

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**GEOECOLOGIA DA PAISAGEM NA AVALIAÇÃO DO USO DOS RECURSOS
HÍDRICOS DA PARTE INICIAL DA BACIA DO RIBEIRÃO DAS POSSES - SP**

MILENA ROSA LOPES LOZANO

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – *Campus* de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Irrigação e Drenagem.

BOTUCATU-SP
Agosto– 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**GEOECOLOGIA DA PAISAGEM NA AVALIAÇÃO DO USO DOS RECURSOS
HÍDRICOS DA PARTE INICIAL DA BACIA DO RIBEIRÃO DAS POSSES - SP**

MILENA ROSA LOPES LOZANO

Orientadora: Prof^aDr^a Célia Regina Lopes Zimback

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP –*Campus*
de Botucatu, para obtenção do título de Mestre
em Agronomia, Irrigação e Drenagem.

BOTUCATU-SP
Agosto– 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

L925g Lozano, Milena Rosa Lopes, 1987-
Geoecologia da paisagem na avaliação do uso dos recursos hídricos da parte inicial da Bacia do Ribeirão das Posses - SP / Milena Rosa Lopes Lozano. - Botucatu : [s.n.], 2013 ix, 74 f. : ils. color., tabs., fots. color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013
Orientador: Célia Regina Lopes Zimback
Inclui bibliografia

1. Geoecologia ambiental. 2. Geografia - Ecologia - Paisagens. 3. Bacias hidrográficas - Brasil. 4. Sistemas de informação geográfica. I. Zimback, Célia Regina Lopes. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: “GEOECOLOGIA DA PAISAGEM NA AVALIAÇÃO DO USO DOS
RECURSOS HÍDRICOS DA PARTE INICIAL DA BACIA DO RIO
DAS POSSES-SP”**

ALUNA: MILENA ROSA LOPES LOZANO

ORIENTADORA: PROF^a DR^a CÉLIA REGINA LOPES ZIMBACK

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF^a DR^a CÉLIA REGINA LOPES ZIMBACK



PROF. DR. SÉRGIO LÁZARO DE LIMA



PROF. DR. RODRIGO LILLA MANZIONE

Data da Realização: 27 de agosto de 2013.

OFEREÇO

A Deus que, rico em misericórdia e amor, me concedeu a graça de subir mais um degrau nesta escada do conhecimento e que me deu saúde, sabedoria e força nos momentos difíceis desta caminhada...

Aos meus pais – José Lopes Lozano e Clélia Rosa Leite Lozano que são minha razão de viver, minha alegria e meu orgulho, em especial por sempre me apoiarem e incentivarem em todas as etapas da minha vida e cujos quais são meus eternos professores e os melhores pais que Deus poderia ter-me dado...

A toda minha família, que compreendeu minha ausência e correria e pelas palavras carinhosas e pelos conselhos nos momentos difíceis...

Aos meus amigos, em especial ao Luis Paulo, Josi, Gaby, Faby, Dianny, Gabriel e Ricardo pelo carinho e força que me deram, por estarem comigo nos momentos mais difíceis – quer seja no topo quer seja no vale, obrigado por "contar" com vocês durante este período árduo...

Ao meu noivo Luiz Gustavo Vicare, que compartilhou meus momentos de angustias e foi compreensivo em meus momentos de ausência e cansaço, obrigado por “contar” com seu amor na superação de mais uma fase em minha vida...

...dedico.

AGRADEÇO

A minha orientadora, Prof^a. Dr^a. CÉLIA REGINA LOPES ZIMBACK que, apesar de minha ausência no dia-a-dia do grupo, confiou em meu trabalho.

Agradeço também a todas as palavras sábias e pelos conselhos pessoais, frente aos problemas passados durante este período de mestrado. Obrigado professora por ser mais que orientadora – e sim uma amiga.

A ela, minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

A Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, Campus de Botucatu-SP, pela oportunidade de realizar um sonho e por me abrir os caminhos do conhecimento científico e pelo crescimento pessoal e profissional nestes dois anos de mestrado.

Ao Departamento de Recursos Naturais/ Ciência do Solo pela acolhida e por conceder-me a oportunidade de desenvolver o trabalho no Laboratório de Geoprocessamento.

A CAPES, pelo apoio financeiro, sem o qual a realização da dissertação de Mestrado seria comprometida.

Aos integrantes do Grupo de Estudos e Pesquisas Agrárias Georreferenciadas - GEPAG, cujos quais me acolheram e muito me ensinaram, em especial pessoalmente, a Alessandra Fagioli da Silva, Diego Augusto de Campos Moraes, Fábio Ávila Nossack, Juliano Boeck Santos, Leslie Ivana Serino Castro, Luís Gustavo Frediani Lessa, Rodrigo José Pisani e Waylson Zancanella Quartezi.

Um agradecimento especial àqueles que foram mais que colegas de trabalho mas amigos para toda vida - Lucivane, Paulinha e Bruna obrigada pela amizade e o apoio recebido, auxílio nos trabalhos, sugestões, críticas e momentos de descontração e convivência.

Aos colegas de pós-graduação que alegraram minhas manhãs/tardes frias no Lageado e trouxeram cada um com seu jeitinho força, bondade, amizade e exemplos de superação que levarei por toda uma vida – João Queluz, Fran, Daiane, Cris, Clescy, Ramilos, Edilson, etc.

Aos funcionários da biblioteca e as secretarias da Seção de Pós-Graduação, primeiro por me aguentarem durante estes dois anos e segundo pela atenção e dedicação.

E a todos que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

Meus mais sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

1.	RESUMO	1
2.	SUMMARY	3
3.	INTRODUÇÃO	5
4.	REVISÃO DE LITERATURA	8
4.1.	Bacia Hidrográfica e uso do solo	8
4.2.	Geoprocessamento e o Diagnóstico Ambiental	11
4.3.	Geoecologia da Paisagem e o manejo de bacias hidrográficas	13
4.4.	Agricultura e a Percepção de Riscos Ambientais.....	16
5.	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
5.1.	Material	20
5.2.1.	Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema	20
5.2.2.	Localização da Área de Estudo – Ribeirão das Posses.....	23
5.2.3.	Contexto Histórico e Caracterização Socioeconômica.....	24
5.2.4.	Clima	26
5.2.5.	Vegetação	26
5.2.6.	Geologia, Geomorfologia e Pedologia.....	27
5.2.7.	Potencialidades	29
5.2.8.	Águas Subterrâneas	30
5.2.9.	Material Cartográfico Utilizado	31
5.2.	Metodologia	33
5.2.1.	Geoecologia da Paisagem	33
5.2.2.	Construção do Banco de Dados da Área de Estudo	34
5.2.3.	Planejamento Ambiental Rural	35
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
6.1	Inventário	37
6.1.1.	Planos de Informação	43
6.2	Diagnóstico Ambiental da BH Ribeirão das Posses.....	55
6.3	Prognósticos e Propostas	64
6.4	Considerações Finais	65
7.	CONCLUSÕES.....	67
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

LISTA DE TABELAS

TABELA	Página
Tabela 1. Nº de municípios por tipo de captação de água para abastecimento público	31
Tabela 2. Unidades Físicas Obtidas.	38
Tabela 3. Unidades Socioeconômicas Obtidas.	38
Tabela 4. Porcentagem dos Usos e Ocupação do Solo da Sub-Bacia do Ribeirão das Posses.	63

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
Figura 1. UGRHI 14 e municípios pertencentes à CBH-Alpa.....	21
Figura 2. Localização da Bacia do Ribeirão da Posses/ Paranapema na BH - Alpa.....	24
Figura 3. Mapa de Localização da Sub-bacia do Ribeirão das Posses.....	32
Figura 4. Mapa Conceitual da Metodologia Utilizada.....	34
Figura 5. Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN Cel Avelino Th. Menck), localizada a margem direita do Ribeirão das Posses.....	40
Figura 6. Plantação de Eucalipto.....	40
Figura 7. Plantação de citrus à margem direita do Ribeirão da Posses.....	41
Figura 8. Exemplo de forte presença do gado bovino de corte na região.....	41
Figura 9. Horticultura irrigada por aspersão.....	42
Figura 10. Milho irrigado com pivô central, açude após plantação (captação superficial).....	42
Figura 11. Milho irrigado com pivô central, açude após plantação (captação superficial).....	42
Figura 12. Feijão irrigado com pivô central.....	42
Figura 13. Trigo irrigado por canhão.....	42
Figura 14. Cana de açúcar.....	43
Figura 15. Mapa Base e Rede de Drenagem da Bacia do Ribeirão das Posses.....	45
Figura 16. Identificação dos Usuários Outorgados pelo DAEE na Bacia do Ribeirão das Posses.....	46
Figura 17. Uso e Ocupação da Terrada Bacia do Ribeirão das Posses no ano 2000, extraído da imagem Landsat TM 5.....	47
Figura 18. Uso e Ocupação da Terrada Bacia do Ribeirão das Posses no ano 2010, extraído da imagem Landsat TM 5.....	48
Figura 19. Mapa de Localização da Sub-Bacia Ribeirão das Posses.....	49
Figura 20. Rede de Drenagem da Sub-Bacia do Ribeirão das Posses, extraído das cartas Planialtimétricas.....	50
Figura 21. Classes de Declividades da Sub-Bacia do Ribeirão das Posses, realizada a partir das curvas de nível vetorizadas das cartas topográficas.....	51
Figura 22. Uso e Ocupação da Terrano ano de 2012 da sub-bacia do Ribeirão das Posses.....	52
Figura 23 Identificação da área de pivôs centrais, obtido através de trabalhos de campo com Receptor GPS e acesso ao sobrevoo realizado pelo DAEE no segundo trimestre de 2013.....	53
Figura 24. Identificação de Áreas de Preservação Permanente com Conflitos de Uso, mapeados a partir das Imagens Google Earth e atualizados em campo com Receptor GPS.....	54
Figura 25 Exemplos da situação das nascentes na BH Ribeirão das Posses.....	55
Figura 26. Exemplo de pastagem degradada com solifluxão/ reptação.....	55
Figura 27. Pastagens degradadas.....	56

Figura 28. Entrada do Condomínio Terras de Santa Cristina II.....	56
Figura 29. Vista do Iate Clube de Itaí – inserido às Margens do Córrego Ribeirão das Posses no Terras de Santa Cristina II.....	56
Figura 30. Condomínios de alto padrão de casas de veraneio às beiras da Represa Jurumirim às margens do Ribeirão das Posses chamado Terras de Santa Cristina.....	56
Figura 31. Condomínios de alto padrão de casas de veraneio às beiras da Represa Jurumirim às margens do Ribeirão das Posses chamado Terras de Santa Cristina.....	56
Figura 32. Avenida de Acesso ao Iate Clube de Itaí, dentro do condomínio Terras de Santa Cristina, com vista do Ribeirão das Posses ao fundo.....	57
Figura 33. Condomínios de alto padrão de casas de veraneio às beiras da Represa Jurumirim às margens do Ribeirão das Posses chamado Terras de Santa Cristina.....	57
Figura 34. Condomínios de alto padrão de casas de veraneio às beiras da Represa Jurumirim às margens do Ribeirão das Posses chamado Terras de Santa Cristina.....	57
Figura 35. Condomínios de alto padrão de casas de veraneio às beiras da Represa Jurumirim – Margens Esquerda e Direita da BH Ribeirão das Posses.....	57
Figura 36. Condomínios de alto padrão de casas de veraneio às beiras da Represa Jurumirim – Margens Esquerda e Direita da BH Ribeirão das Posses.....	57
Figura 37. Enseada Azul - condomínio de alto padrão de casas de veraneio às beiras da Represa Jurumirim – Margem Direita da BH Ribeirão das Posses.....	57
Figura 38. Falta de sistema de drenagem das vias pavimentadas leva ao carreamento de sedimentos para os córregos que o margeiam.....	58
Figura 39. Falta de sistema de drenagem das vias pavimentadas leva ao carreamento de sedimentos para os córregos que o margeiam.....	59
Figura 40. Estradas rurais às margens de propriedades rurais, carreadoras de sedimentos.....	59
Figura 41. Estradas rurais às margens de propriedades rurais, carreadoras de sedimentos.....	60
Figura 42. Situação alarmante das estradas rurais, sem drenagem das águas pluviais e formação de taludes altos às margens das estradas rurais.....	60
Figura 43. Situação alarmante das estradas rurais, sem drenagem das águas pluviais e formação de taludes altos às margens das estradas rurais.....	60
Figura 44. Deságue do Ribeirão das Posses na Represa Jurumirim – Rio Paranapanema.....	60
Figura 45. Exemplos de falta de APP às margens de açudes e corpos d’água.....	61
Figura 46. Exemplos de falta de APP às margens de açudes e corpos d’água.....	61
Figura 47. Plantação de Eucalipto em Área de Preservação Permanente – nascente do Ribeirão das Posses, próximo à Campos de Holambra.....	62
Figura 48. Plantação de Eucalipto em Área de Preservação Permanente – nascente do Ribeirão das Posses, próximo à Campos de Holambra.....	62
Figura 49 - Descarte de efluentes industriais no Ribeirão das Posses, próximo a Campos de Holambra.....	62
Figura 50 - Descarte de efluentes industriais no Ribeirão das Posses, próximo a Campos de Holambra.....	62

LISTA DE ABREVIATURAS

ASPIPP – Associação dos Produtores Irrigantes e Plantio Direto.

BH-ALPA – Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema.

BH Ribeirão das Posses – Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Posses

CBH-ALPA – Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.

DAEE – Departamento de Água e Energia Elétrica.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

MMA – Ministério do Meio Ambiente.

SMA – Secretaria do Meio Ambiente.

WHO – Organização Mundial da Saúde.

1. RESUMO

Entre outros desafios elencados para consecução na gestão da água encontra-se o paradigma entre o crescimento urbano e econômico, a crescente demanda por alimentos, por produtos e insumos e os impactos gerados por tal crescimento. O planejamento territorial de uma bacia hidrográfica com base em suas características geoambientais constitui o melhor método para evitar a degradação de seus recursos hídricos. Campos de Holambra II, distrito da Estância Turística de Paranapamena, localiza-se a sudeste do Estado de São Paulo e possui uma economia centrada no agronegócio destacando-se, principalmente, por se utilizar da agricultura mecanizada, sistemas modernos de irrigação e altos índices de produtividade agrícola, sendo referência como um dos Maiores Polos Agrícolas Irrigados com Pivô Central do Estado de São Paulo. Desta forma, optou-se pela aplicação da metodologia da geocologia da paisagem para a realização das etapas de planejamento ambiental territorial da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão da Posses, que nasce e abrange a área denominada Campos de Holambra II, com o objetivo de contribuir para uma gestão mais eficiente dos recursos naturais existentes na bacia e oferecer subsídios para o ordenamento territorial rural e conciliar os usos consultivos da bacia com a preservação e conservação dos recursos naturais existentes. Com a aplicação da metodologia da geocologia da paisagem e com o uso de sistemas de informações geográficas (SIG's), pode-se obter uma grande quantidade de dados e, pelos estudos e diagnósticos obtidos, pôde-se concluir que a bacia apresenta: forte presença de processos erosivos acelerados nas cabeceiras de drenagem, fragmentação da vegetação nativa, presença de loteamentos de alto padrão inseridos em área de preservação

permanente, pequena presença de vegetação nativa nas zonas ripárias, alta densidade de barramentos e predomínio de cultivos de grãos irrigados principalmente por sistemas de pivô central. Com a utilização de SIG's e dos resultados obtidos na etapa de diagnóstico ambiental, pode-se elaborar propostas e prognósticos para auxiliar nas futuras etapas de planejamento ambientais pelos gestores municipais e estaduais, sendo elencadas como proposta ações que visem à recuperação, conservação e preservação dos recursos naturais existentes, em especial quanto à minimização dos efeitos indesejados de erosão e perda de fertilidade do solo, à recuperação e revitalização das APP's (Áreas de Proteção Permanente) e zonas de recarga de aquífero, à melhoria nas atividades de monitoramento na bacia, com projetos contínuos para a construção de uma base de dados de série histórica de maior representatividade e a criação de um Programa de Pagamento por Serviços Ambientais aos agricultores que realizarem as práticas conservacionistas propostas. O método utilizado é importante, pois permite que o tomador de decisão analise de forma sistêmica e integrada todos os fatores que interferem no equilíbrio dinâmico da bacia estudada, avaliando cada uma deles e elabore propostas legítimas e melhor embasadas.

Palavras-chave: Geoecologia da paisagem; Sistemas de Informações Geográficas; Planejamento Ambiental, Recursos hídricos.

2. SUMMARY

Other challenges listed for attainment the water management found the paradigm between urban and economical development, the increasing demand for food, products and inputs and impacts created by this increase. The territorial planning of a watershed based on their environmental features is the best method to prevent the degradation of water resources. Campos Holambra II, district of Tourist City of Paranapamena, is located in the southeast of the state of Sao Paulo and has an economy based on agribusiness emphasizing mainly by using mechanized farming, modern systems of irrigation and high rates of agricultural productivity, being the reference as one of the Biggest Centre of Agricultural Irrigated Pole with Central Pivot of the state of Sao Paulo.

Thus, it was decided to apply the methodology of geocology landscape to perform the planning stages of territorial environmental watershed of the Ribeirão da Posses, which rises and covers the area called Campos de Holambra II, aiming to contribute to a more efficient management of the natural resources in the basin and provide subsidies for rural land arrangement and to provide subsidies for rural and territorial advisory reconcile the uses of the basin with the preservation and conservation of natural resources . With the application of the methodology of geocology landscape and the use of geographic information systems (GIS) , one can obtain a large amount of data and the studies and diagnoses obtained , it was concluded that the basin presents : strong presence of accelerated erosion in the headwaters drainage , fragmentation of native vegetation , the presence of blends of high standard placed in a permanent conservation area , small presence of native vegetation in riparian zones , high density bushes and

predominance of irrigated grain crops mainly by center pivot systems . With the use of GIS and the results obtained in step diagnostic environment , you can prepare proposals and predictions to assist in future stages of environmental planning by municipal and state , being listed as proposed actions for the recovery , conservation and preservation of natural resources , especially as the minimization of unwanted effects of erosion and loss of soil fertility , the recovery and revitalization of APP (Permanent Protection Areas) and recharge areas of the aquifer , the improvement in monitoring activities in the basin , with ongoing projects for the construction of a database of historical series most representative and the creation of a program of Payment for Environmental Services to farmers who undertake the proposed conservation practices . The method used is important because it allows the decision maker to analyze in a systemic and integrated all the factors that affect the dynamic balance of the basin , evaluating each of them and make proposals legitimate and better available.

Keywords: Geoecology of the landscape; Geographic Information Systems, Environmental Planning, Water Resources.

3. INTRODUÇÃO

São muitos os desafios ambientais relacionados com o mundo moderno. Um destes principais desafios é a gestão da água, que nos dias de hoje tornou-se um recurso limitado e vulnerável em grande escala.

Nos países em desenvolvimento, a falta de acesso à água potável e ao saneamento é uma das causas principais de doença e mortes, sendo um dos fatores que dificultam o acesso à educação e ao desenvolvimento econômico. Mas a crise da água não está associada unicamente ao crescimento demográfico ou econômico desordenado e sim a uma gestão deficiente deste recurso, incluindo a falta de: transparência nas decisões tomadas pelo poder público; planejamento do uso e ocupação dos solos em bacias hidrográficas, distribuição igualitária dos recursos em qualidade e quantidade entre os usuários e falta de informação sobre os seus usos que, aliadas a crescente poluição dos recursos existentes, formam a crise atual da água.

Entre outros desafios elencados na gestão da água encontra-se o paradigma entre o crescimento urbano e econômico, a crescente demanda por alimentos, por produtos e insumos e os impactos gerados por tal crescimento.

O momento atual que vivemos de racionamento de energia elétrica e escassez de recursos hídricos, a produção agrícola e o uso das tecnologias disponíveis para a produção de alimentos são colocadas em foco, em especial no que tange a demanda de irrigação necessária para que se consiga manter um padrão de equilíbrio, inclusive na balança comercial brasileira.

Porém, os sistemas de irrigação mais eficientes energeticamente e de menos consumo de água são também os mais caros, o que leva o agricultor a optar por sistemas mais baratos, que consomem mais água e energia.

Ressalva-se também que a falta de informação ou os hábitos enraizados entre os agricultores levam ao uso irracional dos recursos hídricos visto que estes fatores levam o agricultor a optar por sistemas de irrigação sem levar em consideração, de uma maneira geral, fatores relacionados à idade da cultura, umidade relativa do ar, tipos de solos e, mal acostumados com a abundância de água, irrigam cerca 20-30% a mais do que as recomendações técnicas preconizam para uma irrigação racional e praticam um molhamento excessivo do terreno irrigado.

Estas práticas, somadas ao crescimento de áreas plantadas ou necessidade de aumento da produtividade nas áreas já existentes, leva aos gestores dos recursos naturais à necessidade de planejar o crescimento e desenvolvimento das áreas rurais com o enfoque voltado à questão dos recursos hídricos e a necessidade da tomada da bacia hidrográfica como unidade de gestão, trazendo a possibilidade de melhoria da quantidade e qualidade dos recursos disponíveis para continuidade das atividades desenvolvidas na bacia de forma mais sustentada e sustentável.

A região do Alto Paranapanema é uma região predominantemente agrícola, com forte presença de sistemas de irrigação e monoculturas irrigadas. Para a manutenção da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Alto Paranapanema far-se-á necessárias ações a curto e médio prazo para preservar os recursos ainda existentes na mesma, visto que a atual gestão dos recursos encontra-se com inúmeros problemas de cunho ambiental devido, muitas vezes, à carência de profissionais qualificados e recursos financeiros para investimento.

Segundo o Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema, publicado em 2012, entre os principais problemas ambientais da região encontram-se o assoreamento e processos erosivos profundos, perda da quantidade e qualidade da água nos corpos hídricos perenes, a deposição inadequada de resíduos sólidos, o lançamento de efluentes não tratados nos corpos hídricos, desmatamento e o aumento crescente na demanda por água.

A sub-bacia do Ribeirão da Posses está inserida neste contexto e é uma bacia predominantemente agrária, com agricultura irrigada e mecanizada e tendo em seu histórico de ocupação marcas evidentes deste descaso com o meio ambiente local, o que gerou como ônus inúmeros passivos, em especial nos córregos e rios pertencentes à bacia.

Além dos problemas anteriormente citados, a bacia em questão possui como agravante: a tendência de expansão urbana para as áreas de lazer de alto padrão às margens da represa Jurumirim; sérios problemas relativos à falta de informação da população em geral; ocupação indevida de áreas de preservação permanente; disposição inadequada de resíduos sólidos e falta de um sistema de gestão ambiental eficiente.

Desta forma, como objetivo geral pretende-se contribuir para uma gestão mais eficiente dos recursos naturais existentes na bacia, oferecer subsídios para o ordenamento territorial rural e proporcionar bases para a elaboração de um plano de ações

que compatibilize o crescimento econômico e a expansão dos usos consultivos da bacia com a preservação e conservação dos recursos naturais existentes.

Os objetivos específicos do trabalho foram:

- Construção de banco de dados digital da sub-bacia do Ribeirão da Posses;
- Identificar os principais problemas ambientais que afligem a bacia e compreender os processos naturais e sociais presentes na área;
- Confecção de base cartográfica e mapas temáticos por meio de geoprocessamento integrado à Geoecologia da Paisagem;
- Distinção, classificação e cartografia das paisagens, sendo os mapas produzidos ponto de partida para futuras análises;
- Contribuir para as fases futuras do planejamento ambiental e uma melhoria no processo de gestão integrada da bacia em questão.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Bacia Hidrográfica e uso do solo

A degradação indisciplinada dos recursos naturais é um processo que deve ser analisado com eficiência e rapidez, devendo atenção especial aos recursos hídricos e aos solos que vêm sofrendo uma constante e crescente degradação em função da não preservação e usos incompatíveis aos adequados à sua estrutura e localização (BUCENE, 2002).

De acordo com Bezerra e Veiga (2000), o desmatamento e o manejo inadequado dos solos levam à degradação de sua estrutura física e iniciam os processos de erosão dos solos. Os solos empobrecidos pelos processos erosivos exigem mais fertilizantes, que, em sua maioria, não suprem de modo natural as necessidades nutricionais das plantas, tornando-as assim mais sensíveis ao ataque de pragas e doenças, o que leva ao agricultor a associar o uso de fertilizantes com a aplicação de defensivos agrícolas o uso de agroquímicos, em especial nos sistemas monoculturais. Esse ciclo, bastante comum na agricultura moderna, vem acarretando uma série de impactos, em especial no que tange aos recursos hídricos.

Os recursos hídricos, no Brasil, vêm sofrendo constantes e crescentes contaminações em virtude da má utilização e conservação dos recursos naturais existentes ao seu redor das bacias hidrográficas, em especial em suas áreas de recarga/contribuição.

Em áreas predominantemente agrícolas, as águas carreadas a estes cursos d'água frequentemente transportam solo muitas vezes outrora adubados ou corrigidos a altos custos por agricultores, o que propicia a poluição das mesmas e até do lençol freático em casos de lixiviação do solo, comprometendo a utilização dos recursos hídricos destas bacias para o abastecimento urbano e irrigação (ASSAD et al., 1998).

A irrigação é sabidamente o maior usuário de água no Brasil e a estimativa de área irrigável é da ordem de 29,6 milhões de hectares e a Bacia do Paraná destaca-se entre as demais pelo valor estimado de área de 1,4 milhão de hectares irrigados no ano de 2005 (CHRISTOFIDIS, 2005).

Porém, apesar da agricultura irrigada ser o principal uso consultivo no Brasil, ela resulta em um aumento da oferta de alimentos e produtividade por hectare.

Desta forma, destaca-se a importância da agricultura irrigada consciente e racional – visando o uso eficiente do recurso hídrico utilizado e o cuidado na utilização de agroquímicos associados ao processo produtivo (ANA, 2012).

A poluição difusa, resultante do uso agrícola inadequado dos solos, é uma das maiores ameaças à qualidade da água superficial e subterrânea em bacias hidrográficas e é causada principalmente pela substituição da cobertura original do solo por culturas agrícolas sem práticas sustentáveis de manejo.

Segundo Vettorazzi (2006), entre outros fatores, a relação entre escoamento superficial e infiltração da água das chuvas resulta em erosão do solo e carreamento de quantidades acima do normal de sedimentos aos canais de drenagem, o que altera as características físicas e químicas da água pela presença dos sedimentos, aumenta a quantidade de matéria orgânica, nutrientes e outros elementos e compostos químicos, provenientes principalmente de defensivos agrícolas e fertilizantes.

Entre os poluentes oriundos da poluição difusa encontra-se o nitrato, um dos principais contaminantes das águas subterrâneas do estado de São Paulo. De acordo com Gazizabal (2010), a agricultura irrigada necessita avançar rumo à sustentabilidade ambiental, pois, sem um bom conhecimento da resposta do sistema agrícola, o impacto da irrigação, fertirrigação e aplicação de defensivos agrícolas pode afetar os agroecossistemas e o ambiente de entorno, sendo necessário melhorar a gestão da adubação nitrogenada, exigindo um esforço maior para diminuir as taxas excessivas de aplicação.

Assim, entre os contaminantes encontrados nas águas subterrâneas, o nitrato é aquele que apresenta ocorrência mais generalizada e problemática devido à alta mobilidade e estabilidade química do composto. As práticas agrícolas, incluindo o uso de fertilizantes, estão entre os agentes promotores desta contaminação que, segundo o monitoramento das águas subterrâneas efetuado pela CETESB, Cia Ambiental do Estado de São Paulo, teve um aumento das concentrações neste parâmetro nos aquíferos paulistas (IG, 2013).

Segundo Foster & Hirata (1988), o risco de contaminação da água subterrânea pode ser calculado de acordo com a vulnerabilidade natural do aquífero e a carga contaminante potencial existente, a interação destes fatores determina a capacidade de penetração de poluentes na zona saturada e a capacidade do aquífero em atenuar a concentração dos poluentes.

A integridade hidrológica de um bacia não está relacionada apenas aos tipos de uso dos solos a montante à mesma, mas também dos mecanismos naturais de controle, como a relação existente entre a cobertura vegetal ribeirinha e a água, especialmente em áreas de nascentes de corpos d'água (SANTOS; ROMANO, 2005).

O equilíbrio hidrológico do sistema de uma bacia hidrográfica está relacionado diretamente às vegetações ciliares que circundam este recurso. Segundo Simões (2001), no que tange à gestão de bacias hidrográficas agrícolas é a manutenção da vegetação natural ribeirinha, em especial nas Áreas de Preservação Permanente (APP), que garante tal equilíbrio pois a presença destas áreas vegetais pode reduzir a entrada de poluentes e sedimentos nos cursos de água, favorecendo a infiltração da água no solo, filtrando sedimentos e materiais orgânicos e compostos associados, absorvendo, retardando ou purificando o escoamento antes que ele atinja os corpos d'água.

Além destes atributos, a Agência Nacional de Águas - ANA (2012) aponta a importância das áreas ciliares para prover alimentação a peixes e outros organismos aquáticos, amenizar o efeito das enchentes e impedem a erosão de terrenos com maiores declives e aponta também como impactos oriundos da não existência desta vegetação nativa:

- a diminuição da umidade e na dinâmica pluvial da região: o desmatamento interfere no ciclo hidrológico, uma vez que sem cobertura vegetal não há absorção de gás carbônico;
- a redução da oferta e da boa distribuição da água no tempo e no espaço: oriunda da redução da infiltração da água no solo;
- o aumento da probabilidade de ocorrência de eventos extremos, tais como inundações: a perda do solo nas áreas marginais a corpos d'água;
- a alteração da temperatura no ecossistema aquático;
- o assoreamento de corpos d'água: as áreas ciliares protegem diretamente os canais contra a erosão de suas margens e contribuirão para aumentar a capacidade de armazenamento de água na bacia.

De acordo com Santos (2004), a oferta de água, em quantidade e qualidade adequadas, está diretamente relacionada a um planejamento adequado do uso e cobertura do solo e a existência de áreas ciliares preservadas/conservadas da bacia hidrográfica em que estes corpos d'água estão inseridos.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente – MMA a Lei Estadual 7.663/91 e na Lei Federal 9.433/97 considerou a adoção da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial para o planejamento e gestão dos recursos hídricos (MMA, 2012).

Desta forma, utilizar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento para gestão de recursos hídricos é de ampla aceitação mundial, pois se constitui em um sistema natural definido geograficamente onde os fluxos de entrada e saída e suas respectivas interações podem ser integrados. Além disso, constitui-se uma unidade espacial de fácil reconhecimento e caracterização e estreitamente ligada ao seu manejo e manutenção da qualidade das águas (SANTOS, 2004).

Segundo Ricordi (1994), o desenvolvimento de uma determinada região deve estar articulado a uma gestão integrada da bacia hidrográfica, utilizando os recursos naturais nela presente de forma a garantir a sustentabilidade ambiental local, a evitar conflitos de usos e a garantir a equidade na distribuição dos mesmos.

De acordo com Mota (1999), o planejamento territorial de uma bacia hidrográfica com base em suas características ambientais constitui o melhor método para evitar a degradação de seus recursos hídricos. Planejar e gerenciar as formas de intensidade de uso em uma bacia refletem diretamente na qualidade e quantidade de recursos hídricos disponíveis para a população.

Uma das soluções encontradas para priorizar investimentos em gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas é a utilização do geoprocessamento que permite a integração de informações em sistemas informatizados que comportam um planejamento cuidadoso com aponte a áreas prioritárias para o investimento de recursos em reflorestamento, saneamento básico, conservação dos solos, entre outras medidas conservacionistas.

4.2. Geoprocessamento e o Diagnóstico Ambiental

A área do conhecimento que aplica técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento e utilização de informações geográficas é o Geoprocessamento.

Segundo Assad et al. (1998), esta é uma tecnologia que tem influenciado de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Planejamento urbano e regional e Agricultura.

O sensoriamento remoto e as técnicas de geoprocessamento e elaboração de sistemas de informações geográficas são amplamente utilizadas em estudos ambientais e de geocologia da paisagem, pois possibilitam caracterizar temporalmente e espacialmente os diferentes tipos de cobertura dos solos, corpos hídricos, drenagem, entre outros padrões de paisagem (VALENTE, 2005).

O sensoriamento remoto, segundo Rocha (2007), pode ser definido como a aquisição de informações sobre um objeto a partir de medidas feitas por um sensor que não se encontra em contato físico direto e que são derivadas da detecção, mensuração e interação da energia eletromagnética e o alvo.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) que integram o sensoriamento remoto propiciam análises do ambiente sem necessidade de idas a campo, elaboração de cenários que favorecem a análise sistêmica e integrada de bacias hidrográficas e a determinação de prioridades dadas as suas capacidades analíticas.

O SIG pode ser empregado como ferramenta para produção de mapas, como suporte para análise espacial de fenômenos e como um banco de dados geográficos, com diversificados enfoques e aplicações de cunho ambiental (CÂMARA, 2011).

Segundo Almeida (1993), o planejamento ambiental é um conjunto de procedimentos para avaliar as aptidões e restrições de um ambiente em relação à uma determinada ação, avaliando as consequências ambientais e as possíveis alternativas para minimização dos possíveis impactos.

De acordo com Fábio (2004), os planejadores que operam os SIGs desempenham um papel muito importante em várias áreas-chave do processo de planejamento, pois são eles que avaliam os valores/pesos de recursos (recursos naturais, recreativos e histórico/culturais), formulam os cenários de planejamento, analisam com olhar de especialista as alternativas viáveis e são os facilitadores para envolver os agentes transformadores da realidade analisada.

Segundo Liu (2006), os SIGs podem ser empregados na integração e análise de dados provenientes de fontes dispersas, como imagens digitais de satélites,

mapas digitais de usos e tipos de solo, topográficos, hidrologias, vegetação, floras e faunas, cartas climatológicas, censos socioeconômicos e outros.

Desta forma, dada a sua capacidade de análise de dados de natureza espacial, para alcançar os objetivos propostos em planos ambientais faz-se necessário o uso de SIG, com a construção de um banco de dados digitais georreferenciados coerentes que atendam a escala e a necessidade da área a ser estudada e planejada.

4.3. Geoecologia da Paisagem e o manejo de bacias hidrográficas

A interação homem-natureza em suas diversas manifestações tem um caráter complexo, contraditório, múltiplo e histórico. As paisagens naturais são modificadas continuamente devido a esta interação, porém devemos recordar que – independente da ação humana, as paisagens continuam subordinadas as Leis da Natureza. A atuação do homem no seu processo de modificação define apenas a direção e a velocidade da evolução da paisagem.

De acordo com a metodologia apontada por Rodriguez et. al. (2004), o “enfoque antropogênico no estudo das paisagens dedica-se basicamente estudar os problemas de modificação e transformação das paisagens, sua classificação e características, os impactos geocológicos e a dinâmica antrópica das paisagens”.

A ação antropogênica introduz novos *inputs*(entradas) e gera novos fluxos e processos que modificam a estrutura e funcionamento do sistema, ora denominado como paisagem, modificando a estabilidade do mesmo, que em alguns casos mais impactantes perdem sua capacidade de auto-regeneração ou não são capazes de existir sem a manutenção humana (RODRIGUEZ et al., 2004).

De acordo com o autor também podemos definir que

“(…) paisagens degradadas são aquelas que exigem prolongados períodos de recuperação, já que as paisagens catastróficas (ou esgotadas) são aquelas cuja recuperação, por via natural, é praticamente irreversível.”

De acordo com Andrade e Chaves(2012), reverter o atual quadro de degradação dos solos brasileiros, otimizar o uso de solos propícios a agricultura, mitigar os impactos ambientais já causado e desenvolver novos sistemas de produção capazes de promover a sustentabilidade ambiental são desafios para o manejo e conservação do solo e da água.

De acordo com os mesmos autores, em diferentes regiões do Brasil antes produtivas hoje se observa a perda de produção, o empobrecimento de agricultores e o crescente número de terras degradadas e com processos erosivos dos mais diferentes níveis, o que acarreta em solos, sementes e insumos agrícolas carregados para rios, lagos e mares. Além do aumento do desmatamento para expansão de novas áreas produtivas, ainda não degradadas, que tem causado a perda da biodiversidade e grandes impactos, em especial na região Centro-oeste e norte do país.

Para evitar a degradação ambiental eminente é preciso planejar o uso das áreas de acordo com as fragilidades e potencialidades locais, sendo que as florestas possuem papel importante na diminuição da velocidade de escoamento, preservação de encosta, infiltração e abastecimento de lençóis de águas subterrâneas e proteção da superfície do solo contra processos erosivos.

A eliminação de áreas florestais e sua substituição por outras coberturas e solo incompatíveis com suas capacidades de uso podem contribuir de forma significativa para os processos de geração, transporte e deposição de sedimentos em corpos d'água, devendo estas áreas ser preservadas especialmente ao redor de nascentes, visando fornecer proteção contra compactação e o assoreamento por práticas agrícolas inadequadas (VETTORAZZI, 2006).

Tais práticas agrícolas somadas ao uso de mecanização na agricultura e, principalmente, a adoção de práticas como aração e gradagem, sulcamento, encateiramento ou plantio realizados morro abaixo, agravam os processos erosivos.

O manejo adequado do solo e o reflorestamento orientado em bacias hidrográficas, em especial em ações de restauração florestal de áreas de preservação permanente, têm sido apontados como uma das soluções mais factíveis e baratas para a questão da produção de água de boa qualidade para o uso humano e agrário, apesar de exigir um planejamento cuidadoso que aponte áreas prioritárias para o investimento de recursos em reflorestamento (VETTORAZZI, 2006).

A integração dos vários aspectos que interferem no uso dos recursos hídricos, em sua qualidade e proteção ambiental deve ser mensurada, em especial de forma integrada ao manejo e recomposição florestal da bacia hidrográfica na qual aquele recurso está inserido.

Diversos sistemas de apoio à decisão, em especial os voltados à determinação de áreas prioritárias para recomposição florestal têm sido desenvolvidos ou

adaptados para operar em ambiente SIG, porém, segundo Santos (2004), a geoeologia da paisagem tem surgido como um caminho integrador dos diversos temas e enfoques abordados.

Para Rodriguez (2008), a análise da paisagem pode ser definida como:

“(...) um conjunto interrelacionado de formações naturais e antropogênicas, podendo-se considerá-la como: um sistema que contém e reproduz recursos; como um meio de vida e da atividade humana; como um laboratório natural e fonte de percepções estéticas (...) e que permite uma interpretação sistêmica da realidade”.

Sendo assim, no campo da geoeologia da paisagem, o foco principal do trabalho é a distinção, classificação e cartografia das paisagens, sendo os mapas produzidos resultado das investigações e ponto de partida para futuras análises, sendo a paisagem objeto central de análise e sua heterogeneidade é desenvolvida quanto a três aspectos: da estrutura, da função e das mudanças (RODRIGUEZ et al., 2004).

Ainda de acordo com o apresentado por Santos (2004), mensura o planejamento ambiental através de estudos de Geoeologia da Paisagem como um “instrumento dirigido a planejar e programar o uso do território, as atividades produtivas, o ordenamento dos assentamentos humanos e o desenvolvimento da sociedade, em compatibilidade com a vocação natural da terra, o aproveitamento sustentável dos recursos e a proteção e qualidade do meio ambiente”(RODRIGUEZ, 1984 apud SANTOS, 2004).

De acordo com a metodologia utilizada por Leal (1995), cujo qual aplicou a metodologia proposta por Rodriguez (1994) no Planejamento Ambiental, as etapas oriundas para consecução dos objetivos são divididas em inventário, diagnóstico ambiental, prognóstico e proposta.

O inventário é uma fase de levantamento detalhado do ambiente, considerando sua localização, sua contextualização histórica, sua biota e componentes socioeconômicos, individualizados e interrelacionados, de forma a obter-se unidades biofísicas, socioeconômicas e ambientais (LEAL, 1995).

O diagnóstico ambiental permite a:

“[...] identificação dos processos ambientais existentes, do Estado Geocológico e da Qualidade de Vida Urbana local. Para isso, utilizamos todas as informações sistematizadas durante o Inventário e elaboramos

novas cartas temáticas e tabelas (...) e a sistematização dos vários processos sociais e naturais presentes” (LEAL, 1995).

O prognóstico consiste em uma etapa que permite estimular o processo de planejamento ambiental, pois ela proporciona a oportunidade de visualizar-se os riscos potenciais que afligem o meio ambiente local. Tal etapa permite a elaboração de propostas melhor embasadas e garante às mesmas maior legitimidade.

4.4. Agricultura e a Percepção de Riscos Ambientais

O esforço para fornecer alimentos e o crescimento e desenvolvimento de países em desenvolvimento na área agrícola lança o desafio de aumentar a produtividade. A agricultura irrigada constitui um elemento-chave em qualquer estratégia para o aumento da produção global. Porém, é questionável e confrontado com os desafios do desenvolvimento e proteção dos recursos hídricos, desta forma devem se elaborar estratégias para garantir a sustentabilidade da agricultura para garantir a viabilidade de tecnologias agrônomicas (BEN-GAL, 2006).

De acordo com Scheierling (2010), o uso da agricultura irrigada é uma prática crescente em todo o mundo devido ao aumento do stress hídrico, em parte devido à mudança climática, o aumento da urbanização, os crescentes fluxos de águas residuais e o êxodo inverso de famílias mais urbanas envolvidas em atividades agrícolas.

De acordo com a World Health Organization WHO (2006), o problema da tendência de aumento de uso da agricultura irrigada em países em desenvolvimento é o uso direto de águas residuais não tratadas ou o uso indireto de águas residuais através da captação superficial de córregos e rios que receberam a montante águas poluidoras urbanas ou oriundas de poluição difusa.

Esses usos não planejados, as descargas poluidoras e a falta de gerenciamento de resíduos no meio rural representam riscos substanciais para a saúde pública.

Há diferentes formas de se descrever e diferentes formas de percepção dos chamados riscos ambientais.

De acordo com Sanchez (2008), o risco ambiental é a capacidade de acontecimento de efeitos indesejáveis, oriundos de ações antrópicas ou não, que afetem

direta ou indiretamente a saúde humana, o meio ambiente ou os bens materiais locais, ou seja, a propensão à ocorrência de eventos de impacto negativo ao meio ambiente.

De acordo com Santos (2004), impacto ambiental negativo é “toda alteração perceptível do meio que comprometa o equilíbrio dos sistemas naturais ou antropizados, podendo decorrer tanto das ações humanas como de fenômenos naturais”.

Os riscos ambientais, segundo Dagnino e Carpi Jr. (2007), variam de acordo com o foco do trabalho, da área de interesse e da formação técnica, academia ou profissional da equipe envolvida e também podem ser relacionados ou substituídos por susceptibilidade, vulnerabilidade, sensibilidade ou danos potenciais

Desta forma, o levantamento dos problemas ambientais que afligem uma bacia hidrográfica poderá ser diferente de acordo com o olhar dos observadores do ambiente e a metodologia participativa é um método que pode integrar estas diferentes percepções do meio para levar a elaboração de propostas e de projetos de recuperação ambiental local.

De acordo com Zoccal (2007), o levantamento de problemas que afetem o solo e as águas deve ser necessariamente acompanhado de verificações in locu, trabalhos de campo e entrevistas com residentes do local para garantir que o observado através de sistemas de planejamento sejam condizentes com a realidade local.

O planejamento ambiental, segundo Santos (2004), abrange em seu contexto a interação e a dinâmica do meio estudado e realiza avaliações de impactos ambientais focados nos riscos potenciais de ocorrência e as fragilidades do meio.

Ao realizar-se o processo de planejar uma bacia hidrográfica com enfoque conservador e ambiental a sistematização e coleta de dados, seguida do diagnóstico, dos prognósticos e zoneamento visa-se diagnosticar, prever e prevenir contra os diferentes riscos que afligem a bacia hidrográfica a ser planejada.

Este processo culmina no manejo dos recursos naturais de forma a garantir o acesso da população presente e futura a recursos de qualidade e em quantidade satisfatória.

De acordo com Santos(2004),o planejamento ambiental está voltado para um aspecto de desenvolvimento sustentável, considerando a quantidade e qualidade dos recursos naturais de forma que se possa utilizá-los de maneira racional, aplicando os aspectos da conservação e preservação de sistemas naturais.

Desta forma, o planejamento ambiental assistido da identificação de riscos ambientais potenciais constitui um dos instrumentos fundamentais para a proteção das águas e dos recursos naturais presentes na bacia hidrográfica planejada.

Os estudos e pesquisas sobre a aplicação da ferramenta de Pagamento por Serviços Ambientais - PSA, oriunda do princípio preservador - receptor, têm demonstrado que é mais viável financeiramente incentivar a conservação e recuperação de áreas naturais produtoras de serviços ecossistêmicos que realizar obras e projetos de remediação ou recuperação de áreas completamente degradadas.

Estudos revelam também que, muitas vezes, a degradação ambiental em áreas rurais ocorre em consonância com a falta de recursos financeiros e técnicos dos produtores rurais. Ao utilizar o PSA como ferramenta de apoio a decisão e a gestão das propriedades que se encontram degradadas financeira e ambientalmente, pode-se promover a melhoria da conservação da biodiversidade, da infiltração da água no solo, da qualidade dos solos e da produtividade (GLEHN,2012).

O governo do Estado de São Paulo, através da Lei nº13.798/2009, criou um Programa de Pagamento por Serviços Ambientais com o objetivo de incentivar produtores rurais a manter suas áreas com vegetação nativa e sistemas produtivos sustentáveis – como os agroflorestais e silvopastoris.

Para participar do programa, além da contribuição da propriedade rural para a mitigação do aquecimento global, o produtor rural precisa ter ações que visem a conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos.

Segundo Glehn (2012), o PSA poderá ser “usado como instrumento para incentivar a recuperação de pastagens degradadas, apoiando uma conversão para sistemas produtivos mais sustentáveis”.

De acordo com Sivrikaya (2007), os recursos florestais “têm valores importantes do ponto de vista ecológico e fornecer bense serviços que são essenciais para manter o sistema de suporte de vida em uma escala local e global”. Desta forma, ações que incentivem agricultores a preservar em suas áreas tais recursos são de extrema valia para garantir o equilíbrio ecológico do ecossistema local.

Segundo Nossack (2012), “o panorama atual de uso e conservação do solo, é apenas uma questão de tempo até os recursos chegarem a níveis críticos e a solução dos problemas se tornarem uma questão de necessidade básica”. Assim, técnicas e

políticas que visem à restauração/recuperação ambiental devem ser estudadas e implementadas de forma a garantir a qualidade e quantidade destes recursos.

O estudo da paisagem com foco nos componentes antropogênicos da paisagem de forma integrada permite compreender processos interativos entre o homem, os recursos naturais e fluxos energéticos da bacia, possibilitando a compreensão de qual a resposta da natureza para as ações humanas.

Portanto, o estudo aplicado ao planejamento ambiental e gestão das águas na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão das Posses, através da análise integrada da paisagem permite identificar a situação ambiental atual, sua evolução histórica e apresentar propostas visando à recuperação e conservação dos recursos hídricos, através do pagamento por serviços ambientais aos agentes promotores do desenvolvimento sustentável da bacia em questão.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Material

5.2.1. Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema

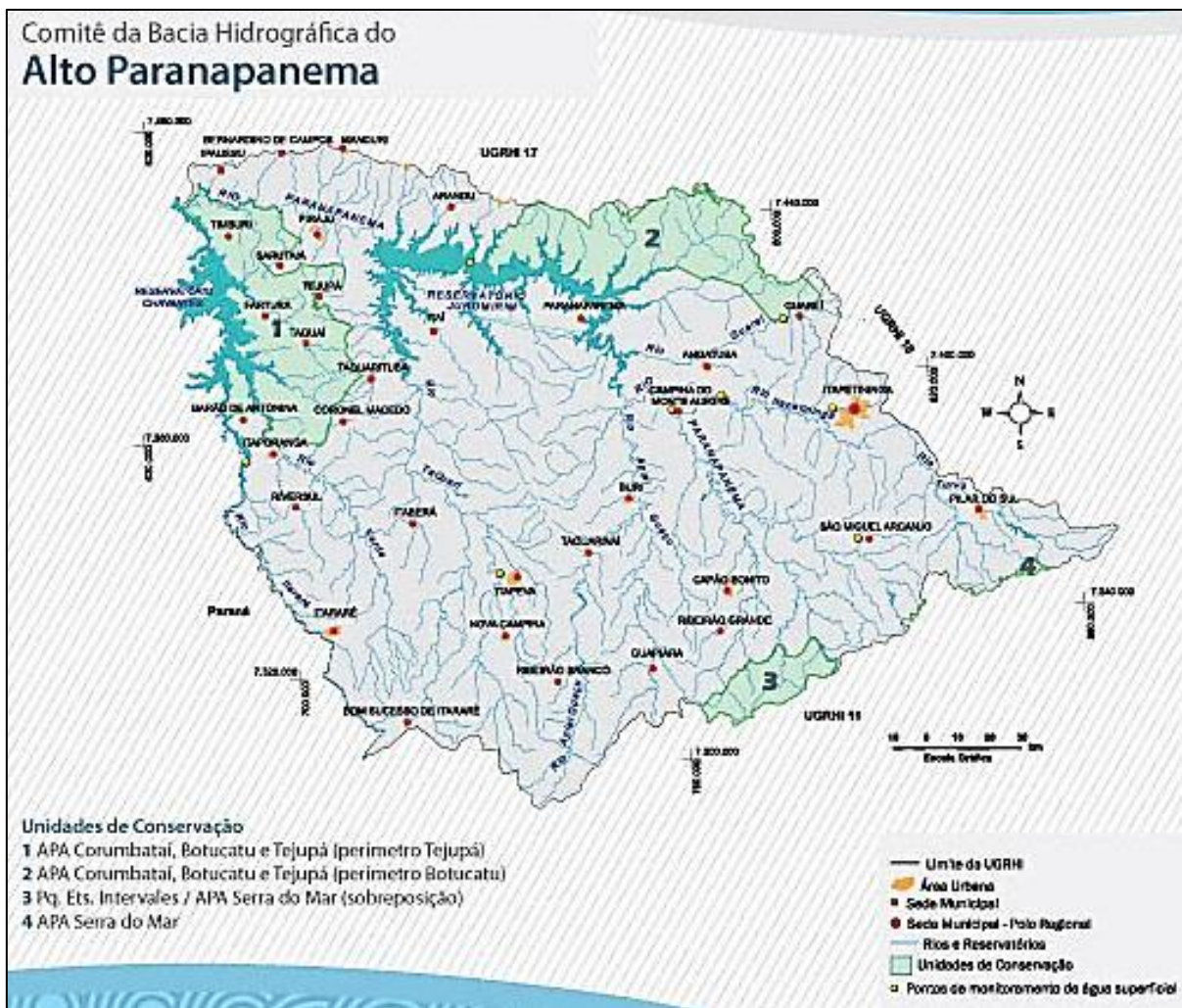
Na atual estrutura paulista de gestão dos recursos hídricos, a Represa Jurumirime seus respectivos afluentes, entre eles o Ribeirão das Posses, pertencem à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Alto Paranapanema (UGRH-14) e integram o Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema (CBH-ALPA), cuja qual é predominantemente agrícola e possui uma das mais elevadas demandas de águas superficiais para irrigação do estado de São Paulo.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema é composto por 35 (trinta e cinco) municípios com sede localizada na área da UGRH-14, sendo que 6 (seis) deles possuem parte do seu território em áreas de outras UGRH, com um território de 22.550 Km² e população fixa de 631.186 habitantes, como pode ser observado na Figura 1.

A UGRH-14 localiza-se na região sudoeste do Estado de São Paulo, engloba cidades médias e pequenas com predomínio de municípios de até 20 mil habitantes, com taxa de urbanização de 74,78%, o que é 20% menor que a média do Estado de São Paulo e demonstra a predominância agrária da bacia a qual podemos destacar as culturas de milho, feijão, batata e cana-de-açúcar e a pecuária como a principal atividade do setor primário(FUNDAÇÃO SEADE, 2012).

Os principais rios da Bacia são os rios Paranapanema, Apiaí-Guaçu, Taquarí, Itapetininga, Verde, Capivarí, Itararé e Ribeirão das Almas e abrange uma área de drenagem de aproximadamente 22.689 km².

Figura 1. UGRHI 14 e municípios pertencente à CBH-Alpa.



(Fonte: <http://www.sigrh.sp.gov.br>)

No Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema 2012-2015 aprovado pelo Comitê CBH-ALPA Foram relatados 62 (sessenta e dois) conflitos mais preocupantes pelos membros do CBH-ALPA, dos quais enfatiza-se os principais :

- **Problemas socioambientais oriundos do ecoturismo:** aparte norte da bacia, região do município de Paranapanema, possui o setor turístico desenvolvido, em especial as atividades de ecoturismo no entorno da represa Jurumirim. O crescente número de condomínios, balneários, loteamentos de alto padrão, parcelamentos

de solo, com loteamentos clandestinos, incluindo hotéis, resorts e ausência de medidas de infraestrutura e saneamento adequados para garantir sustentabilidade dos empreendimentos e atividade turística na região.

Outros impactos do ecoturismo são: erosão; tanques de represamento para pesca, sem considerar a introdução de espécies exóticas na região; exploração imobiliária desordenada no entorno dos reservatórios do rio Paranapanema; despejo irregular de esgotos e disposição inadequada de resíduos sólidos.

- **Problemas Sanitários:** Foi relatado no Plano a inexistência de estações de tratamento de esgotos em algumas regiões da Bacia, além da qualidade do tratamento de esgotos nas zonas rural e urbana e inúmeras falhas nos Programas de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e coleta seletiva.

- **Problemas oriundos da Agricultura e Pecuária de larga escala:** o uso não planejado do solo quer seja para a produção agrária quer para a produção animal acarreta problemas de cunho ambiental que, somados ao avanço da monocultura de larga escala e migração (êxodo rural) para as zonas urbanas – sem infraestrutura para o recebimento desta população, levam a problemas na UGRH – 14 de falta de conservação do solo agrícola, assoreamento de corpos d'água, uso indiscriminado de defensivos agrícolas e, erosão do solo erosão, despejo irregular de resíduos (ex: suinocultura; descarte de embalagens de agrotóxico).

- **Déficit de vegetação nativa:** em especial de mata ciliar e reserva legal, com ausência de fiscalização dos órgãos públicos com relação à legislação ambiental vigente, resistência de proprietários em atender à preservação de APP – quer seja por perda de áreas ou por falta de recursos para recomposição florestal, além do baixo empenho dos gestores em dar continuidade aos projetos.

- **Falta de gerenciamento adequado de recursos hídricos:** abertura clandestina de poços sem outorga que são pontos de vulnerabilidade e comprometem a disponibilidade hídrica da região; construções excessivas de Pequenas Centrais Hidrelétricas e Usinas Hidrelétricas; baixo entrosamento e atuação dos municípios de forma regional, baixos incentivos e políticas públicas voltadas à recuperação e

conservação ambiental, necessidade de barramentos para ajudar a regular a vazão para áreas irrigadas devido à possibilidade de falta de água devido à criticidade de algumas sub-bacias predominantemente agrárias (há exemplos também de excessos de utilização de pivôs (alta irrigação) nas regiões de Fartura, Taguai e Taquarituba).

- **Bacias Hidrográficas Críticas:** os pontos críticos de captação de água para consumo humano são: Córrego Areia Branca; Córrego Boi Branco – Camposde Holambra; Córrego Santa Helena– Paranapanema; Ribeirão das Posses; e Córrego dos Carrapatos – Itaí.

- **Falta de gestão e disseminação de informações:** além da falta de ações que tangem a gestão do RH, foram relatados problemas também de indefinição sobre o uso e ocupação do solo adequado às aptidões, conflito do uso agrícola com os recursos naturais, falta de zoneamento agroecológico, falta de manejo e tecnologia para uso correto dos solos, dificuldades com a infraestrutura para recebimento de indústrias de médio e grande porte.

Todas as situações acima elencadas e resumidas trazem consigo problemas de regiões específicas da Bacia do Alto Paranapanema mas também situações generalizadas de conflitos de usos como a falta de vegetação nas áreas rural e urbana; uso inadequado dos solos, poços clandestinos sem outorga e carência de saneamento na zona rural.

De acordo com o Plano de Bacia do ALPA 2012-2015, são cinco as sub-bacias com elevado grau de criticidade – Córrego dos Carrapatos, Córrego do Boi Branco, Córrego Santa Helena, Ribeirão das Posses e Córrego Areia Branca.

Desta forma, aplicar a análise geoeologia da paisagem e princípios das diretrizes estaduais para Pagamento por Serviços Ambientais em uma sub-bacia do Alto Paranapanema, no caso a sub-bacia do Ribeirão das Posses, poderá ser um instrumento valioso para futuras ações de e projetos específicos que visem o desenvolvimento sustentável e sustentado local. O que poderá ser executado baseado nos estudos realizados em tal dissertação.

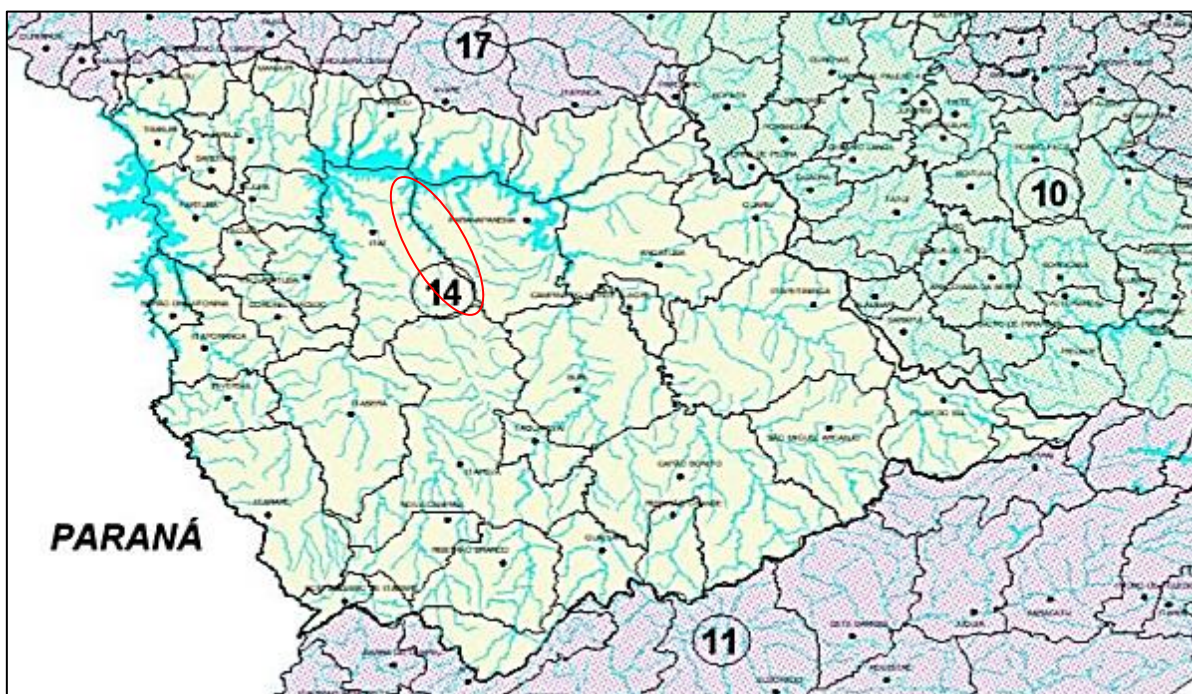
5.2.2. Localização da Área de Estudo – Ribeirão das Posses

Para o presente trabalho foi selecionada a sub-bacia do Ribeirão da Posses, afluente da represa Jurumirim, cuja qual apresenta uma área de drenagem de 138,54 km² e pluviosidade média de 1.395 mm/ano, considerada como uma das cinco bacias classificadas como em situação de criticidade pelo Plano de Bacia 2012-2015.

A sub-bacia está situada entre os paralelos 7.387.000m e 7.409.000m de latitude S, e entre os meridianos 710.500m e 724.500m W Gr.

A localização da sub-bacia em relação aos municípios de Paranapanema e Itaí – SP pode ser observado na Figura 2.

Figura 2. Localização da Bacia do Ribeirão da Posses/ Paranapanema na BH - Alpa.



(Fonte: <http://www.sigrh.sp.gov.br>)

5.2.3. Contexto Histórico e Caracterização Socioeconômica

Através da análise do processo histórico de ocupação da bacia de estudo pode-se observar forte influência da Colônia Holandesa situada na cabeceira de drenagem de um dos tributários da sub-bacia – conhecida atualmente como Distrito de Campos de Holambra – ou simplesmente Holambra II.

A colônia foi fundada na década de 1960, após doação da Fazenda das Posses a imigrantes holandeses que buscavam um novo espaço para dar continuidade

ao crescimento da produção agrícola e da colônia de Holambra – localizada na antiga Fazenda Ribeirão na região Campinas.

Desta forma, em 1960 foi fundada a Cooperativa Agroindustrial de Campos de Holambra no Distrito de Campos de Holambra – Paranapanema- SP com a função de acolher novos imigrantes e a segunda geração de holandeses de Holambra.

Anterior à fundação de Campos de Holambra, a região era formada por grandes latifúndios de criação extensiva de gado e pequenos sítios de Possesiros e meeiros. De acordo com Veldt (2011), presidente da Cooperativa há 18 anos, existiam na região “muitas áreas de campo, cerrado e matas que precisavam ser desbravadas para dar lugar ao que é hoje uma agricultura de alta tecnologia.”

A própria cidade de Paranapanema estava localizada a 11 km de estrada de terra da Rodovia Raposo Tavares (SP-276) e não possuía nenhuma via asfaltada na década de 1960.

A aplicação de uma agricultura de alta tecnologia, investimentos financeiros aportados pelos Estados Unidos e investimentos em ensino, saúde e infraestrutura básica, decorrentes da implantação da Cooperativa, impulsionou e ainda impulsiona o crescimento de toda região sudoeste de São Paulo.

Nos últimos 10 anos a área cultivada na região dobrou de tamanho e hoje o Distrito de Campos de Holambra – pertencente ao município de Paranapanema hoje conta com aproximadamente 6 mil habitantes e abriga a maior beneficiadora de algodão da América Latina e é conhecida como a Capital da Tecnologia Agrícola.

A produção agrícola da região está focada em quatro áreas:

- cereais – são ao todo 40 mil hectares de plantações de milho, soja, feijão, trigo, arroz e cevada;
- algodão – para *tradings* e indústrias paulistas;
- frutas – especialmente pêssego, ameixa, banana e laranja;
- flores – com produção bastante variada.

Deve-se ressaltar que, por trás da paisagem, há um contexto histórico que permite não só a construção do espaço, mas também aperfeiçoar interpretações paisagísticas. Desta forma, buscar informações e organizar a bagagem histórica do local, antes da produção ou apenas da interpretação de uma paisagem, é imprescindível para compreender a conjuntura da realidade.

5.2.4. Clima

De acordo com a classificação climática de Köeppen, na sub-bacia Ribeirão da Posses predomina o clima tropical úmido dos tipos Cfa e Cfb (CAMARGO, 1974 e RUSSO JR., 1980).

O tipo Cfa predomina ao norte da bacia e se caracteriza por verão quente e ausência de seca no inverno (chuva total do mês mais seco maior que 60 mm).

O tipo Cfb ocorre principalmente nas áreas de morros, ao sul da bacia, e se caracteriza pelo verão ameno e chuvoso e pelo inverno mais seco.

De acordo com CBH-ALPA (2011), o balanço hídrico anual, obtido a partir de dados fornecidos da estação meteorológica de Paranapanema, entre os anos de 2008 e 2011, indicou um valor de precipitação pluvial média anual de 1205,89 mm, evapotranspiração potencial média anual de 83,54 mm e evapotranspiração real média anual de 83,00 mm, com déficit médio anual de água no solo de 0,54 mm e excesso médio anual da ordem de 22,89 mm.

Observa-se também que o período mais chuvoso vai de setembro a março, sendo janeiro o mês de maior pluviosidade, seguido por fevereiro e março. No período de abril a agosto a chuva normalmente ultrapassa os 40,00 mm, sendo agosto o mês mais seco.

5.2.5. Vegetação

De acordo com o Plano de Bacias, as vegetações tidas como nativas na região referem-se à floresta estacional semidecidual, cerradão e matas galerias.

A floresta tropical subcaducifolia (floresta estadual semidecidual), caracterizada pela dupla estacionalidade climática - tropical em período de chuvas e subtropical sem período seco. De acordo com o Decreto N° 6.660/2008, Resolução CONAMA 10/93e Resolução Conjunta SMA/IBAMA/SP 02/94, a Floresta Estacional Semidecidual faz parte das formações florestais e ecossistemas associados inseridos no domínio da Mata Atlântica.

Os cerrados possuem amplas características fisionômicas, cujo fator ecológico mais importante na sua formação é a estação seca prolongada, sendo representados por campo limpo, campo sujo, cerrado propriamente dito e cerradão.

As matas galerias - vegetação natural de várzea são formadas por vegetação arbórea e arbustiva, com composição bastante uniforme, associada às inundações periódicas sendo encontrada em terraços e planícies aluviais.

5.2.6. Geologia, Geomorfologia e Pedologia

A quantidade e a qualidade da água dos recursos hídricos, que escoam pelo canal principal de uma bacia hidrográfica em condições naturais, dependem do clima e das características geofísicas e biológicas da sua bacia de contribuição. Desta forma, estudar e compreender quais as características geológicas, geomorfológicas pedológicas e de uso e ocupação do solo da bacia de estudo é de extrema valia para estudos ambientais focados na gestão de recursos hídricos e na análise ambiental de bacias hidrográficas.

a. Geologia

Ocorrem na bacia do Ribeirão da Posses, de acordo com o Mapa Geológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981), três grupos geológicos: Grupo Tubarão, Grupo Passa Dois e Grupo São Bento.

O Grupo Tubarão em sua ocorrência na Bacia é predominantemente da Formação Palermo, cuja qual se constitui de siltitos cinzentos e arenitos finos a médios, podendo ocorrer calcíferos, camadas calcíferas silicificadas e leitos de sílex na base da formação.

O Grupo Passa Dois é representado pela Formação Irati, Serra Alta e Teresina. A Formação Irati é composta por siltitos, argilitos e folhetos silticos de cor cinza e folhetos pirovetuminosos alternados com calcários creme silicificados.

A Formação Serra Alta é essencialmente formada por depósitos marinhos e comumente confundida com a Formação Corumbataí. Sua composição inclui siltitos, folhetos e argilitos cinza escuro a preto.

A Formação Teresina compreende folhetos e argilitos cinza-escuros a avermelhados e apresenta-se como alternância de lâminas, camadas delgadas e bancos de folhetos, argilitos, siltitos e camadas de calcário.

O Grupo São Bento é representado pela formação Botucatu, cuja qual é constituída quase inteiramente de arenitos eólicos de granulação fina a média, uniformes e de grãos com alta esfericidade.

Ressalta-se que a área também apresenta afloramentos do SAG – Sistema Aquífero Guarani, cujo qual constitui o maior reservatório de águas subterrâneas do Estado de São Paulo de acordo com ASSINE et al. (2004), porém sua representação na sub-bacia do Ribeirão da Posses é ínfima ocorrendo em outras áreas da Bacia do Alto Paranapanema com maior expressividade.

b. Geomorfologia

Ocorrem na sub-bacia do Ribeirão da Posses, de acordo com o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981), as seguintes formas de relevo: planícies aluviais, colinas médias, morretes alongados e espigões.

A sub-bacia está praticamente toda inserida na Zona do Paranapanema da Província Geomorfológica denominada Depressão Periférica, predominando os relevos mais acidentados apenas nas cabeceiras de drenagem ao sul.

Características das unidades de relevo da bacia:

Morros Alongados e Espigões (234 e 222) - Ocorrem no extremo sudoeste da área, formam uma rede de drenagens de padrão paralelo, com fortes gradientes regionais devidos ao acentuado caimento das camadas. Estas formas de relevo constituem interflúvios alongados com áreas superiores a 10 Km², topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos, declividades baixas (até 15%) e amplitudes locais entre 100m e 300 m.

Colinas Médias (213) – formas de relevo denudacionais, cujo modelado constitui-se basicamente de colinas amplas e baixas com topos convexos (Dc), onde os tipos de Padrões de Formas Semelhantes são Dc22, Dc32 e Dc33, o que revela um entalhamento médio dos vales entre 20 e 80 m (fraco a médio) e dimensão interfluvial média entre 750 e 3750.

Planícies Aluviais (111) – caracterizadas por terrenos planos, geneticamente produzidas por deposição de sedimentos fluviais arenosos e argilosos inconsolidados e possuem potencial de fragilidade muito alto por serem atingidos pelas inundações periódicas, por lençol freático pouco profundo e sedimentos inconsolidados sujeitos à acomodação constante.

c. Pedologia

De acordo com o Mapa Pedológico do IPT (1981), os solos encontrados na região são:

- PVA 78 – Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos abrupticos text. Arenosa/ média + Neossolos Litólicos eutróficos a moderado e chernozêmico + Nitossolos Vermelhos eutróficos e distroféricos a moderado ambos de textura argilosa todos de relevo ondulado (grupo c/ fragilidade alta na geomorfologia).
- LV 64 – Latossolo Vermelho distrófico a moderado textura argilosa relevo plano e suave ondulado.
- LV 64 – Latossolo Vermelho distróficos textura argilosa relevo suave ondulado + Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos abrupticos ou não de textura média/ argilosa e arenosa/ média relevo ondulado ambos a moderado.
- LVA 13 – Latossolos Vermelho-Amarelo distróficos textura Média + Neossolos Quartzarenicos orticos distróficos ambos a moderado relevo suave ondulado.
- LVA 52 – Latossolos Vermelho-Amarelo distróficos + Latossolo Vermelho distróficos ambos textura média relevo suave ondulado + Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos textura arenosa/ média e média relevo suave ondulado e ondulado todos a moderado.

5.2.7. Potencialidades

De acordo com o CBH-ALPA (2012), na área da Bacia do Alto Paranapanema, os solos mais férteis são os classificados como terra roxa legítima e terra roxa estruturada, sendo solos argilosos, poucos erosivos, bem drenados e intensamente utilizados para agricultura de café, milho, cana-de-açúcar e soja.

Já os Latossolos Vermelho Escuro – latossolo vermelho estão presentes em 30% da área e apresentam baixa fertilidade natural. São pouco erosivos e utilizados principalmente para cultura de cana-de-açúcar, café, citrus e milho e para atividades pastoris.

Os argissolos são mais raros na bacia e são utilizados também para atividades agropastoris.

O restante dos solos presentes, na maioria de natureza arenosa, mais propensos às danosas ações erosivas, são de pouco interesse agrícola, prestando-se mais as pastagens.

Vale ressaltar que, de acordo com o CBH-ALPA (2012), a Bacia do Alto Paranapanema produz 32(trinta e dois) dos 42(quarenta dois) produtos agrosilvopastoris relacionados na estatística da Fundação Seade sobre agropecuária e produção florestal, o que demonstra a alta vocação e grande desenvolvimento agrícola da região, fato este também observado na sub-bacia estudada.

5.2.8. Águas Subterrâneas

De acordo com o monitoramento das águas subterrâneas do Estado de São Paulo realizado pela CETESB, os resultados obtidos no período 2001 a 2003, publicados em abril de 2004, confirmaram que os aquíferos presentes na CBH-ALPA apresentam águas subterrâneas de boa qualidade para consumo humano.

De acordo com o mesmo relatório, foram identificados também locais pontuais em que não foram atingidos os padrões de potabilidade com concentrações de nitrato, bário, ferro, manganês e chumbo nas águas ou não atendem aos padrões bacteriológicos da Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, atualmente substituída pela Portaria 2914/2011.

O relatório demonstra também que, quanto à origem das substâncias em desacordo com os padrões de potabilidade, o nitrato tem origem antrópica – quer seja em meio rural ou urbano.

No caso de ambiente urbano, oriundo de esgotamento sanitário e no ambiente rural de fossas negras e adubações nitrogenadas.

Quanto às substâncias inorgânicas a origem é de mais difícil determinação pois podem ter origens naturais ou antrópicas.

De acordo com o Atlas “Informações Básicas para o Planejamento Ambiental” (SMA, 2002), 64% dos municípios da UGRHI-ALPA utilizam água superficial para abastecimento público e apenas 18% exclusivamente utilizam os lençóis subterrâneos para tal, os tipos de captação de água para abastecimento público estão descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Nº de municípios por tipo de captação de água para abastecimento público

UGRHI	População Urbana (*)	Número de municípios por tipo de captação		
		Superficial	Subterrânea	Mista
14 – Alto Paranapanema	510.233	22	6	6
Estado de São Paulo	34.526.744	200	310	135

Fonte: SMA – 2002 - IBGE 2000.

Outro fator a ser levado em consideração para fins de planejamento dos recursos hídricos é que, além do abastecimento público, as águas subterrâneas de pequena profundidade, de poços rasos, são amplamente utilizadas em áreas não servidas por rede de distribuição de água e nas zonas rurais de todos os municípios.

Esta fonte de água é extratida normalmente por poços cacimba, que frequentemente são construídos de forma precária, sem proteção adequada na boca do poço e próximas de fossas sanitárias, apresentando, geralmente, indícios de contaminação bacteriológica.

5.2.9. Material Cartográfico Utilizado

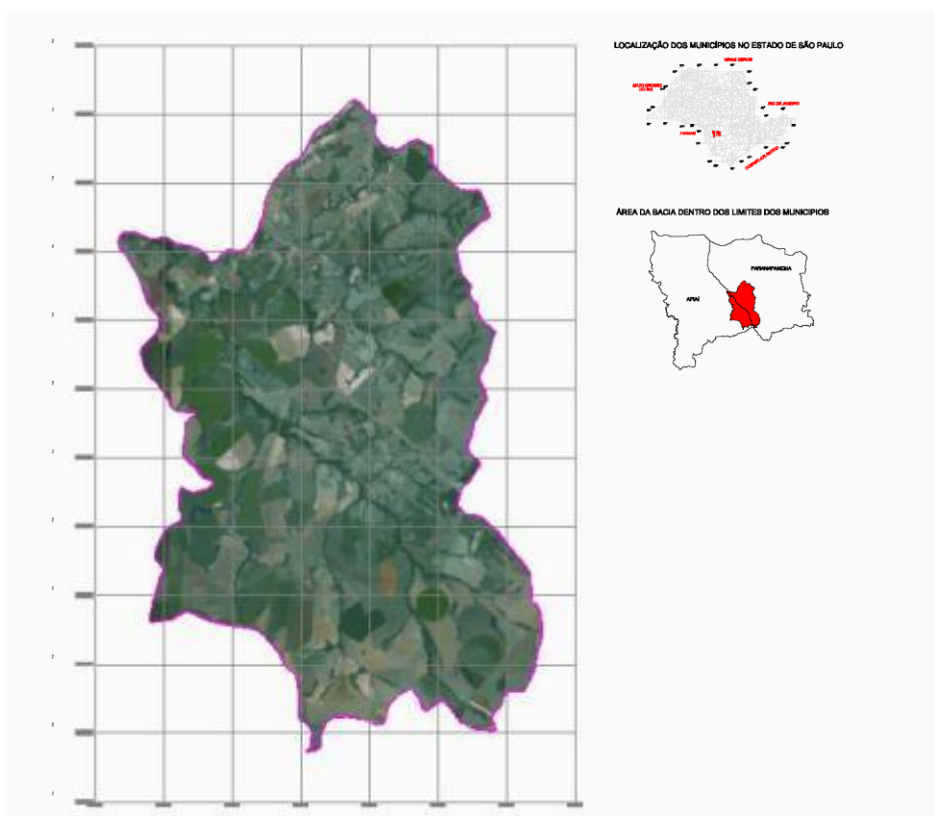
O material cartográfico usado foram as cartas topográficas do IBGE na escala 1:50.000. As articulações das cartas são: Itapeva SF-22-Z-D-V-3; Taquarituba SF-22-Z-D-IV-2; Itaí SF-22-Z-D-I-4; Jurumirim SF-22-Z-D-II-3; e Guarizinho SF-22-Z-D-V-1.

Para a elaboração das cartas de uso e ocupação do solo foram utilizadas imagens do satélite Landsat TM5 datadas de 23/06/2000, 19/06/2010 e de 19/12/2012 e que fornece imagens com uma resolução espacial de 30 metros, operando em 5 bandas espectrais, sendo uma no pancromático, uma no azul, uma no verde, uma no vermelho e uma no infravermelho próximo.

Para atualização das cartas foram realizados trabalhos de campo e imagem do Satélite Spot da data de 18/11/2012, extraída do Google Earth.

Para elaboração da base planialtimétrica, foram utilizados programas tipo CAD e SIG - ArcGIS e Spring 5.2. Para conversão dos produtos cartográficos impressos em papel, para o formato digital foi realizada a escanerização via scanner.

Figura 3. Composição RGB do Satélite Landsat TM 5 de 2012 da bacia do Ribeirão das Posses, divisa dos municípios de Paranapanema e Itaí -SP.



5.2. Metodologia

5.2.1. Geoecologia da Paisagem

Na realização desta pesquisa foram aplicadas as metodologias de planejamento ambiental apontadas e propostas por diversos autores como Rodriguez (1994), Beltrame (1994), Leal (1995), Rodrigues et. al. (2004) e Santos (2004), as quais baseiam-se no princípio da Geoecologia da Paisagem e consistem, em síntese, na elaboração de propostas de melhoria do estado ambiental da área de estudo a partir da execução das etapas de Inventário, Diagnóstico e Prognóstico, utilizando como unidade de planejamento bacias hidrográficas e com foco na produção de água.

Para definição das unidades ambientais, foram primeiramente identificadas as unidades físicas e unidades de uso e ocupação do solo. Para obtenção das unidades ambientais, de acordo com a metodologia empregada por LEAL (1995), estabeleceu-se os seguintes procedimentos:

i) Definição das unidades físicas – através da elaboração e cruzamento de cartas temáticas da geologia, relevo (hipsometria, geomorfologia, declividades), solos, cobertura vegetal nativa e clima;

ii) Definição das unidades de uso e ocupação da terra – através da elaboração das cartas de malha urbana, uso e ocupação rural, expressando a forma de organização espacial da bacia de forma temporal;

iii) Definição das unidades ambientais – a definição das unidades ambientais resultará do cruzamento das cartas sínteses de unidades físicas e uso e ocupação do solo identificando as unidades mais expressivas na paisagem.

Feitas as adaptações necessárias para o caso específico da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão da Posses de acordo com dados disponíveis e o objetivo proposto, obteve-se o fluxograma da Figura 4.

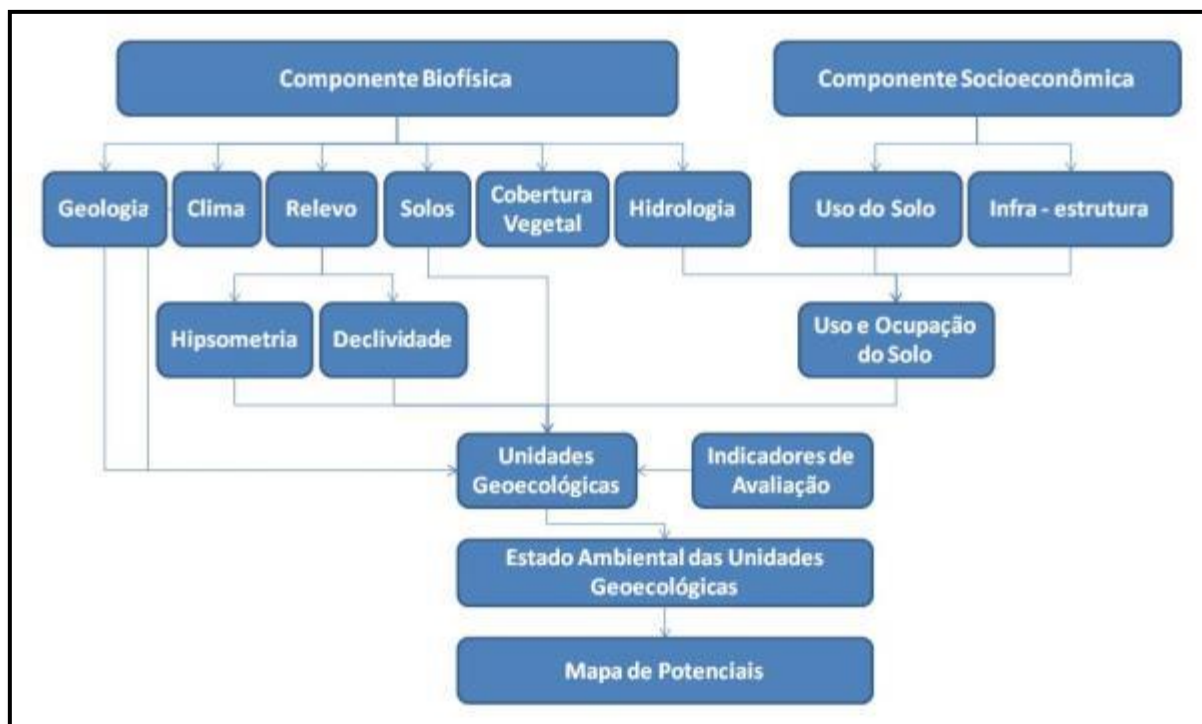


Figura 4. Mapa Conceitual da Metodologia Utilizada.

5.2.2. Construção do Banco de Dados da Área de Estudo

Para obtenção da validação dos dados observados através dos sensores orbitais, checagem das unidades de uso e ocupação da terra, foram realizados trabalhos de campo nas seguintes datas: 12/08/2012, 13/08/2012, 11/03/2013, 23/05/2013, 15 e 16/07/2013, os quais se apresentaram um importante instrumento para se conhecer pessoalmente a realidade local e confirmar ou discriminar as unidades de uso e ocupação da terra e identificação *in locudis* pontos de impacto ambiental observados.

Além dos trabalhos de campo, foram realizadas reuniões junto ao DAEE-Pirajú, CT-Educação Ambiental e participação nas seguintes reuniões e eventos do CBH-ALPA: 27/03/13; 26/02/13 e 19/04/12.

O Sistema de Informações Geográficas forneceu o suporte necessário para o desenvolvimento e aplicação de modelos operacionais específicos, produzindo mapas e permitindo a comparação e intercessão dos diferentes *layerse* a produção dos mapas sínteses.

Utilizou-se também o GPS para a marcação das unidades e câmera fotográfica digital para registro dos diversos elementos da paisagem observados na bacia.

5.2.3. Planejamento Ambiental Rural

Visando evitar a degradação do solo e elaborar propostas que levem em conta os riscos ambientais potenciais da bacia, o planejamento ambiental proposto utilizou-se de geotecnologias e priorizou:

- Preservação e recuperação de áreas de preservação permanente e reservas legais;
- Divisão da área agricultável em zonas de manejo – de acordo com o tipo de solo, grau de degradação, tamanho do talhão, distância de recursos hídricos, entre outros;
- Diagnóstico do estado de degradação do solo em cada uma das zonas e sua relação com prática de manejo utilizada;
- Definição de medidas prioritárias para recuperação ambiental e definição de tecnologias possíveis para contenção de processos erosivos em locais altamente impactados;
- Seleção de culturas passíveis de acordo com a aptidão local, exigências climáticas das culturas e demandas de mercado;
- Introdução de práticas de conservação de solo e água e desenvolvimento de um sistema de produção sustentável – com uso racional de agroquímicos, defensivos agrícolas e reaproveitamento de resíduos, destacando-se a adoção de sistemas de plantio direto sobre palha.

Visando obter um conjunto de práticas para promover a melhoria da estrutura do solo, o aumento da infiltração da água, a ciclagem de nutrientes e a manutenção do solo sempre coberto, foi dada prioridade às propriedades que pratiquem sistemas de plantio direto, agroecológicos, agroflorestais, interação lavoura-pecuária e interação lavoura-pecuária-silviculturae outros exemplos que visem:

- Práticas Mecânicas de Ordenação e dissipação de energia das águas do escoamento superficial e promovam a infiltração da água no solo;
- Práticas edáficas visando a aplicação racional e adequada de adubos e corretivos;
- Práticas vegetativas de seleção e manejo de plantas, em rotação, consórcio ou sucessão para fins de produção, proteção do solo, fixação biológica

de nitrogênio, fornecimento de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e estruturação do solo.

Em relação à população rural, para Rebouças (1999), devido ao baixo nível tecnológico e organizacional da maioria das propriedades rurais, o uso e ocupação do meio rural têm impulsionado o desmatamento das bacias hidrográficas, o aceleramento dos processos erosivos do solo, o empobrecimento das pastagens nativas, a redução das reservas de água do solo e conseqüentemente, progressiva queda da produtividade natural.

Porém, na bacia estudada em questão além dos fatos observados por Rebouças (1999) tem-se associado grandes produtores rurais, detentores de alta tecnologia e nível organizacional, porém com procedimentos agrícolas intensivos visando a alta produtividade e gerando automaticamente problemas relacionados à questão de abastecimento de água e manutenção dos reservatórios de abastecimento de água.

A qualidade da água também é um tema central para o gerenciamento, e necessita da elaboração de um banco de dados, a aplicação de modelos ecológicos e matemáticos e a implantação de sistemas de suporte à decisão, para o controle efetivo da qualidade da água (TUNDISI, 2003).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados e informações apresentados foram coletados em órgãos municipais, estaduais e nacionais, Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema e revisões bibliográficas de trabalhos universitários realizados na área, sendo os mapas confeccionados com a utilização de softwares e em sistema SIG – Sistema de Informação Geográfica, o que permitiu a comparação e intercessão de diferentes layers, a produção de mapas temáticos e a síntese das informações necessárias para elaboração das propostas.

6.1 Inventário

A elaboração do Inventário da área de estudo foi a primeira etapa do processo de planejamento ambiental da bacia hidrográfica, sendo fundamental para as fases seguintes.

Esta etapa, segundo Leal (1995), consiste num processo de investigação detalhada área da bacia, definindo categorias, fatores e parâmetros a serem analisados e realizando um levantamento de dados considerando a localização da bacia, o processo histórico de produção desse espaço e seus aspectos naturais e sociais.

Para a elaboração do Inventário, foram coletados dados e informações referentes aos seguintes itens previamente estipulados:

- a. Geologia;
- b. Geomorfologia;
- c. Declividade;
- d. Solos;

- e. Climatologia;
- f. Áreas florestadas – vegetação nativa;
- g. Áreas Protegidas – APP's e Reservas Legais;
- h. Rede De Drenagem e Hidrografia;
- i. Aquíferos;
- j. Locais atendidos por infraestrutura sanitária: coleta e tratamento de esgotos, drenagem fluvial e coleta/ destinação de resíduos sólidos;
- k. Infraestrutura Viária;
- l. Uso e ocupação dos solos;
- m. Informações Socioeconômicas;
- n. Tipos de Entidades Econômicas.
- o.

Porém devido a dificuldades de obtenção de determinadas informações, dificuldades de representação cartográfica de alguns dados obtidos e disponibilidade de outros dados como o de ecoturismo e usos consultivos dos recursos hídricos, por exemplo, ocorreram alterações no inventário anteriormente proposto.

Sendo assim o inventário final da bacia hidrográfica, contém como dados obtidos nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Unidades Físicas Obtidas.

Geologia
Geomorfologia
Dados Morfométricos (Hipsometria e Declividade)
Pedologia
Remanescentes de Vegetação Nativa
Climatologia
Áreas de Lazer
Rede de Drenagem e Hidrografia
Aquíferos
Uso e Ocupação do Solo

Tabela 3 - Unidades Socioeconômicas Obtidas.

Culturas predominantes
Aglomerações urbana

Os critérios adotados durante o levantamento das informações sobre a área de estudo foram: a precisão das informações quanto aos itens anteriormente descritos, identificação dos principais problemas ambientais, histórico do processo de ocupação e uso e ocupação do solo, compreensão dos processos naturais e sociais presentes, compatibilidade entre o sistema de informações geográficas utilizado com os dados disponíveis.

O nível de detalhe das informações obtidas escolhido foi a escala de 1:25.000 e para o levantamento de dados e informações, obtenção das Unidades Físicas, contou-se com a) levantamentos bibliográficos e cartográficos em diversos órgãos públicos – municipais e estaduais – em especial dos elaboradores do Plano de Bacias 2012-2015; b) revisão bibliográfica da área de estudo e c) entrevistas com funcionários do DAEE-Pirajú e outros integrantes do CBH-ALPA, entre outros.

Para avaliar o processo histórico de concepção do atual uso e ocupação do solo da bacia, foram elaborados mapas de uso e ocupação dos anos de 2000 e 2010 e um diagnóstico participativo contendo resultados observados através dos trabalhos de campo realizados entre 2012-2013 na bacia e através de imagem do Google Earth datada de 18/11/2012.

Os Mapas de Uso e Ocupação da Terra elaborados englobam todas as coberturas naturais e antrópicas existentes na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão das Posses.

A caracterização do uso considera o conhecimento da utilização da terra pelo homem e a presença de vegetação natural, alterada ou não e a identificação das categorias de uso e ocupação existentes foi realizada a partir da interpretação da imagem de satélite.

A identificação de cada categoria, considerando sua resposta espectral imageada, utiliza como parâmetros de individualização a tonalidade, a textura fotográfica, o porte da vegetação e outros aspectos associados, como estrutura e a forma das glebas, limites e outras evidências que fazem convergir para a melhor definição de cada categoria de uso e ocupação.

A escala de mapeamento é compatível com os propósitos do projeto e da resolução da imagem, mas não permite contemplar toda a diversidade existente referente a pequenas propriedades ou glebas, desta forma as unidades identificadas nos mapas são:

- **Vegetação natural de porte arbóreo - Mata**

Compreende a vegetação natural de porte arbóreo e capoeiras, reflorestamento, povoamentos de florestas naturais alteradas ou em estado de regeneração. Nesta categoria também estão incluídas as matas-galeria que acompanham os cursos d'água.

Figura 5. Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN Cel Avelino Th. Menck), localizada a margem direita do Ribeirão das Posses.



- **Reflorestamento de *Pinuse*/ou Eucalipto**

São formações florestais artificiais, disciplinadas e homogêneas, geralmente organizadas em grandes maciços quando para uso industrial (papel, celulose), ou em talhões menores e isolados em propriedades agrícolas, neste caso, geralmente sem representatividade na escala do presente mapeamento. Ocorrem duas espécies principais: eucalipto e pinus.

Figura 6. Plantação de eucalipto.



- **Citricultura**

A citricultura é uma cultura perene, a qual se caracteriza pelo ciclo longo entre o plantio e a renovação dos talhões, tal categoria foi identificada apenas via trabalho de campo em pontos de acesso permitido.

Figura7. Plantação de citrus à margem direita do Ribeirão da Posses.



- **Pastagens**

Engloba esta categoria vegetação de porte baixo a rasteiro como pasto sujo, pastagens artificiais ou plantios de forrageiras para pastoreio, além das pastagens de vegetação espontânea que sobrevivem aos desmatamentos.

Figura 8. Exemplo de forte presença do gado bovino de corte na região.



- **Culturas temporárias**

São as culturas de ciclo vegetativo curto, anual. Aparecem como terra preparada para plantio, terrenos em pousio e culturas em desenvolvimento. As glebas geralmente apresentam estrutura em polígonos e predominam os cultivos de milho, feijão, aveia e triticales. Secundariamente ainda ocorrem cultivos de soja, sorgo, trigo e arroz.

Figura 9. Horticultura irrigada por aspersão.



Figuras 10 e 11. Milho irrigado com pivô central, açude após plantação (captação superficial).



Figuras 12 e 13. Feijão irrigado com pivô central e trigo irrigado por canhão.



- **Cana de açúcar**

Esta é uma categoria que compreende o cultivo semiperene, cuja renovação dos talhões se efetua a cada 4 anos, em média. As áreas têm limites retilíneos, com talhões bem definidos e carregadores próximos. No entanto, o estágio de desenvolvimento da cultura modifica os padrões de interpretação em imagens de satélite, o que gera grande dificuldade para diagnosticar pequenas glebas isoladas, fora das áreas de

cultivo intensivo. Os estágios de desenvolvimento da cultura são: talhões em plantio, em crescimento, adulto, queimado para corte, recém-cortados e restos culturais. A cultura da cana de açúcar ainda está se disseminando na região, sendo observada em campo e nas imagens de satélite poucas áreas de cultivo desta cultura.

Figura 14. Cana de açúcar



- **Áreas urbanizadas**

Compreendem manchas urbanas identificadas na bacia como sedes de propriedades agrícolas, distrito de Campos de Holambra, aglomerações de trabalhadores rurais e loteamentos a beira da represa do tipo casa de veraneio de alto padrão.

- **Água**

Os espelhos d'água observáveis na imagem de satélite são os reservatórios artificiais e os cursos d'água de maior ordem.

6.1.1. Planos de Informação

Os planos de informação gerados constituem-se num dos principais instrumentos para o conhecimento do território e análise das variáveis socioambientais analisadas e foram organizados de forma a facilitar a elaboração das fases posteriores de diagnóstico, prognóstico e propostas.

Todo o banco de dados gerados foi utilizado no Sistema UTM (Universal Transverso de Mercator) e no datum WGS 84. Primeiramente foram gerados planos de informação de toda a Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Posses. Para este caso, os planos de informação gerados foram: Rede de Drenagem (Figura 15), extraído das

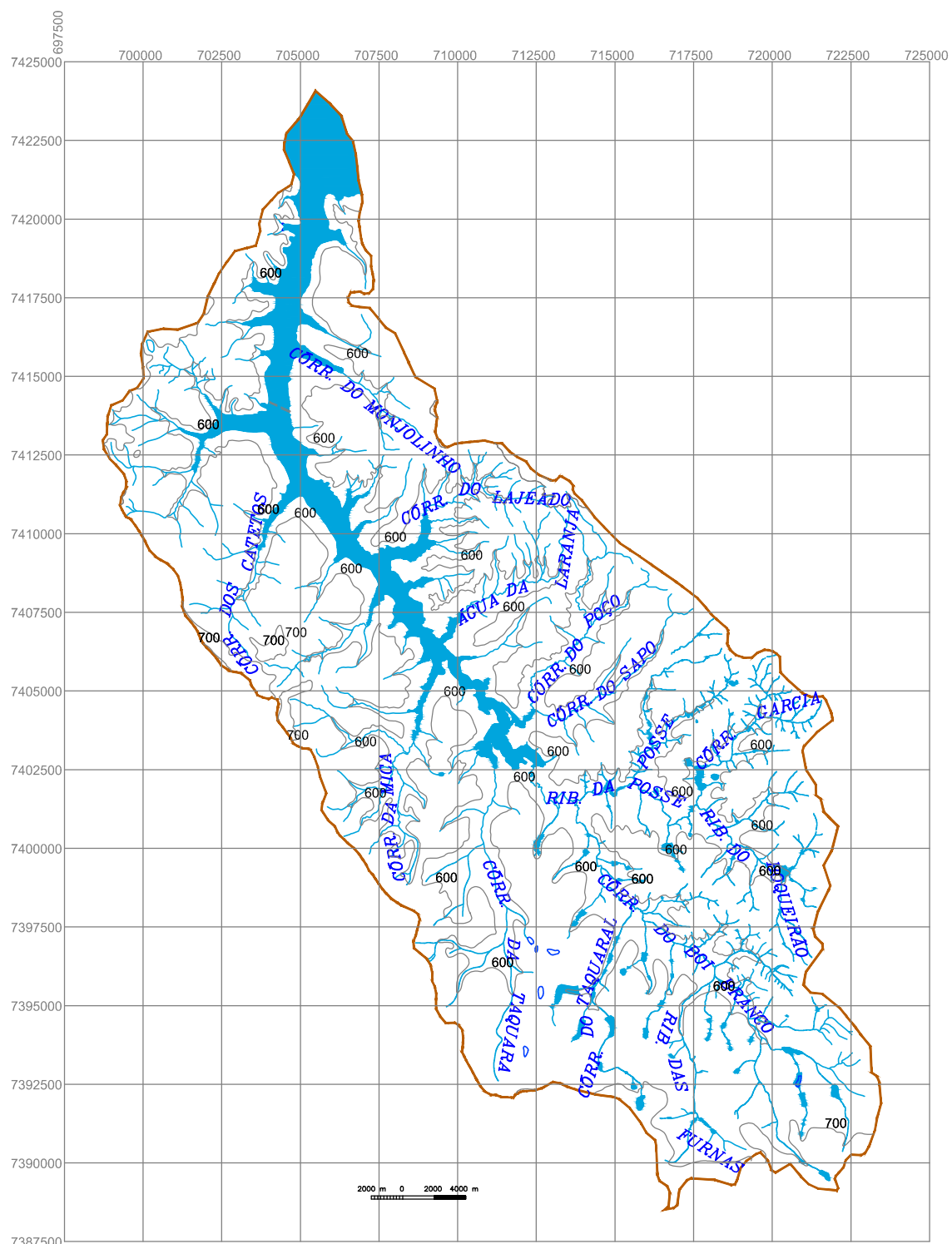
cartas Planialtimétricas; Usuários Outorgados na Bacia, de acordo com Base de dados do DAEE e Plano de Bacia (Figura 16); Uso e Ocupação da Terra no ano 2000 (Figura 17), extraído da Imagem LandsatTM 5 2000; Uso e Ocupação da Terra no ano 2010, extraído da Imagem LandsatTM 5 2010 (Figura 18).

Em um segundo momento foi realizado um maior nível de detalhamento das variáveis geológicas na sub-bacia do Ribeirão das Posses, conforme pode ser observado na Figura 19, contemplando suas nascentes e respectivas cabeceiras de drenagem antes do deságue na cota de inundação da Represa Jurumirim.






Para a sub-bacia foram gerados os seguintes planos de informação:

- Rede de Drenagem (Figura 20), extraído das cartas Planialtimétricas;
- Declividade (Figura 21);
- Uso e Ocupação da Terra no ano 2012 (Figura 22), extraído da imagem do satélite Landsat-5, obtida na data de 12-12-2012;
- Identificação da área de pivôs centrais (Figura 23), obtido através de trabalhos de campo com Receptor GPS e acesso ao sobrevôo realizado pelo DAEE no segundo trimestre de 2013;
- Mapa de Conflitos de Uso (Figura 24), mapeados a partir das Imagens Google Earth e atualizados em campo com Receptor GPS.

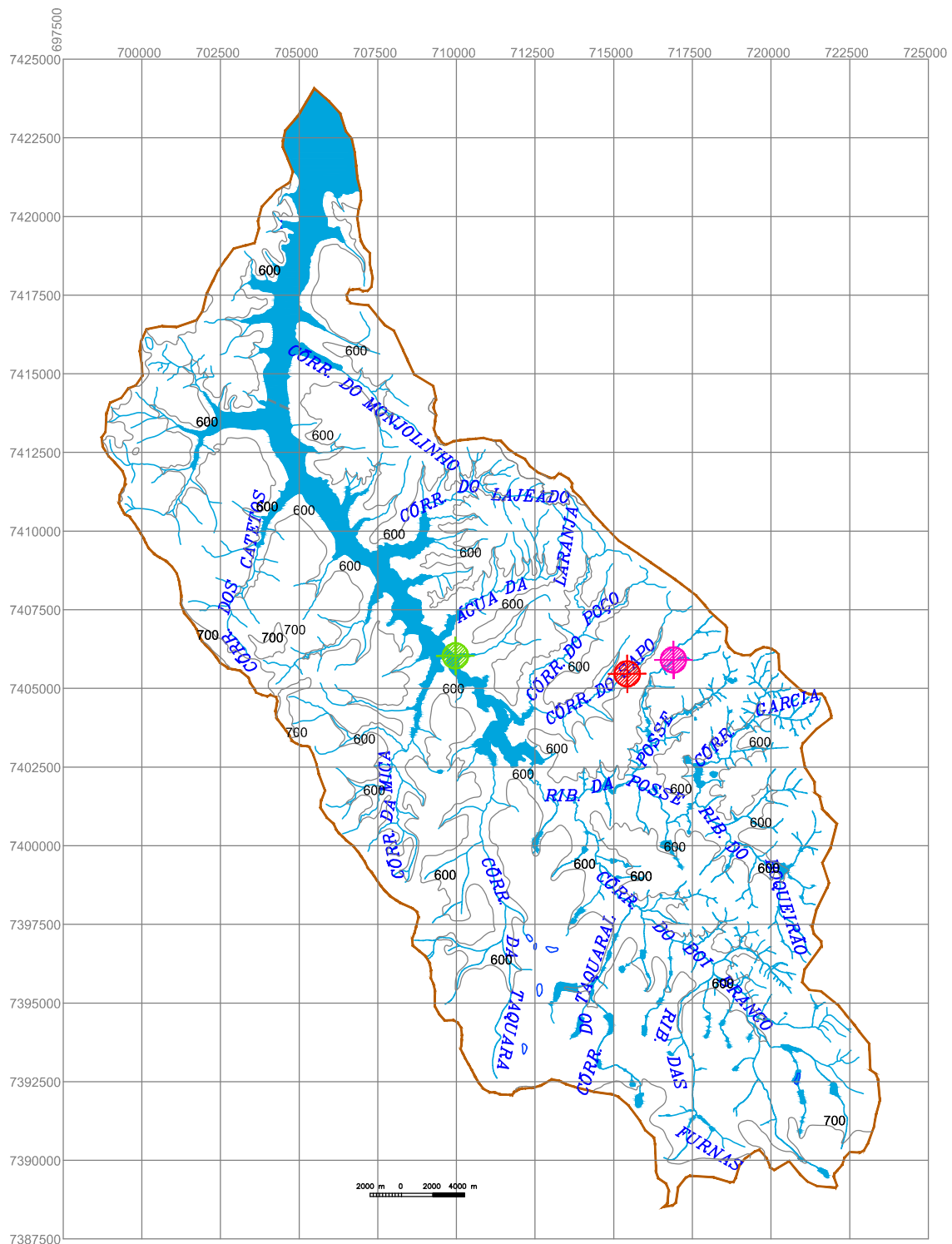
FIGURA 15. MAPA BASE E REDE DE DRENAGEM DA BACIA DO RIBEIRÃO DAS POSSES










LEGENDA

- | | | | |
|---|----------------|---|-----------------|
|  | Corpo d'água |  | Limite da bacia |
|  | Curva de nível | | |
|  | Ponto cotado | | |
|  | Hidrografia | | |

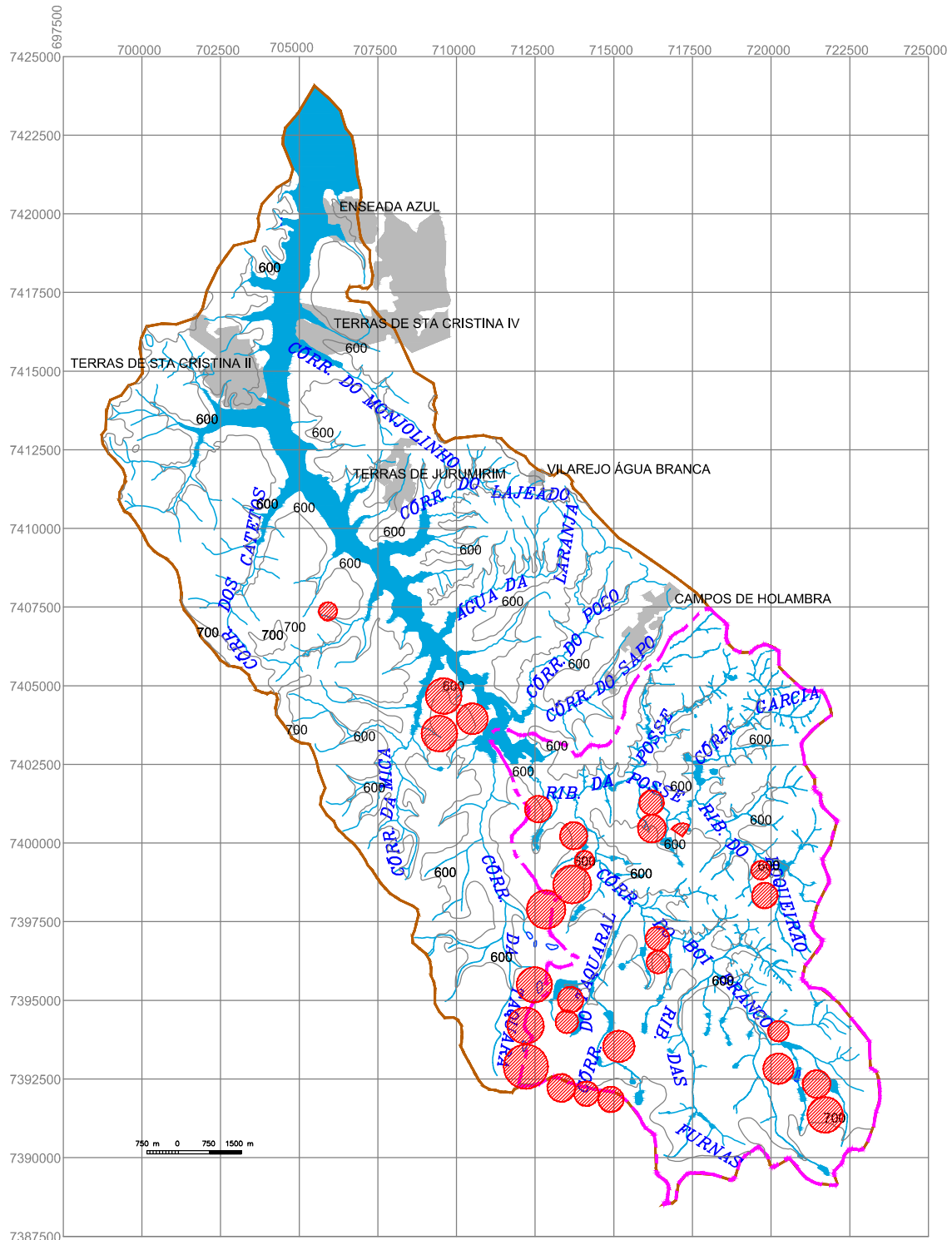
Coord. em Sistema UTM - datum WGS 84










LEGENDA

- | | | | |
|---|----------------|---|----------------------|
|  | Corpo d'água |  | Captação Superficial |
|  | Curva de nível |  | Captação Subterrânea |
|  | Ponto cotado |  | Lançamento |
|  | Hidrografia | | |

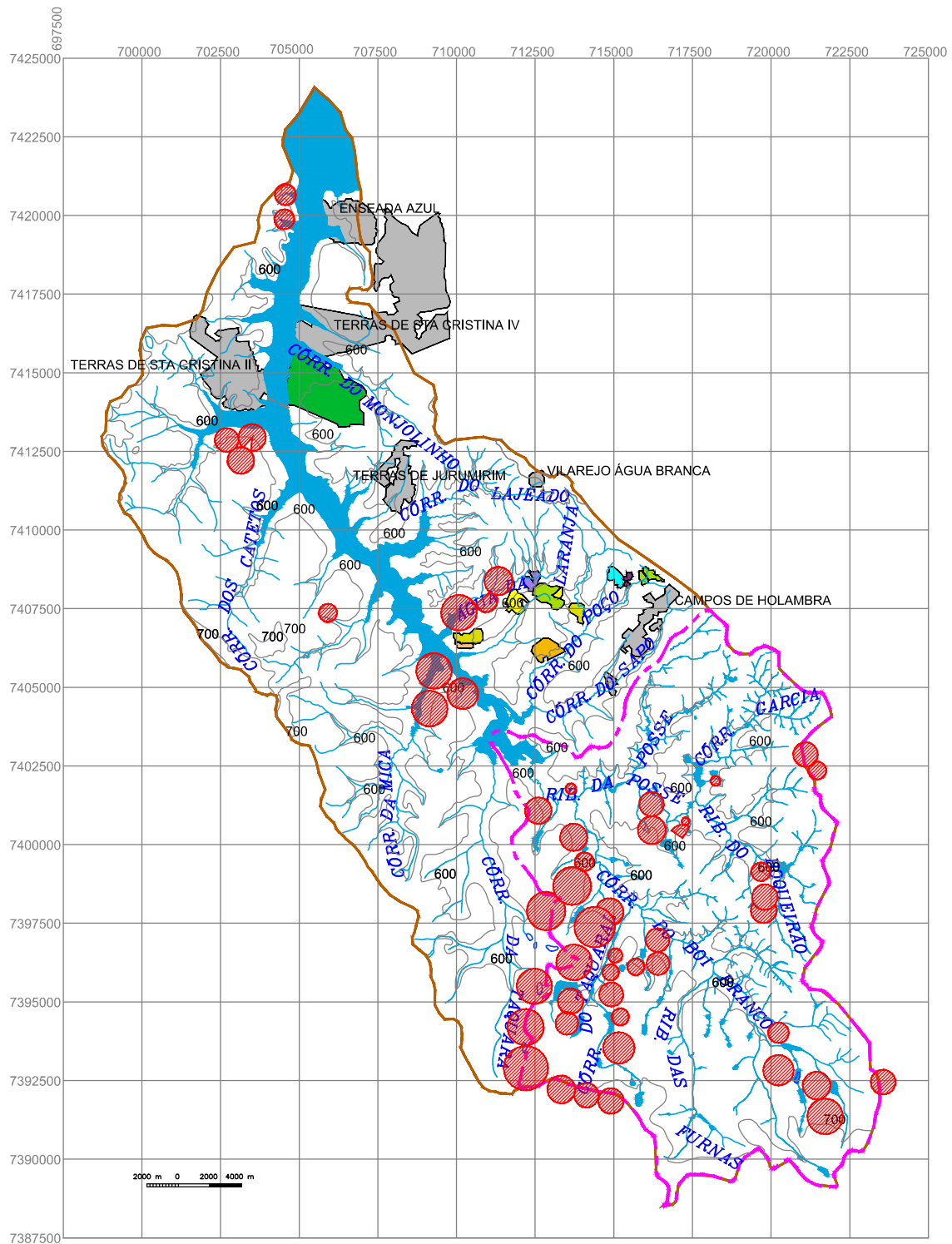
Coord. em Sistema UTM - datum WGS 84



















LEGENDA

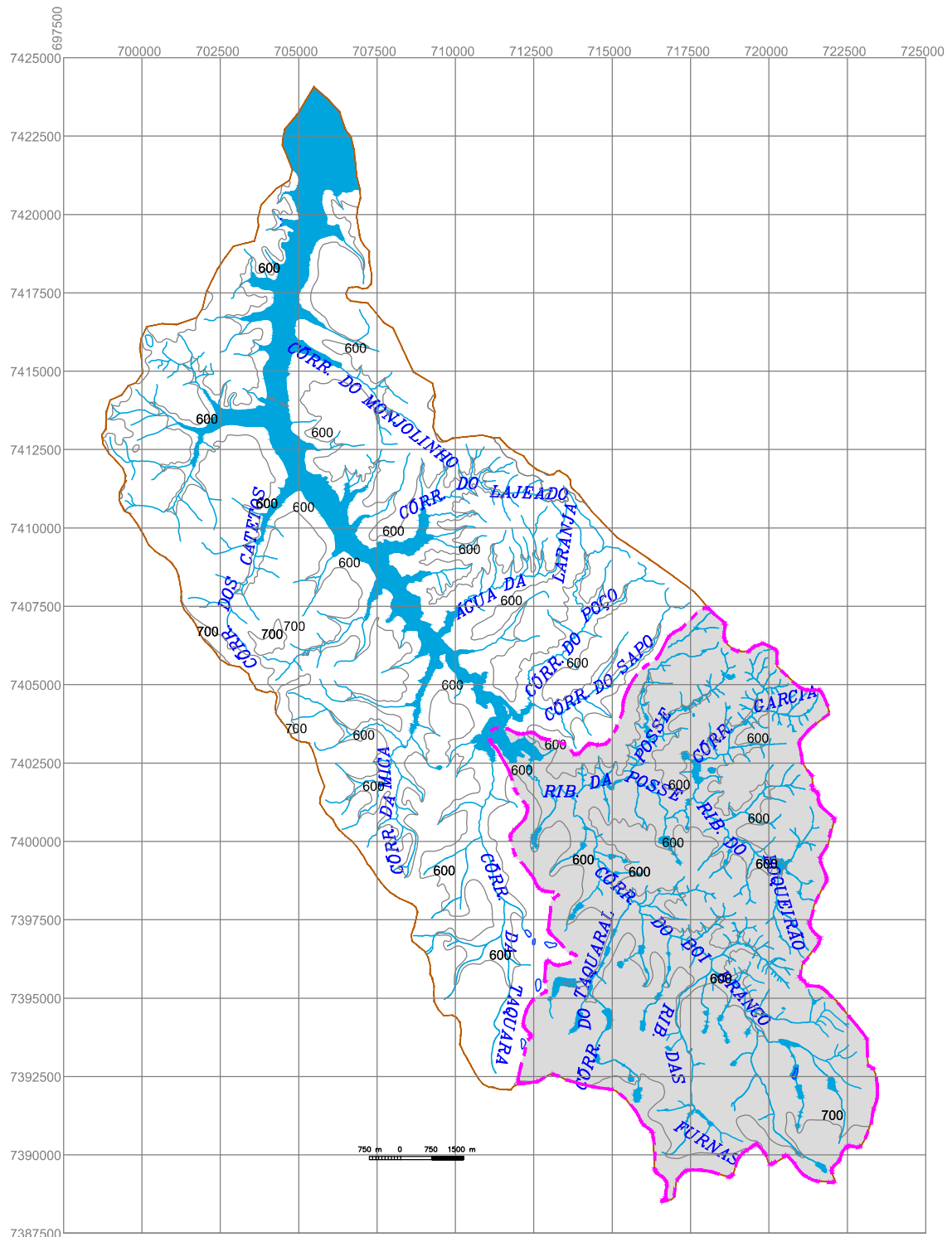
- | | | | |
|---|----------------|---|-----------------|
|  | Área urbana |  | Corpo d'água |
|  | Curva de nível |  | Limite da bacia |
|  | Ponto cotado |  | PIVÔ CENTRAL |
|  | Hidrografia | | |

Coord. em Sistema UTM - datum WGS 84











LEGENDA

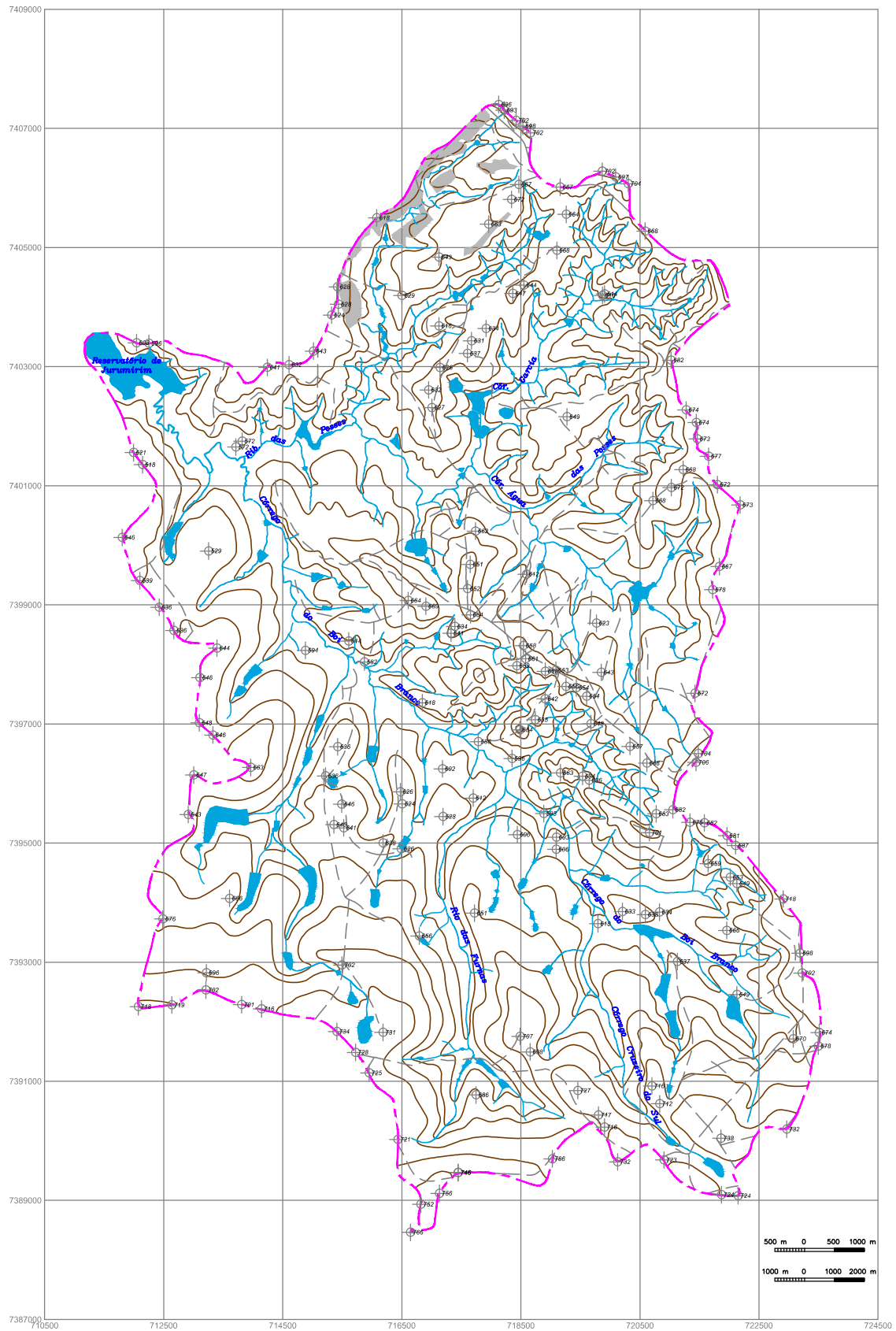
- | | | | | | | | |
|---|----------------|---|-----------------|---|-----------|---|-------------------|
|  | Área urbana |  | Corpo d'água |  | Mata |  | Pecuária Leiteira |
|  | Curva de nível |  | Limite da bacia |  | Eucalipto |  | Milho |
|  | Ponto cotado |  | |  | Algodão |  | Cana-de-açúcar |
|  | Hidrografia |  | |  | Trigo |  | PIVÔ CENTRAL |
- Coord. em Sistema UTM - datum WGS 84











LEGENDA

- | | | | |
|---|----------------|---|-------------------------|
|  | Área urbana |  | Corpo d'água |
|  | Curva de nível |  | Limite da bacia |
|  | Ponto cotado |  | Estrada não pavimentada |
|  | Hidrografia |  | Estrada pavimentada |

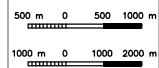
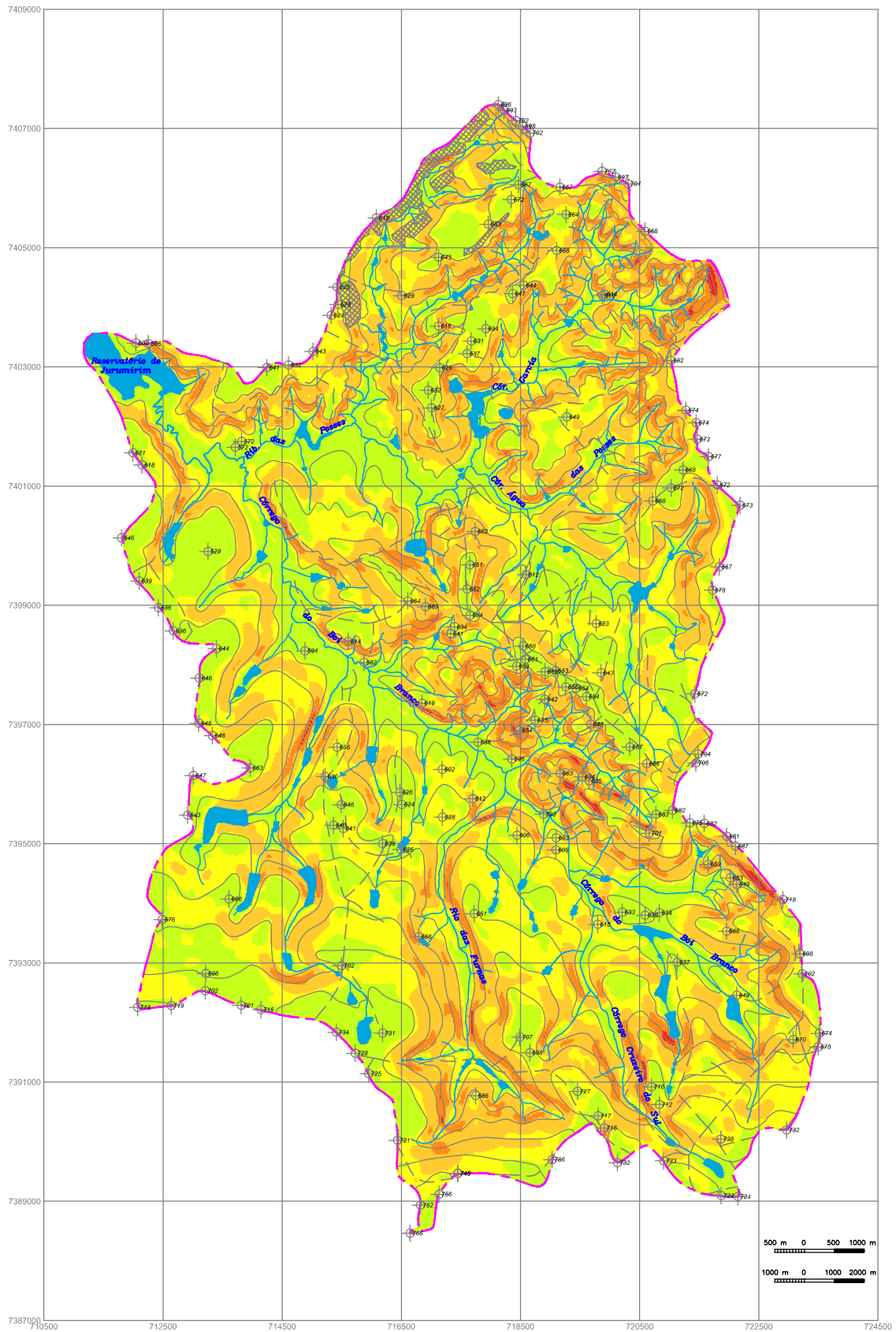
Coord. em Sistema UTM - datum WGS 84
















LEGENDA

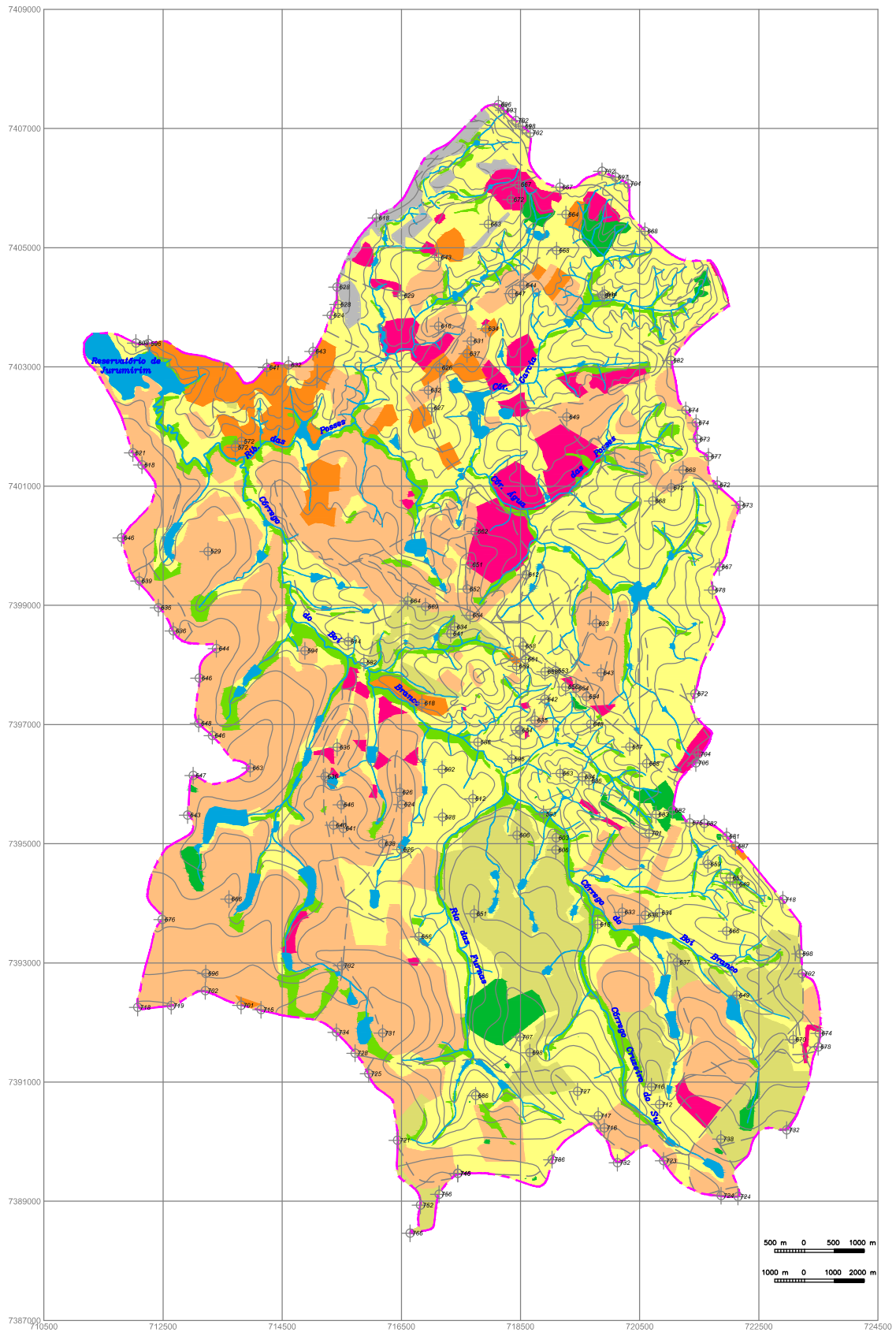
- | | | | |
|---|----------------|---|-------------------------|
|  | Área urbana |  | Corpo d'água |
|  | Curva de nível |  | Limite da bacia |
|  | Ponto cotado |  | Estrada não pavimentada |
|  | Hidrografia |  | Estrada pavimentada |

Coord. em Sistema UTM - datum WGS 84



LEGENDA

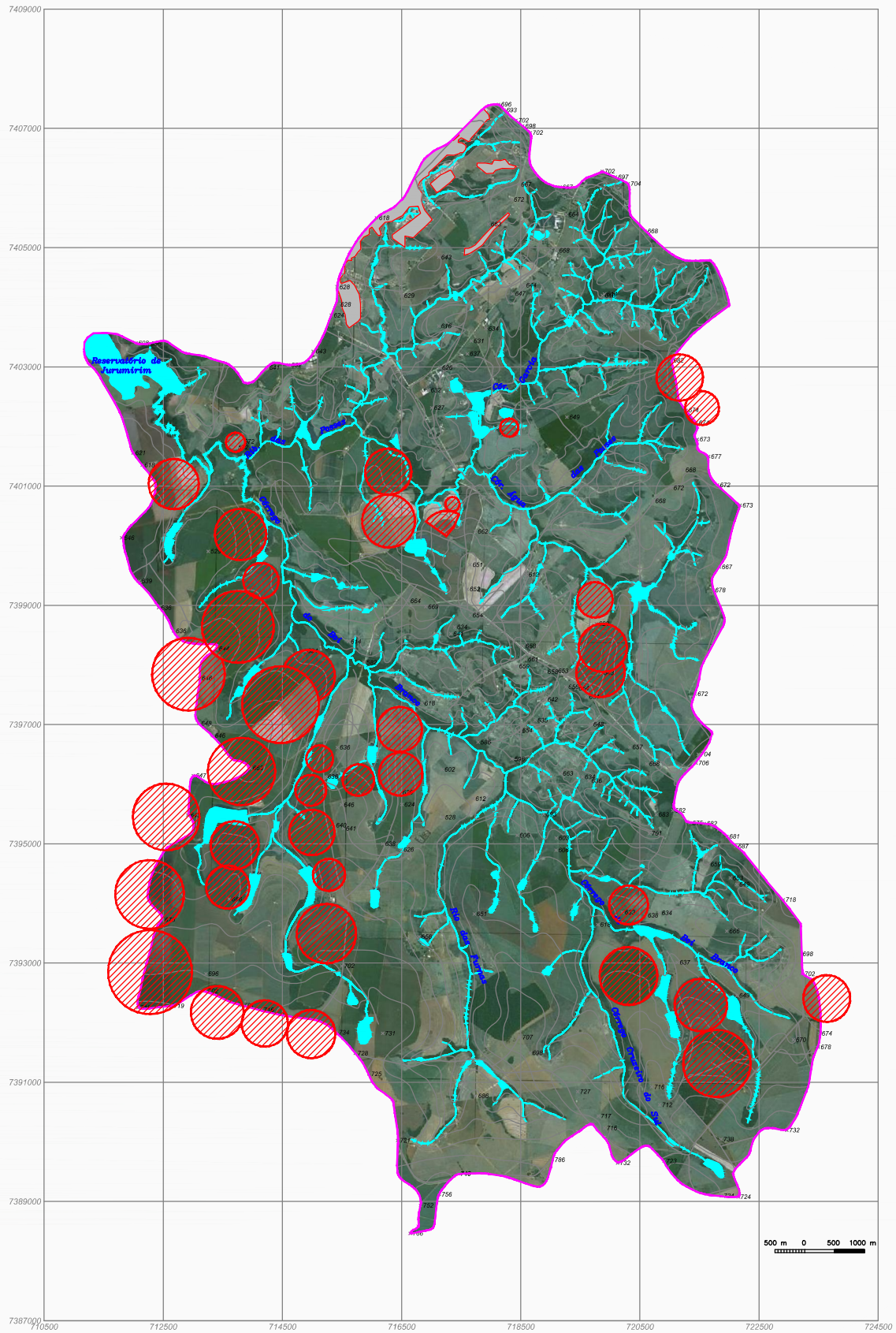
- | | | | | | |
|---|----------------|---|-----------------------|---|------------------------|
|  | Curva de nível |  | Limite da bacia |  | Intervalo de 0 a 3 % |
|  | Ponto cotado |  | Estrada não paviment. |  | Intervalo de 3 a 6 % |
|  | Hidrografia |  | Estrada pavimentada |  | Intervalo de 6 a 12 % |
|  | Corpo d'água |  | Área Urbana |  | Intervalo de 12 a 20 % |
| Coord. em Sistema UTM - datum WGS 84 | | | |  | Intervalo de 20 a 50 % |












LEGENDA

- | | | | | | | | |
|---|----------------|---|-------------------------|---|--------------------|---|---------------------------|
|  | Área urbana |  | Corpo d'água |  | Mata |  | Cana de açúcar |
|  | Curva de nível |  | Limite da bacia |  | Mata ciliar |  | Pastagem / campo natural |
|  | Ponto cotado |  | Estrada não pavimentada |  | Cultura perene |  | Pastagem/ Campo antrópico |
|  | Hidrografia |  | Estrada pavimentada |  | Cultura temporária | | |

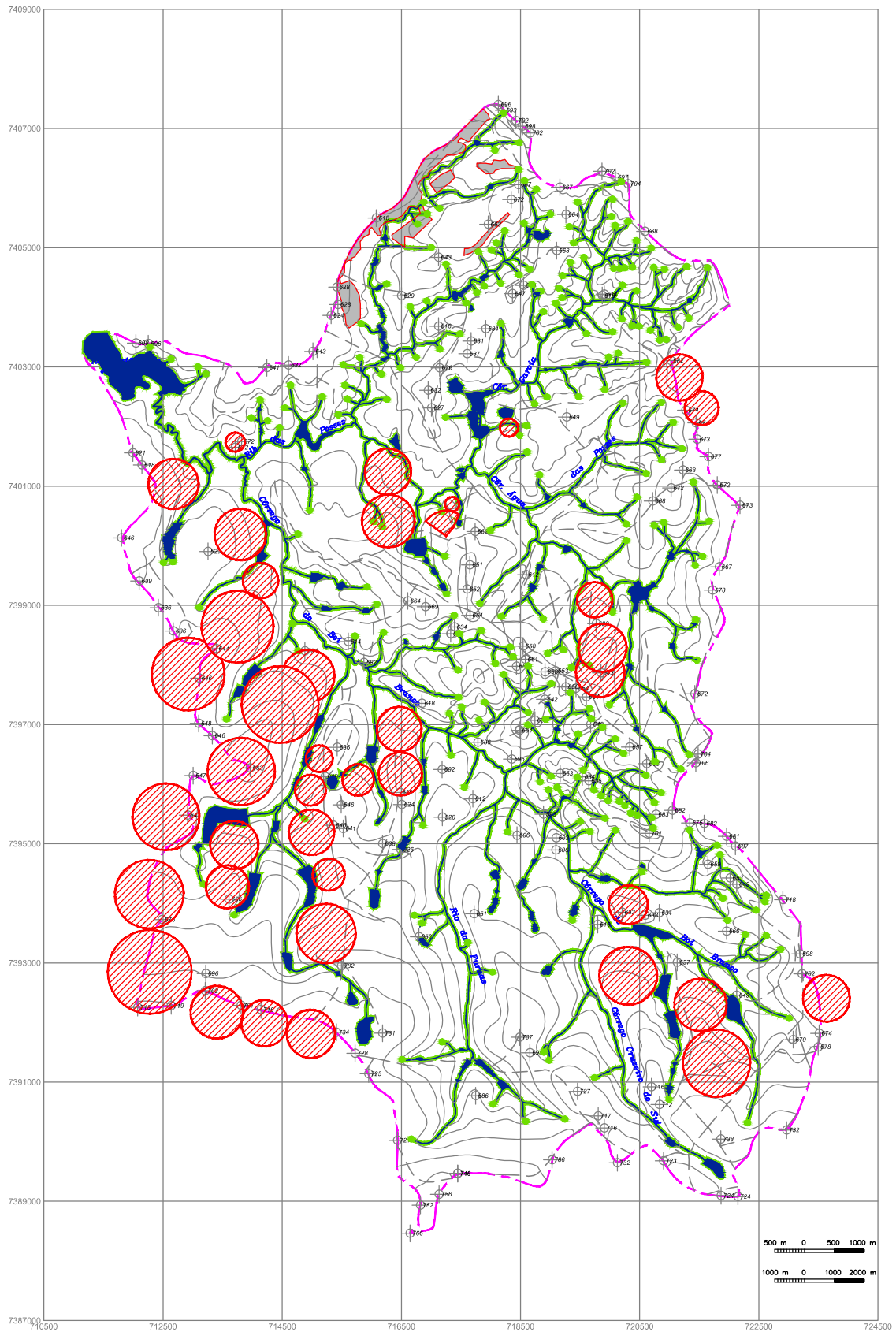
Coord. em Sistema UTM - datum WGS 84












LEGENDA

- | | | |
|--|---|--|
|  Área urbana |  Corpo d'água |  PIVÔ CENTRAL |
|  Curva de nível |  Limite da bacia | |
|  Ponto cotado |  Estrada não pavimentada | |
|  Hidrografia |  Estrada pavimentada | |

Coord. em Sistema UTM - datum WGS 84



LEGENDA

- | | | | | | |
|---|----------------|---|-------------------------|---|--------------|
|  | Área urbana |  | Corpo d'água |  | PIVÔ CENTRAL |
|  | Curva de nível |  | Limite da bacia | | |
|  | Ponto cotado |  | Estrada não pavimentada | | |
|  | Hidrografia |  | Estrada pavimentada | | |

Coord. em Sistema UTM - datum WGS 84

6.2 Diagnóstico Ambiental da BH Ribeirão das Posses

6.2.1. Bacia Hidrográfica Ribeirão das Posses

Os riscos ambientais perceptíveis na Bacia Hidrográfica Ribeirão das Posses dão-se devido ao conflito de uso do solo, não preservação das áreas de preservação permanente, ausência de mata galeria e conservação das nascentes e cabeceiras de drenagem e necessidade e medidas de conservação dos solos em processo erosivos. Os principais pontos encontram-se descritos e demonstrados nas fotografias abaixo:

- **Ausência de Vegetação em Áreas de Preservação Permanente**

Como pode ser observado na Figura 25, encontra-se em toda a Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Posses a ausência de matas ciliares, conhecidas como matas galeria, entorno de nascentes e corpos d'água, em especial quando estas áreas são circundadas por cultivo e pastagem, com raras exceções.

Figura 25. Exemplos da situação das nascentes na BH Ribeirão das Posses.



- **Falta de manejo e conservação dos solos ocupados por pastagens**

A degradação de pastagens é um fenômeno relativamente comum provocado pela falta de técnicas de manejo e conservação do solo, cujo qual perde a capacidade sustentação do mesmo e torna-se altamente vulnerável à erosão. Este fenômeno é observado em grandes extensões da bacia, somados a localização inadequada de bebedouros e surgimento de trilhos feitos pelo pisoteio do gado, conforme pode ser observado nas Figuras 26 e 27.

Figura 26. Exemplo de pastagem degradada com solifluxão/ reptação.



Figura 27. Pastagens degradadas.



- **Loteamentos de alto padrão de casas de veraneio**

Observa-se na bacia a forte presença de condomínios e loteamentos e casas de veraneio de alto padrão construídas às margens do córrego Ribeirão das Posses e da Represa Jurumirim, como podemos observar nas Figuras 28 e 29.

Figura 28. Entrada do Condomínio Terras de Santa Cristina II.



Figura 29. Vista do Iate Clube de Itaí – inserido às Margens do Córrego Ribeirão das Posses no Terras de Santa Cristina II.



Observa-se através das imagens de satélite e dos trabalhos de campo realizados que tais empreendimentos imobiliários não aplicam técnicas de manejo e conservação do solo para aberturas das vias de acesso e internas (ruas e avenidas), cujas quais carreando sedimentos diretamente para os córregos.

Figuras de 30 e 31. Condomínios de alto padrão de casas de veraneio às beiras da Represa Jurumirim às margens do Ribeirão das Posses chamado Terras de Santa Cristina.



Observa-se também, através das imagens de satélite e dos trabalhos de campo realizados, a presença de poços para captação de água para abastecimento dos lotes e de áreas de lazer cujos quais não estão listados entre os poços outorgados pelo DAEE e apresentados no Plano de Bacia – CBH-ALPA (2012).

Outro fatos a ser levado em consideração é a falta de sistemas de coleta e tratamento de esgotos sanitários, sendo necessário que cada proprietário instale sistemas de fossas sépticas.

Figura32. Avenida de Acesso ao Iate Clube de Itaí, dentro do condomínio Terras de Santa Cristina, com vista do Ribeirão das Posses ao fundo.



Figuras de 33 e 34. Condomínios de alto padrão de casas de veraneio às beiras da Represa Jurumirim às margens do Ribeirão das Posses chamado Terras de Santa Cristina.



Figuras de 35 e36. Condomínios de alto padrão de casas de veraneio às beiras da Represa Jurumirim – Margens Esquerda e Direita da BH Ribeirão das Posses.



Além dos condomínios denominados de “Terras de Santa Cristina” observam-se também loteamentos menores ou com lotes de padrão variado. Entre estes está o Condomínio Enseada Azul, conforme pode ser observado na Figura 37 abaixo.

Figura 37. Enseada Azul - condomínio de alto padrão de casas de veraneio às beiras da Represa Jurumirim – Margem Direita da BH Ribeirão das Posses.



- **Falta de conservação e adequação das estradas rurais.**

Observa-se que as estradas rurais foram construídas sem levar em consideração o relevo e não foram adotadas práticas conservacionistas de manutenção, carreando sedimentos para os córregos. A falta de conservação e adequação das estradas rurais pode ser observada nas Figuras de 39 a 44.

Figuras 38 e 39. Falta de sistema de drenagem das vias pavimentadas leva ao carregamento de sedimentos para os córregos que o margeiam.



Figuras 40 e 41. Estradas rurais às margens de propriedades rurais, carreadoras de sedimentos.



Figuras 42 e 43. Situação alarmante das estradas rurais, sem drenagem das águas pluviais e formação de taludes altos às margens das estradas rurais.



Todos os impactos acima elencados influenciam diretamente na qualidade e quantidade da água que o Ribeirão das Posses deságua na represa Jurumirim, conforme observado na Figura 44.

Figura 44. Deságue do Ribeirão das Posses na Represa Jurumirim – Rio Paranapanema



6.2.2. Sub-Bacia Ribeirão das Posses

Nasub-bacia do Ribeirão das Posses, em seus 141,45 Km², predominam os cultivos irrigados de trigo, algodão, milho, feijão e soja, abrangendo 48,17 Km², equivalente a 34,05% da área da sub-bacia.

O sistema de irrigação mais utilizado é o pivô central, sendo que a UGRHI-14 é uma das principais áreas irrigadas do Estado de São Paulo.

De acordo com levantamento realizado pelo IPT (2008), na sub-bacia do Ribeirão das Posses foram identificados 130 espelhos de água, perfazendo, no total, 2,13 Km², predominando açudes com área do espelho d'água inferior a 0,05 Km². Em 70,15% destes açudes, a utilização fundamental é a irrigação.

Dentre as categorias de uso e ocupação das terras, destacam-se as de porte baixo a rasteiro (pastagem), ocupando 39,71% nas áreas da Bacia Hidrográfica, seguido pelas culturas temporárias, com 32,52% da área. As demais categorias ocupam apenas 27,77% da área da Bacia.

A categoria de vegetação natural preservada ocorre ao longo e nas proximidades dos cursos d'água ou em encostas mais declivosas, porém observa-se o uso inadequado de áreas de preservação permanente que deveriam ser ocupadas por vegetação natural e hoje se encontram ocupadas por pastagens ou culturas, conforme se observa nas figuras de 45 a 48.

Figuras 45 e 46 – Exemplos de falta de APP às margens de açudes e corpos d'água.



Figuras 47 e 48– Plantação de Eucalipto em Área de Preservação Permanente – nascente do Ribeirão das Posses, próximo à Campos de Holambra.



Os espelhos d'água principais correspondem a represas que geralmente estão associados a áreas de cultivo intenso. Observa-se também a falta de gerenciamento adequado dos recursos hídricos próximos à áreas urbanizadas ou casas de veraneio, como podemos constatar nas figuras 51 e 52.

Figuras 49 e 50 – Descarte de efluentes industriais no Ribeirão das Posses, próximo a Campos de Holambra.



As classes de Usos e Ocupação da Terra, observadas na Figura 22, estão demonstradas no que tange à sua representatividade em relação à área da sub-bacia do Ribeirão das Posses na Tabela 4 a seguir.

Tabela 4 – Porcentagem dos Usos e Ocupação da Terra da Sub-Bacia do Ribeirão das Posses.

CATEGORIAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	ÁREA	
	ha	%
Vegetação nativa	12,57	8,89
Reflorestamento de pinus ou eucalipto	5,49	3,88
Citricultura, Fruticultura ou Cana de Açúcar	18,43	13,03
Pastagem	56,18	39,71
Culturas temporárias	46,00	32,52
Espelho d'água	1,47	1,04
Área urbanizada	1,32	0,93
TOTAL	141,46	100%

Com base no exposto no presente estudo é possível observar que a área da sub-bacia hidrográfica Ribeirão das Posses:

- As classes de declive estabelecidas durante o estudo apresentam distribuição relativamente equilibrada com exceção da Classe E (>20%) que atinge 2,64%;
- Necessidade de atentar para as práticas mecânicas de conservação do solo, uma vez que os solos da bacia possuem alto potencial de fragilidade;
- Possibilidade da ocorrência de processos de assoreamento devido à já mencionada fragilidade superficial de parte dos solos em ocorrência, os quais podem ser meteorizados e suas partículas desagregadas carregadas para os corpos d'água;
- As atividades agropastoris estão favorecidas devido à presença de pastagens principalmente na porção norte da área da Bacia. Para essa atividade, é importante o cuidado com a conservação do solo, minimizando efeitos indesejados como a erosão e a perda de fertilidade;
- Possui alta densidade de equipamentos de irrigação do tipo Pivô Central, com aumento de 38% do número de pivôs centrais, de 24 unidades no ano 2000 para 39 unidades de equipamentos instalado na sub-bacia em 2012;
- Possui alta densidade de barramentos, sendo 111 localizados na sub-bacia.

6.3 Prognósticos e Propostas

Asub-bacia estudada, bem como a região do Alto Paranapanema como um todo, tem sua econômica ligada ao setor agropecuário, em especial à agricultura irrigada.

Para consecução destas atividades há a necessidade de captação e/ou reserva de águas pluviais e subterrâneas, porém a falta da aplicação de técnicas sustentáveis de manejo do uso e ocupação do solo, observadas na fase de inventário e diagnóstico, o uso não racional dos recursos naturais e a construção e operação de açudes acabam por comprometer a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos da área de estudo.

Como proposta de ações que visem à recuperação, conservação e preservação dos recursos naturais existentes foram elencadas:

- a Recuperação e Revitalização das APP's (Áreas de Proteção Permanente) e zonas de recarga de aquífero, visando auxiliar na proteção contra a degradação antrópica e processos produtores de água;
- a aplicação do proposto no Plano para Instalação e Uso Sustentável de Açudes, visando a construção e manutenção dos açudes existentes numa perspectiva de sustentabilidade;
- a criação de um programa de treinamento dos agricultores para o manejo racional de água, visando sanar os problemas oriundos de deficiência hídrica através do uso racional dos sistemas de irrigação e adotando um calendário de cultivo;
- o desenvolvimento de um Cadastro de Irrigantes, visando o conhecimento das reais captações e usos ocorridos nas bacias;
- a melhoria nas atividades de Monitoramento na Bacia, com projetos contínuos para a construção de uma base de dados de série histórica de maior representatividade;
- a criação de um Programa de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA aos agricultores que realizarem as práticas conservacionistas;
- a realização de estudos específicos para cada tipo de cultura existente na bacia, visando a adoção de Práticas Conservacionistas direcionadas, auxiliando na perpetuação da produtividade e qualidade agrícola, bem como a disponibilidade hídrica;

- a realização com um estudo específico visando o mapeamento de processos erosivos e geodinâmicos, propondo medidas mitigadoras para a ocorrência de sedimentação e assoreamento nos afluentes de toda a bacia do Ribeirão da Posses.

6.4 Considerações Finais

A exploração da terra para produzir alimentos para o sustento humano em sua maioria dá-se de forma desordenada e sem planejamento, gerando uma predatória exploração do solo, fortes processos erosivos, assoreamento de cursos d'água, entre outros.

Um consenso estabelecido é que, em relação ao desenvolvimento local, o alcance do chamado desenvolvimento sustentável e sustentado depende de um esforço conjunto da Sociedade Civil, do Governo e das Universidades, capaz de pensá-lo de modo supra municipal.

Dessa forma, é imprescindível um conjunto de políticas públicas integradas, visando à melhoria da qualidade de vida, levando em consideração a sustentabilidade da Bacia Hidrográfica, Técnicas de Manejo e Conservação de Recursos Naturais e a infraestrutura necessária.

Vale ressaltar que, apesar dos impasses apontados neste estudo, a agricultura é fundamental para o país e para cada cidadão no que tange à produção de alimentos, porém, faz-se necessário que professores, pesquisadores e especialistas aprimorem os processos de produção de tais alimentos, incluindo especialmente maior assistência técnica aos produtores, visando a produção sustentável de alimentos, maior qualidade dos alimentos produzidos e incorporação de forma ampla de todas as boas práticas agrícolas, como as divulgadas pela a ASIIPP.

Os sistemas de plantio direto, agroecológicos, agroflorestais ILP (interação lavoura-pecuária) e ILPS(interção lavoura-pecuária-silvicultura) são bons exemplos de sistemas agrícolas que contribuem para a conservação e recuperação do solo.

Porém, os mesmos devem ser acompanhados de técnicas de mecânica dos solos – como o terraceamento, quando necessário, e técnicas sustentáveis de extração de água, com manejo racional da irrigação, outorga para extração dos recursos

hídricos, localização adequada de fossas sépticas e destinação correta de resíduos, visando a proteção dos lençóis subterrâneos e menores riscos de contaminação dos solos.

Vale ressaltar, também, que apesar dos aquíferos serem naturalmente protegidos pela camada filtrante de solo sobreposto e das camadas confinantes, se os poluentes adentrarem à zona saturada, os custos e o tempo para a descontaminação são superiores aos da água superficial, em muitos casos, inviabilizando seu uso.

Em função da vulnerabilidade dos aquíferos e o risco potencial de contaminação das águas subterrâneas, há a necessidade de escolha apropriada dos locais de perfuração dos poços tubulares. Entretanto, em sua maioria, não existe uma área protegida no entorno desses poços, muitas vezes localizados próximos a rios e córregos e sujeitos a inundações, vandalismo, entre outros.

No que tange às águas superficiais, vale advertir que o uso exploratório e descontrolado das mesmas é presente na Sub-Bacia do Ribeirão das Posses, em especial, quanto ao uso para agricultura irrigada sem autorização do órgão controlador – outorga pelo DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica).

7. CONCLUSÕES

A demanda hídrica predominante para fins de irrigação justificou o estudo na bacia escolhida, sendo o geoprocessamento uma ferramenta imprescindível para a realização de diagnósticos e estudos de natureza agrícola, ecológica e ambiental, para monitorar mudanças em bacias hidrográficas, pela ação antrópica, pois permite ter uma visão global da área e definir prioridades na resolução dos problemas socioambientais da bacia estudada, que são os primórdios para realização de um zoneamento ambiental.

Com a utilização de SIG's e dos mapas resultantes da etapa de diagnóstico ambiental foi possível identificar os pontos de impacto ambiental, verificar em campo a magnitude dos mesmos, realizar a visão conjunta e histórica da bacia e elaborar propostas e prognósticos para auxiliar nas futuras etapas de planejamento ambiental da bacia estudada.

A metodologia da Geoecologia da Paisagem utilizada possibilitou compreender a complexidade da dinâmica da bacia hidrográfica estudada e a análise de forma sistêmica e integrada de todos os fatores que interferem no equilíbrio dinâmico de uma bacia, avaliando cada um dos fatores e elaborando propostas legítimas e melhor embasadas.

A metodologia mostrou-se importante e eficiente porque permite que o tomador de decisão analise de forma sistêmica e integrada e, se necessário, faça as

adaptações de acordo com a realidade da bacia e os dados disponíveis, o que permite também nortear futuras etapas de desenvolvimento sustentável local.

As principais fontes de poluição para as águas subterrâneas estão relacionadas com o uso do solo – de forma direta à fontes pontuais como a disposição de resíduos sólidos, infiltração de efluentes industriais e, de forma indireta, através das fontes difusas, em especial a agricultura.

A situação de degradação em que a bacia do Ribeirão das Posses encontrasse é alarmante, visto que os recursos naturais, em especial dos recursos hídricos, são de extrema valia para a produção agrícola e garantia do equilíbrio da economia local.

Desta forma, planejar adequadamente o uso e Ocupação da Terrada bacia impacta diretamente os recursos hídricos – quer sejam subterrâneos quer sejam superficiais, sendo importante criar programas que incentivem os agricultores à desenvolver tais ações conservacionistas.

Os resultados do estudo deste projeto de mestrado podem ser utilizados como ponto de partida para a continuidade de estudos mais aprofundados e ações concretas em prol da gestão ambiental da bacia em questão.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J. R. (Org.). **Planejamento Ambiental**. Rio de Janeiro: Biblioteca Universidade Estácio de Sá, 1993. 154 p.
- AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012**. Ed. Especial. Brasília, DF: ANA, 2012. 215 p.
- ANDRADE, A. G. de; CHAVES, T. de A. Manejo contra erosão. **Agro Dbo: Tecnologia, Produção & Mercado**, São Paulo, v. 36, n. 9, p.42-46, 01 ago. 2012. Mensal.
- ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília: Embrapa, SPI; Embrapa, CPAC, 1998. 434 p.
- ASSAD, E. D. et al. Estruturação de dados geoambientais no contexto de microbacia hidrográfica. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. Planaltina: Embrapa, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1998. cap. 7, p. 119-137.
- ASSINE, M. L.; PIRANHA, J. M.; CARNEIRO, C. D. R. Os paleodesertos Pirambóia e Botucatu. In: MANTESSO-NETO, V. et al. (Org.). **Geologia do Continente Sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. cap. V, p. 77-94.
- BELTRAME, A. da V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas - modelo e aplicação**. Florianópolis: Editora da Ufsc, 1994. 112 p.
- BEN-GAL, A.; TAL, A.; TEL-ZUR, N. The Sustainability of Arid Agriculture: Trends and Challenges. In: ARID ZONE, 45., 2006,Beit Dagan. **Anais...** . Beit Dagan, IL: Agricultural Research Organization, 2006. p. 1 - 31.
- BEZERRA, M. do C. L.; VEIGA, J. E. (Org.). **Agricultura sustentável**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2000. 190 p. (Consórcio Museu Emílio Goeldi).
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de

dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília (DF), 9 de jan. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19433.htm>. Acesso em: 28 mar. 2012.

BUCENE, L. C. **Sistema de informação geográfica na classificação de terras para irrigação, em Pardinho-SP**. 2002. 177 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

CÂMARA, G; DAVIS, C; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução a ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 07 dez. 2011.

CAMARGO, A. P. Clima do Estado de São Paulo. In: SECRETARIA DA AGRICULTURA. **Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria da Agricultura, 1974. p. 51-86.

CBH-ALPA. **Deliberação nº 105, de 15 de dezembro de 2011, Plano de Bacia do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema para o período de 2012/2015**, Piraju (SP), 15 dez. 2011.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Águas subterrâneas**. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/arqs/relatorio/crh/cbh-alpa/1121/Aguas_Subterraneas.html>. Acesso em: 18 jan. 2013.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório de águas Interiores**. São Paulo, 2011.

CHRISTOFIDIS, D. Água e agricultura. Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional, 2005. (Série Irrigação e Água). Disponível em: <http://w.irrigacao.org.br/artigos/Christofidis_Aguaeagricultura_Plenarium_2005.pdf>. Acesso em: 28/09/2012.

DAGNINO, R. de S.; CARPI JUNIOR, S. Risco ambiental: conceitos e aplicações. **Climep - Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 2, n. 2, p.50-87, jul./dez. 2007. Semestral.

DECRETO Nº 6.660, DE 21 DE NOVEMBRO DE 2008. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6660.htm#art51>. Acesso em: 29 mar. 2013.

EMBRAPA. **Tecnologias de irrigação podem ajudar no racionamento de energia e de água na produção agrícola.** (2004). Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2001/junho>>. Acesso em: 16 abr. 2012.

FÁBOS, J.G.;RYAN, R.L. (Ed.). **International greenway planning: an introduction.** LandscapeUrbanPlanning, Amherst-US, n. 76, p. 143–146, 2004.

FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. C. A. **Determinacion del Riesgo de Contaminacion de Águas Subterráneas – una metodologia basada en datos existentes.** 2 ed. Lima-PE: Centro Panamericano de Ingenieria Sanitaria y Ciencias del Ambiente; Organizacion Mundial de la Salud, 1991. 81p.

FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. C. A. **Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available data.** Lima-PE: WHO, 1988, 81p.

FUNDAÇÃO SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Taxas de Urbanização do Município de Paranapanema – SP 2010.** Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/retratosdesp/view/index.php>>. Acesso em: 15 jan. 2012.

GARIZÁBAL, I. G. **Evaluación de alternativas de Gestión del regadío tradicional para la reducción del impacto Agroambiental.** (Tese de Doutorado). Universidad de Zaragoza, Zaragoza: 2010.

GLEHN, H. C. von. PSA de São Paulo inova na preservação da biodiversidade. **Olhar Verde - Informativo Oficial da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo,** São Paulo: Fundação Florestal, v. 1, n. 1, p. 01-06, Set. 2012. Trimestral.

IG – Instituto Geológico. Anais do Seminário. **Nitrato nas Águas Subterráneas no Estado de São Paulo: Desafio Frente ao Panorama Atual.** Câmara Técnica de Águas Subterráneas do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, USC, 2013.

IPT. Instituto De Pesquisas Tecnológicas. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Escala 1:500.000. São Paulo, IPT. V. 2, 1981.

IPT. Instituto De Pesquisas Tecnológicas. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Escala 1:500.000. São Paulo, IPT. V. 2, 1981.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Plano para instalação e uso sustentável de pequenos reservatórios de água, em pequenos empreendimentos agrícolas na Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema,**

SP: Pesquisa bibliográfica (1º Relatório Parcial). São Paulo: IPT, 2007. (Relatório 97.467-205).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT.
Plano para instalação e uso sustentável de pequenos reservatórios de água, em empreendimentos agrícolas na Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema, SP: Produtos cartográficos (2º Relatório Parcial). São Paulo: IPT, 2008. (Relatório 107.221-205).

LEAL, A. C. **Meio Ambiente e Urbanização nas Microbacias do Areia e Areia Branca. Campinas/SP.** 1995. 169f. Dissertação (Mestrado em Geociência – Geociências e Meio Ambiente) – IGCE, UNESP, Rio Claro, 1995.

LIU, W. T. H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto.** Campo Grande: Editora Uniderp, 2006, 908 p.

MENTEN J. O. Presidente do Conselho Científico Para Agricultura Sustentável.
Produzimos Alimentos Saudáveis. Disponível em:
<www.aeasp.org.br/jornal/menten/artigo-15.html>. Acesso em: 29 mar. 2013.

MOTA, S. **Urbanização e Meio Ambiente.** Rio de Janeiro, ABES, 1999.

NOSSACK, F. A. **Planejamento da recomposição florestal pela análise multicriterial na sub-bacia do córrego do Descalvado visando a conservação de recursos hídricos.** Dissertação (Mestrado em Agronomia / Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

OLIVEIRA, J.B. et.al. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo.** Campinas: Embrapa/IAC, 1999. 64p.

RESOLUÇÃO CONJUNTA SMA IBAMA/SP Nº 2, DE 12 DE MAIO DE 1994.
Regulamenta o art. 4º do Decreto Federal 750, de 10 de Fevereiro de 1993, que dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação secundária no estágio inicial de regeneração da Mata Atlântica, no Estado de São Paulo, São Paulo, 1994. Disponível em:
<http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/1994_Res_Conj_SMA_IBAMA_2.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2013.

RESOLUÇÃO Nº 10, DE 1º DE OUTUBRO DE 1993 DO CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Dispõe sobre os parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão da Mata Atlântica. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res93/res1093.html>>. Acesso em: 29 mar. 2013.

REBOUÇAS, A. C. **Água Doce no Mundo e no Brasil**, In: REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B., TUNDISI, J. G., (Org.), **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**, São Paulo – SP, Editora Escrituras. 1999.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora: Edição do Autor, 2007. 220 p.

RODRIGUEZ, J. M. **Apuntes sobre geografia de los paisajes**. Havana, Cuba, 1994.

RODRIGUEZ, J. M. **Planificación Ambiental**. Editorial Feliz Varela, La Habana, 2008. 245 p.

RODRIGUEZ, J. M., E.V. DA SILVA, A.P. CAVALCANTI. **Geoecologia das Paisagens. Uma visão geosistêmica da análise ambiental**. Editora UFC, Fortaleza, Brasil, 2004.

RICORDI, A. D. **Desafíos para la gestión integrada de los recursos hídricos**. Lima, Peru: Comisión Económica Para América Latina Y El Caribe, 1994. 222 p.

RUSSO JUNIOR, M. **Dados climáticos auxiliares para planejamento e projeto de sistemas de irrigação**. São Paulo: CESP, 1980. 13 p.

SANCHEZ, L.E. **Avaliação de Impacto Ambiental**. 1 ed. São Paulo, Editora Oficina de textos, 2008.

SANTOS, D. G. dos; 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, 2005.

SÃO PAULO(ESTADO). Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Cadastro dos usuários**. Piraju: DAEE, 2011.

SIMÕES, L. B. **Integração entre um modelo de simulação hidrológica e Sistema de Informação Geográfica na delimitação de zonas ripárias**. 2001. 171f. Tese(Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental - Teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SIVRIKAYA. Evaluating land use/land cover changes and fragmentation in the camili forest planning unit of northeastern Turkey from 1972 to 2005. **Land Degradation & Development**, Trabzon, Turquia, n. , p.383-396, 26 jan. 2007. Disponível em: <(www.interscience.wiley.com)>. Acesso em: 15 abr. 2013.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI**: enfrentando a escassez. São Carlos: RIMA, Ite, 2003. 248p

UE. **A água nossa riqueza**. Políticas da União Européia no Domínio da Água e do Desenvolvimento Sustentável. Exposição Internacional de Saragoca, Saragoca, 2008.

USA. SCHEIERLING, S. M. International Water Management Institute. Improving Wastewater Use in Agriculture: An Emerging Priority. **Policy Research Working Paper**, Washington, p.01-111, Set. 2010.

VETTORAZZI, C. A. **Avaliação multicritérios, em ambiente SIG, na definição de áreas prioritárias à restauração florestal visando à conservação de recursos hídricos**. 2006. P.151. Tese (Livre Docência em Geoprocessamento) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

VALENTE, R. O. A. **Definição de áreas prioritárias para conservação e preservação florestal por meio da abordagem multicriterial em ambiente SIG**. 2005. P. 121. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

VELDT, J. S. Colônia é destaque da agroindústrias no sudoeste paulista. In: VERDE, Amarelo e Laranja: *histórias da Imigração Holandesa no Brasil*. Holambra: ed.Setembro, 2011.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. ONU. **Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta And Greywater**: Wastewater use in agriculture. Geneva, Switzerland: WHO PRESS, 2006. 222 p. (Vol. II).

ZOCCAL, J. C. **Soluções cadernos de estudos em conservação do solo e água**. Presidente Prudente: CODASP, v.1, n.1, Mai. 2007.