



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

COORDENADORIA DO CURSO DE GEOGRAFIA

**Mapeamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego
do Moinho – São João del Rei - MG**

Autor: Juliano Batista Romualdo

Orientadora: Prof.^a Dra. Silvia Elena Ventorini

SÃO JOÃO DEL REI

Novembro de 2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

COORDENADORIA DO CURSO DE GEOGRAFIA

**Mapeamento Digital Geoambiental da Bacia do Córrego do Moinho -
São João del Rei - MG**

Monografia apresentada à Coordenadoria do
Curso de Geografia da Universidade Federal
de São João del-Rei, como requisito parcial
para obtenção do grau de Bacharel em
Geografia Autor: Juliano Batista Romualdo
Orientadora: Profa Dra Sílvia Elena Ventrini

SÃO JOÃO DEL-REI

Novembro 2016

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer á Deus por manter minha fé. Gratidão a minha mãe Maria Goretti e a meu pai José Geraldo por todo esforço que fizeram ao longo da vida para fazer com que eu chegasse aqui, pela paciência e por não estar presente em muitas ocasiões que eu deveria estar ao lado de vocês.

Agradecer a minha orientadora Prof.^aSilvia Elena Ventorini pelo suporte, pela paciência e orientação ao longo de três anos de convívio e me apresentar às delicias culinárias dos lanches no laboratório, pela viagem inesquecível ao Chile e por me tornar um profissional focado, gratidão. Aos professores do Departamento do Curso de Geografia pelos ensinamentos, pelo apoio e por me apresentar a Geografia: Iola Boechat, Leonardo Rocha, Marcio Toledo, André Negreiros, Ligia Brochado, Mucio Figueiredo, Tatiane Godoy, Ivair Gomes, Thiago Santos e Björn Boechat.

Agradecer a Universidade Federal de São João del-Rei , A Pro-reitoria da Extensão pelo apoio financeiro por meio de bolsas e ao Departamento de Geociências pelo espaço físico e equipamentos necessários para o desenvolvimento da pesquisa. Aos funcionários da Unidade Acadêmica de Geografia e da universidade em diversos setores.

Aos meus amigos de laboratório pelas risadas e pela força Patrícia, Gisa, Thiago, Jaime, Gustavo, Nayane, Pedro. Aos amigos de jornada de curso. Os trabalhos de campo com vocês foram inesquecíveis!

Gratidão eterna aos meus amigos que me apresentaram Minas Gerais e me fizeram apaixonar por este Estado em especial ao Victor Góis. Ao Lucas Lenin companheiro e parceiro, obrigado pela força, pela companhia e incentivo. A minha família de coração que sempre estiveram presentes mesmo longe geograficamente. Gratidão á todos que não mencionei, mas que participaram do que sou e que de alguma contribuíram na minha formação. Gratidão!

Lista de Figuras

Figura 1 - Divisão das Bacias Hidrográficas em unidades de planejamento no Estado de Minas Gerais 2012

Figura 2 - Localização do município de São João na Bacia do GD2

Figura 3 - Mapa da localização da Bacia do Córrego do Moinho.

Figura 4 - Aterro Sanitário e vala aberta para deposição de resíduos com afloramento de lençol freático

Figura 5 - Cultivo de Silvicultura no limite da Bacia do Córrego do Moinho.

Figura 6 - Área de pastagem no limite da bacia

Figura 7 - Fluxograma com as etapas do desenvolvimento da pesquisa

Figura 8 - Gráfico dos tipos de uso da terra para os anos 1984 e 2015

Figura 9 - Mapa da delimitação da bacia Hidrográfica do Córrego do Moinho e classificação hierárquica de Strahler

Figura 10 - Mapa do Uso da Terra para o ano de 2015

Figura 11- Mapa do Uso da Terra -1984

Figura 12 - Mapa Hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Córrego do Moinho.

Figura 13 - Mapa de declividade da Bacia do Córrego do Moinho.

Figura 14 - Mapa de Área de Preservação Permanente -1984

Figura 15 - Mapa da Mata Ciliar para o ano de 1984

Figura 16 - Mapa de Área de Preservação Permanente -2015

Figura 17 - Nascente e mata ciliar a leste da Bacia do Córrego do Moinho.

Figura 18 - No aterro sanitário localizado a oeste da bacia

Figura 19 - Mapa da Mata Ciliar -2015

Lista de Siglas

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRAF - Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas

ANA - Agência Nacional das Águas

APP - Área de Proteção Ambiental

CIGEDAS - Consórcio Intermunicipal de Gestão e Desenvolvimento Ambiental Sustentável das Vertentes

DGEO - Departamento de Geociências

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão de Águas

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

SIG - Sistemas de Informações Geográficas

SNGRH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

TGS - Teoria Geral dos Sistemas

UFSJ - Universidade federal de São João del Rei

UPGRH - Unidades Territoriais de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos

Sumário

Resumo.....	7
Introdução	9
1. Bacia Hidrográfica	11
1.1 Legislações das Bacias Hidrográficas	13
1.2 Mapeamento Temático.....	15
1.3 Área de Estudo.....	17
2. Metodologia.....	22
2.1 Procedimentos Metodológicos	23
3. Resultado do Mapeamento Geoambiental	26
Conclusões.....	41
Referencias Bibliográficas.....	43

Resumo

O Mapeamento Geoambiental têm produzido com eficácia análises geoambientais para áreas de bacias hidrográficas. O objetivo desta monografia é apresentar o Mapeamento Geoambiental da Bacia do Córrego do Moinho localizado na zona rural do Município de São João del Rei – MG. A fundamentação teórica metodológica foi a Teoria Geral dos Sistemas Aplicada à Geografia Física. Os procedimentos consistiram em aquisição e análise de documentos cartográficos, pesquisa bibliográfica, vetorizações de mapas base, de imagens de satélites e fotografias aéreas, coleta de dados secundários e trabalho de campo entre os períodos de novembro de 2015 e outubro de 2016. Por meio do software Arcgis® 10.1 foi elaborada uma base de dados cartográficos composta pelos mapas temáticos da localização da área, mapa hipsométrico e de declividade, áreas de proteção permanente (APP), mata ciliar e uso e ocupação da terra para os anos de 1984 e 2015. O mapeamento digital apoiou o diagnóstico das áreas vulneráveis a expansão agrícola, impactos ambientais no interior e ao entorno da bacia hidrográfica e em áreas de preservação permanente. A análise dos resultados indica a influência dos processos antrópicos no limite e entorno da bacia. Foi possível constatar alterações na dinâmica da paisagem e um acelerado processo de degradação ambiental na bacia hidrográfica do Córrego do Moinho.

Palavras-chaves: mapeamento digital, bacia hidrográfica, geoambiental.

Introdução

O avanço informacional e tecnológico dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) aliado ao uso de técnicas de Geoprocessamento, o Mapeamento Digital contribui de forma significativa para o planejamento e ordenamento territorial, sejam esses em áreas urbanas, rurais ou ambientais. A aplicação de Sistemas de Informações Geográficas proporcionou realizar a análise integrada de áreas, a manipulação e atualização, cruzamentos etc. de mapas em uma base digital. A rapidez e confiabilidade na geração das informações espaciais, a possibilidade de criação de modelos flexíveis ajustáveis frente à realidade espacial (MOURA, 2003) são propriedades dos Sistemas de Informações Geográficas consideradas adequadas à realidade atual de rápido desenvolvimento tecnológico e de reprodução territorial. Nos estudos ambientais, o uso dessa tecnologia se faz importante para a elaboração de mapeamento temático, diagnóstico ambiental, avaliação de impacto ambiental, ordenamento territorial e nos prognósticos ambientais (MEDEIROS; CÂMARA, 2001).

A construção de mapas exige recursos humanos especializados em conhecimentos técnicos e conceituais sobre Cartografia, Geografia e (SIG). Além disso, para elaborar mapas temáticos é necessária aquisição de imagens de satélites, dados primários coletados em campo, vetorização de informações em mapas analógicos e etc. Tal conhecimento é complexo para a população de forma geral e para os próprios planejadores e gestores municipais (ALMEIDA, VENTORINI, 2014).

Mapear a situação ambiental da referida bacia requer a integração e sistematização dos aspectos físicos e humanos, relacionando-os com suas conexões e processos e trazendo à luz as discussões sobre a importância de não estudar o meio físico como produto final (TROPPIAIR, 2004, 2006). Assim, a Teoria Geral dos Sistemas aplicada a Geografia Física proposta por Christofletti (1979) tem sido muito usada por pesquisadores.

Para Moura (2003) nos estudos sistêmicos a elaboração de mapas temáticos em diferentes abordagens permite uma modelagem do sistema tornando-o próximo ao real o que possibilita gerar mapas bem como suas variáveis servem de indicadores para avaliar a situação ambiental das bacias hidrográficas.

Os impactos ambientais ocasionados em bacias hidrográficas localizadas em áreas rurais estão associados às atividades agrícolas e agropecuárias. O uso e ocupação do solo têm gerado esses impactos devido à falta de planejamento e gestão nas áreas de bacias hidrográficas localizadas em zonas rurais do Brasil. Tais atividades se relacionam diretamente ao crescimento e desenvolvimento urbano e populacional das cidades que necessitam cada vez mais de uma demanda de produtos gerados por essas atividades. Como consequência ocasiona impactos ambientais nessas bacias hidrográficas rurais como a devastação dos recursos naturais, exemplo disso é perda da qualidade das águas e nos regimes de escoamento em função da alteração da cobertura vegetal. O solo exposto aumenta as perdas por evaporação direta, gerando perda excessiva de umidade dos solos (TUNDIZINI 2008).

O Estado de Minas Gerais, maior produtor de silvicultura do país com uma área de 1.545.700 hectares (MELO, 2016), avança cada vez mais em sua atividade para áreas de proteção permanente, desconsiderando a legislação brasileira para a preservação de Áreas de Proteção Permanente (APP). A Bacia Hidrográfica do Córrego do Moinho localizada na zona rural do Município de São João del Rei – Minas Gerais se insere nesse contexto.

Neste sentido o objetivo desta monografia é apresentar o mapeamento geoambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego do Moinho com confluente do Rio das Mortes Pequeno, localizada na zona rural do Município de São João Del Rei, Estado de Minas Gerais¹.

A monografia foi organizada em três capítulos. O primeiro capítulo foi estruturado com as referências bibliográficas que foram utilizados, o conceito

¹Estudo foi desenvolvido no ano de 2016 e foi coordenado pela Prof^a Dra Silvia Elena Ventrini do Departamento de Geociências da Universidade Federal de São João Del Rei. A pesquisa recebeu o apoio financeiro da Universidade Federal de São João Del Rei por meio de uma bolsa de iniciação Científica

de bacias hidrográficas e sobre as leis que regem as bacias hidrográficas. Foi discutida também a importância do mapeamento temático para os estudos geoambientais.

No segundo capítulo apresenta-se a fundamentação teórica metodológica, os materiais e procedimentos adotados no estudo. O terceiro capítulo apresenta o resultado do Mapeamento Geoambiental. As análises são o resultado da geração dos mapas temáticos que caracterizam os aspectos físicos da área como: uso da terra, hipsometria e declividade e área de preservação permanente. Os mapas apresentam a síntese da situação do geambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego do Moinho.

A conclusão da pesquisa aponta para que embora a seja amparada pela lei, os processos antrópicos sem o devido planejamento tem contribuído para a degradação da área.

1. Bacia Hidrográfica

A bacia hidrográfica quanto aos aspectos físicos é definida pelo conjunto de superfícies que, através de canais e tributários, drenam a água da chuva, sedimentos e substâncias dissolvidas para um canal principal cuja vazão ou deflúvio converge numa foz do canal principal num outro rio, lago ou mar. É delimitada pelos divisores de água e seus tamanhos podem variar desde dezenas de m² até milhões de km². (GRANELL PÉREZ, 2004). Segundo Barella (2001, p. 32) Bacia Hidrográfica pode ser definida:

Como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando riachos e rios, sendo que as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas e à medida que as águas dos riachos descem, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios, esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo água de outros tributários, formando rios maiores até desembocarem no oceano.

Para Attanasio (2004), o termo bacia refere-se a uma compartimentação geográfica natural delimitada por divisores de água. Este compartimento é

drenado superficialmente por um curso d'água principal e seus afluentes. Borsato e Martoni (2004) definem bacia hidrográfica como área limitada por um divisor de águas, que a separa das bacias adjacentes e que serve de captação natural da água de precipitação através de superfícies vertentes. Por meio de uma rede de drenagem, formada por cursos d'água, ela faz convergir os escoamentos para a seção de exutório, seu único ponto saída. Já para Botelho (1999) bacia hidrográfica é uma área drenada por um rio principal e seus afluentes, delimitada por divisores de águas, possuindo assim a cota mais alta. Para caracterizar as bacias hidrográficas pelo mapeamento a autora define as bacias como uma célula natural que a partir do seu ponto de saída é delimitada sobre uma base cartográfica que contenha cotas altimétricas como as representadas nas cartas topográficas, ou que permita uma visão tridimensional da paisagem a partir de fotos aéreas. Também pode ser delimitada por imagens de satélites e a veracidade das informações referentes ao limite e divisores pode ser verificada em campo (BOTELHO, 1999).

A Bacia Hidrográfica não deve ter somente definições físicas, o importante na pesquisa não é simplificar a complexa dinâmica da bacia hidrográfica (LIMA, 2008). Nos planejamentos e gestões ambientais e urbanos, a Bacia Hidrográfica é utilizada como áreas para as tomadas de decisões referentes ao gerenciamento dos recursos hídricos e das unidades fisiográficas, à amenização de impactos ambientais e ao ordenamento urbano.

A Bacia Hidrográfica é considerada um sistema aberto cuja análise é realizada com base em suas características em escala local ou regional. Nessas escalas onde bacias hidrográficas são menores acaba por facilitar análises de estudo das características biológicas, químicas e físicas, no que se refere ao planejamento e a tomada de decisões em bacias maiores. Nesta unidade devem-se considerar os elementos que compõe as bacias hidrográficas como a cobertura vegetal, os aspectos geomorfológicos e a biota.

Neste contexto, é importante observar os processos referentes aos ciclos hidrológico, (infiltração, percolação, escoamentos super e subsuperficial, rede de drenagem entre outros), fatores climáticos e como as atividades antrópicas nas áreas da bacia alteram o comportamento desses processos,

como mudanças no uso e ocupação da terra, desenvolvimento urbano, fragmentação florestal, entre outros (CONSTANTINI, 2012).

Para Santos (2004, p.85): “Toda a ocorrência de eventos em uma bacia hidrográfica, de origem antrópica ou natural, interfere na dinâmica deste sistema, na quantidade dos cursos de água e sua qualidade”. Para LIMA, ZAKIA (2006) as bacias com áreas maiores são formadas por um conjunto de bacias menores e seus graus de preservação e degradação influenciam na situação ambiental das bacias maiores.

Sendo a Bacia Hidrográfica uma unidade de planejamento a mesma é regida pela legislação brasileira que regulamenta o controle, o uso e visa à proteção dos recursos hídricos que será apresentado no próximo tópico.

1.1 Legislações das Bacias Hidrográficas

A adoção no Brasil da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997 determina um conjunto de normas e princípios para a gestão dos recursos hídricos decretando bacias hidrográficas como unidade de planejamento e gestão. A lei estabelece a regularização da gestão dos recursos hídricos e determina em seu Art.1º que a água é um bem, de valor econômico e de domínio público, sendo sua principal finalidade o abastecimento humano e a dessedentação de animais e que a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas.

A lei normatiza a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH). Além de instituir que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

No Art. 2º da legislação, referente aos objetivos, a lei determina que o acesso aos recursos hídricos para a atual e as futuras gerações em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos deva ser garantido, bem como a utilização deve ser racional com vistas ao desenvolvimento sustentável. Deva também possuir mecanismos de prevenção e defesa contra eventos

hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

No Art. 3º, sobre as diretrizes, a Lei estabelece a gestão sistemática sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade. A gestão dos recursos hídricos deve ser integrada as diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País e também com a gestão ambiental articulada com o uso do solo. A articulação dos recursos hídricos deve ser realizada entre os setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional.

Outro ponto importante a ser destacado está no Art.5º em relação aos instrumentos a Lei, que determina os Planos de Recursos Hídricos, o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos, a cobrança pelo uso de recursos hídricos e a compensação a municípios e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

No capítulo VI, Art.31, que se refere à Ação do Poder Público, a Política Nacional de Recursos Hídricos, os Poderes Executivos do Distrito Federal e dos municípios promoverão a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federais e estaduais de recursos hídricos.

Neste sentido a Lei cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos cujo objetivo é o de coordenar a gestão integrada das águas, arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos e planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos.

Os órgãos que compõe o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos são: o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a Agência Nacional de Águas, os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal, os Comitês de Bacia Hidrográfica, os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos e as Agências de Água.

No que compete à legislação estadual, em Minas Gerais o Decreto nº 41.758 de 08 de março de 2001, o capítulo I determina no Art. 1º - que as bacias hidrográficas integram unidades físico-territoriais de planejamento e

gestão no que se refere à formulação e implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, a cargo do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SEGRH-MG. Esta legislação rege as nove bacias hidrográficas que compõem as unidades de planejamento e gestão do Estado de Minas Gerais que são a Bacia Hidrográfica do Rio Doce, Rio Grande, Rio Jequitinhonha, Rio do Paranaíba, Rio Paraíba do Sul, Rio Piracicaba e Jaguaí e Rio São Francisco.

As referidas bacias são formadas por bacias de menor extensão que por sua vez são compostas por bacias maiores. Exemplo disso é que a Bacia Hidrográfica do Córrego do Moinho área de estudo desta monografia, integra a Bacia Hidrográfica do Rio das Mortes que integra a Bacia do Rio Grande.

Em Minas Gerais o órgão responsável pela gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos é O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), que por sua vez dividiu em 36 os comitês de bacias hidrográficas, um para cada unidade de planejamento e gestão de recursos hídricos. Eles foram criados entre os anos de 1998 e 2009. São compostos por representantes do poder público estadual e do poder municipal de forma paritária com os usuários da água (indústrias, mineração etc.) e com membros da sociedade civil.

Apesar de a legislação brasileira legitimar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, os gestores do município de São João del-Rei enfrentam dificuldades para a adoção irrestrita desse princípio, principalmente por não haver um mapeamento digital como apoio ao diagnóstico e prognóstico dos impactos nas bacias no município. Em julho de 2016 a câmara municipal de São João del Rei apresentou nova proposta sob a Lei Orgânica Municipal Art. 191 inciso 1º (CÂMARA MUNICIPAL SÃO JOÃO DEL REI, 2016) que implementa a Bacia Hidrográfica do Rio das Mortes como unidade de planejamento e patrimônio municipal. A data para que a lei orgânica entre em vigor ainda não foi definida.

1.2 Mapeamento Temático

Desde a Antiguidade, com o surgimento das primeiras cidades, o homem busca representar a realidade do espaço do qual produz e vivencia através de documentos cartográficos, que podem ser maquetes, croquis,

papiros, mapas e etc. Ao longo da história e com o avanço do conhecimento o desenvolvimento cartográfico e a elaboração dos mapas, este se tornou fundamental para conquista de territórios e como ferramenta de dominação.

No decorrer dos anos novas ferramentas foram introduzidas à cartografia e novos elementos precisaram ser incorporados aos mapas. Quando se deseja reproduzir mais elementos dos mapas que vão além da latitude, longitude e altitude se utilizam conceitos da cartografia temática, que serve de recurso para expressar os resultados de outros elementos geográficos que considerem outros aspectos físicos do espaço ou não. É uma técnica que pode ser aplicada para projetar no espaço qualquer noção ou ação que se torne necessária representar espacialmente sem que essa noção ou ação faça parte de um sistema de relações geográficas. (GEORGE, 1970).

Na contemporaneidade os avanços tecnológicos dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), permitiram a mensuração da realidade por meio de representações estáticas e dinâmicas (modelos espaciais), da expansão urbana, das mudanças de uso da terra, dos processos de verticalização etc. (ALMEIDA, 2014).

O uso do mapeamento em unidades ambientais é exemplo disso às bacias hidrográficas tem como propósito fazer uma análise da paisagem e organizar seus elementos por ela levantados. Para Botelho (1999 p 288):

Variações de lugar para lugar representam uma qualidade inerente da paisagem, que constitui um sistema espacial, ao menos em regiões definidas, notadamente a bacia hidrográfica, onde as interações espaciais ocorrem por meio de escoamento subsuperficial, rastejamento, escoamento superficial, movimentos de massa, transporte eólico e outros processos de erosão, transporte e deposição. A possibilidade de reconhecimento e mapeamento de unidades ambientais decorre da própria evolução da paisagem como um sistema espacial, que conduza uma certa ordenação de seus elementos físicos, como bem demonstra a identificação de catenas, topossequências, associações de solos e outros conceitos análogos.

O mapeamento temático para a Geografia possibilita mapear o conhecimento empírico, a aparência dos fenômenos a partir de observações e mensuração palpáveis da realidade, fornecendo instrumental para a descrição, enumeração e classificação dos acontecimentos (MARTINELLI, 2007).

A aplicabilidade do uso do mapeamento temático e do uso dos Sistemas de Informações Geográficas no desenvolvimento análise ambiental em bacias hidrográficas permite armazenamento, manusear uma grande quantidade de informações, a análise integrada, a sobreposição, a atualização e a manipulação de mapas e dados alfanuméricos em uma única base de dados digital que compreendam os aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Para LOPES, LOCH e BAHR (2004), os resultados de uma pesquisa se apresentados sob a forma gráfica de mapas temáticos, tornam a informação mais impactante e provoca reação positiva no administrador, estimulando-o para que soluções sejam providenciadas de forma mais rápida tanto no que se refere a legislação quanto a ações mitigadoras que visem a preservação ambiental.

1.3 Área de Estudo

O órgão estadual gestor dos recursos hídricos do Estado de Minas Gerais, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) dividiu em nove as unidades de gestão e planejamento (figura1). São as Unidades Territoriais de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH) que consideram as peculiaridades locais e regionais. Para isto considerou como aspectos que definem essas bacias as características socioeconômicas, culturais, aspectos físicos e a extensão territorial das bacias. A bacia do Rio Grande que compreende os estados de São Paulo e Minas Gerais envolve a bacia do Rio das Mortes em Minas Gerais onde se insere a área de estudo desta pesquisa (figura 2).

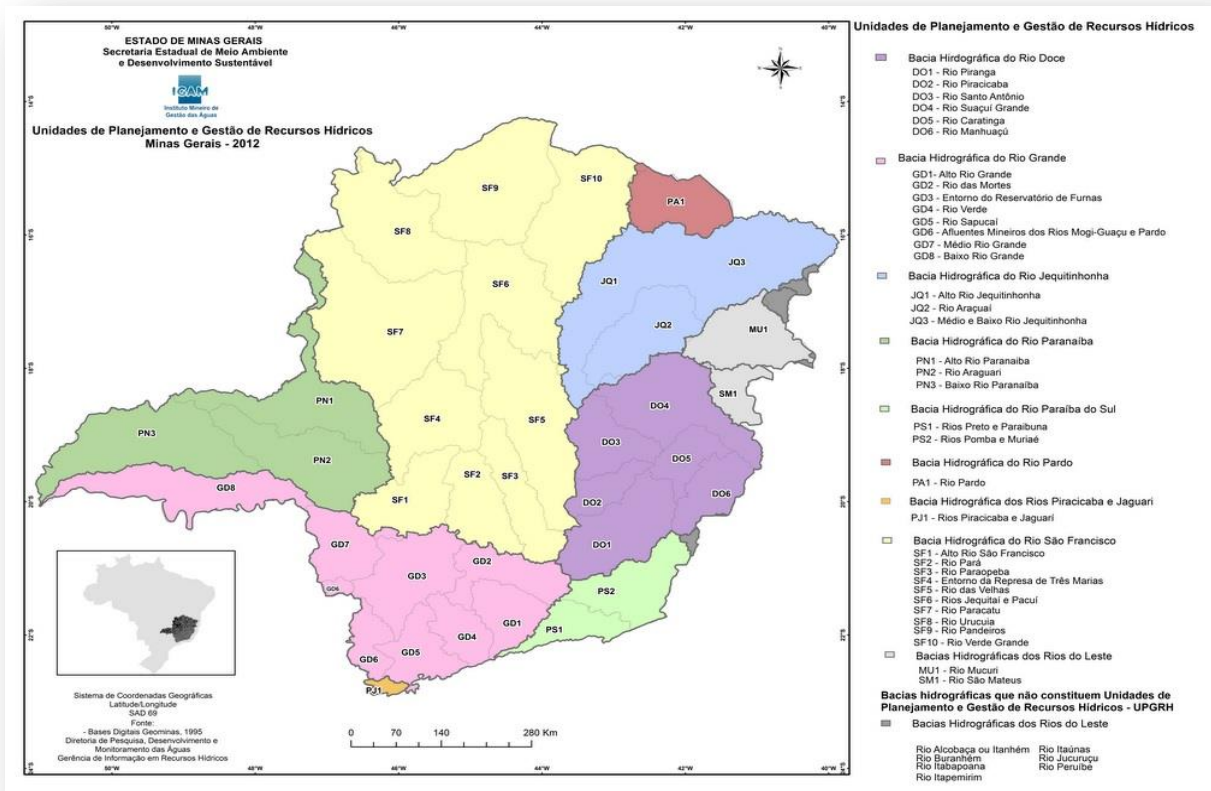


Figura 1: Divisão das Bacias Hidrográficas em unidades de planejamento no Estado de Minas Gerais 2012. Fonte: IGAM

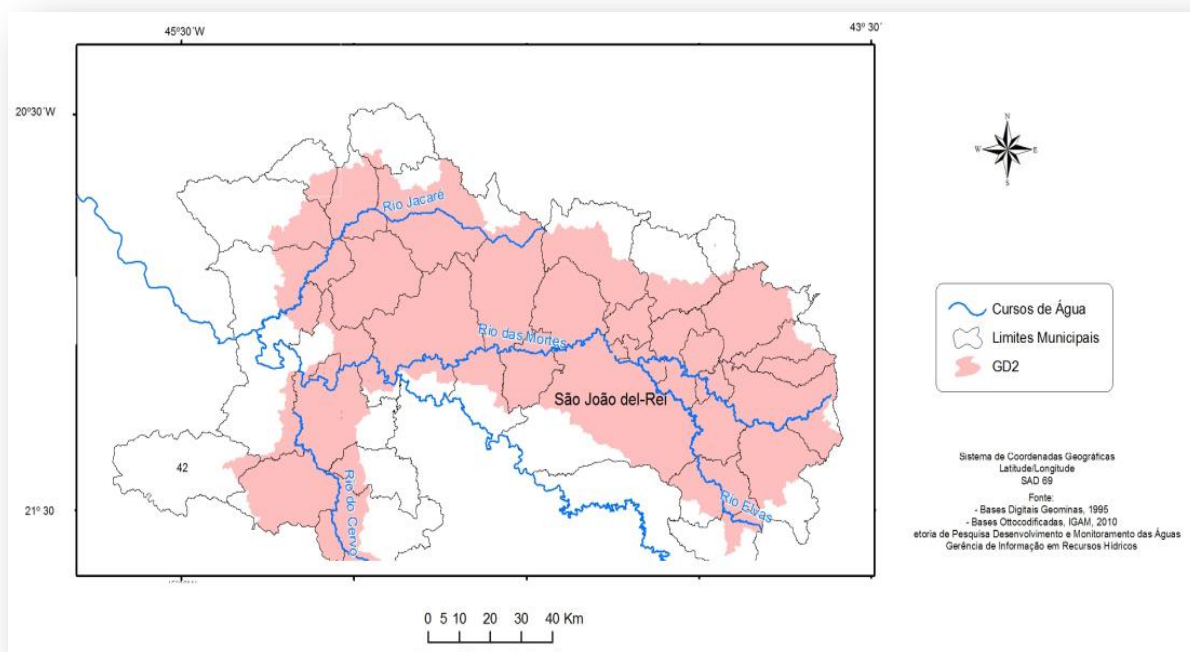


Figura 02: Localização do município de São João na Bacia do GD2. Fonte: adaptado de IGAM, 2016.

A Bacia Hidrográfica do Córrego do Moinho (figura 3) esta localizada no município de São João del Rei. O município possui uma extensão territorial de 1.464km², pertencente à mesorregião dos Campos das Vertentes, na porção centro - sul do estado de Minas Gerais entre as coordenadas geográficas 21°0'S a 21°30'S e 44°0'O a 44°35'O.

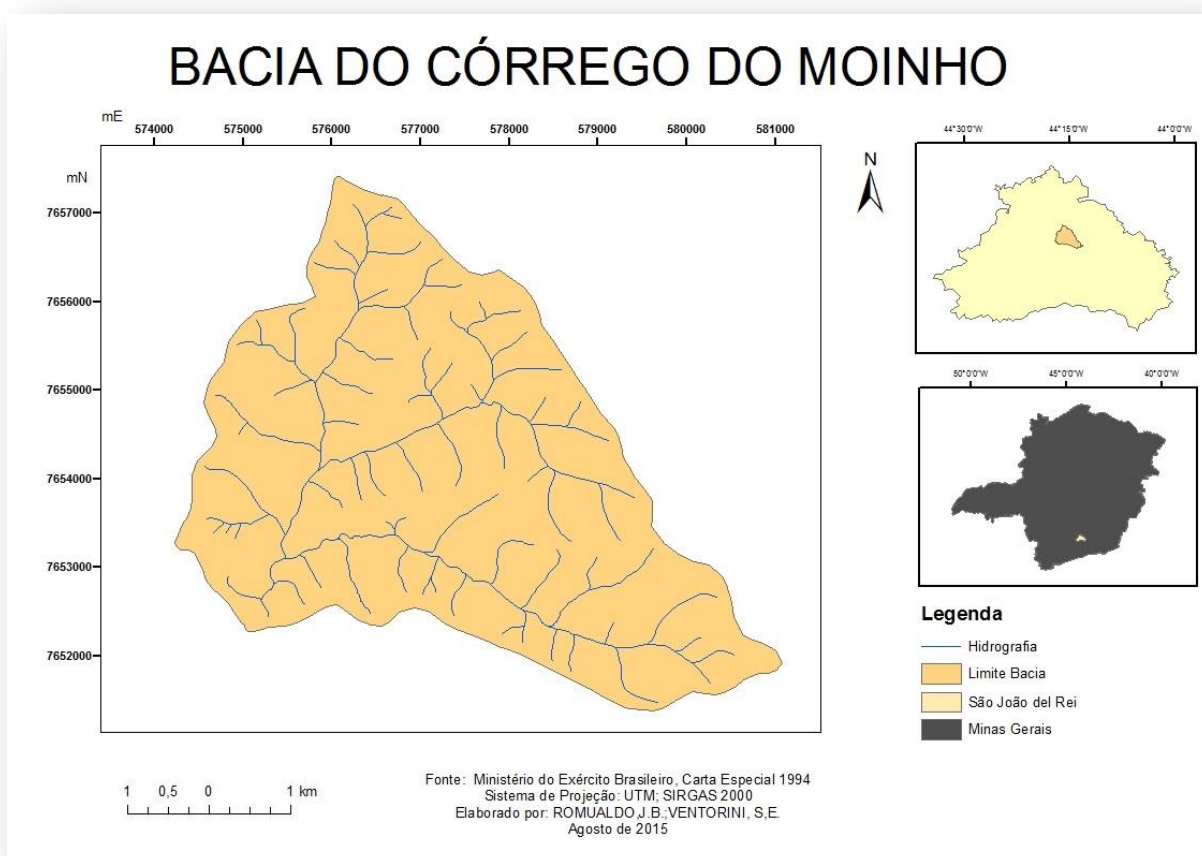


Figura 3. Mapa da localização da Bacia do Córrego do Moinho. Fonte: ROMUALDO E VENTORINI

A sua escolha refere-se a sua importância e consiste nas interações de *input* e *output* dos fluxos de matérias e energias, nas quais sociedade e natureza se integram (ZACHARIAS, 2007).

A Bacia do Córrego do Moinho não possui dados específicos relacionados à densidade demográfica, aspectos geomorfológicos e climáticos. Neste sentido foram escolhidos dados do município de São João de Rei. A população do município, segundo o Censo 2010, é de 84.469 habitantes,

sendo 79.857 na área urbana e 4.612 na área rural, distribuídos em 33.373 domicílios e uma densidade populacional de 57,67 hab/km² (IBGE, 2010).

No que se refere aos aspectos geomorfológicos o município de São Joao del Rei se insere no Complexo das Serras da Mantiqueira. O relevo possui padrão de dissecação homogênea e de densidades de drenagem média a baixa, com colinas com topos convexos a tabulares e encostas suavizadas, intercaladas por cristas alongadas e quase sempre assimétricas, favoráveis à suscetibilidade de processos de voçorocamentos extensos e com largura considerável (BARUQUI, 2006). O clima é tropical de altitude, caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos secos. A média térmica anual é de 19,2°C (INMET, 2016).

Apesar da bacia hidrográfica não se encontrar na área urbana do município, a mesma sofre com os impactos do crescimento urbano e de diversas atividades antrópicas que resultaram na alteração da paisagem. Como exemplo dessas alterações, no entorno do limite da bacia foi instalado o aterro sanitário (figura 4), que recebe os resíduos sólidos de outros 16 municípios.



Figura 4:Aterro Sanitário e vala aberta para deposição de resíduos com afloramento de lençol freático .Situação observada no dia 16 de novembro de 2015. Fonte: Romualdo 2016

No limite da Bacia, extensas áreas de monocultivo de eucalipto (figura 5) ocupa algumas margens do córrego. Assim como áreas de pastagens circundam algumas nascentes do córrego (figura 6).



Figura 5: Monocultivo de eucalipto no limite da Bacia do Córrego do Moinho. Fonte: Romualdo 2016



Figura 6: Pastagem próxima a uma nascente do Córrego do Moinho. Fonte Romualdo 2016

Um dos fatores que mais intensificam a degradação ambiental em bacias hidrográficas rurais está relacionado aos processos de perda da cobertura vegetal natural na extensão das margens do rio e em áreas de nascentes. Na Bacia Hidrográfica do Córrego do Moinho essas áreas deram lugar para o cultivo agrícola e pastagens. A consequência deste processo ocasiona a perda do solo, eutrofização e assoreamento dos canais.

2. Metodologia

A fundamentação teórica e metodológica adotada para o mapeamento foi a Teoria Geral dos Sistemas, idealizado, primeiramente, pelo Biólogo Ludwig von Bertalanffy, nas primeiras décadas do século XX. A Teoria Geral dos Sistemas considera a inter-relação e interdependência entre os componentes que formam um sistema, cujas partes não devem ser estudadas isoladamente (BERTALANFFY, 2008).

Esta teoria teve seu início em 1929 com a pesquisa de R. Defay envolvendo a Termodinâmica. Segundo Christofolletti (1979), ela foi aplicada e desenvolvida primeiramente nos estudos da Geografia em trabalhos publicados em 1950 e 1952 por Strahler. No entanto, nas pesquisas geográficas, “as proposições mais explícitas sobre o uso da teoria de sistema em Geografia Física começaram a se avolumar na década de 1960, servindo como ponto de partida o artigo de Chorley” (CHRISTOFOLETTI, 1990, p. 2). A Teoria Geral dos Sistemas tem como conceito principal a integração dos geossistemas, seus processos, elementos e interações, e não considera apenas o meio físico como produto final (PÔSSA, 2012).

Nos Sistemas de Informações Geográficas, as técnicas de Geoprocessamento em conjunto com esta metodologia foram utilizadas para definir o mapeamento da Bacia do Córrego do Moinho e quais os mapas gerar. Foram consideradas as variáveis e quais os indicadores compõem o geossistema. Neste sentido foi possível elaborar mapas sínteses permitissem a análise geoambiental da bacia.

2.1 Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos estão apresentados no fluxograma (figura 7).

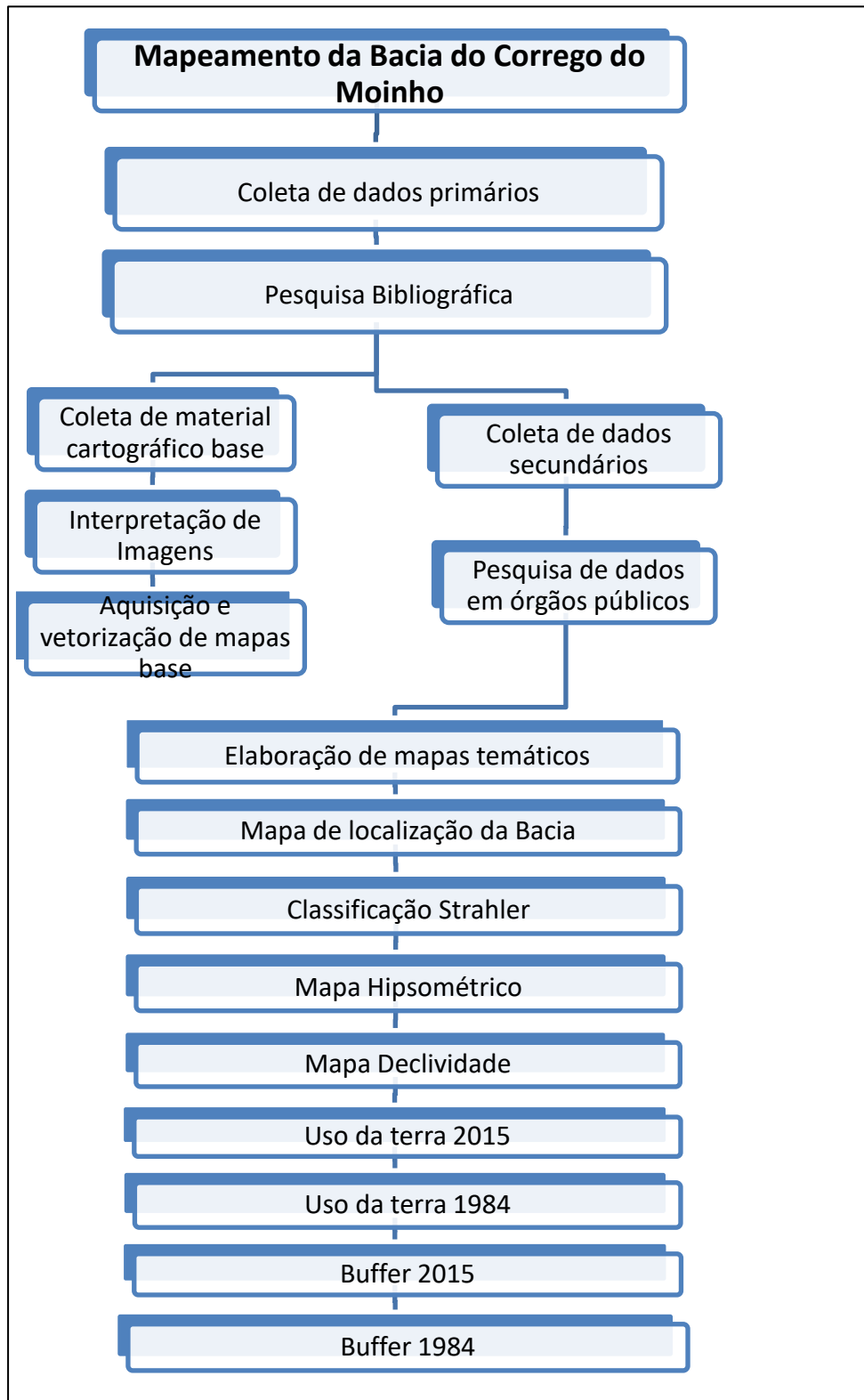


Figura 7: Fluxograma com as etapas do desenvolvimento da pesquisa

A coleta de dados primários consistiu no levantamento de dados do relatório do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) sobre a Bacia Hidrográfica do Rio das Mortes onde esta inserida a área de estudo. O levantamento bibliográfico foi feito ao longo da pesquisa através de publicações referentes ao tema.

O material cartográfico base utilizado é composto por Carta Topográfica do IBGE com escala 1: 25 000 para realização da digitalização e vetorização das curvas de nível e delimitação do bacia hidrográfica. Para realizar o mapeamento de áreas de proteção permanente (APP) e Uso da Terra foram utilizadas imagens do satélite *Landsat 5 TM* 1984 como resolução espacial de 30m e a imagem de satélite *Landsat 8/OLI* , 2015. As imagens foram recortadas e reprojetadas e na imagem de 2015 aplicou-se o método de fusão de bandas por meio da ferramenta *CreatePan-Sharpned* e *RasterDataset*, ambas disponibilizadas no ArcGis. Com a fusão a resolução espacial da imagem final foi de 15 metros.

Posteriormente, as imagens foram vetorizadas através de métodos de interpretação, como tonalidade, textura, forma, padrão, sombra e tamanho, sendo possível gerar os mapas de uso da terra para os anos de 1984 e 2015. A veracidade das informações do mapa de uso para o ano de 2015 foi validada em campo.

A elaboração dos mapas temáticos foi realizada em meio digital através do software ArcGis 10.1 (módulos ArcMap, ArcCatalog e ArcToolbox). Este sistema de informação geográfica (SIG) foi utilizado para a digitalização dos dados, georreferenciamento com determinação de Sistema de Coordenada e datum, correção das feições fisiográficas, geração da base de dados e elaboração dos seguintes materiais cartográficos que permitiram iniciar as análises geoambientais da área: Mapa da Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego do Moinho, Carta de Drenagem, Mapa Hipsométrico, Mapa de Declividade, Mapa da Classificação de Strahler, Mapa do Uso da Terra para os anos de 1984 e 2015, Cenários da Mata Ciliar e *buffers* das Nascentes para os anos de 1984 e 2015.

Definida primeiramente a projeção o sistema de coordenadas e o datum do projeto SAD 1969, registrou-se a carta topográfica do IBGE com escala 1: 50.000. Em seguida foi delimitada a área da Bacia do Córrego do Moinho, a vetorização das curvas de nível e a drenagem. Foi traçado o limite da bacia através da ligação dos pontos cotados (pontos mais elevados dos relevos ao entorno da bacia) onde se localiza o divisor de água, seguida de edição vetorial para correção da fisiografia da rede de drenagem, tendo como referência a imagem *RapidEye* de 2013.

O mapa hipsométrico foi desenvolvido a partir da vetorização das curvas de nível e da drenagem. Para criação do mapa foi utilizada a ferramenta TIN “Triangular Irregular Network”. O intervalo nas curvas de nível é de 20 metros. A ferramenta utilizada foi “Create TIN FromFeatures”.

A partir do *shapefile* das feições de drenagem foram gerados *buffers*² (áreas) de 50 metros ao entorno das nascentes e em de 30 metros em cada lado das margens dos rios. As dimensões dos *buffers* tem como base a Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 que determina uma zona de preservação de 30 metros para rios de até 10 metros de largura e um raio de 50 metros para as nascentes. Os *buffers* foram sobrepostos ao Mapa de Uso e Cobertura da Terra.

Para sintetizar as informações dos mapas de uso de terra para os anos de 1984 e 2015 foi elaborado um gráfico com as informações referentes a extensão das áreas ocupadas dentro do limite da bacia que são: mata ciliar, uso agrícola, áreas de silvicultura e pastagem. Para a elaboração do gráfico e se obter as informações sobre os valores em quilômetros quadrados foi necessário converter o *shapefile* da mata ciliar, pastagem, agricultura e silvicultura dos respectivos anos de 1984 e 2015 utilizando o software Arcgis 10.1 através da ferramenta *Table of Excel*.

A coleta de dados secundários foi feita junto aos órgãos públicos do município de São João del Rei como Exército brasileiro, Instituto Brasileiro de

²Buffer – Para Rosa (2000, p. 282), Trata-se de uma operação de distância que consiste em delimitar áreas tampão em torno de uma determinada entidade. Podem ser úteis na delimitação de áreas de preservação permanente ou de leitos de cheia dentro da qual não é permitido construir. Os buffers podem ser criados em torno de elementos pontuais, lineares ou poligonais.

Geografia e Estatística (IBGE) e do laboratório de cartografia digital do Departamento de Geociências da Universidade Federal de São João del Rei.

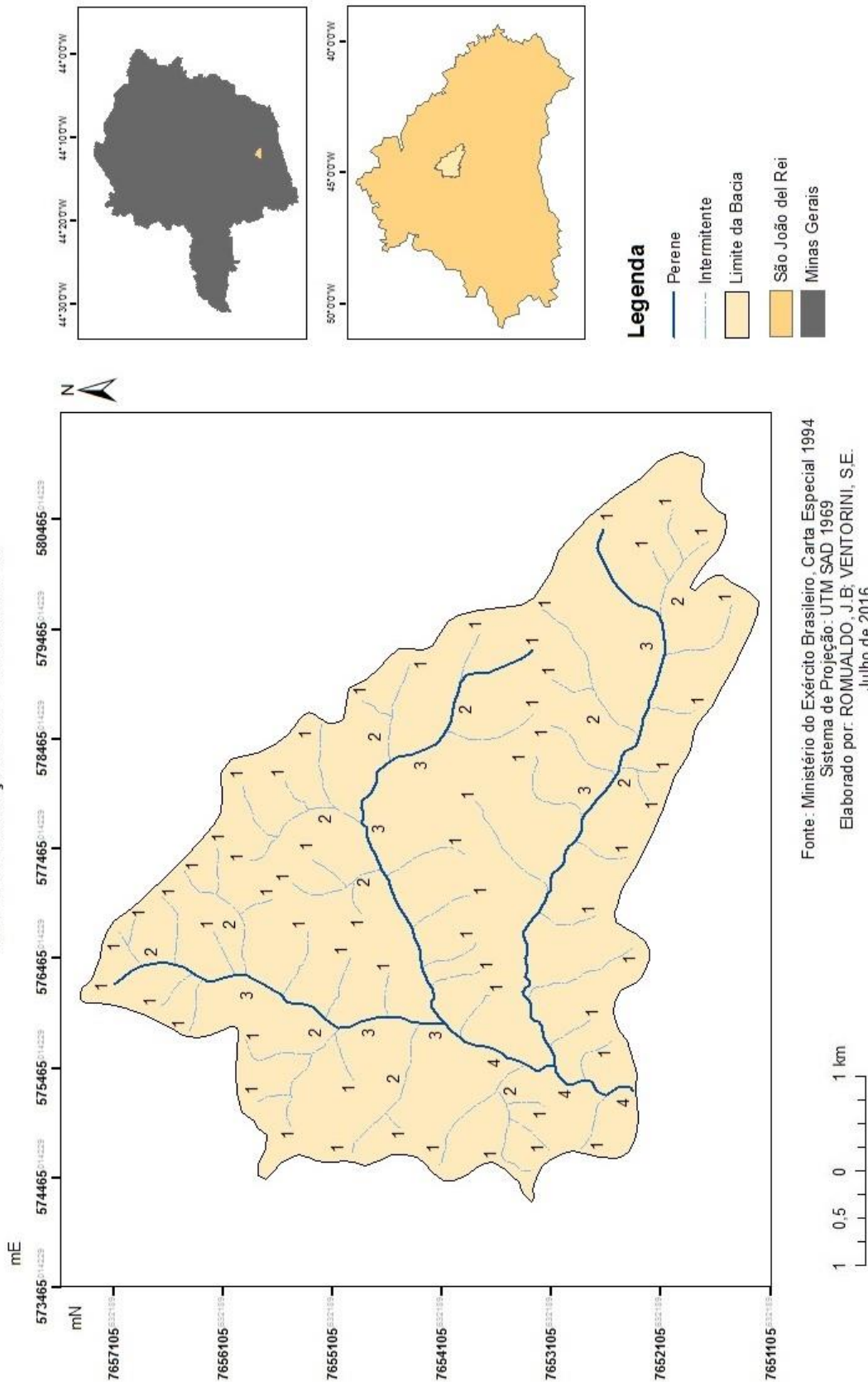
Para verificar as informações mapeadas foi realizado trabalho de campo em diferentes períodos do ano de 2016. O objetivo foi verificar as consequências das atividades antrópicas no entorno e no limite da bacia. O resultado e o mapeamento serão apresentados no próximo tópico.

3. Resultado do Mapeamento Geoambiental

O mapeamento geoambiental revela um cenário espaço-temporal onde ocorreram modificações antrópicas no limite e ao entorno da Bacia do Córrego do Moinho. A bacia hidrográfica segundo a classificação de Strahler é de terceira ordem (figura 8).

O mapa de Uso da Terra (figura 9) para o ano de 2015 apresenta a atual situação geoambiental da bacia. Revela os efeitos da ação antrópica no limite da bacia com extensas áreas de agricultura, pastagens e cultivo de silvicultura. No entorno da bacia encontra-se o aterro sanitário do município de São João del Rei que recebe os resíduos sólidos de outros 16 municípios da região.

CLASSIFICAÇÃO DE STRAHLER



Fonte: Ministério do Exército Brasileiro, Carta Especial 1994
 Sistema de Projeção: UTM SAD 1969
 Elaborado por: ROMUALDO, J.B; VENTORINI, S.E.
 Julho de 2016

Figura 8: Delimitação da bacia Hidrográfica do Córrego do Moinho e classificação de Strahler.

USO DA TERRA DA BACIA DO CÓRREGO DO MOINHO

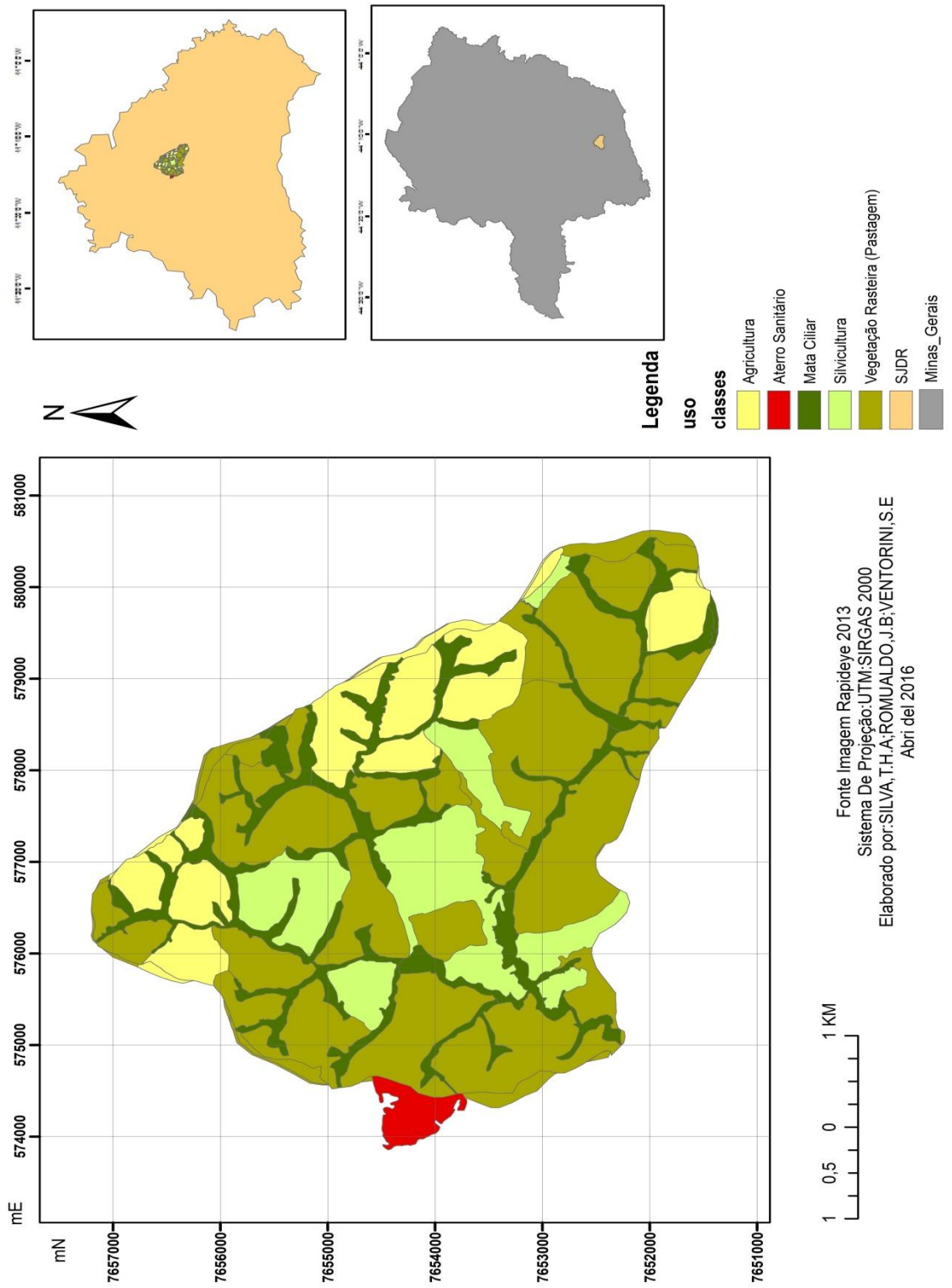


Figura 9: Mapa do Uso da Terra para o ano de 2015

O mapa de uso da terra do ano de 1984(figura 10) apresenta uma situação inversa ao mapa apresentado no cenário de 2015. As atividades antrópicas no limite da bacia são pontuais e de baixa consequência nociva para o geossistema da área. O predomínio é o da mata ciliar e pastagens naturais.

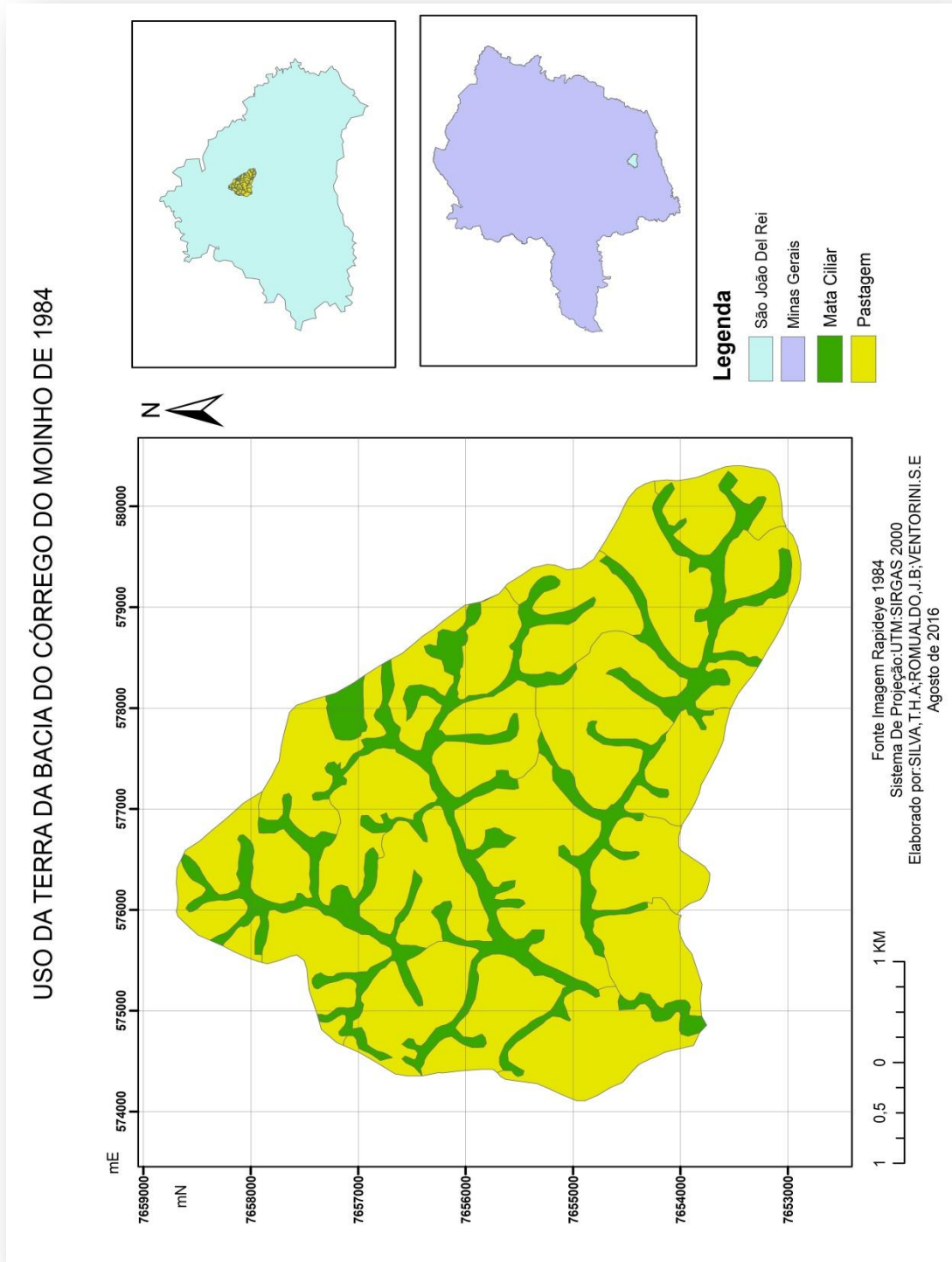


Figura 10: Mapa do Uso da Terra -1984

Os valores das áreas ocupadas nos mapas de uso e ocupação para os anos de 1984 e 2015 foram somados no Excel. O resultado do uso e ocupação do solo das áreas ocupadas no limite da bacia segue no gráfico abaixo (figura 11). Para o ano de 1984 a mata ciliar ocupava uma extensão de 3,5 km² e as áreas de pastagens representavam 11,2km². Os valores o mapa do uso em 2015 mostram que as alterações antrópicas ocasionaram perda de mata ciliar e cobertura vegetal para o cultivo agrícola e de silvicultura.

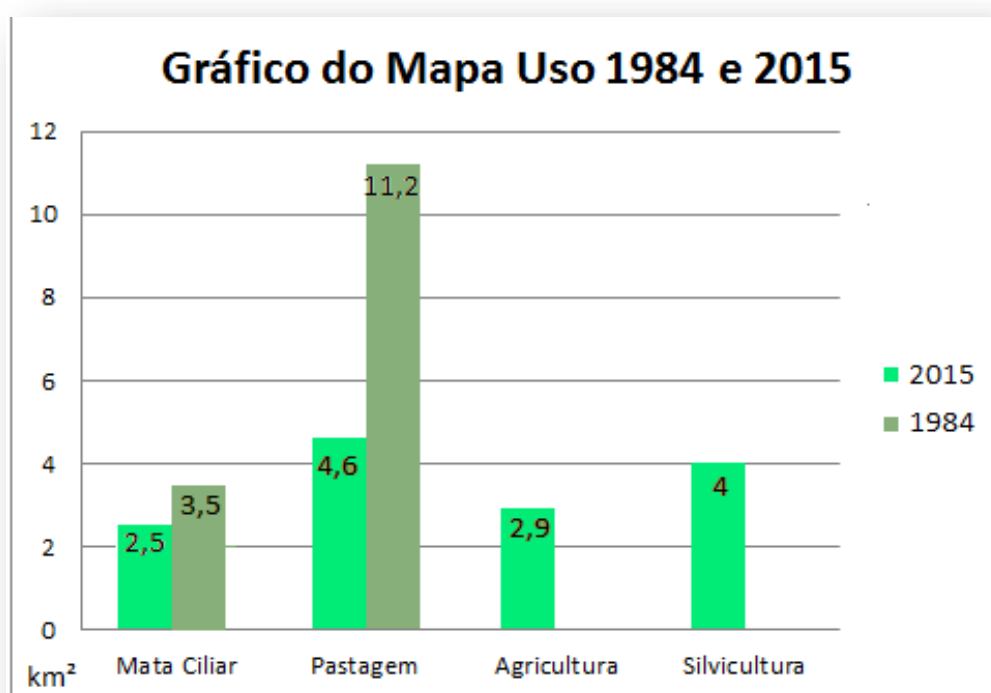
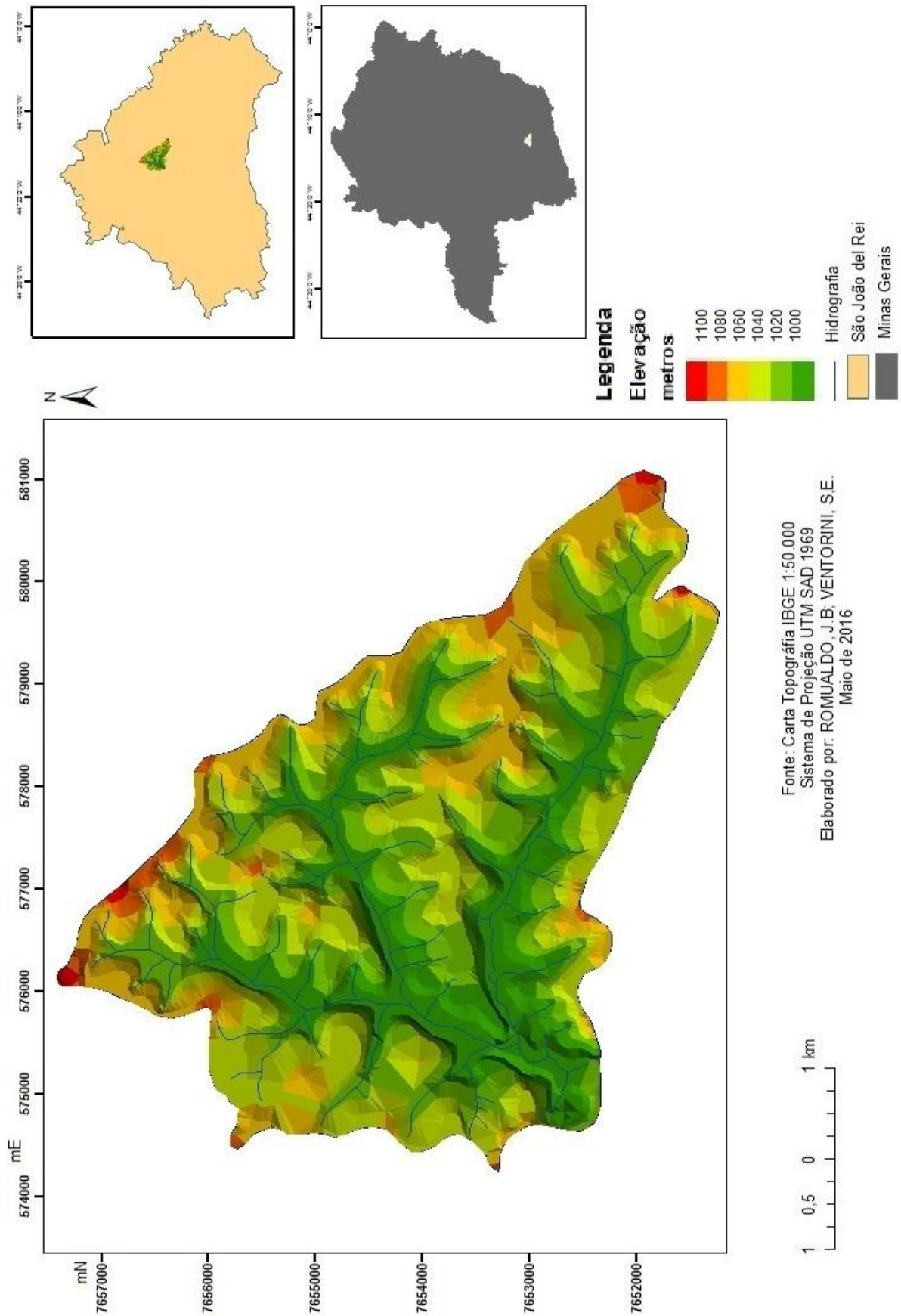


Figura 11: Gráfico dos tipos de uso da terra para os anos 1984 e 2015. Elaborado Silva 2016.

O mapa hipsométrico (figura 12) da Bacia Hidrográfica do Córrego do Moinho aponta uma amplitude altimétrica de 100 m. A sudoeste do córrego na área de confluência com o Rio das Mortes Pequeno a cota mais baixa é de 1000 metros e a cota mais elevada encontra-se ao norte da bacia com 1100 metros.

HIPSOMETRIA BACIA DO CÓRREGO DO MOINHO



. Figura 12: Mapa Hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Córrego do Moinho.

O mapa de declividade (figura 13) mostra um desnível da área da Bacia do Córrego do Moinho com variação de 3° a 67°. As áreas com maiores declividades encontram-se em quase toda área da bacia com variação de 32° a 67°. As menores declividades com variação de 3° a 17° encontram-se nas planícies de inundação e na confluência com o Rio das Mortes Pequeno. As variações intermediárias de 17° a 32° localizam-se em boa parte da área da bacia

O mapa da Área de Preservação Permanente (APP) para o ano de 1984 indica o diagnóstico da mata ciliar da Bacia do Córrego do Moinho (figura 14). Para a delimitação da mata ciliar o *buffer* foi aplicado ao longo da bacia para se analisar o cumprimento da legislação. A Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, instituída pelo código florestal determina que nas áreas de nascentes a área de preservação permanente deve ser de 50 metros ao entorno das nascentes e 30 metros ao longo das margens dos rios e que áreas de proteção permanente “consistem em espaços territoriais legalmente protegidos, ambientalmente frágeis e vulneráveis, podendo ser públicas ou privadas, urbanas ou rurais, cobertas ou não por vegetação nativa”.

Dentro dessa determinação a função da APP é o de proteção do solos, dos recursos hídricos e a função ecológica de refugio para fauna e flora. Para o cenário de 1984 as análises realizadas por fotointerpretação mostram uma extensão de cobertura vegetal mais densa ao longo das margens e das nascentes. No mapa da mata ciliar para o ano de 1984 é possível observar com maior riqueza de detalhes a cobertura vegetal com baixa incidência de ação antrópica e áreas mais preservadas (figura 14).

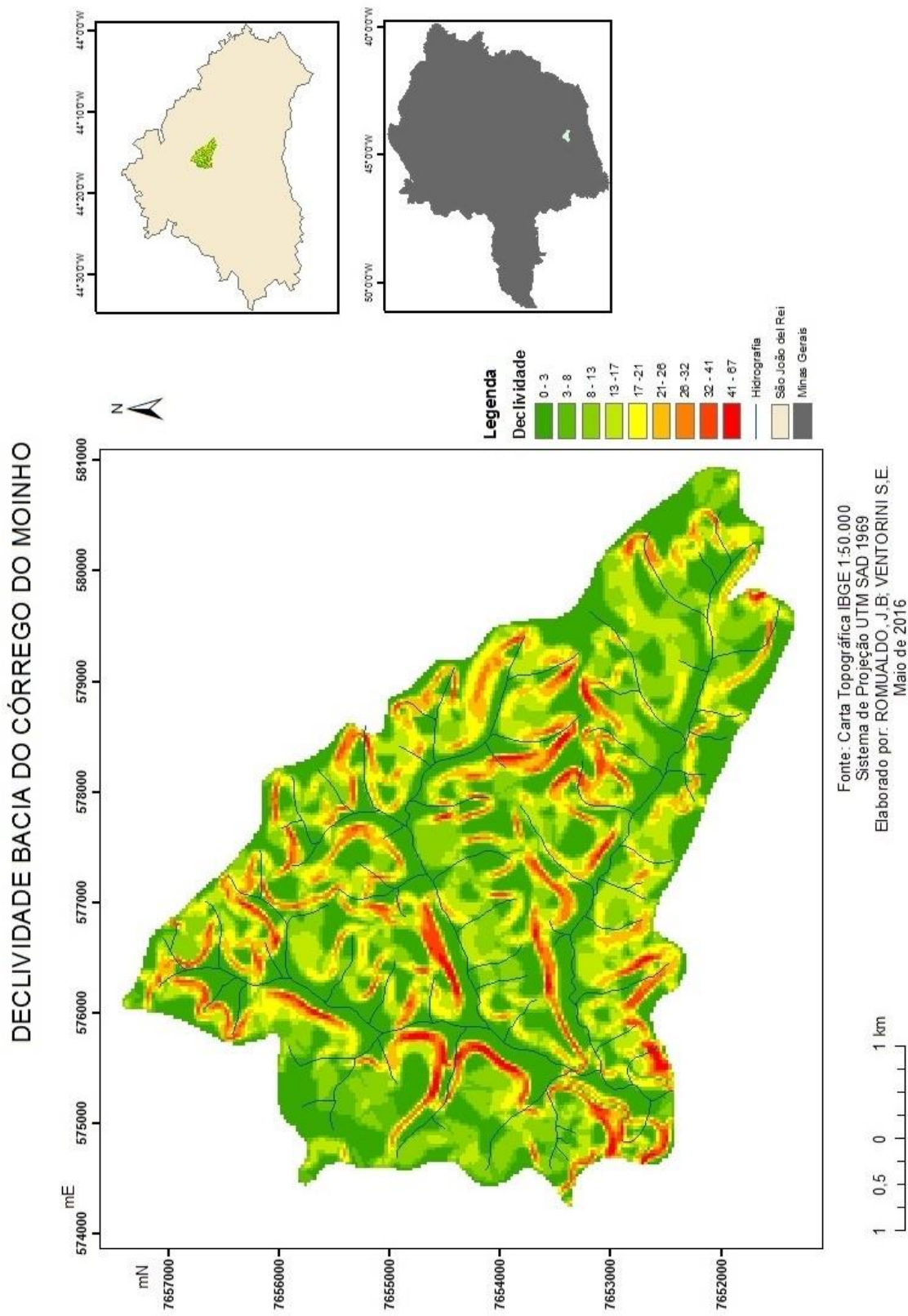


Figura 13: Mapa de declividade da Bacia do Córrego do Moinho.

ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA BACIA DO CÓRREGO DO MOINHO 1984

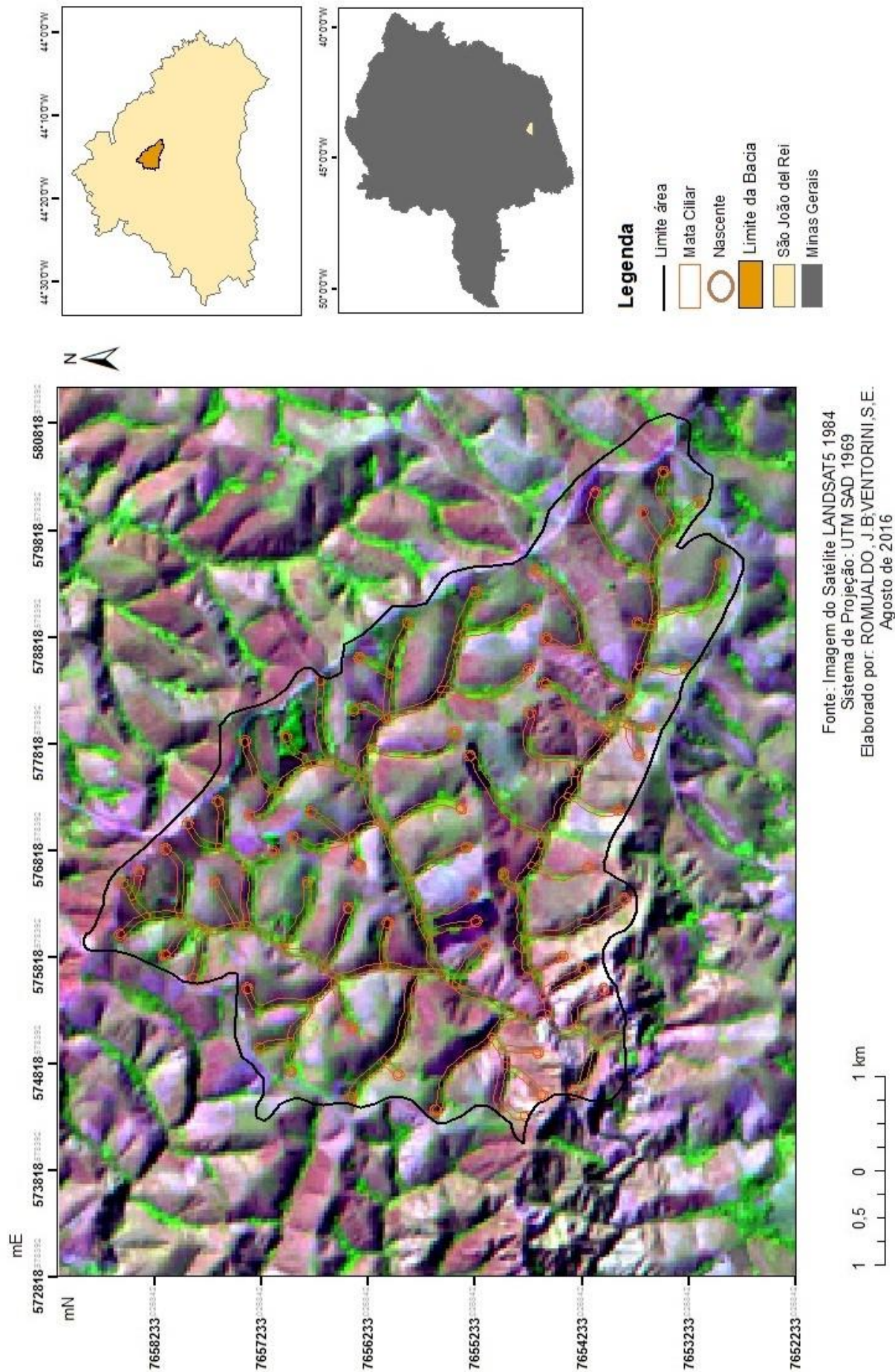
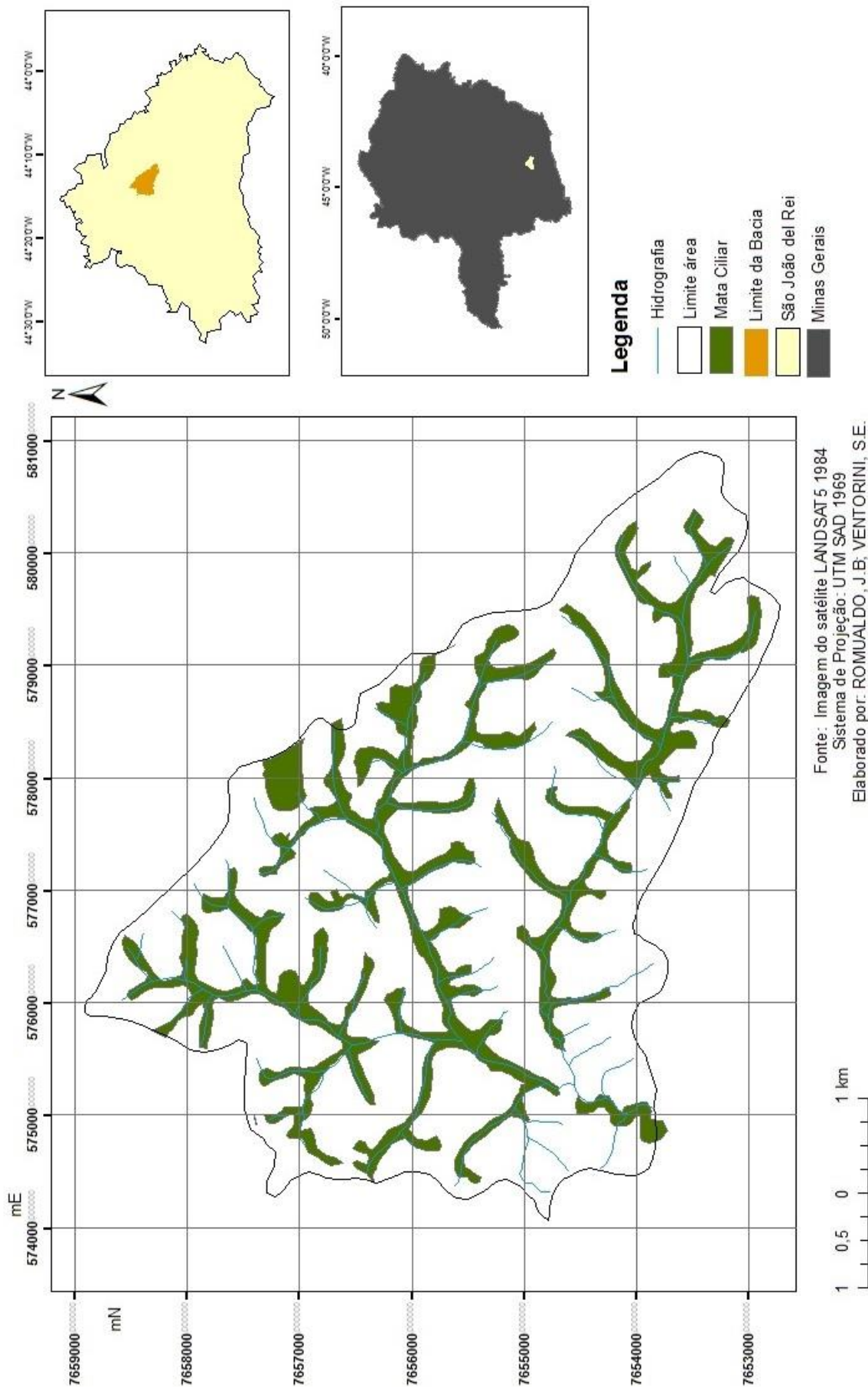


Figura 14: Mapa de Área de Preservação Permanente -1984

MATA CILIAR DA BACIA DO CÓRREGO DO MOINHO 1984



Fonte: Imagem do satélite LANDSAT 5 1984
 Sistema de Projeção: UTM SAD 1969
 Elaborado por: ROMUALDO J.B. VENTORINI, S.E.
 Agosto de 2016

Figura 15: Mapa da Mata Ciliar para o ano de 1984

Para o cenário de 2015 o mapa da Área de Preservação Permanente (figura 16) indica que dentro do limite da bacia as ações antrópicas modificaram a paisagem e ocasionou a diminuição significativa da cobertura vegetal ao longo do córrego e ao entorno das nascentes.

Observa-se que dentro do limite da bacia essas ações modificaram a paisagem. Ocasionalmente diminuiu a cobertura vegetal ao entorno das nascentes e da mata ciliar como apresentado no mapa de APP através dos *buffers*.

Durante a visita técnica na área da bacia foi possível constatar as mudanças na paisagem. A mata ciliar que deveria ocupar as margens do córrego foi devastada dando lugar ao cultivo de eucalipto (figura 17) a leste. Conforme o córrego avança para o interior da bacia a mata ciliar desaparece dando lugar a silvicultura. O aterro sanitário (figura 18) encontra-se próximo a uma das nascentes a oeste, no limite do divisor da bacia. Segundo o órgão que administra a deposição dos resíduos sólidos, Consórcio Intermunicipal de Gestão e Desenvolvimento Ambiental Sustentável das Vertentes (CIGEDAS), que atende 18 municípios da região do Campo das Vertentes, por dia é depositado cerca de 130 toneladas de lixo.

Area de preservação permanente da Bacia do Corrego do Moinho

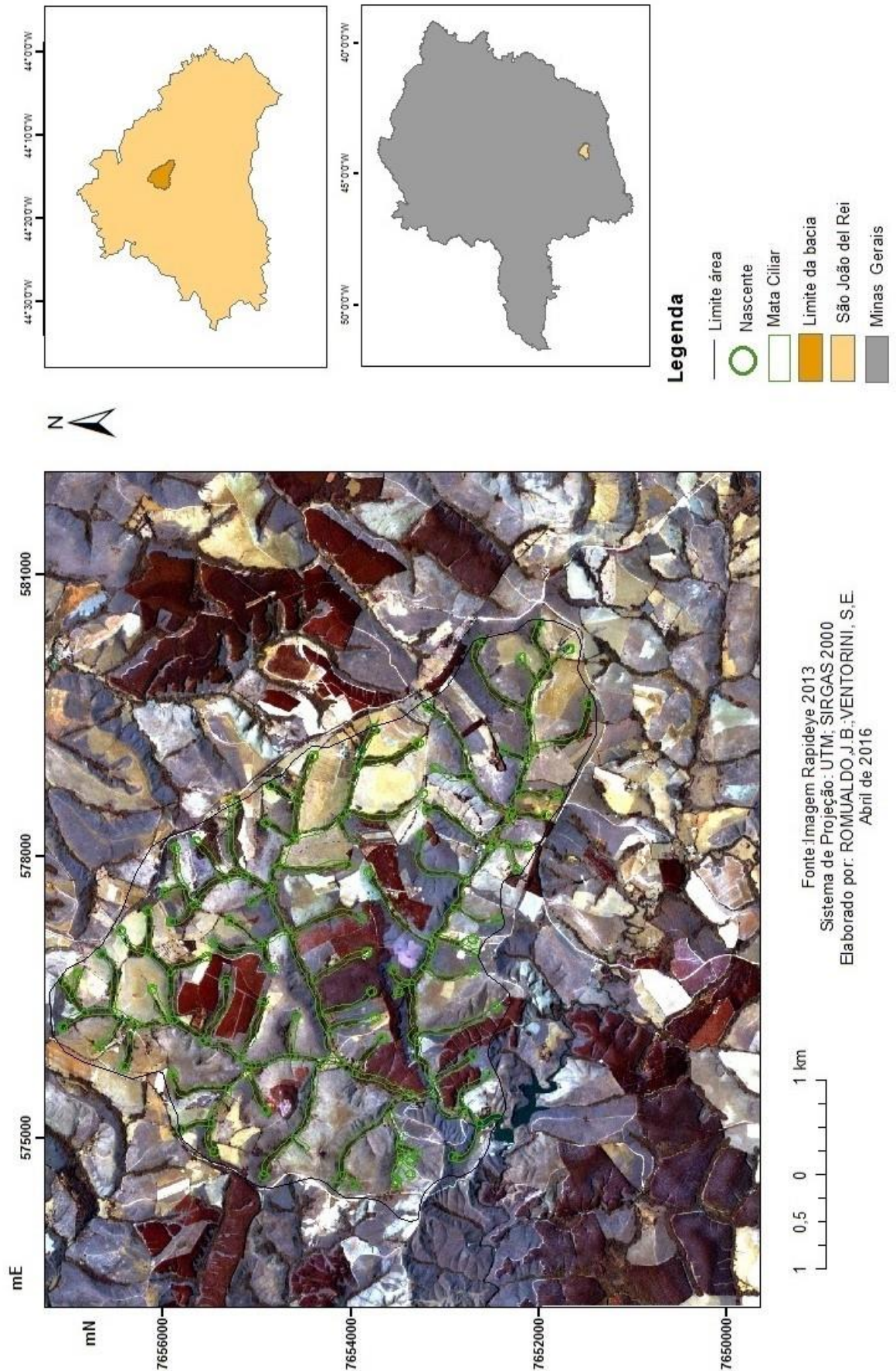


Figura 16: Mapa de Área de Preservação Permanente -2015



Figura 17: Nascente e mata ciliar a leste da Bacia do Córrego do Moinho. Fonte: Romualdo 2016.

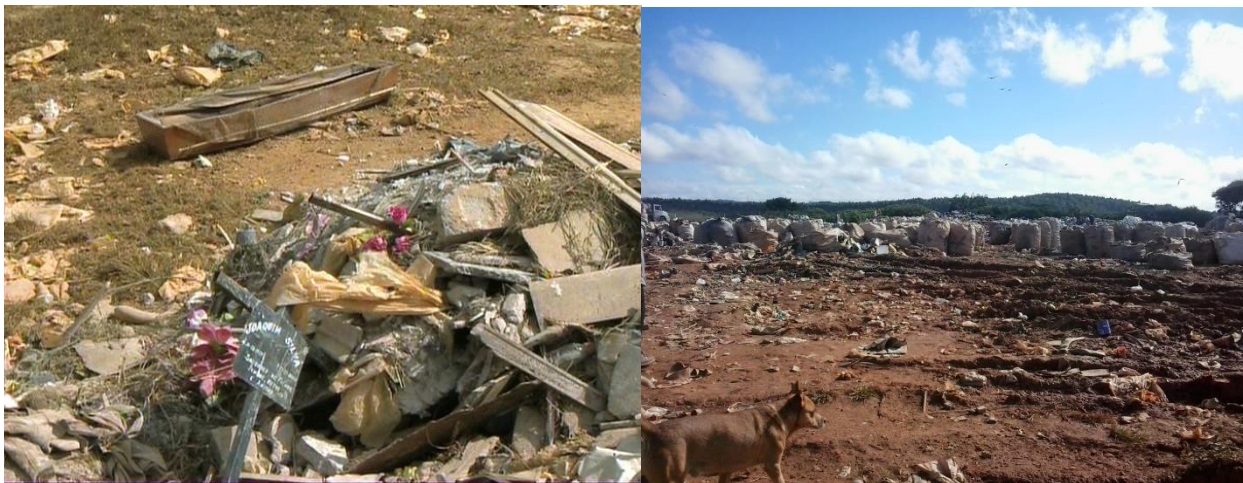


Figura 18: No aterro sanitário localizado a oeste da bacia é depositado todo tipo de lixo e são encontrados animais abandonados. Fonte: g1/mg/zonadamata(2015).

No mapa da mata ciliar (figura 19) que se refere ao cenário de 2015 observa-se uma gradual diminuição da cobertura vegetal ao entorno das nascentes e ao longo do Córrego do Moinho. Alguns afluentes localizados na área central da bacia esta cobertura já foi devastada dando lugar à monocultura do eucalipto. Segundo dados do anuário da ABRAF 2012 (Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas) que contabiliza o total de plantação de silvicultura aponta que o Estado de Minas Gerais é o maior produtor do país. O consumo do carvão vegetal oriundo do eucalipto teve início a partir da década de 50 alcançando larga de produção nos anos 70. O uso da madeira do eucalipto tem sido utilizado para o abastecimento da indústria siderúrgica no Estado. Acompanhando esta tendência o Município de São João del Rei apresenta uma produção de 7.459 toneladas de carvão vegetal proveniente do eucalipto segundo dados do IBGE (2008). O mapeamento revela o crescimento do cultivo do eucalipto no limite da Bacia do Córrego do Moinho.

MATA CILIAR DA BACIA DO CÓRREGO DO MOINHO 2015

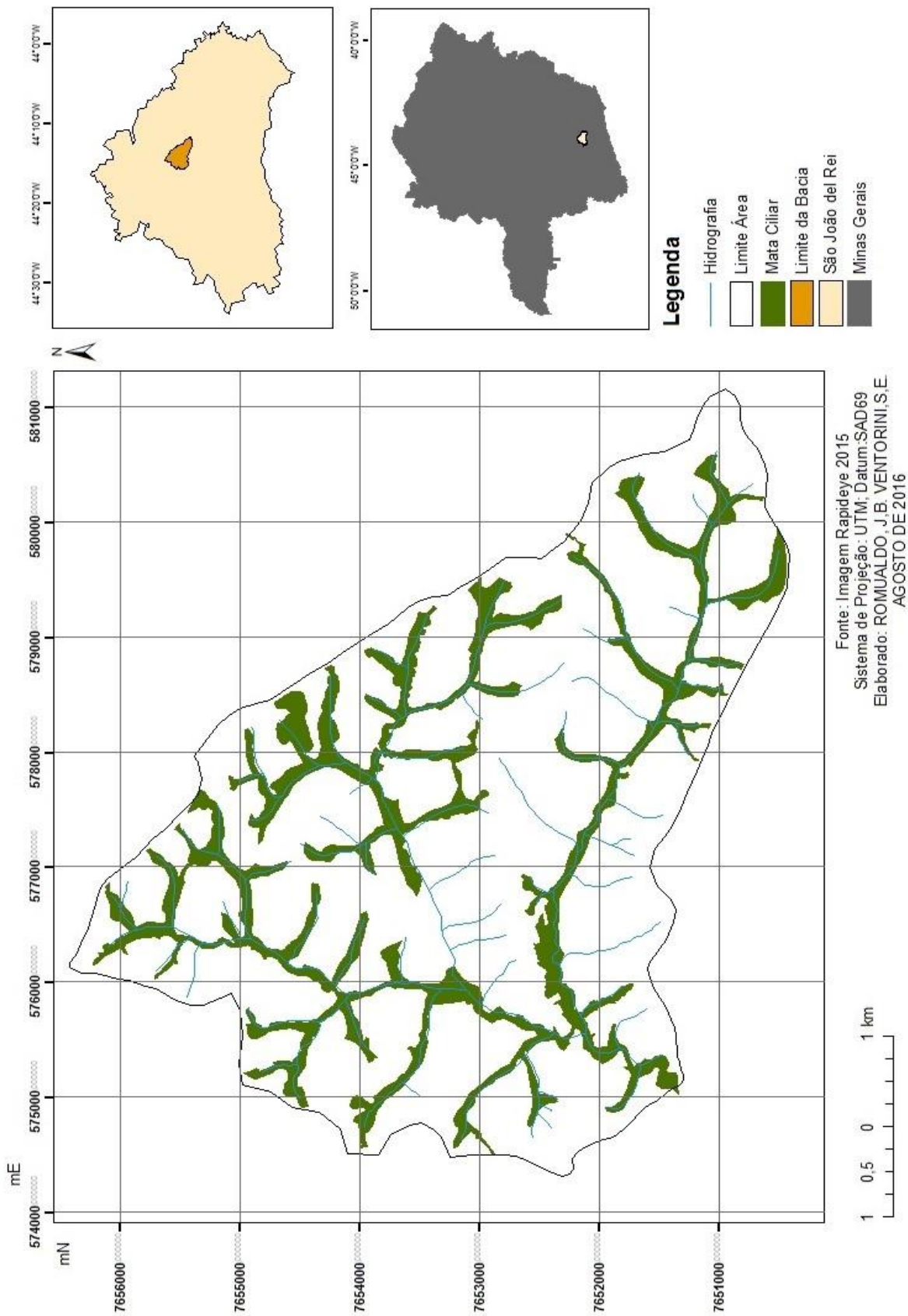


Figura 19: Mapa da Mata Ciliar - 2015

A Política Nacional dos Recursos Hídricos determina que as bacias hidrográficas sejam unidades de planejamento e gestão e que cabe aos órgãos competentes a proteção e conservação dos recursos hídricos bem como todo o geossistema que a compõe. No entanto a Lei 9.433/97 não é cumprida pela maioria dos gestores públicos. Seja pela dificuldade de fiscalização, de possuir material cartográfico ou por falta de planejamento.

A falta do planejamento é constatada com a instalação do aterro sanitário no entorno da Bacia do Córrego do Moinho sem que se houvesse um estudo prévio da área. As consequências da instalação do aterro é possibilidade de percolação e escoamento superficial ou subsuperficial do chorume (líquido altamente tóxico poluente liberado pela decomposição do lixo) para o lençol freático e para o córrego, a liberação de gases tóxicos para a atmosfera, proliferação de vetores de insetos e animais causadores de doenças e a alteração da paisagem natural.

Conclusões

O mapeamento temático possibilitou realizar uma análise da caracterização da área com a geração de mapas temáticos como: o mapa da localização, o padrão de drenagem, a hierarquia de drenagem, mapa hipsométrico e de declividade. Através dos *buffers* foi possível traçar o perfil da cobertura vegetal ao entorno das nascentes e ao longo do córrego em dois cenários diferentes, um para o ano de 1984 e outro para o ano de 2015. Nos dois cenários foi possível verificar a influencia antrópica nos processos de degradação ambiental. Apesar das bacias hidrográficas serem protegidas pela legislação como no caso a Lei das Águas, Lei 9.433/97, os processos no limite e no entorno da bacia não respeitam as determinações da lei. O cultivo de silvicultura avançou sobre a mata ciliar em diversos pontos da bacia, assim como outras atividades onde boa parte da cobertura vegetal ao entorno das nascentes do córrego foi retirada. Ao entorno da bacia foi instalado um aterro sanitário municipal que recebe a carga de resíduos sólidos de mais 16 municípios e na confluência do córrego com o Rio das Mortes Pequeno foi

construída uma barragem cuja finalidade era de abastecimento da cidade mas o projeto não foi concluído.

Para a minimização dos impactos algumas ações na bacia hidrográfica do Córrego do Moinho podem ser realizadas como:

- Proteger as nascentes dos afluentes que compõem a bacia hidrográfica;
- Proteger e reflorestar as áreas com desmatadas nas cabeceiras do córrego e mata ciliar ao longo das margens, mantendo as áreas de preservação;
- Realizar o cultivo de áreas agrícolas com o uso e ocupação adequada do solo;
- Respeito às determinações da legislação e fiscalização dos gestores e órgãos competentes;
- Realizar políticas públicas de educação ambiental;

Sendo assim objetivo deste mapeamento é o de contribuir para o planejamento dos gestores públicos no que se refere ao planejamento geoambiental.

O Mapeamento Geoambiental da Bacia do Córrego do Moinho foi motivado pela ausência de um mapeamento e uma base cartográfica digital da área. Espera-se que este mapeamento contribua para que ações mitigadoras de planejamento e gestão. E que sejam utilizadas pelos órgãos públicos para novos estudos e pesquisas em bacias hidrográficas rurais.

Referencias Bibliográficas

ABRAF (2012), **Associadas individuais e coletivas da ABRAF (2012) e Pöyry Silviconsult (2013)**. Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas.<<<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/as-florestas-plantadas>>>. Acesso em agosto de 2016

ALMEIDA, G. P; VENTORINI, S. E. **Base Digital de Dados Cartográficos. Projeto Estudo da expansão urbana de São João del-Rei - MG por meio da elaboração de mapeamento espaço-temporal**, 2014.

ATTANASIO, C.M. **Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade**. 2004. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BARRELLA, W. et al. **As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes**. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) *Matas ciliares: conservação e recuperação*. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BARUQUI, A. M. et. al. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da Zona Campos das Vertentes – MG. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 96**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos Rio de Janeiro, 2006.

BERTALANFFY, L.V (2008) **Teoria Geral dos Sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações**. Petrópolis, Vozes

BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. **Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica**. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; SILVA, Antônio Soares da; BOTELHO, Rosangela Garrido Machado (coord.). *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 340

BORSATO, Fabiano Hugo; Martoni, Astrid Meira. **Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no Município de Maringá, Estado do Paraná**. Act a Scientiarum. Human and Social Sciences Maringá, v. 26, n. 2, p. 273-285, 2004.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm. Acesso em: setembro de 2016

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: julho de 2016.

BRASIL. Lei Orgânica do Município de São João del Rei Art. 191 de junho de 2104. Disponível em: <http://camarasaojoaodelrei.com.br/paginas/leis-regulamentos/lei-organica/> Acesso em setembro de 2016

CAVALCANTI, C. **Condicionantes biofísicos da economia e suas implicações quanto à noção do desenvolvimento sustentável.** In: RIBEIRO, A. R. et al. Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais. Campinas, SP, Unicamp, 1996. p. 61-82.

CECÍLIO, R. A.; REIS, E. F. **Apostila didática: manejo de bacias hidrográficas.** Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural, 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia.** São Paulo: Hucitec/Edusp. 1979.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais.** São Paulo: Ed.EdgardBlucher LTDA, 1999.

CONSTANTINI ML, ZACCARELLI N, MANDRONE S,ROSSI D, CALIZA E, ROSSI L. **NDVI Spatial Patternand the Potential Fragility of Mixed Forested Areas in Volcanic Lake Atersheds.** Forest Ecology and Management, 2012 p. 133-141

DOMINGUES, C. V; FRANÇOSO, M.T. **Aplicação de Geoprocessamento no processo de modernização da gestão municipal.** Revista Brasileira de Cartografia. n. 60, p. 71 – 78, 2008. Disponível em: www.rbc.ufrj/_2008/60_1_07.htm acesso em: agosto de 2016

IBGE Extração Vegetal e Silvicultura – 2008 Disponível e: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=316250&idtema=52&search=minas-gerais%7Csao-joao-del-rei%7Cextracao-vegetal-e-silvicultura-2008> > Consultado em 29 de novembro de 2016

IBGE. Censo 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Consultado em: setembro de 2016.

GRANELL-PÉREZ, M. del C. **Trabalhando Geografia com as Cartas Topográficas.** 2a ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004, 128p. il

GEORGE, P. (1970) **Les méthodes de la Géographie.** Paris: PUF, Coll. Que sais-je?

LIMA, W.P. **Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas,** Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Departamento de Ciências Florestais Piracicaba – São Paulo - 2ª Edição 2008.

LIMA, W de P.; ZAKIA, M.J.B. (Orgs.) **As florestas plantadas e a água. Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento.** São Carlos: Ed. RiMA, 2006.

LOPES, Luiz Henrique Antunes; LOCH, Carlos; BAEHR, Hans-Peter. **Modelo de Gestão Urbana baseado na Capacidade de Atendimento do Sistema de Abastecimento de Água.** In: 6º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 2004, Florianópolis. COBRAC2004. Florianópolis: UFSC, 2004

MALDOS, R.**A formação urbana da cidade de São João del-Rei.**2000.

- MEDEIROS, J. S.; CÂMARA, G. **Geoprocessamento para projetos ambientais**. São José dos Campos: INPE, 2001.1-35. Disponível em:<www.dpi.inpe.br/gilberto/livro>. Acesso em: agosto de 2016
- MARTINELLI, Marcello. **A Sistematização da Cartografia Temática**. In: ALMEIDA, Rosângela Doinde (Org.). *Cartografia Escolar*, São Paulo: Contexto, 2007, pp.193-220.
- MELO, E. A. S. C. **Desafios e oportunidades para a Silvicultura de Precisão: uma síntese do congresso brasileiro de agricultura de precisão de 2014**. Série Técnica IPEF, Piracicaba, v.24, n.45, 2016.
- MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. Belo Horizonte: Ed. da autora, 2003.
- PÔSSA, E. M; et al.**Base de dados cartográficos e o diagnóstico ambiental: a bacia do córrego do Julio - São João del-Rei - MG**. In: XVII Encontro Nacional de Geografia, 2012, Belo Horizonte. Anais..., Belo Horizonte 2012
- PÔSSA, E. M; VENTORINI, S. **Mapeamento digital da bacia do Córrego do Julio – São João Del-Rei – Mg Como Suporte Ao Diagnóstico Geoambiental**. Boletim de Geografia, 2014 (no prelo).
- PORATH, S. L. **A paisagem de rios urbanos: a presença do Rio Itajaí-Açu na cidade de Blumenau**. 2004. 150f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.
- TROPPEMAIR, Helmut. **Sistemas, geossistemas, geossistemas paulista, ecologia da paisagem**. Rio Claro, 2004.
- TUNDIZINI, J.G. **Recursos Hídricos no Futuro: Problemas e Soluções**. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, 2008
- SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.
- SOARES, V.P. et. al. **Mapeamento de Áreas de Preservação Permanentes e Identificação dos conflitos Legais de Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu-MG** Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.555-563, 2011.
- SANTANA, D.P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 30).
- ZACHARIAS, Andréa Aparecida. **A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental**. São Paulo: Editora Unesp, 2007. 211 p.

