

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNESP - CAMPUS PRESIDENTE PRUDENTE

CAROLINA BUGALHO KOHORI

MUDANÇAS NO USO DA TERRA NO ALTO CURSO DA BACIA DO RIBEIRÃO
DOS RANCHOS – ADAMANTINA/SP E IMPACTOS SOBRE OS CURSOS D'ÁGUA



Presidente Prudente - SP
2017

CAROLINA BUGALHO KOHORI

MUDANÇAS NO USO DA TERRA NO ALTO CURSO DA BACIA DO RIBEIRÃO
DOS RANCHOS – ADAMANTINA/SP E IMPACTOS SOBRE OS CURSOS D'ÁGUA

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Profissional da Universidade Estadual Paulista
Júlio de Mesquita Filho FCT/UNESP –
Presidente Prudente como requisito para a
obtenção do título de Mestre em Geografia.
Orientador: Prof. Dr. Edson Luís Piroli.

Presidente Prudente - SP
2017

FICHA CATALOGRÁFICA

K85m Kohori, Carolina Bugalho.
Mudanças no uso da terra no alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos - Adamantina/SP e impactos sobre os cursos d'água / Carolina Bugalho Kohori. - Presidente Prudente : [s.n], 2017
110 f.

Orientador: Edson Luís Piroli
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

1. Geoprocessamento. 2. Uso da terra. 3. Impactos ambientais. I. Kohori, Carolina Bugalho. II. Piroli, Edson Luís. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Mudanças no uso da terra no alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos - Adamantina/SP e impactos sobre os cursos d'água.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

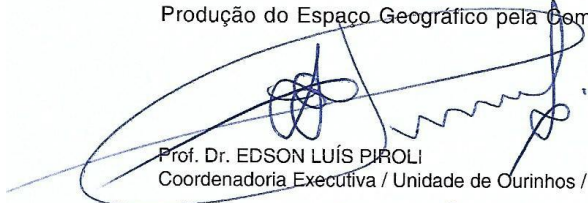
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Mudanças no uso da terra no alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos - Adamantina/SP e impactos sobre os cursos d'água

AUTORA: CAROLINA BUGALHO KOHORI

ORIENTADOR: EDSON LUÍS PIROLI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em GEOGRAFIA, área: Produção do Espaço Geográfico pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. EDSON LUÍS PIROLI
Coordenadoria Executiva / Unidade de Ourinhos / Universidade Estadual Paulista



Prof. Dra. ISABEL CRISTINA MOROZ CACCIA GOUVEIA
Departamento de Geografia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente



Prof. Dr. RODRIGO CÉZAR ORIAO
TOLEDO / Centro Universitário Antônio Eufrásio de Toledo de Presidente Prudente

Presidente Prudente, 28 de novembro de 2017

Aos meus pais, Sonia e Rodolfo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por todas as oportunidades que me são dadas todos os dias.

À Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP, Campus de Presidente Prudente, aos funcionários e professores, pelo trabalho e dedicação.

Ao Comitê de Bacias Hidrográficas Aguapeí-Peixe e ao FEHIDRO pelo apoio ao programa de mestrado profissional.

Ao professor Edson Luís Piroli, pela confiança, orientação, conselhos e ensinamentos.

Aos professores do curso do Mestrado Profissional, por contribuírem para a existência e evolução do programa.

À professora Isabel Cristina Moroz, por ter dado a base para a utilização do ArcGis.

Aos queridos companheiros de curso: Aline, André, Cláudio, Dani, Eliana, Everton, Júlio, Lucinei, Nádia, Paulo (O Agrônomo), Rodrigo e Vinícius, pela amizade e aprendizado.

Ao companheiro de viagens, conselheiro, parceiro de muitos trabalhos, e amigo Everton (Henrique Gonçalves Cardoso) e à querida geógrafa Aline, obrigada pela amizade e contribuições no desenvolvimento desse trabalho.

Ao Cícero Cordeiro e ao César Mantovani, grandes conhecedores dos campos de Adamantina, por me ajudarem com os mapas de uso da terra.

Ao João Passarinho (Biblioteca Municipal) e ao João Carlos Rodrigues (IBGE) por disponibilizarem materiais do histórico de Adamantina.

Aos amigos de Adamantina, de longa e curta data, pela companhia, pelas boas risadas e desabafos.

À minha amiga querida Paula Oddone (Mixera), por ser alguém essencial na minha vida, por sempre estar ao meu lado, mesmo a mais de 500 km de distância, por todo o amor, paciência, ajuda e amizade desde a época de Botucatu até sempre. Obrigada por todas as respostas às minhas constantes perguntas.

Ao Igor Rasteiro, meu companheiro de já muitas jornadas, obrigada pela ajuda na produção dos mapas, nos trabalhos de campo, nas revisões de texto, nas sugestões e críticas, e por estar ao meu lado nos momentos de desespero e de alegria.

À Rosa, Zé Neto e Camila, pela amizade e carinho.

À minha tia Helenice, por todo o amor e apoio aos estudos.

Às minhas irmãs, Camila e Cintia, pelas risadas e brigas, pelos conselhos e ensinamentos.

Ao meu pai, Rodolfo, por me apoiar em todas as minhas escolhas e sempre incentivar meus estudos. Sem você, eu nem teria começado.

À minha mãe querida, Sonia, seria impossível dizer tudo pelo qual tenho a agradecer. Obrigada por estar presente em cada momento da minha vida, me apoiar e acreditar em mim.

*Eu sou a terra, eu sou a vida.
Do meu barro primeiro veio o homem.
De mim veio a mulher e veio o amor.
Veio a árvore, veio a fonte.
Vem o fruto e vem a flor.*

*Eu sou a fonte original de toda vida.
Sou o chão que se prende à tua casa.
Sou a telha da cobertura de teu lar.
A mina constante de teu poço.
Sou a espiga generosa de teu gado
e certeza tranquila ao teu esforço.*

*Sou a razão de tua vida.
De mim vieste pela mão do Criador,
e a mim tu voltarás no fim da lida.
Só em mim acharás descanso e Paz.*

*Eu sou a grande Mãe Universal.
Tua filha, tua noiva e desposada.
A mulher e o ventre que fecundas.
Sou a gleba, a gestação, eu sou o amor.*

*A ti, ó lavrador, tudo quanto é meu.
Teu arado, tua foice, teu machado.
O berço pequenino de teu filho.
O algodão de tua veste
e o pão de tua casa.*

*E um dia bem distante
a mim tu voltarás.
E no canteiro materno de meu seio
tranquilo dormirás.*

*Plantemos a roça.
Lavremos a gleba.
Cuidemos do ninho,
do gado e da tulha.
Fatura teremos
e donos de sítio
felizes seremos.*

(O Cântico da Terra – Cora Coralina)

RESUMO

A Nova Alta Paulista foi uma das últimas regiões a serem atravessadas pela ferrovia e ocupadas pela frente cafeeira, tendo suas formações vegetais naturais quase que totalmente suprimidas em detrimento da expansão da área urbana e de culturas agropecuárias. As sedes dos municípios foram construídas no espigão-divisor de águas dos rios Aguapeí e Peixe, ocupando diversas nascentes de córregos. Diante dessa realidade, diversos impactos da falta de planejamento, manejo e gestão do solo e da água são observados, sendo necessários estudos a fim de entender a dinâmica que ocorreu na região. Para tanto, propôs-se o estudo do alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos, formado pelas bacias dos córregos Taipus, Tocantins e Ranchos, localizada no município de Adamantina, integrante da Nova Alta Paulista. O objetivo do trabalho foi analisar as mudanças ocorridas no uso da terra entre os anos de 1971 e 2016 e seus respectivos impactos ambientais sobre essa área, utilizando técnicas de geoprocessamento. Após a realização do mapeamento, foram processados e gerados mapas de ganho, persistência e perda de área para as classes de uso da terra. Através das análises realizadas observou-se que a área de estudo tem riscos de ocorrência de inundações e a ocupação urbana sobre as áreas de nascentes intensificam esses problemas. Com relação às mudanças no uso da terra, houve significativas mudanças, onde as lavouras temporária e permanente cederam espaço para a pastagem cultivada para criação de gado. Os principais problemas ambientais observados na área rural foram pastagens degradadas, ausência de mata ciliar, solos erodidos, assoreamento e contaminação dos recursos hídricos. Notou-se, ainda, pequeno avanço relacionado à recomposição das áreas de preservação permanente que, no entanto, não devem ser desprezadas. Espera-se que o presente trabalho possa contribuir para estudos mais aprofundados na região e para a tomada de decisões que visem o planejamento de ocupação do uso da terra em áreas urbana e rural, bem como a recuperação das APPs (Áreas de Preservação Permanente) e, em longo prazo, dos córregos.

Palavras-chave: Geoprocessamento. Uso da terra. Impactos ambientais.

ABSTRACT

The Nova Alta Paulista was one of the last regions to be crossed by the railroad and occupied by the coffee crop, having its natural landscape almost totally suppressed by the expansion of the urban area and agricultural crops. The municipalities were built inside of the Aguapeí and Peixe rivers watershed, occupying several streams springs. Therefore, several impacts due to lack of planning, soil and water management are observed, and studies are necessary to understand the dynamics that took place in the region. Thus, a study has been developed on the high course of the Ribeirão dos Ranchos basin, formed by the Taipus, Tocantins and Ranchos basins, located in the municipality of Adamantina, a member of Nova Alta Paulista. The objective of this work was to analyze the changes in land use between the years 1971 and 2016 and their respective environmental impacts, using geoprocessing techniques. After the mapping, maps of gain, persistence and loss of area for land use classes were processed and generated. Through the analyzes conducted, it has been observed that the study area has flood risks occurrence and urban occupation on the river source's areas intensifies these problems. Regarding changes in land use, there were significant changes, where temporary and permanent crops gave way to pasture grown for livestock. The main environmental problems observed in the rural area were degraded pastures, absence of riparian forest, eroded soils, sedimentation and water resources contamination. Still, there was a small advance related to the restoration of permanent preservation areas, which should not be neglected. It is expected that the present work shall contribute to further studies in the region, to the decision making aiming land use management in urban and rural areas, as well as the recovery of PPAs (Permanent Preservation Areas) and, in the long term, streams.

Keywords: Geoprocessing. Land use. Environmental impacts.

Lista de Figuras

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.....	17
Figura 2 – Mosaico composto por fotografias aéreas de 1971.....	35
Figura 3 – Antiga academia de Judô (ACREA), localizada sobre uma das nascentes do córrego Tocantins (Coordenadas aproximadas: E 492095 m; N 7602062 m).....	37
Figura 4 – Cultivos de milho (Coordenadas aproximadas: E 485838 m; N 7603321 m) e cana-de-açúcar (Coordenadas aproximadas: E 485589 m; N 7602644 m), respectivamente	38
Figura 5 – Cultivos de café (Coordenadas aproximadas: E 491517 m; N 7600612 m) e banana (Coordenadas aproximadas: E 490471 m; N 7599290 m), respectivamente	38
Figura 6 – Pastagem destinada à criação de gado (Coordenadas aproximadas: E 490206 m; N 7598492 m e E 490842; N 7605351 m, respectivamente).....	39
Figura 7 – Cultivo de eucalipto (Coordenadas aproximadas: E 490752 m; N 7599034 m) e seringueira (Coordenadas aproximadas: E 487834 m; N 7601159 m), respectivamente	39
Figura 8 – Fragmentos florestais (Coordenadas aproximadas: E 490884 m; N 7599651 m e E 486270 m; N 7602569 m, respectivamente).....	40
Figura 9 – Represa (Coordenadas aproximadas: E 487409 m; N 7598616 m).....	40
Figura 10 – Área descoberta sob duas perspectivas (Coordenadas aproximadas: E 490830 m; N 7605183 m).....	41
Figura 11 – Metodologia adotada para a obtenção das perdas da classe Lavoura temporária sobre os demais usos da terra	46
Figura 12 – Metodologia adotada para a obtenção da persistência da classe Lavoura temporária sobre os demais usos da terra	47
Figura 13 – Metodologia adotada para a obtenção dos ganhos da classe Lavoura temporária sobre os demais usos da terra	48
Figura 14 – Localização da área de estudo na bacia do Ribeirão dos Ranchos, inserida na bacia do rio do Peixe e no Estado de São Paulo	50
Figura 15 – Localização do alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos	51
Figura 16 – Rede hidrográfica do alto curso do Ribeirão dos Ranchos	57
Figura 17 – Mapa hipsométrico do alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos.....	59
Figura 18 – Mapa de declividade do alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos.....	61
Figura 19 – Representação da classe área urbanizada em 1971	62
Figura 20 – Representação da classe lavoura temporária em 1971	63
Figura 21 – Representação da classe lavoura permanente em 1971	64
Figura 22 – Representação da classe pastagem em 1971	65

Figura 23 – Representação da classe florestal em 1971	66
Figura 24 – Representação da classe represa em 1971	67
Figura 25 – Mapa de uso da terra em 1971 no alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos	68
Figura 26 – Representação da classe área urbanizada em 2016	69
Figura 27 – Representação da classe lavoura temporária em 2016	70
Figura 28 – Representação da classe lavoura permanente em 2016	70
Figura 29 – Representação da classe silvicultura em 2016	71
Figura 30 – Representação da classe pastagem em 2016	71
Figura 31 – Representação da classe florestal em 2016	72
Figura 32 – Representação da classe área descoberta em 2016	73
Figura 33 – Mapa de uso da terra em 2016 no alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos	74
Figura 34 – Mapa de ganho, perda e persistência na classe de uso Área Urbanizada	77
Figura 35 – Frente (Coordenadas aproximadas: E 491970 m e N 7601776 m) e fundos (Coordenadas aproximadas: E 491900 m e N 7601735 m) da casa atingida pela enxurrada da chuva, respectivamente.....	79
Figura 36 – Parte da calçada e rua erodidos pela concentração de água das chuvas em janeiro de 2017, localizada no cruzamento da rua Joaquim Nabuco com a Alameda Santa Cruz (Coordenadas aproximadas: E 492013 m e N 7601960 m).....	79
Figura 37 – Parque dos Pioneiros (Coordenadas aproximadas: E 491443 m e N 7601319 m).....	80
Figura 38 – Mapa de ganho, perda e persistência na classe de uso Lavoura temporária	82
Figura 39 – Mapa de ganho, perda e persistência na classe de uso Lavoura permanente	83
Figura 40 – Mapa de ganho, perda e persistência na classe de uso Silvicultura.....	85
Figura 41 – Mapa de ganho, perda e persistência na classe de uso Pastagem	87
Figura 42 – Represa Taipus em funcionamento.....	88
Figura 43 – Vista aérea da represa do Taipus em 1971 e 2016, respectivamente.	89
Figura 44 – Lixão de Adamantina à montante do córrego Tocantins (Coordenadas aproximadas: E 487808 m e N 7600095 m)	91
Figura 45 – Mapa de ganho, perda e persistência na classe de uso Área descoberta.....	91
Figura 46 – Mapa de ganho, perda e persistência na classe de uso Florestal.....	93
Figura 47 – Mapa de conflitos de uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente dos corpos d'água em 1971	96

Figura 48 - Mapa de conflitos de uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente dos corpos d'água em 2016.....	97
Figura 49 – Assoreamento do córrego Taipus e ausência de mata ciliar (Coordenadas aproximadas: E 486597 m e N 7599448 m)	98
Figura 50 – Pastagem degradada à montante do córrego Taipus e caminho preferencial de gado (Coordenadas aproximadas: E 486919m e N 7600716 m).....	99
Figura 51 – Ravina (Coordenadas aproximadas: E 490789 m e N 7605414 m)	99

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Ganhos e perdas do uso da terra no alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos entre 1971 e 2016	75
Gráfico 2 – Ganho/perda em km ² da área urbana sobre os demais usos da terra.....	77
Gráfico 3 – Ganho/perda de lavoura temporária sobre os demais usos da terra.....	82
Gráfico 4 – Ganho/perda de lavoura permanente sobre os demais usos da terra.....	83
Gráfico 5 – Ganho/perda de silvicultura sobre os demais usos da terra	85
Gráfico 6 – Ganho/perda de pastagem sobre os demais usos da terra	87
Gráfico 7 – Ganho/perda de área descoberta sobre os demais usos da terra.....	92
Gráfico 8 – Ganho/perda de florestal sobre os demais usos da terra	94

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Características geométricas e da rede de drenagem do alto curso da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Ranchos	58
Tabela 2 – Classes de declividade do alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos	60
Tabela 3 – Classes de uso da terra em 1971	62
Tabela 4 – Classes de uso da terra em 2016	69
Tabela 5 – Poços de abastecimento de água ³	89
Tabela 6 – Uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente dos corpos d'água em 1971	95
Tabela 7 – Uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente dos corpos d'água em 2016	95

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo geral	19
2.2 Objetivos específicos	19
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
3.1 Recursos hídricos	20
3.2 Bacias hidrográficas	22
3.3 Erosão	24
3.4 Geoprocessamento	26
3.5 Análises ambientais do uso da terra	28
3.6 Áreas de Preservação Permanente e o Novo Código Florestal	30
4 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	34
4.1 Procedimentos metodológicos	34
4.1.1 Trabalhos de campo	34
4.1.2 Georreferenciamento	34
4.1.3 Vetorização da rede de drenagem e delimitação das áreas de preservação permanente	35
4.1.4 Vetorização das classes de uso da terra em 1971 e 2016	36
4.1.5 Análise morfométrica do alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos	41
4.1.5.1 Características geométricas	41
4.1.5.1.1 Área total e perímetro da bacia	41
4.1.5.1.2 Coeficiente de compacidade	41
4.1.5.1.3 Índice de circularidade	42
4.1.5.2 Características da rede de drenagem	43
4.1.5.2.1 Ordem dos cursos d'água	43
4.1.5.2.2 Comprimento total dos cursos d'água	43
4.1.5.2.3 Densidade de drenagem	43
4.1.5.3 Características do relevo	44
4.1.6 Mudanças no uso da terra	45
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49

5.1 Caracterização da área de estudo	49
5.1.1 Histórico de ocupação da região	52
5.1.2 Clima	53
5.1.3 Geomorfologia	54
5.1.4 Pedologia	54
5.1.5 Geologia	54
5.1.6 Vegetação	55
5.1.7 Hidrografia.....	55
5.2 Características morfométricas do alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos	56
5.3 Uso da terra.....	62
5.3.1 Uso da terra em 1971.....	62
5.3.2 Uso da terra em 2016.....	69
5.3.3 Mudanças ocorridas no uso da terra e impactos sobre a água	75
5.3.3.1 Área urbanizada	76
5.3.3.2 Lavouras temporária e permanente	81
5.3.3.3 Silvicultura	84
5.3.3.4 Pastagem	86
5.3.3.5 Represa.....	88
5.3.3.6 Área descoberta.....	90
5.3.3.7 Florestal.....	93
5.4 Uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente dos corpos d'água.....	94
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104

1 INTRODUÇÃO

Os seres humanos de modo geral, sobretudo os das gerações mais recentes, são cercados por informações relativas ao meio ambiente. E isso acontece desde muito cedo, ainda crianças, seja na escola, dentro das famílias ou a partir dos meios de comunicação.

No entanto, embora grande parte da população saiba listar os maiores problemas ambientais, ainda que de maneira superficial, não se percebe um comportamento efetivamente comprometido com ações que priorizem o equilíbrio das relações no ambiente. Esse descaso, de certa forma, é resultado de uma sociedade que não se entende como parte da natureza, regulada por um mundo consumista, individualista e pouco preocupado com um futuro realmente sustentável.

O Brasil sofre esse impacto da sociedade moderna desde sua colonização, com a entrada dos europeus, destinados a extrair a riqueza de recursos encontrados no país. Essa apropriação descontrolada e sem levar em consideração os impactos ambientais ou mesmo as sociedades que o habitavam, tem como reflexo as grandes catástrofes vividas atualmente em todo o território.

Conforme o país foi sendo ocupado, as áreas do interior passaram a ser cada vez mais exploradas. No estado de São Paulo, essa exploração resultou na derrubada e devastação das matas nativas, substituídas pela cultura agrícola da época e pelas ferrovias responsáveis pelo transporte dessa carga.

O Oeste Paulista, mais especificamente o extremo oeste, representado pela Nova Alta Paulista, foi uma das últimas regiões a serem ocupadas pela frente cafeeira. Os municípios dessa região tiveram suas sedes construídas no espigão-divisor de águas dos rios Aguapeí e Peixe. Ocupam, portanto, diversas nascentes de córregos afluentes de ambos os rios. As áreas urbanas ao se ampliarem e terem o solo impermeabilizado, em taxas cada vez maiores, impedem a infiltração das águas das chuvas, contribuindo para que ocorra o escoamento superficial e potencializando a ocorrência de processos erosivos nas vertentes e de assoreamento nas planícies.

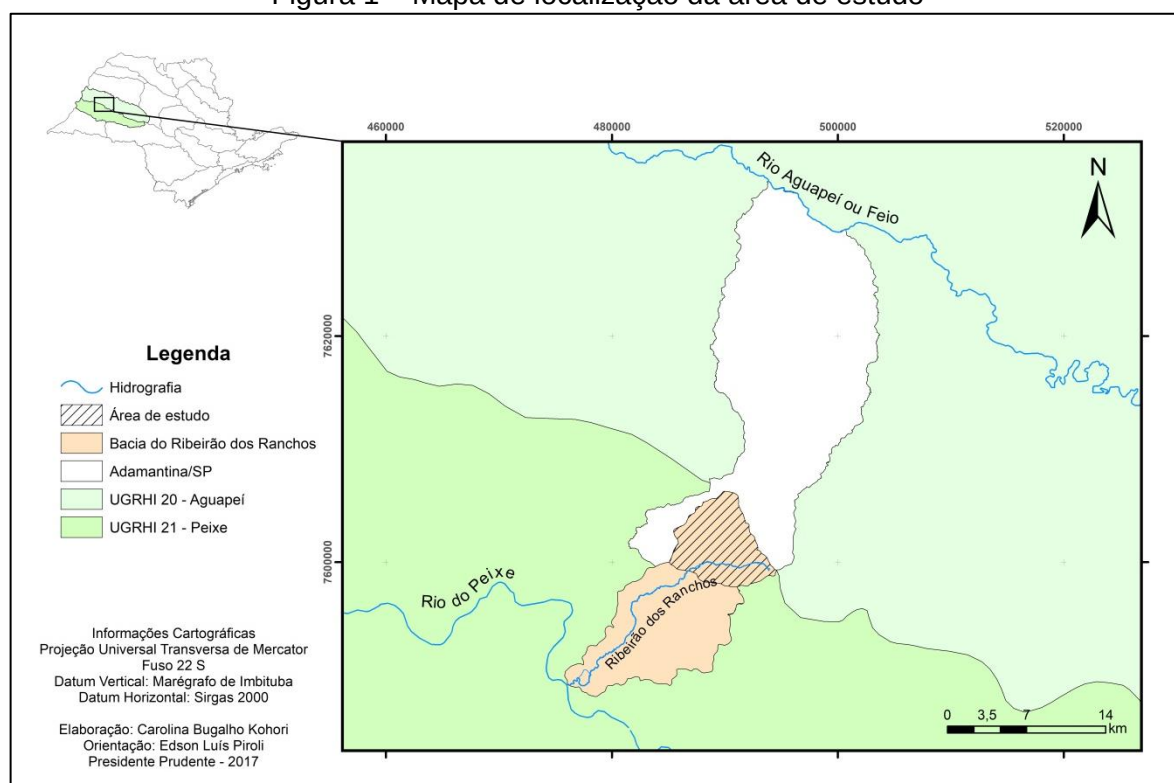
Nas áreas rurais, é cada vez mais perceptível o distanciamento do produtor com o solo, ao destruir sua estrutura com o uso intenso de máquinas agrícolas e o uso indiscriminado de insumos agrícolas, ora para supostamente aumentar a fertilidade do solo, ora para se livrar das pragas, plantas daninhas e

doenças agrícolas. Mas não se dão conta de que o solo e todos os seres vivos nele fazem parte de um ecossistema em desequilíbrio. Os produtores que ainda possuem contato com a terra, acabam se vendo sem saída, diante da falta de mão de obra, do alto valor dos insumos, da contaminação de sementes crioulas e da sua própria lavoura com a aplicação de defensivos agrícolas por avião.

Diante da situação exposta, propôs-se o estudo do alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos localizada dentro da área do município de Adamantina, conforme ilustra a Figura 1. Essa área foi escolhida devido aos importantes impactos da falta de planejamento, manejo e gestão do solo e da água observados na bacia.

A área apresenta boa disponibilidade hídrica em seu subsolo, de modo que toda a água que abastece a cidade é oriunda de poços. No entanto, seus córregos encontram-se seriamente assoreados, com quase nenhuma mata ciliar. A ocupação das nascentes por áreas urbanizadas e a ausência de floresta em uma área de importância para recarga de aquíferos, pode futuramente vir a causar sérios impactos sobre a população. Além disso, os três córregos que fazem parte da área de estudo, são afluentes do Ribeirão dos Ranchos, o qual deságua no rio do Peixe. Uma vez que estes rios ficam cada vez mais assoreados e recebem cargas de contaminação, contribuem cada vez menos com o rio que os recebe.

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo



Há, portanto, a necessidade cada vez mais urgente em aprofundar os estudos ambientais nessa área e propor medidas de proteção e conservação dos recursos naturais, que são a fonte de vida de todos os seres vivos.

As técnicas de geoprocessamento desenvolvidas permitem que esses estudos sejam cada vez mais detalhados, garantindo resultados confiáveis para o planejamento e a tomada de decisões. Suas ferramentas possibilitam caracterizar a área de estudo e os principais impactos ambientais presentes nela, bem como os possíveis agentes responsáveis, pela análise do uso da terra e das mudanças que ocorrem ao longo dos anos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar as mudanças ocorridas no uso da terra do alto curso da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Ranchos entre os anos de 1971 e 2016 e seus respectivos impactos ambientais sobre essa área, utilizando técnicas de geoprocessamento.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a bacia quanto aos seus aspectos biofísicos e históricos;
- Identificar e mapear os usos da terra nos anos de 1971 e 2016, bem como avaliar as mudanças ocorridas no período de estudo e seus impactos sobre os recursos naturais;
- Identificar os conflitos de usos da terra nas Áreas de Preservação Permanente;
- Avaliar os problemas ambientais presentes na área de estudo e propor medidas de proteção e preservação dos recursos naturais presentes na bacia e de recuperação das áreas degradadas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Recursos hídricos

De acordo com Tundisi (2003) a água é parte integral do Planeta Terra, sustenta a vida, é componente fundamental da dinâmica da natureza e impulsionadora de todos os demais ciclos ecológicos.

Contudo, embora o Planeta tenha mais de 1,1 bilhão de km³ de água, 97% estão nos oceanos, impossibilitando (ou pelo menos dificultando) a irrigação, o uso doméstico e a dessedentação de animais. Ainda assim, os 3% restantes estão majoritariamente sob a forma de gelo, ou seja, uma pequena parte de todo este volume encontra-se sob a forma de rios e lagos ou águas subterrâneas com acesso relativamente fácil aos seres humanos.

Ainda, nota-se a forte instabilidade e mobilidade desse recurso. Por seu comportamento cíclico, influenciado pela energia térmica solar, a força dos ventos e da gravidade, as diferentes formas de precipitação e os diversos processos que interferem na sua drenagem, o volume de água disponível para um determinado espaço são passíveis de mudança (MMA)¹.

O Brasil, mesmo sendo considerado um país privilegiado com relação aos recursos hídricos, também sofre com problemas de abastecimento, em razão da disponibilidade, concentração populacional, volume utilizado e contaminação de mananciais. Tucci et al. (2000) salienta que,

As condições atuais de disponibilidade x demanda mostram que, na média, e na maior parcela do território brasileiro, não existe déficit de recursos hídricos. No entanto, observam-se em condições críticas em períodos de estiagem no semi-árido nordestino e em algumas regiões onde o uso da água é intenso, como na vizinhança das cidades médias e principalmente das regiões metropolitanas". (TUCCI, 2000, p. 34).

Tundisi (2003) reforça que o ciclo da água, por sua importância estratégica, é mais do que biogeoquímico, podendo ser considerado hidrossocial, de grande dimensão e impacto econômico e ecológico, carregando consigo grandes interferências da ação humana.

¹Ciclo Hidrológico. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico>>, acesso em 04 de abril de 2017.

Entre os maiores impactos que a atividade humana pode causar no ciclo hidrológico, destacam-se as alterações na cobertura da terra, como, por exemplo, a supressão da vegetação e a impermeabilização do solo. Segundo Piroli (2016),

(...) ao se retirar a cobertura vegetal nativa de uma região passam a ocorrer mudanças importantes na interceptação vegetal, que praticamente deixa de existir; nas taxas de evapotranspiração, devido à diminuição da cobertura arbórea, no escoamento superficial que é bastante aumentado e nos escoamentos sub-superficial e subterrâneo, que são reduzidos. (PIROLI, 2016, p.49).

Ainda segundo o autor, a água tem seu ciclo modificado nas áreas urbanas a partir das mudanças introduzidas nos solos e na cobertura da terra, alterando as taxas de infiltração, de recarga do lençol freático e de escoamento superficial.

Diante do exposto, torna-se imprescindível o planejamento e gestão do uso da terra consorciada com os recursos hídricos, pois existem relações interdependentes. Conforme reforça Ross (1995),

A água é um recurso natural de atenção máxima a ser dada no planejamento ambiental. Sem dar-se à devida dimensão da importância da água para as sociedades humanas, qualquer planejamento estará condenado ao fracasso, a médio ou longo prazo, face ao esgotamento das potencialidades, perdas de qualidade por uso abusivo dos corpos d'água como diluidores de resíduos ou para irrigação da agricultura, ou alimentação para os rebanhos da pecuária, ou geração de energia. Planejar e gerenciar a utilização das águas é importante tarefa a ser desempenhada pelas instituições públicas responsáveis pelo desenvolvimento econômico, social e de conservação/preservação ambiental. (ROSS, 1995, p.69).

No sistema hidrológico, as águas subterrâneas e as águas superficiais interagem em uma série de paisagens fisiográficas e climáticas, de modo que o desenvolvimento ou a contaminação de um geralmente afetam o outro (SOPHOCLEOUS, 2002).

Para Prandi (2010),

Entender essa inter-relação depende do entendimento da hidrogeologia e do clima de uma região e, principalmente, de estudos que permitam compreender os mecanismos condicionadores do fluxo das águas subterrâneas. Para tanto, é necessária a compreensão do

aquífero não apenas como um reservatório de água, mas também como um conduto desta água. (PRANDI, 2010, p. 22).

Um aquífero pode ser definido como um reservatório subterrâneo de água, composto por camadas ou formações geológicas permeáveis e capazes de armazenar e distribuir água em quantidades que possam ser aproveitadas como fonte de abastecimento para diferentes usos (IRITANI; EZAKI, 2009).

Na compreensão do ciclo hidrológico, é imprescindível reconhecer a influência dos fatores climáticos (chuva e evapotranspiração, por exemplo) no modo como ocorrerá a circulação biogeoquímica da água no ambiente, bem como as características do relevo (declividade) e forma da bacia (PRANDI, 2010).

Conforme destaca o autor, em períodos com abundância de chuva, as formas do relevo são determinantes para o modo como se dará o escoamento das águas superficiais dentro da bacia. Estas influenciarão como e em que velocidade ocorrerá a drenagem. Já nos períodos de estiagem, a contribuição das águas subterrâneas torna-se determinante para a disponibilidade hídrica superficial, em que pese o fato do volume representar uma curva descendente exponencial.

3.2 Bacias hidrográficas

Christofolletti (1980, p. 19) definiu a bacia hidrográfica como a “área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial, funcionando como um sistema aberto, em que ocorre a entrada e saída de energia e matéria”, refletindo, direta ou indiretamente, nos rios e na qualidade e quantidade das águas (LEAL, 1995).

Segundo Santos (2004),

Uma bacia hidrográfica circunscreve um território drenado por um rio principal, seus afluentes e subafluentes permanentes ou intermitentes. Seu conceito está associado à noção de sistema, nascentes, divisores de águas, cursos hierarquizados e foz. Toda ocorrência de eventos em uma bacia hidrográfica, de origem antrópica ou natural, interfere na dinâmica desse sistema, na quantidade dos cursos de água e sua qualidade (SANTOS, 2004, p.85).

A quantidade de água recebida pelos cursos d'água está vinculada à bacia que a recebe, variando conforme sua delimitação, a precipitação total e o

regime de chuvas da área, e as perdas devidas à evapotranspiração e à infiltração (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Uma vez que o sistema de drenagem é considerado um sistema aberto e, conseqüentemente, suscetível a mudanças de entrada e saída de energia, as bacias hidrográficas sofrem constantes ajustes internos nos seus elementos e nos processos associados a eles (CUNHA; GUERRA, 2006).

As mudanças que ocorrem no interior das bacias, e se estendem para além delas, “podem ter causas naturais, entretanto, nos últimos anos, o homem tem participado como um agente acelerador dos processos modificadores e de desequilíbrio da paisagem” (CUNHA; GUERRA, 2006, p. 354).

Em 1997, foi criada a Política Nacional dos Recursos Hídricos, pela Lei Federal n. 9.433 de 1997 (BRASIL, 1997), a qual definiu a bacia hidrográfica como unidade básica para gestão dos recursos hídricos.

Para Piroli (2014), a bacia é a unidade ideal para o trabalho com recursos naturais, pois seu recorte espacial foi definido pela natureza ao longo de processos físicos e químicos que moldaram o relevo e condicionaram as relações entre os componentes bióticos e abióticos existentes na área.

Uma vez definida a área de estudo, faz-se necessário reconhecer aspectos físicos quantitativos das bacias hidrográficas como: padrões de drenagem, forma e área da bacia, relevo, declividade, uso e ocupação da terra, que são parâmetros fisiográficos essenciais no desenvolvimento de projetos ambientais (MONTEIRO, 2003).

Dibieso (2013) aponta que,

Considerar uma bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento, portanto, impõe abordar todos seus elementos (água, litologia, relevo, solo, flora, fauna, agropecuária, indústrias, urbanização, etc.) e compreendê-la como uma totalidade composta por elementos naturais e sociais, inter-relacionados e dinâmicos. (DIBIESO, 2013, p. 18).

Uma vez analisados os aspectos que caracterizam a bacia de estudo, torna-se possível planejar a melhor utilização de cada área da sua extensão, bem como disponibilizá-los aos órgãos públicos para aplicação de políticas públicas que visem à proteção ou recuperação da bacia (ZANATA, 2014).

3.3 Erosão

O processo erosivo consiste na remoção e transporte do material intemperizado. Os principais tipos de erosão que ocorrem no Brasil são: erosão pluvial, pela ação das gotas d'água das chuvas; erosão fluvial, pelas águas dos rios; e movimentos de massa, pela força da gravidade e da água, desprendendo e transportando o solo vertente abaixo (FLORENZANO, 2008). A erosão é um processo natural que influencia na dinâmica da superfície terrestre. Esse processo é influenciado por diversos fatores como clima, intensidade e distribuição das chuvas, tipo de solo e topografia (DEMARCHI, 2012).

A erosão natural ocasionada pela água das chuvas é responsável pela esculturação das vertentes. A ação mecânica das gotas de chuvas promove a movimentação das partículas em direção inconstante, podendo ser transportada a jusante ou montante. Esse impacto é denominado *splash* ou saltitação. À medida que o solo se torna saturado e a quantidade de água precipitada é maior que a velocidade de infiltração, passa a ocorrer o escoamento superficial (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Para Guerra et al. (1999), inicialmente o fluxo do escoamento superficial é difuso, provocando a erosão laminar. O estágio seguinte é o fluxo linear, quando passa a haver concentração de água no escoamento. O terceiro estágio consiste no desenvolvimento de microrravinas. As ravinas podem evoluir para processos erosivos de maior escala, tornando-se voçorocas.

De acordo com Guerra e Botelho (1996, p. 98), “os solos possuem propriedades físicas e químicas, que interagem e podem proporcionar maior, ou menor resistência aos processos erosivos”. Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2005), a erosão está relacionada às características da chuva, declividade e comprimento do declive do terreno, capacidade de retenção de água, resistência do solo à erosão e densidade da cobertura vegetal.

Bandy e Musgrave (1975) *apud* Primavesi (2002) provaram que 95% da erosão se deve à má infiltração de água no solo, sendo somente 5% relacionado ao declive do terreno. A erosão é sempre mais intensa em regiões com alternância de clima úmido e seco, típico das grandes áreas dos trópicos, e em grande parte do Brasil (SANCHEZ, 1972 *apud* PRIMAVESI, 2002).

O carregamento de partículas de solo de áreas mais elevadas para áreas com menor declive, no entanto, é constantemente acelerado pela ação antrópica. Para Weill e Pires Neto (2007) essa aceleração é decorrente da retirada da vegetação natural, seguida da implantação agrícola e de outros usos, do manejo incorreto dos solos, da exploração intensa de terras marginais e com potencial natural de erosão e pela falta de planejamento da ocupação.

O solo, uma vez desprovido de sua cobertura vegetal natural e substituído pela pastagem, torna-se suscetível a diversos fatores que tendem a esgotá-lo. A velocidade com que ocorrerá esse esgotamento variará de acordo com o solo, clima e topografia da região, mas sempre ocorrerá se o homem não tomar medidas preventivas para seu controle (LEPSCH, 1976).

A erosão dos solos pode também provocar a diminuição, ou mesmo o desaparecimento, de mananciais, que dependem da presença da cobertura vegetal para sua manutenção (GUERRA; BOTELHO, 1996).

O uso intensivo do solo pelas atividades antrópicas é um dos principais agentes modificadores de suas características físicas, ocasionando grandes perdas de solo, transporte de sedimentos aos cursos d'água, e consequente assoreamento de rios e ocorrência de enchentes (COSTA et al., 2009).

Em bacias ocupadas por áreas urbanizadas, os sedimentos transportados trazem uma carga de poluentes agregados que causam, não apenas o assoreamento e a redução da capacidade de escoamento de cursos d'água, como também contaminam as águas pluviais que infiltrarão no subsolo ou escoarão para os rios (TUCCI; COLLISCHONN, 2000).

Segundo Primavesi (2002), a erosão acelerada não é um fenômeno natural, mas um sintoma de degradação do solo. Para a autora, enquanto na vegetação natural, protegida pela cobertura arbórea, arbustiva e de folhas mortas, infiltra praticamente toda a água, na terra cultivada convencionalmente, a infiltração é três vezes menor em relação à mata. Essa água que não infiltra, escorre, arrasta partículas de solo, criando sulcos, enxurradas, voçorocas, e sempre arrastando maiores quantidades de terra e, conseqüentemente, causando enchentes e inundações e, finalmente, a seca.

3.4 Geoprocessamento

O geoprocessamento consiste em um “conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica”, constituindo uma poderosa ferramenta para tomada de decisões (ROSA, 2005, p. 81). O mesmo autor considera que o geoprocessamento é constituído por soluções em *hardware*, *software* e *peopleware*, sendo importantes ferramentas para tomada de decisões. Dentre as geotecnologias destaca: sistemas de informação geográfica, cartografia digital, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global e a topografia.

Para Câmara et al. (2001, p. 1),

(...) o termo *Geoprocessamento* denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de *Sistemas de Informação Geográfica (GIS)*, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos. (CÂMARA et al., 2001, p.1).

Segundo Piroli (2013), a utilização do geoprocessamento permite a espacialização das informações contidas em bancos de dados, bem como seu gerenciamento e manipulação a qualquer momento. A partir dos resultados obtidos, estas informações podem ser disponibilizadas ao poder público, a pesquisadores e a outras instituições que atuam na área de estudo (PIROLI, 2013). Assim,

Por ser um instrumento de processamento de dados rápido e eficiente, este tem sido utilizado cada vez mais nas análises ambientais, possibilitando acompanhar fenômenos naturais dinâmicos da natureza, como também o desenvolvimento de fenômenos antrópicos em tempo real. Também tem colaborado na investigação da adequação do uso da terra, principalmente nas Áreas de Preservação Permanente (APP), em função da importância destas para a preservação da biodiversidade. (PIROLI, 2013, p. 15).

Os SIGs são tecnologias de interpretação de imagem, que combinam cartografia, bancos de dados automatizados, produtos de sensoriamento remoto e

modelagem. Um SIG integra diversas funções que possibilitam o armazenamento, gerenciamento e análise dos dados e das informações interpretadas das imagens. Representam qualquer feição quando referenciados por meio de coordenadas geográficas ou cartesianas (SANTOS, 2004).

Segundo Santos (2004), um SIG é constituído pelas seguintes partes:

- Interface com o usuário e ferramentas para saídas cartográficas;
- entrada e integração de dados;
- funções de processamento gráfico e de imagens;
- visualização e plotagem;
- armazenamento e recuperação de dados organizados sob a forma de

um banco de dados geográficos.

Com a utilização de dados geográficos referenciados a um sistema de coordenadas é possível a realização operações de relacionamento espacial como vizinhança, proximidade e pertinência entre objetos geográficos (RODRIGUES et al., 2001).

Nesse mesmo sentido, Fitz (2008) afirma que:

Os produtos gerados por um SIG vinculam-se ao espaço físico, podendo, entretanto, trabalhar fenômenos climáticos humanos, sociais e econômicos, entre outros. A partir desses espaços devidamente “mapeados” e trabalhados pelo SIG, pode-se conhecer melhor uma região, possibilitando, assim, o fornecimento de subsídios para uma futura tomada de decisões [...] o próprio desenrolar das atividades desenvolvidas no decorrer do uso de um SIG pode fazer parte de um processo decisório mais consistente. (FITZ, 2008, p.25).

Tabacow e Xavier da Silva (2010) apontam que o conhecimento da área de estudo, físico e histórico, é essencial para compreender os fenômenos e processos que ocorrem atualmente. Dessa forma, os sistemas de informação geográfica representam a ferramenta mais adequada por permitirem a captura e armazenamento (input), manipulação, transformação, visualização, combinação, investigação, análise, modelamento e saída (output) de dados georreferenciados (BONHAM-CARTER, 1996 *apud* TABACOW; XAVIER DA SILVA, 2010).

O sensoriamento remoto pode ser definido como uma tecnologia de obtenção de dados à distância da superfície terrestre que, por meio de sensores

instalados em plataformas terrestres, aéreas e orbitais, captam e registram a energia refletida ou emitida pela superfície (FLORENZANO, 2007).

Segundo Rosa (2005), o sensoriamento remoto é uma forma de obter informações de um objeto ou alvo, sem que haja contato físico com ele. Dessa forma, imagens de satélites e radares têm sido muito utilizadas na área ambiental, uma vez que possibilita monitorar regiões remotas, conhecer e administrar regiões muito extensas e de difícil acesso.

A utilização de imagens orbitais permite agilidade e redução de custos na atualização cartográfica, além de garantirem uma qualidade cada vez maior na resolução espacial, obtida através de sensores multiespectrais de alta tecnologia, necessários para as escalas do mapeamento sistemático. Ressalta-se ainda que o custo para aquisição de imagens é muito inferior quando comparado à realização de novo recobrimento aéreo (ROSA, 2005).

Para Campos et al. (2004), o sensoriamento remoto e o geoprocessamento são técnicas fundamentais para a manutenção de registros do uso da terra ao longo do tempo, pois as imagens de satélite permitem avaliar as mudanças ocorridas na paisagem de uma região em um dado período, registrando a cobertura vegetal em cada momento (CAMPOS et al., 2004).

3.5 Análises ambientais do uso da terra

As mudanças nos usos da terra ocorrem em diferentes níveis e períodos, podendo ser de origem ambiental, natural ou antrópica. Da mesma forma, essas mudanças são capazes de gerar impactos positivos ou negativos. Assim, áreas de vegetação natural podem ser totalmente transformadas em pastagens, sem levar em consideração práticas conservacionistas, ou pastagens degradadas podem sofrer alterações através da construção de terraços em nível, revegetação de encostas íngremes e áreas úmidas (CRIADO, 2016).

No entanto, a ocupação antrópica no meio ambiente é quase sempre predatória, através do desmatamento, contaminação de águas, degradação de solos, destruição da fauna e extração intensiva dos recursos naturais. As áreas urbanizadas encontram-se, em sua maioria, localizadas próximas aos recursos hídricos, de modo que os utilizam tanto para abastecimento e geração de energia, como para descarga de efluentes (CRIADO, 2012).

Nesse sentido, é essencial que se analise o uso e a cobertura das terras, porque esta retrata as atividades humanas sobre os recursos naturais, constituindo um elo importante entre as informações dos meios biofísico e socioeconômicos (SANTOS, 2004, p.27). Cunha e Guerra (2006) afirmam que, ao analisar processos físicos ligados à degradação ambiental, deve-se considerar aspectos sociais que relacionam a terra com seu uso ou com o potencial dos tipos de uso.

De acordo com Xavier da Silva (1999), a avaliação e tomada de decisões sobre problemas ambientais não se deve basear apenas na informação sobre ocorrências territoriais. Assim, é preciso analisar a evolução, ou seja, a variação, no tempo, dos fenômenos observados. Através de registros sucessivos de fenômenos ambientais, utilizando taxonomias correspondentes, pode-se acompanhar a evolução territorial de processos e ocorrências de interesse.

Conforme Maitre et al. (2014) as mudanças na cobertura e uso da terra podem alterar significativamente os regimes de fluxo do rio, principalmente a probabilidade de inundações, comprometendo tanto a população residente na área quanto à jusante dela. Para Bruijnzeel (2004), as mudanças na vegetação afetam os vários componentes do ciclo hidrológico, como por exemplo, a evapotranspiração, infiltração e escoamento superficial.

O levantamento sobre a Cobertura e o Uso da Terra constitui, dessa forma, uma importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão. Além disso, contribui para a construção de indicadores ambientais e para a avaliação da capacidade de suporte ambiental daquela área (IBGE, 2013).

Essa modificação do uso da terra em escala temporal e espacial pode ser quantificada através da aplicação de técnicas de sensoriamento remoto, pois fornece informações em larga escala, e permite identificar em tempo real as alterações na área de estudo (GOMES et al., 2009).

Uma série de pesquisas vem utilizando tecnologias para avaliação da mudança no uso da terra, permitindo a quantificação e mapeamento da dinâmica ocorrida em determinada região bem como a compreensão dos impactos dessas mudanças sobre a sociedade e o meio ambiente.

Criado (2016), em sua tese de doutorado, utilizou o módulo LCM para compreender as transformações ocorridas no uso e cobertura da terra nos municípios de Euclides da Cunha Paulista, Rosana e Teodoro Sampaio, localizados

no Pontal do Paranapanema – SP, no período de 1984 a 2014, realizando mapeamentos com intervalos de 10 anos.

A área do Pontal do Paranapanema é marcada pela presença de grandes impactos ambientais causados pela ausência de manejo adequado do solo. Nessa linha, Santos (2013), em sua dissertação de mestrado, analisou a bacia hidrográfica do Ribeirão do Rebojo, inserida na região, a fim de conhecer a dinâmica de mudanças no uso e cobertura da terra nesta bacia entre 1971/1972 e 2007/2008.

Zanata (2014) utilizou o módulo LCM em sua dissertação de mestrado para mapear as mudanças no uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Bonito, nos municípios de Avaré e Itatinga – SP.

Pirolí (2015) analisou a capacidade de infiltração de água no solo e o nível de recarga dos aquíferos e reservatórios de água de bacia hidrográfica comparando imagens de 1972 com imagens de 2012 utilizando o módulo LCM do aplicativo Idrisi.

3.6 Áreas de Preservação Permanente e o Novo Código Florestal

De acordo com o BRASIL (2011), as Áreas de Preservação Permanente (APPs) são espaços territoriais especialmente protegidos de acordo com o disposto no inciso III, § 1º, do art. 225 da Constituição Federal.

Definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção. (BRASIL, 1988).

As APPs são fundamentais para a conservação da qualidade ambiental, garantindo a estabilidade geológica, a proteção do solo e assegurando o bem estar das populações humanas (MMA, 2011).

A cobertura vegetal nas áreas de preservação é responsável pelo equilíbrio hídrico e sedimentológico de uma bacia hidrográfica, contribuindo com a infiltração de água no solo e a redução do escoamento superficial e, portanto, dos processos erosivos que resultam em perda de solo e assoreamento de rios. O aumento na taxa de infiltração contribui para a recarga dos aquíferos subterrâneos,

funcionando como reservatório para os rios em períodos de estiagem, e permitindo oferta constante de água para o meio ambiente e para o homem (CRIADO, 2012).

O Código Florestal Brasileiro teve sua concepção há mais de 70 anos, ainda no início da década de 1930, com o Decreto número 23.793/34 (BRASIL, 1934), que pode ser considerado o principal precursor da legislação ambiental do Brasil. Este teve como uma de suas principais características a definição do que são Áreas de Preservação Permanente (APP) e de sua importância para a preservação dos recursos naturais, sobretudo da proteção dos recursos hídricos.

O Novo Código Florestal Brasileiro (Lei 4.771/65, BRASIL, 1965) atualizou diversas questões importantes relativas a proteção das florestas e demais vegetações nativas. Posteriormente, esta Lei sofreu ainda mudanças com a Lei 7.803/89 (BRASIL, 1989) e com a Medida Provisória 1956-50 de 26 de maio de 2000 (BRASIL, 2000). (PIROLI, 2012, p. 10).

Em 2012, mesmo após diversas manifestações contra sua alteração, foi aprovado o Novo Código Florestal Brasileiro, pela Lei n. 12651/12, posteriormente complementada pela Lei 12.727/12, o qual considera, em seu art. 4º, Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas (BRASIL, 2012):

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

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

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

- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
- b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

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

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

(...)

§ 1º Não será exigida Área de Preservação Permanente no entorno de reservatórios artificiais de água que não decorram de barramento ou represamento de cursos d'água naturais.

No Brasil, diversas atividades econômicas foram desenvolvidas em áreas de preservação, além de grande parte das áreas urbanas encontrarem-se instaladas em APPs. Segundo Piroli (2012), essa realidade brasileira, somada ao aumento da pressão interna e externa pelo cumprimento da legislação, trouxeram ao Congresso Nacional, várias propostas de alteração da legislação ambiental.

Uma das grandes polêmicas para a aprovação do novo Código Florestal ocorreu devido à redação da Lei n. 12.727/2012, disposta no Art. 61-A:

Art. 61-A. Nas Áreas de Preservação Permanente, é autorizada, exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008.

§ 1º Para os imóveis rurais com área de até 1 (um) módulo fiscal que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 5 (cinco) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água.

§ 2º Para os imóveis rurais com área superior a 1 (um) módulo fiscal e de até 2 (dois) módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 8 (oito) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água.

§ 3º Para os imóveis rurais com área superior a 2 (dois) módulos fiscais e de até 4 (quatro) módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 15 (quinze) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água.

§ 4º Para os imóveis rurais com área superior a 4 (quatro) módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais:

II - nos demais casos, conforme determinação do PRA, observado o mínimo de 20 (vinte) e o máximo de 100 (cem) metros, contados da borda da calha do leito regular.

§ 5º Nos casos de áreas rurais consolidadas em Áreas de Preservação Permanente no entorno de nascentes e olhos d'água perenes, será admitida a manutenção de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo ou de turismo rural, sendo obrigatória a recomposição do raio mínimo de 15 (quinze) metros.

§ 8º Será considerada, para os fins do disposto no caput e nos §§ 1º a 7º, a área detida pelo imóvel rural em 22 de julho de 2008.

Segundo Zanata (2014), a implantação desta Lei gerou conflitos de interesse entre o setor rural, ambiental e acadêmico, dentre os quais: a permissão de atividades produtivas em áreas preservadas, a recomposição das APP e a mudança na delimitação a partir do Leito regular e não do Leito maior sazonal (ZANATA, 2014).

4 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento do presente trabalho adotou-se os seguintes procedimentos:

- Trabalhos de campo;
- Georreferenciamento, delimitação e alimentação dos bancos de dados da área da bacia de estudo;
- Vetorização e mapeamento dos cursos d'água e das classes de uso da terra nos anos de 1971 e 2016;
- Delimitação das Áreas de Preservação Permanente;
- Análise morfométrica da bacia;
- Elaboração dos mapas hipsométrico e de declividade;
- Processamento e análise dos dados de mudança do uso da terra.

A base cartográfica foi georreferenciada no sistema de coordenadas UTM, no Datum Sirgas 2000.

4.1.1 Trabalhos de campo

Foram realizados três trabalhos de campo:

- 25 de junho de 2015: a fim de identificar a área de estudo e os principais usos da terra e problemas ambientais;
- 13 de agosto de 2016: com o objetivo de conferir os usos da terra vetorizados a partir da análise visual das imagens de satélite do Google Earth;
- 19 de fevereiro de 2017: como complementação de informações.

Nos três dias foram realizados registros fotográficos. Durante os trabalhos de campo, utilizou-se o GPS de navegação Garmin para a coleta de pontos de controle e orientação no campo.

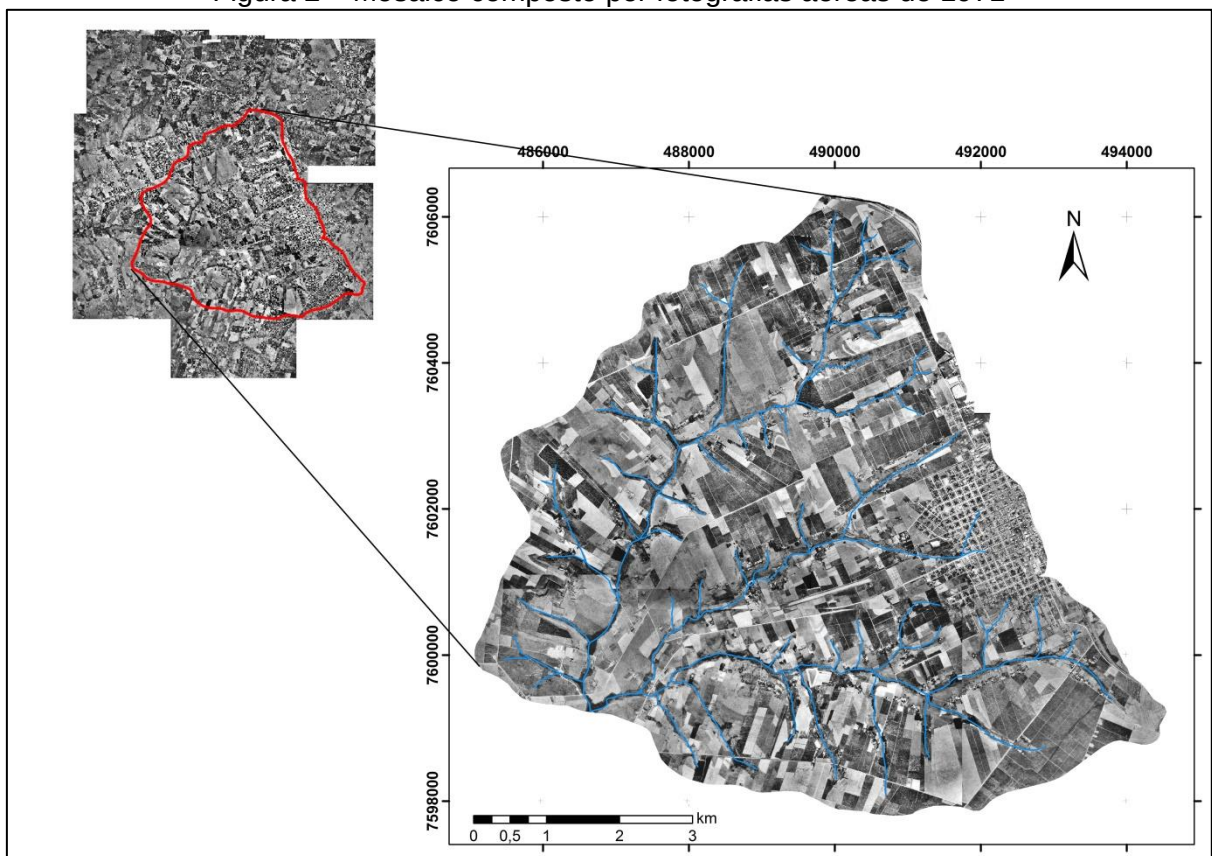
4.1.2 Georreferenciamento

A composição do banco de dados iniciou-se com o georreferenciamento da carta topográfica do município de Adamantina, folha SF-22-

V-D-VI-2, em escala 1:50.000 disponibilizada pelo IBGE, de 1974, e a delimitação da área de estudo. A área de estudo foi traçada a partir das curvas de nível, as quais delimitam os córregos Taipus, Tocantins e Ranchos, até a confluência entre eles.

O georreferenciamento das 9 fotografias aéreas da área de estudo, datadas de 1971 e disponibilizadas pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) de Adamantina, contou com os pontos de controle adquiridos a partir das imagens de satélite disponibilizadas pelo software Google Earth e alguns pontos adquiridos em campo. A partir das fotografias georreferenciadas, obteve-se um mosaico no QGIS 2.8.2 (Figura 2).

Figura 2 – Mosaico composto por fotografias aéreas de 1971



4.1.3 Vetorização da rede de drenagem e delimitação das áreas de preservação permanente

A rede de drenagem foi vetorizada manualmente com base nas fotografias aéreas (drenagem de 1971) e nas imagens de satélite, disponibilizadas pelo software Google Earth (drenagem de 2016). Para confirmar alguns pontos de

localização da rede de drenagem na área urbanizada, utilizou-se a carta topográfica do IBGE como apoio.

Após definida a rede de drenagem com rios, nascentes e represas, foram aplicadas técnicas de geoprocessamento que trabalham com operadores de distâncias (buffers) para delimitar a área de preservação permanente (APP) de cada item. Para isso foram utilizados os limites definidos pelas Leis 12.651/12 e 12.727/12 (BRASIL, 2012).

4.1.4 Vetorização das classes de uso da terra em 1971 e 2016

A vetorização das classes de uso da terra foi realizada a partir do mosaico das fotografias aéreas georreferenciadas e das imagens de satélite disponibilizadas pelo software Google Earth. A classificação foi feita visualmente.

A identificação das feições das imagens por meio de classificação em tela (análise visual da imagem) é feita pela observação da imagem, identificando os objetos e estabelecendo análises sobre suas propriedades, baseando-se nas cores, padrões e formas a partir de uma inspeção visual da imagem (NOVO, 2008).

As classificações a partir da imagem de satélite e do mosaico das fotografias aéreas foram confirmadas em campo e através de entrevistas com moradores antigos da região, respectivamente.

De acordo com o Manual de Uso da Terra do IBGE (2013),

O levantamento da Cobertura e do Uso da Terra indica a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada por meio de padrões homogêneos da cobertura terrestre. Envolve pesquisas de escritório e de campo, voltadas para a interpretação, análise e registro de observações da paisagem, concernentes aos tipos de uso e cobertura da terra, visando sua classificação e espacialização por meio de cartas (IBGE, 2013, s.p.).

Para ambos os períodos, as classes de uso da terra foram baseadas no Manual de Uso da Terra do IBGE (2013) e divididas em:

- **Área Urbanizada**

De acordo com o IBGE (2013), essa classe compreende áreas de uso intensivo, compostas por edificações e sistema viário, onde predominam as

superfícies artificiais não agrícolas como: cidades, vilas, áreas de rodovias, serviços e transporte, energia, comunicações e terrenos associados, áreas ocupadas por indústrias, complexos industriais e comerciais e instituições isoladas das áreas urbanas. Nessa classe foram consideradas as áreas correspondentes à cidade de Adamantina, aos loteamentos pavimentados e em ocupação e às áreas urbanas isoladas. A Figura 3 representa área urbanizada sobre uma das nascentes do córrego Tocantins.

Figura 3 – Antiga academia de Judô (ACREA), localizada sobre uma das nascentes do córrego Tocantins (Coordenadas aproximadas: E 492095 m; N 7602062 m)



• Culturas temporárias

Compreendem o cultivo de plantas de duração anual que, após a produção, deixam o terreno disponível para novo plantio. Incluem as culturas de grãos e cereais, hortaliças, floríferas, medicinais e condimentares de pequeno porte. Ainda consideram-se as lavouras semipermanentes como cana-de-açúcar e mandioca e as culturas de algumas forrageiras (IBGE, 2013). As culturas temporárias (Figura 4) encontradas na área de estudo foram: algodão, amendoim, cana-de-açúcar, maracujá, milho e hortaliças. O maracujá foi incluído nessa classe devido à incidência de diversas doenças que implicam na rotação de terras de plantio.

Figura 4 – Cultivos de milho (Coordenadas aproximadas: E 485838 m; N 7603321 m) e cana-de-açúcar (Coordenadas aproximadas: E 485589 m; N 7602644 m), respectivamente



- **Culturas permanentes**

Representam o cultivo de plantas perenes, ou seja, de ciclo vegetativo de longa duração. Compreendem espécies frutíferas, espécies produtoras de fibras, cultivos diversificados e espécies como cafeeiros, seringueiras e cacauzeiros, em sistemas que combinam ou não culturas agrícolas com florestas (IBGE, 2013). Nessa classe estão os cultivos de café e banana (Figura 5).

Figura 5 – Cultivos de café (Coordenadas aproximadas: E 491517 m; N 7600612 m) e banana (Coordenadas aproximadas: E 490471 m; N 7599290 m), respectivamente



- **Pastagem**

É formada por forragens perenes ou aproveitamento e melhoria de pastagens naturais. A atividade que se desenvolve sobre as pastagens é a pecuária, sendo a área, destinada ao pastoreio do gado (IBGE, 2013). As pastagens para criação de gado (Figura 6) compreendem uma vasta área na bacia.

Figura 6 – Pastagem destinada à criação de gado (Coordenadas aproximadas: E 490206 m; N 7598492 m e E 490842; N 7605351 m, respectivamente)



• Silvicultura

Segundo o IBGE (2013), a silvicultura representa a atividade ligada a ações de composição, trato e cultivo de povoamentos florestais, protegendo estruturando e conservando a floresta como fornecedora de matéria-prima para a indústria madeireira, de papel e celulose ou para o consumo familiar. A área de estudo é ocupada pelos cultivos de eucalipto e seringueira nessa classe (Figura 7).

Figura 7 – Cultivo de eucalipto (Coordenadas aproximadas: E 490752 m; N 7599034 m) e seringueira (Coordenadas aproximadas: E 487834 m; N 7601159 m), respectivamente



• Florestal

São as formações arbóreas com porte superior a 5 m, incluindo-se as fisionomias da Floresta Densa, da Floresta Aberta, da Floresta Estacional, da Floresta Ombrófila Mista e das áreas de mangues. Também fazem parte as áreas remanescentes primárias e estágios evoluídos de recomposição florestal

(capoeirões/capoeiras) das diversas regiões fitogeográficas (IBGE, 2013). A Figura 8 apresenta os remanescentes florestais encontrados na área.

Figura 8 – Fragmentos florestais (Coordenadas aproximadas: E 490884 m; N 7599651 m e E 486270 m; N 7602569 m, respectivamente)



- **Águas (Represas)**

Incluem todas as classes de águas interiores e costeiras, como cursos de água e canais, corpos d'água naturalmente fechados, sem movimento, reservatórios artificiais, lagoas costeiras ou lagoas, estuários e baías (IBGE, 2013). Foram demarcadas nessa classe as áreas represadas para dessedentação animal (Figura 9) e o reservatório para abastecimento de água da cidade.

Figura 9 – Represa (Coordenadas aproximadas: E 487409 m; N 7598616 m)



- **Área descoberta**

Segundo o IBGE (2013), referem-se às áreas de praias, dunas e extensões de areia ou seixos no litoral ou no continente; dunas com vegetação

esparsa ou sem vegetação; áreas de extração abandonadas e sem cobertura vegetal; áreas cobertas por rocha nua exposta. Nesta classe foram inseridas áreas com intensos processos erosivos, áreas de extração de terra, área ocupada pelo lixo e por aterro sanitário, conforme Figura 10.

Figura 10 – Área descoberta sob duas perspectivas (Coordenadas aproximadas: E 490830 m; N 7605183 m)



4.1.5 Análise morfométrica do alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos

Para realização da análise morfométrica foi utilizado o sistema de informação geográfica ArcGIS 10.3. A análise morfométrica fundamentou-se nas características geométricas, características da rede de drenagem e características do relevo.

4.1.5.1 Características geométricas

4.1.5.1.1 Área total e perímetro da bacia

A área total da bacia (A) corresponde àquela delimitada pelos seus divisores topográficos, onde percorre um conjunto do sistema fluvial, projetada em um plano horizontal (CHRISTOFOLETTI, 1980). O perímetro consiste no comprimento total da linha imaginária que delimita a bacia.

4.1.5.1.2 Coeficiente de compacidade

O coeficiente de compacidade (K_c) relaciona o perímetro da bacia com o perímetro de um círculo de mesma área (CARDOSO et al., 2006). O valor obtido é

um número adimensional, que vai variar conforme a forma da bacia (VILLELA; MATTOS, 1975).

Assim, uma bacia circular deve apresentar um coeficiente de compacidade mínimo igual à unidade, enquanto que, para uma bacia alongada deverá se obter um valor significativamente superior a 1.

Uma bacia será mais susceptível a enchentes mais acentuadas quando seu K_c for mais próximo da unidade, uma vez que os escoamentos tendem a ser mais rápidos (TONELO, 2005). O coeficiente de compacidade (K_c) é dado pela seguinte equação:

$$K_c = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Onde: K_c = Coeficiente de compacidade;

P = perímetro da bacia (km);

A = área da bacia (km²).

4.1.5.1.3 Índice de circularidade

Proposto por Miller (1953), o índice de circularidade (I_c) consiste na relação entre a área da bacia e a área do círculo de mesmo perímetro. Paralelamente ao coeficiente de compacidade, o índice de circularidade aproxima-se da unidade quanto mais circular for a bacia (CARDOSO, 2006). É dado pela equação:

$$I_c = \frac{12,57 \times A}{P^2}$$

Onde: I_c = índice de circularidade;

A = área da bacia (km²);

P = perímetro da bacia (km).

4.1.5.2 Características da rede de drenagem

A rede de drenagem é constituída por um curso d'água principal e seus tributários ou afluentes. Para caracterizá-la, são utilizados os índices: ordem dos cursos d'água e densidade de drenagem.

4.1.5.2.1 Ordem dos cursos d'água

A ordem dos cursos d'água ou hierarquia fluvial corresponde ao processo de classificação de um curso d'água dentro do conjunto da bacia hidrográfica na qual está localizado (CHRISTOFOLETTI, 1980).

O ordenamento dos cursos d'água foi primeiramente proposto, de modo mais preciso, por Horton em 1945, e posteriormente por Strahler, em 1952 (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Para o presente trabalho, foi utilizado o método proposto por Strahler: os canais sem tributários são classificados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e recebem somente afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordens; e assim sucessivamente.

4.1.5.2.2 Comprimento total dos cursos d'água

Para o comprimento total dos cursos d'água foi realizado o somatório do comprimento de cada córrego que compõe a área de estudo. Esse dado foi utilizado para o cálculo da densidade de drenagem.

4.1.5.2.3 Densidade de drenagem

Horton (1945) foi quem primeiro definiu a densidade de drenagem. Segundo Christofolletti (1980), a densidade de drenagem consiste na correlação entre o comprimento total dos canais de escoamento e a área da bacia hidrográfica, conforme equação:

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

Onde: Dd = densidade de drenagem;

Lt = comprimento total dos canais (km);

A = área da bacia (km²).

4.1.5.3 Características do relevo

Para o levantamento das características do relevo, foram elaborados os mapas hipsométrico e de declividade.

Segundo Tonello (2005),

A variação da altitude e a elevação média de uma bacia são importantes pela influência que exercem sobre a precipitação, sobre as perdas de água por evaporação e transpiração e, conseqüentemente, sobre o deflúvio médio. Grandes variações de altitude numa bacia acarretam diferenças significativas na temperatura média, a qual, por sua vez, causa variações na evapotranspiração. Mais significativas, porém, são as possíveis variações na precipitação anual. A declividade do terreno é expressa como a variação de altitude entre dois pontos do terreno, em relação à distância que os separa. (TONELLO, 2005, p. 21).

Para apresentar a distribuição das altitudes da bacia, foi elaborado o mapa hipsométrico, a partir dos dados SRTM obtidos da iniciativa Topodata (INPE), com resolução espacial de 30 metros. A distribuição das classes de declive da bacia foi representada pelo mapa de declividade, também obtido a partir dos dados SRTM.

As classes adotadas no mapa de declividade foram as estabelecidas pela Embrapa (1979):

- Plano: superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos, com expressiva ocorrência de áreas com declives de 0 a 3%.

- Suave ondulado: superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros (elevações de altitudes relativas da ordem de 50 a 100 m, respectivamente), apresentando declives suaves, entre 3 a 8%.

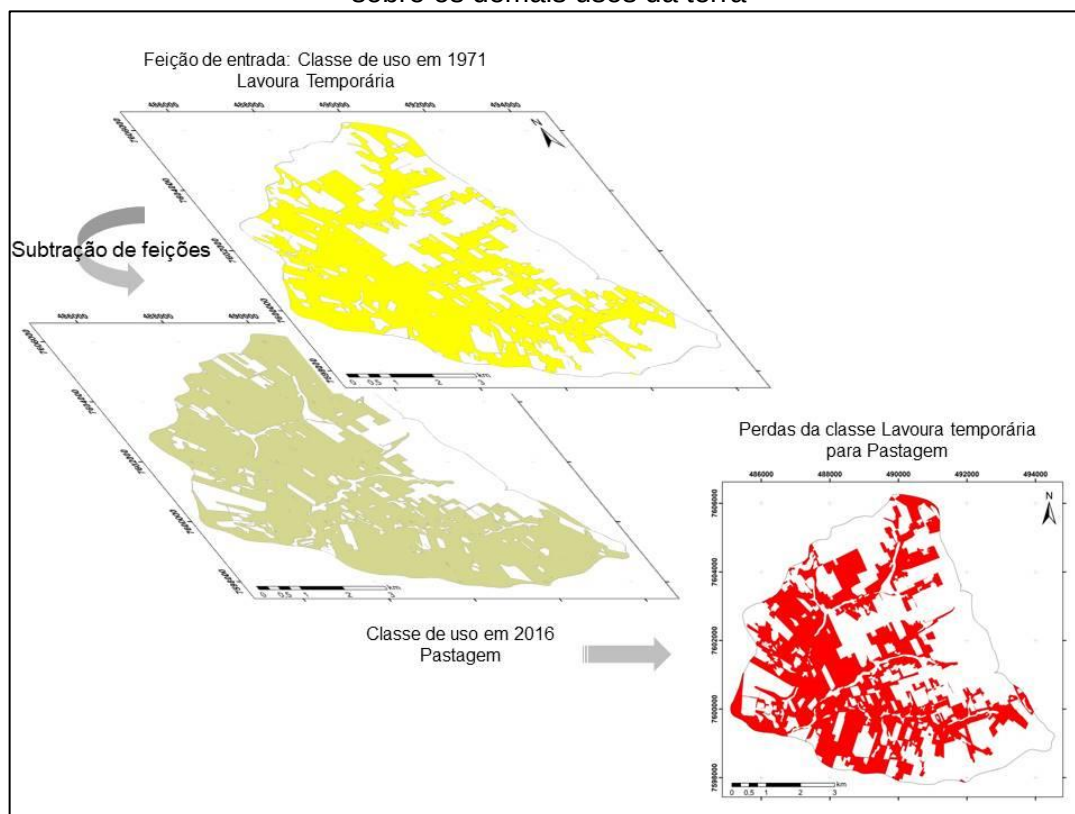
- Ondulado: superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives entre 8 e 20%.
- Forte ondulado: superfície de topografia movimentada formada por outeiros e/ou morros (elevações de 100 a 200 m de altitude relativa), com predominância de declives de 20 a 45%.
- Montanhoso: superfície de topografia vigorosa, com predominância de formas acidentadas, usualmente constituída por morros, montanhas, maciços montanhosos e alinhamentos montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes da ordem de 45 a 75%.
- Escarpado: regiões ou áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo escarpamentos tais como: aparados, itaimbés, frentes de cuevas, falésias, vertentes de declives muito fortes de vales encaixados, etc., com declives acima de 75%.

4.1.6 Mudanças no uso da terra

A análise das mudanças no uso da terra foi realizada utilizando o software ArcGIS versão 10.3. Para cada classe de uso foram levantadas as perdas, ganhos e persistência. Nas três análises foi realizada a subtração de feições, tendo como resultado a intersecção da área igualmente ocupada por duas feições: a de entrada e a de recorte.

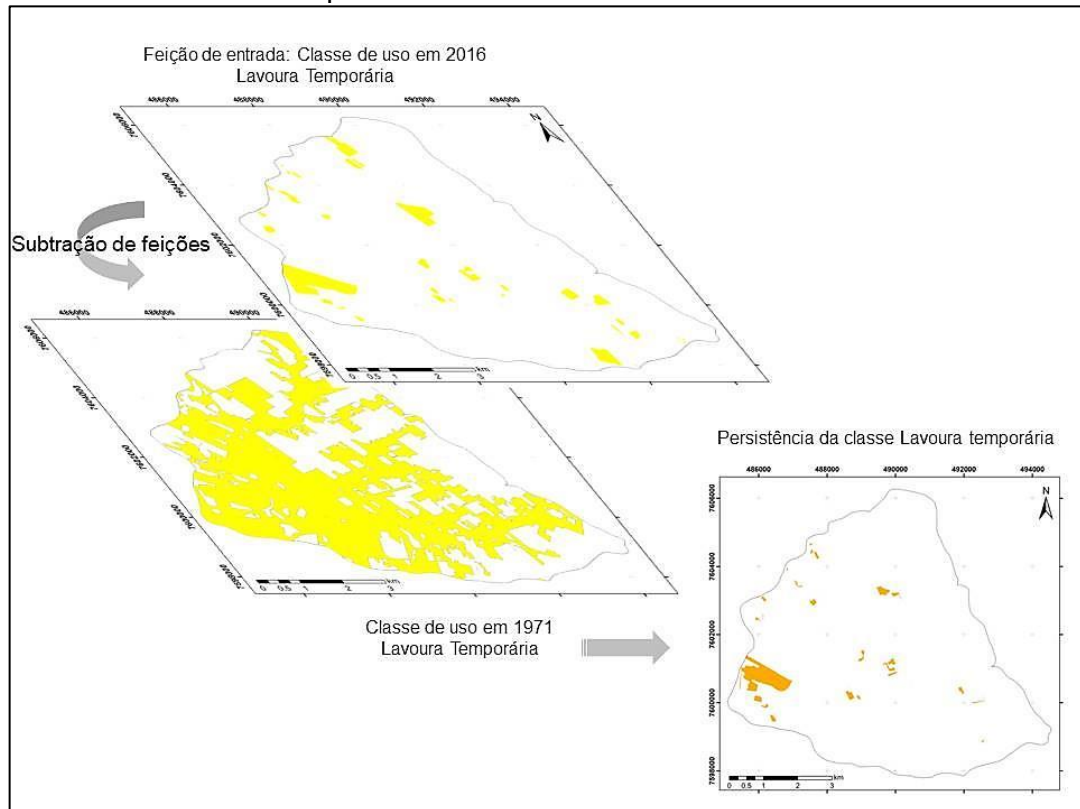
Para a obtenção das perdas, a feição de entrada utilizada foi a da classe de uso analisada no ano de 1971 e a feição para o recorte, as classes de uso em 2016. A Figura 11 ilustra um exemplo, utilizando a classe Lavoura Temporária em 1971 e a classe Pastagem em 2016 para obter as perdas da primeira em relação à segunda.

Figura 11 – Metodologia adotada para a obtenção das perdas da classe Lavoura temporária sobre os demais usos da terra



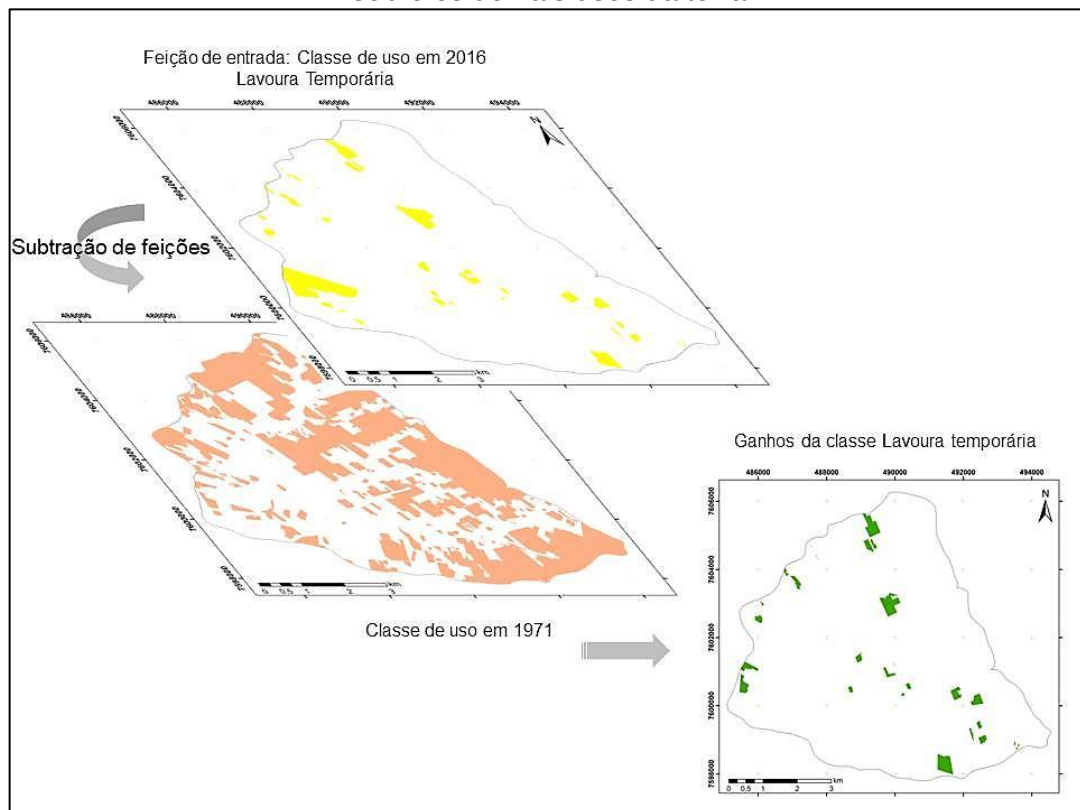
Para avaliar a persistência de cada classe de uso, utilizou-se como feição de entrada a da classe de uso analisada no ano de 2016 e como feição para o recorte, a mesma classe de uso em 1971. Da mesma forma, a Figura 12 ilustra a metodologia, utilizando as feições da Lavoura Temporária nos dois períodos.

Figura 12 – Metodologia adotada para a obtenção da persistência da classe Lavoura temporária sobre os demais usos da terra



Por fim, para a análise dos ganhos utilizou-se como feição de entrada a da classe de uso analisada no ano de 2016 e como feição para o recorte, a união das demais classes de uso em 1971. A Figura 13 ilustra um exemplo, utilizando como classe de uso analisada a Lavoura Temporária.

Figura 13 – Metodologia adotada para a obtenção dos ganhos da classe Lavoura temporária sobre os demais usos da terra



5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização da área de estudo

A área do presente estudo foi o alto curso da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Ranchos, localizada no município de Adamantina, no estado de São Paulo. O município de Adamantina, que tem sua sede localizada nas coordenadas 21°41'09" de Latitude Sul e 51°04'20" de Longitude Oeste, com área de 412 km², conta com uma população estimada de 35.094 habitantes para 2016 (IBGE, 2017). O município de Adamantina integra a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI 21), sendo o Ribeirão dos Ranchos, um dos tributários do rio do Peixe.

De acordo com Prandi (2010), a gestão das águas das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe é realizada por um único Comitê de Bacias Hidrográficas, o Aguapeí-Peixe, devido à grande interferência no uso das águas das duas bacias pelos municípios que as compõem, situados em sua maioria no divisor de águas entre essas duas bacias.

O alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos é formado pelos Córregos Taipus, Tocantins e Ranchos. Esta área encontra-se na vertente sudoeste do espigão divisor de águas das bacias Aguapeí-Peixe, e envolve cerca de 70% da zona urbana do município de Adamantina.

A Figura 14 representa a localização da área de estudo, representada pelo alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos, no estado de São Paulo, inserida na bacia do Rio do Peixe, afluente do Rio Paraná.

A Figura 15 ilustra a localização da área de estudo onde os córregos Taipus, Tocantins e Ranchos compõem o alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos.

Figura 14 – Localização da área de estudo na bacia do Ribeirão dos Ranchos, inserida na bacia do rio do Peixe e no Estado de São Paulo

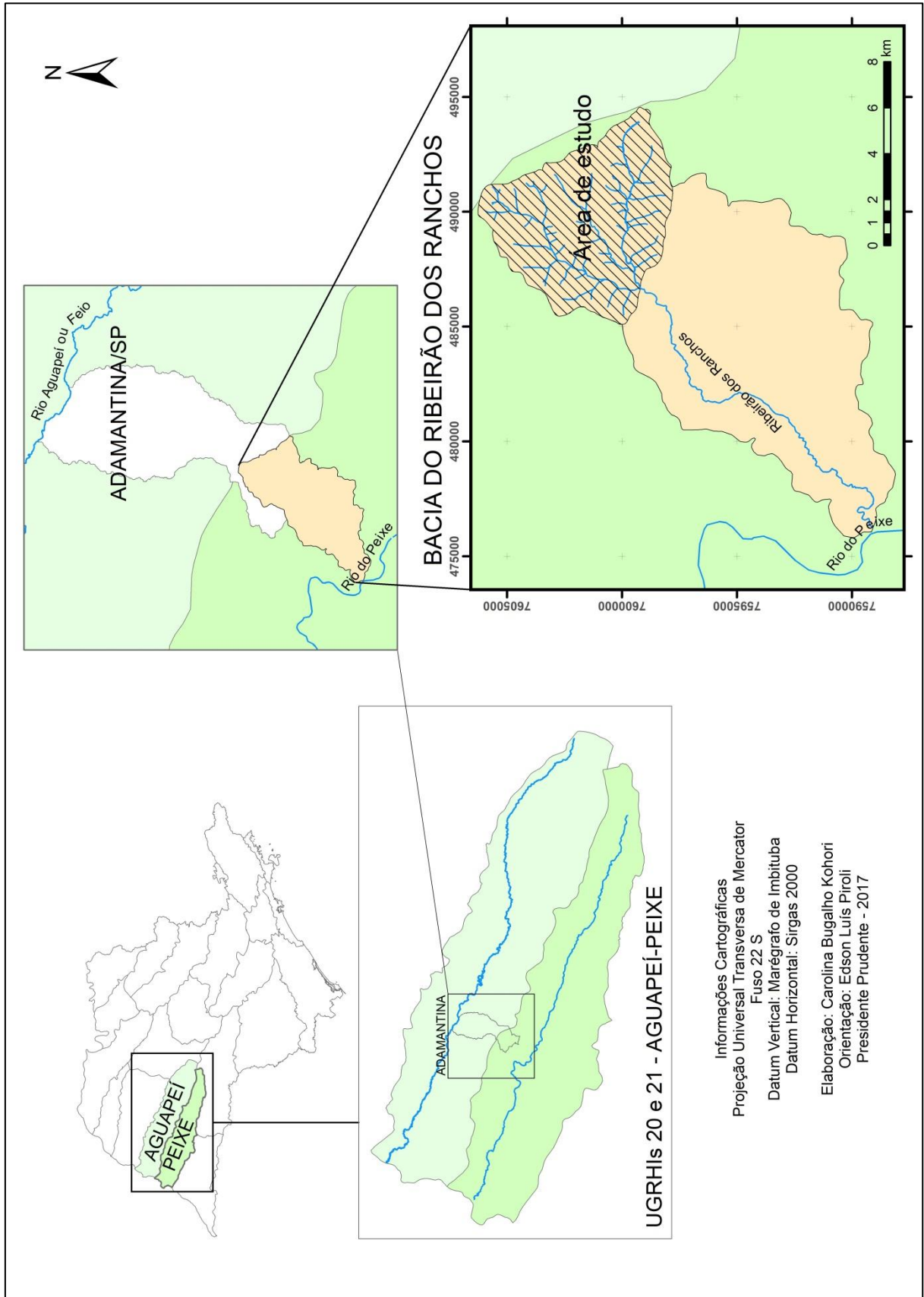
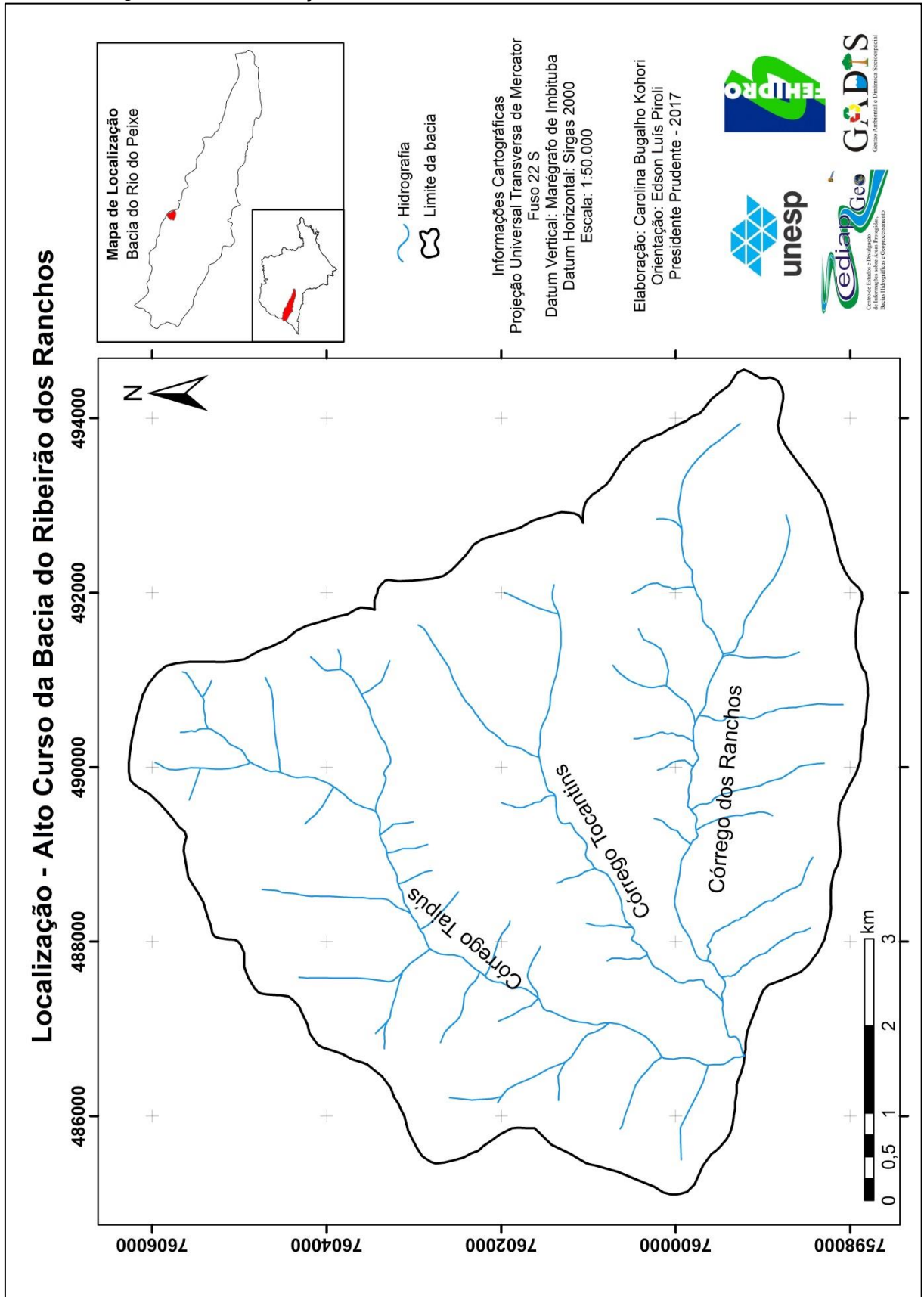


Figura 15 – Localização do alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos



5.1.1 Histórico de ocupação da região

O Oeste Paulista foi uma região que sofreu intensas transformações antropogênicas, ocasionadas pela ação de grileiros e especuladores imobiliários, ocupada pelos cafeicultores e, ainda, atravessada por ferrovias, grandes consumidoras de lenha, teve sua vegetação natural, rapidamente extinta e substituída por culturas e pastagens (BOIN, 2000).

O extremo Oeste Paulista, particularmente o espigão divisor Peixe-Aguapeí, onde se localiza a Nova Alta Paulista, foi a última porção do Estado de São Paulo a ser colonizada pela cafeicultura (GIL, 2007). De acordo com Lima (2002),

A Companhia Paulista de Estrada de Ferro planejou a continuação do ramal na região não explorada, denominando as estações ferroviárias em ordem alfabética, iniciando-se em Alba, Brasília, Cabrália, Duartina, Esmeralda, Fernão Dias, Garça, Jafa, Lácio, Marília, Oriente, Pompéia, Quintana, Santana (Herculândia), Tupã, Universo, Vila Califórnia (Osvaldo Cruz), Zona da Mata (Lucélia), e depois se iniciou uma nova sequência alfabética, iniciando-se em Adamantina até Panorama, que passou a denominar-se Nova Alta Paulista. A intenção da ferrovia era atravessar a divisa do Estado e penetrar no Estado do Mato Grosso do Sul (LIMA, 2002, p. 10).

A Companhia Paulista tinha como subsidiária a Companhia de Agricultura, Imigração e Colonização (CAIC), que veio previamente vendendo terras para lavoura, a fim de colonizar a zona rural. Em 1939 teve início a primeira derrubada de matas para o início do Patrimônio de Adamantina, pela Companhia de Imigração, Colonização, Mineração e Agricultura (CICMA), de propriedade dos diretores da ferrovia, que loteou uma área destinada à cidade de Adamantina e vendeu os lotes com as benfeitorias. Somente após o processo de colonização é que a ferrovia foi instalada, trazendo cargas e passageiros para transportar. (LIMA, 2002).

A primeira atividade econômica do município foi o extrativismo. A derrubada das matas permitia a comercialização das toras de madeira de lei para uso como combustível da ferrovia. Também eram extraídos produtos minerais, argila e areia, utilizados na fabricação de telhas e tijolos para a construção civil iniciada com o processo de colonização (LIMA, 2002; RODRIGUES, 2016).

O desmatamento tornou o espaço disponível para o desenvolvimento de atividades econômicas, em especial a agricultura. As antigas áreas de mata

conservavam umidade e grande disponibilidade de nutrientes provenientes da matéria orgânica decomposta, fatores que contribuíram para o cultivo agrícola. O café era o principal produto, seguido do algodão, utilizado na indústria têxtil (LIMA, 2002).

Em 1954, os principais produtos cultivados eram o café, algodão, arroz, amendoim, milho e feijão (LIMA, 2002). As principais indústrias instaladas em Adamantina eram as de beneficiamento de café, arroz e algodão e as fábricas de óleos vegetais de soja e amendoim e outros produtos como farelos e sabão. Grande parte dessas indústrias vendiam seus produtos no país e exterior.

Com o declínio da cafeicultura e, mais recentemente, a inviabilidade técnica e comercial das culturas anuais, houve um incremento significativo da pecuária que hoje equilibra sua base econômica.

No Oeste Paulista, o café se estabeleceu concomitante à implantação das estradas de ferro, impondo significativa pressão sobre áreas de matas primitivas. Assim, de uma forma indiscriminada, imediatista e em larga escala, processou-se a destruição da cobertura vegetal primitiva do extremo oeste do estado, e os solos foram intensamente ocupados por culturas pioneiras de café, que cederam a vez ao algodão, ao amendoim, à menta, à cana de açúcar, aos campos de pastagem etc., proporcionando um impacto ambiental sem precedentes sobre os mesmos.

Atualmente [...] os solos areníticos o são por plantação de cana-de-açúcar e, principalmente, por pastagens, quase sempre de baixa produtividade. Os poucos reflorestamentos existentes são insignificantes perto da imensa área devastada e as matas e fragmentos de cerrado degradado não perfazem mais do que 2% do total no Oeste Paulista. (BOIN, 2000, p. 2 - 3).

5.1.2 Clima

O clima da área é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen, caracterizado pela presença de um período seco (inverno), sob influência predominante dos sistemas polares e um período chuvoso (verão), influenciado pelos sistemas tropicais (MONTEIRO, 1973). A precipitação média é de 1.248 mm e temperatura média anual de 22º C, sendo a média da temperatura máxima de 28º C, e a da mínima, de 16º C (CEPAGRI, 2017).

5.1.3 Geomorfologia

De acordo com o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000 (ROSS; MOROZ, 1997) a área de estudo está inserida no Planalto Ocidental Paulista, no Planalto Centro Ocidental. O relevo predominante dessa morfoestrutura é “levemente ondulado com predomínio de colinas amplas e baixas com topos aplanados” (ROSS; MOROZ, 1997, p. 52). As altitudes variam entre 400 e 700 metros e as declividades médias das vertentes entre 2 e 10%. Os rios apresentam padrão paralelo com traçados ligeiramente inclinados em direção ao rio Paraná. A densidade de drenagem é baixa e os vales são pouco entalhados, apresentando baixa dissecação. Apresenta baixo a médio nível de fragilidade potencial, no entanto, as vertentes mais inclinadas são extremamente susceptíveis aos processos erosivos (ROSS; MOROZ, 1997).

5.1.4 Pedologia

Segundo o mapa pedológico do Relatório Zero do Aguapeí e Peixe (1997), ocorre na área Argissolo Vermelho-Amarelo, eutrófico, textura arenosa/média, relevo ondulado e suave ondulado.

Os Argissolos são constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta conjugada com saturação por bases baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B (EMBRAPA, 1999).

5.1.5 Geologia

Destaca-se, na área de estudo, substrato geológico basicamente formado por rochas sedimentares da Bacia do Paraná, além de rochas vulcânicas, de idade mesozóica, bem como depósitos aluvionares de idade Cenozoica (SÃO PAULO, 1981).

Na análise estratigráfica, merece destaque o Grupo Bauru e, nele, a Formação Adamantina (Ka). Esta última está presente em grande extensão do oeste do Estado de São Paulo, e, por consequência, na Bacia do Rio do Peixe. Como

exceção, tem-se as porções mais rebaixadas dos vales dos rios, onde houve remoção a partir de processos erosivos. (FEPAF; CESP, 2000).

Os sedimentos da Formação Adamantina são constituídos, principalmente, de arenitos de granulometria fina a muito fina, cor rósea a castanha, ocorrendo estratificações cruzadas, alternadas com lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, castanho-avermelhados a cinza-acastanhados, maciços ou com acamamento plano-paralelo grosseiro, frequentemente com marcas de onda e microestratificações cruzadas e ocorrências de seixos de argilito, cimento e nódulos carbonáticos (SOARES et al. 1980).

5.1.6 Vegetação

De acordo com o Plano Municipal de Desenvolvimento Sustentável de Adamantina (2010), o município possui 41.118 ha, sendo 2.190,6 ha de área urbana e 38.927,4 ha, área rural. As áreas de preservação permanente estão localizadas basicamente no entorno de córregos, riachos, ribeirões, lagos e nascentes, e totalizam menos de 10% da área rural.

De acordo com o IBGE (2012), a área de estudo encontra-se dentro do bioma Mata Atlântica, com destaque para a presença de Floresta Estacional Semidecidual e Formações Arbórea/Arbustivas em regiões de Várzea. Ainda, nota-se a presença de manchas de Cerrado. Contudo, as formações vegetais mencionadas foram quase que totalmente suprimidas em detrimento da expansão da área urbana e de culturas agropecuárias.

5.1.7 Hidrografia

A área de estudo está inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo - UGRHI-21, tendo como principal afluente o rio do Peixe.

O Ribeirão dos Ranchos é formado pela confluência dos Córregos Taipus, Tocantins e Ranchos; recebendo outros tributários ao longo de seu percurso até desaguar no Rio do Peixe. O alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos recebe influência do meio rural e urbano do município de Adamantina, além disso,

suas margens encontram-se quase totalmente desprovidas de mata ciliar, sofrendo constante processo de assoreamento.

Assim como a maioria dos municípios pertencentes à UGRHI-21, o município de Adamantina possui seu núcleo urbano inserido no espigão divisor. Devido à dificuldade de acesso aos recursos hídricos superficiais e ao potencial médio/alto de exploração de águas subterrâneas, o abastecimento por poços tubulares profundos é o mais viável e largamente utilizado. (PRANDI et al., 2007).

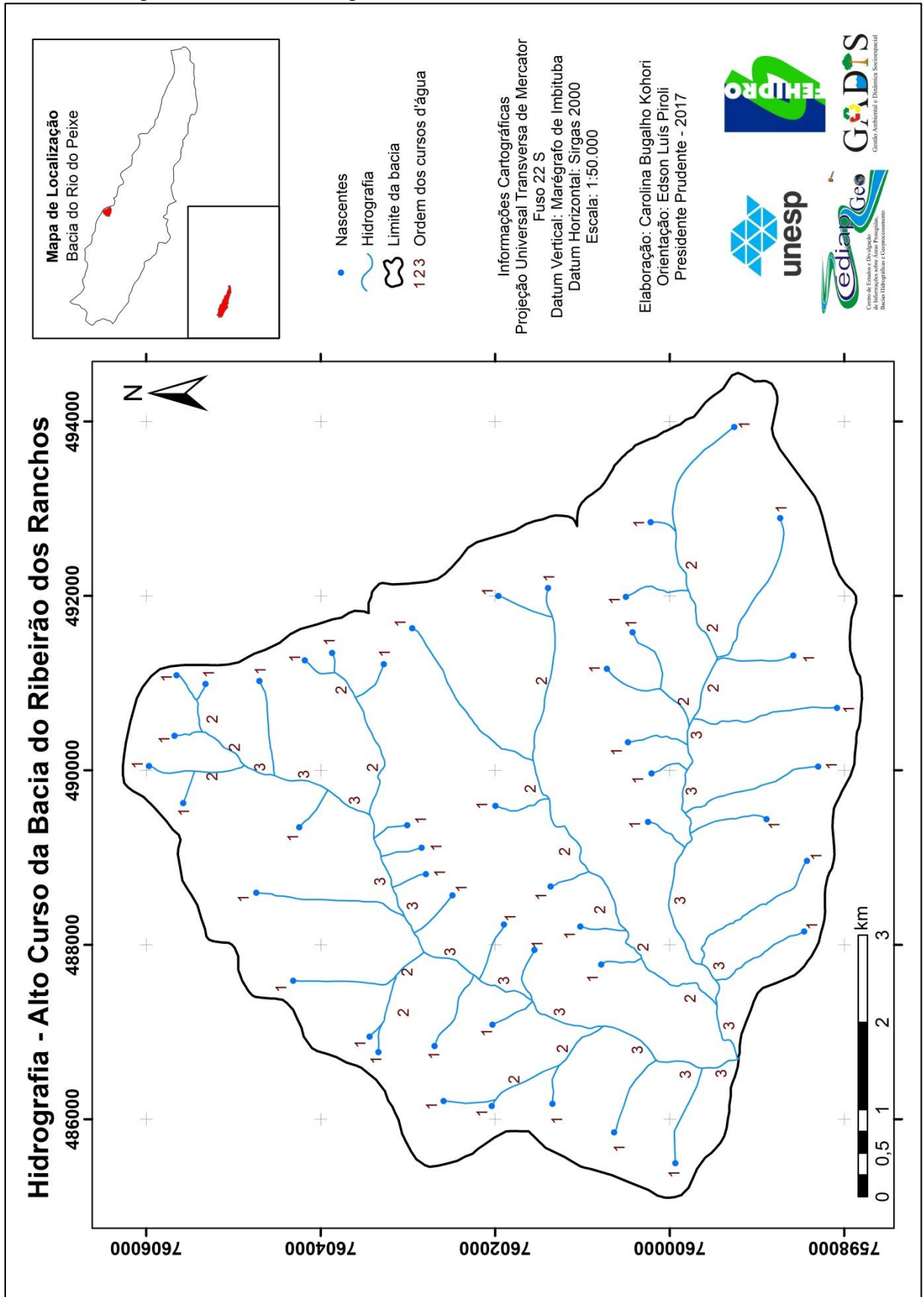
O uso da água para abastecimento urbano é realizado pela SABESP e a água é oriunda de poços artesianos, num total de quatro poços que dão uma vazão aproximada de 10.000 m³ por dia. O esgoto é 100% coletado e tratado em duas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) da Sabesp (ADAMANTINA, 2010).

5.2 Características morfométricas do alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos

O alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos apresenta hierarquia fluvial até 3ª ordem, segundo a classificação de Strahler (1957), com área total de 48,52 km² e com perímetro de 29,62 km.

O comprimento total dos cursos d'água existentes na área é de 63,93 km. O córrego Taipus apresenta uma extensão de 29,7 km, o Tocantins de 11,7 km e o dos Ranchos, de 28,86 km. A localização das nascentes e a ordem dos cursos d'água são apresentadas na Figura 16.

Figura 16 – Rede hidrográfica do alto curso do Ribeirão dos Ranchos



O coeficiente de compacidade encontrado foi de 1,19. Segundo Villela e Mattos (1975), quando o índice obtido corresponde a um valor muito próximo a 1, a bacia é considerada com forma circular.

Este formato circular está associado ao recorte da área de estudo se restringir ao alto curso de uma bacia, formada por três pequenas bacias, que integram uma maior. Portanto, todas as águas provindas desses córregos deságuam em um mesmo ponto; assim, quando chuvas prolongadas caem nessa área, o ponto exutório das três bacias receberá de uma só vez, grande quantidade de água.

Para Tonello (2005), uma bacia será mais susceptível a enchentes mais acentuadas quando seu K_c for mais próximo da unidade, uma vez que os escoamentos tendem a ser mais rápidos.

O valor encontrado no índice de circularidade foi de 0,70. O valor máximo a ser obtido nesse índice é igual a 1,0, sendo que, quanto maior for o valor, mais circular é a forma da bacia (CHRISTOFOLETTI, 1980). Reafirma-se através desse resultado que a área de estudo possui forma circular.

A densidade de drenagem encontrada foi de 1,32 km/km², sendo considerada média. Este índice pode variar de 0,5 km/km² para bacias com drenagem pobre a 3,5 ou mais para bacias excepcionalmente bem drenadas, indicando, portanto, que a bacia em estudo apresenta média disponibilidade hídrica superficial (VILLELA; MATTOS, 1975).

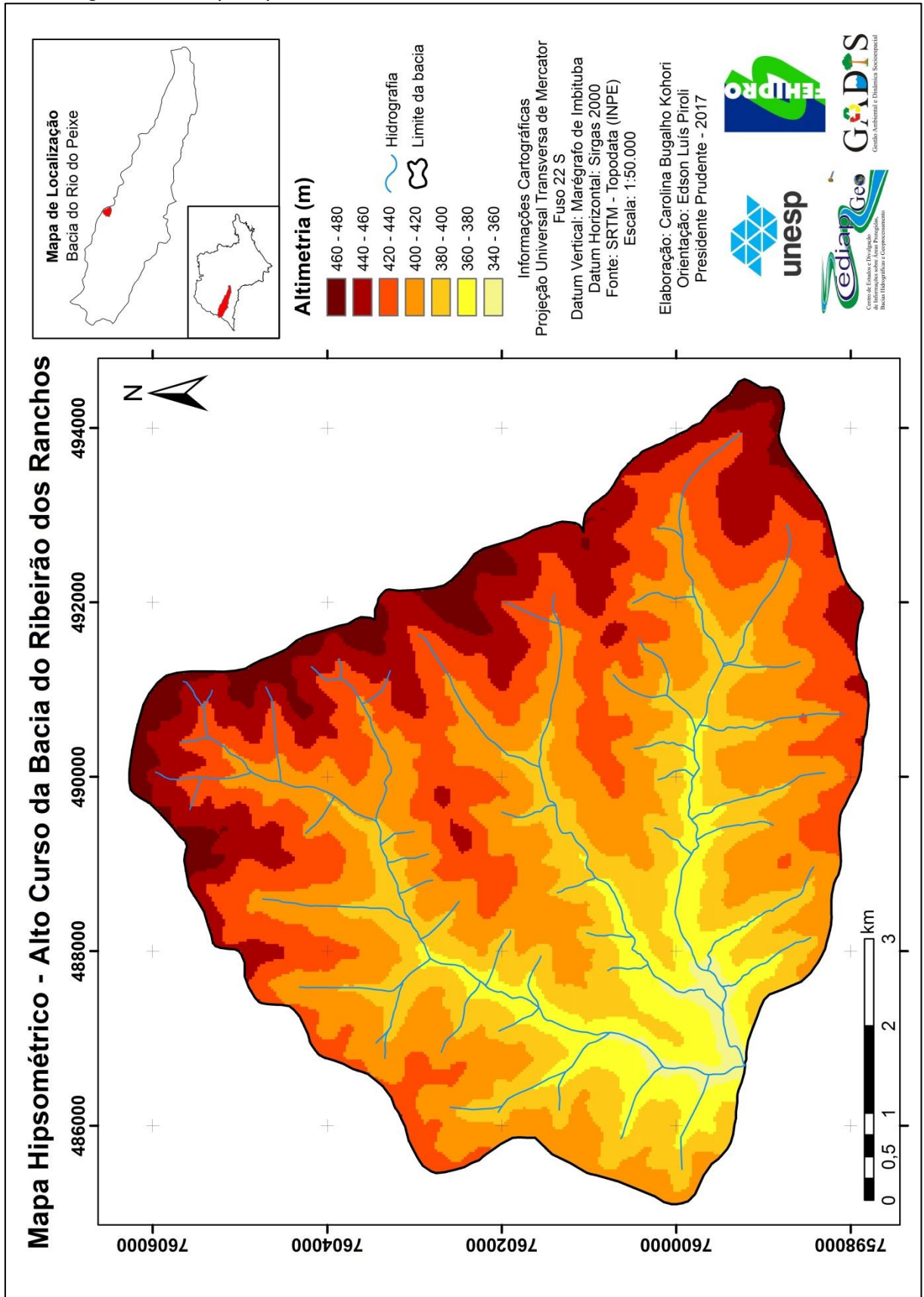
A Tabela 1 apresenta a síntese das características geométricas e da rede de drenagem da área de estudo.

Tabela 1 – Características geométricas e da rede de drenagem do alto curso da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Ranchos

Características geométricas	Área (km ²)	48,52
	Perímetro (km)	29,62
	K_c	1,19
	I_c	0,70
Características da rede de drenagem	Comprimento dos cursos (km)	63,93
	Densidade drenagem (km/km ²)	1,32
	Ordem dos cursos	Até 3ª ordem

A variação altimétrica da bacia é de 131 metros, sendo a menor altitude de 346 metros e a maior de 477 metros. A Figura 17 retrata as variações altimétricas encontradas na bacia.

Figura 17 – Mapa hipsométrico do alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos



A Tabela 2 apresenta a área ocupada em km² e porcentagem, de acordo com as classes de declividade.

Tabela 2 – Classes de declividade do alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos

Classes	Declive	Área	
		km ²	%
Plano	0 – 3%	1,38	2,8
Suave ondulado	3 – 8%	26,06	53,7
Ondulado	8 – 20%	21,04	43,4
Forte ondulado	20 – 45%	0,04	0,1

De acordo com a Tabela 2, a maior parte da área de estudo encontra-se nos relevos suave ondulado (53,7%) e ondulado (43,4%).

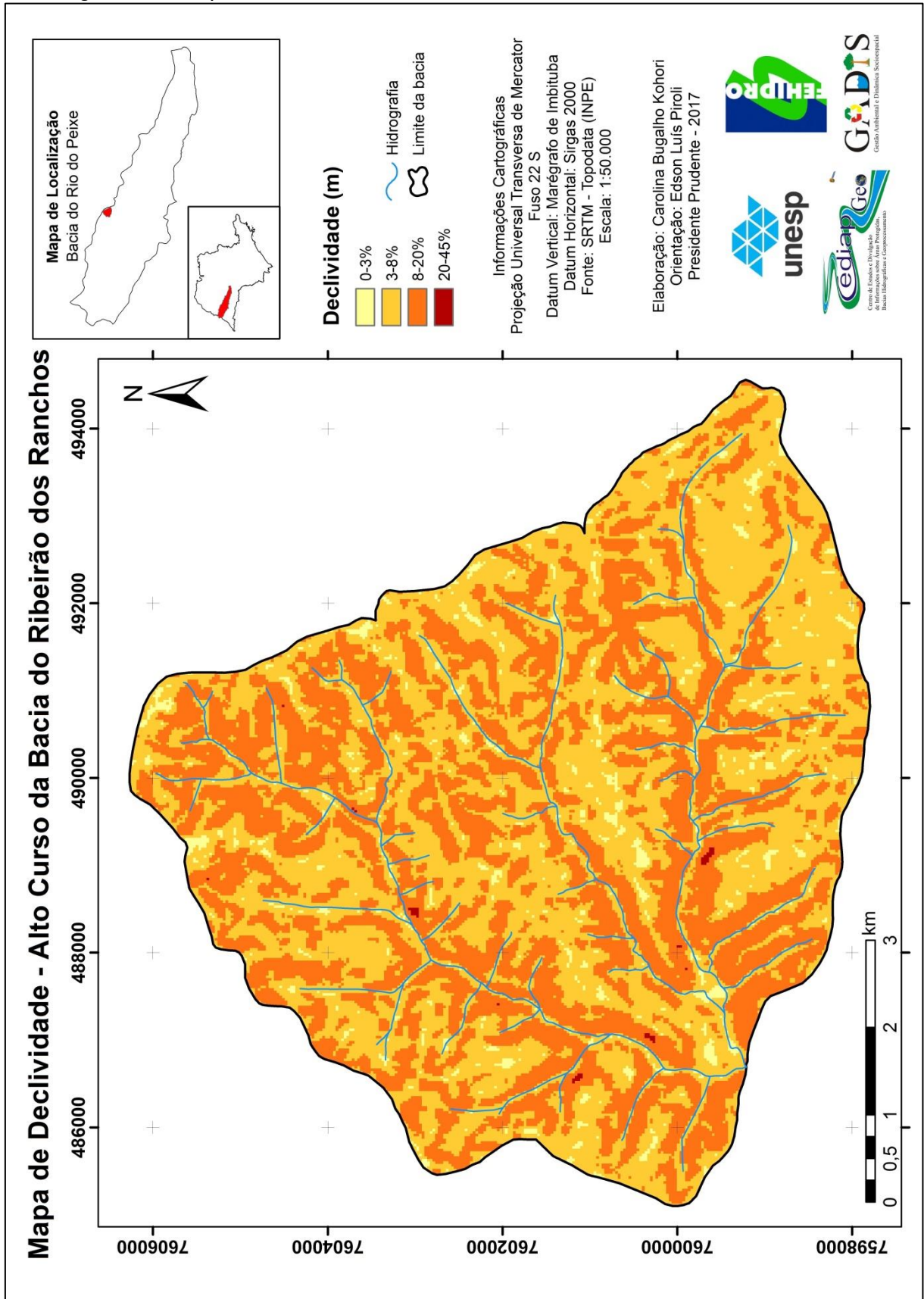
Ramalho Filho e Beek (1995) atribuíram graus de limitação ao uso da terra de acordo com a suscetibilidade à erosão, em função das classes de relevo. Segundo a classificação dos autores, o relevo suave ondulado, com declividades de 3 – 8% apresentam grau de limitação ligeiro (L), com pouca suscetibilidade à erosão. Entretanto quando utilizadas para cultivo de lavoura, por períodos superiores a 10 anos, passam a apresentar perda do horizonte superficial, exigindo práticas de conservação simples.

Para o relevo ondulado (8 – 20%), classificado de acordo com a Embrapa (1979), os autores subdividem em grau moderado (M), com declividades de 8 a 13% e forte (F), 13 a 20%. Ambas são consideradas agricultáveis e requerem práticas de conservação, embora a segunda exija uma prevenção mais intensa que a primeira. Quando não adotados os princípios conservacionistas, podem apresentar sulcos e voçorocas (EMBRAPA, 1979).

O relevo plano, que ocupa 2,8% da área de estudo, é o que apresenta menos restrições ao uso da terra, por apresentar uma declividade de 0 a 3%, com grau nulo (N) para limitação à erosão. O relevo forte ondulado, cujo grau atribuído é muito forte (MF), representa somente 0,1% na área de estudo e considera o uso agrícola muito restrito, de modo que o controle à erosão muitas vezes pode gerar prejuízos econômicos.

A partir da análise deste quadro, observa-se que a maior parte da área de estudo é agricultável, mas exige a adoção de práticas de prevenção de conservação dos solos. A Figura 18 representa a espacialização de cada classe de declive.

Figura 18 – Mapa de declividade do alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos



5.3 Uso da terra

5.3.1 Uso da terra em 1971

As classes de uso da terra em 1971 foram delimitadas manualmente a partir do mosaico das fotografias aéreas. Na Tabela 3 estão representadas as classes de uso, bem como a cor representativa e a quantificação de cada classe de uso no alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos.

Tabela 3 – Classes de uso da terra em 1971

Classes de uso	Cores das classes	Área ocupada	
		km ²	%
Área urbanizada	R=255 G=168 B=192	3,02	6,22
Lavoura temporária	R=255 G=255 B=0	26,09	53,77
Lavoura permanente	R=255 G=170 B=0	16,53	34,07
Pastagem	R=205 G=205 B=138	1,91	3,94
Florestal	R=115 G=168 B=0	0,91	1,88
Represa	R=153 G=194 B=230	0,06	0,12
Total		48,52	100

• Área Urbanizada

A área urbanizada foi adotada para caracterizar a cidade de Adamantina (Figura 19). Em 1971, a classe representava 3,02 km², o equivalente a 6,22% da ocupação da área de estudo.

Figura 19 – Representação da classe área urbanizada em 1971



- **Lavoura temporária**

Nessa classe, foram consideradas as áreas com aspectos texturais e tonalidades mais escuras, indicativas de culturas agrícolas (Figura 20). Esse uso ocupava uma área significativa, com 26,09 km², representando mais da metade da ocupação.

A fim de confirmar essa intensa ocupação de culturas temporárias na área de estudo, consultou-se o Censo Agropecuário de 1970 (IBGE, 1975). O município de Adamantina contava com uma área ocupada de cerca de 10.000 ha, o equivalente a 100 km². Considerando-se que o município possui 411,98 km², a lavoura temporária representava parcela importante na economia da época. As principais culturas anuais cultivadas eram amendoim, milho, algodão, feijão e arroz.

Figura 20 – Representação da classe lavoura temporária em 1971



- **Lavoura permanente**

A classe lavoura permanente foi representada pela cultura de café, conforme se observa na Figura 21. A área ocupada por café era de 16,53 km², ou 34,07% de toda a bacia de estudo. De acordo com o IBGE (1975), a área plantada de café em Adamantina no ano de 1970 era de 5.064 ha, representando, portanto, significativa participação na economia do município.

Figura 21 – Representação da classe lavoura permanente em 1971



• Pastagem

Para caracterizar a área de pastagem, foram selecionados os polígonos com texturas lisas e tonalidades mais claras (Figura 22). A área ocupada em 1971 era de 1,91 km², aproximadamente 4% da área total.

De acordo com o IBGE (1975) o total de cabeças de gado, era em torno de 27.000, em todo o município, no ano de 1970. Entretanto, em entrevistas realizadas com produtores e trabalhadores rurais da região, obteve-se a informação de que, nessa época, na porção sul do município, os pastos ocupavam somente os fundos das propriedades, servindo para uma pequena criação de animais, em escala familiar. A maior parcela de área de pastagens estava concentrada na porção norte do município, a qual sempre foi ocupada por grandes propriedades agrícolas. Essa lógica é reforçada por Gil (2007),

As propriedades médias mantinham rebanhos bovinos para corte como atividade complementar, simultânea à cafeicultura, como forma de diversificar e equilibrar a receita. As grandes propriedades, geralmente longe do espigão divisor, e mais próximas dos vales dos rios do Peixe e Aguapeí, dedicavam-se à pecuária bovina de corte como principal atividade, tanto pela facilidade de manejo, tornando-se menos dependente de mão-de-obra, quanto ao aproveitando dos solos de menor fertilidade e impróprios para o café, além de contarem com a vantagem dos preços mais baixos das terras. (GIL, 2007, p. 164).

Figura 22 – Representação da classe pastagem em 1971



- **Florestal**

Quanto à classe florestal, foram consideradas áreas de vegetação nativa de médio a grande porte. Essa cobria menos de 1,0 km², não ultrapassando 2% da área de estudo. Os poucos fragmentos de vegetação nativa encontravam-se próximos às margens dos corpos hídricos. A Figura 23 representa um fragmento de mata nativa preservada.

A supressão das florestas foi realizada com o objetivo de abrir áreas para a implantação das lavouras de café, bem como para abastecer as ferrovias que avançavam cada vez mais para o interior, sentido Mato Grosso do Sul. Segundo Rodrigues (2016), a economia do município de Adamantina, no início de seu desenvolvimento (décadas de 1940-1950), baseava-se principalmente na indústria extrativa de madeira de lei.

Figura 23 – Representação da classe florestal em 1971



• Represa

A classe foi representada pela represa de abastecimento de água para a cidade de Adamantina (Figura 24). Ocupava 0,06 km², representando 0,12% da área total da bacia.

Segundo Rodrigues (2016), a Represa Taipus, inaugurada em 31 de outubro de 1968, foi uma obra de captação de água no córrego Taipus, com as seguintes instalações: estações de recalque e de tratamento e um reservatório duplo de 2.000 m³.

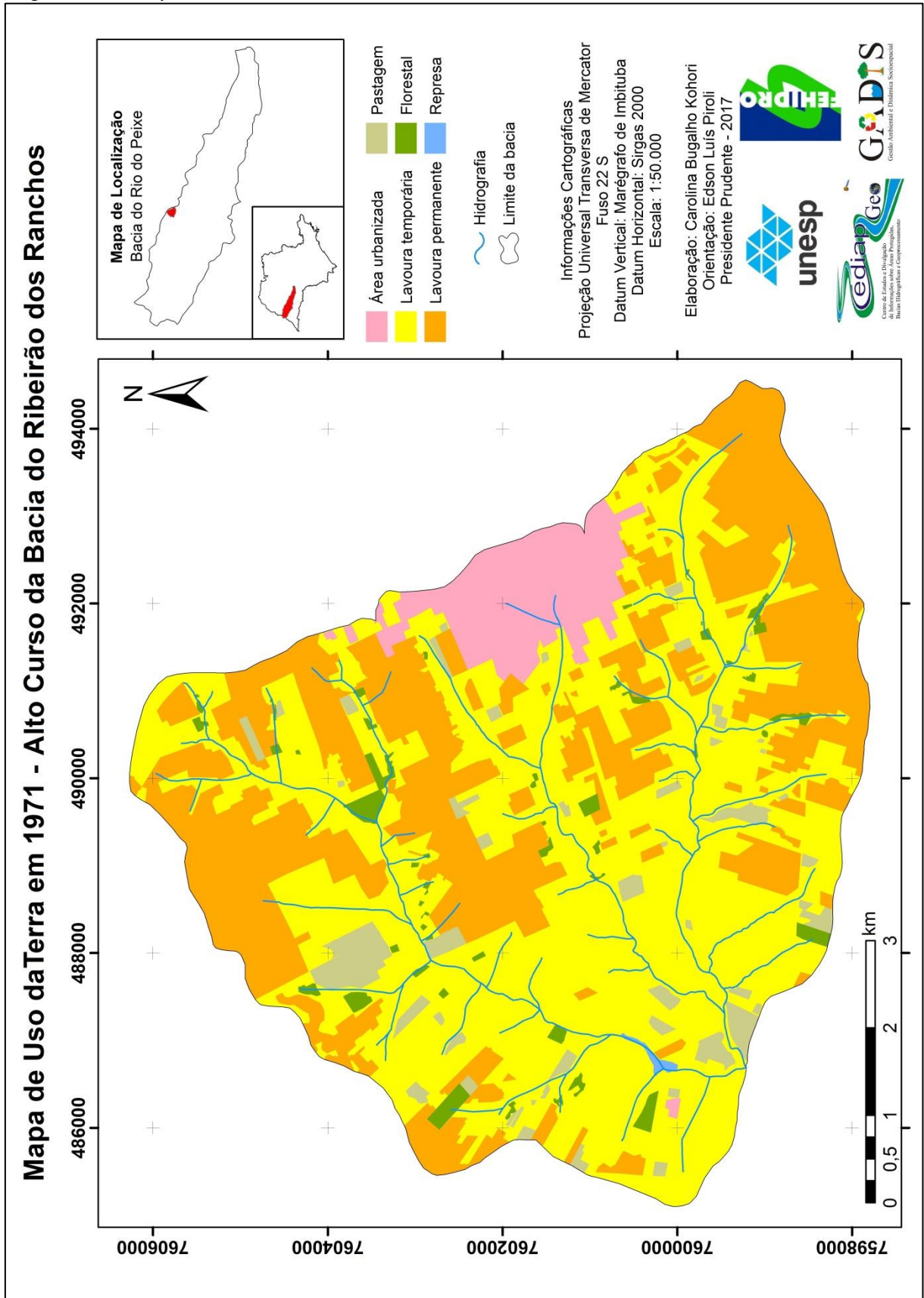
Ainda de acordo com o autor, anteriormente à construção da represa, a cidade era abastecida com a água de 11 poços, de onde se extraía em torno de 1.700 m³ por dia. Em épocas de estiagem, a população sofria com a seca desses poços. Após o barramento do Córrego Taipus, a água aduzida para o abastecimento da cidade era estimada em 7.500 m³ e, após terminadas as instalações necessárias para o funcionamento integral da represa, passariam a 15.000 m³.

Figura 24 – Representação da classe represa em 1971



A Figura 25 apresenta o mapeamento de uso da terra realizado para o ano de 1971.

Figura 25 – Mapa de uso da terra em 1971 no alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos



5.3.2 Uso da terra em 2016

O mapeamento do uso da terra foi realizado manualmente, baseado nas imagens de satélite disponibilizadas pelo Software Google Earth. Também foi realizado um trabalho de campo (13/08/2016), para confirmar alguns usos. A Tabela 4 apresenta as classes de uso, a cor representativa e a quantificação de cada uma no alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos para o ano de 2016.

Tabela 4 – Classes de uso da terra em 2016

Classes de uso	Cores das classes	Área ocupada	
		km ²	%
Área urbanizada	R=255 G=168 B=192	6,85	14,12
Lavoura temporária	R=255 G=255 B=0	2,38	4,90
Lavoura permanente	R=255 G=170 B=0	0,35	0,72
Área descoberta	R=178 G=178 B=178	0,26	0,54
Silvicultura	R=137 G=205 B=102	1,05	2,16
Pastagem	R=205 G=205 B=138	35,52	73,21
Florestal	R=115 G=168 B=0	2,11	4,35
Total		48,52	100

• Área urbanizada

A classe área urbanizada (Figura 26) foi adotada para caracterizar a cidade de Adamantina, incluindo os loteamentos pavimentados e em início de ocupação. Nota-se uma tendência de crescimento da área urbanizada nas periferias da cidade, com o desmembramento de propriedades rurais em loteamentos. A área ocupada é de 6,85 km², representando um percentual de 14,12% da área de estudo.

Figura 26 – Representação da classe área urbanizada em 2016



- **Lavoura temporária**

Em lavoura temporária foram consideradas as áreas com polígonos bem delimitados; as áreas com presença de carregadores (cana-de-açúcar) e os polígonos com texturas e cores contrastantes às áreas de pastagem e confirmados visualmente a campo (maracujá e hortaliças), conforme Figura 27. A área ocupada pelas culturas anuais é de 2,38 km², representando 4,9% da área total.

Figura 27 – Representação da classe lavoura temporária em 2016



- **Lavoura permanente**

A classe lavoura permanente é ocupada por culturas como a banana e o café. A Figura 28 apresenta o padrão do cultivo de café, com as linhas bem delimitadas e as copas visíveis. Ocupa 0,35 km², menos de 1% da área total.

Figura 28 – Representação da classe lavoura permanente em 2016



- **Silvicultura**

A silvicultura é uma classe de uso que não existia em 1971. Essa classe abrange principalmente o cultivo de eucalipto e seringueira (Figura 29). Ocupa 1,05 km², representando pouco mais de 2% do total da área de estudo.

Figura 29 – Representação da classe silvicultura em 2016



- **Pastagem**

A área ocupada pela classe pastagem é de 35,52 km², o equivalente a mais de 70% de toda a área de estudo. As pastagens são destinadas principalmente à criação de bovinos de corte e representam parte expressiva da economia agrícola do município. Observa-se, na Figura 30, a presença de pastagens degradadas, presença de processos erosivos e a ocupação de áreas de nascente.

Figura 30 – Representação da classe pastagem em 2016



- **Florestal**

A classe florestal foi definida partindo dos mesmos critérios adotados no ano de 1971. Essa classe representa 2,11 km², ou 4,35% do total. A Figura 31 ilustra o mesmo fragmento de mata nativa preservado desde o ano de 1971.

Figura 31 – Representação da classe florestal em 2016



- **Represa**

A categoria represa foi demarcada seguindo o mesmo critério do ano de 1971. No entanto, as represas existentes no ano de 2016 possuíam uma dimensão muito pequena em relação à área de estudo, de modo que não ficaram visíveis na escala do mapa.

- **Área descoberta**

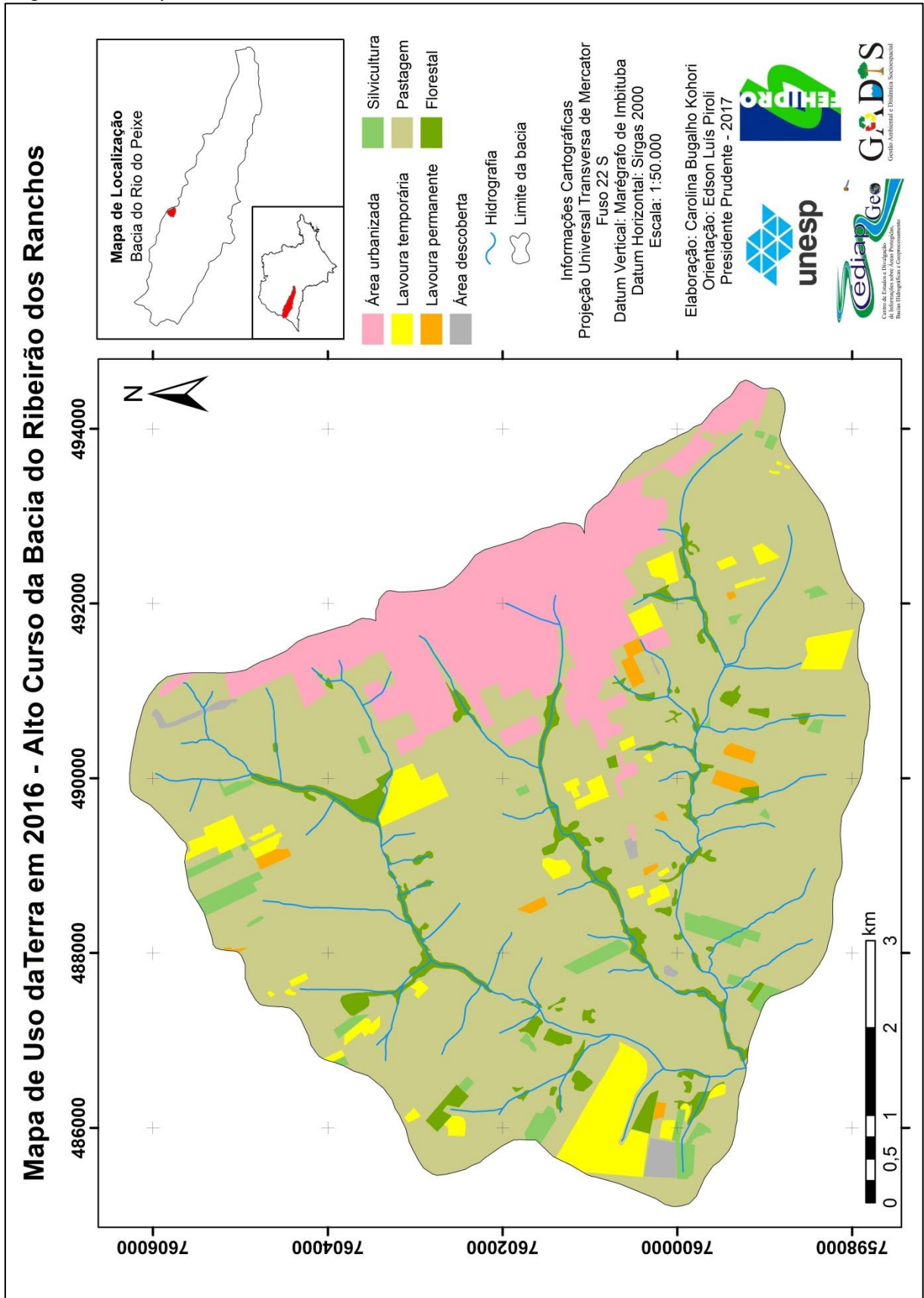
A classe área descoberta foi caracterizada por espaços onde se notam casos de degradação dos solos. Ressalta-se que ao longo da bacia foram encontradas áreas descobertas de reforma de pasto, cana ou de rotação de culturas anuais, que foram desconsideradas da classe em questão. A área ocupada com essa classe é de 0,26 km², equivalente a 0,54% da área total. Nessa classe foram demarcadas as ravinas e voçorocas, uma área de extração de terra para construção civil (Figura 32) e as áreas destinadas ao lixão e aterro sanitário.

Figura 32 – Representação da classe área descoberta em 2016



O mapeamento do uso da terra de acordo com as classes apresentadas no ano de 2016 está representado na Figura 33.

Figura 33 – Mapa de uso da terra em 2016 no alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos



5.3.3 Mudanças ocorridas no uso da terra e impactos sobre a água

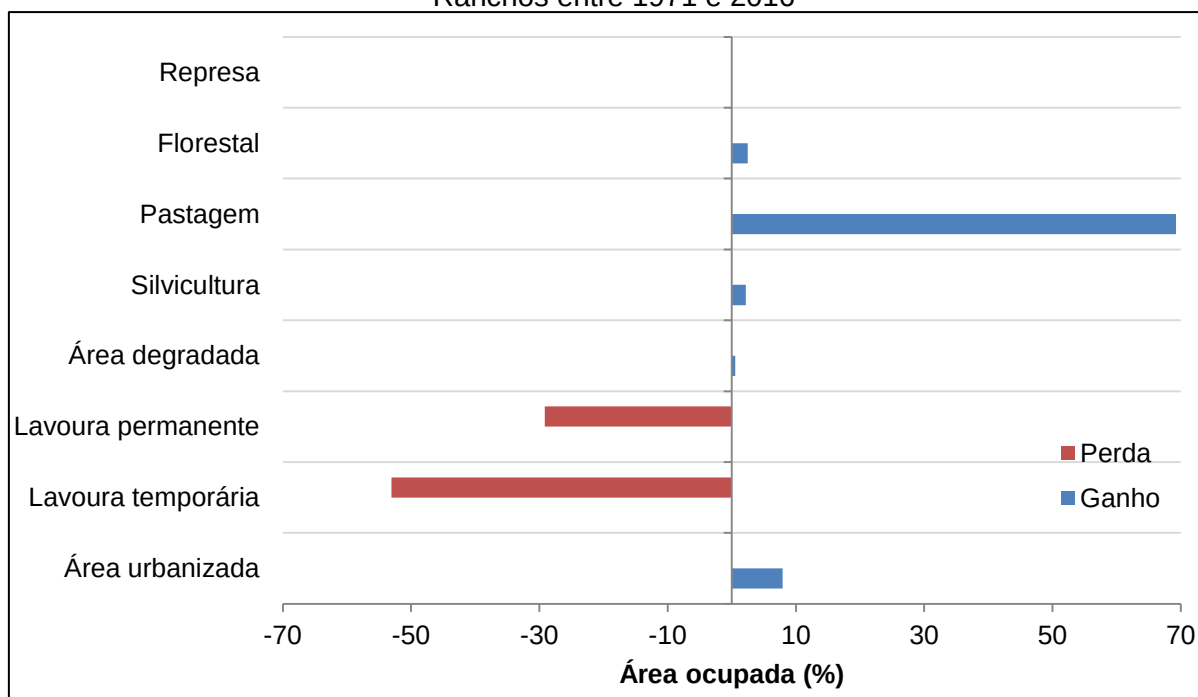
A dinâmica econômica, os fluxos migratórios, alterações na legislação, entre outros aspectos, contribuíram para mudanças significativas no uso da terra entre os anos de 1971 e 2016.

O espaço regional sofreu mudanças significativas, reproduzindo a necessidade de adequação da área a novas demandas e possibilidades. De acordo com Gil (2007),

Durante a fase da cafeicultura e da policultura, predominavam as pequenas propriedades rurais, com exploração familiar direta. A decadência do setor cafeeiro, nos anos de 1970 e 1980, provocou a substituição das lavouras de café e de cereais por pastagens (pecuária bovina de corte, especialmente) e por canaviais. (GIL, 2007, p. 82).

O Gráfico 1 sintetiza as mudanças observadas, as quais, no desenvolvimento da discussão serão detalhadas. Para melhor ilustrar essas mudanças, o valor das perdas e ganhos foi expresso em porcentagem, relacionando com a área total da bacia.

Gráfico 1 – Ganhos e perdas do uso da terra no alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos entre 1971 e 2016



5.3.3.1 Área urbanizada

Grande parte dos municípios do oeste paulista possui forte relação com os eixos de penetração das ferrovias, casos das estradas de ferro Paulista e Sorocabana; Adamantina não fugiu à regra. Por essa lógica, a ocupação deu-se primeiramente e majoritariamente nos espigões divisores, coincidindo com o traçado das ferrovias.

Assim, conforme Lima (2002), o desenvolvimento da área urbana de Adamantina não foi orientado pela proximidade a cursos d'água, mas sim motivado pela presença de áreas mais aplainadas e próximas ao modal de transporte predominante na época. Nessa mesma linha, Prandi (2010) reforça que esses núcleos urbanos preteriram as águas superficiais para o abastecimento, priorizando como fonte a água subterrânea, no caso, do Sistema Aquífero Bauru.

Ainda segundo Prandi (2010), nota-se que, próximo ao espigão divisor, as águas superficiais resumem-se a córregos de baixa vazão, insuficientes para o abastecimento da população envolvida.

A Figura 34 e o Gráfico 2 apresentam mudanças no uso da terra relacionadas à expansão das áreas urbanas. Pelo exposto, verifica-se uma tendência de continuidade da ocupação de áreas de topo de colina, bastante valorizadas no segmento imobiliário.

Figura 34 – Mapa de ganho, perda e persistência na classe de uso Área Urbanizada

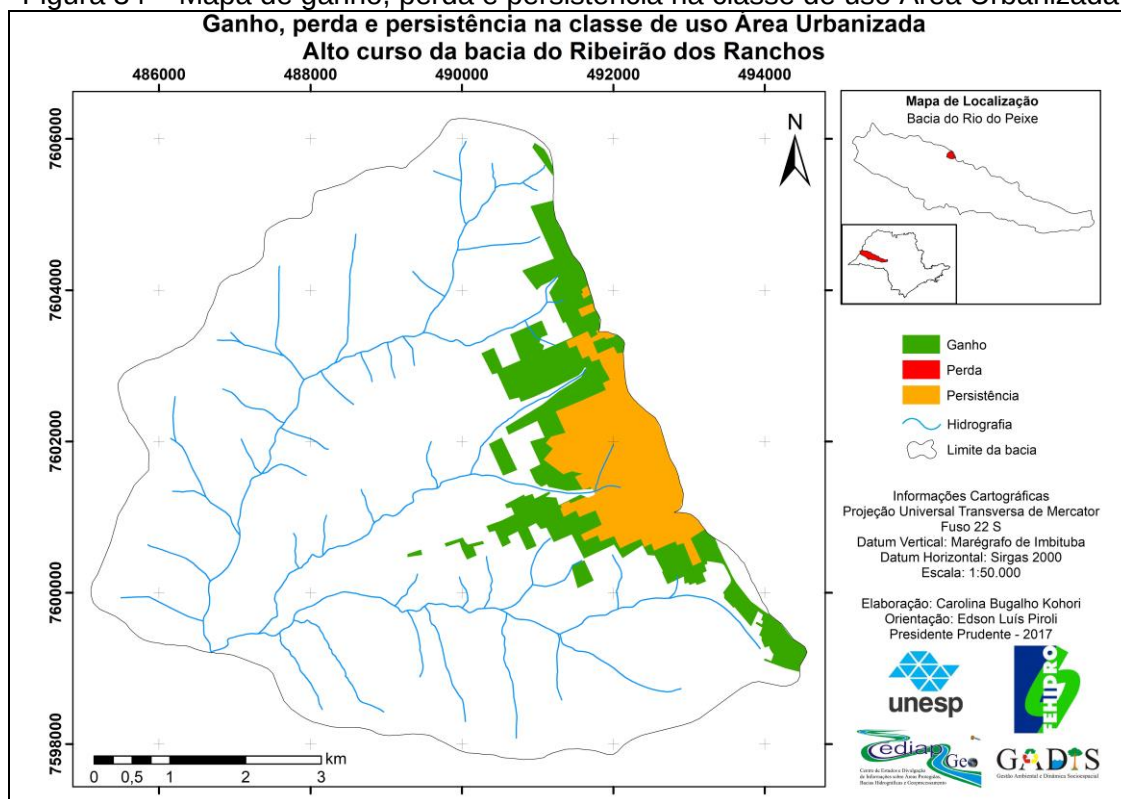
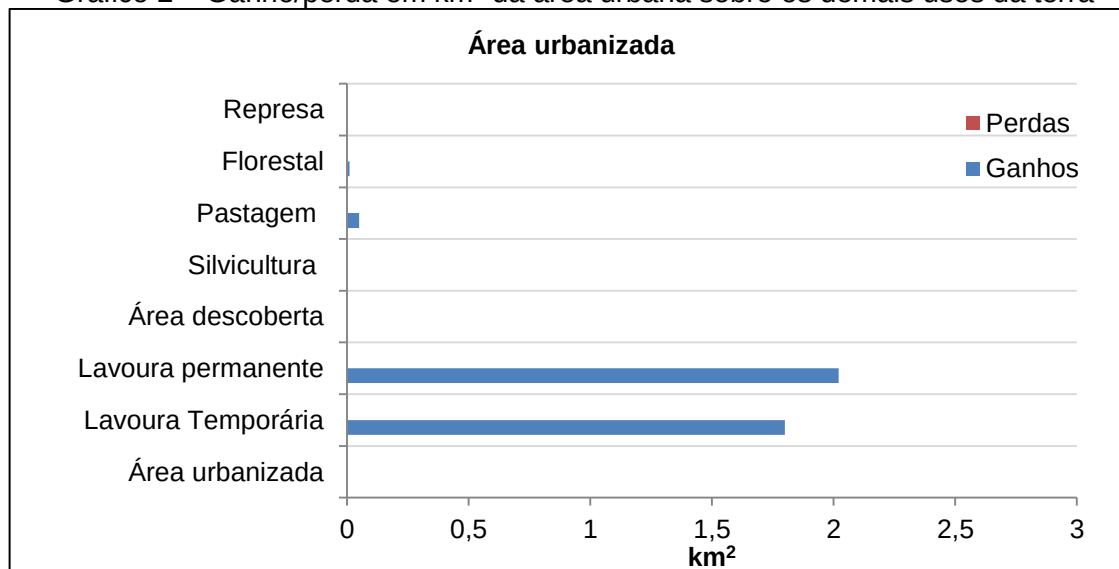


Gráfico 2 – Ganho/perda em km² da área urbana sobre os demais usos da terra



O incremento de áreas urbanas deu-se sobre a lavoura permanente, notadamente o café, e temporária, casos de amendoim, milho e algodão, principalmente. Cabe ressaltar que a expansão da mancha urbana não foi amplamente motivada pelo crescimento significativo da população do município, mas, principalmente, pelo êxodo rural. De acordo com os censos demográficos do IBGE, em 1970, a população total de Adamantina era de 31.798, sendo 9.799

residentes na zona rural. Já em 2010, a população total era de 33.797, contudo, somente 1.849 residindo fora da área urbana.

Embora o crescimento da área urbana tenha sido predominante nas áreas de topo, alguns bairros pioneiros, além de novos loteamentos, alcançaram fundos de vale. Observa-se na Figura 34 a impermeabilização de quase todas as nascentes do córrego Tocantins, estendendo-se para as demais nascentes dos córregos vizinhos, Ranchos e Taipus.

Conforme reforça Salomão (1999), a ampliação das áreas construídas e pavimentadas, potencializam o volume e a velocidade das enxurradas e, desde que não dissipadas, concentram o escoamento, acelerando os processos de desenvolvimento de ravinas e voçorocas.

Ainda segundo o autor (op cit.), as principais causas do desencadeamento e evolução da erosão nas cidades são relacionadas a planos de obra inadequados do sistema viário em que o traçado não considera a declividade e o comprimento das vertentes; a deficiência do sistema de drenagem de águas pluviais e servidas; e a expansão urbana descontrolada com a implantação de loteamentos e conjuntos habitacionais em terrenos suscetíveis a processos de ravinamentos e boçorocamentos.

De acordo com Tucci (2000),

Quando uma área rural é transformada em área urbana, são construídas áreas impermeáveis e condutos que alteram o escoamento da água precipitada em direção aos rios. Os projetos de drenagem urbana foram ensinados aos engenheiros e ainda muitos são desenvolvidos com a filosofia de que a melhor drenagem é a que expulsa a água do local o mais rápido possível. Com este princípio inadequado, a urbanização de uma área tem contribuído para a ocorrência das inundações mais rápidas, frequentes e de maior magnitude em diferentes pontos das cidades. (TUCCI, 2000, p. 499).

Essa dinâmica ficou evidente em áreas de nascente do córrego Tocantins, amplamente urbanizadas e com problemas de macro e microdrenagem. As Figuras 35 e 36 indicam galerias incompatíveis com os volumes escoados em eventos torrenciais, a exemplo de janeiro de 2017, no qual o acumulado de chuvas em Adamantina foi de 438 mm (CIIAGRO, 2017).

Figura 35 – Frente (Coordenadas aproximadas: E 491970 m e N 7601776 m) e fundos (Coordenadas aproximadas: E 491900 m e N 7601735 m) da casa atingida pela enxurrada da chuva, respectivamente



Figura 36 – Parte da calçada e rua erodidos pela concentração de água das chuvas em janeiro de 2017, localizada no cruzamento da rua Joaquim Nabuco com a Alameda Santa Cruz (Coordenadas aproximadas: E 492013 m e N 7601960 m)



Segundo Piroli (2016), é necessário que haja a infiltração de água nas áreas urbanas, imprescindível para a recarga dos aquíferos e para a diminuição da energia da água das chuvas. Entretanto, nota-se uma tendência de desmembramento de lotes maiores em menores, intensificando a ocupação urbana e o percentual de impermeabilização, aumentando o volume escoado superficialmente durante as chuvas.

O Parque dos Pioneiros localiza-se à jusante do exemplo apresentado anteriormente. Conhecido por “Buracão”, atualmente configura-se como um parque linear dotado de infraestruturas de lazer e canalização fechada (córrego Tocantins). Entretanto, devido a rompimentos em sua estrutura de drenagem, por conta da utilização de materiais inadequados e mal dimensionados, diversas áreas encontram-se interditadas, conforme ilustra a Figura 37.

Figura 37 – Parque dos Pioneiros (Coordenadas aproximadas: E 491443 m e N 7601319 m)



A drenagem urbana representa uma fonte importante de prejuízos para a população urbana das cidades, devido às frequentes inundações, a interrupção de tráfego e a deterioração ambiental. Muitas vezes, pela falta de adoção de medidas preventivas, atribuem-se os problemas gerados à esfera das fatalidades, como eventos naturais. Contudo, sabe-se que os impactos foram gerados pela urbanização inadequada, sem a adoção de medidas preventivas necessárias (TUCCI; COLLISCHONN, 2000).

Tucci e Collischonn (2000, p. 125) apresentam algumas medidas a serem adotadas visando maior retenção da água em detrimento do escoamento superficial. Segundo os autores, o controle estrutural distribuído do escoamento e dos sedimentos tem sido estudado nos países desenvolvidos através da BMP (*Best Management Practices*) que envolvem o controle da quantidade de água, sedimentos e qualidade da água por meio de ações distribuídas na bacia hidrográfica. As principais ações de controle na bacia urbanizada são:

- Reservatórios: os reservatórios podem ser secos, quando atuam basicamente sobre o volume e com lamina de água, quando atuam sobre os sedimentos e a qualidade da água. No primeiro caso, existem os reservatórios secos *extended*, que retêm o volume por um período de 24 horas, para minimizar o impacto dos sedimentos e a qualidade da água. O ideal é instalar, já no início do loteamento, reservatórios cuja função primeira será reter os sedimentos gerados na etapa crítica de abertura de ruas, remoção da camada vegetal e movimentação de volumes para aterro. Os mesmos reservatórios podem ser utilizados também para minimizar o efeito da urbanização sobre os picos de cheia.

- Infiltração: bacias de infiltração, trincheiras que permitem que o escoamento recupere as suas condições de infiltração.

- Área úmida (*wetland*): reservatório com lâmina de água e vegetação aquática que consome os nutrientes e retém os sedimentos.
- Pavimentos permeáveis: utilizado em passeios e estacionamentos de carros leves, permitindo maior infiltração da precipitação.

5.3.3.2 Lavouras temporária e permanente

O oeste do estado de São Paulo, embora com uma história de ocupação recente, se comparada a regiões pioneiras do estado, apresentou significativas mudanças no uso agrícola das terras. Por razões climáticas, como no caso das geadas, ou pelo êxodo rural, verificou-se a substituição do café e de culturas temporárias, pela massificação das pastagens e, mais recentemente, pelo cultivo da cana-de-açúcar (GIL, 2007).

Em entrevista com João Carlos Rodrigues, servidor público do IBGE – Agência Adamantina, algumas situações peculiares à região contribuem para a mudança do uso da terra. O algodão, que viveu o ápice produtivo na década de 50, passou por forte declínio a partir dos anos 80, sobretudo por conta da praga “bicudo do algodoeiro” (*Anthonomus grandis*). Ainda, coincidiu com o incremento das importações em detrimento da produção nacional. No caso do café, destaca-se a “geada negra” de 1975, comprometendo drasticamente a produção do grão e gerando intenso êxodo rural. Já no amendoim, a perda de área deu-se em razão de novas atividades supostamente mais rentáveis ao modelo agropecuário dominante.

Lima (2002) reforça a degradação dos solos e a perda de fertilidade, a carência de investimentos em projetos de prevenção e recuperação de áreas degradadas, eventos de seca e a falta de crédito agrícola também foram fatores geradores da decadência de lavouras e o consequente êxodo rural.

Destaca-se também o início do processo de sucateamento das ferrovias em 1969, meio de transporte imprescindível para o escoamento da produção agrícola do interior para os grandes centros (GIL, 2007).

A ferrovia dava unidade à região, ligando-a à cidade de Marília e de lá seguindo para Campinas, Jundiaí, São Paulo e, finalmente, ao porto de Santos. Tratava-se, portanto, de um eixo perpendicular ao litoral, que servia como corredor de exportação de produtos tropicais aos mercados europeu, norte-americano e asiático (Japão, especialmente). (GIL, 2007, p. 78-79).

No período analisado, foi significativa a perda de área de ambas as lavouras (temporária e permanente), conforme ilustram as Figuras 38 e 39 e os Gráficos 3 e 4.

Figura 38 – Mapa de ganho, perda e persistência na classe de uso Lavoura temporária

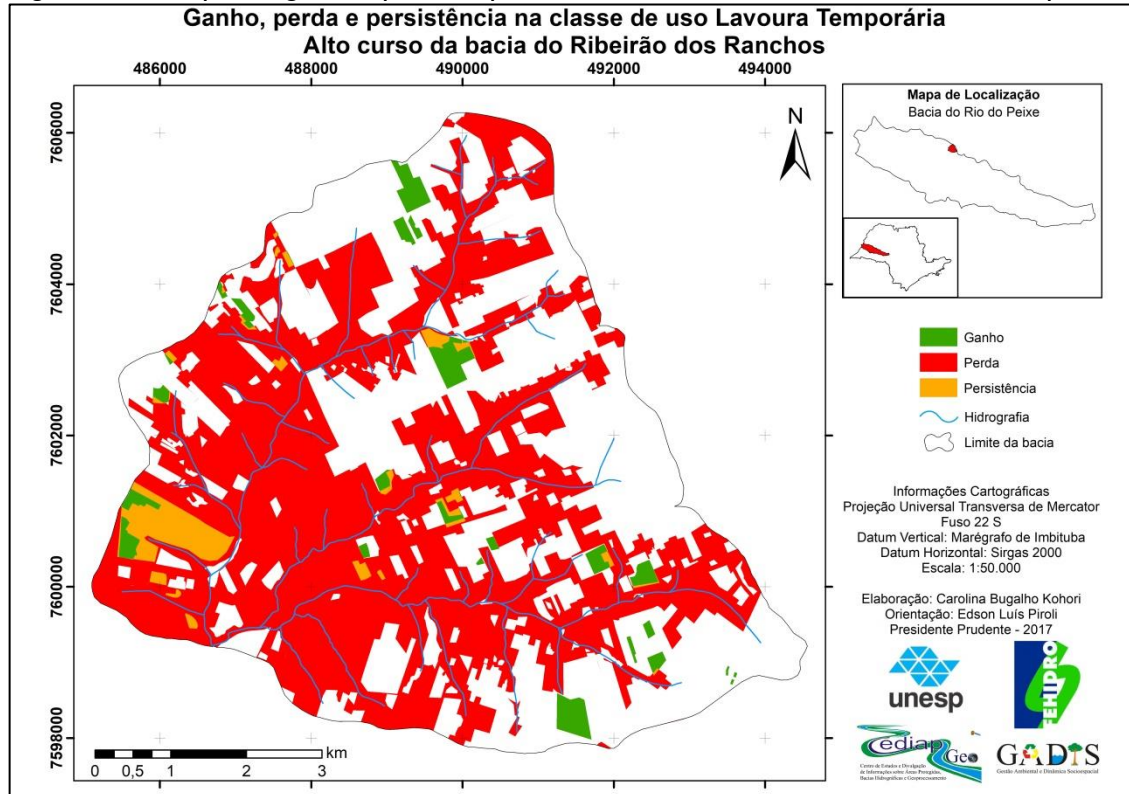


Gráfico 3 – Ganho/perda de lavoura temporária sobre os demais usos da terra

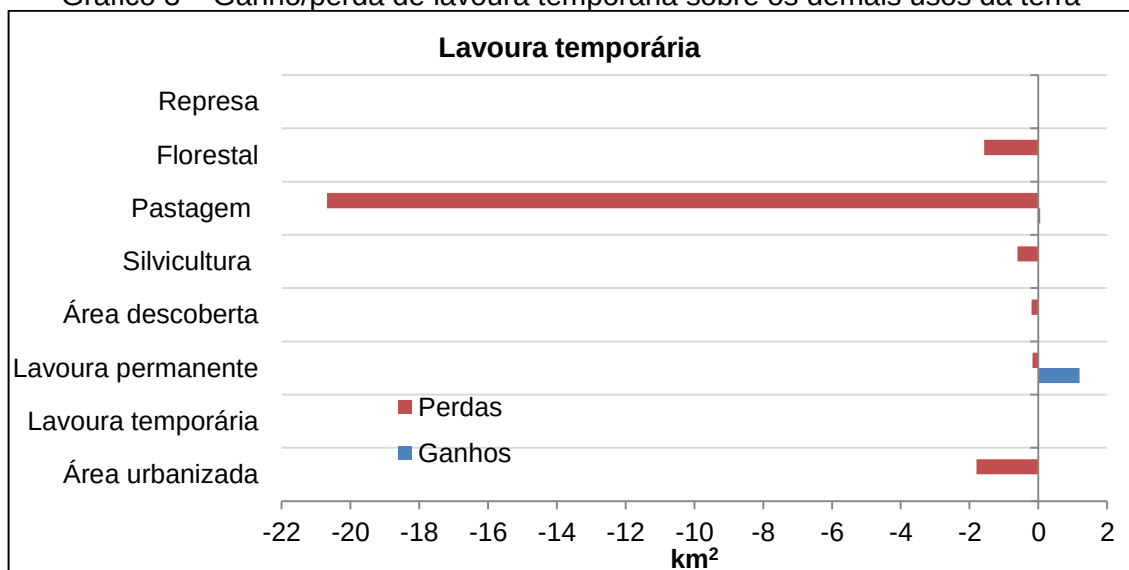


Figura 39 – Mapa de ganho, perda e persistência na classe de uso Lavoura permanente

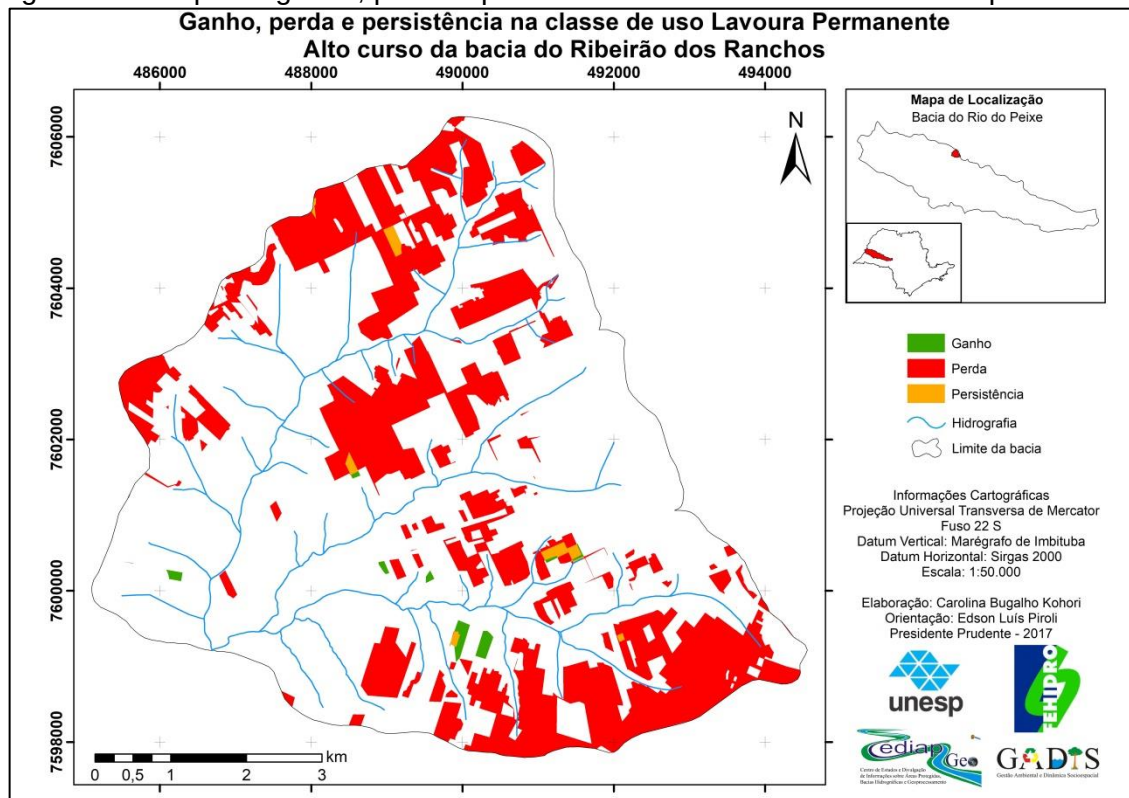
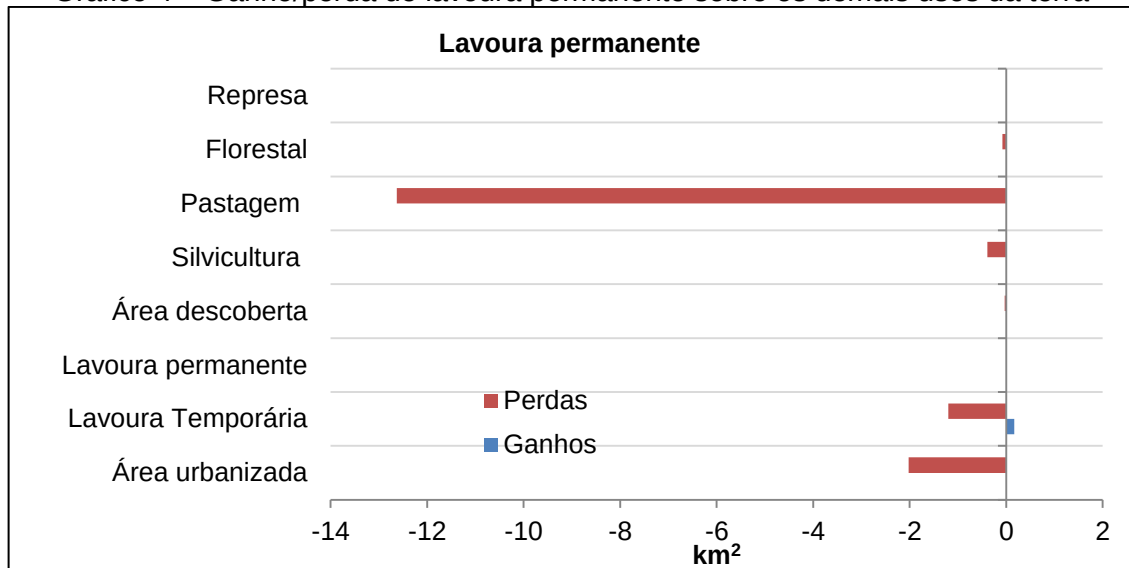


Gráfico 4 – Ganho/perda de lavoura permanente sobre os demais usos da terra



A redução da lavoura temporária cedeu espaço ao incremento de pastagem, área urbanizada, espaços florestados e silvicultura, nesta ordem de maior incidência. Já no caso do declínio das áreas ocupadas pelo café (lavoura permanente), destaca-se a ampliação da pastagem, área urbanizada, lavoura temporária (principalmente maracujá) e silvicultura (eucalipto e seringueira).

Igualmente, além da redução da lavoura temporária, nota-se uma substituição das culturas anteriormente existentes, ou seja, as culturas temporárias atualmente desenvolvidas não são as mesmas do início do período analisado. Atualmente, por exemplo, merece destaque a expansão da cultura do maracujá. Segundo Gil (2007),

O maracujá foi implantado no município a partir da década de 1980, por algumas famílias de ascendência nipônicas, também por influência da Cooperativa Agrícola de Cotia. Em meados da década de 1990, algumas outras famílias de brasileiros passaram a cultivá-lo, em substituição aos cafezais degradados, com assistência técnica particular e oficial, esta por meio da APTA (Agência Paulista de Tecnologia para o Agronegócio). Em 2004, foi criada a APPRAR (Associação Passiflora dos Produtores Rurais de Adamantina e Região), com a filiação de 91 produtores. A maior parte da produção, considerada de boa qualidade, é enviada ao CEASA, na capital paulista. (GIL, 2007, p. 160).

Eventualmente, ocorre o aumento de áreas cultivadas com milho e, em menor escala, com amendoim, ambas associadas a reformas de pastagens.

Atualmente, a presença de solos degradados, associado ao êxodo rural, às extensas áreas arrendadas de cultivo de cana-de-açúcar e à longa distância dos centros de distribuição e comercialização dos produtos agrícolas são alguns fatores que dificultam o cultivo de lavouras.

5.3.3.3 Silvicultura

A silvicultura é considerada uma atividade recente na área de estudo. Segundo o levantamento realizado, nenhuma das áreas identificadas com esta finalidade em 2016 existia em 1971, conforme ilustram a Figura 40 e o Gráfico 5.

Figura 40 – Mapa de ganho, perda e persistência na classe de uso Silvicultura

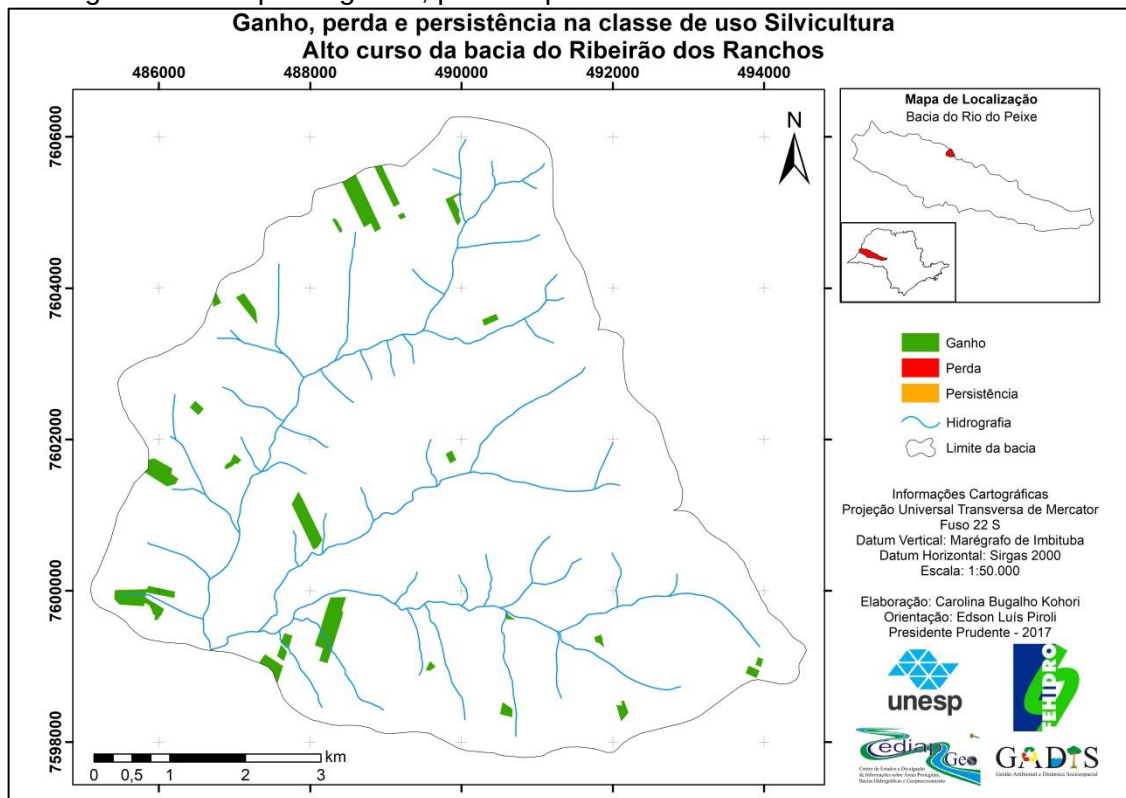
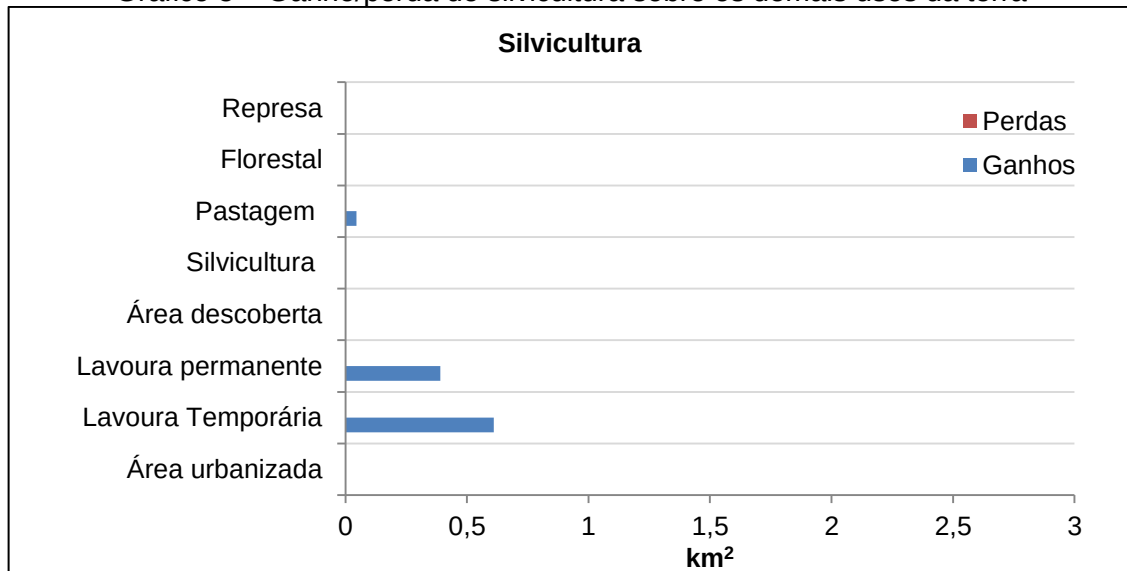


Gráfico 5 – Ganho/perda de silvicultura sobre os demais usos da terra



Como alternativas para o declínio econômico de determinadas lavouras na região, merece destaque o cultivo de eucaliptos e seringais. Sobre este último, Gil (2007) salienta que,

O plantio de seringueira (heveicultura) foi incentivado pela Cooperativa Casul (Cooperativa de Cafeicultores do Sul de São

Paulo Ltda), instalando uma usina de beneficiamento de látex em Parapuã. O investimento, da ordem de US\$200mil, patrocinado pelo Banco do Brasil e pela Pirelli (esta, comprometendo-se com a compra do produto), foi rateado entre os cooperados produtores de látex para pagamento num prazo de cinco anos, com dois anos de carência. Objetivava-se produzir 60 toneladas/mês de folha fumada, matéria-prima dos pneus radiais. Para tal resultado, à época da instalação da usina, havia 250 mil árvores em produção cultivadas por 6l produtores, com meta para atingir 120 toneladas/mês em poucos anos. A instalação da usina, em 1993, contava com cooperados de Garça, Tupã, Iacri, Rinópolis, Parapuã, Guararapes, Adamantina e Tupi Paulista. (GIL, 2007, p. 160 - 161)

5.3.3.4 Pastagem

Mediante a análise dos dois momentos destacados para a presente pesquisa, a mudança mais evidente no uso da terra foi a substituição das lavouras temporária e permanente pela pastagem.

Capim braquiária (*Brachiaria decumbens*), braquiarão (*Brachiaria brizantha*), capim tanzânia e mombaça (*Panicum maximum*), humidícola (*Brachiaria humidicola*), entre outras, foram espécies inseridas para dar suporte à pecuária bovina leiteira e, em especial, de corte (EMBRAPA²).

A Figura 41 e o Gráfico 6 ilustram os valores relativos à evolução das pastagens na área de estudo, bem como sobre quais usos se desenvolveram.

²Disponível em: <<https://www.embrapa.br/produtos-e-mercado/forrageiras>>. Acesso em 30 de setembro de 2017.

Figura 41 – Mapa de ganho, perda e persistência na classe de uso Pastagem

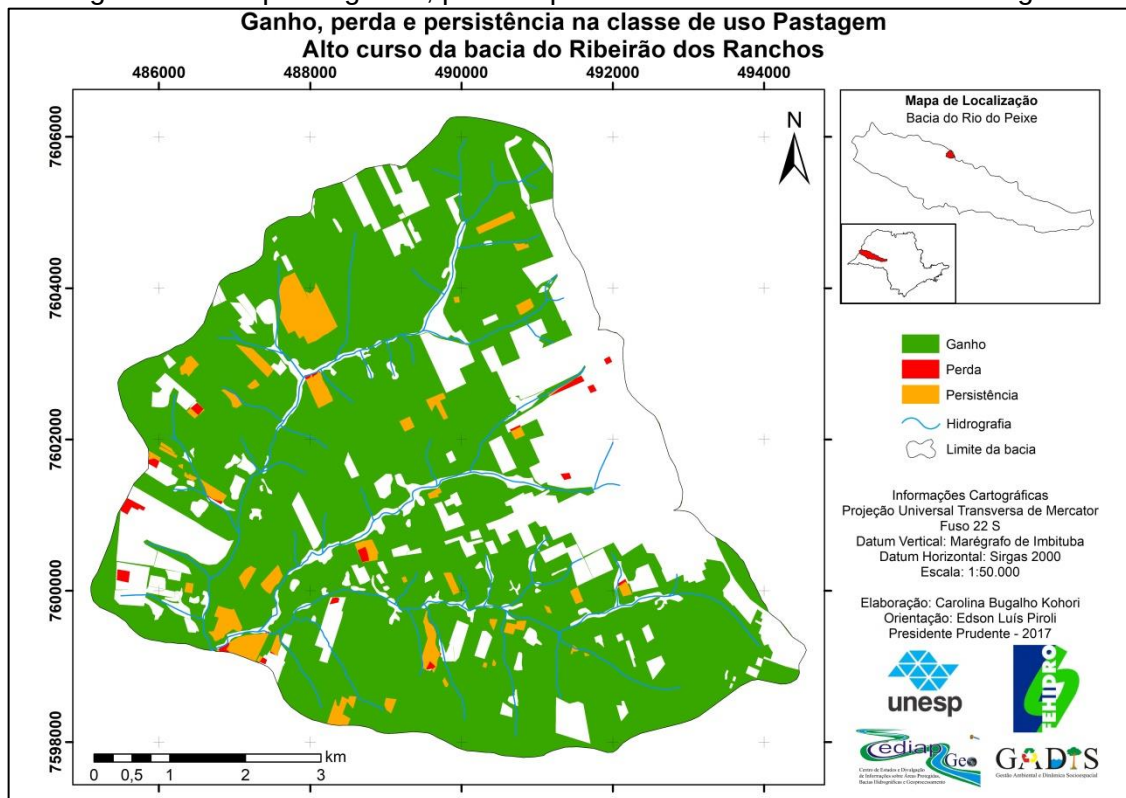
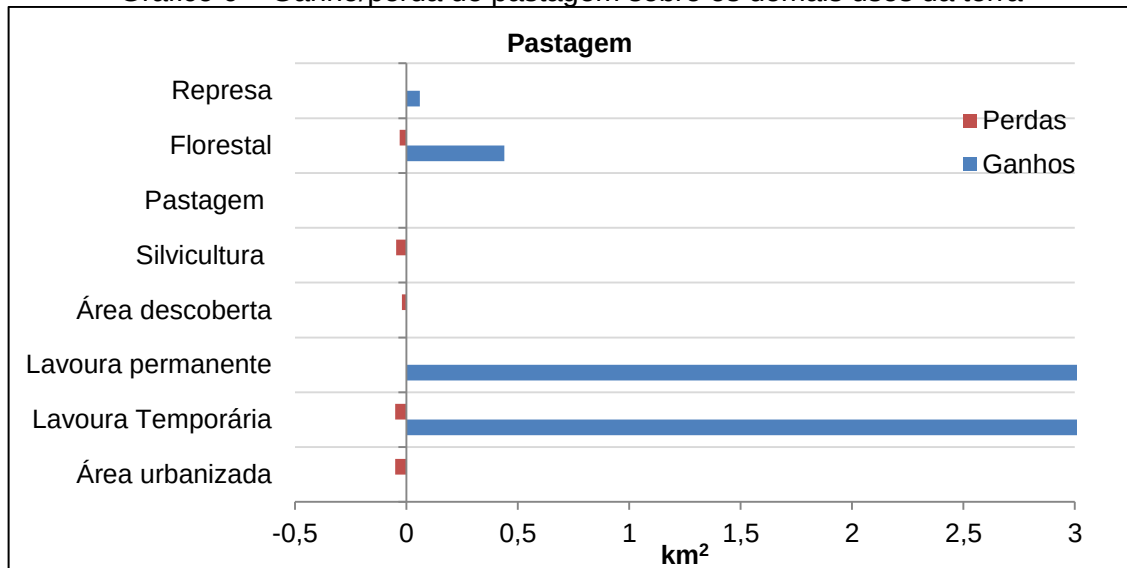


Gráfico 6 – Ganho/perda de pastagem sobre os demais usos da terra



Uma série de fatores contribuiu para o avanço da pecuária bovina no oeste paulista. De acordo com Gil (2007),

Nos municípios cafeicultores a expansão das áreas de pastagens ocorreu, principalmente, ao longo da década de 1980 e 1990, quando os preços do café atingiram patamares bem inferiores à média

histórica de 100 dólares. Outros fatores que contribuíram para a sua expansão foram a depauperação do solo areníticos, devido principalmente ao manejo inadequado; a degradação dos cafeeiros pelos motivos já citados; a crise no setor alcooleiro do final dos anos 80, refletindo-se em preços desestimulantes, com redução das áreas de plantio de cana-de-açúcar; e o aumento das exportações de carne bovina, aquecendo o setor. (GIL, 2007, p. 164).

5.3.3.5 Represa

Diante da observação dos dois momentos analisados, verificou-se a extinção do represamento das águas do córrego Taipus que, em 1971, era utilizado como manancial da população urbana. A área de represa extinta é estimada em 0,06 km².

Em resposta ao questionário enviado por e-mail à Sabesp³ (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), a represa Taipus (Figura 42) foi desativada em 1986, devido à baixa vazão, o intenso assoreamento, o aumento dos custos operacionais e a incapacidade de suprir o abastecimento (LIMA, 2002).

A Figura 43 ilustra a evolução do uso da terra mencionado nos dois momentos distintos.

Figura 42 – Represa Taipus em funcionamento



Fonte: Rodrigues, 2016

³Questionário sobre o abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto realizado pela Sabesp, respondido no dia 14 de março de 2017, pelo Engenheiro Décio Dias Cesco, gerente de divisão de Adamantina – SP.

Figura 43 – Vista aérea da represa do Taipus em 1971 e 2016, respectivamente.



O abastecimento urbano de água de Adamantina, atualmente é feito somente por poços, conforme demonstra a Tabela 5.

Tabela 5 – Poços de abastecimento de água³

Poço	Localização	Profundidade (m)	Vazão	
			Exploração (m ³ /h)	Média diária (m ³)
01	Captação Taipus	300	91,18	1.497,18
02	Estrada Cobori	220	57,51	417,52
03	Aeroporto (Gava)	220	26,7	534,0
04	Aeroporto (Dalbelo)	250	40,09	755,30
05	Estrada 14	246	76,54	1.271,33
06	Córrego dos Ranchos	301	42,39	649,41
07	Av. Miguel Veiga	300,8	86,03	1.259,48
08	Ranchos	301	91,84	1.296,78

Fonte: Sabesp, 2017.

Devido à disposição da área urbanizada, a demanda está localizada sobre o divisor de água, onde a disponibilidade superficial é baixa, sendo mais viável a captação de águas subterrâneas. A área onde se insere o município de Adamantina possui grande disponibilidade hídrica devido ao Sistema Aquífero Bauru apresentar dois aquíferos bastante produtivos, o Aquífero Adamantina e o Caiuá/Santo Anastácio (PRANDI, 2010).

O aquífero Bauru é caracterizado por ser um aquífero sedimentar, de produtividade média a alta e com boa qualidade de água para consumo humano. Sua área é totalmente aflorante em superfície, assim, não há mais nenhuma unidade geológica confinando suas águas sendo, portanto, um aquífero livre, onde a recarga de água se faz por toda sua extensão. Sua extensão é de cerca de 96.900 km²,

ocupando a metade oeste do Estado de São Paulo, que vai de Barretos a Bauru e estende-se até o Pontal do Paranapanema (IRITANI; EZAKI, 2009).

Apesar da boa disponibilidade hídrica nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe, devido à baixa demanda, deve-se considerar a possibilidade de bombeamentos superiores à recarga do aquífero. Destaca-se também que, a recarga de um aquífero livre ocorre em toda a sua extensão, aumentando o risco de poluição pelas atividades desenvolvidas sobre esta unidade hidrogeológica. Assim, é imprescindível a ação do governo e da sociedade no desenvolvimento de programas e implantação de ações destinadas à sua proteção, bem como o início de estudos que permitam estabelecer parâmetros para a recarga artificial do aquífero (PRANDI, 2010).

Por fim, cabe destacar que a área ocupada pela represa foi substituída por pastagem, num total de 0,06 km².

5.3.3.6 Área descoberta

Neste trabalho, foram classificadas como áreas descobertas aquelas com significativa presença de solo exposto, além dos espaços ocupados pelo aterro sanitário e lixão.

Optou-se por esta classificação em razão do reconhecimento da alta capacidade de geração de impactos ambientais das áreas selecionadas, em especial do lixão, que atualmente encontra-se desativado. Nota-se a presença de resíduos expostos, a percolação de chorume e outras formas de poluição ambiental. A Figura 44 ilustra a localização do lixão à montante do córrego Tocantins.

A Figura 45 e o Gráfico 7 apresentam as mudanças ocorridas com relação à classe área descoberta.

Figura 44 – Lixão de Adamantina à montante do córrego Tocantins (Coordenadas aproximadas: E 487808 m e N 7600095 m)



Figura 45 – Mapa de ganho, perda e persistência na classe de uso Área descoberta

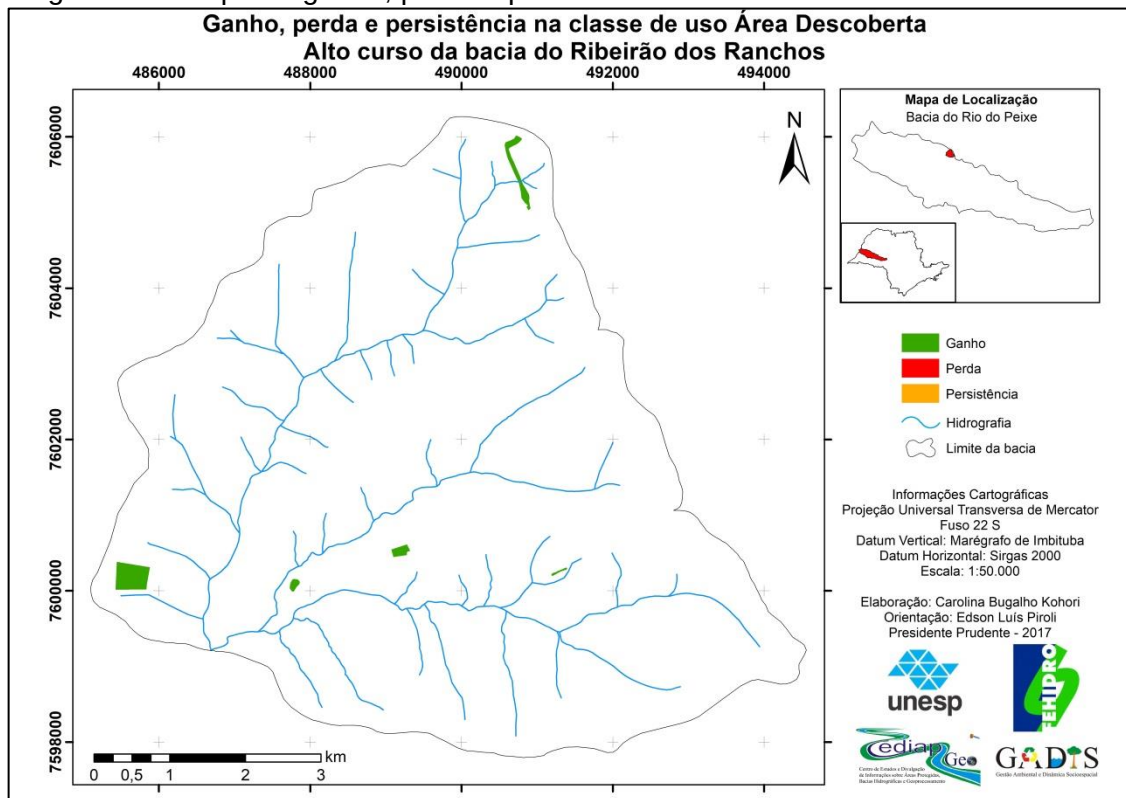
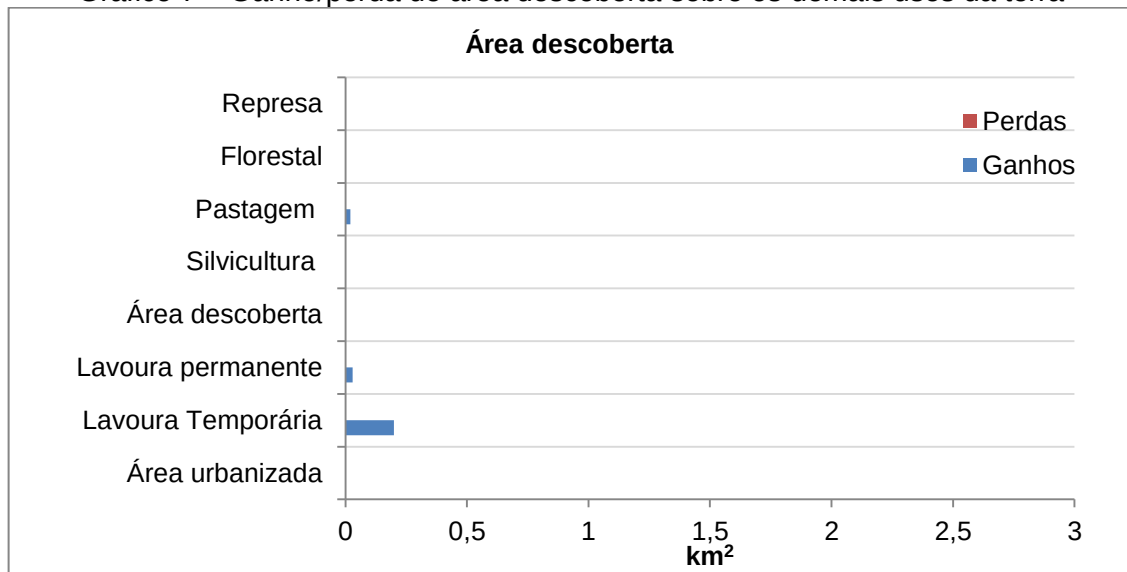


Gráfico 7 – Ganho/perda de área descoberta sobre os demais usos da terra



Segundo Freeze e Cherry (2017, p. 9),

[...] não existem métodos de descarte de lixo em grande escala, atualmente praticáveis que não tenham o potencial de grave poluição de alguma parte de nosso ambiente natural. Embora tenha havido uma crescente preocupação com a poluição do ar e da água superficial, esta ação ainda não englobou o ambiente subterrâneo (FREEZE; CHERRY, 2017, p. 9).

Dentre as principais fontes de contaminação de águas geradas pela urbanização, Iritani e Ezaki (2009) destacam as contaminações por efluentes de fossas sépticas mal construídas; lixões e aterros sem impermeabilização de base; vazamentos na estação de tratamento de efluentes, por meio de infiltrações no subsolo; e vazamentos de tubulações e tanques subterrâneos, como redes coletoras de esgoto.

A decomposição do lixo depositado em lixões e aterros gera um líquido denominado chorume, que apresenta alta concentração de substâncias nocivas, sejam elas orgânicas, inorgânicas ou patogênicas. Quando o aterro não possui impermeabilização na base e sistema de coleta e tratamento do chorume, este infiltra no solo e contamina o aquífero. É importante que os resíduos gerados nas cidades sejam depositados em aterros sanitários bem construídos e que a população não jogue lixo em terrenos vazios, evitando a formação de lixões. (IRITANI; EZAKI, 2009, p. 81).

5.3.3.7 Florestal

A partir da análise dos dois recortes temporais selecionados, verifica-se um incremento significativo de cobertura florestal. Em 1971, as áreas florestadas somavam 0,91 km², ao passo que, em 2016, este número evoluiu para 2,11 km² (valores aferidos comparando os dois mapas de uso da terra produzidos). A Figura 46 e o Gráfico 8 ilustram a evolução da classe uso analisada.

Figura 46 – Mapa de ganho, perda e persistência na classe de uso Florestal

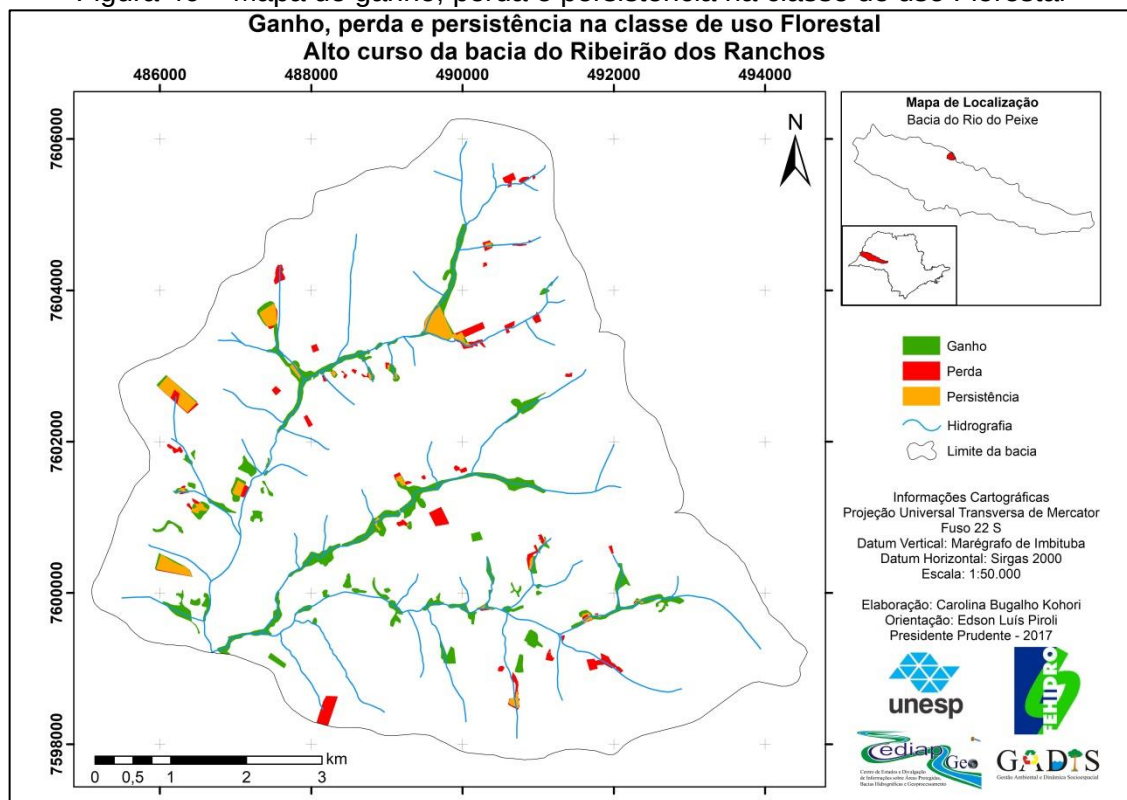
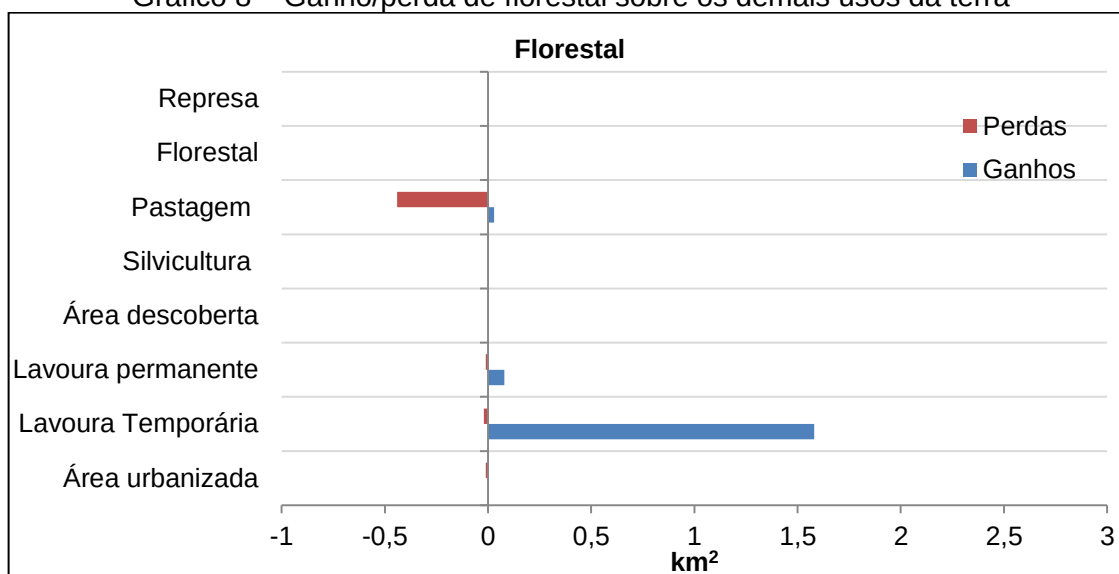


Gráfico 8 – Ganho/perda de florestal sobre os demais usos da terra



Como justificativa para o incremento da cobertura florestal diante de espaços anteriormente utilizados para lavoura temporária, destaca-se o aumento da fiscalização sobre a observância das Áreas de Preservação Permanente, a delimitação de reservas legais e ações isoladas de reflorestamento.

5.4 Uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente dos corpos d'água

Como forma de compreender as relações entre o uso da terra e a observância das Áreas de Preservação Permanente, fez-se o cruzamento das classes de uso e as áreas que, conforme o Código Florestal de 2012, deveriam ser destinadas à preservação.

Conforme o art. 61-A da referida Lei, Zanata (2014) aponta que,

(...) no que diz respeito à recomposição das APPs dificulta a realização de estudos dessa ordem, uma vez que essa dispõe sobre a necessidade do mapeamento de cada propriedade rural, para então calcular-se a área a ser recomposta. O grande problema dessa questão é que o cálculo de recomposição é realizado a partir dos módulos fiscais, e esses módulos variam de município para município, fato que acabará gerando problemas no processo de recomposição. (ZANATA, 2014, p. 99).

Ressalta-se, no entanto, que, embora o Novo Código Florestal permita a continuidade de atividades econômicas em áreas consolidadas, estas ocupam

áreas de preservação que são de fundamental importância ambiental. Assim, para a delimitação das APPs considerou-se que: todos os cursos d'água observados possuem faixa marginal da borda da calha do leito regular com largura de até 10 metros, resultando em APPs de 30 metros, de acordo com o inciso I, do art. 4º, da Lei Federal n. 12.651/12. Para as nascentes, considerou-se uma APP de 50 metros, de acordo com o inciso IV, do art. 4º da mesma lei.

Foram observados os seguintes usos da terra nas áreas de APP, conforme exposto nas Tabelas 6 e 7, respectivamente correspondentes aos anos de 1971 e 2016.

Tabela 6 – Uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente dos corpos d'água em 1971

Classes de uso	Cores das classes	Área ocupada	
		km ²	%
Área urbanizada	R=255 G=168 B=192	0,07	1,76
Lavoura temporária	R=255 G=255 B=0	3,35	84,38
Lavoura permanente	R=255 G=170 B=0	0,26	6,55
Pastagem	R=205 G=205 B=138	0,05	1,26
Florestal	R=115 G=168 B=0	0,20	5,04
Represa	R=153 G=194 B=230	0,04	1,01
Total		3,97	100

Tabela 7 – Uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente dos corpos d'água em 2016

Classes de uso	Cores das classes	Área ocupada	
		km ²	%
Área urbanizada	R=255 G=168 B=192	0,14	3,53
Lavoura temporária	R=255 G=255 B=0	0,01	0,25
Lavoura permanente	R=255 G=170 B=0	0,007	0,18
Área descoberta	R=178 G=178 B=178	0,003	0,08
Silvicultura	R=137 G=205 B=102	0,05	1,26
Pastagem	R=205 G=205 B=138	2,83	71,28
Florestal	R=115 G=168 B=0	0,93	23,43
Total		3,97	100

As Figuras 47 e 48 apresentam os mapas de uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente dos corpos d'água em 1971 e 2016, respectivamente.

Figura 47 – Mapa de conflitos de uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente dos corpos d'água em 1971

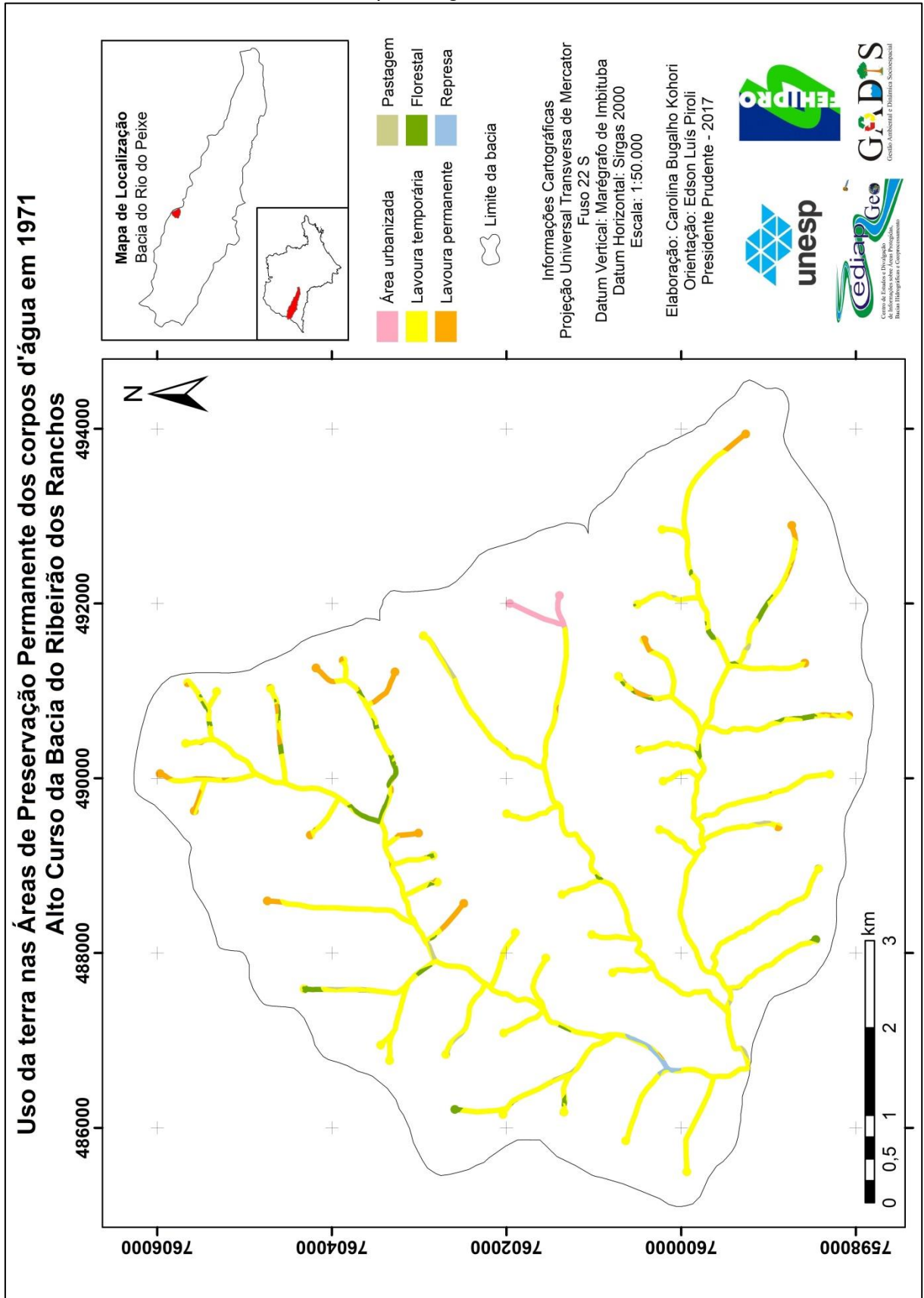
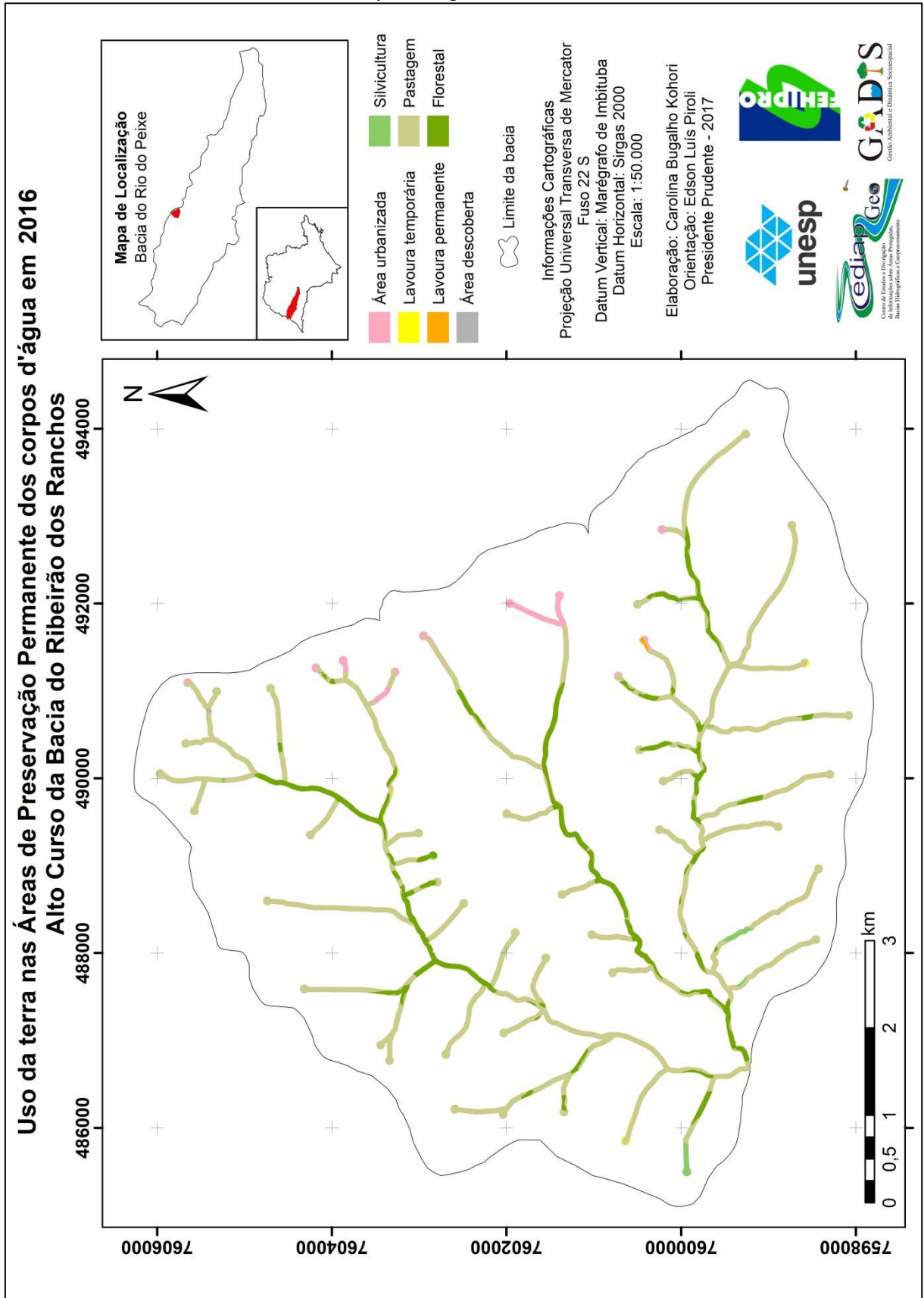


Figura 48 - Mapa de conflitos de uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente dos corpos d'água em 2016



As declividades presentes na área de estudo são, em sua maioria, favoráveis ao desenvolvimento de atividades agropecuárias, não representando, isoladamente, riscos potenciais à erosão. Contudo, quando combinada aos tipos de solos, às chuvas torrenciais, manejos inadequados e ausência (ou insuficiência) de medidas conservacionistas aumentam, consideravelmente, os riscos de erosões e de carreamento de sedimentos aos fundos de valem, conforme ilustra a Figura 49.

Figura 49 – Assoreamento do córrego Taipus e ausência de mata ciliar (Coordenadas aproximadas: E 486597 m e N 7599448 m)



Apesar do incremento de áreas de mata e recuperações de áreas de preservação permanentes, é comum o uso dessas áreas com finalidades agrossilvipastoris, incompatíveis com as medidas conservacionistas e preservacionistas esperadas para esses ambientes. Como resultado, pode-se afetar a qualidade e quantidade da água, potencializar processos erosivos e consequente assoreamento de corpos d'água. De acordo com Zanata (2014), em APPs,

Outro fator agravante é o preparo do solo, especialmente nos cultivos temporários. Muitas vezes este é realizado sem a adoção de práticas conservacionistas, como terraceamento, preparo mínimo, cultura em faixa, entre outros. No caso da pastagem o excesso de animais também pode agravar processos erosivos e posteriormente provocar assoreamento de corpos hídricos. (ZANATA, 2014, p. 103).

Em áreas rurais, a poluição das águas, tanto superficiais quanto subterrâneas pode ser causada pela lixiviação de resíduos animais, fertilizantes e pesticidas utilizados na atividade agrícola (FREEZE; CHERRY, 2017). Com relação às áreas urbanas, o lançamento de esgoto em corpos d'água pode afetar, além da água superficial, a subterrânea, uma vez que os rios podem atuar, inversamente,

como áreas de recarga dos aquíferos livres. Os efluentes domésticos descartados nas fossas negras ou que vazam das redes coletoras são, principalmente, água de lavagem com substâncias de produtos de limpeza e dejetos humanos (IRITANI; EZAKI, 2009).

Embora a área de estudo não apresente processos erosivos de grande dimensão, observa-se a presença de pastagens degradadas com erosão laminar e caminhos preferenciais do gado, conforme Figura 50. Observa-se ainda, em menor escala, a presença de ravinas, conforme Figura 51.

Figura 50 – Pastagem degradada à montante do córrego Taipus e caminho preferencial de gado (Coordenadas aproximadas: E 486919m e N 7600716 m)



Figura 51 – Ravina (Coordenadas aproximadas: E 490789 m e N 7605414 m)



Assim, devem-se promover medidas de conservação compatíveis com as atividades desenvolvidas, pois estas tem a capacidade de contribuir para o ganho de produtividade e, ao mesmo tempo, para o equilíbrio ambiental.

Considerando as características pedológicas da área de estudo, em que predominam Argissolos, nota-se um forte potencial para o escoamento superficial em detrimento da infiltração. Desse modo, medidas que contribuam para a diminuição da velocidade do escoamento da água são importantes para controlar a erosão e o assoreamento e melhorar a capacidade produtiva dos solos (SALOMÃO, 1999).

Para Salomão (1999, p. 258-261), as práticas conservacionistas devem ser adotadas após o conhecimento integrado das potencialidades e limitações do solo e da água na área analisada. Para tanto, aponta algumas práticas vegetativas, edáficas e mecânicas. As vegetativas são aquelas em que se utiliza a cobertura vegetal para a contenção da erosão, sendo elas consórcio de plantas anuais e perenes; cordões permanentes de vegetação de crescimento denso como proteção das culturas; alternância de capinas de modo a manter parcelas da área em cultivo, evitando grandes e contínuos espaços em exposição total; utilização de quebra-ventos como barreiras para interceptar a ação dos ventos.

As práticas edáficas visam melhorar as condições de fertilidade do solo, podendo indiretamente contribuir para evitar ou suavizar processos erosivos. Dentre elas cita o controle do fogo; a utilização de adubação verde, plantio direto adubação química e calagem, com fins de melhorar a estrutura, a fertilidade e a capacidade de retenção de água do solo, através da incorporação de nutrientes e matéria orgânica e correção da acidez do solo.

Por fim, as mecânicas, que consistem em ações artificialmente desenvolvidas, como a implantação de estruturas em canais e aterros, visando diminuir a velocidade/quantidade do escoamento superficial, potencializando a infiltração. Dentre elas cita:

- Plantio em nível: marcação do terreno, respeitando as curvas de nível, e estabelecimento de sulcos e camalhões de terra. Estes se opõem ao percurso livre das enxurradas, controlando a erosão;
- Terraceamento: além do plantio em nível (com sulcos e camalhões), esta técnica é acompanhada de canais que conduzem e distribuem o excesso de

água. Usado para áreas com um escoamento superficial mais expressivo (maior declive e comprimento de rampas, por exemplo);

- Canais escoadouros: criação de estruturas capazes de transportar o excedente de água proveniente do sistema de terraceamento. Geralmente são vegetados e dimensionados para suportar os volumes hídricos previamente calculados.

Dentre as práticas citadas, as mais adequadas à área de estudo, ocupada principalmente pela pastagem, seriam a melhoria na fertilidade do solo, através de adubação verde, calagem e adubação química; as práticas mecânicas; e o plantio de árvores e cercamento das áreas de preservação permanente.

Conforme destaca Primavesi (2002), a bioestrutura de um solo é essencial para que haja infiltração de água, sendo necessário, portanto, a recuperação de seu sistema poroso. Dessa forma, ainda que um solo seja fértil e apresente baixas declividades, adequado para a agricultura, ele necessita de constante manejo: “As condições da superfície do solo dependem, pois, absolutamente do manejo recebido” (PRIMAVESI, 2002, p. 241).

A dinâmica no uso da terra pode resultar em mudanças significativas na estrutura do solo e afetar, direta ou indiretamente, o recurso hídrico, seja ele superficial ou subterrâneo. Os problemas de qualidade e quantidade de água podem ser evitados por meio de ações que inter-relacionem o sistema solo – planta – água – atmosfera, uma vez que um influencia a qualidade e a quantidade do outro (SOLDERA et al., 2013).

É fundamental, portanto, a adoção de práticas para recomposição das Áreas de Preservação Permanente, uma vez que a cobertura florestal promove a proteção contra a erosão dos solos, a sedimentação, a lixiviação excessiva de nutrientes e a elevação da temperatura da água, contribuindo, assim, para a qualidade de água dos corpos hídricos (SOPPER, 1975).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as análises realizadas, verificou-se que as características morfométricas da área de estudo indicam uma bacia hidrográfica com média densidade de drenagem, com formato circular, de terceira ordem. Estes aspectos revelam que a área tem riscos de ocorrência de inundações.

Através da análise do uso da terra, observou-se que a ocupação das áreas de nascentes dos córregos que deságuam no Ribeirão dos Ranchos intensificam os problemas ocasionados pelas inundações, erodindo ruas e destruindo casas localizadas nessas áreas de risco.

As ferramentas de geoprocessamento foram fundamentais para a construção do banco de dados digital, permitindo a análise das mudanças e impactos ambientais da área de estudo.

Com relação à quantificação e espacialização do uso da terra, foi possível notar que houve significativas mudanças na área do alto curso da bacia do Ribeirão dos Ranchos entre 1971 e 2016. Em 1971, predominavam a lavoura temporária, com os cultivos de amendoim e o milho, principalmente, e do café, como lavoura permanente. No ano de 2016, o principal uso encontrado foi a pastagem cultivada para a criação de bovinos de corte.

Os principais problemas ambientais observados na área rural foram pastagens degradadas, ausência de mata ciliar, solos erodidos, assoreamento e contaminação dos recursos hídricos.

Notou-se pequeno avanço relacionado à recomposição das áreas de preservação permanente que não devem ser desprezadas. No entanto, a área ainda necessita de estudos direcionados para o planejamento adequado do solo, além de incentivo à melhoria das condições de pastagens e ao reflorestamento das áreas de preservação permanente.

A recuperação das APPs pode, em longo prazo, controlar o assoreamento e a contaminação dos córregos da região, e garantir sua permanência, fornecendo água para o abastecimento das propriedades rurais e para a dessedentação dos animais.

A área de estudo constitui, não somente uma área de recarga de aquíferos, como também é responsável pela contribuição de água para o Ribeirão dos Ranchos, tributário do Rio do Peixe.

Quanto aos problemas encontrados na cidade, relacionados ao uso da terra, os principais são as inundações, consequências da não existência de planejamento na área urbana de Adamantina. É importante a tomada de medidas de dissipação de energia da água das chuvas como, por exemplo, incentivar o aumento da taxa de infiltração de água no solo, com a implantação de calçadas ecológicas, plantio de árvores, e a reserva de área verde em residências.

Esta realidade não é algo restrito ao município de Adamantina. A falta de planejamento urbano, as altas taxas de impermeabilização, os arruamentos que desconsideram a direção e energia cinética das enxurradas, problemas de macro e microdrenagem, a falta de áreas verdes entre outros aspectos, são comuns às áreas urbanas do Brasil. No interior de São Paulo, como exemplo, destacam-se Presidente Prudente e Bauru, amplamente estudadas por trabalhos acadêmicos nessa linha de pesquisa.

Espera-se que este estudo possa contribuir para o desenvolvimento de estudos e trabalhos visando à preservação dos recursos naturais de Adamantina e região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANDY, D. E.; MUSGRAVE, R. B. **Management of water stress periods.** Agronomic-Economic Research on Tropical Soils, Ann. Rep., 1975. p. 65-111.

BOIN, M. N. **Chuvas e Erosões no Oeste Paulista:** Uma Análise Climatológica Aplicada. 2000. 264 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

BONHAM-CARTER, G. F. **Geographic information systems for geoscientists:** modelling with GIS. Ontario: Pergamon, 1996. 398 p.

BRASIL. **Áreas de preservação permanente e unidades de conservação X áreas de risco. O que uma coisa tem a ver com a outra?** Relatório de inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na região serrana do Rio de Janeiro / Wigold Bertoldo Schäffer... [et al.]. – Brasília: MMA, 2011. Série Biodiversidade, 41.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Capítulo VI. Do Meio Ambiente. Artigo 225. Brasília, 1988.

_____. **Decreto n. 23.793** de 23 de janeiro de 1934. Aprova o Código Florestal. Presidência da República, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Rio de Janeiro, 1934.

_____. **Lei Federal n. 4.771** de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro. Brasília: Presidência da República, 1965.

_____. **Lei Federal n. 7.803** de 18 de julho de 1989. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis n.ºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986.

_____. **Lei Federal n. 9.433** de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: Presidência da República, 1998.

_____. **Lei Federal n. 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília: Presidência da República, 2012.

_____. **Lei Federal n.12.727**, de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei no 12.651/2012, e as Leis nos 6.938/1981, 9.393/1996, e 11.428/2006; e revoga as Leis nos 4.771/1965, e 7.754/1989, e a Medida Provisória n. 2.166-67/2001. Brasília: Presidência da República, 2012.

BRUIJNZEEL, L. A. **Hydrological functions of tropical forests:** not seeing the soils for the trees? Agriculture, Ecosystems and Environment. v. 104, p. 185–228, 2004.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V., orgs. **Introdução à ciência da geoinformação.** São José dos Campos: INPE, 2001. 345p.

CAMPOS, S. et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao uso da terra em microbacias hidrográficas, Botucatu - SP**. Engenharia Agrícola, v. 24, n. 2, p. 431-435, 2004.

CARDOSO, C. A. et al. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica no rio Debossan, Nova Friburgo-RJ**. Árvore, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE (CBH-AP). **Relatório zero**: Relatório de situação dos recursos hídricos das bacias dos rios Aguapeí e Peixe, 1997. Disponível em: <<http://cbhap.org/publicacoes/relatorioz/>>. Acesso em: 02 de junho 2016.

CEPAGRI. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_001.html>. Acesso em: 30/01/2017.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1980. 188 p.

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS (CIIAGRO). **Resenha agrometeorológica**: Chuva mensal por local. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>>. Acesso em: 03 de abril de 2017.

COORDENADORIA DE ASSISTENCIA TECNICA INTEGRAL (CATI – SP). **Plano Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável de Adamantina**. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/conselhos/arquivos_mun/001_22_10_2010_PMDRS_Adamantina.pdf>. Acesso em: 31 de janeiro de 2015.

COSTA, C. D. de O.; TEMÓTEO, A. da S.; ZIMBACK, C. R. L. **Caracterização de uma bacia hidrográfica quanto a suscetibilidade a erosão, utilizando técnicas de geoprocessamento**. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14, Natal, 2009. Anais... Natal: INPE, 2009. p. 3689-3695.

CRIADO, R. C. **Análise do uso da terra nas áreas de preservação permanente dos corpos d'água da bacia do córrego espraído como subsídio para pagamentos por serviços ambientais**. 2012. 118 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

_____. **Mudanças no uso e na cobertura da terra em municípios do Pontal do Paranapanema de 1984 a 2014**. 2016. 315 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2016.

CUNHA, S. B. da, GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T., CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. p. 337-379.

DEMARCHI, J. C. **Geotecnologias aplicadas à estimativa de perdas de solo por erosão hídrica na sub-bacia do Ribeirão das Perobas, município de Santa Cruz do Rio Pardo - SP**. 2012 150 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

DIBIESO, E. P. **Planejamento e gestão de recursos hídricos: estudo aplicado à bacia hidrográfica do manancial do alto curso do Rio Santo Anastácio/SP**. 2013, 283 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2013.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

EMBRAPA. **Súmula da 10. reunião técnica de levantamento de solos**. Rio de Janeiro, 1979. 83 p. (EMBRAPA-SNLCS. Miscelânea, 1).

FEPAP; CESP. **Programa de controle de erosão e de assoreamento na área de influência do reservatório da UHE Sérgio Mota**. Botucatu, 2000.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 101 p.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. Oficina de Textos, 2008. 318 p.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.

FREEZE, R. A.; CHERRY, J. A. **Águas Subterrâneas**. Tradução Everton de Oliveira et al. São Paulo: Everton de Oliveira, 2017. 698 p. Disponível em: <http://produtos.hidroplan.com.br/fc_download>. Acesso em 06 de dezembro de 2017.

GIL, I. C. **Nova Alta Paulista, 1930-2006: entre memórias e sonhos**. Do desenvolvimento contido ao projeto político de desenvolvimento regional. 2007. 395 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2007.

GOMES, H. F. et al. **Balanço de radiação em diferentes biomas no Estado de São Paulo mediante imagens Landsat 5**. São Paulo, UNESP. Geociências, v. 28, n. 2, p. 153-164, 2009.

GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. **Características e propriedades dos solos relevantes para os estudos pedológicos e análise dos processos erosivos**. Anuário do Instituto de Geociências, v. 19, p. 93 -114, 1996.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 340 p.

HORTON, R. E. **Erosional development of streams and their drainage basin: Hydrophysical approach to quantitative morphology.** GSA Bulletin, v. 3, n. 56, p. 275-370, 1945.

IBGE. **Censo Agropecuário de São Paulo.** VIII Recenseamento geral. Série regional, v. III, t. XVIII. 2ª parte. Rio de Janeiro: IBGE, 1975.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE. **Manual técnico de uso da terra.** 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

IRITANI, M. A.; EZAKI, S. As águas subterrâneas do Estado de São Paulo. In: **Cadernos de Educação Ambiental.** 2. ed. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2009.

LEAL, A. C. **Meio ambiente e urbanização na microbacia do Areia Branca - Campinas/SP.** Dissertação (Mestrado em Geociências), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

LEPSCH, I. **Solos:** formação e conservação. São Paulo: Melhoramentos, 1976. 158 p.

LE MAITRE, D. C., KOTZEE, I. M., O'FARRELL, P. J. **Impacts of land-cover change on the water flow regulation ecosystem service:** Invasive alien plants, fire and their policy implications. Land Use Policy, v. 36, p. 171–181, 2014.

LIMA, C. J. de. **Jubileu de Ouro de Adamantina (1949 – 1999).** Adamantina, 2002.

MONTEIRO, C. A. de F. **A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo.** São Paulo: IGEOG/USP, 1973. 129p.

MONTEIRO, R. C. **Estimativa do espaço temporal da superfície potenciométrica do sistema aquífero Guarani na cidade de Ribeirão Preto (SP), Brasil.** 2003. 212 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

NOVO, E. M. L. M., Métodos de Extração de Informações. In: _____. **Sensoriamento Remoto:** princípios e aplicações. São Paulo: Edgar Blücher. 3. ed., 2008. 363 p.

PIROLI, E. L. **Água:** Por uma nova relação. Jundiaí: Paco Editorial, 2016. 144 p.

_____. Geoprocessamento aplicado ao estudo da evolução do uso da terra e seus impactos sobre a infiltração de água em microbacias hidrográficas. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA), 43 2014, Campo Grande. **Anais...** Jaboticabal: SBEA, 2014.

_____. **Geoprocessamento aplicado ao estudo do uso da terra das áreas de preservação permanente dos corpos d'água da bacia hidrográfica do rio Pardo.** 2013. 150 f. Tese (Livre-docência em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento) – Universidade Estadual Paulista, Ourinhos, 2013.

_____. Mudanças no uso da terra e impactos sobre a infiltração de água em microbacias hidrográficas avaliados com técnicas de geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 17, 2015, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: INPE, 2015. p. 2222-2229.

PIROLI, E. L. et al. Análise das mudanças no uso do solo da microbacia do córrego das Furnas, município de Ourinhos - SP, entre os anos de 1972 e 2007, e dos impactos sobre suas áreas de preservação permanente, apoiada em geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 15, 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. p. 6333-6340.

PRANDI, E. C. et al. Águas subterrâneas: fonte de abastecimento para a área do comitê dos rios aguapeí e peixe. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 10. **Anais...** São Paulo: ABAS, 1998.

PRANDI, E. C. **Gestão integrada das águas do sistema aquífero Bauru nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe/SP.** 2010. 145 f. Tese (doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2010.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais.** São Paulo: Nobel, 2002. 541 p.

RAMALHO-FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1995. 65 p.

RODRIGUES, J. C. **Reviver Adamantina.** São Paulo: PoloBooks, 2016. 296 p.

RODRIGUES, J. B. T.; ZIMBACK, C. R. L.; PIROLI, E. L. **Utilização de sistema de informação geográfica na avaliação do uso da terra em Botucatu (SP).** Revista Brasileira de Ciência do Solo [online]. v. 25, n. 3, p. 675-681, 2001.

ROSA, R. **Geotecnologias na Geografia Aplicada.** Revista do Departamento de Geografia, n. 16, p. 81-90, 2005.

ROSS, J. L. S. **Análise e síntese na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental.** Revista do Departamento de Geografia, v. 9, p. 65-75, 1995.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo.** Revista do Departamento de Geografia, v. 10, p. 41-58, 2011.

SALOMÃO, F. X. de T. Controle e prevenção dos processos erosivos. GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M., orgs. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 229-267.

SANCHEZ, P. A. **The review of soil research in tropical Latin America**. AID, cad. 2806 Soil Sci. Dpt. North Carolina State Univ. Raleigh.

SANTOS, E. P. dos. **Mudanças no uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão do Rebojo entre 1971/1972 e 2007/2008**. UGRHI Pontal do Paranapanema – SP. 2013. 396 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2013.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

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

SÃO PAULO. Instituto Geográfico e Geológico. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo (1:500.000)**. São Paulo: IPT, v. 1, 1981.

SOARES, P. C. et al. **Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo**: Grupo Bauru. Revista Brasileira de Geociências, v.10, n. 3, p. 177-185, 1980.

SOLDERA, B. C.; SOUZA, P. O.; MANZIONE, R. L. Modificações no uso e cobertura do solo e seus efeitos na oscilação do nível freático em uma área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani (SAG) analisadas a partir de dados de precipitação e séries EVI (Índice de Vegetação Melhorada). In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 16, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 74-80.

SOPHOCLEUS, M. **Interactions between groundwater and surface water**: the state of the science. Hydrogeology Journal. v. 10, p. 52-67, 2002.

SOPPER, W. E. **Effects of timber harvesting and related management practices on water quality in forested watersheds**. Journal of Environmental Quality, Madison, v. 4, p. 24-29, 1975.

TABACOW, J. W.; XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento aplicado à análise da fragmentação da paisagem na Ilha de Santa Catarina. In: XAVIER-DA-SILVA, J.; ZAIDAN, R. T., orgs. **Geoprocessamento e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 35 - 68

TONELLO, K. C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães, MG**. 2005. 67 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2005.

TUCCI, C. E. M.; COLLISCHONN, W. Drenagem urbana e controle de erosão. In: TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. da M. **Avaliação e controle da drenagem urbana**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2000. p. 119-128.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. M. C. **Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a “Visão Mundial da Água”**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 5, n. 3, p. 31-43, 2000.

TUNDISI, J. G. **Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado**. Ciência e Cultura, v. 55, n. 4, p. 31-33, 2003.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975, 245 p.

WEILL, M. A. M.; PIRES NETO, A. G. **Erosão e assoreamento**. In: SANTOS, R. F. (org.). Vulnerabilidade ambiental. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. p. 39-58.

XAVIER DA SILVA, J. **As Estruturas Lógicas de Análise e Integração**. Apostila do CEGEOP – Curso de Especialização em Geoprocessamento. Rio de Janeiro: UFRJ 1-14, 1999.

ZANATA, J. M. **Mudanças no uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Bonito, municípios de Avaré e Itatinga - SP**. 2014. 122 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2014.