

Patrícia A. G. J. Vasconcellos

O Uso do Sistema de Informação
Geográfica na Avaliação de Conflitos
Ecológicos e Econômicos na Bacia do
Ribeirão Macacos

XIV Curso de Especialização em
Geoprocessamento



UFMG

Instituto de Geociências

Departamento de Cartografia

Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha

Belo Horizonte

cartografia@igc.ufmg.br

PATRÍCIA ANGÉLICA GONÇALVES JORGE VASCONCELLOS

GESTÃO AMBIENTAL DO TERRITÓRIO:

O uso do Sistema de Informações Geográficas na Avaliação de Conflitos Ecológicos e Econômicos na bacia do Ribeirão dos Macacos.

Projeto de monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de especialista em Geoprocessamento, Curso de Especialização em Geoprocessamento, Departamento de Cartografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientador: Bráulio Magalhães

Belo Horizonte

Instituto de Geociências da UFMG

2013



Universidade Federal de Minas Gerais

Instituto de Geociências

Departamento de Cartografia

Curso de Especialização em Geoprocessamento

Monografia defendida e aprovada em 06 de dezembro de 2013 pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. MSc. Bráulio Magalhães Fonseca – IGC/UFMG - Orientador

Prof. MSc. Christian Rezende Freitas – IGC/UFMG

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo.	8
Figura 2 – Organograma de delimitação da Bacia	13
Figura 3 - Fluxograma metodológico de delimitação de APP de Hidrografia	15
Figura 4 - Fluxograma metodológico de delimitação de APP de Topo de Morro	17
Figura 5 - Fluxograma metodológico geração da carta de declividade.....	17
Figura 6 -Estimador de intensidade para um padrão de pontos.....	18
Figura 7 - Fórmula da Distância Euclidiana.....	20
Figura 8 - Fluxograma da Síntese de Interesse Ecológico	25
Figura 9 - Fluxograma de Síntese de Interesse Econômico	26
Figura 10 - Mapa da Síntese Ecológica.....	30
Figura 11 – Mapa da Síntese Econômica	34
Figura 12 – Mapa de Conflitos da Síntese Econômico x Ecológico.	36
Figura 13 - Mapa da Bacia do Ribeirão Macacos	41
Figura 14 - Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal	42
Figura 15 - Mapa das Áreas de Preservação Permanente - APPs	43
Figura 16 - Mapa de Declividade.....	44
Figura 17 - Mapa de Acessibilidade e Capilaridade.....	45
Figura 18 - Mapa de Densidade de Residências.....	46
Figura 19 - Mapa da Distância Euclidiana	47
Figura 20 - Mapa de Potencial de Uso do Solo.....	48
Figura 21 - Mapa de Unidades de Conservação.....	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Materiais e arquivos utilizados no estudo	11
Quadro 2 – Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo: variáveis, classe e característica.....	14
Quadro 3- classes de declividades considerando a Lei 6766/79.	17
Quadro 4 – descrição e notas do mapa de acessibilidade e capilaridade.....	18
Quadro 5 - Áreas de influência urbana: distância, grau de importância e nota.	19
Quadro 6 – variável densidade de residências: grau de importância e notas.	20
Quadro 7 – Variável potencial de uso do solo: unidade geotécnica, grupo e nota do PDDI e justificativas..	22
Quadro 8 - Grupos e notas das unidades geotécnicas.	23
Quadro 9 – Síntese dos interesses ecológico: variáveis, classes, pesos, nota e suas respectivas características.	24
Quadro 10 – Peso das variáveis da Síntese Ambiental	24
Quadro 11 – Peso das Variáveis da Síntese Econômica.	27
Quadro 12 – variáveis da síntese ecológica: pesos, notas e justificativas.....	28
Quadro 13- síntese ecológica: nível de importância e notas atribuídas.....	28
Quadro 14 – variáveis da síntese econômica: pesos, notas e justificativas.....	32
Quadro 15 - síntese econômica: nível de importância e notas atribuídas.....	33

SUMÁRIO

1. OBJETIVOS	8
1.1. GERAL	8
1.2. ESPECÍFICO	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
3. PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS	11
3.1. MATERIAIS E MÉTODOS	11
3.2. ROTEIRO METODOLÓGICO:.....	12
3.3. GERAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS DIGITAL	12
3.3.1. Delimitação da Bacia do Ribeirão Macacos	13
3.3.2. Mapeamento de Uso do Solo e Cobertura Vegetal	13
3.3.3. Modelo Digital de Elevação.....	14
3.3.4. Delimitação das Áreas de Preservação Permanente – APPs.....	15
3.3.5. APP de Cursos d’Água	15
3.3.6. APP de Nascentes.....	16
3.3.7. APP de Declividade.....	16
3.3.8. APP de Topo de Morro	16
3.3.9. Geração de carta de declividade.....	17
3.3.10. Mapa de acessibilidade e capilaridade	18
3.3.11. Influência urbana	19
3.3.11.1. Distância Euclidiana.....	19
3.3.11.2. Densidade de Residências.....	20
3.3.12. Mapa de Unidades de Conservação.....	20
3.3.13. Potencial de Uso do Solo.....	21
3.4. ANÁLISE DE MULTICRITÉRIOS	23
3.4.1. Síntese de Interesse ecológico	23
3.4.2. Síntese de Interesse Economico.....	25
4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	27
4.1.1. Síntese de interesse Ecológico	27
4.1.2. Síntese de interesse Econômico.....	31
4.1.3. Conflitos de Interesses	35
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
6. REFERENCIAS BILIOGRÁFICAS.....	39

RESUMO

Este trabalho tem como principal objetivo caracterizar ecológica e economicamente a bacia do Ribeirão Macacos, localizada no município de Nova Lima, Minas Gerais, avaliando as conformidades e os conflitos segundo uma perspectiva ambiental sob o ponto de vista de preservação e econômica sob o ponto de vista do empreendedor especificamente sobre a especulação imobiliária.

Compreender o espaço e suas diferentes variáveis (ambiental, social e econômica) é importante para uma análise real da atual situação e conflitos existentes. Como ferramenta de apoio a estas análises, o Sistema de Informação Geográfica – SIG permite uma visualização espacial com sobreposição destas variáveis, operações e manipulações de dados, permitindo, por exemplo, quantificar através de conhecimento e estudos prévios a importância e o interesse (ambiental, social e econômico) da área em estudo.

O estudo utilizou a metodologia da análise espacial de multicritérios através das técnicas de geoprocessamento, com vistas a apoiar a gestão e planejamento territorial. Para alcançar o objetivo proposto realizaram-se a identificação, caracterização e mapeamento das variáveis que compõem a paisagem da bacia do Ribeirão macacos, seguida de aplicação de análise espacial de multicritérios.

Os resultados deste estudo apresentam um maior conhecimento sobre a realidade da Bacia do Ribeirão Macacos, podendo ser utilizado como instrumento de apoio, planejamento e tomada de decisão tanto do poder público quanto privada em relação a ocupação e a preservação do espaço territorial, conciliando principalmente os componentes ambiental e econômico, para o desenvolvimento sustentável da região.

Palavras-chave: Análise de Multicritérios, Sistemas de Informações Geográficas, gestão do território.

INTRODUÇÃO

A dificuldade na gestão do território sempre foi um grande desafio tanto por parte do poder público quanto por parte da iniciativa privada. As diversas visões sobre o desenvolvimento sustentável dissociadas das vertentes social, ambiental e econômica confrontam de forma diferenciada com o exercício da gestão territorial e preservação ambiental.

A identificação dos rumos do desenvolvimento sustentável torna-se mais complexas quando são constatadas situações paradoxais no âmbito da consideração do desenvolvimento sustentável como instrumento político de regulação e uso do território (AJARA, 2003).

Compreender o espaço e suas diferentes variáveis (ambiental, social e econômica) é importante para uma análise real da atual situação e conflitos existentes. Como ferramenta de apoio a estas análises, o Sistema de Informação Geográfica – SIG permite uma visualização espacial com sobreposição destas variáveis, operações e manipulações de dados, permitindo, por exemplo, quantificar através de conhecimento e estudos prévios a importância e o interesse (ambiental, social e econômico) da área em estudo.

Neste contexto, a metodologia da análise de multicritério é apontada como de extrema importância para o planejamento ambiental, trazendo elementos significativos para o processo de tomada de decisão.

Outro instrumento de apoio à gestão territorial e ambiental é o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) que, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), nasceu com a pretensão de integrar aspectos naturais e sociais na gestão do território.

Em Minas Gerais, o Zoneamento Ecológico-Econômico tem como objetivo principal contribuir para a definição de áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável, orientando os investimentos do Governo e da sociedade civil segundo as peculiaridades regionais. O ZEE/MG visa não apenas regulamentar o uso da terra e seus recursos naturais, mas também incorporar a visão dos órgãos públicos, iniciativa privada e sociedade civil a este processo.

No entanto, cabe ressaltar que o ZEE/MG foi elaborado em uma escala regional e que, apesar da possibilidade de fornecer respostas amplas tanto para fatores socioambientais a serem analisados quanto a delimitação de áreas de influência e/ou conflitos, em se tratando de escala municipal e / ou local os dados devem ser tratados com rigor e seletividade.

A área, objeto deste estudo, se localiza no município de Nova Lima, região metropolitana de Belo Horizonte definida pelo limite da bacia do Ribeirão Macacos, porção central do município. É uma região heterogênea, com grande importância ecológica, contendo diversas unidades de conservação e mananciais; econômica com diversas mineradoras e social mesclando população rural, de baixa e moradores de condomínios fechados, de alta renda, apresentando portanto um grande conflito de interesses (**Figura 1 - Localização da área de estudo.Figura 1**)

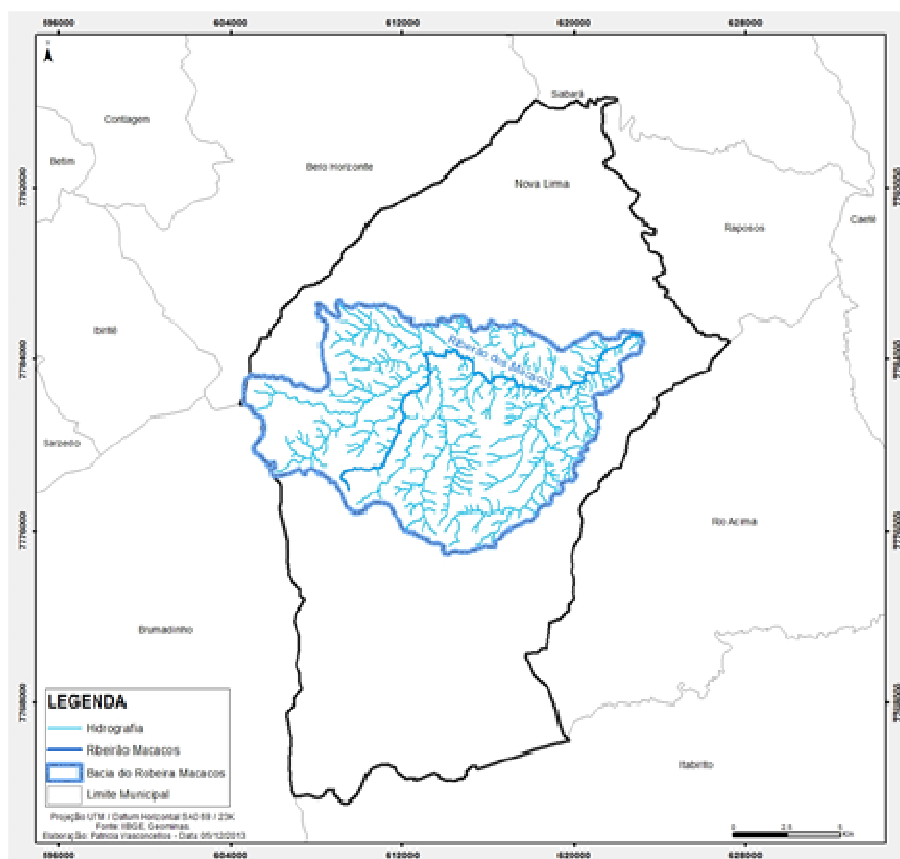


Figura 1 - Localização da área de estudo.

Para análise dos dados e visualização das sobreposições das informações da área de estudo serão utilizadas ferramentas de geoprocessamento e técnicas de sensoriamento remoto permitindo a aplicação da análise espacial no estudo. Também será utilizado o método de análise de multicritérios possibilitando a análise comparativa de diversos critérios, em simultâneo, da área de estudo.

1. OBJETIVOS

1.1. GERAL

Este trabalho se propõe comparar os resultados das sínteses ecológica e econômica na bacia do Ribeirão Macacos, município de Nova Lima avaliando as conformidades e os conflitos segundo uma perspectiva ambiental sob o ponto de vista de preservação e econômica sob o ponto de vista do empreendedor especificamente sobre a especulação imobiliária.

1.2. ESPECÍFICO

- Analisar os interesses ambientais (ecológico) e econômicos da bacia do ribeirão Macacos através da análise de multicritérios e da Álgebra de Mapas;

- Identificas área de com e sem conflitos de interesses (ecológico x econômico) na bacia do Ribeirão Macacos;

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Mafra (2004) e Silva (2004) “o conceito de espaço reveste-se, senão de alguma ambiguidade, pelo menos de uma grande amplitude conceptual, na medida em que pode ter definições de várias índoles: geográfica, histórica, económica, física, social, administrativa, política, etc”. Atualmente, com a crescente expansão populacional e territorial dos grandes centros urbanos, estes trazem consigo novos problemas, novos desafios, às políticas territoriais.

Ajara (2003) afirma que “no âmbito nacional, o campo do planejamento vem tomando o desenvolvimento sustentável como um novo paradigma ou novo padrão de crescimento, como alternativa para a crise sócio-ambiental identificada a partir do reconhecimento do esgotamento do modelo nacional desenvolvimentista implantado através do planejamento centralizado pelo Estado...”

Segundo Câmara (2001) e Davis (2001) o Sistema de informações Geográficas (SIG), geotecnologia da área de Geoprocessamento, permite a realização de diversas análises complexas e integração de dados e com a criação de banco de dados georreferenciados torna possível a automatização da produção de mapas e outros produtos cartográficos.

O Geoprocessamento é uma ferramenta de grande importância para o monitoramento da biodiversidade, devido a capacidade coleta de dados para diversos estudos, bem como realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes de dados. O SIG pode ser considerado como um importante meio de apoio e desenvolvimento de aplicações voltadas ao meio ambiente, facilitando a integração de dados espaciais e permitindo propor alternativas para diminuir impactos identificados no ambiente, inclusive no âmbito das bacias hidrográficas (SENA, 2012)

Silva (2012) afirma que os SIGs se tornaram uma importante ferramenta para o poder público auxiliando a tomada de decisão uma vez que armazenam um conjunto de dados de diversas fontes sobre o município, permitindo representar em meio computacional o mundo real. Os dados provenientes de diversas áreas da ciência, tais como hidrografia, relevo, cobertura conjunta e a análise da interação entre eles permitiu descrever o território considerando a sua complexidade, possibilitando diferentes interpretações de uma maneira rápida e precisa, contribuindo para a elaboração de propostas de intervenções urbanas, sociais e ambientais.

Os SIGs propiciaram a realização de análises espaciais, permitindo traçar cenários e simulações, e gerar sínteses a partir de um banco de dados sobre a realidade em questão. Permitem selecionar, ponderar e relacionar as variáveis desejáveis, representando em ambiente computacional a realidade de forma simplificada, cujos resultados podem ser expressos na forma de mapas, na caracterização da área, na identificação da falta de infraestrutura básica, do crescimento urbano desordenado e das áreas de risco, bem como a elaboração de estudos preditivos, sínteses, propostas de intervenção, entre outros (SILVA, 2012).

A integração de sistemas de informação geográfica (SIGs) e de métodos de decisão multicritério vêm proporcionando inúmeros benefícios para a resolução de problemas de planejamento e gerenciamento do mundo real.

Silva (2012) aput Jannuzzi et al. (2009, p. 69) afirma que :

A gestão pública no Brasil vem passando por um processo intenso de “complexificação” técnica nos últimos anos, com a incorporação de novos métodos e ferramentas para elaboração de diagnósticos, na identificação espacial das áreas de intervenção, no monitoramento dos programas e na tomada de decisão de modo geral. Além do uso de informação mais específica, confiável e atualizada nas atividades de planejamento e gestão, começa-se a constatar também o emprego de técnicas mais estruturadas para tratamento, análise e uso no processo decisório em empresas públicas, concessionárias de serviços e em Políticas Públicas. Uma dessas técnicas é o Apoio Multicritério à Decisão (AMD) ou Análise Multicritério, objeto de apresentação neste texto.

A utilização das ferramentas de geoprocessamento para analisar e indicar áreas que mereçam atenção quanto a intervenção humana e suas ações sustentáveis tem se mostrado eficiente, contribuindo para a tomada de decisão que considerem realmente os fatores econômico, social e ambiental. A incorporação de técnicas de decisão multicritério para o aprimoramento dos resultados obtidos no SIG tem trazido inúmeros benefícios para as avaliações do planejamento das medidas a serem tomadas visando a conservação da paisagem (JALES, SILVA e VASCONCELOS, 2013).

Jales (2013) aput Moura (2007) ainda afirma que o procedimento de análise de multicritérios baseia-se no mapeamento de variáveis por plano de informação e na definição do grau de pertinência de cada plano e de cada um de seus componentes de legenda para a construção do resultado final, utilizando-se fatores de ponderação sempre que necessário. Esta técnica tem sido empregada em diversos estudos relacionados ao planejamento ambiental, devendo ser utilizada em situações nas quais a análise de apenas uma variável não representa a realidade do fenômeno estudado.

A análise de multicritérios auxilia o administrador público no processo de tomada de decisões por meio da combinação das diferentes variáveis, atribuindo os pesos desejados a cada uma delas. Posteriormente, gera-se um mapa síntese resultante da união dessas variáveis, obtendo como resultado a identificação das prioridades e os possíveis conflitos, permitindo assim a formulação das recomendações (OLIVEIRA; MOURA, 2007).

O SIG baseado na avaliação de procedimentos de multicritérios envolve um conjunto de alternativas geograficamente definidas e um conjunto de critérios de avaliação representado como camadas de mapas. A maior dificuldade é combinar os critérios de acordo com os valores de atributos conforme as preferências do analista, usando uma regra de combinação (SILVA, 2012 aput MOKARRAM; AMINZADEH, 2010).

Ao atribuir os valores (notas e pesos) para cada um dos critérios a ser utilizado, a relação entre eles permite uma configuração baseada: na preferência, em que uma determinada variável apresenta uma importância maior com relação as demais variáveis; logo terá um peso maior; na indiferença, em que as variáveis apresentam a mesma importância, logo terão o mesmo peso; no trivial, quando um determinado tema é mais importante para uma determinada síntese a ser elaborada; e na Incomparabilidade, quando as variáveis apresentam dificuldades de comparação entre elas (SILVA, 2012 aput PICTET; BOLLINGER, 1999).

A natureza dos critérios pode tomar duas formas: fatores e condicionantes. Os fatores são por natureza contínuos (como o gradiente de declives ou a proximidade às estradas), indicando a aptidão relativa de certas áreas. Por outro lado, as condicionantes ou constrangimentos, são sempre de caráter booleano (como as áreas urbanas). Estas servem para excluir certas áreas de consideração, durante o processo de avaliação (SILVA, 2012 aput FERREIRA *et al.*, 2004:10).

Como vista a gestão territorial sustentável, o ministério do meio ambiente, afirma que o Zoneamento Ecológico Econômico é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente regulamentado pelo decreto federal nº 4.297/2002, o ZEE tem como objetivo, em linhas gerais, viabilizar o desenvolvimento sustentável a partir da compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a conservação ambiental. Para tanto, parte do diagnóstico dos meios físico-biótico, socioeconômico e jurídico-institucional e do estabelecimento de cenários exploratórios para a proposição de diretrizes legais e programáticas para cada unidade territorial (zona) identificada, estabelecendo, inclusive, ações voltadas à mitigação ou correção de impactos ambientais danosos eventualmente identificados.

3. PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

Os procedimentos metodológicos seguidos neste estudo se basearam na metodologia aplicada por Silva (2012) e Zyngier (2012).

3.1.MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração do presente trabalho foram utilizados os dados apresentados no Quadro 1

MATERIAL / ARQUIVO	FONTE
Imagem de Satélite RapidEyes 2012	Instituto Estadual de Florestas - IEF
Carta Topográfica SF-23-X-A-III-1	IBGE
Imagem Topodata	INPE
Unidades de Conservação	Instituto Estadual de Florestas – IEF
Hidrografia	Geominas
Rede Viária	IBGE / DER
Curva de Nível	IBGE
Geotecnia	APA Sul

Quadro 1- Materiais e arquivos utilizados no estudo

3.2.ROTEIRO METODOLÓGICO:

- Coleta dos dados e arquivos cartográficos da região de estudo (cartas topográficas do IBGE, limite municipal, hidrografia, curva de nível, unidades de Conservação) utilizando a escala 1:25.000;
- Elaboração de um Banco de Dados Digital (Delimitação da Bacia, Uso do solo e cobertura vegetal, Áreas de Preservação Permanente – APPs (Hidrografia, Nascentes, Topo de Morro e declividade), Modelo Digital de Elevação do Terreno, Potencial de uso solo a partir de dados geológicos, Acessibilidade e capilaridade urbana, Unidades de Conservação.
- Elaboração das Sínteses Ecológica e Econômica utilizando a análise de multicritério através da Álgebra de Mapas;
- Elaboração do mapa de áreas de conflitos das sínteses ecológicas e econômica da bacia
- Comparação das Sínteses geradas (Ecológica e Econômica);
- Análise dos resultados.

Para a caracterização da área de estudos foram realizadas análises espaciais com foco na situação ambiental da bacia, utilizando a análise de multicritérios, processamento de álgebra de mapas e combinação de variáveis para a construção da síntese, objeto deste estudo.

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre Gestão Territorial, Sensoriamento Remoto, análise de multicritério e legislações ambientais pertinentes ao tema através da leitura de livros, artigos, revistas, legislações, e pesquisas em sites relacionados à temática do projeto.

A partir dos conceitos definidos, o geoprocessamento foi utilizado para um melhor entendimento sistêmico do ambiente da bacia do Ribeirão Macacos. Os dados apresentados no Quadro 1 foram estruturados em um banco de dados para o desenvolvimento dos estudos.

Todas as informações foram processadas utilizando as técnicas de geoprocessamento e análise de multicritérios gerando uma “Síntese de Interesse Ecológico” “Síntese de Interesse Econômico” e “Áreas de Conflitos de Interesses”.

3.3.GERAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS DIGITAL

Conforme apresentado no item anterior, para a elaboração das sínteses geradas foi necessário à criação de um banco de dados digital contendo as variáveis utilizadas neste estudo para a análise de multicritérios. Para tanto, foram gerados os seguintes mapas:

- Delimitação da Bacia
- Uso do solo e cobertura vegetal;
- Áreas de Preservação Permanente – APPs (Hidrografia, Nascentes, Topo de Morro e declividade);
- Modelo Digital de Elevação do Terreno;

- Potencial de uso solo a partir de dados geológicos;
- Acessibilidade e capilaridade urbana;
- Unidades de Conservação.

3.3.1.DELIMITAÇÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO MACACOS

Para a delimitação da bacia do Ribeirão Macacos foi utilizada a carta topográfica do IBGE SF-23-X-A-III-1 e editado topologicamente a bacia seguindo as curvas de nível e os divisores de água (Figura 13). O mapa elaborado encontra-se no anexo.

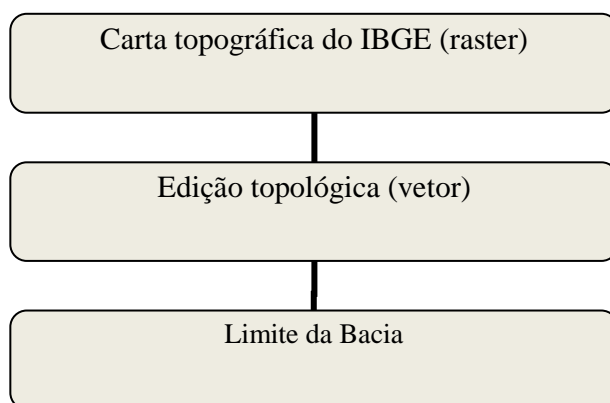


Figura 2 – Organograma de delimitação da Bacia

3.3.2.MAPEAMENTO DE USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL

A classificação do uso do solo e cobertura vegetal da Bacia do Ribeirão Macacos, utilizou técnicas de sensoriamento remoto, identificação visual e edição topológica com base nas imagens RapidEye (2010), cenas 2329820 e 2329819 obtidas em 7 e 16 de junho de 2010.

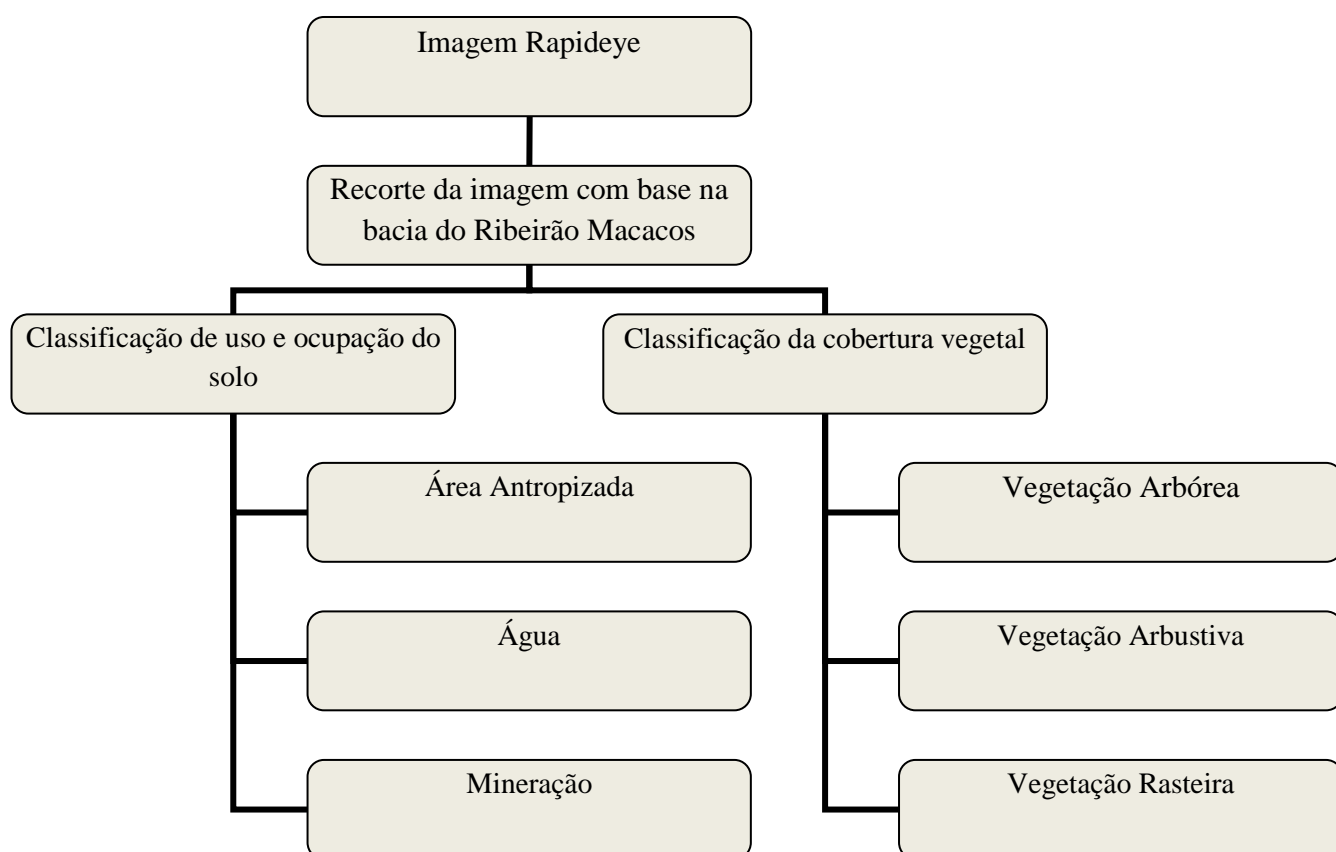
A imagem foi recortada de acordo com a área de estudo e foi realizada uma classificação visual da imagem, definindo as variáveis de Cobertura Vegetal e uso do solo contendo as seguintes classes: Água, Uso Antrópico e Mineração e classes de cobertura vegetal: Vegetação Arbórea, Vegetação Arbustiva, Vegetação Rasteira. O Quadro 2 apresenta as características adotadas para definição do mapeamento destas classes e a Figura 14 a sua representação cartográfica:

VARIÁVEL	CLASSE	CARACTERÍSTICAS PARA O MAPEAMENTO
COBERTURA VEGETAL	Vegetação Arbórea	Vegetação de grande porte característica de Floresta
	Vegetação Arbustiva	Vegetação de médio porte característica de cerrado

VARIÁVEL	CLASSE	CARACTERÍSTICAS PARA O MAPEAMENTO
	Vegetação Rasteira	Vegetação de baixo porte
USO DO SOLO	Área Antropizada	Áreas com construções e solo exposto
	Água	Barragem das mineradoras
	Mineração	Áreas com exploração mineral (cava, pilhas e estruturas)

Quadro 2 – Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo: variáveis, classe e característica.

Posteriormente esta classificação foi conferida com uma visita ao campo que permitiu realizar alguns ajustes topológicos no mapeamento preliminar. As classes de uso e solo e de cobertura vegetal foram agrupadas gerando o mapa de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal



3.3.3. MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO

Modelos digitais de elevação (MDEs) representam fontes para o conhecimento do relevo da superfície terrestre, permitindo a derivação de informações sobre a declividade, exposição solar e mapeamento da rede de drenagem de áreas extensas. Isto facilita a identificação de áreas favoráveis para a agricultura (culturas, variedades, possibilidade de mecanização, necessidade de irrigação, estimativa de determinados custos), além de indicação de áreas para conservação

do solo e da diversidade biológica, modelagem hidrológica, ortorretificação de imagens de satélite, avaliação de riscos de desmoronamentos, etc. (Landau et al., 2011; Melgaço et al., 2003; Hoff et al., 2009; Alba et al., 2010; Huggel et al., 2010; Miceli et al., 2010; Ravelo, 2010).

O Modelo Digital do Terreno é uma representação matemática da distribuição espacial da característica de um fenômeno vinculada a uma superfície real. A superfície é em geral contínua e o fenômeno que representa pode ser variado (INPE).

Para elaboração do Modelo Digital de Elevação (MDE) da bacia do Ribeirão Macacos utilizou como a imagem TOPODATA, constante no Banco de dados Geomorfométrico do Brasil disponível no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE¹, permitindo a visualização em três dimensões do relevo da bacia do Ribeirão Macacos.

3.3.4. DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE – APPS

O Novo Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/2012) define área de preservação permanente (APP) como: área protegida, coberta ou não por vegetação, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Já a resolução CONAMA 303 de 20 de março de 2002, dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente que foram considerados no presente estudo. O roteiro metodológico para delimitação das APP estão representados na Figura 3.

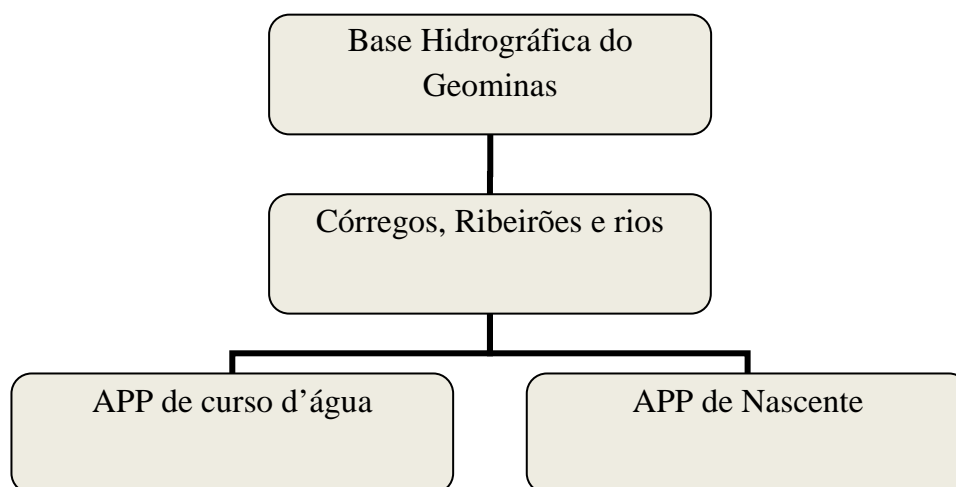


Figura 3 - Fluxograma metodológico de delimitação de APP de Hidrografia

3.3.5. APP DE CURSOS D'ÁGUA

A partir da base vetorizada do Geominas correspondente a rede de drenagem da carta topográfica do IBGE de Rio Acima (mapa índice SF-23-X-A-III-1) foram identificados e recortados os cursos d'água classificados como córregos, ribeirão e rio. Foi atribuído um *buffer* de 30 metros para delimitação das APPs de todos os cursos d'água presente neste estudo.

¹ Site <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/> acessado em 13/11/2013.

3.3.6.APP DE NASCENTES

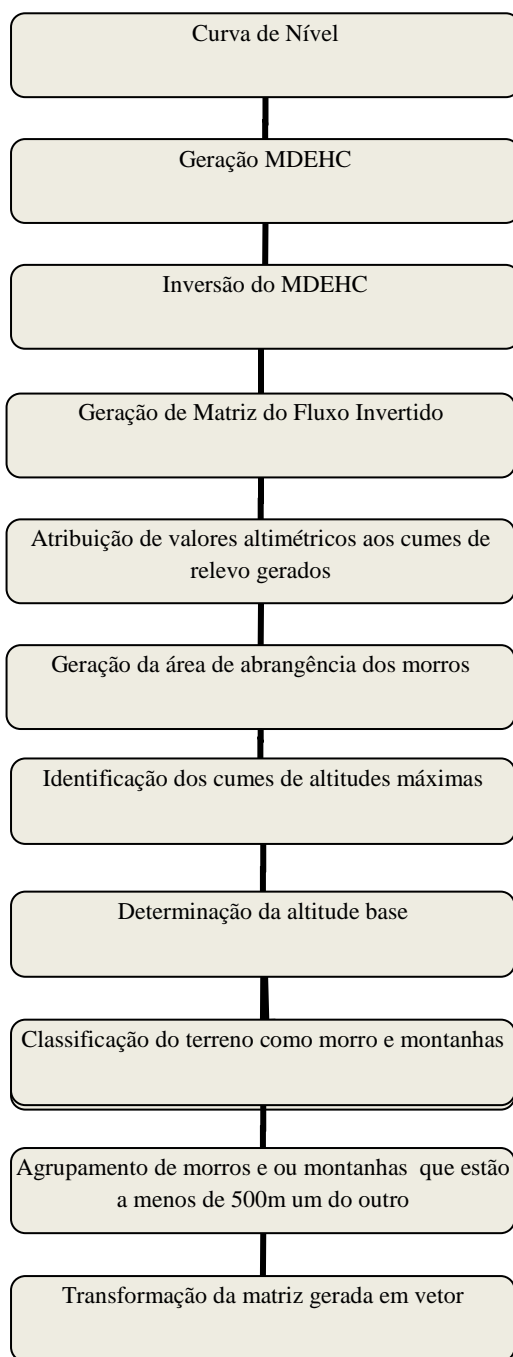
Para delimitação da APP de nascentes foi lançado um ponto ao final das linhas representativas da malha hidrografia presente na bacia (base do Geominas) e gerado um buffer de 50 metros em torno destes pontos correspondendo a área de APP das nascentes.

3.3.7.APP DE DECLIVIDADE

A APP de declividade superior a 45° foi gerada com base no MDE e esta descrito no item 4.3.9 – Geração de Carta de declividade.

3.3.8.APP DE TOPO DE MORRO

Para a identificação da APPs de topo de morro foi utilizada a metodologia de Oliveira, 2002 apresentado na Figura 4.



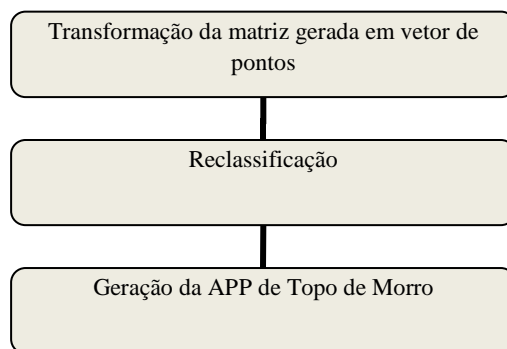


Figura 4 - Fluxograma metodológico de delimitação de APP de Topo de Morro

As Áreas de Preservação Permanente inserida na Bacia do Ribeirão Macacos de Hidrografia, Nascentes e Topo de Morro estão representadas na Figura 15.

3.3.9. GERAÇÃO DE CARTA DE DECLIVIDADE

Para a elaboração da carta de declividade as classes foram estabelecidas com base na Lei de utilizando as classes de declividade previstas na Lei 6766/79 – Parcelamento de Uso do Solo, apresentada no Quadro 3. O roteiro metodológico para elaboração desta carta esta apresentada na **Figura 5** e sua representação cartográfica na Figura 16.

DECLIVIDADE (%)	DESCRIÇÃO
0 a 5%	Áreas de fundo de vale podem ser sujeitas à inundação.
5 a 30%	Área ideal para ocupação
30 a 47%	Área que podem ser ocupadas, de acordo com o projeto de parcelamento e deve ser acompanhado de declaração do responsável técnico que ateste a viabilidade de edificar no local.
Acima de 47%	Áreas que não devem ser ocupadas

Quadro 3- classes de declividades considerando a Lei 6766/79. Fonte: SILVA, 2012

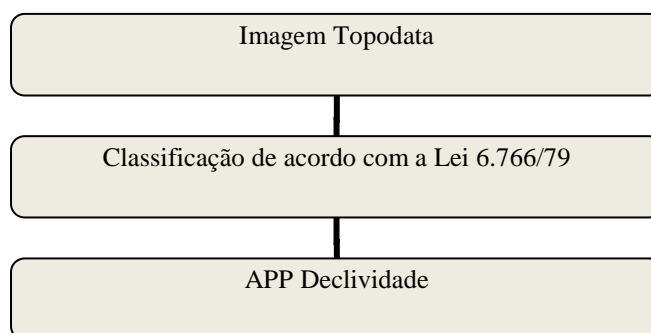


Figura 5 - Fluxograma metodológico geração da carta de declividade

3.3.10. MAPA DE ACESSIBILIDADE E CAPILARIDADE

Para elaboração do mapa de acessibilidade e capilaridade foram utilizados dados da malha viária do DER e da carta topográfica do IBGE referente a rodovias, estradas pavimentadas e não pavimentadas presentes na bacia do Ribeirão Macacos (Figura 17).

Para a avaliação desta variável foi utilizado o cálculo de densidade ponderada através do estimador de intensidade de Kernel ponderado, identificando a concentração, a intensidade e a importância das vias presentes na área de estudo, possibilitando transformar os dados em superfície potencial de acessibilidade. As linhas, que representam as vias, receberam um valor considerando-se as características de cada uma conforme apresentado no **Quadro 4**.

VARIAVEL	DESCRIÇÃO
Rodovia Federal	BRs e Anel Rodoviário
Rodovia Estadual	MGs
Acesso pavimentado	Ruas e estradas asfaltadas e/ou com calçamento
Acesso não pavimentado	Ruas e estradas de terra

Quadro 4 – descrição e notas do mapa de acessibilidade e capilaridade.

O estimador de intensidade Kernel permite analisar o comportamento de padrões de feições, estimando a intensidade de distribuição do processo em toda a região de estudo. Compõe uma superfície cujo valor será proporcional à intensidade de amostras por unidade de área, realizando uma contagem de todos os pontos dentro de uma região de influência, ponderando-os pela distância de cada um à localização de interesse (SILVA; 2012 aput CÂMARA; CARVALHO 2004). Esse estimador realiza uma contagem de todos os pontos dentro de uma região de influência, ponderando-os pela distância de cada um à localização de interesse (ROCHA et al, 2011), representado na conforme Figura 6.

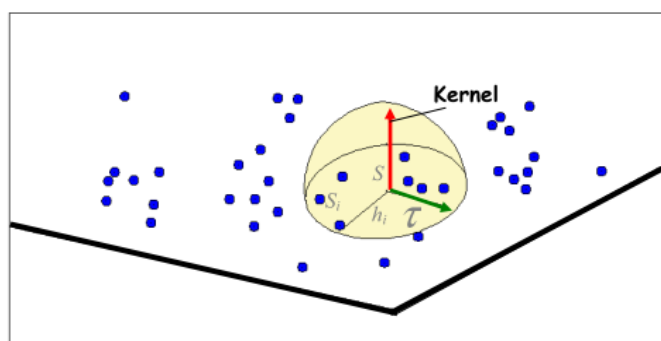


Figura 6 -Estimador de intensidade para um padrão de pontos Fonte: ROCHA et al, 2011 aput JESUS, et al 2009.

A função que o representa é dada por:

$$\hat{\lambda}_\tau(u) = \sum_{h_j \leq \tau} \frac{3}{\pi\tau^2} \left(1 - \frac{h_i^2}{\tau^2}\right)^2$$

Onde:

τ é o raio de influência;

h é a distância entre o ponto S e o ponto observado

3.3.11. INFLUÊNCIA URBANA

A bacia do Ribeirão Macacos é bastante heterogênea em relação a sua urbanização. Nela estão inseridos diversos bairros e condomínios residenciais de médio a alto padrão. Além disso, a região concentra uma área comercial variada, abrigando lojas de pequeno e grande porte além de diversos galpões comerciais. Somando a toda esta diversidade de urbanização, a bacia concentra ainda diversas áreas de mineração de ferro, a maioria de propriedade da Vale S.A.

Para elaboração deste mapa considerou-se que quanto mais próximo das áreas já urbanizadas, que já possuem uma infraestrutura, se observa um maior interesse dos loteadores, das construtoras e dos mais diversos investidores.

3.3.11.1. DISTÂNCIA EUCLIDIANA

Para identificação das áreas urbanas foram mapeadas, com base nas imagens RapidEye e Geoyes (2012), as estruturas (construções) presente na bacia do Ribeirão Macacos. Após foi calculada a distância euclidiana entre estes pontos estabelecendo os seguintes valores: 100, 500, 1000 e 1500 metros, ponderando assim o grau de importância da influência urbana (**Quadro 5**).

DISTÂNCIA (m)	GRAU	NOTA (VALOR)
0 a 50	Alta	10
50 a 150	Média a alta	9
150 a 500	Média	8
500 a 1000	Média a baixa	7
Acima de 1000	Baixo Interesse	6

Quadro 5 - Áreas de influência urbana: distância, grau de importância e nota. Fonte: SILVA, 2012, adaptado.

A distância euclidiana ao vizinho mais próximo (ENN) é definida, utilizando a geometria euclidiana simples, como a distância de linha reta, em metros, entre o centro de uma mancha e seu vizinho mais próximo da mesma classe.

O índice de coesão (COHESION) mede a conexão física entre as manchas da classe correspondente. Este índice é adimensional, variando entre zero, quando existe apenas uma mancha e 100. A coesão aumenta quando as manchas se tornam mais agregadas em sua distribuição, portanto, mais conectadas fisicamente (MAGALHÃES, 2011)

$$\text{COHESION} = \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^n p_{ij}}{\sum_{j=1}^n \sqrt{a_{ij}} \cdot p_{ij}} \right] \cdot \left[1 - \frac{1}{\sqrt{A}} \right]^{-1} \quad (100)$$

Onde:

p_{ij} = perímetro da mancha ij em termos do número de pixels

a_{ij} = área da mancha ij em termos do número de pixels

A = número total de pixels na paisagem

Figura 7 - Fórmula da Distância Euclidiana. Fonte: MAGALHAES, 2011

3.3.11.2. DENSIDADE DE RESIDÊNCIAS

Com objetivo de avaliar a densidade dos núcleos urbanos e consequente influência urbana na área de estudo. Considerou-se para o estabelecimento das notas que quanto mais próximo do núcleo urbano maior o interesse econômico conforme apresentado no Quadro 6.

GRAU	NOTA (VALOR)
Muito baixo	2
Baixo	3
Médio	6
Alto	9
Muito Alto	10

Quadro 6 – variável densidade de residências: grau de importância e notas.

O mapa das Influências urbanas (Distância Euclidiana e Densidade de Residências) na bacia do Ribeirão Macacos encontra-se nas Figura 18 e Figura 19 no anexo deste estudo.

3.3.12. MAPA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Para a elaboração do mapa de Unidades de Conservação – UCs foram identificadas e mapeadas as áreas das Unidades de Conservação Federais e Estaduais, cujas bases cartográficas foram adquiridas junto ao banco de dados do Instituto Estadual de Florestas (IEF) do Estado de Minas

Gerais e também do Ministério do Meio Ambiente, sendo que essas informações foram agrupadas em áreas classificadas como Unidades de Uso Sustentável e Unidades de Proteção Integral, com base nos conceitos utilizados pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SUC (Lei n. 9.985 de 18 de julho de 2000) - Figura 21.

3.3.13. POTENCIAL DE USO DO SOLO

Para elaboração do mapa de potencial de uso do solo foram utilizados os dados constantes no relatório das unidades geotécnicas do plano de desenvolvimento integrado da região metropolitana de Belo Horizonte em 2010. Este realizou a análise do mapa Geológico da Região Metropolitana de Belo Horizonte e de suas unidades litológicas, as quais foram agrupadas em dez unidades geotécnicas de acordo com suas características mecânicas, suas potencialidades e susceptibilidades. Cada grupo recebeu uma nota, variando de zero a dez, correspondente a sua adequabilidade de ocupação. Nenhum grupo recebeu nota zero, como também nenhum grupo recebeu nota 10. Isso se deve ao fato que não existe terreno que seja completamente inadequado, assim como não há terreno que por melhor que seja não exija medidas criteriosas de ocupação (PARIZZI et al.,2010).

Para a área da bacia, utilizou-se como base de dados a tabela elaborada para o trabalho realizado por PARIZZI et al. (2010), e os arquivos em formato *shapefile* de geotecnia da APA Sul (Anexo 8). Obteve-se como resultado o mapeamento do potencial de ocupação urbana segundo classificação de PARIZZI et al. (2010), para avaliar a adequabilidade do uso e ocupação existente, assim como indicar as áreas propícias e as áreas de restrição a ocupação urbana.

A área de estudo está inserida nas unidades geotécnicas de xistos, quartzitos, filitos, itabiritos, canga, coluvionar, dolomitos, calcário, rochas ultrabásicas e depósitos aluvionares. O Quadro 7 apresenta as unidades geotécnicas bem como os grupos e as notas de cada uma destas unidades de acordo com o relatório do PDDI.

UNIDADE GEOTÉCNICA	GRUPO (PDDI)	NOTA (PDDI)
Dolomitos e Calcários	4	4
Filitos		5
Itabiritos		4
Quartzitos		5
Xistos (ep. / es.)		5
Rochas (básicas e ultrabásicas)	7	7

UNIDADE GEOTÉCNICA	GRUPO (PDDI)	NOTA (PDDI)
Canga	8	2
Coluvionar (ferrífero, ferrífero em rampas)		2
Depósitos Aluvionares		2

Quadro 7 – Variável potencial de uso do solo: unidade geotécnica, grupo e nota do PDDI e justificativas. Fonte: PARIZZI et. al, 2010.

O relatório do PDDI apresenta as justificativas para o agrupamento e as notas dadas conforme apresentado no Quadro 8 .

GRUPO (PDDI)	JUSTIFICATIVA (PDDI)
GRUPO 4	<p>Representados por rochas metamórficas foliadas, como ardósias, filitos e xistos. Sua característica principal é a presença de planos de foliação e acamamentos além de serem rochas em elevado estado de alteração. Apresentam comportamento variado, baixa resistência da parte foliada estimulando escorregamentos e quedas de blocos (Parizzi et al. 2008, 2006 e 2004). Os planos de acamamento e foliação são feições planares, chamadas genericamente de descontinuidades, adquiridas durante a formação das rochas sedimentares e metamórficas, respectivamente, podendo se constituir em planos potenciais de ruptura devido a sua menor resistência. São feições facilmente identificáveis tanto em mapeamento de superfície quanto em testemunhos de sondagens. O conhecimento do ângulo de mergulho destes planos e sua direção é fundamental para o planejamento de cortes nos maciços rochosos a fim de se evitar o desencadeamento de instabilizações e escorregamentos.</p> <p>Durante períodos chuvosos os taludes em rochas foliadas se tornam instáveis e na RMBH é elevado o número de ocorrências de escorregamentos. Erosão também pode ocorrer ao longo dos planos de foliação, assim como outros processos como tombamentos e deslocamento de blocos.</p>
GRUPO 7	<p>Este grupo é de ocorrência bem restrita na RMBH. Geralmente suas propriedades mecânicas são elevadas quando as rochas estão pouco intemperizadas, semelhante aos granitos. Entretanto estas rochas se intemperizam mais facilmente e geralmente são muito fraturadas. Quando sãs, são bons materiais para pedra britada em agregado asfáltico e para concreto e lastro para ferrovia, fundação. Quando alteradas geram solos argilosos mais coesos com maior estabilidade com relação a erosão e escorregamentos. Em alguns casos possuem argilo-minerais expansivos, como as montmorilonitas, o que pode deixar os maciços desagregáveis quando passam por vários ciclos de umidade e secagem (Parizzi et. al, 2010).</p>
GRUPO 8	<p>São depósitos geológicos muito conhecidos devido a sua forma de ocorrência, geralmente como depósitos transportados por gravidade (quedas e escorregamentos) ou depositados em planícies aluvionares. Nos depósitos coluvionares é comum a ocorrência de rastejamento, movimento lento do terreno encosta abaixo, que podem provocar sérios danos nas estruturas rígidas das construções e até quedas e desabamentos. Uma exceção são as cangas, depósitos coluvionares com alto teor em ferro. Estas são porosas o que indica áreas de recarga de aquíferos e também bem resistentes pela cimentação ferruginosa, não apresentando grandes problemas para obras urbanas.</p> <p>Entretanto as cangas devem ser preservadas por protegerem as encostas contra erosão e estimularem a infiltração das águas pluviais. Nas planícies de inundações os depósitos aluvionares são altamente plásticos e recalques por adensamento são processos comuns, exigindo tratamentos especiais de fundação. Geralmente estão em áreas susceptíveis a alagamentos e inundações freqüentes. Em geral possuem baixa resistência mecânica e sua ocupação não é recomendada. O grupo apresenta</p>

GRUPO (PDDI)	JUSTIFICATIVA (PDDI)
	potencialidade para a obtenção de material de construção como areia (Parizzi et. al, 2010 aput Mohallen,et al. 2008).

Quadro 8 - Grupos e notas das unidades geotécnicas. Fonte: PARIZZI et. al., 2010.

3.4. ANÁLISE DE MULTICRITÉRIOS

A análise de multicritério tem sido bastante utilizada como ferramenta de planejamento e gestão, uma vez que permite a identificação, seleção e ponderação das diversas variáveis caracterizando assim uma região abordando seus fatores ambiental, social e econômico.

Foram identificados os critérios importantes para a caracterização ecológica e econômica. Após a escolha destes, realizou-se a ponderação dos critérios e atribuiu-se pontuação a cada um de seus itens segundo uma escala de valores definidos previamente. Os resultados traduzem o grau de pertinência para um objetivo específico de análise, de alto a baixo. A partir desta definição foi possível criar as “Sínteses de Interesse Ecológico” e “Síntese de Interesse Econômico” e “Áreas de Conflitos de Interesses” utilizando a análise de multicritério no SIG.

Para elaboração das sínteses todos os mapas criados das variáveis que estavam em formato matricial foram transformados em raster com uma resolução espacial de 30m. Os valores definidos para análise foram baseados no Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte, que foi realizado em 2010 por especialistas e conhecedores das temáticas abordadas nas variáveis. Os fluxogramas representados na **Figura 8** e na Figura 9 apresentam o processo de construção das sínteses geradas.

3.4.1. SÍNTESE DE INTERESSE ECOLÓGICO

Para elaboração da síntese de interesse ecológico foi realizado o processo de reclassificação das classes identificadas nas variáveis de acordo com o grau de interesse de preservação ambiental conforme apresentado no **Quadro 9**.

VARIÁVEL	CLASSES	NOTA	CARACTERÍSTICAS
Uso do Solo	Mineração	1	Área que concentram atividade minerária
	Água	2	Área de barragem das mineradoras
	Área Antropizada	1	Áreas com estruturas urbanas (bairros, condomínios, sítios)

VARIÁVEL	CLASSES	NOTA	CARACTERÍSTICAS
Cobertura Vegetal	Vegetação Arbórea	10	Vegetação de porte arbóreo (mata)
	Vegetação Arbustiva	10	Vegetação de médio porte (Cerrado)
	Vegetação Rasteira	8	Vegetação de pequeno porte (Campo Rupestre)
Declividade	0 a 45%	2	Área mais susceptível a ocupação urbana com menor interesse de preservação
	Acima de 45%	10	Área de Preservação Permanente - APP
Áreas de Preservação Permanente - APPs	Hidrografia	8	Área protegida por lei – APP (buffer de 30 metros)
	Nascentes	10	Área protegida por lei – APP (buffer de 501 metros)

Quadro 9 – Síntese dos interesses ecológico: variáveis, classes, pesos, nota e suas respectivas características.

A etapa seguinte foi estabelecer os pesos para cada uma das variáveis totalizando 100%, conforme apresentado no **Quadro 10**. Por fim foi realizada a análise de multicritérios utilizando os valores apresentados no Plano Diretor Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte – PDDI e os conhecimentos adquiridos com o estudo da bacia do Ribeirão Macacos.

VARIÁVEL	PESO
Uso do Solo	50%
Cobertura Vegetal	
Declividade	10%
APP Hidrografia	40%
APP Topo de Morro	

Quadro 10 – Peso das variáveis da Síntese Ambiental

O roteiro metodológico seguido para gerar a síntese de interesse ambiental está apresentado no fluxograma abaixo (Figura 8).

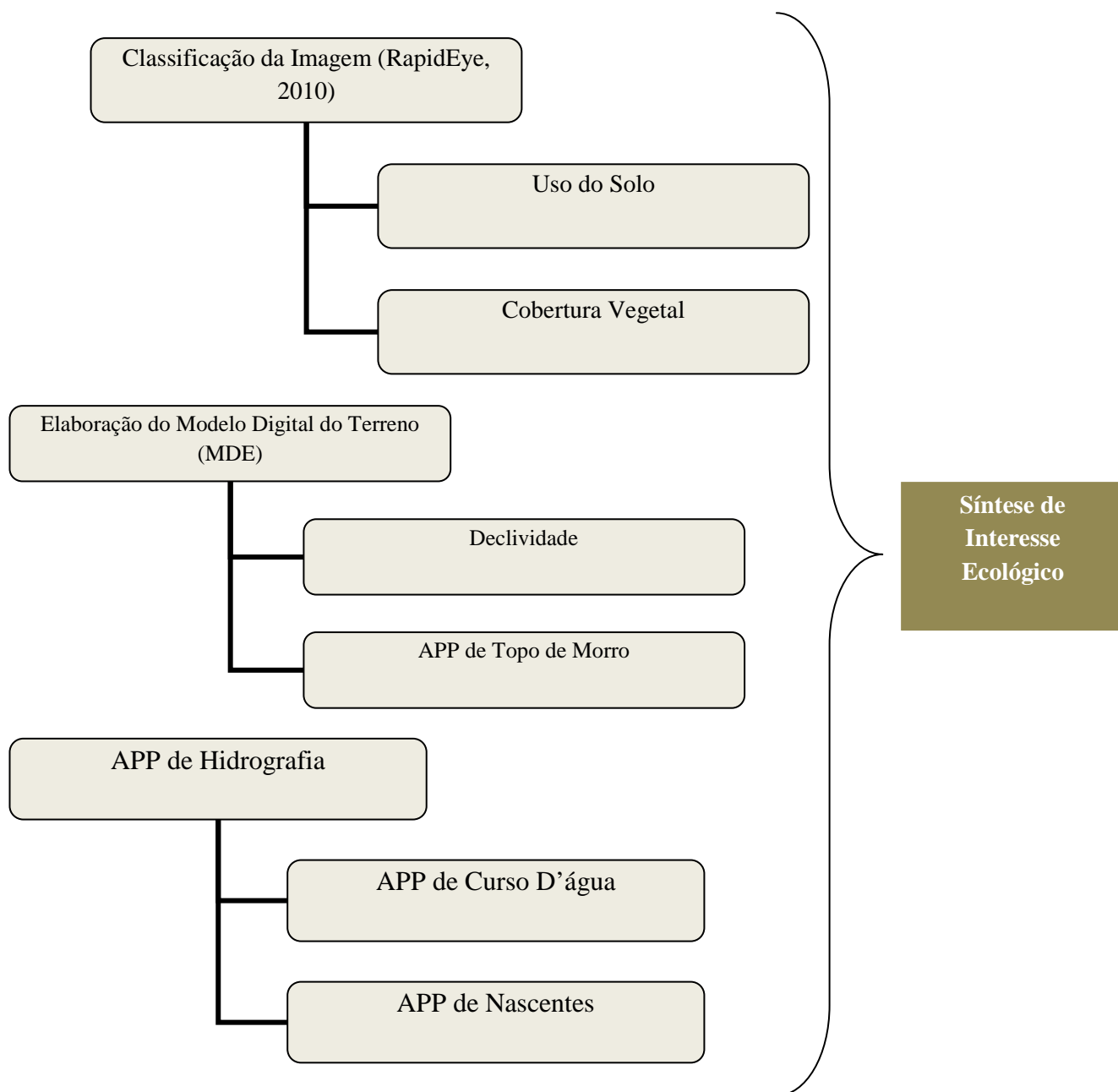


Figura 8 - Fluxograma da Síntese de Interesse Ecológico

Nesta síntese não foram consideradas as APPs de Topo de Morro e as Unidades de Conservação uma vez que estas ocupam cerca de 95% da área da bacia, conforme pode ser visualizado nos anexos 4 e 8.

3.4.2.SÍNTESE DE INTERESSE ECONOMICO

A elaboração da síntese de interesse Econômico seguiu o mesmo procedimento para elaboração da síntese ecológico considerando os interesses econômicos da área em estudo, abrangendo um dos principais interesses econômicos da região: a especulação imobiliária. O roteiro metodológico para esta síntese esta representado no fluxograma na Figura 9:

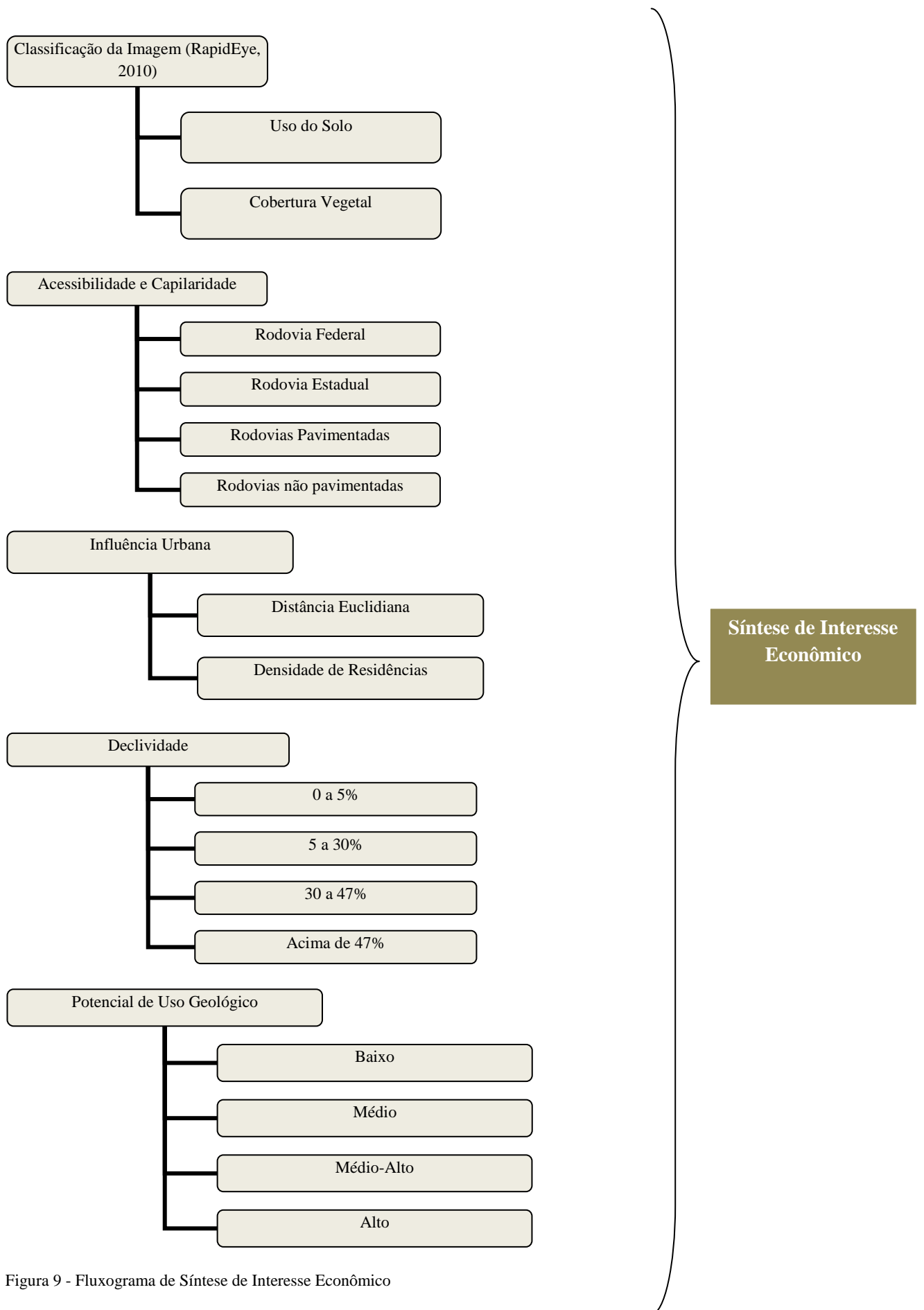


Figura 9 - Fluxograma de Síntese de Interesse Econômico

As variáveis e pesos definidos para a síntese de interesse econômico estão apresentados no **Quadro 11** a seguir.

VARIÁVEL	PESO
Uso do Solo e cobertura vegetal	10%
Acessibilidade e Capilaridade	25%
Distância de área urbana	20%
Densidade de residências	20%
Declividade	15%
Potencial de uso	10%

Quadro 11 – Peso das Variáveis da Síntese Econômica.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1.1. SÍNTESE DE INTERESSE ECOLÓGICO

Na síntese de interesse ecológico foram consideradas cinco variáveis: uso do solo, cobertura vegetal, APP de hidrografia, APP de nascentes e APP de declividade. Para a definição dos pesos estas variáveis foram agrupadas e as notas foram atribuídas considerando o interesse na preservação da área. O Quadro 12 apresenta as variáveis, os pesos, as notas bem como a justificativa destas.

VARIÁVEL	CLASSES	NOTA	PESO	JUSTIFICATIVA
Uso do Solo	Mineração	1	50%	Área com intensa atividade antrópica, com baixo interesse de preservação. Do ponto de vista ecológico há um grande interesse em não expandir esta área e no comprimento das compensações e mitigações ambientais
	Água	2		Nesta área foi considerada apenas as barragens das mineradoras. O interesse na preservação deste é baixo. No entanto há um grande interesse na preservação da qualidade e não contaminação destes.
	Área Antropizada	1		Áreas com estruturas urbanas (bairros, condomínios, sítios) com baixo interesse de preservação mas com grande interesse em

VARIÁVEL	CLASSES	NOTA	PESO	JUSTIFICATIVA
				não expandir esta área.
Cobertura Vegetal	Vegetação Arbórea	10		Vegetação de porte arbóreo (mata) com alto interesse de preservação
	Vegetação Arbustiva	10		Vegetação de médio porte (Cerrado) com alto interesse de preservação
	Vegetação Rasteira	8		Vegetação de pequeno porte com médio a alto interesse de preservação (pode ser uma área em recuperação / ou antropizadas (pasto) ou campo rupestre)
Declividade	0 a 45%	2	10%	Área com baixo interesse de preservação uma vez que são mais susceptível a ocupação urbana.
	Acima de 45%	10		Área com alto interesse de preservação uma vez que são protegidas por lei (Área de Preservação Permanente – APP)
Áreas de Preservação Permanente - APPs	Hidrografia	8	40%	Área com médio a alto interesse de preservação uma vez que são protegidas por lei (Área de Preservação Permanente – APP)
	Nascentes	10		Área com alto interesse de preservação uma vez que são protegidas por lei (Área de Preservação Permanente – APP)

Quadro 12 – variáveis da síntese ecológica: pesos, notas e justificativas.

Durante o processo de elaboração da Síntese Ecológica, realizou-se o processo de reclassificação das classes presentes nas variáveis utilizadas, considerando-se o nível de importância segundo o interesse para a preservação. Assim, atribuiu-se notas de um a dez, as quais foram agrupadas em três classes (Quadro 13), sendo assim distribuídas:

NIVEL DE IMPORTÂNCIA	NOTA
Alta	8 a 10
Média a Alta	6 e 7
Média	4 e 5
Baixa	1 a 3

Quadro 13- síntese ecológica: nível de importância e notas atribuídas. Fonte: SILVA, 2012, adaptado.

Os resultados obtidos com análise de multicritérios, na síntese ecológica, permite avaliar de uma forma sistêmica a bacia do Ribeirão Macacos permitindo afirmar que a bacia apresenta uma importância de média a alta de interesse de preservação. Tal fato pode ser justificado pela grande área de cobertura vegetal e áreas protegidas como as APPs.

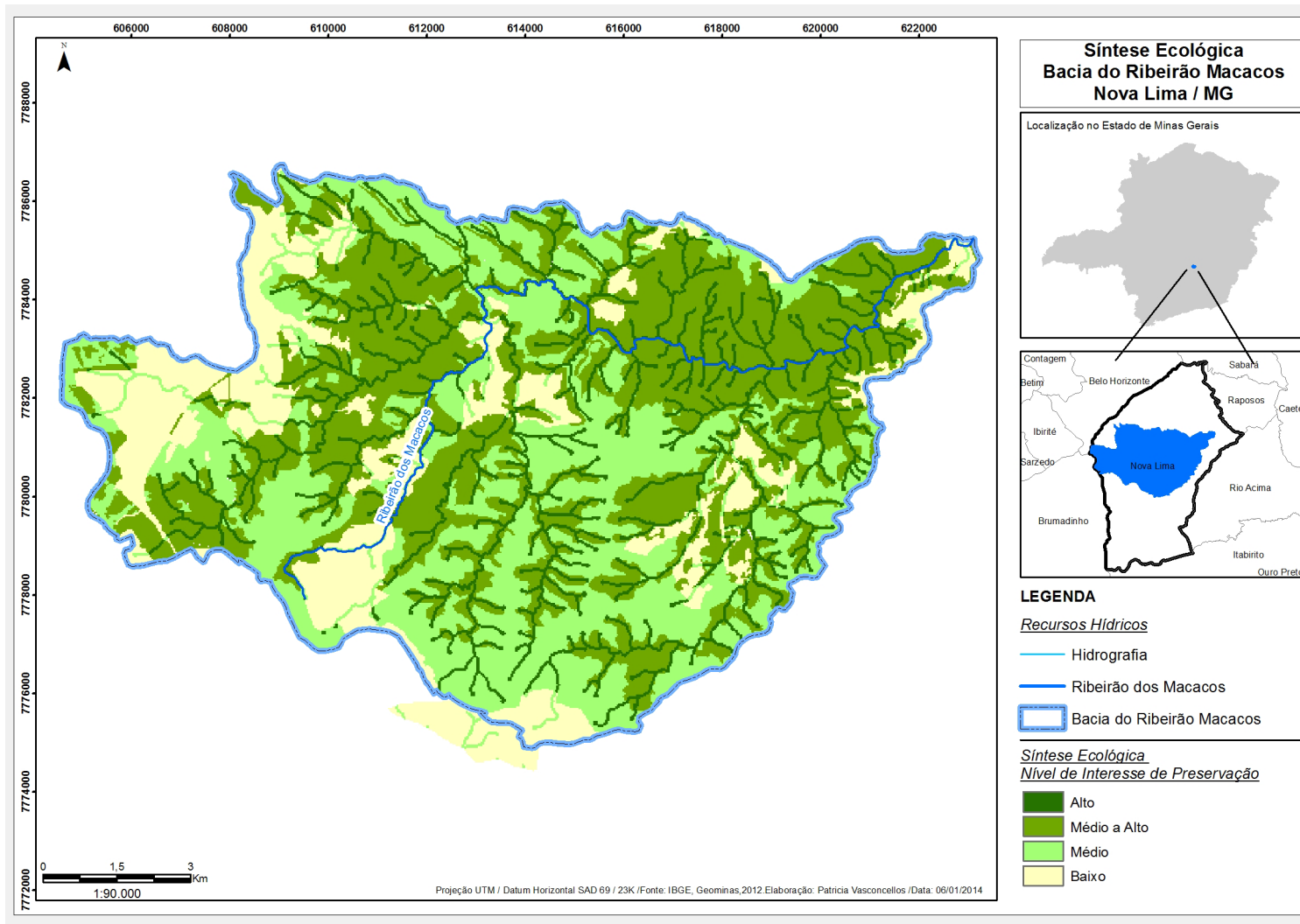


Figura 10 - Mapa da Síntese Ecológica

4.1.2.SÍNTESE DE INTERESSE ECONÔMICO

Para a elaboração da síntese de interesse econômico foram consideradas cinco variáveis: uso do solo, cobertura vegetal, APP de hidrografia, APP de nascentes e APP de declividade. Para a definição dos pesos estas variáveis foram agrupadas e as notas foram atribuídas considerando o interesse na preservação da área. O Quadro 12 apresenta as variáveis, os pesos, as notas bem como a justificativa destas.

VARIÁVEL	CLASSES	NOTA	PESO	JUSTIFICATIVA
Uso do Solo	Mineração	6	10%	Área com intensa atividade antrópica, com baixo interesse de preservação. Do ponto de vista ecológico há um grande interesse em não expandir esta área e no comprimento das compensações e mitigações ambientais
	Água	1		Nesta área foi considerada apenas as barragens das mineradoras. O interesse na preservação deste é baixo. No entanto há um grande interesse na preservação da qualidade e não contaminação destes.
	Área Antropizada	10		Áreas com estruturas urbanas (bairros, condomínios, sítios) com baixo interesse de preservação mas com grande interesse em não expandir esta área.
Cobertura Vegetal	Vegetação Arbórea	2	25%	Vegetação de porte arbóreo (mata) com alto interesse de preservação
	Vegetação Arbustiva	3		Vegetação de médio porte (Cerrado) com alto interesse de preservação
	Vegetação Rasteira	4		Vegetação de pequeno porte com médio a alto interesse de preservação (pode ser uma área em recuperação / ou antropizadas (pasto) ou campo rupestre)
Acessibilidade e Capilaridade	Muito Alta	10	25%	Considerou-se que quanto mais acessos e maior capilaridade a região tiver maior é o interesse econômico uma vez que dispõe de recursos viários para a expansão urbana.
	Alta	9		
	Média	5		
	Baixa	2		
	Baixa	1		
Distância de área urbana	0 a 100 m	10	20%	Considerou que quanto mais próximo dos núcleos urbanos maior é o interesse

VARIÁVEL	CLASSES	NOTA	PESO	JUSTIFICATIVA
	100 a 500 m	9		econômico uma vez que se pressupõe haver maior infraestrutura para urbanização
	500 a 1.000 m	8		
	1000 a 1.500 m	7		
	Acima de 1.500m	6		
Densidade de residências	Muito Alta	10	20%	Considerou que quanto maior a densidade de residências maior é o interesse econômico uma vez que já existe estrutura urbana e viária e uma maior facilidade de expansão urbana.
	Alta	9		
	Média	6		
	Média a Baixa	3		
	Baixa	2		
Declividade (percentual)	0 a 5%	5	15%	Área propícia a ocupação mas sujeitas a inundações portanto com médio interesse econômico.
	5 a 30%	9		Área propícia a ocupação com alto interesse econômico
	30 a 47%	6		Área propícia a ocupação desde que tenha laudo técnico. Possui médio interesse econômico devido aos custos deste laudo.
	Acima de 47%	2		Área protegida por lei (APP) com baixo interesse econômico
Potencial de Uso	Alto	5	10%	Considerou a tipo de geotécnica da área de estudo de acordo com a classificação do PDDI.
	Muito Alta	4		
	Media	3		
	Baixa	2		

Quadro 14 – variáveis da síntese econômica: pesos, notas e justificativas.

Durante o processo de elaboração da Síntese Econômica, realizou-se o processo de reclassificação das classes presentes nas variáveis utilizadas, considerando-se o nível de importância segundo o interesse para a do empreendedor principalmente sobre a ótica da especulação imobiliária. Assim, as notas foram atribuídas, gerando cinco classes conforme apresentado no Quadro 15.

NIVEL DE IMPORTÂNCIA	NOTA
Alta	8 a 10
Média a Alta	6 e 7
Média	4 e 5
Media a baixa	
Baixa	1 a 3

Quadro 15 - síntese econômica: nível de importância e notas atribuídas. Fonte: SILVA, 2012, adaptado.

Para a síntese econômica, os resultados obtidos, também possibilitaram uma visão sistêmica deste interesse na bacia do Ribeirão Macacos. O mapa apresenta uma divisão de interesse econômico onde na porção oeste há um maior interesse econômico, região em que concentra o bairro Jardim Canadá, que oferece bastante infraestrutura para a região, a BR-040, e a maioria dos condomínios fechados presentes nesta bacia. Já a porção leste / sudeste e uma pequena parte da porção norte apresenta um grau de importância econômica médio a baixo, pois apresentam áreas mais preservadas e protegidas por lei com maiores dificuldades de expansão imobiliária.

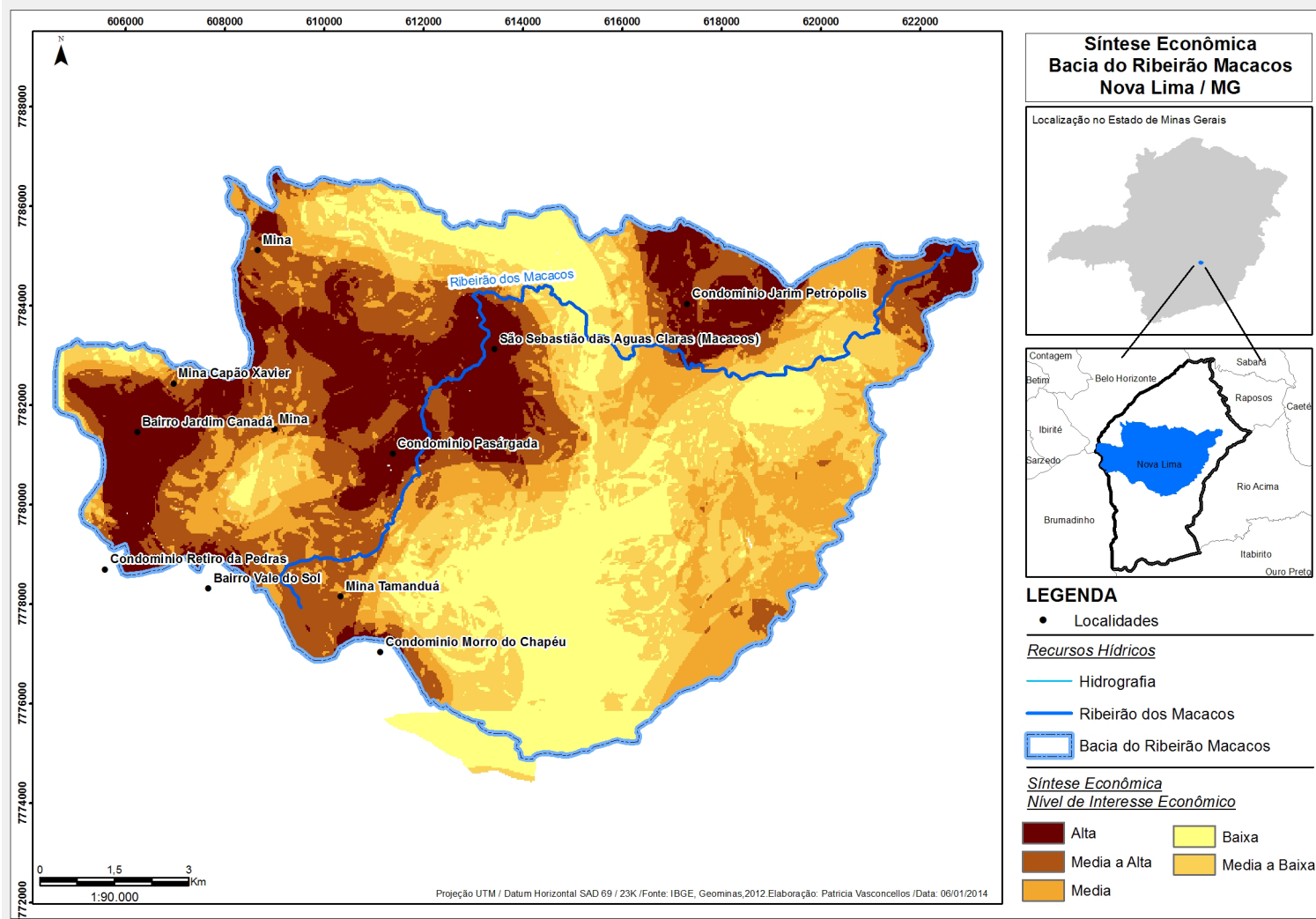


Figura 11 – Mapa da Síntese Econômica

4.1.3.CONFLITOS DE INTERESSES

Considerando as sínteses elaboradas (interesses Ecológico e Econômico) faz-se necessário a comparação destes, para a identificação dos conflitos ocorrentes na área de estudo. Para esta análise foi utilizada a análise de multicritério classificado de acordo com o nível de conflito de interesse na mesma região (muito baixo, baixo, médio, médio a alto e alto).

Os resultados apresentados no mapa de conflitos de interesses (Figura 12) demonstram que as áreas de conflitos, na Bacia do Ribeirão Macacos, são aquelas que apresentam alto grau de interesse tanto ecológico quanto econômico. Estas áreas estão localizadas próximas às áreas urbanas já consolidadas, aos condomínios fechados que já existem na região. Do ponto de vista econômico há um grande interesse em expandir estas áreas enquanto que ecologicamente há interesse é contrário visando a preservação das áreas do entorno.

As áreas que apresentam muito baixo e baixo conflito de interesse são aquelas com grande interesse de preservação ambiental e baixo interesse econômico e estão localizada na porção sul da bacia.

Outro fator a ser considerado é a atividade minerária na região de estudo que também tem um alto grau de importância econômica.

As áreas sem conflitos estão representadas por aquela que tenham um baixo grau de interesse tanto ecológico quanto econômico. Na bacia do Ribeirão Macacos não foram identificadas estas áreas.

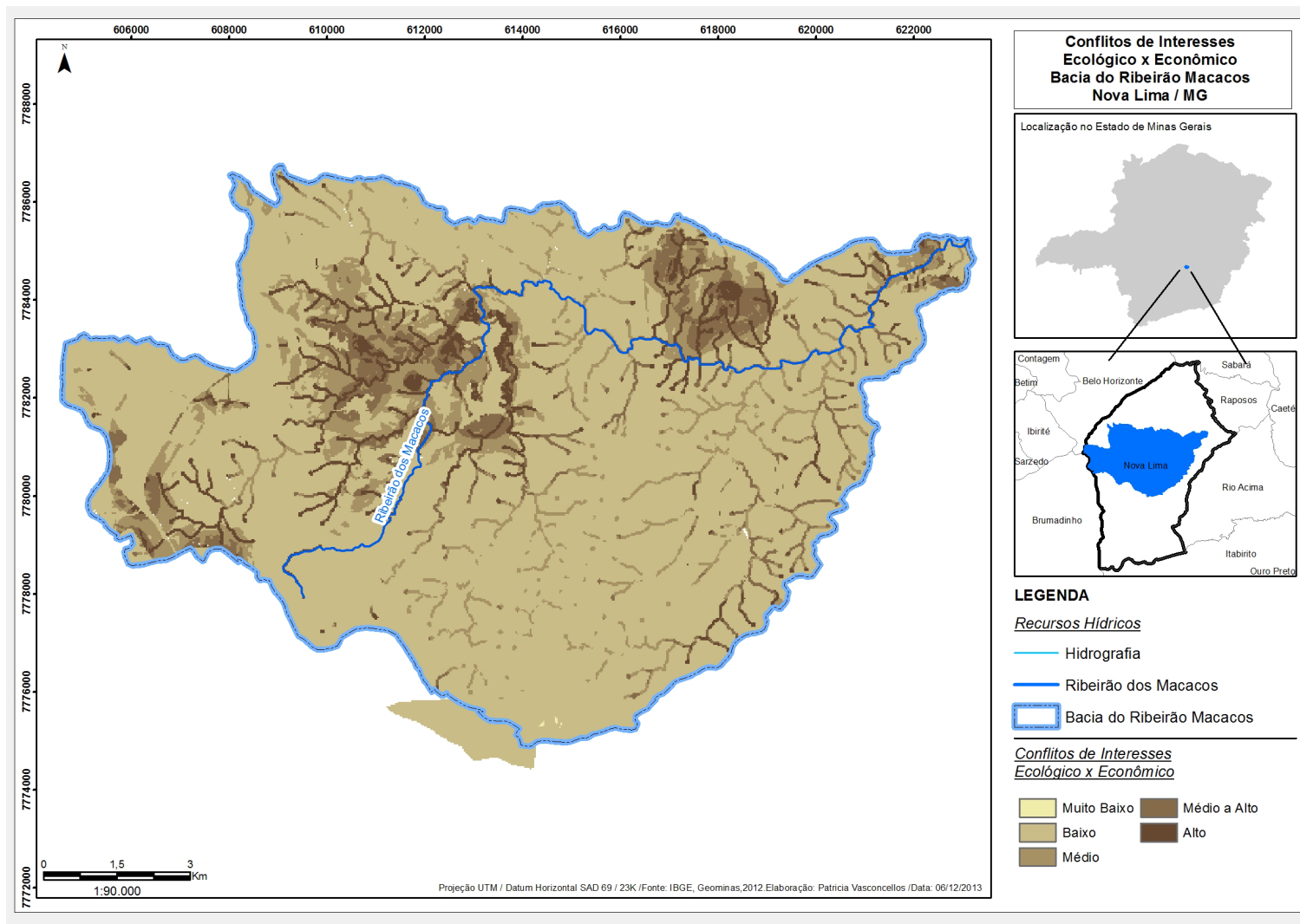


Figura 12 – Mapa de Conflitos da Síntese Econômico x Ecológico.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Nova Lima, com uma extensão territorial de 429 km², integra a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), localizada na porção central do estado de Minas Gerais. Situada a aproximadamente 22 km da capital, Nova Lima possui uma localização privilegiada uma vez que se encontra próxima à BR-040, uma das principais rodovias do país.

Uma das características mais marcantes da urbanização de Nova Lima é a sua estreita vinculação com os condicionantes impostos pela mineração do ouro e posteriormente do ferro, retratada principalmente pela extraordinária concentração da propriedade da terra pelas mineradoras - 91% da área total do município de Nova Lima provém de territórios vinculados à mineração.

Tal fato, associado aos condicionantes do quadro natural e às poucas alternativas de acesso viário, fizeram com que a expansão metropolitana de Belo Horizonte em direção a Nova Lima ocorresse com um razoável grau de controle, com modelos de parcelamentos que garantiram uma ocupação de baixa densidade e quase exclusivamente residencial.

A partir de 2002, a administração municipal incentivou a implantação de loteamentos, vista como uma nova atividade econômica para o município. Algumas das principais mineradoras da região estenderam suas atividades ao setor imobiliário, aumentando assim, a oferta de áreas que seriam destinadas, entre outros usos, a novos condomínios residenciais.

Por ser um município limítrofe a Belo Horizonte, Nova Lima passa por grande pressão e influência de Belo Horizonte, seja em nível ambiental ou econômico. O município integra os principais vetores de crescimento metropolitano. Aquém do núcleo central tradicional, o município vivencia um processo acelerado de conurbação com a capital mineira a partir do trevo do BH Shopping e do Bairro Belvedere, principalmente através da implantação de inúmeros condomínios residenciais unifamiliares e multifamiliares para famílias de classe média alta e alta, notadamente na bacia do Ribeirão Macacos que abrangem a MG-030 e a BR-040.

Neste sentido a Bacia do Ribeirão Macacos representa bem a região que é heterogênea, com a seguinte particularidade do ponto de vista sócio espacial: a população rural é composta por um segmento cada vez menor de trabalhadores vinculados à mineração e a população de alta renda, composta de dirigentes e profissionais de nível superior, moradora de condomínios fechados, que se estendem pelo município.

No entanto, apesar desta forte expansão urbana a bacia do Ribeirão Macacos ainda se apresenta bastante conservada, uma vez que cerca de 80% da sua área possui cobertura Vegetal, conforme apresentado no mapeamento de Cobertura Vegetal e Uso do Solo (Anexo 2). Tal fato gera um grande conflito de interesses: de um lado o ecológico visando a preservação desta área e de outro o econômico com objetivo de fomentar a expansão imobiliária e a exploração mineral.

As sínteses geradas apresentam bem esta realidade onde as áreas de conflito identificadas são maiores do que as de interesses ecológico e econômico. Estas áreas identificadas na análise permitem identificar áreas mais propensas para ocupação como menos conflitos ecológico uma vez que o público que busca residência nesta região tem o propósito de viver em áreas com maiores espaços naturais.

Os resultados deste estudo apresentam um maior conhecimento sobre a realidade da Bacia do Ribeirão Macacos, podendo ser utilizado como instrumento de apoio, planejamento e tomada de decisão tanto do poder público quanto privada em relação a ocupação e a preservação do espaço territorial, conciliando principalmente os componentes ambiental e econômico, para o desenvolvimento sustentável da região.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.; FUCKS, S. D.; CARVALHO, M.S. **Análise Espacial e Geoprocessamento**. Disponível em < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap1-intro.pdf>> Acessado: 08/07/2013.

CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO. Lei 12.651 de 25 de maio de 2012. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm acessado em 25/09/2013

FERNANDES, E. **Método de Elaboração de Mapa Interativo de Sugestão de Uso do Espaço com Apoio da Lógica Difusa**. Tese de Doutorado. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

JALES, L.F.; SILVA, L.G.N.V; VASCONCELOS, F.M. **Análise multicritério para definição de áreas prioritárias para implantação de projeto de Pagamento por Serviços Eossistêmicos no município de Brumadinho, MG**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE. Disponível em <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1185.pdf> Acessado em 29/07/2013.

LANDAU, E.C; GUIMARÃES, D. P. **Análise Comparativa entre os modelos digitais de elevação ASTER, SRTM e TOPODATA**. Embrapa Milho e Sorgo – Embrapa / CNPMS. ANAIS XV SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Curitiba, 2011. Disponível em <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.18.13.40/doc/p1537.pdf>. Acessado em 04/11/2013.

LUCAS, D.F.; FONSECA, B.M.; Jesus, J.R.P. **Análise Espacial dos Fragmentos florestais em São Gonçalo do Rio Abaixo – MG**. In: Anais. Foz do Iguaçu, 13 a 18 de abril de 2013. Disponível em <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0409.pdf>> Acessado em 09/07/2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Zoneamento Ecológico Econômico. Apresentação. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial>> Acessado em 25/07/2013.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. ESCOLA NACIONAL DE CIÊNCIAS ESTATÍSTICAS. **As difíceis vias para o desenvolvimento sustentável: gestão descentralizada do território e zoneamento ecológico-econômico**. Cesar Ajara, Rio de Janeiro, 2003.

MAGALHAES, S. R. **Análise do Comportamento do Fogo em Diferentes Período e Configurações da Paisagem da freguesia de Deilão - Portugal**. Dissertação de Mestrado. Santa Catarina: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

MOURA, A. C. M. **Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios**. In: SIMPÓSIO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 13., 2007, Florianópolis, Anais... São José dos Campos: INPE, 2007. Artigos, p. 2899-2906. CD-ROM. (2007b).

OLIVEIRA, I.S.D. **A contribuição do zoneamento ecológico econômico na avaliação do impacto ambiental: bases e proposta metodológicas.** Dissertação de Mestrado. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2004.

OLIVEIRA, R.H.; MOURA, A.C.M. **Utilização SIG e análise multicritérios para implantação de grandes equipamentos turísticos: estudo de caso de um centro de convenções em Belo Horizonte – MG.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 23., 2007, RIO DE JANEIRO.

REZENDE, J. B; LEITE, E.T. **Gestão Pública do Território: o Zoneamento Ecológico-Econômico como instrumento integrado de gestão.** In: Encontro de Administração Pública e Governança, nov. 2010. P. 2.

ROCHA, L.S.; FERNANDES, V.O.; LUSTOSA, P.B. **Análise Espacial Através do Estimador de Intensidade Kernel para as áreas Sujeitas a Riscos Hidrológicos no Município de Salvador -BA.** Artigo. Universidade Federal da Bahia, 2011.

SÁNCHEZ, L.E. (1995). **O Processo de Avaliação de impacto ambiental, seus papéis e funções.** In: Lima, A.L.B.R.; Teixeira, H.R.; SANCHEZ, L.E (Org.) A efetividade da avaliação de impacto ambiental no estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente. P.13-19.

SANGUINETTO, E. **Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) e Sustentabilidade em Minas Gerais.** In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE PATRIMÔNIO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL. 1., 2010, Campinas e Jaguariúna [São Paulo], Brasil. Anais... Campinas [Brasil]: Conpadre, 2010. 23p. Disponível em: www.conpadre.org Acessado em 28/07/2013.

SENA, F.T.N.S; NETO, B.J.S.; LEITE, A.C.S. **Uso do Geoprocessamento como subsidio à Análise Ambiental: Imagem SRTM na Geração dos Mapas Hipsométricos e de declividade das Bacias Difusas da Barragem Boa Esperança no Estado do Piauí.** IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIA GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, Recife, PE, 2012. P.001-005

RESOLUÇÃO CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299> acessado em 25/09/2013.

SILVA, R.S. **Conformidades e Conflitos Ambientais no Município de Ouro Preto como apoio à Gestão e Planejamento Municipal.** Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, CENTRO NACIONAL DE PESQUISAS DE SOLOS. Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo, 3o edição - Campinas, 1996.

ZYNGIER, C. M. **Paisagens Possíveis: Geoprocessamento na Análise da Ação de Agentes modeladores das Paisagens Urbanas dos Bairros Santa Lúcia e Vale do Sereno.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

ANEXO – MAPA TEMÁTICOS

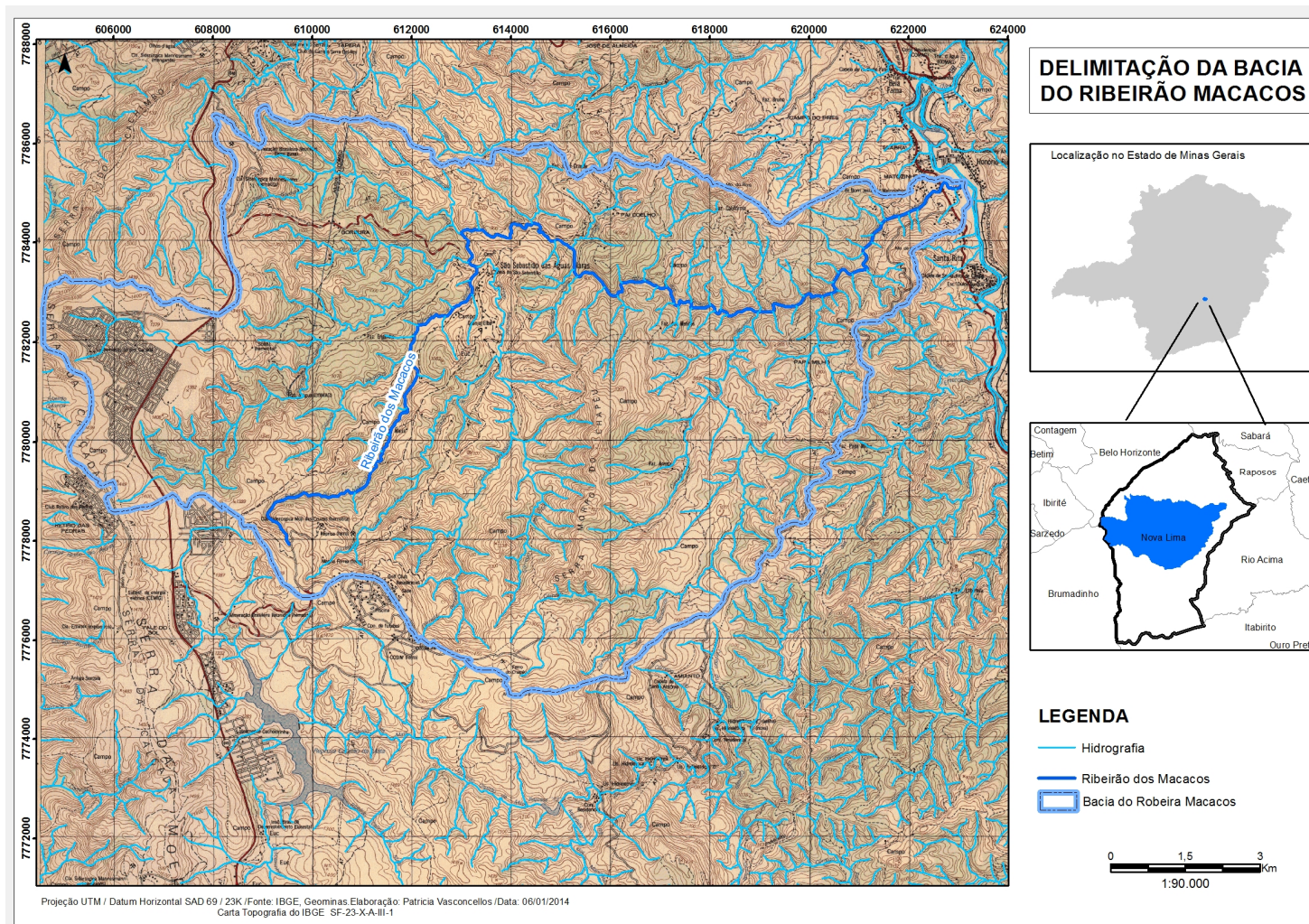


Figura 13 - Mapa da Bacia do Ribeirão Macacos

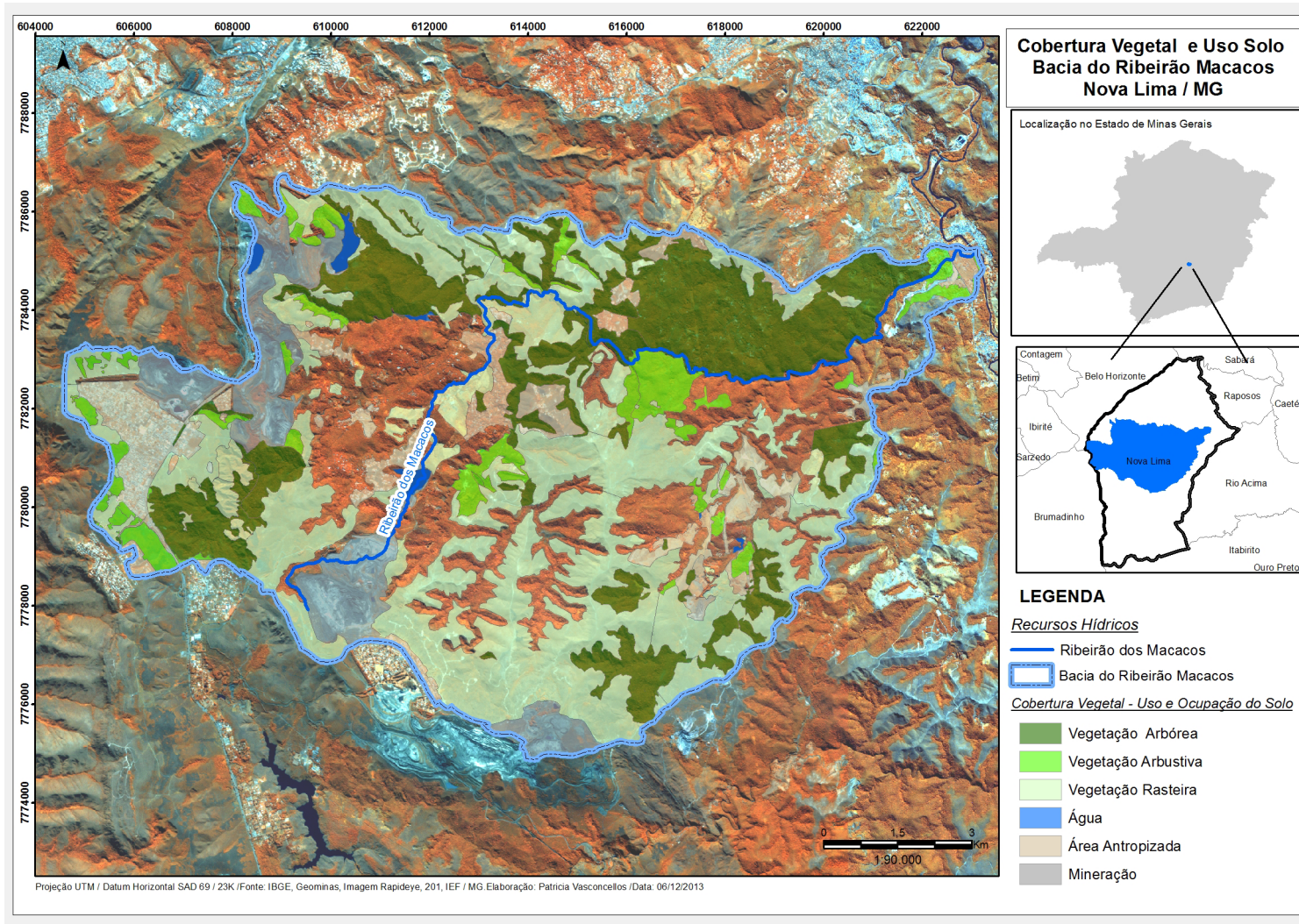


Figura 14 - Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal

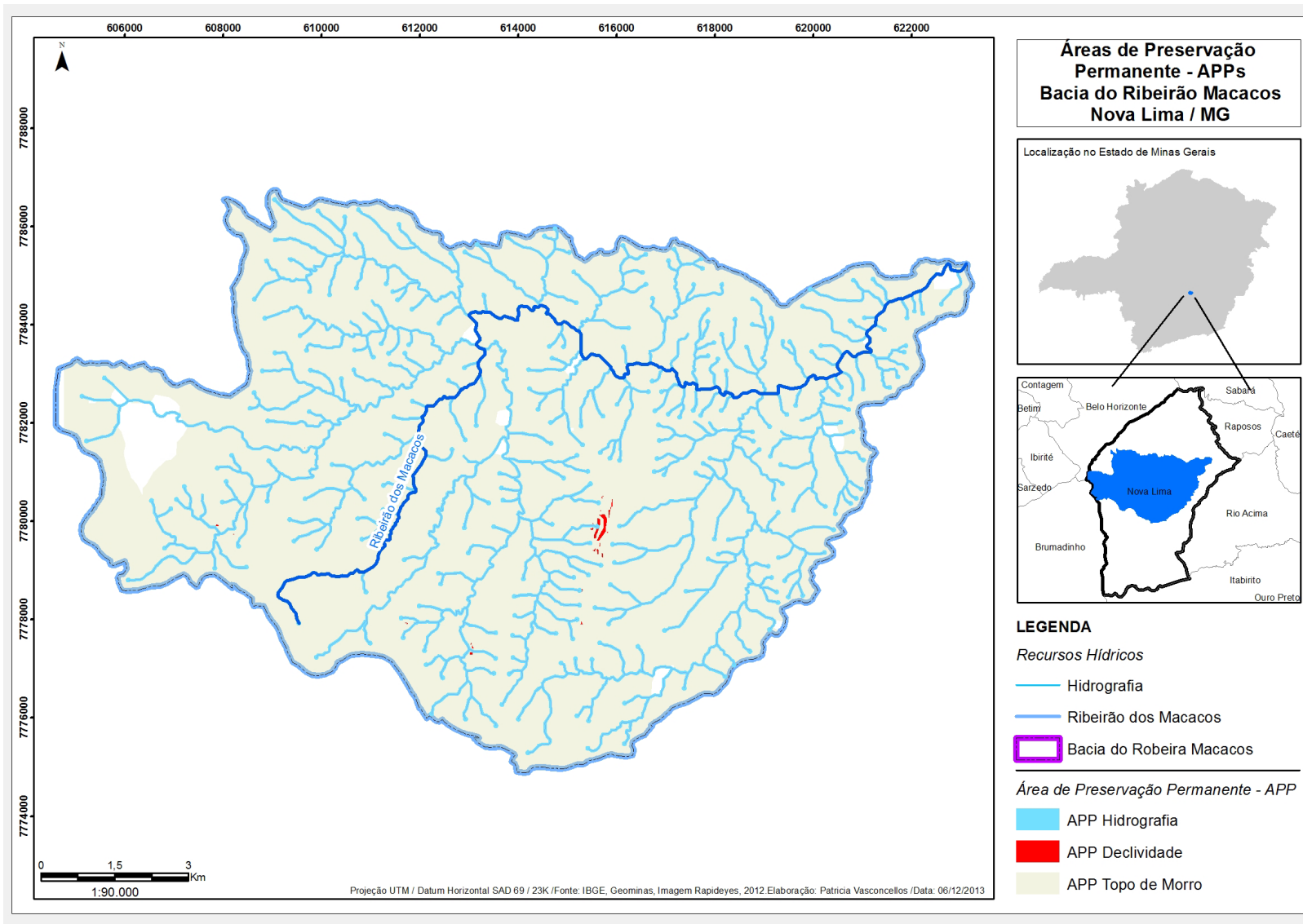


Figura 15 - Mapa das Áreas de Preservação Permanente - APPs

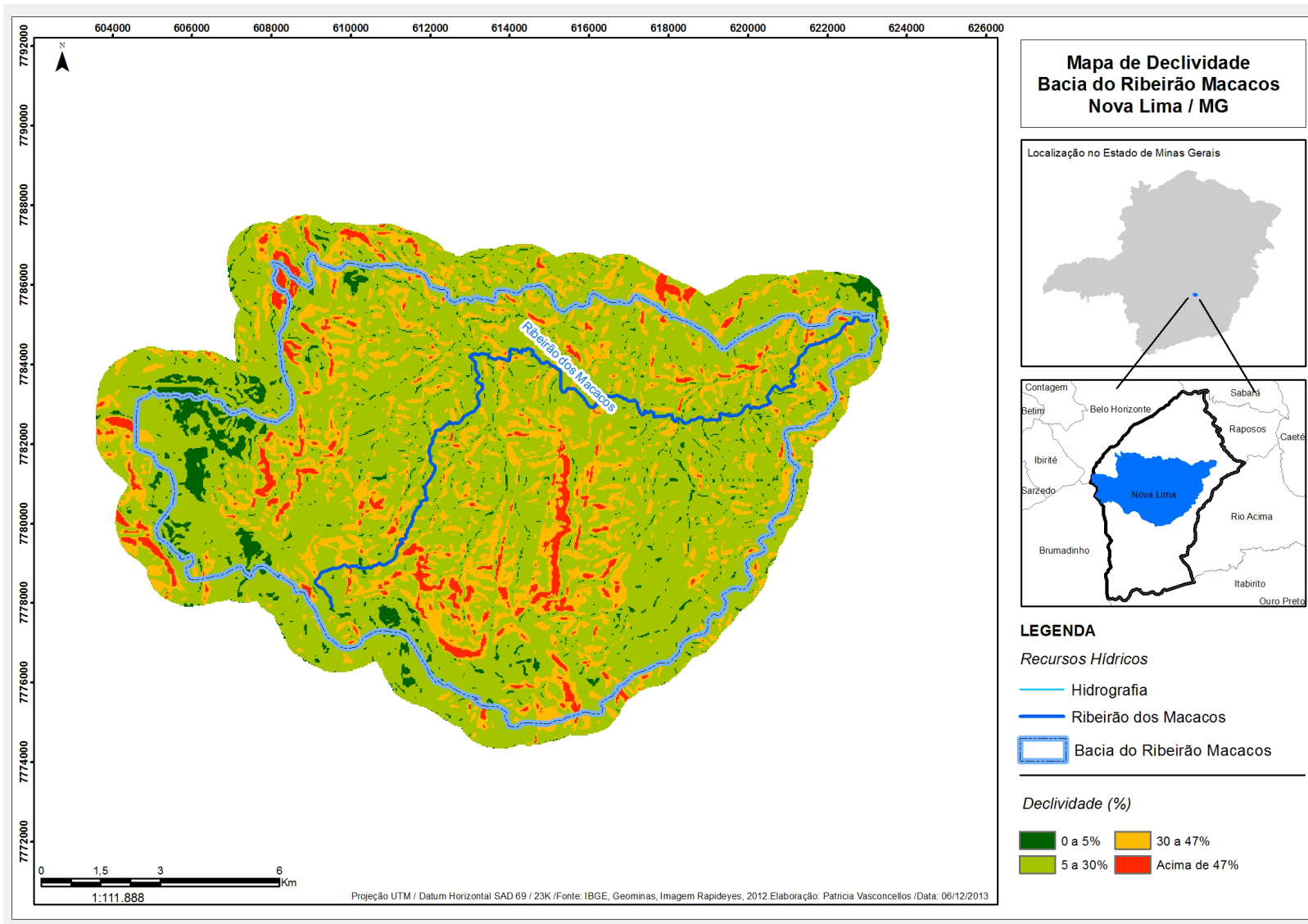


Figura 16 - Mapa de Declividade

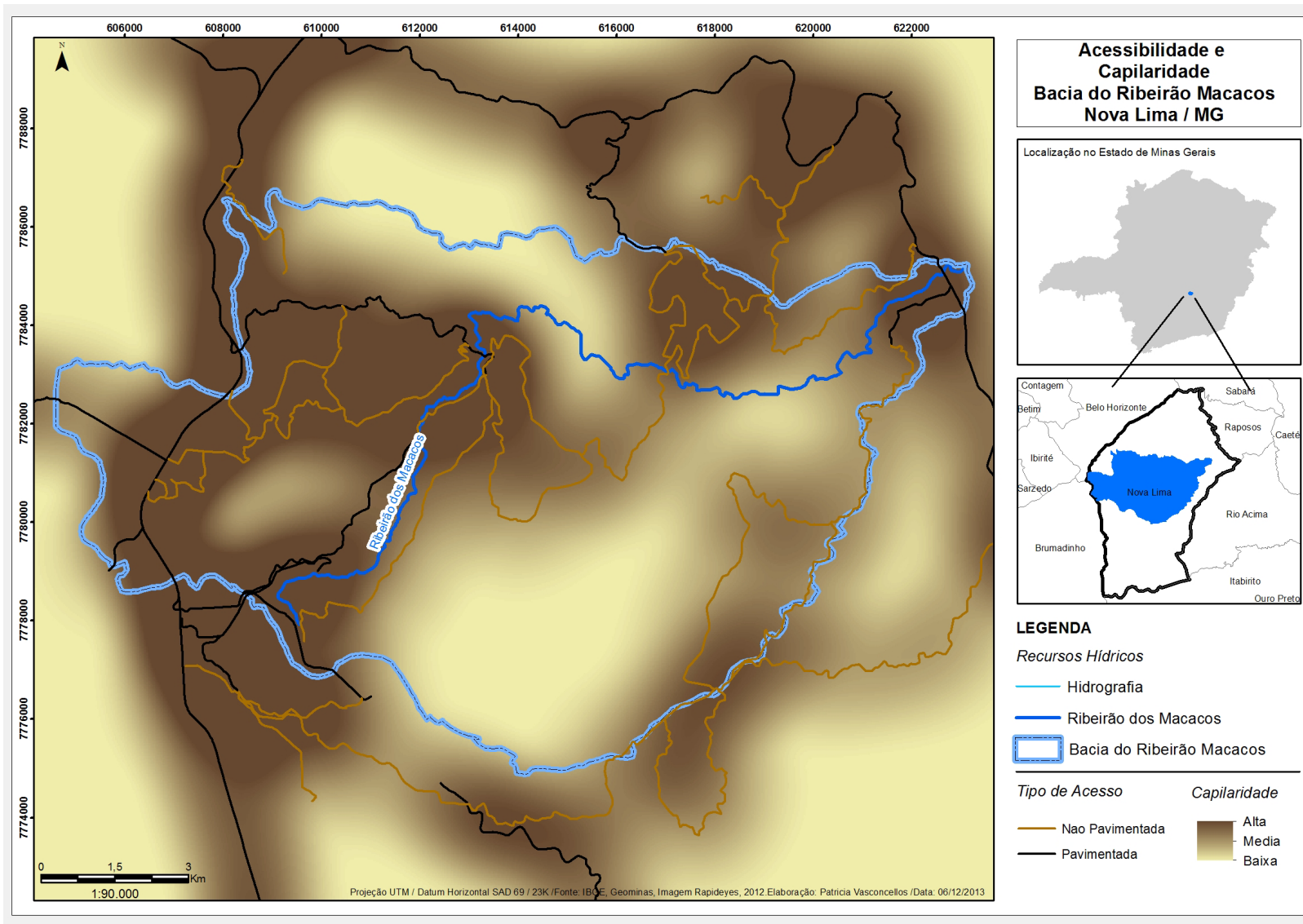


Figura 17 - Mapa de Acessibilidade e Capilaridade

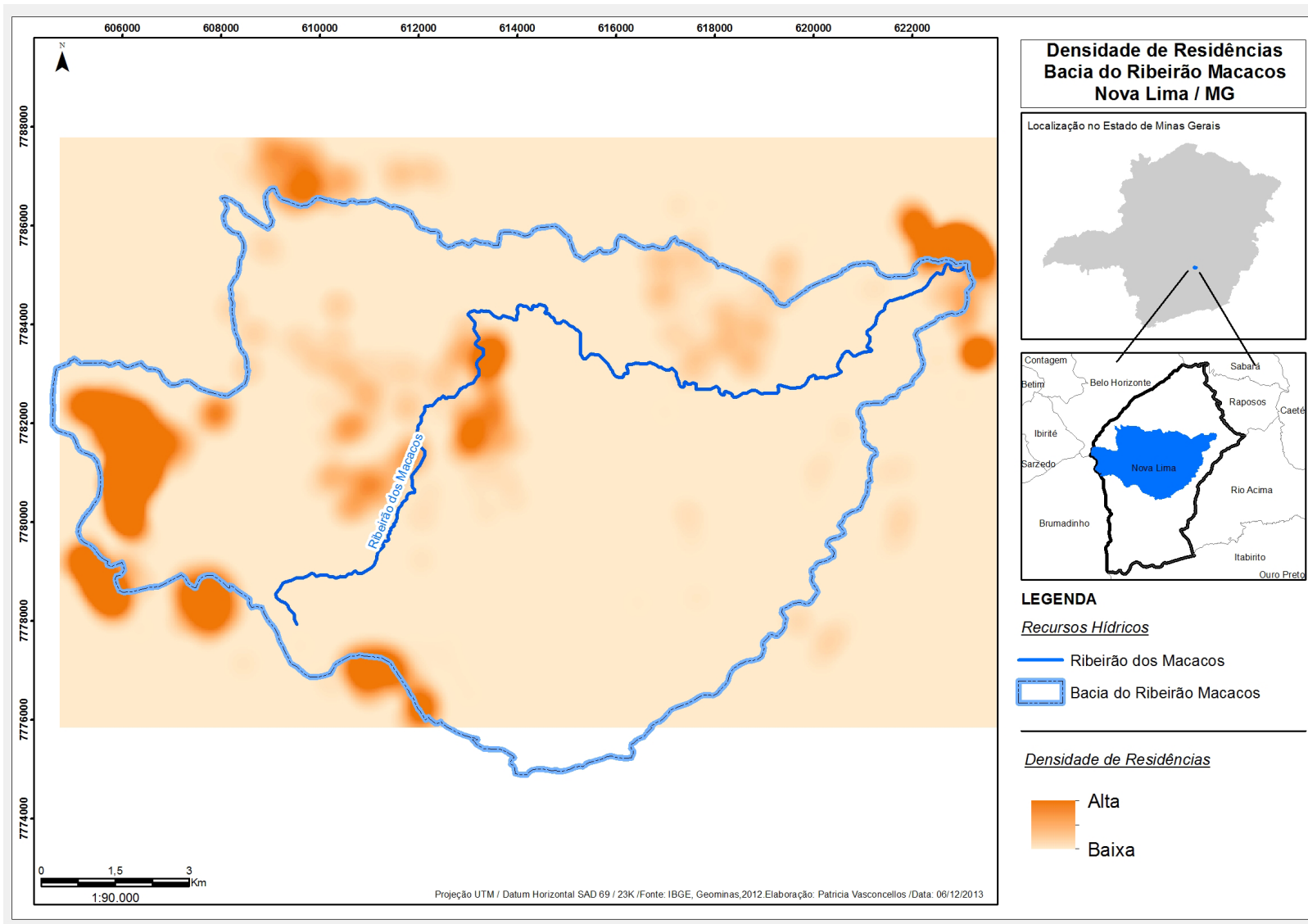


Figura 18 - Mapa de Densidade de Residências

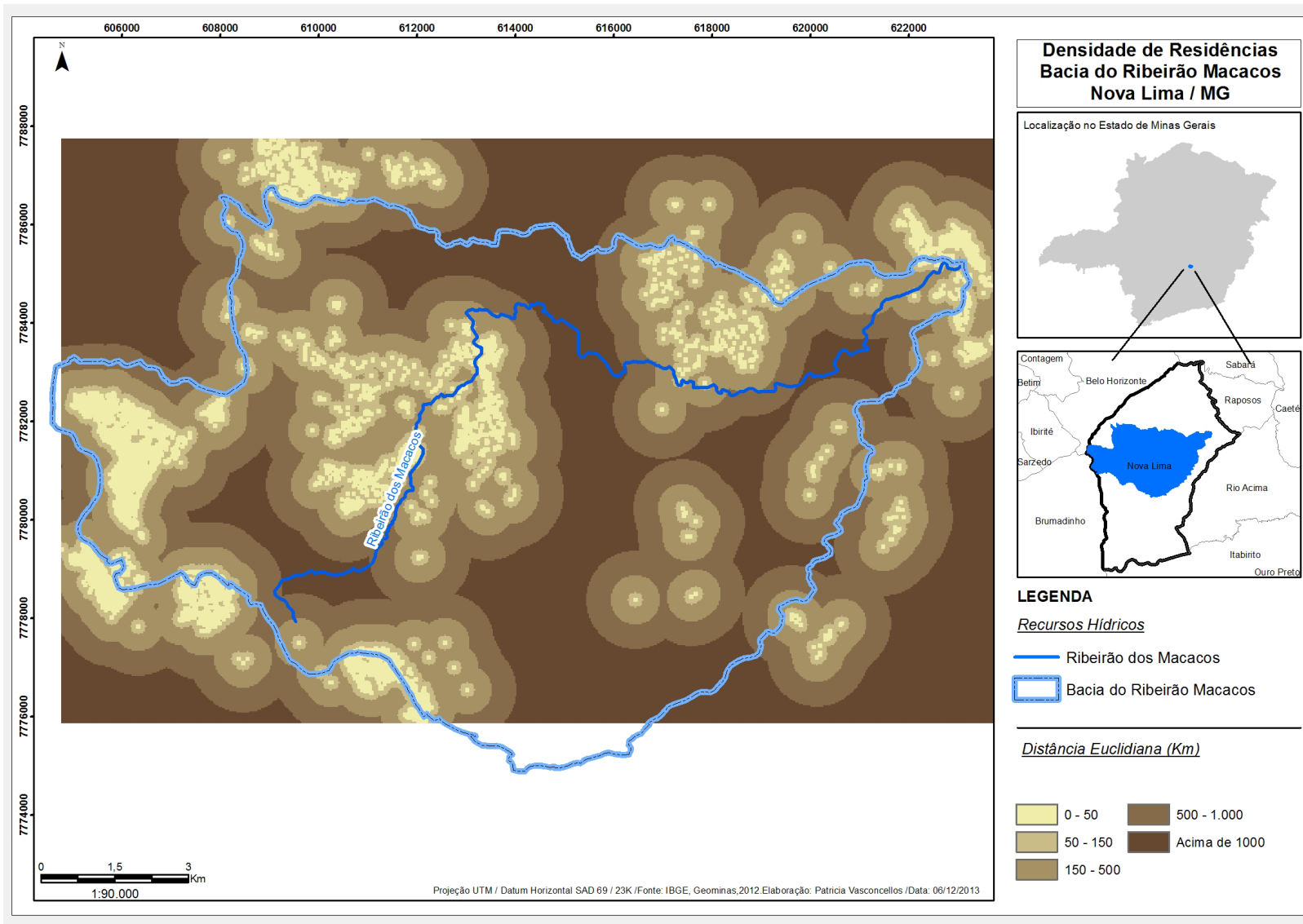


Figura 19 - Mapa da Distância Euclidiana

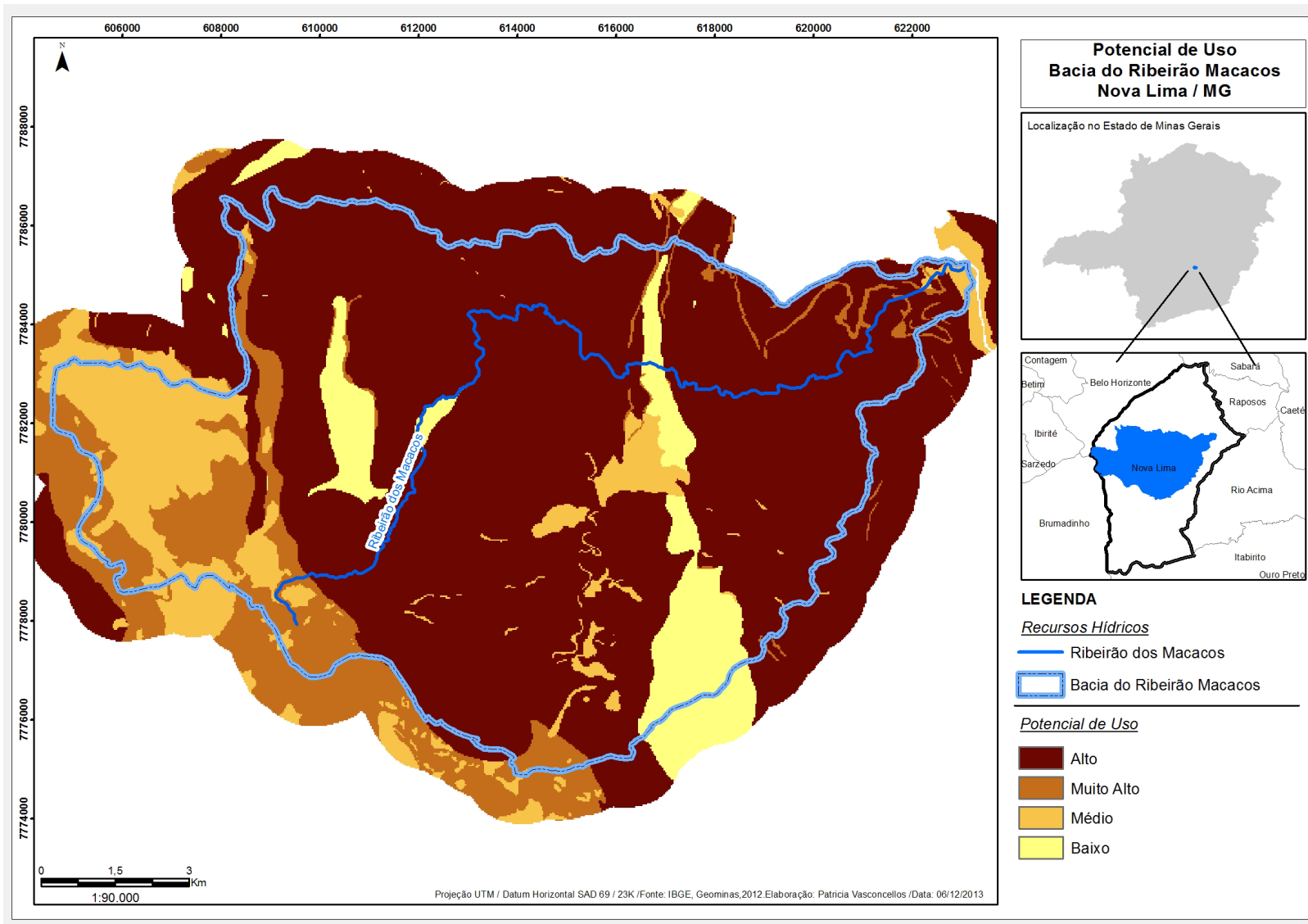


Figura 20 - Mapa de Potencial de Uso do Solo

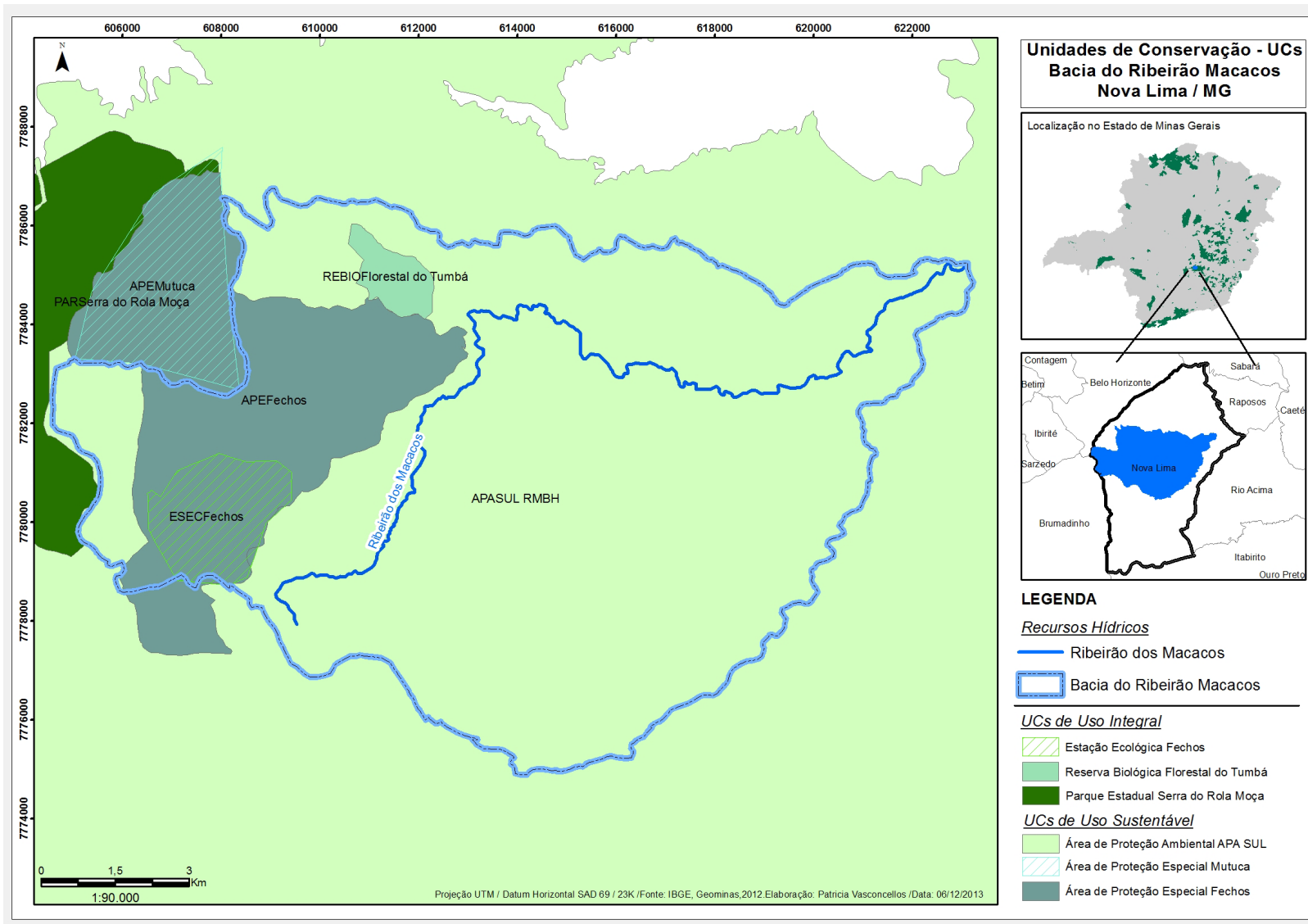


Figura 21 - Mapa de Unidades de Conservação