ramalho Filho e Beek (1995). Dentre elas: relevo plano (0 a 3%), suave ondulado (3 a 6%), moderadamente ondulado (6 a 12%), ondulado (12 a 25%), fortemente ondulado (25 a 45%) e montanhoso (acima de 45%). Assim, com o cruzamento de informações de vegetação nativa, classes de solos, dentre outras, foi possível gerar novos mapas de potencial agrícola e de preservação permanente.

### **Mapa de recarga de aquíferos**

Este mapa funciona como uma ferramenta importante para o reordenamento do território em vistas da proteção da biodiversidade e conservação do solo e da água. Para obtenção deste mapa foi realizada a sobreposição das informações do mapa de geologia e do mapa pedológico do município por meio da ferramenta “*clip*” do programa ArcGIS 10.2. As classes com maior potencial de infiltração de água foram selecionadas, de acordo com a Tabela 2. Desta forma, obteve-se um novo mapa com cinco classes de prioridade para este atributo, em ordem crescente. A classe 1 apresenta uma maior permeabilidade e conseqüentemente maior potencial de recarga e a classe 4 o menor potencial de recarga. A classe zero representa as áreas em que não existe potencial de recarga, não considerada no presente estudo.

**Tabela 2.** Descrição da base de dados para obtenção das áreas prioritárias para recarga do aquífero.

<b>Classes de solos</b>	<b>Geologia</b>	<b>Prioridade de recarga</b>
Neossolo Quartzarênico relevo plano a suave ondulado	Fm. Botucatu	1
Neossolo Quartzarênico relevo de várzea	Fm. Botucatu	2
Neossolo Quartzarênico relevo plano a suave ondulado	Fm. Pirambóia	3
Neossolo Quartzarênico relevo de várzea	Fm. Pirambóia	4
Outros	Outros	0

Desta forma, na área de estudo, as áreas da Formação Botucatu, com arenitos de granulação bem selecionados apresentam maior permeabilidade que as áreas da Formação Pirambóia, com arenitos de granulação mal selecionados. Os Neossolos Quartzarênicos A fraco e moderado também apresentam maior permeabilidade que o Neossolo Quartzarênico de relevo de várzea. As demais formações, assim como os outros tipos de solos, não foram considerados quanto ao potencial de recarga. Vale ressaltar que para que haja potencial de recarga em áreas relacionadas à Formação Serra Geral, com predomínio de basaltos, deve haver a presença de falhas e/ou fraturas que façam a ligação com a camada de arenitos da Formação Botucatu (REGINATO; STRIEDER, 2006), sendo que não foi possível obter esta relação para a área de estudo.

### **Delimitação das áreas protegidas**

Para delimitar as áreas de proteção ambiental foram aplicados os princípios do código florestal quanto às áreas de preservação permanente, de acordo com a Lei nº 12.651/2012 e Decreto nº 7.830/2012 (SODRÉ, 2013). Desta forma, utilizou-se a base cartográfica dos planos de informação das curvas de nível, pontos cotados e rede de drenagem.

A delimitação das APP's no entorno das nascentes foi efetuada por meio da localização de todas as nascentes do município e foi gerado os "buffers" de um raio de 50 metros ao redor destes pontos.

Para a delimitação das APP's no entorno da rede de drenagem foram gerados os respectivos "buffers" em projeção horizontal a partir da calha regular de 50 metros para o rio Sapucaí, 100 metros para o rio Pardo e de 30 metros para os demais cursos d'águas, em função da largura dos mesmos conforme preconiza a legislação citada.

Para a geração das APP's no entorno dos reservatórios foi inicialmente identificados 109 barramentos de água. Destes, selecionou-se os que possuíam área de espelho d'água acima de um hectare, uma vez que abaixo deste patamar a legislação não exige a geração de APP. O buffer gerado foi correspondente à projeção horizontal de 15 metros no entorno desses reservatórios.

A delimitação das APP's referente às declividades foi obtida a partir do MDE gerado para o município, com as informações de declividade, e foram selecionadas somente as com valores iguais ou superiores a 45°.

Para a delimitação das APPs de topo de Morro foi realizado uma busca no banco de dados existente para o município de áreas com topos isolados para a definição da altura dos mesmos em relação à base e/ou ao ponto de sela mais próximo para o caso das áreas de relevo ondulado. Deste modo, foi possível selecionar os que apresentavam diferença de altitude acima de 100 metros, ao qual cinco áreas foram selecionadas no município. Assim, considerou-se morro dentre os picos restantes somente aqueles cuja declividade em pelo menos uma de suas vertentes demonstrou-se superior a 25° para então realizar o cálculo das cotas altimétricas relativas ao terço superior e proceder à delimitação junto ao SIG.

Por fim, foi realizada a união entre as diferentes classes de APPs para retirar as áreas de sobreposições. Desta forma, obteve-se o mapa com a delimitação das áreas protegidas pela legislação florestal vigente.

### **Diagnóstico dos recursos hídricos**

Paralelamente ao estabelecimento do Zoneamento Ecológico Econômico do município foi realizado um estudo referente à situação das nascentes e da rede de drenagem do município mediante o cruzamento de informações dos últimos 45 anos, a fim de diagnosticar a situação da conservação das águas e do seu entorno imediato.

Para tanto, utilizou-se da sobreposição dos planos de informação vetorizados de rede de drenagem e nascentes do IBGE, com a fotointerpretação das imagens de satélite “GeoEye” com resolução espacial de dois metros, datado de 06 de Março de 2013, disponíveis no software gratuito “Google Earth”. Posteriormente, foi realizada a conferência de campo entre Setembro de 2013 e Janeiro de 2014 das diferentes situações e conflitos encontrados entre as duas bases de dados, quando se obteve o registro fotográfico dessas redes de drenagem e seu entorno.

Dentre as situações encontradas para o período analisado, pôde-se observar a presença de nascentes conservadas (com presença de vegetação nativa em toda sua APP em um raio de 50 metros), nascentes parcialmente conservadas (com presença parcial de vegetação nativa em sua APP), nascentes degradadas (presença de cultivo agrossilvipastoris em toda sua APP), nascentes com recuo (nascentes em que houve o deslocamento do afloramento dos corpos d’água para jusante em relação ao ano de 1968) e nascentes com processo erosivo (com presença de perda de solo pela formação de sulcos e/ou voçorocas observadas na imagem de satélite).

### **Zoneamento Ecológico Econômico**

A partir do banco de dados e mapas gerados foi possível estabelecer o zoneamento ecológico econômico do município, na qual foram definidas seis áreas de interesse, conforme descrição abaixo e adaptação do estudo realizado por Souza (2004).

a) Zonas de interesse e proteção ambiental: considera-se estas áreas como zonas de restrição ao uso antrópico, e que tem por finalidade proteger espécies, habitats e ecossistemas, além da manutenção dos processos ecológicos, prevenindo a simplificação dos sistemas naturais (áreas de preservação permanente, reserva legal, fragmentos e áreas a serem destinadas como unidades de conservação). Para a definição destas áreas foi realizado a sobreposição do mapa de áreas protegidas de acordo com a Lei nº 12.651/2012 com as áreas de fragmentos de vegetação nativa

existente no município, assim como pela delimitação da área de influência da Floresta Estadual de Cajuru.

b) Zonas de interesse e recuperação ambiental: considera-se esta zona como área de proteção ambiental em que o uso antrópico causa, atualmente, degradação ambiental, principalmente pela ocupação de atividades agrossilvipastoris. Estas áreas foram definidas através da sobreposição entre o mapa das áreas de proteção ambiental com o mapa de uso e ocupação do solo por meio da ferramenta “*clip*” no programa ArcGIS 10.2., em que se obteve as áreas ocupadas irregularmente no município.

c) Zonas de recarga de aquífero: estas áreas foram definidas a partir do cruzamento das informações de solos e geologia do município conforme anteriormente descrito. Obteve-se áreas com diferentes graus potenciais para o reabastecimento de água para o lençol subterrâneo. Posteriormente foi realizado o cruzamento com o uso do solo a fim de verificar a ocupação e conservação destas áreas.

d) Zonas de potencial agrossilvipastoris: as áreas com aptidão para este uso são entendidas como aquelas relacionadas a qualquer trabalho relativo às explorações agropecuárias. Para obtenção destas áreas foi realizado o cruzamento entre o mapa de proteção ambiental e o mapa dos limites do município, a fim de retirar estas áreas protegidas de acordo com a legislação por meio da utilização da ferramenta “*erase*” da extensão “*analysis tools*” do programa ArcGIS 10.2. Posteriormente foi realizado o cruzamento do mapa de declividades com o mapa de solos mediante a utilização da ferramenta “*clip*”, em que se obtiveram cinco áreas com potencial para a prática agrossilvipastoris, a saber: Potencial 1: áreas com declividade de 0 a 12% e Latossolo Vermelho; Potencial 2: áreas com declividade de 0 a 12% e Latossolo Vermelho Amarelo; Potencial 3: Áreas com declividade de 0 a 12% e Neossolo Quartzarênico. Potencial 4: Áreas de declividade entre 12 e 25%, independente do tipo de solo. Potencial 5: áreas com declividade entre 25 e 100%, independente do tipo de solo.

e) Zona de uso especial: a zona de uso especial compreende as faixas de proteção das Rodovias, Ferrovias e que se destina a propiciar o vetor de ocupação urbana, comercial e industrial. Desta forma, a mesma foi definida a partir da vetorização destas informações nas cartas do IBGE (1968-1972), na escala 1:50.000 disponíveis para o município.

f) Zona urbana: a zona urbana foi definida como sendo o espaço ocupado pela cidade, caracterizada pela edificação contínua e pelos locais em que apresentam infraestrutura urbana, assim como a zona de expansão em que há o vetor de crescimento, que corresponde ao conjunto de serviços públicos que possibilitam a vida da população. A delimitação desta área consistiu na vetorização da imagem de satélite disponível do ano de 2013 com posterior conferência em campo e confrontação com os projetos dos loteamentos existentes no setor de Obras e infraestrutura da Prefeitura Municipal de Altinópolis.

## IV RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Geologia e Pedologia

Dentre as formações geológicas encontradas na área de estudo observou-se que a de maior expressão é proveniente do arenito, em que fazem parte às formações Pirambóia, Botucatu, assim como a Formação Itaqueri. A Formação Pirambóia é encontrada principalmente na porção leste do município, de norte a sul e a Formação Botucatu é encontrada principalmente do centro para o sul. A Formação Itaqueri situa-se em uma pequena parcela da região noroeste. Estas áreas juntas correspondem a 70% da área total do município, aproximadamente.

Além disto, também foram encontradas as formações Serra Geral e intrusivas básicas, que ocupam respectivamente a região central do município e algumas manchas, abrangendo 23,5% do território. Em menor proporção e situados nas proximidades dos rios Pardo (divisa com o município de Serrana) e rio Sapucaí (divisa com o município de Patrocínio Paulista) encontram-se os depósitos aluvionares (Tabela 3 e Figura 4).

**Tabela 3.** Formações geológicas encontradas no município de Altinópolis, SP.

<b>Formação geológica</b>	<b>Hierarquia</b>	<b>Código</b>	<b>Porcentagem</b>
Depósitos aluvionares	Unidade	50	6,5
Itaqueri	Formação	60	5,0
Botucatu	Formação	10	29,5
Piramboia	Formação	20	35,5
Serra Geral	Formação	30	19,5
Serra Geral, intrusivas básicas	Formação	40	4,0

Associado à geologia há o destaque para as classes de solos existentes no município. Observou-se uma presença considerável de Neossolos Quartzarênicos (RQ), que ocupam as áreas das formações Botucatu e Pirambóia, em mais de 50% do município. Os Latossolos Vermelhos (LV) encontram-se associados à Formação Serra Geral e ocupam a porção central do município em aproximadamente 30%, associados a relevo ondulado e suave ondulado. Os Latossolos Vermelho Amarelos (LVA) estão em menor expressão, associados à Formação Itaqueri. Por fim, os Gleissolos estão

associados às margens do rio Pardo e ocupam apenas 2% do município (Tabela 4 e Figura 5).

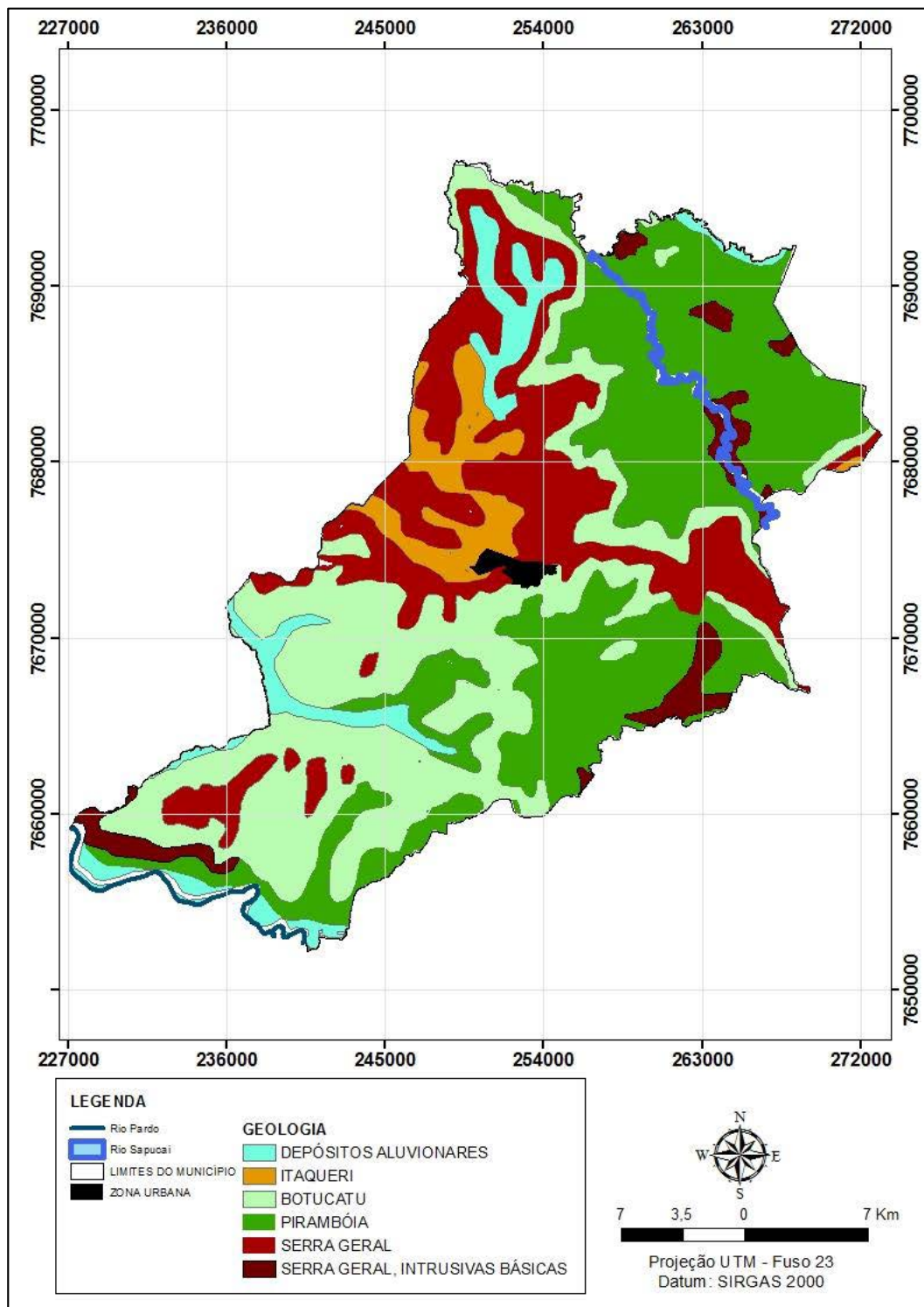


Figura 4. Mapa de Geologia do município de Altinópolis, SP.

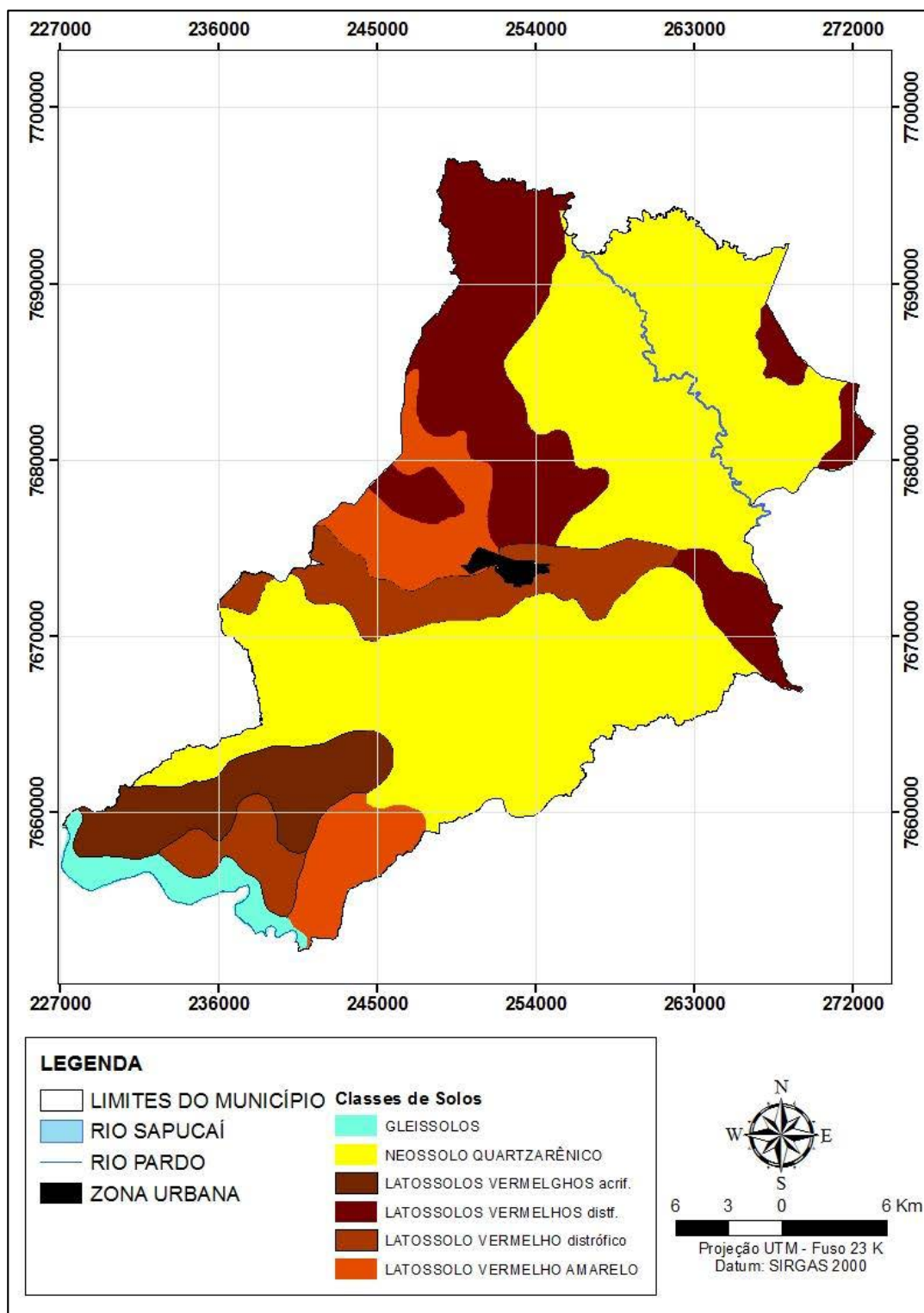


Figura 5. Mapa de distribuição das classes de solos do município de Altinópolis, SP.

**Tabela 4.** Classes de solos encontradas no município de Altinópolis, SP.

<b>Classes de Solos</b>	<b>Porcentagem</b>
Gleissolos Hápicos e Gleissolos Melânicos	2,5
Neossolos Quartzarênicos órticos distróficos A moderado relevo de várzea	8
Neossolos Quartzarênicos órticos A fraco e moderado distróficos relevo suave ondulado e plano	46
Latossolos Vermelhos distróficos A moderado textura média relevo suave ondulado	2,5
Latossolos Vermelhos distrofêrricos e acrifêrricos A moderado relevo suave ondulado textura argilosa	14
Latossolos Vermelhos distrofêrricos A moderado textura argilosa relevo ondulado e suave ondulado	18
Latossolos Vermelhos-Amarelos distróficos A moderado e A proeminente textura média relevo suave ondulado	9

### **Hidrogeologia**

Pode-se observar a partir da análise da Tabela 5 que o município apresenta 45% de toda sua área territorial com potencial para algum dos quatro graus de prioridade para recarga. O Sistema Aquífero Guarani (SAG) apresenta o maior destaque nessa região de estudo.

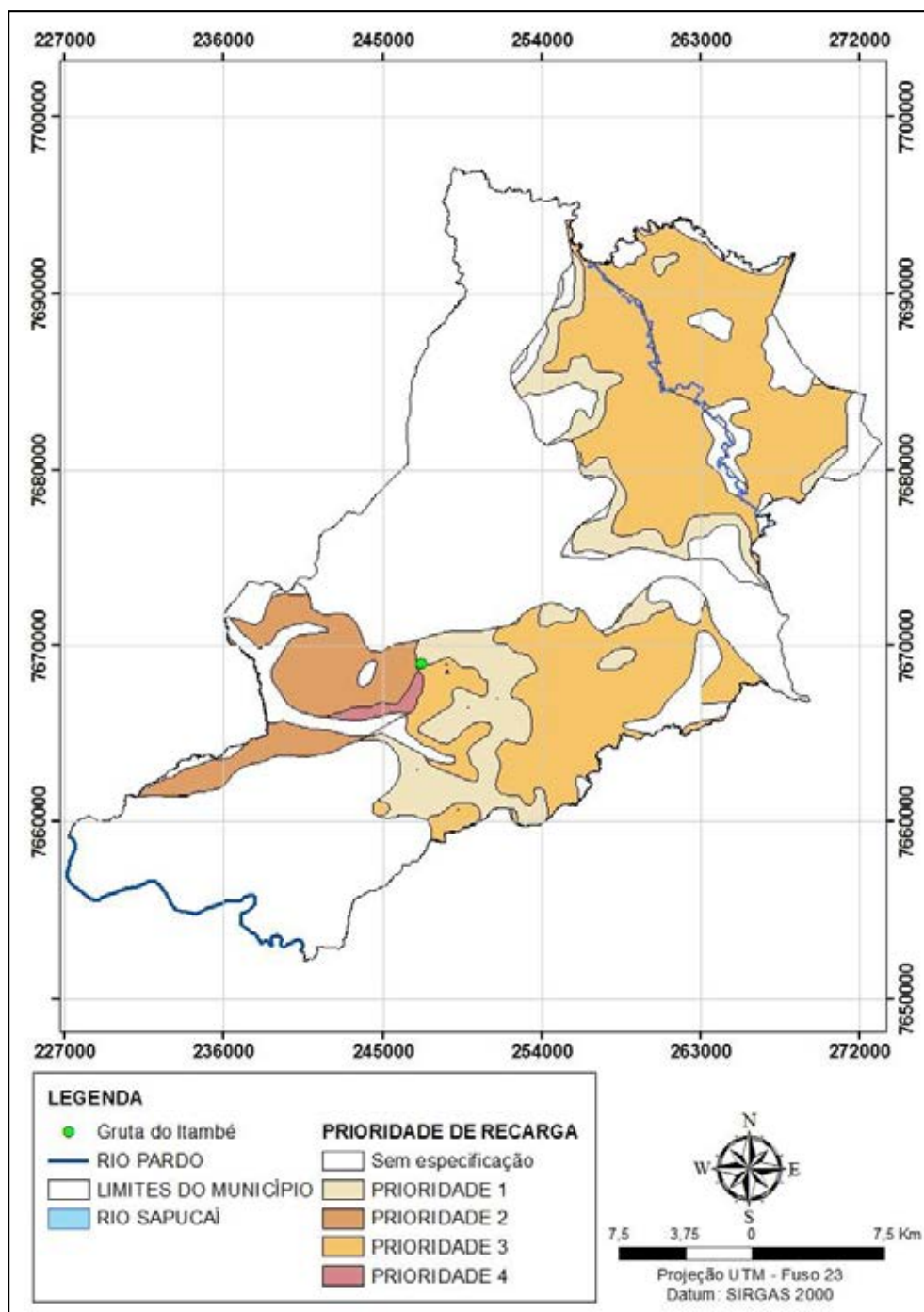
**Tabela 5.** Cruzamento dos planos de informação de solos e geologia para obtenção dos dados de recarga do aquífero no município de Altinópolis, SP.

<b>Prioridade recarga</b>	<b>Cruzamento solos x geologia</b>	<b>Porcentagem</b>
1	RQ relevo plano a suave ondulado + Fm. Botucatu	21,5
2	RQ relevo de várzea + Fm. Botucatu	13
3	RQ relevo plano a suave ondulado + Fm. Pirambóia	64,5
4	RQ relevo de várzea + Fm. Pirambóia	1
Total	-	100%

O SAG está localizado na porção centro-leste da América do Sul, estendendo-se pelo Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai. No Brasil, abrange ainda oito estados que utilizam o aquífero para suprir a demanda de água (CHANG, 2001).

Observa-se que a maior área de recarga encontra-se na combinação de código 3, abrangendo aproximadamente 65% do total. As áreas com maior prioridade estão relacionadas à Formação Botucatu e abrangem aproximadamente 35% da área de

recarga (Figura 6). Tais dados evidenciam a importância do município no cenário regional para o abastecimento deste sistema, sendo que em alguns locais há o afloramento do lençol subterrâneo do Aquífero Guarani, como observado na Gruta do Itambé (Figura 7), situada na porção sul do município.



**Figura 6.** Mapa de recarga de aquíferos do município de Altinópolis, SP.

Almeida e Silva (2011) realizaram estudos com metodologia semelhante para avaliar as áreas de recarga de aquíferos no Planalto de Lages (SC). As áreas com maior potencial de recarga estavam associadas à Formação Botucatu em áreas de terreno plano a suave ondulado na região do Domo de Lages. Em contrapartida as áreas com menor potencial ficaram associadas às escarpas da Formação Serra Geral.



**Figura 7.** Paredão característico do Arenito da Formação Botucatu com detalhe do interior da Gruta do Itambé, em que há o afloramento do aquífero Guarani.

O mapa representado na Figura 6 é de importância, pois orienta um novo conceito para o zoneamento do município quanto à conservação das áreas naturais e adoção de medidas adequadas de manejo agrícola para garantir uma recarga de qualidade e sem poluentes. Estas medidas são relevantes para o município, pois o abastecimento de água da área urbana ocorre mediante esta fonte subterrânea.

A análise da Tabela 6 permite observar que apesar de todas as classes de prioridade apresentar vegetação nativa entre 20 e 40% das áreas de recarga, há o predomínio do uso agrícola nesses locais, com destaque para o cultivo de cana-de-açúcar na classe de prioridade 2 e de eucalipto na classe de prioridade 4. Quando as classes são somadas, esses dois usos descritos ultrapassam a ocupação de mais de 40% da área de recarga em todas as classes de prioridade, atingindo mais de 70% na classe de prioridade 2. Os usos de pastagem e café também estão presentes em todas as classes, 10%, aproximadamente.

**Tabela 6.** Cruzamento das áreas de recarga com o uso do solo do município de Altinópolis, SP.

Uso do solo	Prioridades das áreas de recarga (%)			
	1	2	3	4
Vegetação nativa	33,7	21,0	40,1	36,5
Cana-de-açúcar	24,4	59,2	13,6	1,1
Eucalipto	27,6	10,7	28,2	53,4
Pastagem	8,0	7,2	11,1	8,9
Café	4,3	1,5	1,3	0,1
Total	98	99,6	94,3	100

Evidencia-se que há a necessidade de adoção de ações de monitoramento e controle nestes locais, especialmente para que seja evitado o desenvolvimento de atividades com alto grau de poluição, como o uso de defensivos agrícolas que podem gerar contaminação. Assim, existe a necessidade de investir em estratégias de conservação das áreas naturais e recuperação das áreas degradadas, a fim de propiciar o reabastecimento do sistema Aquífero Guarani sem a sua contaminação. Outra questão relevante é a possibilidade do rebaixamento desta importante fonte de água pela sua exploração excessiva, tanto pelo poder público para o abastecimento da cidade, quanto pelos usuários rurais.

Estudos apontam que esta situação já tem sido observada (FIPAI, 1996), uma vez que o SAG é atualmente responsável pelo abastecimento direto de 50% da população que habita a sua região de ocorrência no estado. O principal uso é para abastecimento público, que consome 72% do volume total explorado, em seguida tem-se o uso pelo setor industrial. Segundo Sinelli (1984), a região de Ribeirão Preto usa água deste sistema desde a década de 30. Atualmente são mais de 500 poços em atividade regularizados, representado 50% dos poços cadastrados em todos os municípios abastecidos por esta fonte. Destaca-se que somente a cidade de Ribeirão apresenta uma produção média de 80 mil m<sup>3</sup>/h, situação preocupante para os órgãos gestores de recursos hídricos. Este número ainda pode ser maior se considerados os poços com usos clandestinos (MONTEIRO, 2003).

Situação semelhante também foi observada em outros municípios da Bacia do Rio Pardo. Santos et al. (2008) verificaram em seus resultados um consumo de 18% do

volume anual da recarga ativa calculada para a bacia. Algumas áreas já apresentam um contínuo rebaixamento do nível dinâmico do aquífero devido ao excesso de extração, notadamente na área urbana de Ribeirão Preto. Desta forma, é fundamental o melhor planejamento na gestão do recurso por meio do controle e cadastramento dos poços. Associado a esta medida, é preciso um maior comprometimento da sociedade e dos órgãos públicos em relação ao uso da água, tanto na esfera do consumo, como nas redes de distribuição.

No município de Altinópolis, esse sistema de abastecimento também é usado. A vazão explorada é de 1.260.000 m<sup>3</sup>/ano, gerando um consumo médio de 280 l/hab/dia. Segundo os dados da ONU (2014), esta quantidade está acima dos limites recomendados, valor máximo de 200 l/hab/dia e quantidade ideal no valor de 120 l/hab/dia.

Dentre as medidas propostas para evitar a perda da qualidade por meio da contaminação, assim como a sua quantidade, têm-se:

- a) incentivar políticas que fomentem iniciativas como os pagamentos por Serviços Ambientais, que permitam a manutenção de áreas naturais ecologicamente íntegras assim como propiciem um retorno ao produtor rural que conservar e recuperar essas áreas;
- b) criação de Unidades de Conservação para preservação do potencial de recarga e qualidade das águas do SAG nos grandes fragmentos florestais existentes;
- c) incentivar os usuários a obterem a regularização junto ao órgão competente para obtenção da outorga do direito de uso dos poços subterrâneos existentes;
- d) mapeamento das fontes de poluição, assim como estabelecer medidas mitigadoras para os impactos negativos referentes ao uso inadequado do solo nessas áreas, além de maiores estudos sobre as áreas de recarga indiretas;
- e) desenvolvimento de mecanismos de educação ambiental no ensino fundamental para a conscientização sobre esta temática;
- f) construção de um plano de gestão das águas subterrâneas entre os comitês de Bacias e os demais representantes da sociedade;

g) manejo adequado das áreas agrícolas para conservar o solo e água mediante a realização de plantio direto, terraceamento, uma vez que possibilitam aumentar a quantidade de água disponível nas bacias, por meio da recarga adequada dos aquíferos, e a melhoria de sua qualidade, ao reduzir os processos erosivos e aplicação consciente de defensivos e fertilizantes, para que o volume de efluentes lançados nos corpos de água seja reduzido (SANTOS; ROMANO, 2005).

### **Uso e ocupação do solo**

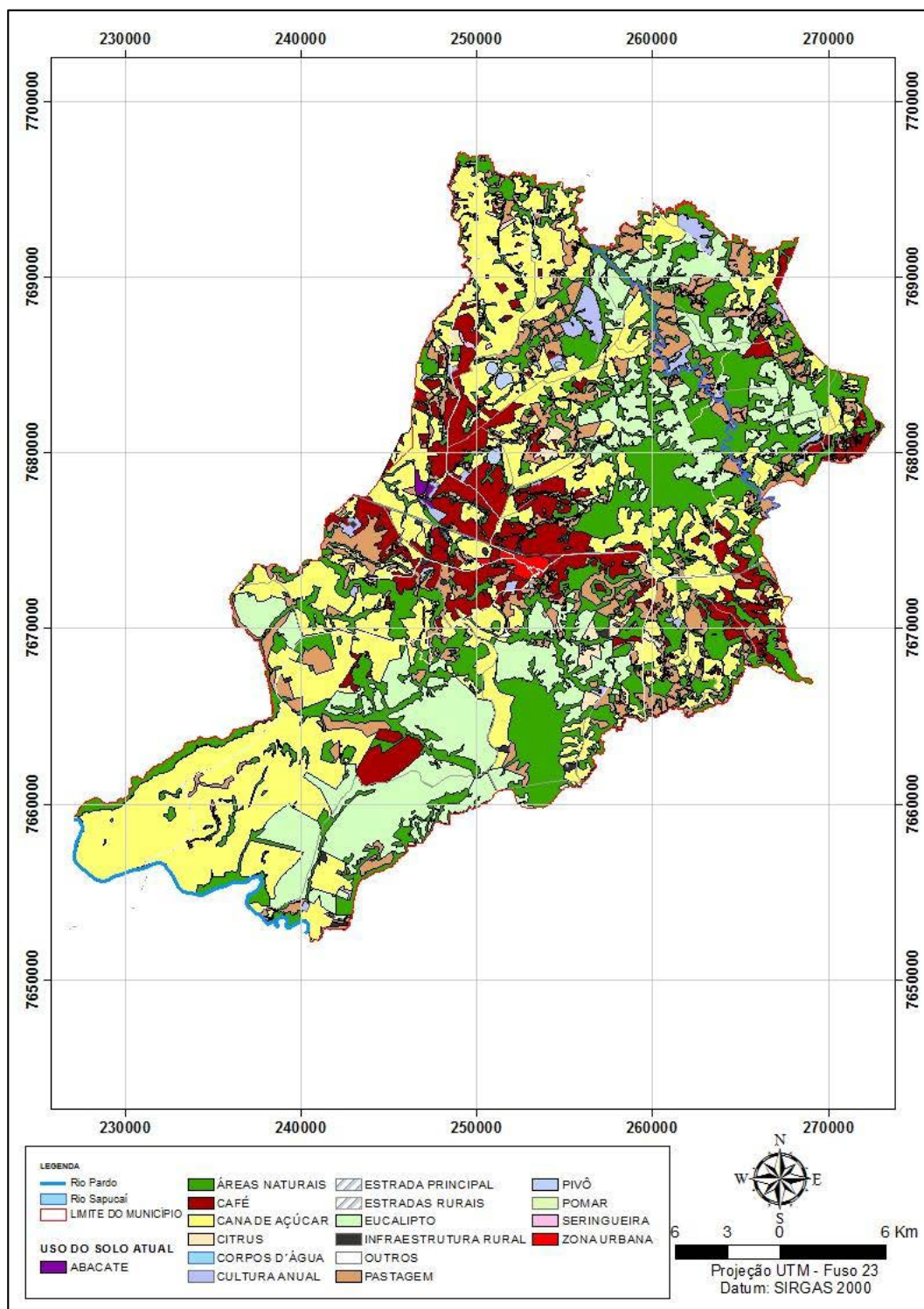
A análise da Tabela 8 permite identificar a expressão dos diferentes tipos de usos e ocupação do solo no município de Altinópolis. As Figura 8 e 9 demonstram uma pequena porção do território com cultivos familiares na região de estudo, assim como uma diversidade na paisagem, diferentemente do observado nos municípios vizinhos, em que há a presença marcante do cultivo de cana-de-açúcar.

**Tabela 7.** Distribuição do uso e ocupação do solo no município de Altinópolis, SP.

<b>Uso e ocupação (2014)</b>	<b>Área (ha<sup>1</sup>)</b>	<b>Porcentagem</b>
Áreas Naturais	25.971	27,86
Cana-de-açúcar	29.892	32,07
Eucalipto	15.096	16,20
Pastagem	9.980	10,71
Café	8.282	8,89
Citros	967	1,04
Culturas anuais	1.373	1,47
Abacate	106	0,11
Pomares	37	0,04
Seringueira	67	0,07
Represas e Lagoas	63	0,07
Infraestrutura rural	551	0,59
Pivô	157	0,17
Zona Urbana	375	0,40
Estradas	261	0,28
Outras culturas	32	0,03
<b>Total</b>	<b>93.210</b>	<b>100</b>

Ressalta-se, porém, que os cinco principais usos e ocupações são representados pelo cultivo de cana-de-açúcar, áreas naturais, eucalipto, pastagem e

café, respectivamente. Atualmente estas coberturas vegetais abrangem mais de 95% da área total do município (Figura 12).



**Figura 8.** Mapa de uso e ocupação do solo do município de Altinópolis, SP.



**Figura 9.** Diversidade da paisagem quanto ao uso no município de Altinópolis, SP.

Análises dos dados da Secretaria da Agricultura (2008), observa-se que, nos últimos 18 anos, houve mudanças consideráveis no uso do solo (Tabela 8). Pode-se evidenciar que em 1996 os cinco principais usos ocupavam apenas 86,8% da área total do município, com destaque para as pastagens para a criação de gado de corte e leiteiro, que representavam 29% da área total. A presença de eucalipto e cana já estavam consolidadas naquela época devido as grandes propriedades rurais estarem sob o domínio de empresas de papel e celulose. Também era marcante a presença de usinas de açúcar e álcool em um raio de 50 km nos municípios de Serrana, Batatais e Serra Azul. O cultivo do café sempre ocupou posição de destaque devido à colonização tradicional desta lavoura no local (TORRES, 2008).

**Tabela 8.** Distribuição dos principais usos do solo nos últimos 18 anos no município de Altinópolis, SP.

Uso do solo (%)	1996	2007	2014
Cana	18,8	30	32
Eucalipto	18	17	16,2
Café	7	8,2	8,9
Pastagem	29	14	10,7
Cultura anual	5,2	2,6	1,4
Vegetação nativa	14	22	27,8
Outras culturas	8	6,2	3
Total	100	100	100

Em 1996, havia uma maior representatividade e diversificação com cultivos de laranja, soja, arroz, milho, batata e fruticultura, na qual ocupavam 13,2% do município, fato não observado atualmente, já que têm baixa expressão.

A partir de 2007, passa a se observar uma mudança de tendência em relação ao uso e ocupação do solo quando comparada ao ano de 1996. Nota-se que mais de 90% da área do município estava ocupada por estes cinco principais usos, tendência mantida até os tempos atuais. Pode-se observar que houve grande avanço da cultura de cana-de-açúcar, principalmente, em relação às áreas de pastagens. Essas áreas apresentaram uma redução drástica, pois foram ocupadas também por áreas de vegetação nativa em regeneração. O cultivo de eucalipto apresentou uma ligeira redução, enquanto que a área plantada de café cresceu acima de 25% em área. Por fim, houve uma grande redução nas áreas ocupadas pelos cultivos anuais e fruticultura, sendo que juntos ocupam apenas 4,4% do município (Figura 8).

No mapa de uso e ocupação do solo do município evidencia o predomínio do cultivo de cana, que ocupa 32% da área total do município, seguido por uma considerável presença de vegetação nativa, 27,8%. As culturas de eucalipto e café apresentam destaque no cenário municipal, com área plantada de aproximadamente 15.100 hectares e 8.300 hectares, respectivamente. As áreas de pastagem reduziram drasticamente, e ocupam 10,7% da área total do município.

As análises do cruzamento do mapa de solos com o uso e ocupação do solo permitiram identificar que as áreas de café e cana ocupam as terras de maior fertilidade, na qual são encontrados os Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelho Amarelos. Em contrapartida, nas áreas de Neossolos Quartzarênicos há o predomínio de pastagens, vegetação nativa, eucalipto e cana-de-açúcar.

Destaca-se que esta mudança de ocupação de pastagem para agricultura no uso do solo do município foi observada em grande parte do estado de São Paulo, em função do cenário socioeconômico dos últimos anos, em que houve um fortalecimento expressivo das agroindústrias no período de 1990 a 2010, tendo um grande impulso a partir de 2003 com a chegada da tecnologia “flex” para os automóveis. De acordo com os estudos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em parceria com a

ESALQ, União das Indústrias Canavieiras (ÚNICA) e Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) houve um aumento da área plantada em mais de 75% no estado entre os anos de 2003 e 2009, sendo o avanço, principalmente, em áreas de pastagens e culturas anuais.

O município de Altinópolis, inserido na região de Ribeirão Preto, apresenta cultivo de cana-de-açúcar inferior aos outros municípios do entorno, ao qual ocupam área acima de 50% (RUDORFF et al., 2010). Além disso, revela a tradição dos outros cultivos, assim como a presença expressiva de vegetação nativa.

Outros fatores que impedem o avanço da cana-de-açúcar é o próprio reflexo do cenário atual, que aponta uma crise no setor sucroenergético. De acordo com a ÚNICA (2014), das 167 Usinas cadastradas no estado de São Paulo, 27 fecharam e 12 estão em recuperação judicial, devido à falta de incentivo do poder público, ausência de investimentos, concorrência com as outras fontes de combustível e crises recorrentes por intempéries climáticas (NEVES, 2012). Estes fatores podem mudar o cenário de uso e ocupação do solo no município nos próximos 10 anos. Assim, novas pesquisas de mapeamento devem ser realizadas a fim de promover este processo de monitoramento e análise da mudança do uso do solo do município.

### **Vegetação**

Em relação à vegetação, pode-se dizer que o município apresenta destaque no cenário regional, pois apresenta cerca de 28% de cobertura vegetal nativa em relação à área municipal total, diferentemente ao observado nos outros municípios do entorno, que apresentam área de vegetação nativa abaixo de 15% (Figura 10).

Segundo os dados do levantamento da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo realizado no ano de 2010, o município já apresentava 22.989 hectares de vegetação nativa (IF, 2010), representadas pelas seguintes fitofisionomias: Cerrado, Floresta Estacional Semidecidual e vegetação ciliar. As áreas de Cerrado estavam presentes em 7.223,8 hectares no município (Figura 11), representados por três grandes fragmentos de vegetação. O primeiro localiza-se na divisa com o município de Cajuru, na porção sudeste, que situa ao lado da Floresta Estadual de Cajuru (Unidade

de Conservação) e apresenta em torno de 2.000 hectares. O segundo fragmento apresenta uma maior extensão e situa-se na porção centro-norte do município, com uma área de 2.600 hectares. Por fim, há um terceiro fragmento com 1.800 hectares localizado mais ao norte, próximo ao Rio Sapucaí.

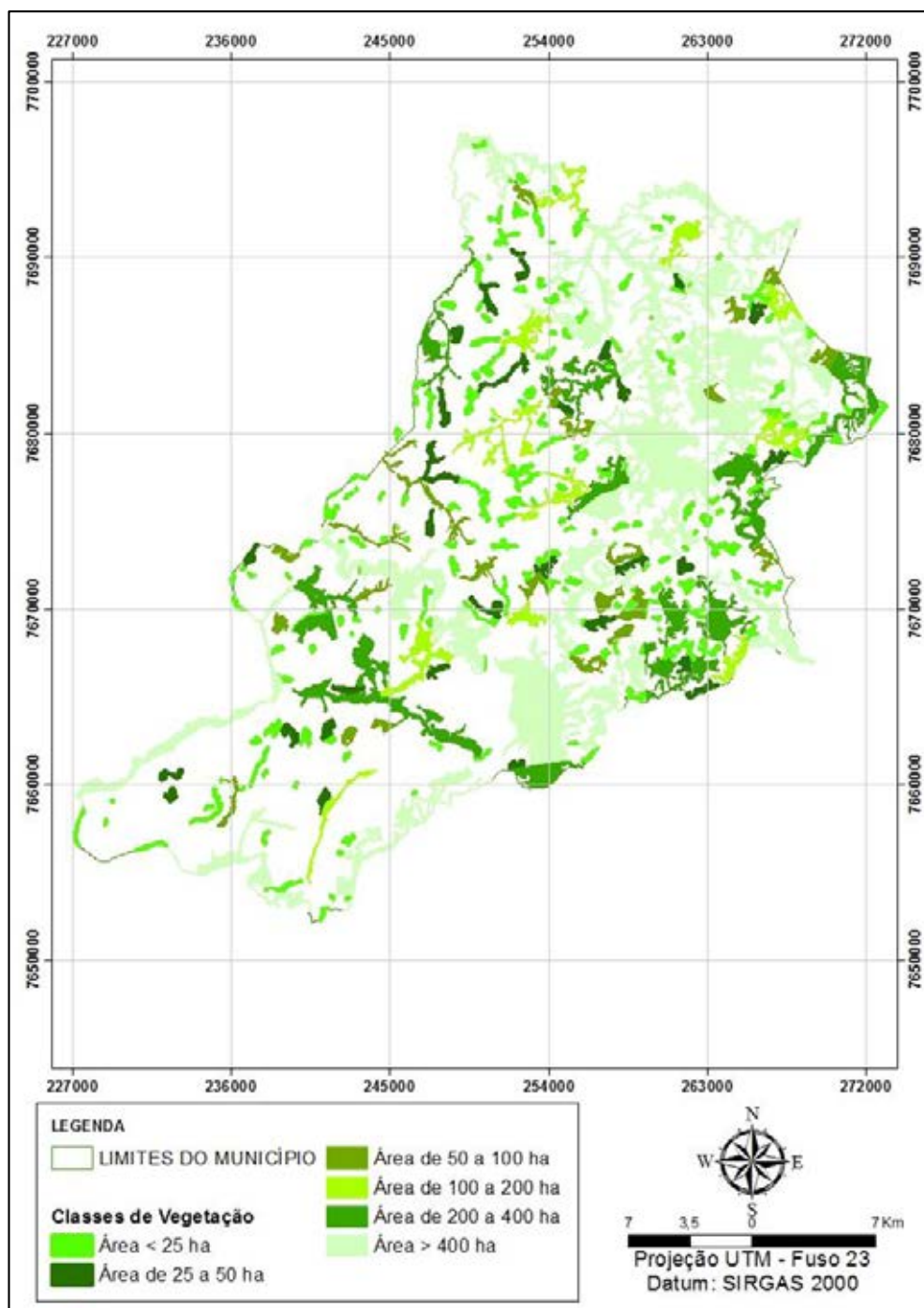


Figura 10. Fragmentos de vegetação nativa existentes no município de Altinópolis, SP.

Em contrapartida, os remanescentes de Floresta Tropical do Bioma Mata Atlântica situam-se principalmente nas áreas ocupadas pelos morros assim como nas escarpas das cuestas basálticas e ocupam em torno de 3.779 hectares. Apresentam-se como principal característica a dupla estacionalidade (Figura 12). As áreas com vegetação de várzea e vegetação paludícola situam-se em sua maior parte nas margens do rio Pardo e Sapucaí, além de pequenas manchas ao longo dos córregos, de transição, que representavam 11.986 hectares (Figura 13).



**Figura 11.** Remanescente de Cerrado no município de Altinópolis, SP.



**Figura 12.** Remanescente Floresta Estacional Semidecidual.



**Figura 13.** Vegetação de várzea de fundo de vale.

De acordo com a legislação florestal aprovada recentemente todas as propriedades rurais no estado de São Paulo devem destinar 20% das suas áreas de florestas nativas como reserva legal. Tais áreas são definidas pela Lei 12.651/2012 e têm a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (BRASIL, 2012). Nesse sentido, funcionam como áreas para o fornecimento de bens econômicos (madeireiros e outros subprodutos da floresta) mediante práticas sustentáveis, assim como elementos da paisagem que contribuem para a conservação da biodiversidade (METZGER et al., 2010).

No estado de São Paulo, Bernasconi (2013) evidenciou, com base nas informações do projeto LUPA, que 13% do estado estão ocupados com vegetação nativa e, portanto, com déficit de reserva legal. Porém, ressaltou que o déficit pode ser ainda maior, pois esta vegetação está concentrada em alguns municípios, sendo que o passivo pode representar 2,3 milhões de hectares, e consiste em 1,5 milhões localizados no Bioma Mata Atlântica e 800 mil no bioma Cerrado.

Ao extrapolar estudos desta natureza para o Brasil, Sparovek et al., (2012) estimaram o déficit de APPs e reservas legais de acordo com as exigências do Código Florestal. No caso das reservas legais, a área total necessária para atender a obrigação legal é de 254 Mha. No entanto, mesmo que toda a vegetação natural existente fora de unidades de conservação e APPs pudessem ser averbadas como reserva legal, 42 Mha de terras ainda teriam de ser restaurados e o uso agrícola existente interrompido, mesmo que área total de vegetação no país ocupar 63% do território.

Com isto, fica claro que o município está em situação privilegiada, uma vez que a maioria dos municípios da região e o próprio estado apresenta déficit de vegetação nativa a ser destinada como reserva legal. Outro ponto a ser considerado é que parte dos fragmentos florestais existentes no município de Altinópolis encontra-se averbado junto às matrículas dos imóveis, referente aos 20% de área destinada para a Reserva Legal das propriedades.

Em relação ao estado de São Paulo, a base de dados da Coordenadoria da Biodiversidade e Recursos Naturais (CBRN), órgão vinculado à Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA), revela que, até 2010, haviam 5.850 Reservas Legais averbadas, regularmente registradas no cartório de Registro de Imóveis dos municípios correspondentes, cadastradas no Sistema Integrado de Gestão Ambiental (SIGAM). Estes dados representam apenas 1,8% das propriedades rurais do estado, ou seja, 98,2% das propriedades rurais não destinam à conservação na forma de RL o percentual previsto em lei (20%). Além de indicarem uma baixa efetividade de cumprimento da RL, esses números podem esconder um grande desequilíbrio entre as diferentes regiões, uma vez que tais áreas se concentram nos municípios em que a atuação do órgão ambiental é mais efetiva (SILVA; RANIERI, 2014).

Dessa forma, seriam necessários que 18.642 hectares fossem destinados para compor a reserva legal no município, para o cumprimento da legislação ambiental. Apesar de este dado representar apenas 14% do necessário, o município ocupa a 3º posição em área averbada, quando comparado com os outros 65 municípios da área de abrangência do Centro Técnico Regional (CTR) da Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais (CBRN). Outro destaque é a presença de um grande fragmento de vegetação nativa averbado, com 820 hectares, sendo esta a segunda maior área averbada da região.

Para compreender a evolução do uso e ocupação do solo em relação ao aumento de quase 100% da área de vegetação nativa no município (últimos 40 anos), adquiriram-se algumas fotografias aéreas do ano de 1971. Pode-se evidenciar que havia o predomínio de pastagens na paisagem, conforme já descrito anteriormente. Estas áreas, com o passar dos anos, ficaram inviáveis economicamente, pois houve o abandono da atividade pecuária pela prática do cultivo agrícola. Desta forma, o gado parou de transitar em APPs e áreas de Cerrado, o que propiciou o estabelecimento da vegetação nativa em grande parte dessas áreas, como mostra as setas amarelas ilustradas na Figura 14.

Como já discutido anteriormente, também houve um grande avanço das áreas de cana-de-açúcar sobre as áreas de pastagens (setas vermelhas da Figura 14).



**Figura 14.** Fotografias aéreas do ano de 1971 (superior) e 2000 (inferior). Setas azuis: presença de desmatamentos; setas amarelas: indicam regeneração natural; setas vermelhas: locais na qual houve conversão da ocupação do solo.

Cabe ressaltar, porém, que apesar do aumento das áreas de vegetação nativa nos últimos anos, algumas áreas, principalmente de Campo e Cerrado foram desmatadas em alguma época e estão ocupadas pelo cultivo agrícola (setas azuis da Figura 14).

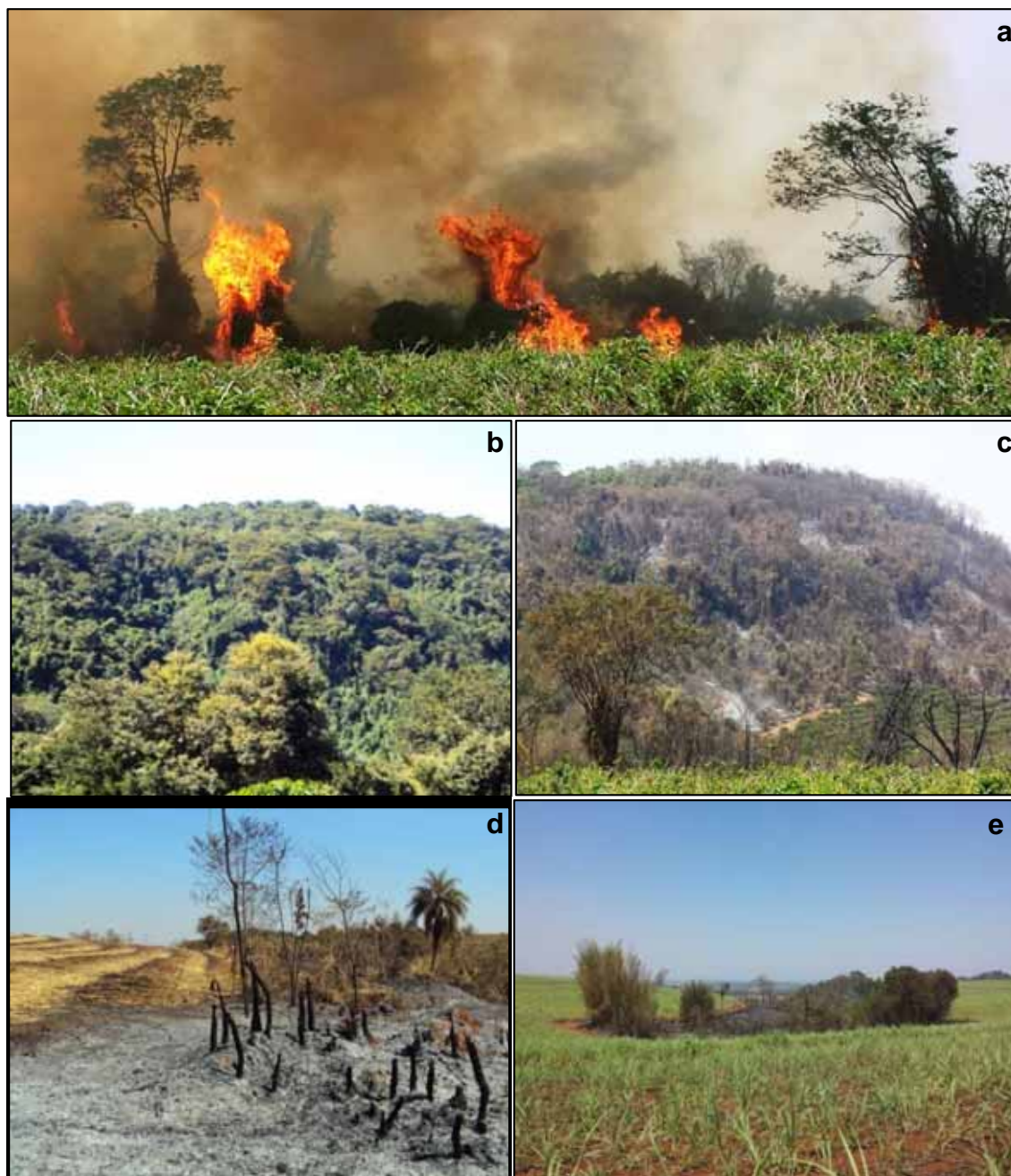
Este crescimento da vegetação pode ser explicado, em parte, pelas melhores condições das resoluções espaciais dos satélites. Fato observado, por exemplo, pelo satélite “*Advanced Land Observation Satellite*” (ALOS) que possibilitou a detecção de 184.500 novos fragmentos no estado de SP. Destaca-se que em 2010 houve uma melhor resolução, de 10 metros, desta forma, no levantamento anterior (2001) não tinha sido possível visualizar 445.700 ha, pois o satélite apresentava resolução espacial de apenas 30 metros. Embora seja difícil prever quanto desse incremento é cabível apenas ao aumento da resolução, estima-se que aproximadamente 95.000 ha representem o aumento real da vegetação nativa no estado de São Paulo entre os anos de 2001 e 2010 (ZORZETTO, 2010).

Farinaci e Batistella (2012) também observaram esses dados considerando diferentes bases de informações (Instituto Florestal, SOS Mata Atlântica/INPE, IBGE e CATI/IEA) e concluíram que três das quatro fontes de dados utilizadas indicaram aumento na cobertura vegetal nativa de São Paulo a partir da década de 1990. Os dados de SOS/INPE, embora não evidenciem esse aumento, apontam significativa diminuição dos desmatamentos no estado.

Apesar da diminuição desses desmatamentos e do excedente de vegetação em relação ao exigido, conforme constatado no município, as visitas de campo evidenciaram que parte dos fragmentos florestais é objeto de pressões antrópicas do entorno, principalmente por possuir muitos fragmentos com área abaixo 100 hectares (Figura 10). Exemplo disso tem-se: a ausência de manejo nas áreas circunvizinhas de cultivo agrícola e não interligação entre os fragmentos com as APPs existentes por meio dos corredores ecológicos e consequente fragmentação desses habitats.

Não se pode ignorar que juntamente com estes fatores temos a presença de estradas que cortam esses fragmentos e aumentam este efeito de borda, além de ser observada a ausência de isolamento com cerca entre as áreas dos fragmentos e de

pastagem. Desta forma, favorece o pisoteio do gado nas áreas de reserva e notam-se os aceiros entre as áreas cultivadas com cana e a vegetação em metragem inadequada em alguns locais, que tem por consequência a presença de queimadas nos períodos de estiagem (Figura 15 e 16).



**Figura 15.** Principais impactos observados nos fragmentos de vegetação, como queimadas (a, b e c) e ausência de aceiros com as áreas de cultivo agrícola (d, e).



**Figura 16.** Consequências das atividades antrópicas: proliferação de lianas (a), gramíneas invasoras (b), fragmentação (c) e contaminação por resíduos e defensivos (d, e).

A fragmentação mencionada provoca o efeito de borda em que as alterações estruturais e microclimáticas, provocam os seguintes danos: invasão de espécies generalistas e invasoras; aumento da temperatura e diminuição da umidade relativa do

ar; ressecamento do solo; alta mortalidade de árvores; redução da altura do dossel; entre outros efeitos deletérios à biota, principalmente nos primeiros 100 m de distância da borda para o centro dos fragmentos (LAURANCE et al., 2002; TURNER, 1996; LAURENCE, 1991). Essas implicações também estão associadas ao efeito da transição abrupta entre dois ecossistemas adjacentes (MURCIA, 1995).

Diante deste cenário, há a necessidade da adoção de medidas de manejo adequadas no entorno destes fragmentos assim como medidas para a restauração destes habitats e APPs degradadas para propiciar a interligação através de corredores ecológicos. Porém, a última alternativa compreende uma série de medidas de reflorestamento onerosas (CLEWELL; ARONSON, 2013).

O planejamento e ações preventivas a fim de evitar esses fatores de degradação é mais viável e podem possibilitar a conservação desses ambientes. As medidas preventivas podem ser exemplificadas pela adequação dos aceiros com uma metragem mínima de 6 metros, segundo a determinação do Decreto nº. 7.830/2002, construção de cercas no entorno dos fragmentos com entorno ocupado por pastagens e a condução da regeneração natural, assim como treinamento de equipes para controlar os focos de queimadas, adequação do manejo na aplicação de defensivos nas bordas dos fragmentos, controle de gramíneas invasoras e a retirada de espécies exóticas indesejáveis desses locais.

Assim, emerge a necessidade da criação de mecanismos para a conservação dos remanescentes existentes, como a criação de Unidades de Conservação. Portanto, há a possibilidade do poder público instituir ferramentas que estimulem os proprietários rurais a conservar estas áreas, como a criação dos pagamentos por serviços ambientais.

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é considerado um instrumento da política ambiental, em que os serviços prestados pela natureza por meio de seus ecossistemas são valorizados (geração de produtos madeireiros, fibras, peixes, alimentos, sementes, combustíveis, remédios, que permitem a manutenção da biodiversidade). Dentre os benefícios gerados podem-se citar a purificação da água e do ar, melhoria das qualidades climáticas, além da decomposição dos resíduos,

geração de solos férteis com maior controle de erosões, reprodução da vegetação pela polinização, dispersão de sementes e controle de pragas, e o sequestro de carbono por meio do crescimento da vegetação (WUNDER, 2013; BECK, 2014).

Embora o Pagamento por Serviços Ambientais já esteja inserido na política de regulamentação no cenário mundial, existem poucos casos praticados no país, desenvolvidos na Mata Atlântica (VEIGA; GALVADÃO, 2011). O produtor de água e floresta implantado no município de Extrema/MG é um exemplo (CHIODI; PUGA; SARCINELLI, 2013), nos quais os produtores rurais do município recebem para conservar suas áreas florestais ao redor das nascentes e dos córregos, além de manter técnicas de conservação de solo no entorno com cultivo agrícola (PAGIOLA; CARRASCOSA; TAFARELLO, 2013).

No município de Altinópolis não existe legislação específica para implantação destes mecanismos assim como os fragmentos não são protegidos como Unidades de Conservação, fato este observado em fragmentos dos municípios da região (Figura 17).

### **Modelo digital de elevação (MDE)**

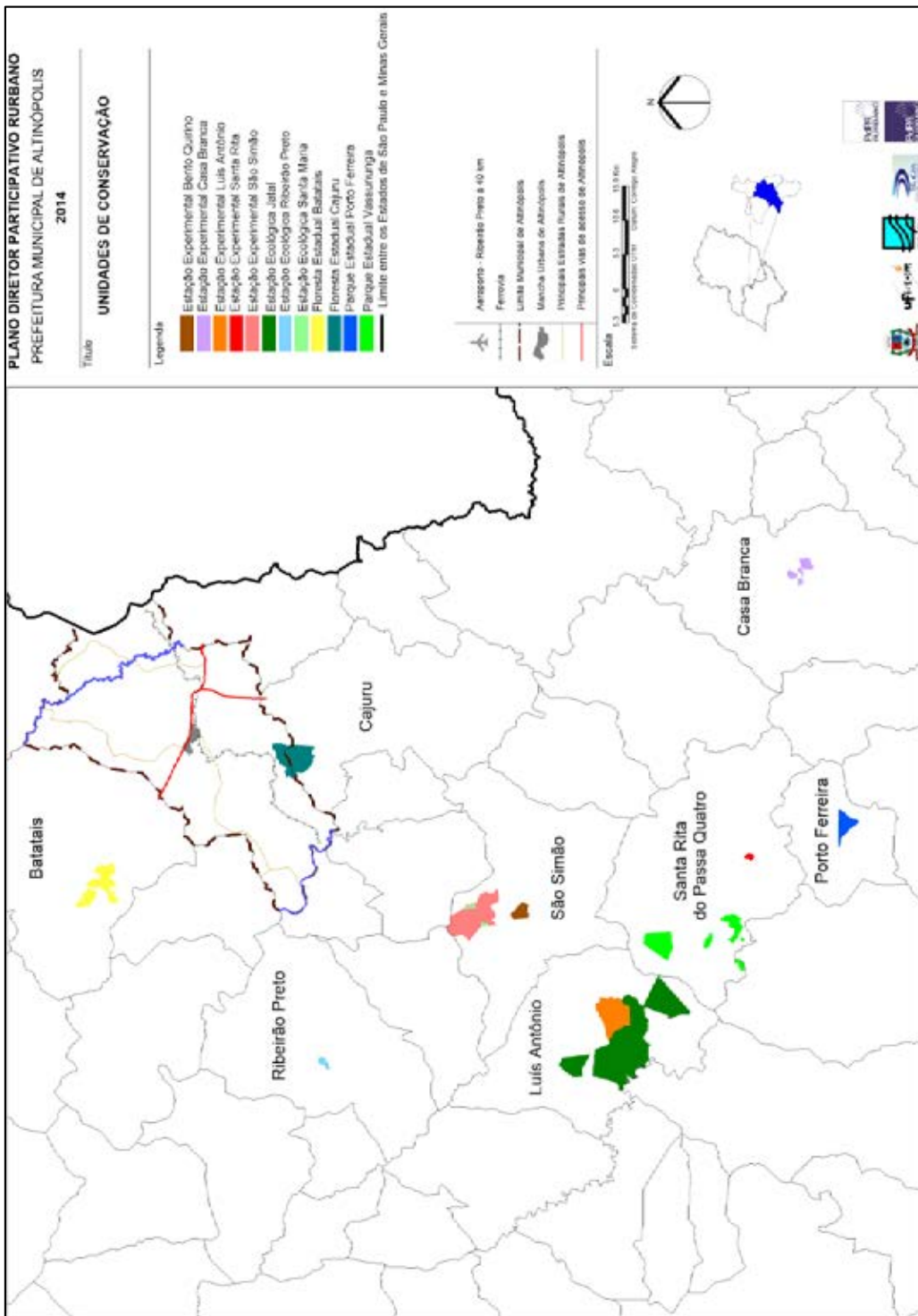
De acordo com a análise do mapa (Figura 18), é possível observar que existem altitudes variando entre 500 metros, pontos mais baixos nas proximidades do Rio Pardo, a 1.100 metros, nas áreas de Serra. O valor da altitude média observado foi de 900 metros.

O MDE também permitiu gerar o mapa de declividades do município (Figura 19), conforme distribuição apresentada na Tabela 9.

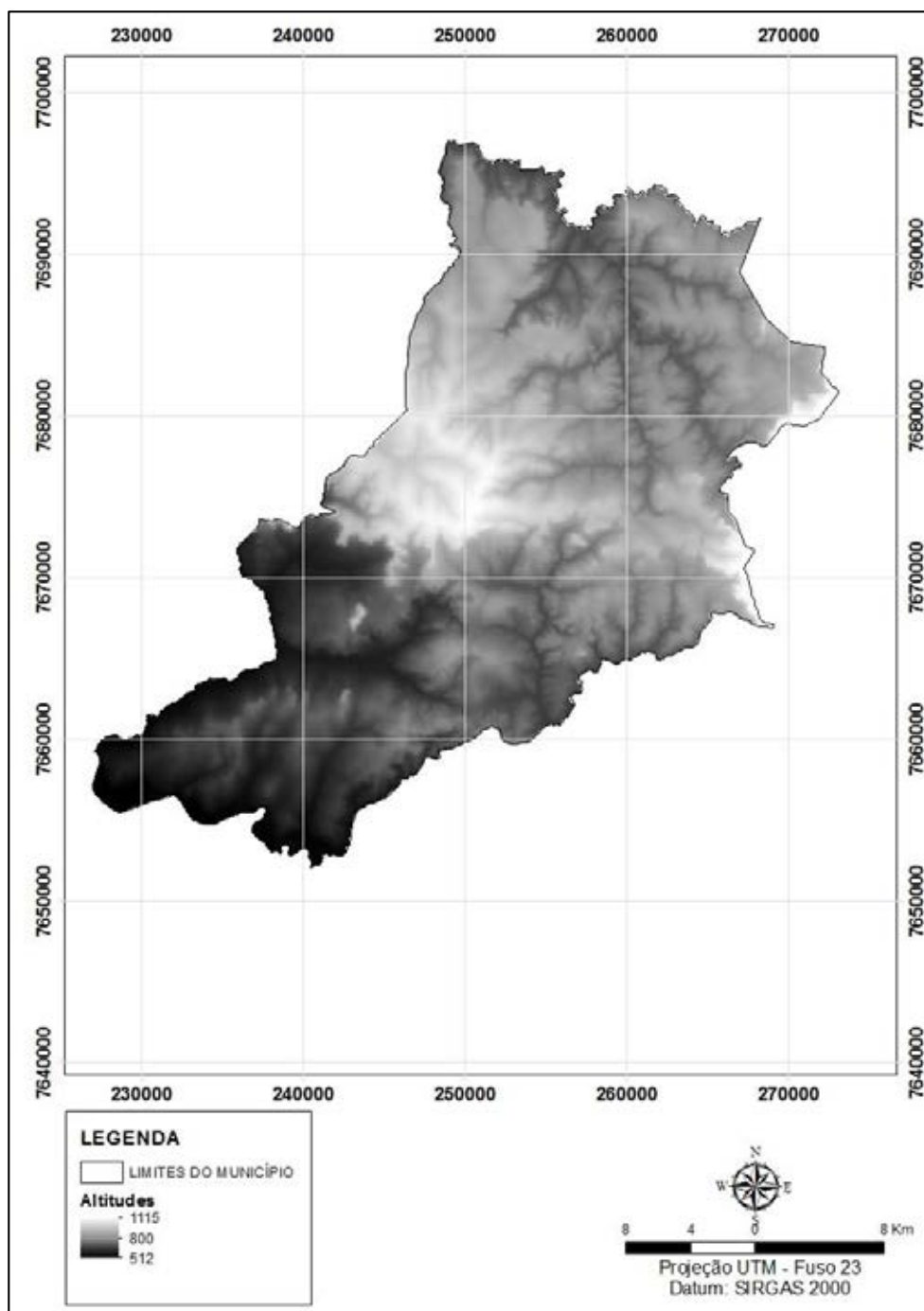
**Tabela 9.** Classes de declividade para o município de Altinópolis, SP.

<b>Classes (%)</b>	<b>Relevo</b>	<b>Porcentagem</b>
0 a 3	Plano	26
3 a 6	Suave ondulado	11,9
6 a 12	Moderadamente ondulado	42
12 a 25	Ondulado	17
25 a 45	Forte ondulado	2,6
Maior que 45	Montanhoso	0,5

\* Adaptado de Ramalho Filho & Beek (1995).



**Figura 17.** Região administrativa de Ribeirão Preto com demarcação dos municípios que apresentam Unidades de Conservação. \* Plano Diretor de Altinópolis (2014).



**Figura 18.** Modelo digital de elevação do município de Altinópolis, SP.

O município apresenta às áreas com maiores declividades concentradas na região central, em que estão presentes as cuestas basálticas e o divisor de águas das bacias do Pardo e Sapucaí, destacando-se na paisagem por meio das áreas de Serras

já descritas. A maior parte do território apresenta relevo plano a moderadamente ondulado, sendo passível a prática da agricultura sem restrições.

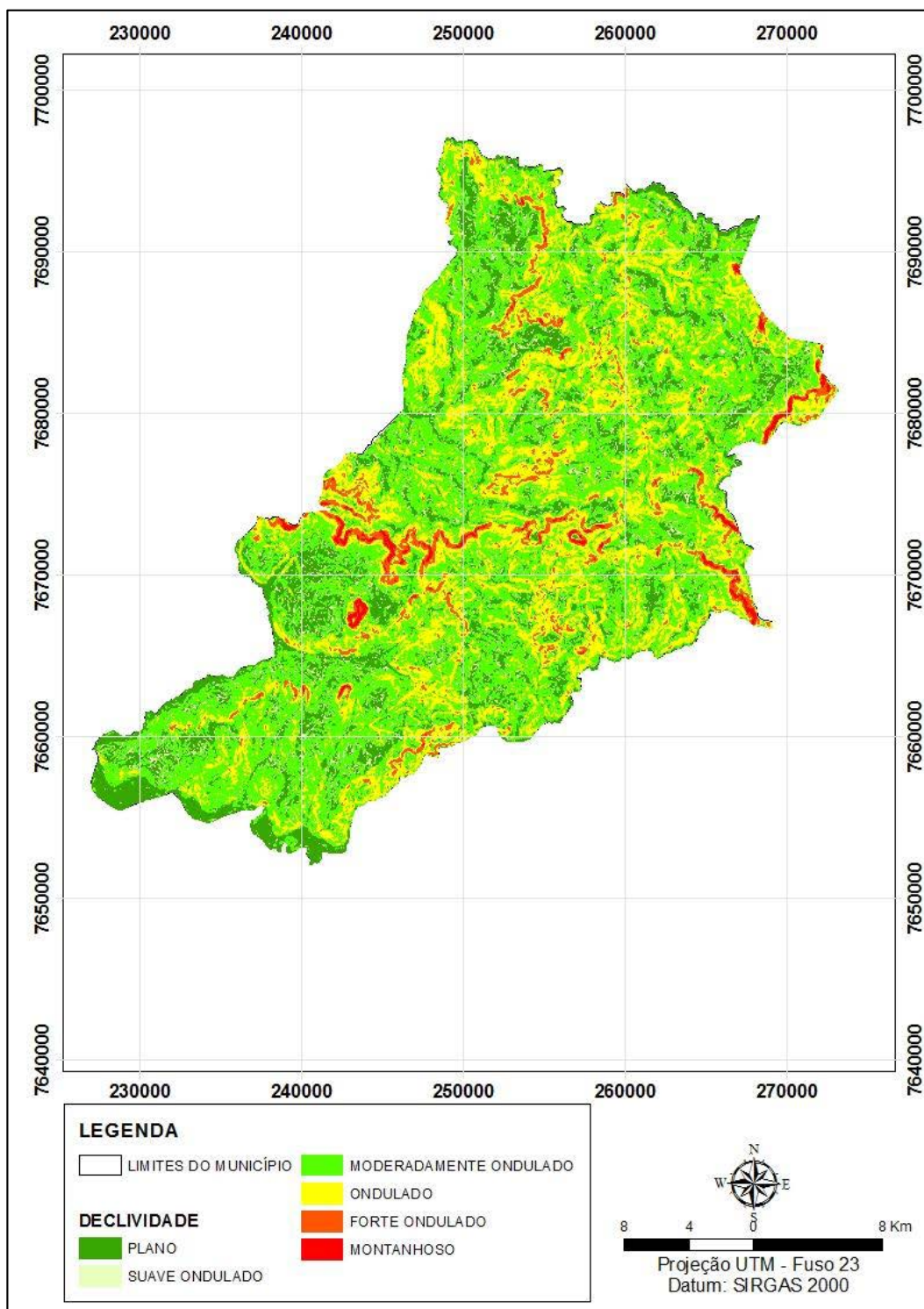


Figura 19. Mapa de classes de declividade do município de Altinópolis, SP.

### **Diagnóstico dos recursos hídricos**

O município de Altinópolis apresenta uma extensa rede de drenagem propiciada por suas condições naturais de relevo, solos e geologia, já descritas anteriormente, com altitudes que variam entre 500 e 1.100 metros, dos quais afloram inúmeras nascentes.

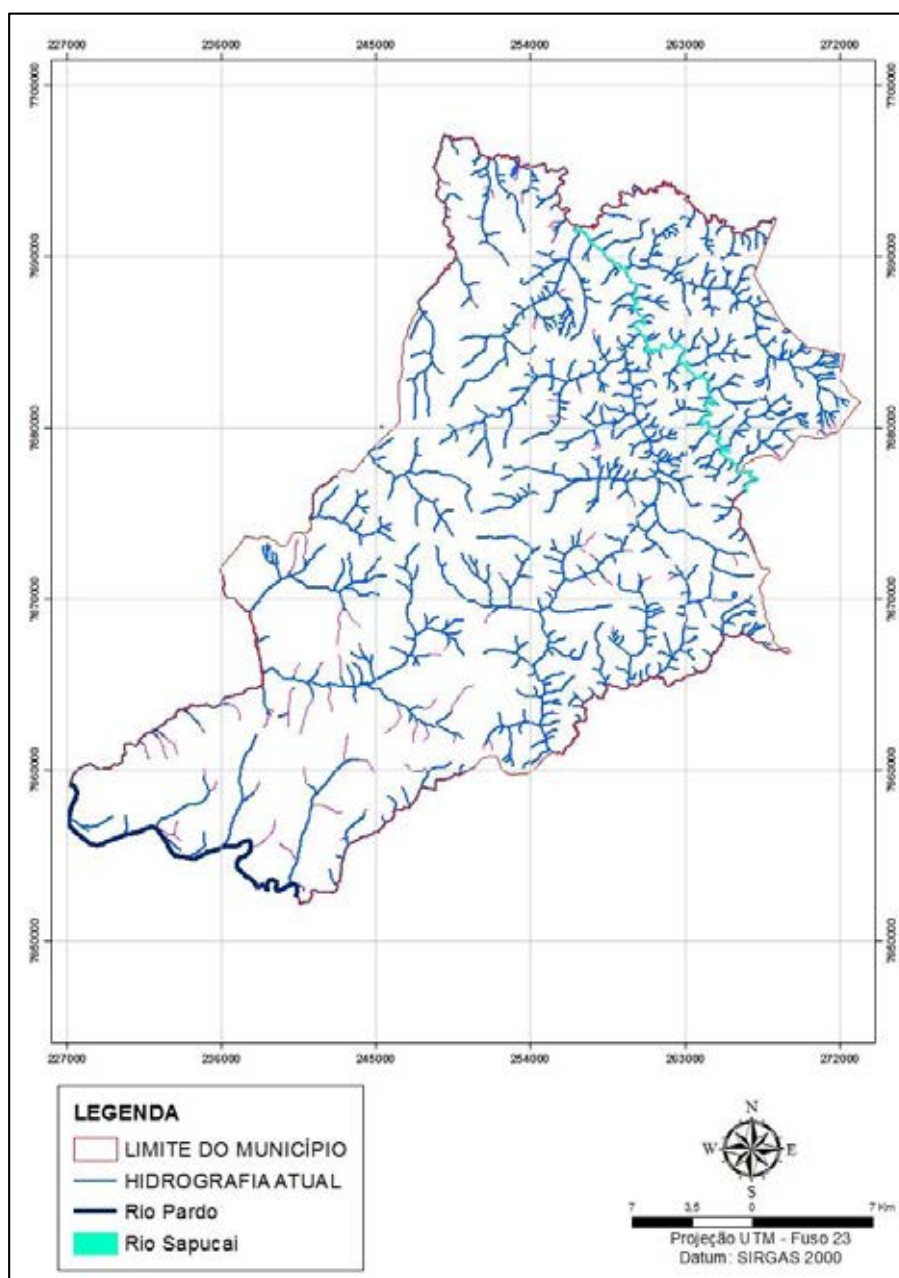
Destacam-se dois grandes rios: Rio Pardo (ao sul), composto por afluentes como os córregos do Adão, ribeirão da Prata, córrego dos Fradinhos e ribeirão do Cervo e rio Sapucaí (ao norte), tendo como afluentes o córrego da Fortaleza, córrego São João, córrego da Esperança, rio Jaborandi e ribeirão do Bom Retiro. Esses rios dão origem às duas bacias existentes no município (Pardo - UGRHI 4 e Sapucaí - UGRHI 8) tendo como divisor de águas as cuestas basálticas na linha de cumeada situada na região central (Figura 2b).

Por meio da delimitação dessas UGRHIs pode-se identificar que a Bacia do Rio Sapucaí possui uma área de 455 km<sup>2</sup>, com a presença de 606 km de corpos d'água (córregos, ribeirões e rios), com densidade hídrica de 1,33 km/km<sup>2</sup> e presença de 410 nascentes. A Bacia do Rio Pardo possui aproximadamente de 477 km<sup>2</sup> e 472 km de corpos d'água, tendo uma densidade hídrica de 0,99 km/km<sup>2</sup> e 231 nascentes.

Apesar da bacia do rio Pardo apresentar maior extensão territorial (4,7% maior comparado à bacia do rio Sapucaí), observou-se que há maior densidade de recursos hídricos e nascentes na bacia do Sapucaí, em que se encontram 65% das nascentes e uma densidade hídrica 35% maior. A densidade hídrica média do município é de 1,16 km/km.

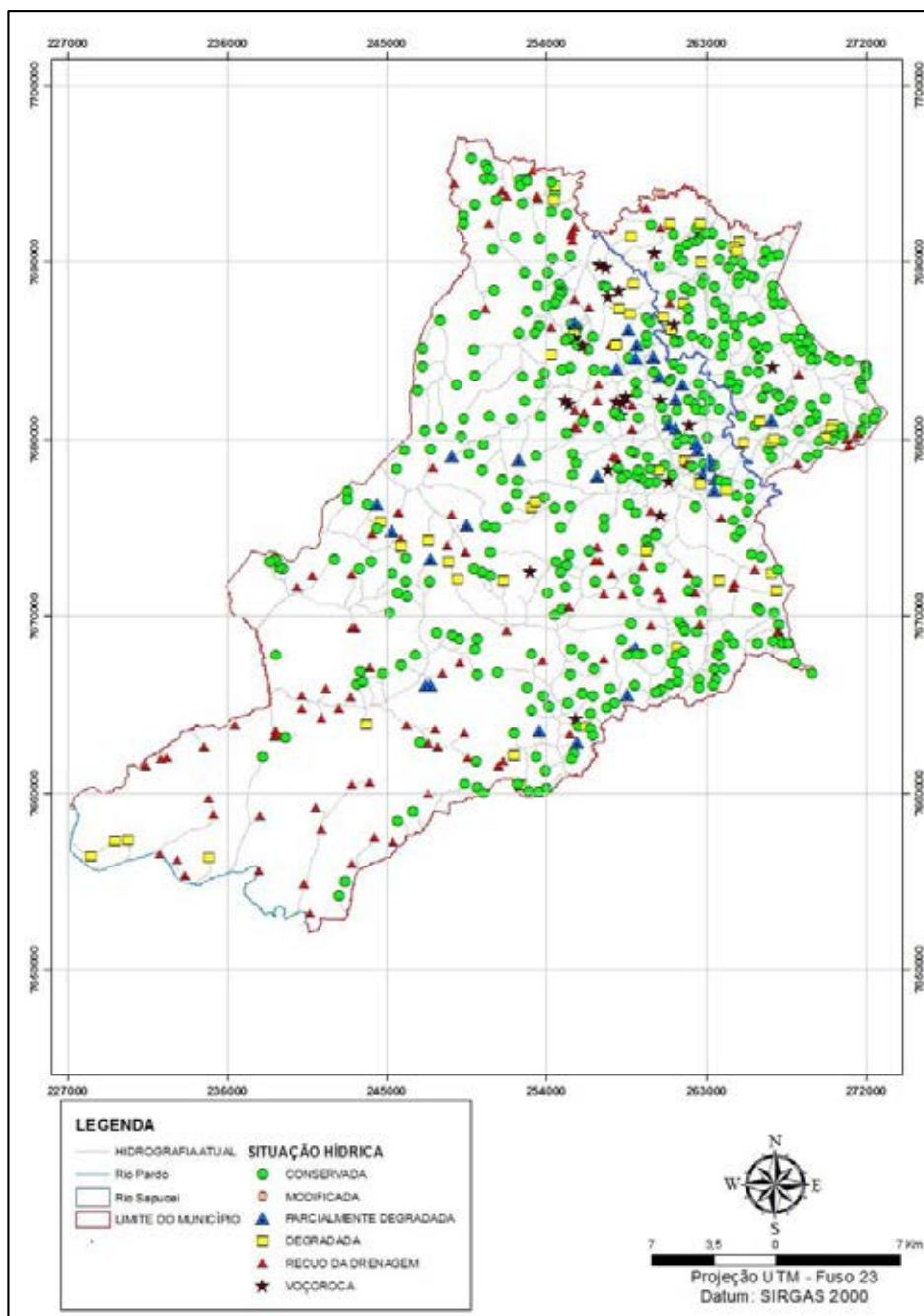
A análise da densidade permite a interpretação da influência da geologia, topografia, do solo e da vegetação da microbacia, e está relacionada com o tempo gasto para a saída do escoamento superficial da bacia. Apesar da diversidade de córregos e nascentes, em função da grande extensão territorial, a densidade de drenagem foi considerada baixa. Segundo a classificação de Strhaler (1957) é considerado baixo o valor de densidade de drenagem até 5,0 Km/Km<sup>2</sup>. Valores baixos de densidade de drenagem estão geralmente associados a regiões de rochas permeáveis e de regime pluviométrico caracterizado por chuvas de baixa intensidade (STRHALER, 1957).

Observou-se, por meio do SIG, que o município apresentava em 1968 aproximadamente 1.080 km de corpos d'água ao longo dos 894 córregos existentes, além de 641 nascentes. Contudo, a partir do cruzamento das imagens de satélite com as cartas topográficas pode-se observar que partes desses corpos d'água não existem atualmente, havendo uma perda de 76 km (7%) desta rede de drenagem superficial (Figura 20).



**Figura 20.** Rede de drenagem existente e degradada no município de Altinópolis, SP.

Uma análise detalhada dessas situações, com visitas de campo, permitiu identificar que as nascentes apresentam uma maior representatividade na porção nordeste do município, identificando-se que 35% das nascentes mapeadas na década de 70 apresentam alguma alteração quando observada na imagem de satélite de 2013 (Figura 21).



**Figura 21.** Diagnóstico da situação ambiental das nascentes e seu entorno.

No campo observaram-se as seguintes situações em relação às nascentes: presença de vegetação nativa no entorno de 50 metros; ausência parcial e/ou total de vegetação nativa no seu entorno imediato em um raio de 50 metros; ausência de técnicas de conservação de solo do entorno com presença de erosão e assoreamento e nascentes com recuo devido à perda de drenagem superficial.

A perda de drenagem pode ser explicada pela ocupação do entorno por atividades agrossilvipastoris sem o devido manejo e pela retirada da vegetação natural das APPs, que provocou a degradação dos solos e consequente assoreamento dos recursos hídricos. Esses fatos também foram observados por Nowatzki, Santos e Paula (2010), que evidenciaram a elevação da turbidez da água dos córregos e erosão das margens. Também foi observada a existência de drenos nas áreas ocupadas pelas nascentes, assim como o recuo dessas nascentes para locais situados a jusante.

A Tabela 10 ilustra o número de nascentes existentes no município com a porcentagem das áreas conservadas em relação às diferentes perturbações encontradas nestes locais e seu entorno.

**Tabela 10.** Diagnóstico das nascentes do município de Altinópolis, SP.

<b>Diagnóstico das nascentes</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Porcentagem</b>
Conservadas	417	65
Degradadas	52	8,15
Recuo – perda de drenagem	117	18,25
Parcialmente degradadas	32	5
Com erosão/voçoroca	22	3,45
Modificada	1	0,15
Total	641	100

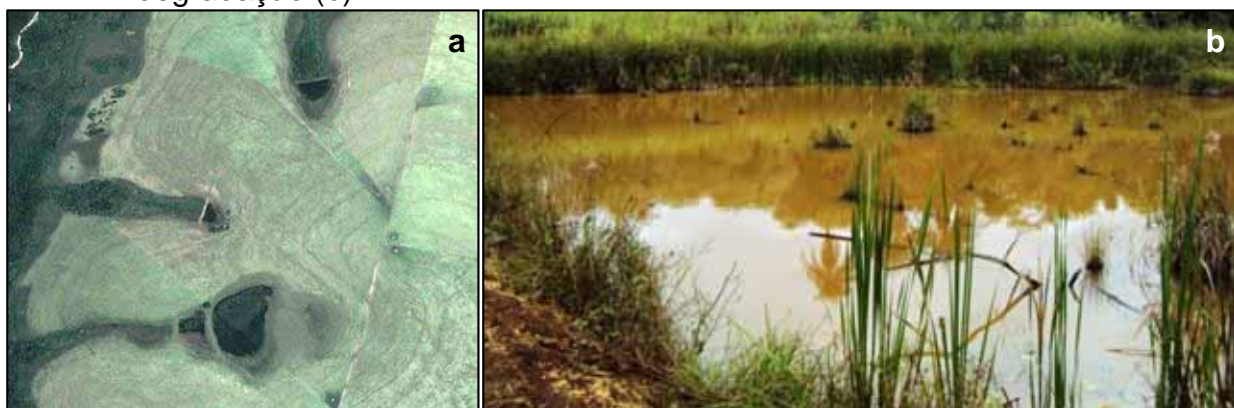
No caso do entorno imediato das mesmas pode-se identificar a presença de diferentes cultivos agrícolas, como: pastagens, cana-de-açúcar, eucalipto e café nas áreas degradadas ou parcialmente degradadas (Tabela 11) (Figura 22). Além destes usos existe também nascentes que foram represadas e formaram um barramento de água, descaracterizando-as (Figuras 23).

**Tabela 11.** Principais usos do entorno das nascentes que causam a degradação total ou parcial.

Uso da terra no entorno	Nascentes	Porcentagem
Cana-de-açúcar	32	20,12
Eucalipto	18	11,32
Pastagem	75	47,17
Café	13	8,18
Outros usos	21	13,21
TOTAL	159	100



**Figura 22.** Entorno das nascentes com presença de cultivo agrícola (a) e evidência de degradação (b).



**Figura 23.** Imagem de satélite evidenciando nascentes descaracterizadas pela construção de barragem (a) e foto de campo evidenciando tal situação (b).

As perdas de drenagem ocorreram principalmente na porção sul do município, em função da realização desses drenos para o cultivo de cana-de-açúcar. Um fator agravante é que esta região têm Neossolos Quartzarênicos, que pela sua fragilidade

natural provocaram a perda de solos e conseqüente assoreamento dos recursos hídricos, conforme citado.

Em contrapartida, foi observado o ressurgimento de algumas dessas nascentes que foram drenadas, principalmente, devido ao manejo adotado atualmente nas áreas com cultivo de cana-de-açúcar, com técnicas de terraceamento, sulcos profundos e plantio direto na palha, o que garante a conservação do solo à manutenção da água nas microbacias. O encharcamento do solo nestes locais inviabilizou o trânsito de maquinário agrícola, e em parte destas áreas foi necessário realizar o plantio de mudas nativas novamente para a reconstituição da rede de drenagem observada na década de 70 (Figuras 24 e 25).



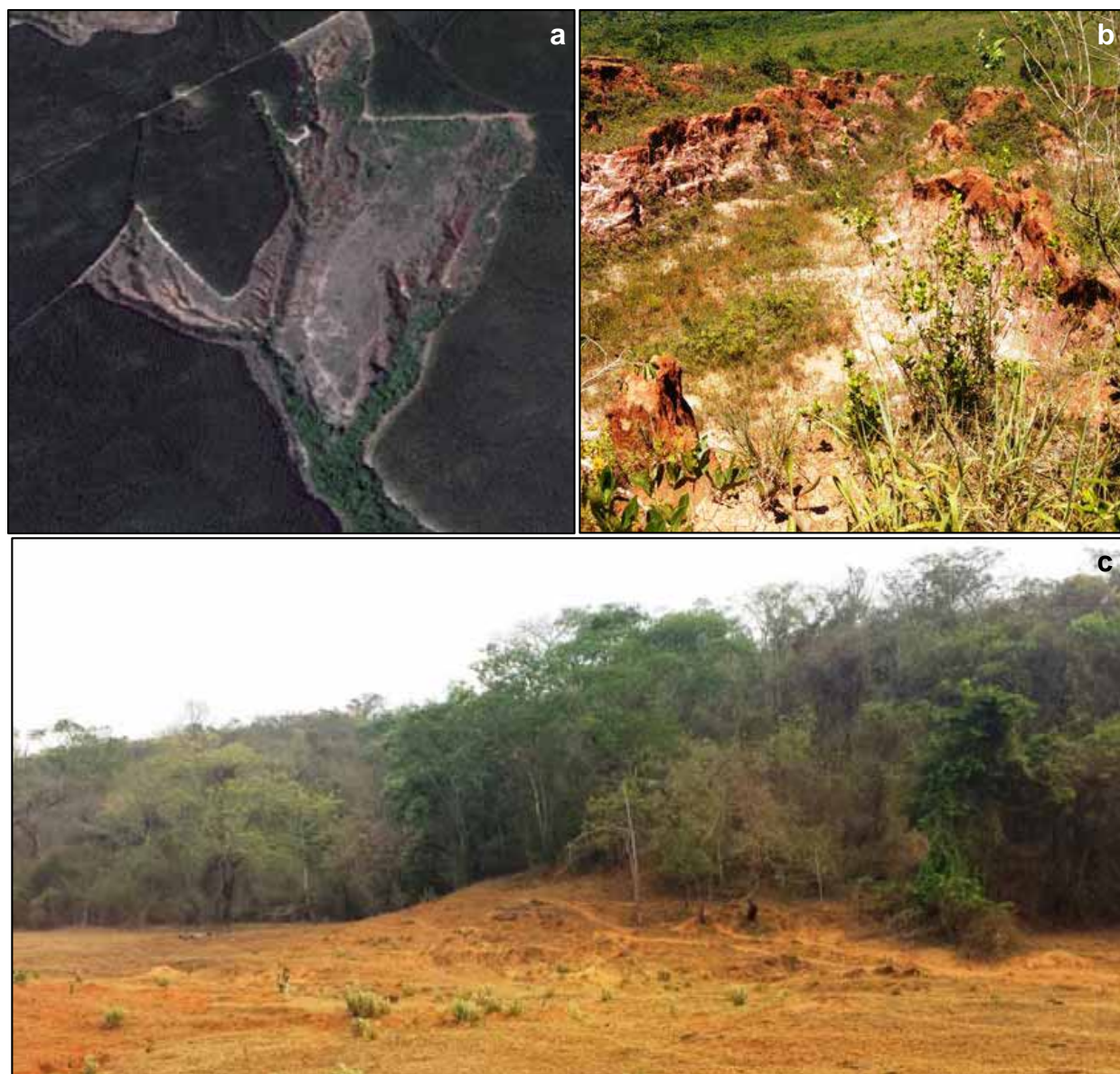
**Figura 24.** Rede de drenagem superficial degradada (setas vermelhas) no qual houve o afloramento de água e necessidade de reflorestamento (setas amarelas).



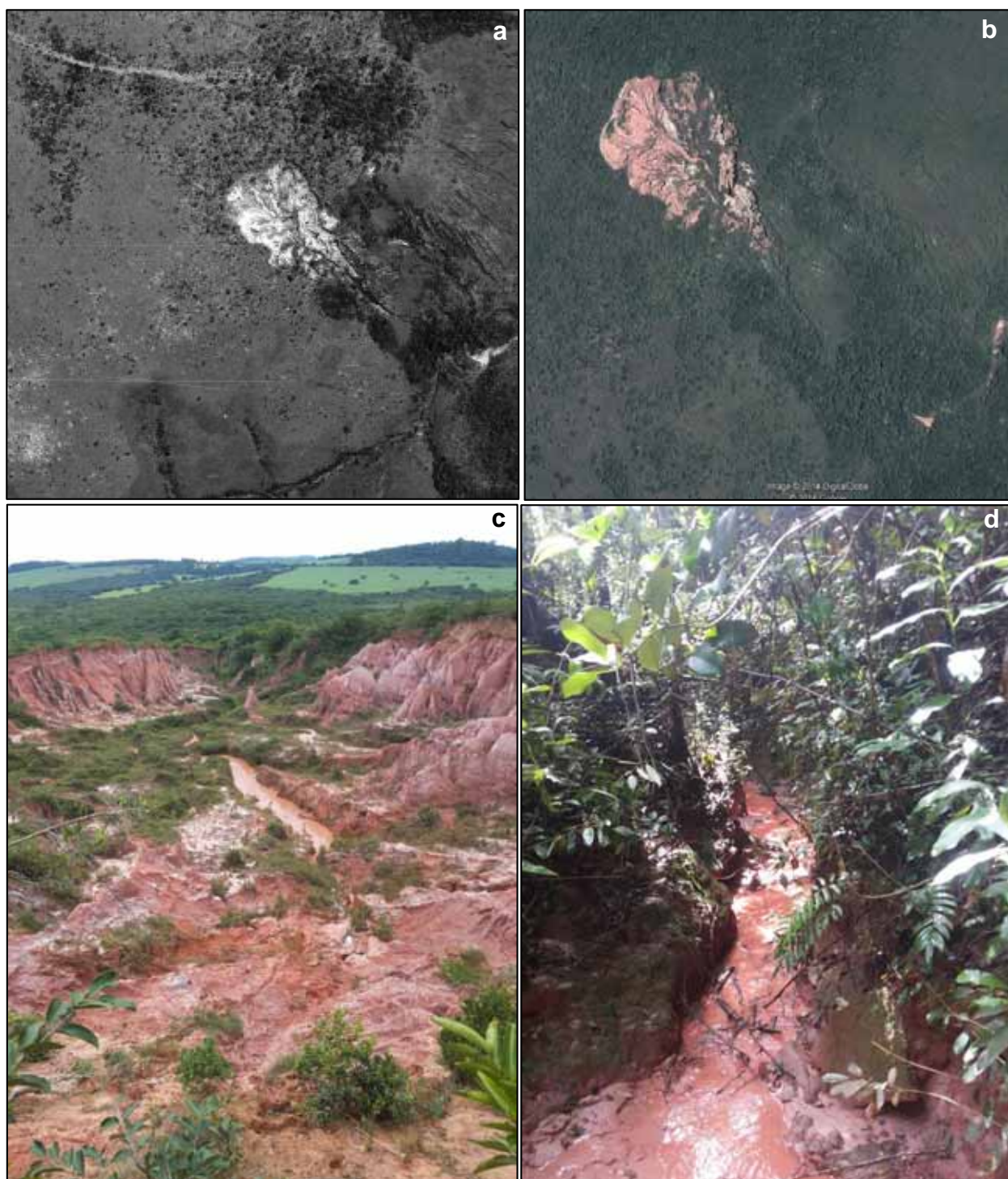
**Figura 25.** Reflorestamento de área antigamente drenada e restauração da nascente.

Algumas nascentes que apresentaram degradação no entorno apresentaram o surgimento de erosões laminares, em sulcos e voçorocas. As situações de maior

degradação foram observadas na região centro/norte do município, principalmente com entorno ocupado por pastagens e plantio de eucalipto (Figuras 26 e 27). As voçorocas surgiram devido à ausência de técnicas de conservação de solo no entorno imediato destes recursos hídricos e nascentes e foram identificadas pelas imagens de satélite e visita de campo.



**Figura 26.** Imagem de satélite evidenciando perda de solo por erosões no entorno dos recursos hídricos (a) e fotografias de campo ilustrando o início deste processo (b, c).



**Figura 27.** Detalhe das imagens de satélite em duas épocas: a) 1982 e b) 2013, ao qual se evidencia a voçoroca nas áreas de nascentes e voçoroca (c) em campo com presença de assoreamento (d) por mais de um quilômetro a jusante.

Ressalta-se que 65% das nascentes do município estão em bom estado de conservação, pois apresentam presença de vegetação nativa no seu entorno imediato de 50 metros de raio, conforme observado nas imagens de satélite e fotografias de campo (Figuras 28 e 29).



**Figura 28.** Imagens de satélite do ano de 2013 ao qual evidencia o entorno das nascentes na Serra com vegetação nativa devidamente conservada.



**Figura 29.** Nascente com vegetação nativa no entorno ao qual há captação da água da mina para a população em caixa devidamente protegida.

A produção de água destas nascentes é de extrema importância para as atividades desenvolvidas no município, portanto devem ser conservadas. Estudos mostram que em uma bacia hidrográfica, a retirada da cobertura vegetal nativa e a consequente fragmentação de habitats leva a uma alteração no balanço entre precipitação e evapotranspiração, o que, muitas vezes, resulta na redução da quantidade de água disponível localmente. Sem a cobertura vegetal, o escoamento superficial é maior, intensifica os picos de cheia, aumenta a erosão dos solos e o assoreamento dos rios e diminuí a recarga do lençol freático. Isto reduz ainda mais a disponibilidade do recurso hídrico (METZER; BRANCALION, 2013).

Identificou-se que 60% dessas nascentes encontram-se em Neossolos Quartzarênicos, que apresentam prioridades para a recarga de aquífero. Diferentes porcentagens estão em áreas da Formação Pirambóia (50%) e na Formação Botucatu (20%). O cruzamento dos dados permitiram identificar que 56% das nascentes estão efetivamente em as áreas com algum grau de prioridade para recarga, destacando a prioridade 3, com 75% deste total.

Desta forma, há a necessidade de conservar não só o recurso hídrico superficial, a fim de manter a quantidade e a qualidade de água disponível nas microbacias, como também todo o ecossistema do entorno, por meio da adoção de técnicas de conservação do solo e manutenção da vegetação nativa. Ressalta-se que a água é um bem de extrema importância para toda a população, pois garante a manutenção da biodiversidade e é fundamental para todo o sistema de produção de alimentos e demais atividades agrossilvipastoris (FERNANDES et al., 2013).

### **Zoneamento Ecológico Econômico**

A Tabela 12 descreve os cinco tipos de APPs e as áreas de fragmentos de vegetação nativa (excetuadas as APPs) definidos a partir Zonas de Interesse e Proteção Ambiental (ZIPA) com o auxílio do mapa com as Áreas de Preservação Permanente do município.

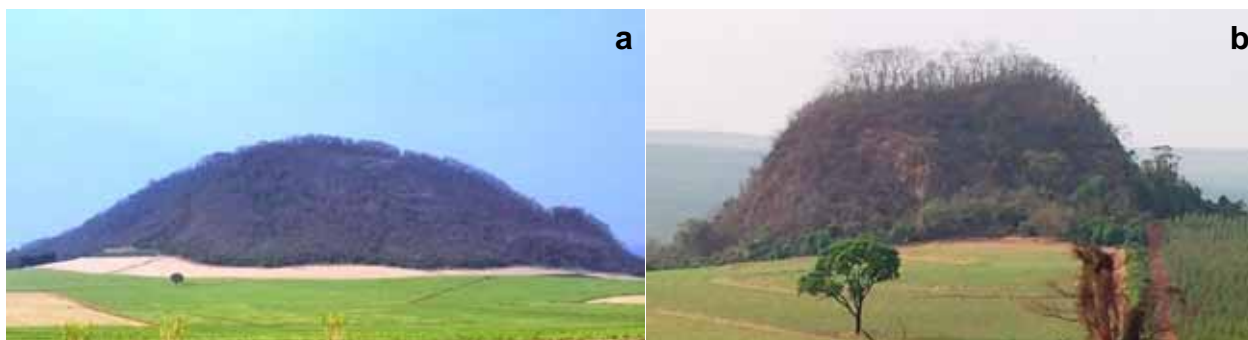
**Tabela 12.** Áreas de Preservação Permanente encontradas no município de Altinópolis, SP.

<b>Áreas de Preservação Permanente</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Área (ha<sup>1</sup>)</b>
Nascentes	641	500
Córregos	894	5.236
Barramentos (acima de um hectare)	17	16,8
Declividade	Acima 45°	57
Topo de Morro	1	30,2
APP geral	-	5.840
Sobreposição entre as APPs	-	185
APP total	-	5.655
APP conservada	-	4.320
APP sem vegetação	-	1.335
Fragmentos de vegetação	-	21.651
Vegetação nativa total	-	25.971
Zona de influência Floresta Estadual de Cajuru	-	736

A partir da análise das APPs geradas de acordo com a Lei nº. 12.651/2012 e decreto 8.235/2014 pode-se dizer que dos 93.210 ha do município, 5.736 ha (6,15%) são representadas por APP de nascentes e córregos. Aproximadamente 500 hectares são representados por APP de nascentes e 5.236 ha de APPs são referentes aos córregos. As áreas com declividade acima de 45° são encontradas em 57 hectares e as APPs referentes aos barramentos de água representam 16,8 hectares.

Foi definida apenas uma APP de topo de morro, em função da alteração nos parâmetros que definem estas APPs. Devido à nova legislação, elas serão dificilmente encontradas, pois é exigido que as elevações contenham altitude superior a 100m em relação à base (considerando o ponto de sela mais próximo) e ao mesmo tempo declividade média superior a 25° (OLIVEIRA, FERNANDES FILHO, 2013).

No município de Altinópolis, apenas o Morro do Selado se enquadrou nesta categoria de APP e apresentou uma APP de 30,2 hectares. Destaca-se que as outras áreas que apresentavam declividade superior a 25° mas não ofereciam diferença de 100 metros entre a base e o topo e/ou ponto de sela mais próximo (Figura 30).



**Figura 30.** a) Morro do Selado que apresenta APP por declividade; b) Morro do Itambé que apesar de possuir declividade acima de  $25^\circ$  não apresenta diferença de altitude entre o topo e a base superior a 100 metros.

Estudos recentes que utilizaram esta nova tecnologia comprovam que mesmo na região dos mares de morros da Zona da Mata Mineira, em que há uma elevada declividade e altitudes, nenhuma APP em topo de morro foi detectada. Assim, os topos de morros ficam agora restritos às áreas montanhosas ou com Morros isolados na paisagem com grande diferença de altitudes entre a base e o topo (OLIVEIRA; FERNANDES FILHO, 2013).

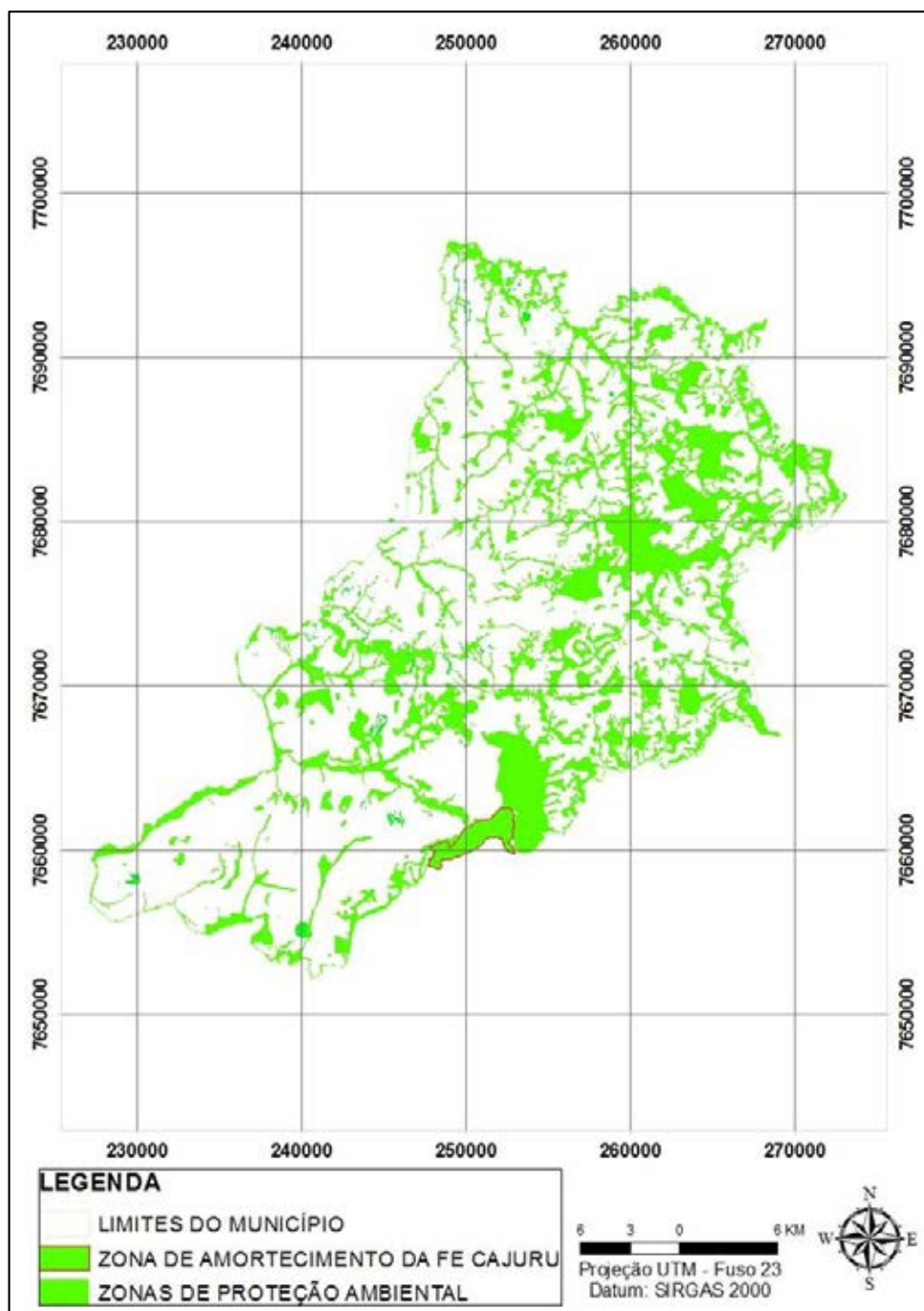
As áreas totais de APPs do município foram de 5.840 hectares, porém, devido à sobreposição de 3% entre estas áreas, pode-se dizer que as áreas com restrição de uso e destinadas para a conservação ambiental são de 5.655 hectares.

A ZIPA apresentam a maior parte da área coberta por vegetação de mata densa e preservada, e englobam áreas de maior declividade, com baixa densidade populacional com o objetivo de conservar os recursos naturais existentes (Figura 31).

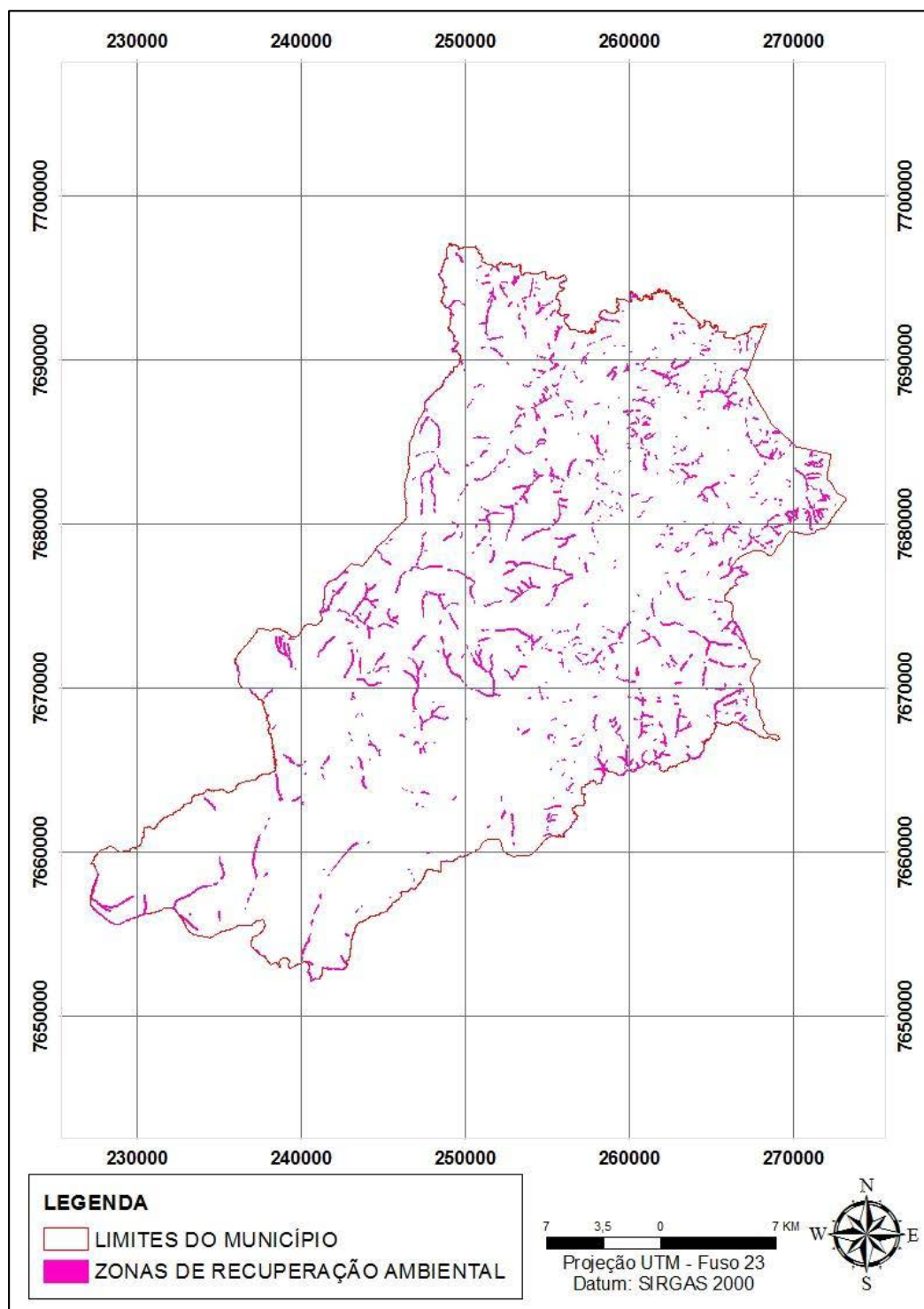
Contudo, tem-se que 21.651 (23%) ha do município são ocupados atualmente com fragmentos florestais de ambientes de transição entre Cerrado e Mata Atlântica. Além disto, tem-se 736 hectares de área de influência da Floresta Estadual de Cajuru, dos quais 180 hectares encontram-se com presença de vegetação nativa e o restante ocupado por atividades agropecuárias. Assim, somando-se os diferentes tipos de APPs com estas áreas, o município apresenta aproximadamente 30% de sua área total destinada para esta zona de interesse e proteção ambiental.

É notório destacar que parte desta área encontra-se ocupada irregularmente segundo a legislação vigente. Em um total de 1.335 ha ou com presença de fatores

antrópicos do entorno que causam degradação ambiental (Figura 32), foram identificados que 22,8% das APPs existentes no município apresentam degradação, motivo que deve ser considerado a adoção de ações de manejo e retirada dos fatores de degradação.



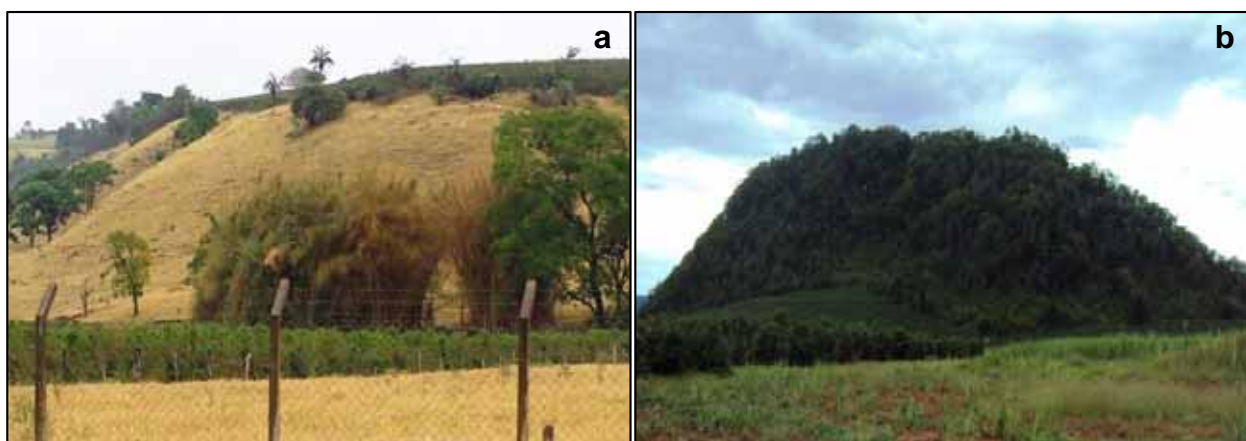
**Figura 31.** Zonas de interesse e proteção ambiental do município de Altinópolis, SP.



**Figura 32.** Zonas de interesse e recuperação ambiental do município de Altinópolis, SP.

Das áreas de APPs degradadas, as áreas com declividade acima de  $45^\circ$  apresentam-se na sua maioria a presença de vegetação nativa. Porém, 7,8% destas

APPs estão degradadas, sendo ocupadas por pastagens (Figura 33). Os 109 barramentos identificados no município que abrangeriam uma área de APP de 52,8 hectares, apenas 17 apresentam área maior que um hectare. Existe a obrigação legal de manutenção desta APP em projeção horizontal de no mínimo 15 metros. Estas APPs abrangem área de 16,8 hectares, dos quais 38,7% encontram-se degradados, principalmente, pela ocupação de pastagens e cultivos anuais (Figura 34). Em relação a única área que se enquadra como APP de topo de Morro, na região do Selado, verificou-se que 100% do terço superior correspondente a 30,2 hectares de vegetação nativa (Figura 33b).



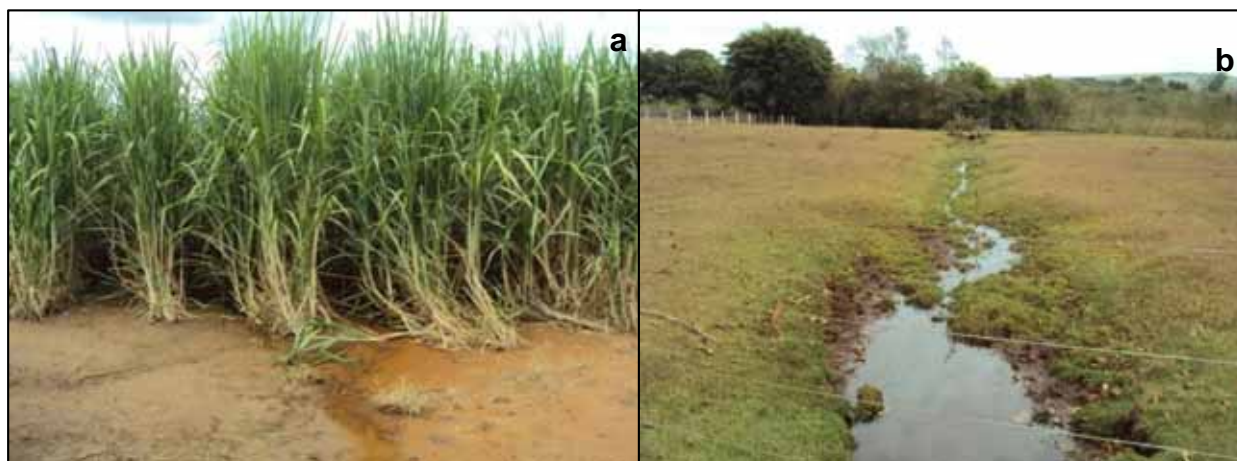
**Figura 33.** APPs de declividade ocupadas por pastagem (a) e APP do Morro do Selado (b).



**Figura 34.** Barramentos com presença de cultura anual (a) e pastagem na APP (b).

As áreas com o maior passivo situam-se ao longo dos córregos e nascentes, às quais representam os 23% em que existem irregularidades devido à presença de práticas agropecuárias. Observa-se na Tabela 13 que aproximadamente 50% das APPs

degradadas estão ocupadas por pastagens, assim como 29% estão com cultivo de cana-de-açúcar e conseqüentemente com maior suscetibilidade a erosões e perda de solo. Estas situações foram evidenciadas em campo (Figura 35).



**Figura 35.** APPs ocupadas irregularmente com cana-de-açúcar (a) e pastagens (b).

**Tabela 13.** Uso do solo nas áreas de interesse para restauração ambiental.

<b>Uso da Terra APPs</b>	<b>Áreas degradadas (ha)</b>	<b>Porcentagem</b>
Cana	385	29
Eucalipto	88	6,5
Pastagem	668	50
ZonaCafé	112	8
Outros usos	82	6,5
<b>TOTAL</b>	<b>1.335</b>	<b>100</b>

Estas Zonas de Interesse de Restauração Ambiental (ZIRA) apresentam como principais características a alteração total da cobertura vegetal (vegetação rarefeita), a presença de atividades antrópicas intensas, e principalmente o uso da terra com a prática da agricultura e pecuária, que acarreta em recursos hídricos com mau estado de conservação. Porém, há a possibilidade de reversibilidade dos principais impactos existentes, mediante a adoção de estratégias de recuperação das áreas de preservação permanente. Dentre essas medidas, destacam-se: o atendimento a legislação florestal, a reabilitação dos recursos hídricos e solos degradados, com o isolamento dos fatores

de degradação e a condução da regeneração natural e/ou plantio de espécies nativas nestes locais.

Em um trabalho conduzido na bacia hidrográfica do Rio Sagrado, no município de Morretes/PR, com a utilização do SIG de maneira semelhante, foi evidenciado que em relação à degradação das APPs, a bacia do Sagrado teve um percentual de degradação de 17,7% no ano de 1999 e subiu para 20% em 2005. Já o rio Alto Cachoeira teve suas APP's com 23,5% de degradação em 1999 e diminuiu para 15,2% no ano de 2005 (NOWASTKI; SANTOS; PAULA, 2010).

Apesar de haver APPs ocupadas irregularmente, o município apresenta situação de destaque. Pesquisas realizadas por Sparovek et al. (2012) demonstraram que embora o país apresente 63% de sua área territorial com vegetação nativa existe um déficit nas APPs pela ocupação dessas áreas por atividades agrossilvipastoris. Constata-se que dos 100 Mha existentes 43% encontram-se em situação irregular, segundo a legislação vigente, consistindo em o maior passivo na região Nordeste, seguida pelo Sudeste (10 Mha de APPs em situação irregular). Dados da Secretaria do Meio Ambiente de SP e do projeto LUPA (2008) apontam que o passivo ambiental no estado de São Paulo nessas áreas esteja acima dos 50% dos 2 Mha de APPs existentes no estado.

A presença de vegetação nestas áreas é de extrema importância por propiciar a conservação da água, regulação do clima, assim como assimilar os gases de efeito estufa, além de fornecer abrigo e alimentos aos animais silvestres e de inúmeros benefícios indiretos (BRASIL, 2012; TAMBOSI et al., 2013).

Considera-se o passivo ambiental atual do município de Altinópolis quanto às APPs em 1.335 hectares. Como existe a necessidade de plantio de uma muda a cada 6 m<sup>2</sup>, determinado pela Resolução SMA 08/2008, seriam necessários o plantio de 2.225.445 mudas nativas no município. Dados da Fundação Florestal de São Paulo mostram que o custo para o reflorestamento de um hectare, assim como para a manutenção dos tratos culturais por um período de dois anos até o pleno desenvolvimento das mudas é de R\$ 18.986,33. Assim, o custo total para a restauração destes locais seria de R\$ 25.346.750.

Estes custos inviabilizam a restauração dessas APPs apenas com o ônus dos produtores rurais. Em um trabalho de pesquisa junto ao Instituto florestal, pode-se constatar que se todos os produtores tivessem interesse em restaurar estas áreas em um período de cinco anos isto não seria possível. Isso ocorre, pois na região de Altinópolis foi observado uma produção anual inferior à necessária para tal restauração, considerando a utilização de mudas de todos os viveiros em um raio de 50 quilômetros e sem contabilizar os passivos dos outros municípios vizinhos (MARTINS, 2011). Portanto, existe a necessidade de auxílio do poder público municipal de mecanismos financeiros que possibilitem aos produtores restaurarem suas áreas, como o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), mencionado anteriormente.

Outro ponto a ser considerado é a elaboração de um projeto para a construção de um viveiro de mudas no município que possa atender parcela deste passivo, principalmente auxiliando os pequenos proprietários rurais. Além disso, o fornecimento de auxílio para assistência técnica na execução desses plantios.

Diante desses dados, o município de Altinópolis, embora apresente áreas degradadas, possui um passivo menor que a maioria dos municípios do estado, nos quais houve intensa fragmentação. A ligação destes remanescentes isolados com as APPs mediante a criação de corredores de vegetação natural é uma das estratégias que podem ser adotadas para mitigar os efeitos dessa ação antrópica e garantir a biodiversidade nos mesmos (BENNET, 2003; LAURENCE, 2004).

Os corredores ecológicos também exercem funções ambientais importantes, como: facilitar movimentos entre fragmentos isolados, fornecer habitat as espécies e promover serviços ambientais, reduzir a erosão pela água e vento e reduzir a entrada de compostos químicos e nutrientes nas bacias, o que contribui para a qualidade e fluxo da água, além de aumentar o apelo estético da paisagem (HOBBS, 1992).

No município de Altinópolis seria necessário inferir qual a metragem mínima de APPs a ser restaurada para propiciar a interligação dos fragmentos com maior representatividade. Estudos realizados por Metzger (2010) avaliaram a metragem proposta na legislação ambiental atual no país quanto à proteção das APPs e concluíram que a mesma não possui base científica, pois não consideram os conceitos

de conservação da biodiversidade e métricas da paisagem a fim de propiciar o fluxo gênico da fauna e da flora por estes ambientes. O estudo concluiu que seriam necessários considerar outros fatores para determinar esta metragem mínima de proteção como topografia da margem, tipo de solo, vegetação, clima e pluviosidade do local.

Laurance et al. (2002) evidenciam que a metragem mínima em que ocorrem os efeitos de borda mais intensos são nos primeiros 100 metros, implicando em corredores com menos de 200 m com formação essencialmente por ambientes de borda, altamente perturbados. Metzger (2010) concluiu que seriam necessários ao menos 100 metros de largura de APP (50 metros em cada margem) para manter a funcionalidade biológica dos corredores ecológicos. Assim, os 60 metros de APP atualmente propostos conservariam apenas 60% das espécies que habitam e dependem destes locais. Esta metragem poderia ser mais restritiva se consideramos o bioma cerrado, com 120 metros para a manutenção da biodiversidade (TUBELIS; COWLING; DONNELLY, 2004), chegando a 200 metros no bioma Amazônico (LEES; PERES, 2008).

Galetti et al. (2010) também estudaram o impacto da redução das APPs diante das novas propostas do código florestal vigente. A menor largura em vigor, atualmente, é de 30 m de cada lado dos rios e córregos, que não é suficiente para assegurar a manutenção dessa biodiversidade e deve acelerar o empobrecimento biológico dessas áreas. Também pode acarretar em maior número de extinções locais de espécies e a perda dos serviços ecossistêmicos florestais.

É evidente que ações de restauração das APPs serão necessárias nos próximos anos e as mesmas se darão diante dos mecanismos criados recentemente por meio da Instrução Normativa nº. 02/2014 e Decreto nº. 8.234/2014, relativo ao Cadastro Ambiental Rural (CAR) e Programa de Regularização Ambiental (PRA).

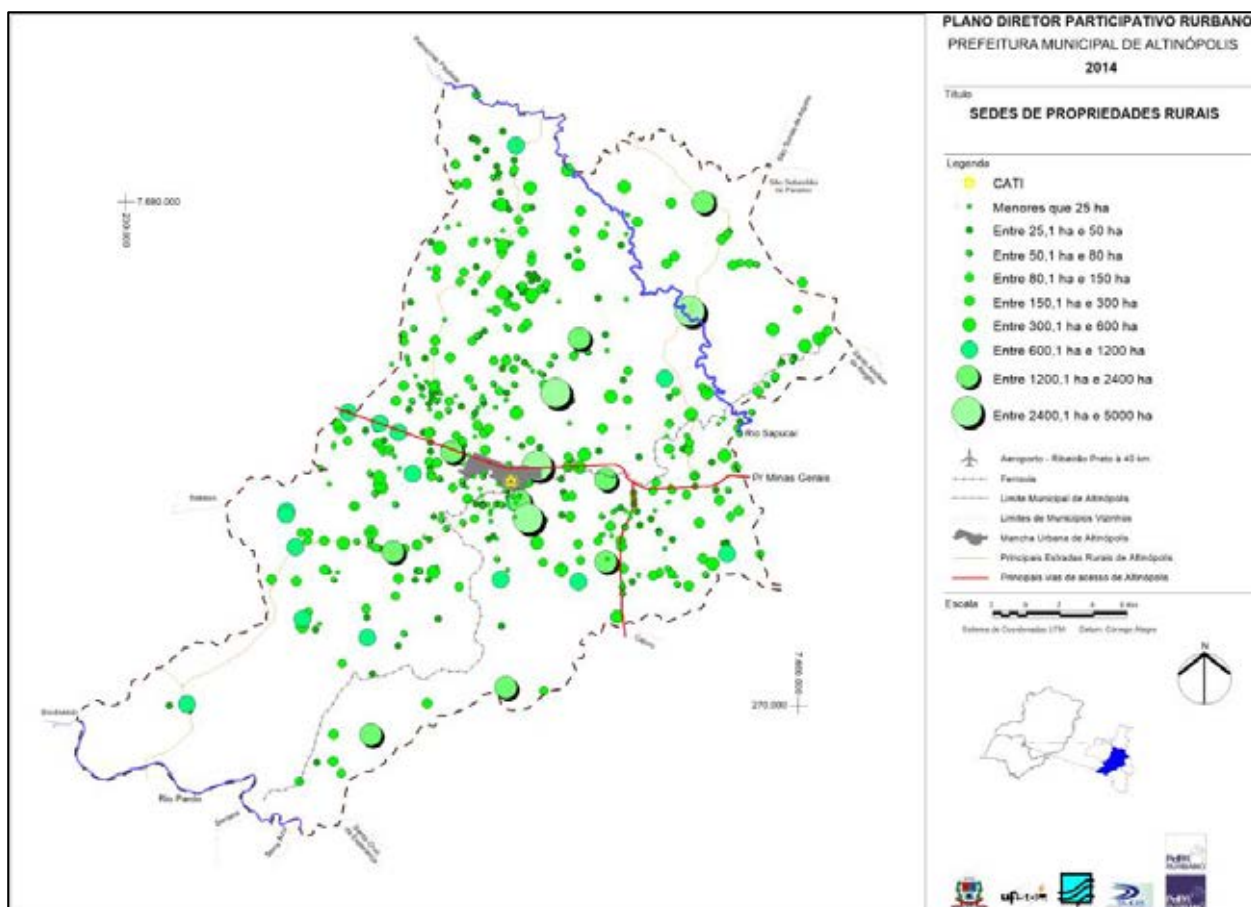
O CAR foi estendido para todo o território nacional e assumiu preeminência como o núcleo de um programa de governança ambiental em terras privadas. Esta é a etapa inicial de um processo em que há o registro eletrônico realizado no SICAR, sendo obrigatório para todos os imóveis rurais do país, independente da área, instituído pela Lei 12.651/2012 (MAY et al., 2012).

Em contrapartida, caso o órgão ambiental competente identifique a necessidade de recuperação das APPs e/ou passivo em relação à ARL haverá a possibilidade de adesão ao PRA para a regularização destas áreas mediante a restauração e/ou outros mecanismos para adequar as propriedades rurais. Portanto, propiciar a anistia de multas e a extinção de punibilidade por crimes ambientais pode ser uma forma de estimular a regularização com intervenções ilícitas em áreas protegidas (ELLOVITCH; VALERA, 2013).

Os principais benefícios da nova legislação aos produtores rurais são: a inclusão das APPs no cômputo das áreas de RL, não averbação da reserva legal em cartório, restauração das APPs de acordo com o tamanho da propriedade, permissão do uso consolidado de atividades agrossilvipastoris realizadas antes de julho de 2008 e isenção da obrigação das propriedades de até quatro módulos fiscais de restaurarem o passivo existente quanto aos 20% de reserva legal (ZAKIRA; PINTO, 2013). Porém, conforme mencionado, algumas destas medidas podem não ser tão efetivas para a conservação e, portanto devem ser adotadas com cautela em projetos de adequação das propriedades.

Para avaliar estas mudanças utilizou-se dos dados da CATI (TORRES, 2008), em que se pode observar que o município apresenta 607 propriedades rurais (Figura 36). Desta forma, em relação às APPs a serem recuperadas, foi definido o conceito de uso consolidado, ao qual não há mais a necessidade de restauração das APPs que estavam ocupadas anteriormente a Julho de 2008 com atividades agrossilvipastoris na metragem determinada pela Tabela 14.

Desta forma, o passivo ambiental do município será menor que os 1.335 hectares atualmente degradados, pois parte destas áreas poderão se enquadrar como de uso consolidado, uma vez que se observarmos a Figura 37 podemos notar que as manchas de maior degradação ambiental estão localizadas próximas da sede das propriedades com área menor de quatro módulos fiscais, que no município representam 88 hectares.

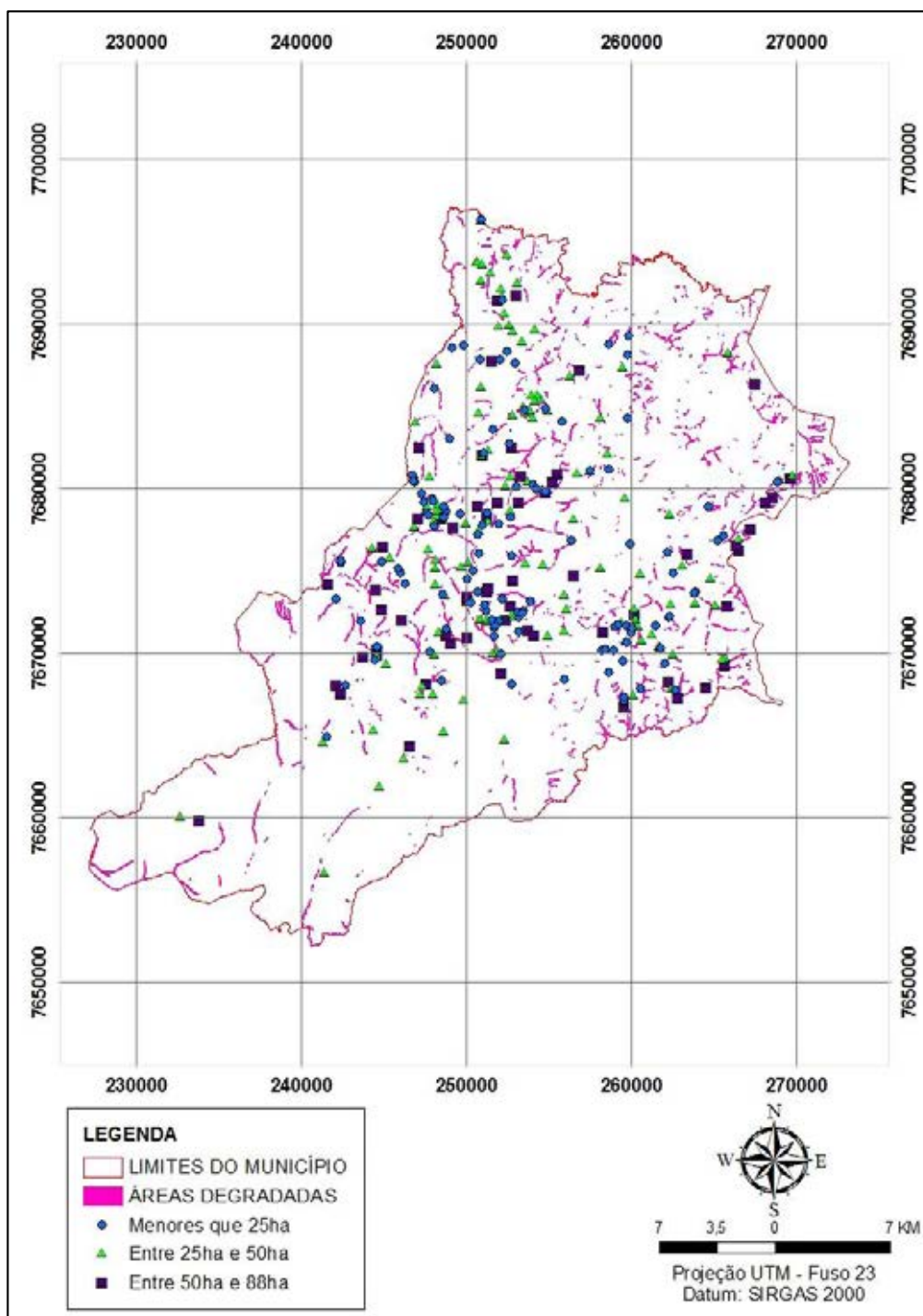


**Figura 36.** Distribuição das propriedades rurais de acordo com a área da UPA no município de Altinópolis, SP\*.

\* Elaboração: Plano Diretor de Altinópolis (2014).

**Tabela 14.** Faixa necessária de recomposição das APPs pela lei 12.651/2012.

Tamanho das propriedades	Recomposição mínima		Limite de recuperação da APP	Nº
	Rios menores que 10 metros	Rios maiores de 10 metros		
0 a 1 módulo fiscal		5 metros	10%	199
1 a 2 módulos fiscais		8 metros	10%	122
2 a 4 módulos fiscais		15 metros	20%	62
4 a 10 módulos fiscais	20 metros	30 a 100 metros	Sem limites	118
Mais de 10 módulos fiscais	30 a 100 metros		Sem limites	106



**Figura 37.** Localização das propriedades rurais menores que quatro módulos evidenciando a maior degradação ambiental.

Esta redução de área já foi observada no estudo realizado por Ribeiro et al. (2013) realizaram estudo comparativo em propriedades rurais de base familiar de dez

municípios da região Centro-Oriental do estado do Paraná e verificaram que em mais de 2.700 hectares de área total havia um déficit de APP por meio da Lei Federal nº. 4.771/1965 de 80 hectares. Contudo, perante a nova Legislação Ambiental (Lei nº. 12.651/2012) e a aplicação do conceito de uso consolidado nas APPs, segundo a área das propriedades, concluíram que as propriedades deveriam recuperar menos de um hectare (0,55 ha).

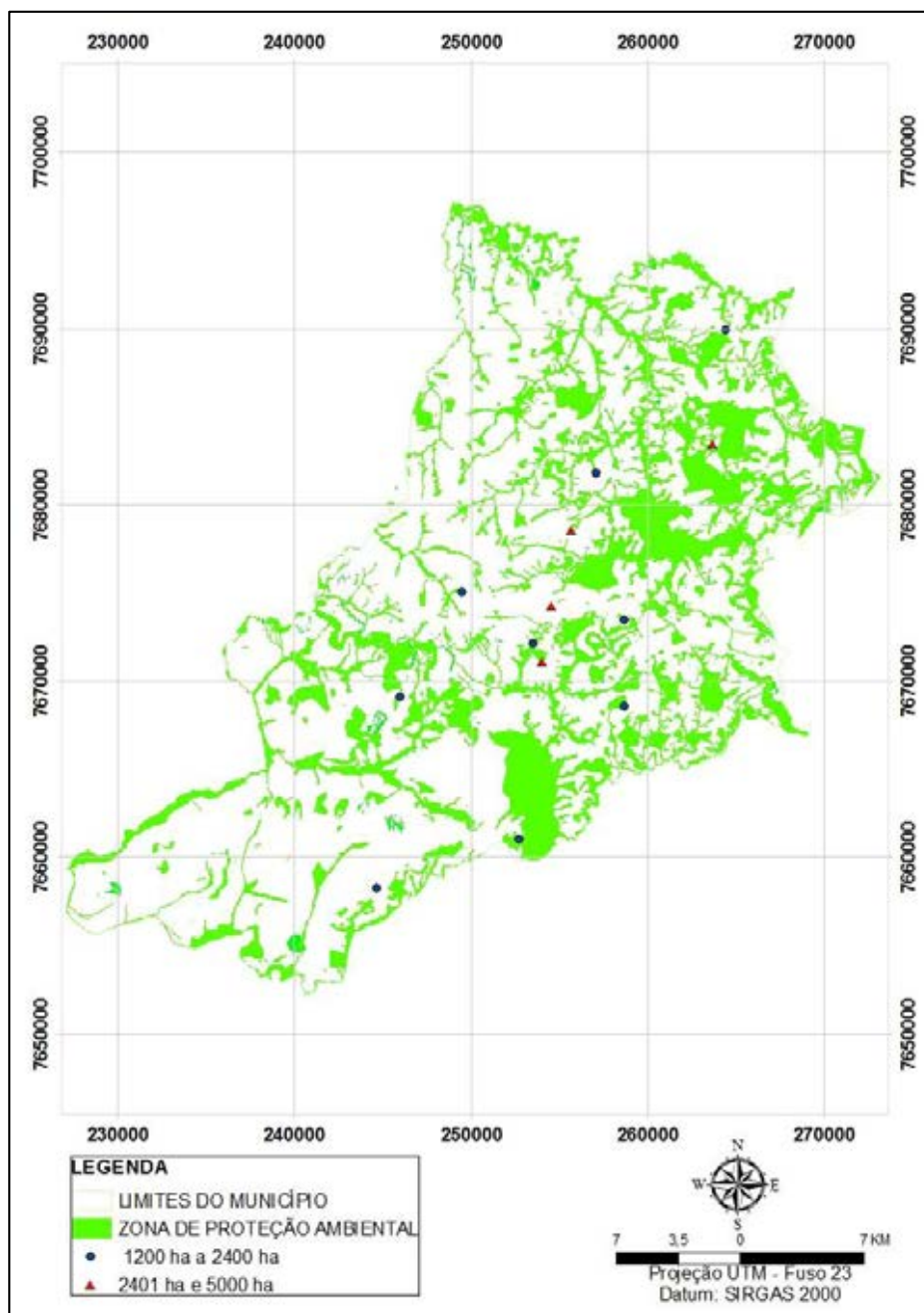
Em estudo comparativo das Áreas de Preservação Permanente (APPs) de propriedades rurais localizadas em Itu e Sarapuí, SP, conforme a Lei Federal nº12.651/12 e Lei Federal nº4.771/65, também foi observado a redução nas áreas de APPs das duas propriedades. Nos resultados identificou-se uma redução das APPs de 21% para 17,81% da área total do imóvel para a propriedade de Itu e de 23,16% para 8,11% para a propriedade de Sarapuí. Esta diminuição pode ter sido atribuída pelo fato das áreas serem consideradas consolidadas e pela dispensa de APPs em nascentes intermitentes e no entorno de barramentos em largura inferior a um hectare (Faria et al. 2014).

Em relação à isenção da obrigatoriedade de recomposição de RL em propriedades com área de até 4 módulos fiscais, temos que no município 63% das propriedades se enquadram nesta situação, porém ocupam apenas 15% do município em área. Desta forma, há a isenção de recuperação de aproximadamente 2.800 hectares de reserva legal caso estejam consolidados com cultivos agrossilvipastoris. Somado a isto, têm-se que o cômputo das APPs como áreas de RL permitirá que 4.320 hectares de vegetação nativa sejam utilizados para tal finalidade.

Além disto, se considerarmos o município como uma única unidade para aplicação da legislação seriam necessários 18.642 hectares de RL. Assim, o município possui 7.329 hectares de vegetação nativa excedente para serem utilizados como compensação ambiental da reserva legal de outros municípios.

Porém, a sobreposição do mapa das sedes das propriedades com as áreas degradadas e com presença de vegetação nativa permite observar que os grandes fragmentos florestais e áreas menos degradadas estão concentrados nas maiores propriedades. Isso pode ser explicado pelas melhores condições financeiras e acesso a

informação, que favorece a não utilização dessas áreas protegidas para práticas agrossilvipastoris (Figura 38).



**Figura 38.** Localização das maiores propriedades rurais evidenciando a maior concentração de vegetação nativa.

Essa concentração fundiária fica evidenciada quando se observa que cinco empresas e 10 grandes proprietários detêm 45% de toda área do município em 30

propriedades rurais. Assim, mesmo o município apresentando excedente de vegetação nativa muitas propriedades com área acima de 88 hectares têm passivos em relação à questão dos 20% a serem destinados como RL.

Desta forma, se por um lado haverá a exigência de restauração de médias propriedades para atendimento da RL, sem função ecológica e com pressões do entorno, por outro lado não será necessário realizar a restauração das APPs para manter a conservação do solo e da água em locais de uso consolidado. Entretanto, somente com a realização do CAR será possível ter um diagnóstico preciso desta situação. Por direito, 63% das propriedades deveriam ter este auxílio do governo para realização deste cadastro, em que poderia haver uma parceria entre a prefeitura municipal e a secretaria da agricultura do estado por meio dos técnicos da CATI.

Em contrapartida, as análises das imagens de satélite e visita de campo permitiram observar que algumas propriedades já realizam as adequações necessárias para a restauração de parte destes locais assim como promoveram a retirada dos fatores de degradação do entorno com realização do plantio de mudas de essências florestais nativas para o atendimento a legislação ambiental (Figuras 39 e 40).

Apesar dos elevados custos relacionado às ações de manejo, estudos comprovam que a realização da restauração desses ambientes aumenta a quantidade e qualidade dos habitats remanescentes (BRANCALION et al., 2013). O sucesso dessas ações depende de fatores socioeconômicos e ambientais e da dinâmica e composição das paisagens do entorno, que devem ser considerados no planejamento da restauração (CLEWELL; ARONSON, 2013; LEITE et al., 2013).

Portanto, essas ações propiciam o fluxo de organismos entre os remanescentes, com aumento dos recursos disponíveis, e a manutenção dos processos ecológicos, com a prestação dos serviços ecossistêmicos, diminuindo os efeitos deletérios da fragmentação (RODRIGUES et al., 2009; METZGER; BRANCALION, 2013). As figuras 43 e 44 ilustram estes processos. Abaixo, as imagens de satélite de uma nascente que foi antigamente drenada, que ocasionou o seu recuo para a jusante. O seu processo de restauração evidenciou o estabelecimento das mudas e ressurgimento de água no local.



**Figura 39.** Imagens aéreas: 2000 (a) e 2013 (c) com fotos de campo evidenciando a restauração de nascente e córregos degradados (b, d) – setas vermelhas.

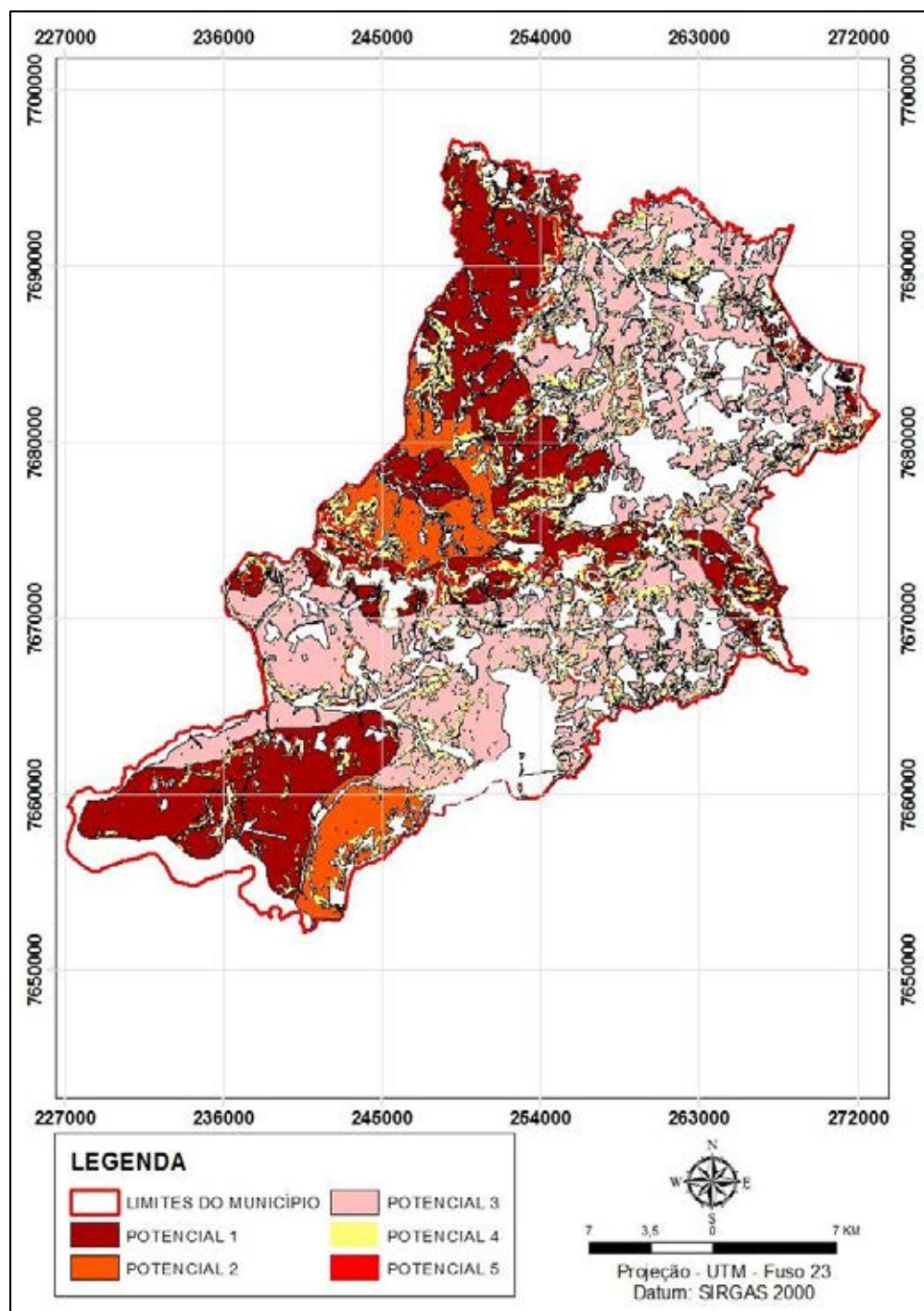
Em contrapartida, a análise das áreas com potencial agrossilvipastoris, em função do tipo de solo e declividade, é de extrema importância para o município, pois a agricultura é responsável pela movimentação da economia (30% do PIB) (IBGE, 2010). A Figura 45 mostra que Altinópolis tem potencial elevado para estas práticas e pode-se observar que aproximadamente 70% da área de Altinópolis não possuem restrições para o desenvolvimento dessas atividades. Nota-se a presença de tipos de solos propícios com a adoção de técnicas de manejo adequadas e coloca o município em posição de destaque no cenário regional e estadual em relação à produção de algumas culturas, fato este que deve ser mais bem explorado.

Estes dados refletem o cenário macroeconômico do país quanto à agropecuária, pois segundo estudos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o PIB do

agronegócio deverá crescer 4% em 2014, alcançando, pela primeira vez, a marca de R\$ 1 trilhão, com um crescimento da ordem de 34% nos últimos 10 anos. Diante disso, o país se consolida como o maior exportador mundial de café, cana-de-açúcar, laranja e tabaco. Além disso, desde 2003 passou a ser também o 1º produtor em soja, frango e carne bovina, ocupando a 3º colocação em produção de frutas e de milho (MAPA, 2014).



**Figura 40.** APPs com presença de vegetação nativa ao longo dos córregos (a) e local na qual foi realizado o plantio de restauração de nascentes em duas datas: b) 2008, c) 2013.



**Figura 41.** Zona de potencial agrossilvipastoris do município de Altinópolis, SP.

A análise da Figura 41 permite identificar que as áreas de maior potencial agrícola abrangem 22% do município, nos locais com a presença de Latossolos Vermelhos com declividade de até 12%. Estas áreas são classificadas com potencial 1.

Atualmente, esses locais encontram-se ocupados com o cultivo de cana-de-açúcar e café. Somados a estes locais e com potencial considerável estão às áreas de Latossolo Vermelho Amarelo sem restrições de uso, que abrangem mais 6% do território. Estas áreas também estão ocupadas pelo cultivo de cana e café, e correspondem as áreas de potencial 2.

Ainda há possibilidade de realização da prática de agricultura em outros 25.460 hectares, ocupadas por Neossolos Quartzarênicos em declividade de até 12%. Estas áreas estão atualmente ocupadas por pastagens, cana e eucalipto e correspondem as áreas de potencial 3.

Em contrapartida, existem mais 10% do território sem restrição ao uso, desde que técnicas adequadas de manejo sejam adotadas para a conservação do solo, assim como a aplicação de corretivos com solos apresentando declividade entre 12 e 25% nas áreas de potencial 4. Por fim, as áreas de potencial 5 representam apenas 4% do território, por apresentarem declividades entre 25% e 45%, com a possibilidade do cultivo de florestas plantadas. Esses locais estão ocupados atualmente por cultivos de eucalipto e pastagens, recomendando-se o cultivo florestal.

Ressalta-se que nos últimos 20 anos houve uma mudança significativa no campo com maior acesso a informação e uso de tecnologias que favoreceram uma grande concentração em área e produtividade. Isso pode ser justificado não só pelas questões históricas de ocupação ao longo do território, como observado no estado de São Paulo, em que houve a expansão de mais de 50% da área plantada com o cultivo de cana-de-açúcar, mas também pelas questões edáfico climáticas e econômicas (GOMES; MONTAÑO, 2012).

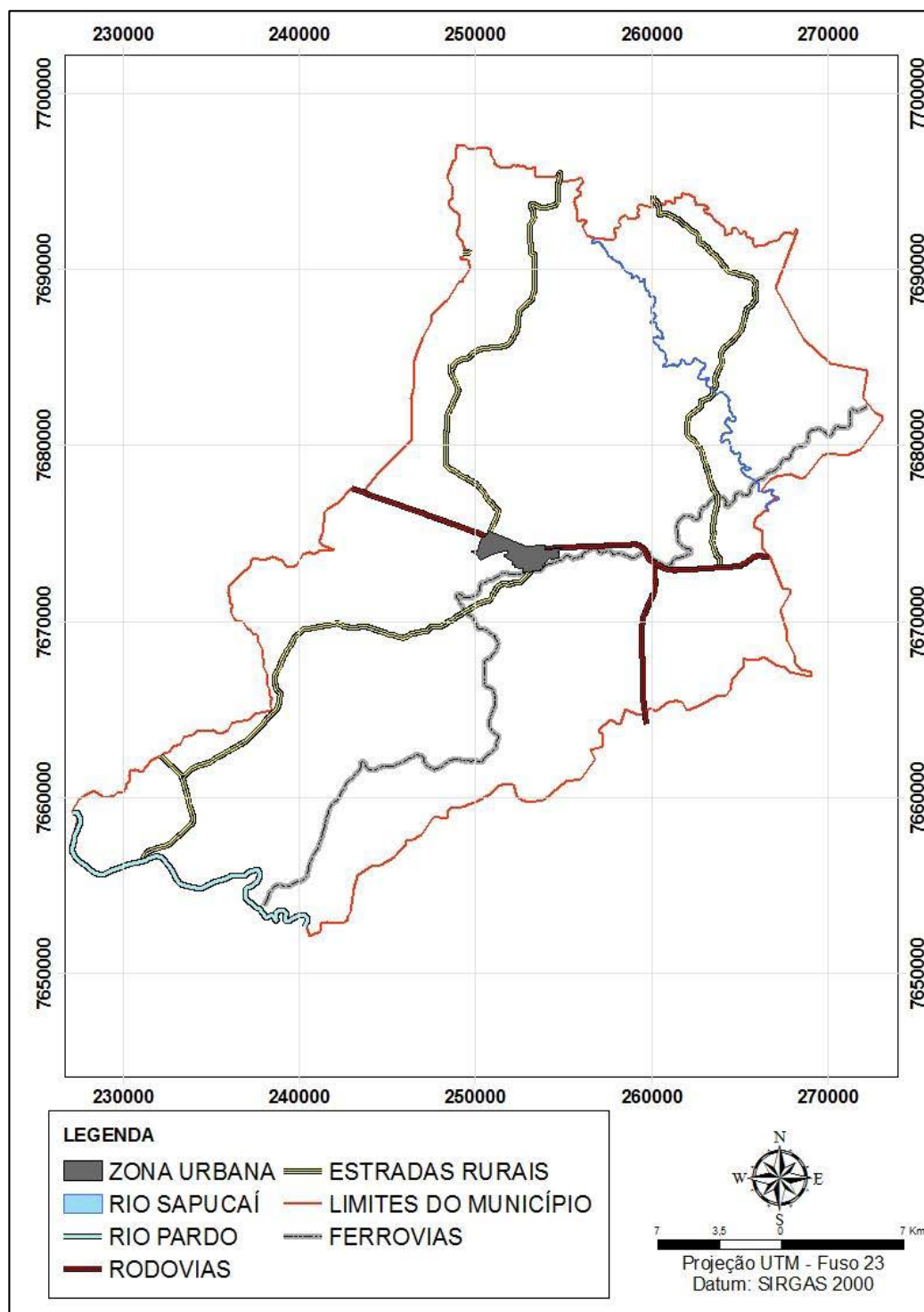
Estes fatores também foram observados no município e favoreceram principalmente o cultivo do café, pois fatores já apresentados como clima, relevo e tipos de solos do município permitem uma maior produção com menor custo. Com o intuito de entender a importância desta cultura destaca-se que os 10 principais municípios produtores do grão ocupam 34% da área total cultivada e detêm 36% da produção do estado (SAES; NAKAZONE, 2004; OIC, 2013). Assim, o município de Altinópolis apresenta aproximadamente 3,5% da área total do estado com esta cultura, sendo o

segundo maior produtor do estado em 2008, com uma produção anual de 336 mil sacas, além de deter elevada produtividade, em torno de 45 sacas/hectare. Quando foi considerada a produção ao longo de dois anos, a produtividade chegou a 28 sacas/hectare (maior do estado), devido a bi anualidade da cultura (MAPA, 2014; USDA, 2014).

O município apresenta posição privilegiada no cenário regional quanto a esta questão, favorecido também por sua posição estratégica, que permite confrontação com 10 outros municípios e proximidade de acesso as principais rodovias, além de fazer divisa entre os estados de Minas Gerais e São Paulo. Portanto, foram definidas também as Zona de uso especial (ZIUE), que correspondem as Rodovias, Ferrovias, estradas rurais e suas faixas de proteção, além dos rios principais (Sapucai e Pardo) (Figura 42). Estas áreas se destinam a propiciar além do escoamento de toda a produção agropecuária, todo o vetor de ocupação urbana, comercial e industrial do município.

Outra zona de uso definida, devido a sua particularidade, foi à Zona Urbana (ZU), representado pela Figura 42. Esta área compreende quatrocentos hectares do município de Altinópolis e apresenta como principais características a retirada da vegetação nativa, com a presença da mesma apenas em pequenas manchas ao longo dos córregos e praças públicas, com alteração do meio físico devido às edificações e pavimentações. Também existe a degradação dos recursos hídricos pela presença de resíduos e esgoto devido às atividades antrópicas propiciadas pelas atividades desenvolvidas no município (Figura 43).

Desta forma, há a necessidade de adequar essas atividades a fim de os impactos ambientais e propiciar uma melhor qualidade de vida para a população que ali habita. Dentre ações já desenvolvidas pode-se citar a criação e conservação de dois parques ecológicos assim como a integração das praças para o convívio ao ar livre (Figura 44).



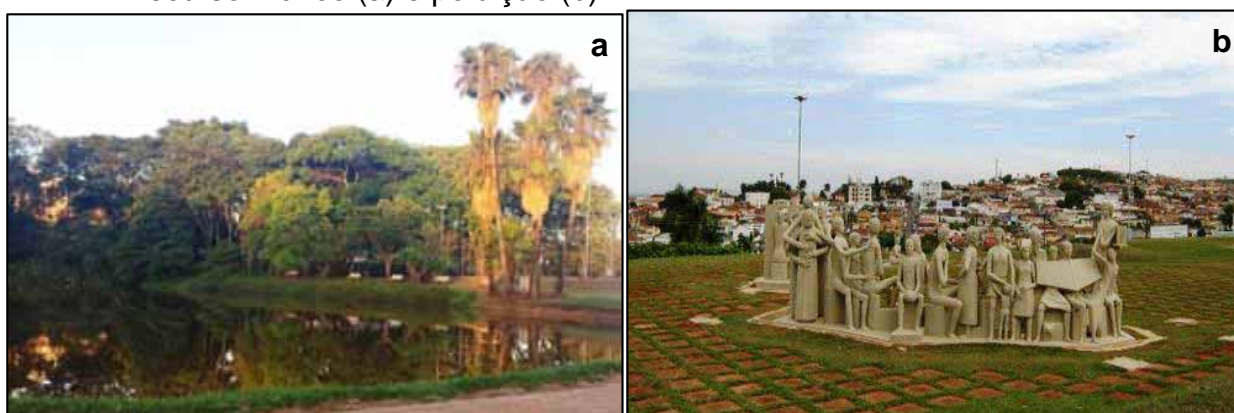
**Figura 42.** Zona de uso especial e Zona urbana do município de Altinópolis, SP.

Outras formas que podem contribuir para a redução destes impactos é a realização de projeto de arborização urbana, pois a presença da vegetação em meio

urbano proporciona diversos benefícios socioambientais aos habitantes da cidade. Dentre os efeitos favoráveis, têm-se: a diminuição da poluição atmosférica, absorção de contaminantes do solo e da água, controle da temperatura, umidade e ventilação, propicia a drenagem de água, estabilidade do solo, bem estar da população pela diminuição dos ruídos e atração da biodiversidade. Entretanto, não se pode ignorar que existem custos diretos e indiretos associados a estes projetos desde a fase de plantio, até a manutenção das árvores (FERREIRA, 2013).



**Figura 43.** Principais impactos observados na zona urbana como contaminação do recurso hídrico (a) e poluição (b).



**Figura 44.** Presença de áreas verdes (a) e praças (b) que propiciam melhoria na qualidade de vida da população.

Os zoneamentos ecológicos econômicos como já apresentados não possuem uma metodologia comum de integração da paisagem. Porém chegam a um mesmo objetivo ao definirem as áreas ambientalmente frágeis, com suas limitações e as áreas com potencial para o desenvolvimento de determinadas atividades (FREITAS; SANTOS, 2014; OLIVEIRA, 2004).

Deve-se considerar também que poucos trabalhos foram desenvolvidos na escala municipal com maiores detalhes, e que o planejamento do território e seu ordenamento, na maioria das vezes são realizados em escala nacional. Porém, sabe-se que os Estados devem elaborar seu zoneamento de acordo com o ZEE regional, em que os comitês de bacias chegariam à escala local e que efetivamente seja possível definir uma política de desenvolvimento e expansão urbana (ARAUJO; GATAMORTA; SILVA, 2011).

No cenário internacional, países como EUA, China e o continente europeu apresentam o zoneamento com um viés voltado para o planejamento agrícola, pois muitas áreas de florestas não estão mais presentes, havendo grande avanço das áreas urbanas e de uso antrópico sobre estes locais. Esses zoneamentos de aptidão são realizados para proteger as terras agrícolas dos fatores de degradação ao longo dos anos e gerar as áreas com maior potencial para determinada cultura, com objetivo de reduzir custos e ter um mercado mais competitivo para os produtos agrícolas (LI; YEH, 2001).

No Brasil, outra finalidade foi dotar o governo das bases técnicas para espacialização dos problemas e definição de políticas públicas na região Amazônica para contribuir para ordenação do território, semelhantemente ao apresentado neste trabalho. Porém, os estados da Amazônia Legal envolvidos executaram esse programa com a predominância do caráter técnico e interesses governamentais locais, e apresentaram resultados diagnósticos com diferentes objetivos, escalas, metodologias e custos (SOUZA, 2008).

No estado de São Paulo, têm-se o Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral Norte (ZEE-LN), diferentemente do zoneamento aqui proposto, apresentou o objetivo de gerenciamento costeiro e definiu as atividades que dependeriam de licenciamento ambiental prévio. Assim, foi determinado o zoneamento de uma faixa entre marés com destino à implantação de estruturas náuticas e uma faixa marítima, permitindo a realização de atividades pesqueiras, da maricultura e disposição dos efluentes (SANTOS; RANIERI, 2013; REGO, 2006; SÃO PAULO, 2005).

Um estudo relevante para o setor sucroalcooleiro do estado de São Paulo foi o Zoneamento Agroambiental. Semelhante ao desenvolvido no presente estudo, as áreas passíveis de cultivo para a cana-de-açúcar foram determinadas, assim como a ocupação das áreas irregulares, orientando os estudos de licenciamento ambiental. A expansão da cultura da cana-de-açúcar foi avaliada entre os anos de 2003 a 2011 e identificou-se que 26% da área total do estado de São Paulo encontravam-se na classe inadequada. Ao comparar com o município de Altinópolis, observa-se que apenas 1,3% das áreas com plantio de cana estão em áreas protegidas. Este zoneamento agroambiental foi positivo, pois após a demarcação pelo estado houve diminuição e estabilização da ocupação nos anos de 2010 e 2011 das áreas consideradas inadequadas (GOMES; MONTAÑO, 2012).

Em Minas Gerais, também foi abordada a questão da vocação agrícola das terras do estado, mas foi utilizada outra abordagem, que diz respeito ao mapa de solos, conhecimento de campo, inventário florestal e o banco de dados disponível. Esses estão relacionados ao Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) de Minas Gerais, em que se elabora o mapa de aptidão agrícola, por meio do SIG. Quanto à aptidão agrícola, o grupo 2 (aptidão regular para lavouras) é o de maior abrangência, representando 45% do estado. O tipo de utilização mais intensivo predominante é para lavouras, em que a área aumenta, substancialmente, com investimento de capital e tecnologia (SILVA, 2014).

Em relação ao município de Altinópolis, observou-se que a porcentagem de área a ser destinada para proteção ambiental foi de 30% da área total do município. Muitos autores utilizaram base de informações semelhantes à metodologia do Zoneamento proposta no presente estudo, como Filho e Araujo (2003) que estabeleceram o zoneamento agroambiental do município de Ilhéus – BA e chegaram a resultados próximos, uma vez que identificaram que as áreas de agrossilvicultura e preservação estavam sendo utilizadas além de sua capacidade suporte, assim como 31% da área devem ser preservadas ou utilizadas seguindo técnicas conservacionistas.

Outro ponto comum na elaboração da base de dados para definição do zoneamento é a utilização de fotografias aéreas e imagens de satélite para elaboração

dos mapas de usos e ocupação do solo. Na elaboração do ZEE do município de Goiânia, ficou evidente a importância de tais ferramentas. Porém, destaca-se a necessidade de grande esforço político e administrativo, com apoio e participação de outras entidades governamentais em nível municipal, estadual e federal e outras entidades da sociedade. Assim, tornam-se viáveis as adequações necessárias relativas às ocupações e utilizações indevidas do território que causam prejuízos ambientais, sociais, econômicos e institucionais. As situações delineadas indicam que o município deveria proteger 152 km<sup>2</sup> de cobertura vegetal além dos 93 km<sup>2</sup> existentes. Em relação às áreas de uso sustentável, o município deveria ter ocupado 122 km<sup>2</sup> por esses tipos de atividades e 140 Km<sup>2</sup> deveriam ser mantidos como área agropecuária, diante da ameaça de expansão das áreas urbanizadas (HERRMMAN et al., 2009).

Em contrapartida, no Zoneamento do município de Arroio do Meio, no Rio Grande do Sul, foi identificado que estas práticas agrícolas quando são intensivas causam degradação, conforme observado no presente estudo. Além disto, tal zoneamento também identificou as áreas de incompatibilidade legal das APPs, fator também observado no zoneamento de Altinópolis. Foram definidas que apenas 7% do território são destinados à máxima proteção ambiental, sendo que no município de Altinópolis estas áreas podem chegar a 30% (THOMAS, 2012).

Araújo (2008) desenvolveu estudo em escala semelhante à deste trabalho na elaboração do zoneamento ecológico-econômico para o município de Santa Cruz da Conceição – SP, a partir de cartas topográficas e fotografias aéreas. O território municipal foi dividido em quatro zonas com grau de fragilidade ambiental distintos, sendo elas: zona com maior fragilidade ambiental relativa (ZMAF), zona com média fragilidade ambiental relativa (ZMEF), zona com maior estabilidade ambiental relativa (ZMAE) e zona urbana (ZURB). As ZMAF e ZMEF predominaram na paisagem do município com 37,54% e 41,62%, respectivamente. Além disto, foram identificadas que as APP's correspondem a 2.200 ha, dos quais 52,2% apresentam usos da terra não condizentes com a legislação, número superior ao encontrado para o município de Altinópolis, em que 24% das APPs estão ocupadas irregularmente.

Assim, para o município de Altinópolis, têm-se que dos 93.210 hectares, 28,45% são destinados para zonas de interesse e proteção ambiental, 1,43% representam as zona de interesse e recuperação ambiental, 4Km<sup>2</sup> correspondem a zona urbana, 7 Km<sup>2</sup> a zona de uso especial e 68,9% são destinados as zona de potencial agrossilvipastoris (Figura 45 e Tabela 15). Por fim, temos as zonas de recarga de aquíferos representam 45% do município e abrangem estas diferentes áreas.

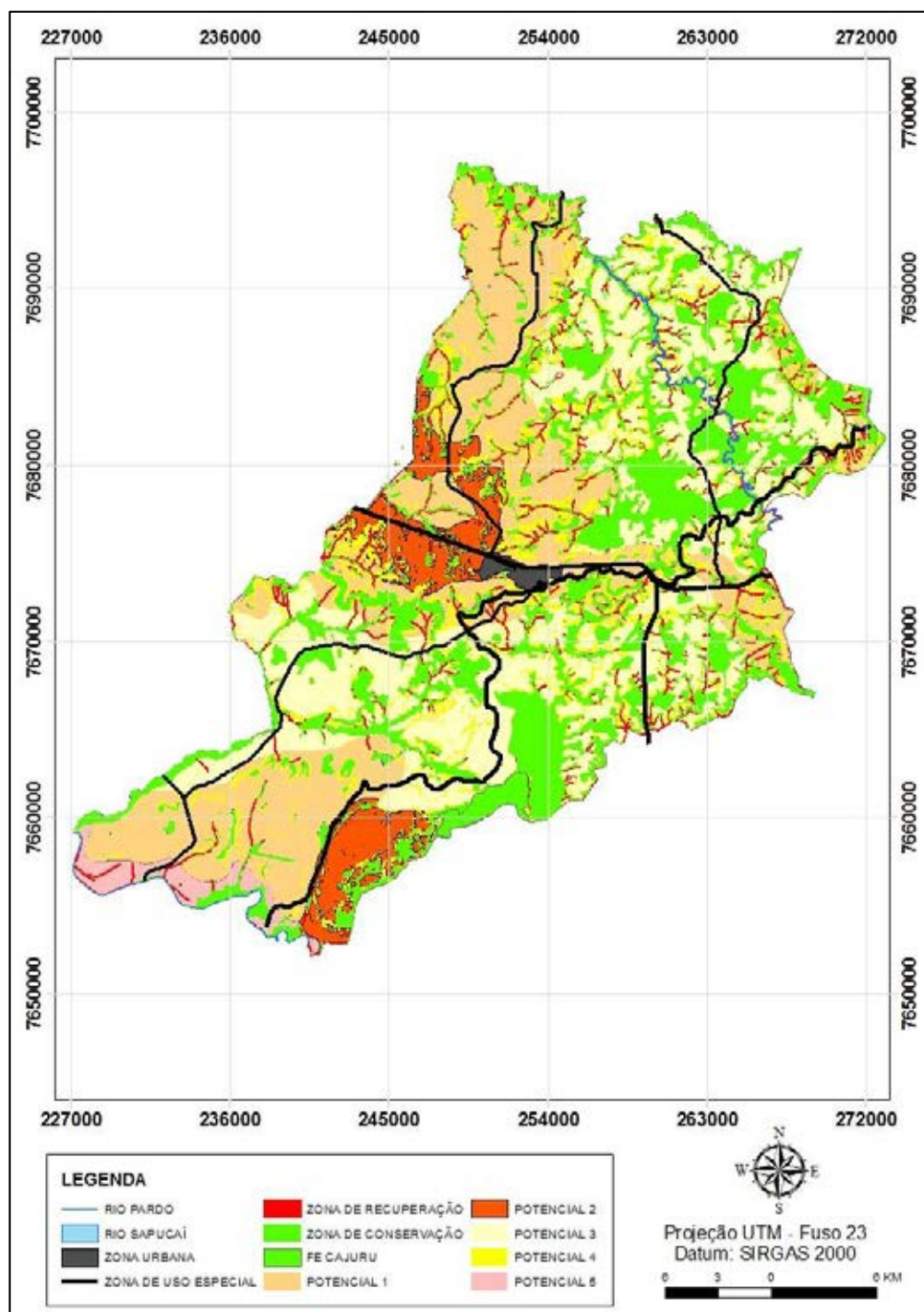
**Tabela 15.** Zoneamento Ecológico Econômico do município de Altinópolis, SP.

ZEE	Áreas (ha)
Zona Urbana	400
Zona Uso Especial	700
Zona de Proteção Ambiental	26.527
Zona de Restauração Ambiental	1.335
Potencial 1	20.972
Potencial 2	6.059
Potencial 3	25.460
Potencial 4	9.707
Potencial 5	2.050
Zona de Potencial Agrossilvipastoris	64.248
Zona de Recarga do Aquífero	42.123

Portanto, o ZEE é uma poderosa ferramenta para planejamento e ordenamento territorial quando realizado tanto em escala pequena como grande. No entanto, a falta de base cartográfica em escala adequada, associada à falta de atualização de dados, permite, muitas vezes, apenas uma aproximação do planejamento. Desta forma, existe a necessidade de averiguação dos dados em campo (SILVA, 2010).

Entretanto, ainda existem alguns desafios para implementar o ZEE em todo país. Dentre estes, pode-se elucidar: a necessidade de articulação do ZEE com outros instrumentos de planejamento territorial e políticas públicas; a compatibilização metodológica entre as diversas iniciativas e escalas de ZEE existentes; a sistematização e o acesso às informações referentes ao zoneamento pela sociedade civil; a necessidade de capacitação dos agentes públicos e privados para sua implementação; o desenvolvimento de indicadores de monitoramento; e a necessidade

de elaboração de políticas de crédito com critérios vinculados às disposições do ZEE para que torne possível a adequação do uso dos recursos naturais às fragilidades do ambiente local.



**Figura 45.** Zoneamento Ecológico Econômico do município de Altinópolis, SP.

## V – CONCLUSÕES

As variáveis de geologia, solos, vegetação, parâmetros do relevo e hidrografia se mostraram adequadas para a definição do zoneamento ecológico econômico do município de Altinópolis.

Foram definidas seis classes de zoneamento: zonas de interesse e proteção ambiental, zonas de interesse e recuperação ambiental, zona urbana, zonas de potencial agrossilvipastoris, zona de uso especial e zonas de recarga de aquífero.

A geologia e pedologia do local propicia o afloramento do aquífero Guarani, sendo que em 45% do município existe potencial para a recarga deste manancial subterrâneo. Assim, se devem adotar medidas de manejo nestas áreas e seu entorno.

O estudo mostrou que o município de Altinópolis apresenta 27,8% da área total constituída por fragmentos de remanescentes de Cerrado e de floresta tropical do bioma Mata Atlântica. É necessário o desenvolvimento de um plano de manejo desses fragmentos que visa a conservação dos recursos naturais e o desenvolvimento sustentável com recursos oriundos do pagamento por serviços ecossistêmicos.

Houve perda de 7% de drenagem superficial quando comparado ao ano de 1970 no município e 35% das nascentes existentes apresentaram degradação por meio do recuo, ausência de vegetação nativa no entorno e presença de processos erosivos.

As áreas de preservação permanente não se encontram com a ocupação adequada em 24%, sendo que 50% apresentam como pastagens e 29% como cultivo agrícola de cana-de-açúcar, dentre outras culturas.

Os tipos de solos, relevo, geologia, clima e posição estratégica colocam o município em situação de destaque no cenário agropecuário regional, sendo que 70% do município não apresentam restrições de uso, com destaque para altas produtividades de café, cana-de-açúcar e eucalipto.

Há necessidade de medidas de planejamento quanto à disposição dos resíduos sólidos e drenagem superficial assim como em novos empreendimentos na zona urbana.

## VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para permitir que o Zoneamento Ecológico Econômico do município possa ser implantado e garantir que os seus objetivos sejam definidos por meio das ações desenvolvidas, elucidam as seguintes sugestões:

Criação de diretrizes que aprove o ZA como instrumento de planejamento e gestão de novas atividades a serem implantadas no município, com o objetivo de orientar necessidade de estudos para o licenciamento ambiental e favorecer a reordenação do território para o atendimento da legislação florestal vigente.

Realização de parcerias com as empresas e produtores rurais para que possam ser implantadas Unidades de Conservação nos fragmentos de vegetação remanescentes e assim, permitir maior conservação da biodiversidade nesses locais pela incidência de uma legislação específica.

Recuperação de áreas degradadas diz respeito às áreas que apresentam processos erosivos, contaminação do solo e das águas e ausência de vegetação nativa nas APPs. Desta forma, se faz necessárias ações de gestão e planejamento em todo o entorno dessas áreas para o uso adequado do solo com técnicas de conservação e cultivo agroecológicos. Destaca-se também a finalidade de diminuir a aplicação de defensivos e não permitir o desenvolvimento de setores industriais e habitacionais no entorno imediato dos recursos hídricos.

Para a recuperação das áreas de APPs degradadas deve-se discutir a possibilidade de um projeto de lei junto a Câmara Municipal de Altinópolis. Desta forma, podem-se criar alguns mecanismos como o pagamento por serviços ambientais aos produtores rurais que desejam recuperar as áreas e/ou para aqueles que mantêm as áreas de reserva legal e preservação permanente devidamente conservada.

Destaca-se que a recuperação destas áreas apresenta custos elevados, portanto é importante que haja a realização de projetos que obtenham recursos junto às instituições disponíveis. Um exemplo disso é a possibilidade de proposição junto ao Comitê de Bacia através do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) de

projeto para a implantação de um viveiro de mudas para auxiliar os produtores rurais na restauração das APPs degradadas.

No presente estudo, foi observada que a gestão dos recursos hídricos subterrâneos indicou as áreas com maior potencial a recarga de aquíferos e áreas mais vulneráveis à contaminação. Entretanto, mais informações referentes ao meio físico devem ser completadas para se ter um melhor mapeamento, principalmente no que diz respeito à recarga indireta do SAG, para a geração de um mapa de potencial de recarga mais fidedigno e detalhado.

Por fim, para possibilitar o atendimento da nova legislação ambiental quanto ao Código Florestal, deve ser colocado em prática um programa de orientação para a realização do Cadastro Ambiental Rural e futura adequação das propriedades menores que quatro módulos fiscais, juntamente com a parceria da Secretaria de Agricultura do município.

## VII REFERÊNCIAS<sup>1</sup>

AB´SABER, A. Zoneamento ecológico-econômico da Amazônia. Questões de escala e método. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.3, nº 5: p 4-20, 1989.

ALMEIDA, F. F. M. **Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista**. 1964. 99p. Série Teses e Monografias. Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1964.

ALMEIDA, F. F. M.; MELO, M. S.; A Bacia do Paraná e o vulcanismo mesozóico. In: Almeida, F. F. M., Hasui, Y.; Ponçano, W.L., Dantas, A. S. L., Carneiro, C. D. R., Melo, M.S., Bistrichi, C.A. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000**. São Paulo, IPT, 1981, p. 46-81.

ALMEIDA, R. B. G. de; SILVA, D. J. **Análise de áreas mais propícias a recarga do Sistema Aquífero Guarani na região hidrográfica do Planalto de Lages (SC): subsídios para a gestão das águas subterrâneas**. 2011.

ANTUNES, P. B. **Direito ambiental**. 15<sup>o</sup> ed. São Paulo: Atlas, 2013.

ARAUJO, C. P.; GATTAMORTA, M. A.; SILVA, S. B. da. O Zoneamento Ecológico Econômico enquanto instrumento ambiental que antecede o planejamento urbano. In: **XIV Encontro Nacional da ANPUR**, Rio de Janeiro, p. 1-20, 2011.

ATTANASIO JÚNIOR, M. R.; ATTANASIO, G. M. C. O dever de elaboração e implementação do zoneamento ecológico-econômico e a efetividade do licenciamento ambiental. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, v. 11, n. 43, p. 210, 2006.

AVERY, T. E.; BERLIN, G. L. **Fundamentals of Remote Sensing and Airphoto Interpretation**. 5 ed. New Jersey: Prentice Hall, 1992.

BECK, C. **O pagamento por serviços ambientais como instrumento jurídico e econômico na busca do desenvolvimento sustentável**. 2014. 91 f. Dissertação de Mestrado em Direito – Programa de Pós-Graduação, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2014.

BENATTI, J. H. Aspectos legais e institucionais do zoneamento ecológico-econômico. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, v. 29, n. 8, p. 103-114, 2003.

BENJAMIN, A. H. V.; MILARÉ, É. Zoneamento ecológico-econômico e licenciamento ambiental. **Revista de Direito Ambiental**. São Paulo, v. 29, 2006.

BENNETT, A. F. Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, p. xiv-254, 2013.

---

<sup>1</sup> ABNT: NBR 6023/2002.

BERNASCONI, P. **Custo-efetividade ecológica da compensação de reserva legal entre propriedades no estado de São Paulo**. 2013. Dissertação de Mestrado – UNICAMP, Campinas, 2013.

BRAGA, R. Política urbana e a gestão ambiental: considerações sobre o plano diretor e o zoneamento urbano. In: CARVALHO, P. F.; BRAGA, R. **Perspectivas de gestão ambiental em cidades médias**. Rio Claro: LPM-Unesp, 2001, p. 95-109.

BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R. A. G.; STRASSBURG, B. B. N.; RODRIGUES, R. R. Finding the Money for tropical forest restoration. **Unasyuva**, v. 239, p. 25-34, 2013.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado.

BRASIL. **Diretrizes metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2003.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 15 de Maio de 2012. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 2012.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal (com alterações introduzidas pela Lei 7.803, de 18 de julho de 1989 que altera a redação da Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis n.º 6.535, de 15 de junho de 1978 e 7.511, de 7 de julho de 1986). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF (1965). Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm)>. Acesso em: abr. de 2011.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 001 de 23 de janeiro de 1986. Define responsabilidades e critérios para avaliação de impacto ambiental e define atividades que necessitam de Estudo de Impacto Ambiental – EIA – e Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 fev. 1986. Acesso em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: ago. de 2011.

BRASIL. Decreto nº 4.297. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF (2002). Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/d4297.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4297.htm)>. Acesso em: 09 set. 2013.

BRASIL. Decreto nº 5.300 de 7 de dezembro de 2004, que regulamenta a lei nº 7.661/88 e estabelece critérios de gestão da orla marítima. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 21 set. de 2013.

BRASIL. Decreto nº 7.830 de 17 de outubro de 2012, que dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/legislacao/legislacao-1/decretos1/2012-decretos#content>>. Acesso em: 04 nov. 2013.

BRASIL. Decreto nº 23.793 de 23 de janeiro de 1934, que aprova o código florestal que com este baixa. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/legislacao/legislacao-1/decretos1/decretos1/anteriores-a-1959#content>>. Acesso em: 07 jan. 2014.

BRASIL. Decreto nº 8.235 de 5 de maio de 2014, que estabelece normas gerais complementares aos Programas de Regularização Ambiental dos Estados e do Distrito Federal, de que trata o Decreto no 7.830, de 17 de outubro de 2012, institui o Programa Mais Ambiente Brasil, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/legislacao/legislacao-1/decretos1/2014-decretos#content>>. Acesso em: 07 jul. 2014.

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. A. **Principles of geographical information systems**. Oxford: Oxford University Press, 1998.

CAMARA, G. Álgebra de geo-campos e suas aplicações. In: **VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Salvador, p. 14-19, 1996.

CAMARGOS, M. N. Desafios da implementação do zoneamento ambiental: preservação dos manguezais e exploração de seus recursos naturais por população tradicional. **Instituto Brasileiro de Advocacia Pública**, 2006. Disponível em: <[http://www.ibap.org/10cbap/teses/marcelocamargos\\_tese.doc](http://www.ibap.org/10cbap/teses/marcelocamargos_tese.doc)>. Acessado em 30 mar. 2012.

CANEPARO, S. C.; PASSOS, E. Desenvolvimento de um modelo conceitual para elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico a partir de um sistema de informação geográfico. In: **XI Colóquio Ibérico de Geografia, 2008, Alcalá de Henares – Madrid. Aplicaciones de las tecnologías de la información geográfica a la gestión del territorio y el medio ambiente**. Alcalá de Henares - Madrid: Universidade de Alcalá de Henares – Madrid, 2008. v. 1, p. 1-15.

CARVALHO, A. F.; MONTAÑO, M. As estratégias espaciais para integração de políticas ambientais brasileiras. In: V Congresso Iberoamericano Sobre Desarrollo y Ambiente, 2011, Santa Fé, **Anais...** Santa Fé: CISDA, v.1, 2011.

CHANG, H. K. Uso Atual e Potencial do Aquífero Guarani – Brasil. In: **Argentina/Brasil/Paraguai/Uruguai/GEF/Banco Mundial/MUNDIAL/OEA. Proteção ambiental e gerenciamento sustentável integrado do aquífero guarani. Atividade 3b: relatório final**. Brasil, 2001. 54p.

CHIODI, R. E.; PUGA, B. P.; SARCINELLI, O. Análise institucional do mecanismo de pagamento por serviços ambientais: o Projeto Conservador das Águas em Extrema - MG. **Revista de Políticas Públicas**, Belo Horizonte, v. 17, n. 1, p. 37-47, 2013.

CLEWELL, A. F.; ARONSON, J. Ecological restoration: principles, values, and structure of an emerging profession. **Island Press**, 2013.

CORTIZO, S. **Topo de Morro na Resolução CONAMA nº 303. 05 de Agosto de 2007**. Disponível em: <[www.isfx.com.br/artigos/topo.pdf](http://www.isfx.com.br/artigos/topo.pdf)>. Acesso em: 03 de nov. 2012.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA**. Disponível em: <<http://www.sirgrh.sp.gov.br>>. Acesso em: 06 março 2012.

DURIGAN G.; BAITELLO J. B.; FRANCO G. A. D. C.; SIQUEIRA M. F. **Plantas do cerrado paulista. Imagens de uma paisagem ameaçada**. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2004.

ECOAGRI. **Diagnóstico Ambiental da Agricultura no Estado de São Paulo. Bases para um Desenvolvimento Rural Sustentável**. Disponível em: <<http://ecoagri.cnptia.embrapa.br/index.php>>. Acesso em: 18 de jan. de 2013.

ELLOVITCH, M. F.; VALERA, C. A. Manual do Novo Código Florestal. **MPMG Jurídico - Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais**, 2013.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**. 2º ed., 2006, 316 p.

ESRI - Environmental Systems Research Institute. Software ArcGis Desktop, License Type ArcInfo, version 10, 2011.

FARIA FILHO, A. F.; ARAUJO, Q. R. de. Zoneamento do meio físico do município de Ilhéus, Bahia, Brasil, utilizando técnica de Geoprocessamento. **Boletim técnico da Ceplac**, Ilhéus – Bahia, p. 01-22, 2003.

FARIA, L. C.; JÚNIOR, F. C. A.; TONELLO, K. C.; VALENTE, R. O. A. Reflexos das alterações no Código Florestal Brasileiro em Áreas de Preservação Permanentes de duas propriedades rurais em Itu e Sarapuí, SP. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 9, n. 3, p. 559-568, 2014.

FARINACI, J. S.; BATISTELLA, M. Variação na cobertura vegetal nativa em São Paulo: um panorama do conhecimento atual. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 695-705, 2012.

FERNANDES, D. A.; GOBBO, S. D. A.; SUHET, M. I.; MARAL, A. A. do Uso da água e sustentabilidade da agricultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 5, p. 101-107, 2013.

FERREIRA, L. S. Vegetação em áreas urbanas: Benefícios e custos associados. **Revista Labverde**, São Paulo, n. 6, p. 124-143, 2013.

FIPAI (Fundação Para o Incremento da Pesquisa e Aperfeiçoamento Industrial). 1996. **Relatório técnico do Projeto de Gestão da Quantidade de Águas Subterrâneas**. Ribeirão Preto, SP, 43 p.

FREITAS, M. W. D. de; SANTOS, J. R. Landscape hierarchical zoning in the domains of the Uruguay River Basin. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 287-300, 2014.

GALETTI, M.; PARDINI, R.; DUARTE, J. M. B.; SILVA, V. M. F.; ROSSI, A. E.; PERES, C. A. Mudanças no código florestal e seu impacto na ecologia e diversidade dos mamíferos no Brasil. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 10, n. 4, p.34-45, 2010.

GLASSON, J.; THERRIVEL, R.; CHADWICK, A. **Introduction do environmental impact assessment**. London: Spon Press, 2001.

GOMES, P. M.; MONTAÑO, M. A expansão da cana-de-açúcar e o zoneamento agroambiental do setor sucroalcooleiro do estado de São Paulo. In: CONFERÊNCIA DA REDE DE LÍNGUA PORTUGUESA DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS, 2.; CONGRESSO BRASILEIRO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO, 1., 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABAI, 2012. Disponível em: <[http://avaliacaodeimpacto.org.br/wpcontent/uploads/2012/10/068\\_zoneamento.pdf](http://avaliacaodeimpacto.org.br/wpcontent/uploads/2012/10/068_zoneamento.pdf)>. Acesso em: 14 dez. de 2012.

HERRMANN, C. R. A.; FERREIRA, N. C.; BATISTELA, T. S.; FERREIRA, M. E. Elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico do município de Goiânia. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento remoto**. Natal, Brasil. p. 671-678, 2009.

HOBBS, R. The role of corridors in conservation: solution or bandwagon? **Trends in Ecology and Evolution**, Cambridge, v. 7, n. 11, p. 389-392, 1992.

IBGE. Censo 2010. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=350100>>. Acesso em: 10 de fev. de 2012.

IBGE. Climas do Brasil. Cartas interativas. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/vamos-conhecer-o-brasil/nosso-territorio/relevo-e-clima>>. Acesso em: 05 de maio de 2013.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, Convênio Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982 (b). 120 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, Convênio Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982 (a). 126 p.

JORGE, M. P. P. M.; ANDERE, L. Estudo de viabilidade de implementação do Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE em São José dos Campos/SP. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento remoto**, Natal, p. 2269-2276. 2009.

KONECNY, G. **Geoinformation: remote sensing, photogrammetry and geographic information systems**. 2. ed. London and New York, Taylor & Francis Group, 2014.

KRONKA, F. J. N. (coord.). **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/Instituto Florestal, 2005. 200p.

LAUDARES, S. S. de A.; SILVA, K. G. da; BORGES, L. A. C. Cadastro Ambiental Rural: uma análise da nova ferramenta para regularização ambiental no Brasil. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 31, p. 111-122, 2014.

LAURANCE, S. G. W. Landscape connectivity and biological corridors. In: SCHROTH, G.; FONSECA, G. A. B. D.; HARVEY, C. A.; GASCON, C.; VASCONCELOS, H. L. e IZAC A. M. N. (Ed.). **Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes**, Washington D. C: Island Press, p. 50–63, 2004.

LAURANCE, W. F. Edge effects in tropical forest fragments: application of a model for the design of nature reserves. **Biological Conservation**, Liverpool, v. 57, n. 2, p. 205-219, 1991.

LAURANCE, W. F.; LOVEJOY, T. E.; VASCONCELOS, H. L., BRUNA, E. M.; DIDHAM, R. K.; STOUFFER, P. C.; GASCON, C.; BIERREGAARD, R. O.; LAURANCE, S. G.; SAMPAIO, E. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, v. 16, n. 3, p. 605-618, 2002.

LEITÃO FILHO, H. F. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba: IPEF, n. 35, p. 41-46, 1987.

LEITE, M. S.; TAMBOSI, L. R.; ROMITELLI, I.; METZGER, J. P. Landscape ecology perspective in restoration projects for biodiversity conservation: a review. **Natureza & Conservação**. *In press*, 2013.

LEPSCH, I. F.; BELINAZZI J. R.; BERTOLINI, D.; ESPINDOLA, C. R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. 4.a. aproximação. Campinas: SBCC, 175p, 1991.

LEES, A. C.; PERES, C. A. Conservation value of remnant riparian forest corridors of varying quality for Amazonian birds and mammals. **Conservation Biology**, v. 22, n. 2, p. 439-449, 2008.

LI, X.; YEH, A. GAR-ON. Zoning land for agricultural protections by the integration of remote sensing, GIS, and cellular automata. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, Hong Kong, China, v. 67, n. 4, p. 471-477, 2001.

LOPES-ASSAD, M. L. Uso de sistema de informações geográficas na determinação da aptidão agrícola de terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 133-9, 1995.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 21. ed. São Paulo: Malheiros Editores. 2013. cap. 1, 312 p.

MAPA **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>. Acesso em: 08 de Março de 2010.

MARICATO, E. As idéias fora do lugar e o lugar fora das idéias. In: ARANTES, O.; VAINER, C.; MARICATO, E. **A cidade do pensamento único: desmanchando consensos**. 3. ed. Petrópolis/RJ: Vozes, 2002, p. 121-192.

MARQUES, E. M.; RANIERI, V. E. L. Determinantes da decisão de manter áreas protegidas em terras privadas: o caso das reservas legais do Estado de São Paulo. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v.15, n.1, p. 131-145, 2012.

MARTINS, R. B. Diagnóstico dos produtores de mudas florestais nativas do Estado de São Paulo. **Projeto de Recuperação de Mata Ciliares, Secretaria do Meio Ambiente**, São Paulo, 2011.

MAY, P. H.; GEBARA, M. F.; CONTI, B. R.; LIMA, G. R. The 'Ecological' Value Added Tax (ICMS-Ecológico) in Brazil and its effectiveness in state biodiversity conservation: a comparative analysis. In: **Proceedings of the 12th Biennial Conference of the International Society for Ecological Economics**, Rio de Janeiro. 2012.

METZGER, J. P.; BRANCALION, P. Challenges and opportunities in applying a landscape ecology perspective in restoration: a powerful approach to shape neolandscapes. **Natureza & Conservação**, São Carlos, v. 11, n. 2, p. 103–107, 2013.

METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica? **Natureza & Conservação**, São Carlos, v. 8, n. 1, p. 92-99, 2010.

MILARÉ, É. Direito do ambiente. São Paulo: **Editores Revista dos Tribunais**, 2013.

MILARÉ, É. Direito do ambiente. A gestão ambiental em foco. Doutrina. Jurisprudência. Glossário. 7. ed. São Paulo: **Revista dos Tribunais**, 2011.

MILLIKAN, B. H. Zoneamento-econômico-ecológico e políticas públicas no Estado de Rondônia. **Projeto Brasil 94/007**, 1999.

MILLIKAN, B.; DEL PRETTE, M. E. **Documento base para discussão sobre metodologia de Zoneamento Ecológico-Econômico na Amazônia**. In: Seminário de Avaliação da metodologia do Zoneamento Ecológico-Econômico para a Amazônia Legal. Programa Piloto de Proteção das Florestas Tropicais Brasileiras. Manaus, AM, 2000. 1 CD-ROM.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Projeções do Agronegócio**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 4 abr. 2014.

MONTAÑO, M. **A aplicação conjunta de método de projeção das alterações no uso e ocupação do solo e de instrumentos de política ambiental: o caso do município de São Carlos (SP)**. 2005. 124 f. Tese de doutorado em Engenharia Civil – Hidráulica e Saneamento. Escola de Engenharia de São Carlos – EESC. Universidade de São Paulo – USP, São Carlos, 2005.

MONTAÑO, M.; OLIVEIRA, I. S. D.; RANIERI, V. E. L.; FONTES, A. T.; SOUZA, M. P. O zoneamento ambiental e sua importância para a localização de atividades. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia de Produção**, Itajubá, n. 6, p. 49-64, 2007.

MONTEIRO R. C. **Estimativa espaço-temporal da superfície potenciométrica do Sistema Aquífero Guarani na cidade de Ribeirão Preto (SP), Brasil**. 2003. Tese (doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, Cambridge, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia do rio Alegre, Espírito Santo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 207-220, 2005.

NITSCH, M. **Anotações sobre o documento de Detalhamento da metodologia para execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal**. Berlim, 23 p., 1998a.

NEVES, M. F. Setor sucroenergético: Ações para Revitalização. **AgroANALYSIS**, São Paulo, v. 32, n. 10, p. 34-35, 2012.

NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações. São Paulo: Edgard Blucher, 2010. 388 p.

NOWATZKI, A.; SANTOS, L. J. C.; PAULA, E. V. Utilização do SIG na delimitação das áreas de preservação permanente (APP's) na Bacia do Rio Sagrado (Morretes/PR). **Sociedade & Natureza (UFU. Online)**, Uberlândia, v. 22, n. 1, p. 121-134, 2010.

OLIVEIRA, G. C.; FERNANDES FILHO, E. I. Metodologia para delimitação de APPs em topo de morro segundo o novo código florestal brasileiro utilizando sistemas de informação geográfica. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16, 2013, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu – PR, 2013. p. 4443-4450.

OLIVEIRA, I. S. D. **A contribuição do zoneamento ecológico-econômico na avaliação de impacto ambiental: bases e propostas conceituais**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos: USP, 2004.

OLIVEIRA, J. B.; MENK, J. R.; BARBIERI, J. L.; ROTTA, C. L.; TREMOCOLDI, W. Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo. Quadrícula de Ribeirão Preto. **Campinas: Convênio EMBRAPA/Instituto Agrônomo de Campinas**, 1987.

OLIVEIRA, J. B. de. **Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico**. Campinas: IAC, 1999. 110p. (IAC. Boletim Técnico, 45).

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Água para todos. Agua para la vida. **World Water Assessment Programme (WWAP)**, 2003. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ - OIC. **Relatório sobre o mercado cafeeiro**. Disponível em: <[www.ico.org](http://www.ico.org)>. Acesso em: 05 set. de 2012.

PAGIOLA, S.; CARRASCOSA, H. V.; TAFARELLO, D. Introdução. In: AGIOLA, S.; CARRASCOSA, H. V.; TAFARELLO, D. **Experiências de pagamento por serviços ambientais no Brasil**. São Paulo: SMA - SP/CBRN, 2013. p. 17-27.

PARDINI, R.; BUENO, A. A.; GARDNER, T. A.; PRADO, P. I.; METZGER, J. P. Beyond the fragmentation threshold hypothesis: regime shifts in biodiversity across fragmented landscapes. **Plos One**, San Francisco, v. 5, n. 10, p. e13666, 2010.

PERROTTA, M. M.; SALVADOR, E. D.; LOPES, R. C.; D'AGOSTINO, L. Z.; PERUFFO, N.; GOMES, S. D.; SACHS, L. L. B.; MEIRA, V. T.; GARCIA, M. G. M.; LACERDA FILHO, J. V. 2005. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:750.000**. Programa Geologia do Brasil - PGB, CPRM, São Paulo, 2005.

PONÇANO, W. L. As coberturas Cenozóicas. In: **Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000**. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia/PROMOCET. v. 1, p. 82-96, 1981.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BROTAS. **Zoneamento Ambiental do município de Brotas (SP): subsídios ao planejamento ambiental - relatório final**. Brotas: Prefeitura Municipal de Brotas, 2007. 35 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ALTINÓPOLIS. Plano Diretor Participativo Urbano De Altinópolis, SP - volume 1- Paisagem De Altinópolis. Altinópolis, 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ALTINÓPOLIS. Plano Diretor Participativo Urbano De Altinópolis, SP - volume 2 - Cartografia Altinopolense. Altinópolis, 2014.

RAMALHO FILHO, A; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995.

RANIERI, V. E. L. **Discussão das potencialidades e restrições do meio como subsídio para o zoneamento ambiental: o caso do município de Descalvado (SP)**. 2000. 87 p. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos: USP, 2000.

REGINATO, P. A. R.; STRIEDER, A. J. Caracterização Estrutural dos Aquíferos Fraturados da Formação Serra Geral na Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 36, n. 1, p.13-22, 2006.

REGO, E. H. Conflitos do Zoneamento Ecológico-Econômico: A experiência do Decreto Estadual nº 49.215, de 07 de Setembro de 2004. **Anais do XV Encontro Nacional do CONDEPI –Recife**, 2006.

RIBEIRO, D. R. S.; OKUYAMA, K. K.; ROCHA, C. H.; WERICH NETO, P. H.; MAZER, G. P. Impactos da nova lei ambiental, na recuperação das áreas de Preservação Permanente (APPs). Resumo do VIII Caderno Brasileiro de Agroecologia: **Caderno de Agroecologia**, Porto Alegre/RS, v. 8, n. 2, 2013.

RODRIGUES, C. A. G.; HOTT, M. C. Dinâmica da vegetação natural no nordeste do estado de São Paulo, entre 1988 e 2003. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 881-887, 2010.

RODRIGUES, R. R.; LIMA, R. A. F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1242-1251, 2009.

ROSA, R. Metodologia para zoneamento de bacias hidrográficas utilizando produtos de Sensoriamento Remoto e integrados por Sistema de Informação Geográfica In: INPE,

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996, Salvador, **Anais**, p. 363-368.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Laboratório de Geomorfologia Depto de Geografia FFLCH-USP/Laboratório de Cartografia Geotécnica - Geologia Aplicada - IPT/FAPESP, 1997. 63p.

RUDORFF, B. F. T.; AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; SUGAWARA, L. M.; ADAMI, M.; MOREIRA, M. A. Studies on the Rapid Expansion of Sugarcane for Ethanol Production in São Paulo State (Brazil) Using Landsat Data. *Remote Sensing*, v. 2, n.4, p. 1057-1076. Disponível em: doi: <10.3390/rs2041057>. Acesso em: 25 de ago. de 2013

SAES, M. S. M.; NAKAZONE, D. O agronegócio do café do Brasil no mercado internacional. **Revista FAE BUSINESS**, Curitiba, n. 9, p. 40-42, 2004.

SANTOS, D. G.; ROMANO, P. A. **Conservação da água e do solo, e gestão integrada dos recursos hídricos**. Revista Política Agrícola - Ministério da Agricultura Ano XIV - Nº 2- -Abr /mai/jun. 2005 pág. 51.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353p.

SANTOS, M. M.; ALENCASTRE, C. E.; CAETANO-CHANG, M. R.; KIANG, C. H.; GASTMANS, D.; CRIVELENTI, R. Uso Atual do Sistema Aquífero Guarani na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo (UGRHI 04) (SP). In: **XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. 2008.

SANTOS, M. R. R. dos; RANIERI, V. E. L. Critérios para análise do zoneamento ambiental como instrumento de planejamento e ordenamento territorial. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 43-62, 2013.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos. 2004.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental. **Zoneamento Ecológico-Econômico – Litoral Norte São Paulo/ Secretaria de Estado de Meio Ambiente**. Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental. São Paulo: SMA/CLPEA, 2005. 56p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente, Resolução nº 08 de 31 de janeiro de 2008. Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/category/resolucoes-sma/>>. Acesso em: 06 jul de 2012.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 49.215 de 7 de dezembro de 2004, que dispõe sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico do Setor do Litoral Norte, prevê usos e atividades para as diferentes zonas, estabelece diretrizes, metas ambientais e sócio-econômicas e dá outras providências, nos termos estabelecidos pela Lei nº 10.019, de 3 de julho de 1998. Disponível em: < <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=52251>>. Acesso em: 07 nov. 2013.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 10.019 de 3 de julho de 1998, que dispõe sobre o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro. Acesso em: < <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=6838>>. Acesso: 15 nov. de 2013.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008**. São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em: 15 dez. 2013.

SCHUBART, H. O. R. O zoneamento ecológico-econômico e a gestão dos recursos hídricos: o programa zoneamento ecológico-econômico. Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. **Ministério do Meio Ambiente**. 2003.

SILVA, J. A. **Direito Ambiental Constitucional**. 4ª ed. São Paulo: Malheiros Editores. 2003.

SILVA, J. C. B. Os instrumentos jurídico-econômicos conciliadores do conflito entre o desenvolvimento econômico e o meio ambiente ecologicamente equilibrado. **Jus Navigandi**, Teresina, ano 14, n. 2419, 14 fev. 2010. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=14347>>. Acesso em: 01 mar. 2010.

SILVA, J. S. da; RANIERI, V. E. L. O mecanismo de reserva legal e suas implicações econômicas e ambientais. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 115-132, 2014.

SILVA, J. S. V.; SANTOS, R. F. Zoneamento para Planejamento Ambiental: Vantagens e Restrições de Métodos e Técnicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 221-263, 2004.

SINELLI, O. 1984. Análise do nível piezométrico nos últimos 50 anos – Município de Ribeirão Preto (SP). In: 3º CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, Fortaleza: ABAS. **Anais...** São Paulo, 1984. v. 1, p. 450-462.

SODRÉ, A. de A. **Novo Código Florestal Comentado: Lei 12.651/2012**. Leme: São Paulo, Mizuno, 2013.

SOUZA, C. S. de. O papel do zoneamento ambiental no planejamento municipal. **PIDCC**, Aracaju, ed. 04, p. 154-175, 2013.

SOUZA, E. R.; FERNANDES, M. R. **Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentáveis das atividades rurais**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 21, n. 207, p. 15-20, 2000.

SOUZA, J. S. A. **O Programa de zoneamento ecológico econômico para Amazônia legal e a sustentabilidade: aspirações e realidade**. 2008. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, 2008.

SOUZA, L. A. de. **Diagnóstico do meio físico como contribuição ao ordenamento territorial do município de Mariana (MG)**. 2004. 182 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2004.

SOUZA, L. A.; SOBREIRA, F. G.; PRADO FILHO, J. F. Cartografia e diagnóstico geoambiental aplicados ao ordenamento territorial do município de Mariana – MG. **RBC - Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p. 189-203, 2005.

SOUZA, M. P. **Instrumentos de gestão ambiental: fundamentos e prática**. São Carlos: Riani Costa, 2000.

SPAROVEK, G. Caminhos e escolhas na revisão do Código Florestal: quando a compensação compensa? **Revista Visão Agrícola**, Piracicaba, p. 25-28, 2012.

SPAROVEK, G.; BERNDT, G.; BARRETO, A. G.; KLUG, I. L. F. The revision of the Brazilian Forest Act: increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation? **Environmental Science & Policy**, v. 16, p. 65–72, 2012.

STEINBERGER, M. Zoneamento Ecológico-Econômico como instrumento de ordenamento territorial urbano e regional. **Revista Ágora**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 55-74, 1997.

STEINBERGER, M.; ROMERO, M. B. Reflexões preliminares sobre as dimensões demográficas urbanas do zoneamento ecológico-econômico. In: ENCONTRO NACIONAL DA ABEP, 12, Caxambu, **Anais...**, ABEP: Caxambu, 2000.

STRAHLER, A. N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology**. Transactions, American Geophysical Union, Florida, v. 38, n. 6, p. 913-920, 1957.

TAMBOSI, L. R.; MARTENSEN, A. C.; RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P. Identificação de áreas para o aumento da conectividade dos remanescentes e unidades de conservação da Mata Atlântica. In: CUNHA, A. A.; GUEDES, B. (Orgs). **Mapeamentos para a conservação e recuperação da biodiversidade na Mata Atlântica: em busca de uma estratégia espacial integradora para orientar ações aplicadas**. 1 ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2013, v. 1, p. 33-83.

THOMAS, B. L. Proposta de zoneamento ambiental para o município de Arroio do Meio-RS. **Ra'e Ga – O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 24, p. 199-226, 2012.

TORRES, A. J. **Projeto LUPA 2007/2008: Censo Agropecuário do Estado de São Paulo**. São Paulo: IEA/CATI/SAA, 2008. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em: 18 de abr. De 2011.

TUBELIS, D. P.; COWLING, A.; DONNELLY, C. Landscape supplementation in adjacent savannas and its implications for the design of corridors for forest birds in the central Cerrado, Brazil. **Biological Conservation**, v. 118, n. 3, p. 353-364, 2004.

TURNER, I. M. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 33, n. 2, p. 200-209, 1996.

USDA – **United States Department of Agriculture/Foreign Agriculture Service**. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov>>. Acesso em: 04 de fev. de 2010.

VASCONCELOS, V. V.; HADAD, R. M.; JUNIOR, P. P. M. Zoneamento Ecológico-Econômico: Objetivos e Estratégias de Política Ambiental. **Revista Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 7, n. 1, p. 119-132, 2013.

VEIGA, F.; GAVALDÃO, M. Iniciativas de PSA de Conservação dos Recursos Hídricos na Mata Atlântica. In: GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. (organizadoras). **Pagamento por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: Lições aprendidas e desafios**. Brasília: MMA, 2011. p. 123-182.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A.. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 1991. 123 p.

WUNDER, S. When payments for environmental services will work for conservation. **Conservation Letters**, v. 6, n.4, p. 230–237, 2013.

ZAKIRA, M. J.; PINTO, L. F. G. **Guia para aplicação da nova lei em propriedades rurais**. Piracicaba, SP: Imaflora, 2013, 32 p.

**Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

ZORZETTO, R. O verde clandestino. **Pesquisa Fapesp**, n.170, 2010. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=4102&bd=1&pg=1&lg=>>> Acesso em: 5 fev. 2011.