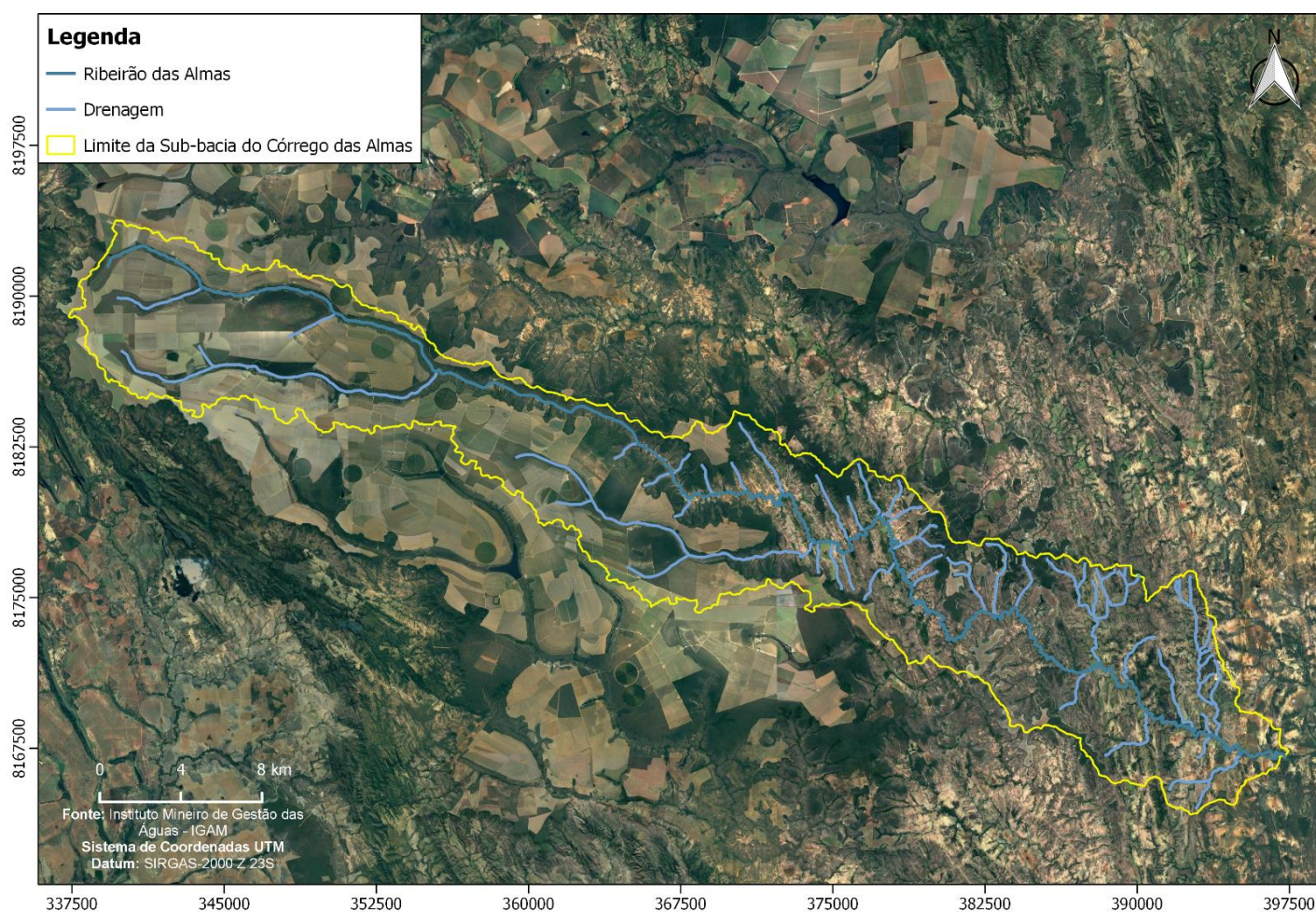


2018

Zoneamento Ambiental e Produtivo da Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão da Almas - Bonfinópolis de Minas



Instituto Antonio Ernesto de Salvo - INAES
Belo Horizonte (MG)
31/3/2018



Ribeirão das Almas – Bonfinópolis de Minas (MG)



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sub-bacia do Ribeirão das Almas e localização em relação ao estado de Minas Gerais e à Bacia do Rio São Francisco.	7
Figura 2 - Delimitação da sub-bacia e da rede de drenagem principal sobre imagem de satélite (Fonte: Google Earth).	8
Figura 3 - Mapa de localização da sub-bacia do Ribeirão das Almas.	12
Figura 4 - Mapa das classes litológicas da sub-bacia do Ribeirão das Almas.	13
Figura 5 - Mapa das classes de solos da sub-bacia do Ribeirão das Almas.	14
Figura 6 - Mapa do Modelo Digital de Elevação da sub-bacia do Ribeirão das Almas.	15
Figura 7 - Mapa de Declividade da sub-bacia do Ribeirão das Almas.	15
Figura 8 - Metodologia de caracterização de Unidades de Paisagem. Fonte: Fernandes, 2013.	18
Figura 9 - Mapa das Unidades de Paisagem da sub-bacia do Ribeirão das Almas.	22
Figura 10 - Superfície Tabular no alto da sub-bacia do Ribeirão das Almas.	25
Figura 11 - Vertente Ravinada no trecho médio da sub-bacia do Ribeirão das Almas.	26
Figura 12 - Vertente Côncava em anfiteatro na sub-bacia do Ribeirão das Almas.	27
Figura 13 - Rampas Coluvial Latossólica no trecho médio da sub-bacia do Ribeirão das Almas.	27
Figura 14 - Vale encaixado com crista no médio trecho da sub-bacia do Ribeirão das Almas.	28
Figura 15 – Mapa dos usuários de água (tipo superficial) com processos vigentes da sub-bacia Ribeirão das Almas (Cenário Atual).	29
Figura 16 – Mapa dos usuários de água (tipo superficial) com processos vigentes da sub-bacia Ribeirão das Almas (Cenário Futuro).	30
Figura 17 – Mapa do levantamento dos trechos dos cursos d'água da sub-bacia do Ribeirão das Almas com demanda hídrica (Cenário Atual e Futuro).	37
Figura 18 – Mapa de classificação dos trechos dos cursos d'água da sub-bacia do Ribeirão das Almas de acordo com a situação de comprometimento da disponibilidade hídrica (Cenário Atual).	38
Figura 19 – Mapa de classificação dos trechos dos cursos d'água da sub-bacia do Ribeirão das Almas de acordo com a situação de comprometimento da disponibilidade hídrica (Cenário Futuro).	39
Figura 20 – Mapa de viabilidade de regularização de vazão dos trechos dos cursos d'água da sub-bacia do Ribeirão das Almas com indisponibilidade hídrica (cenário futuro).	40
Figura 21 - Extensa área de plantação de soja na cabeceira da sub-bacia.	45
Figura 22 - Pastagem com sinal de alta degradação no médio Ribeirão das Almas.	46
Figura 23 - Grande pivô de irrigação localizado na cabeceira da sub-bacia.	47
Figura 24 – Mapa de uso e ocupação do solo da sub-bacia do Ribeirão das Almas.	48
Figura 25 – Mapa das áreas de preservação permanente hídricas da sub-bacia do Ribeirão das Almas.	49
Figura 26 – Mapa das áreas conservadas e antropizadas da sub-bacia do Ribeirão das Almas.	50
Figura 27 – Mapa das áreas de preservação permanente hídricas conservadas e antropizadas.	52
Figura 28 - Conflito entre Unidades de Paisagem e Ocupação do Solo.	55
Figura 29 - Mapa das sub-bacias do Ribeirão das Almas.	60
Figura 30 - Mapa de concentração de áreas de proteção permanente (APP's) úmidas degradadas nas sub-bacias do Ribeirão das Almas.	62

Figura 31 - Mapa de concentração de nascentes na bacia do Ribeirão das Almas.....	66
Figura 32 - Mapa de concentração de pastagens susceptíveis a erosão nas sub-bacias do Ribeirão das Almas.	68
Figura 33 - Mapa de concentração de estradas susceptíveis a erosão nas sub-bacias do Ribeirão das Almas.	72
Figura 34 - Seção típica transversal da estrada vicinal.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Especificações técnicas das bandas escolhidas para a imagem Sentinel-2.	21
Tabela 2 - Quadro resumo com as Unidades de Paisagem, área em hectares e sua representatividade no total da sub-bacia do Ribeirão das Almas.	24
Tabela 3 - Usuários de água da sub-bacia do Ribeirão das Almas (cenário atual).	31
Tabela 4 - Usuários de água da sub-bacia do Ribeirão das Almas (cenário futuro).....	34
Tabela 5 - Resumo dos dados de disponibilidade hídrica da sub-bacia do Ribeirão das Almas para o cenário atual.	42
Tabela 6 - Resumo dos dados de disponibilidade hídrica da sub-bacia do Ribeirão das Almas para o cenário futuro.....	43
Tabela 7 - Dados do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Ribeirão das Almas.....	44
Tabela 8 - Relação de área conservada e antropizada na sub-bacia do Ribeirão das Almas.	50
Tabela 9 - Relação de área de preservação permanente hídrica conservada e antropizada na sub-bacia do Ribeirão das Almas.....	52
Tabela 10 - Análise de conflito entre Unidades de Paisagem e Uso e Ocupação do Solo na sub-bacia do Ribeirão das Almas.	55
Tabela 11 - Áreas de uso conflitante para cada Unidade de Paisagem na sub-bacia do Ribeirão das Almas.	58
Tabela 12 - Resumo dos índices utilizados para o ZAP da sub-bacia do Ribeirão das Almas.	59
Tabela 13 - Índice de Antropização de APPs.....	61
Tabela 14 - Custo de cercamento mata ciliar, área de recarga ou nascente em 1,0 km.....	63
Tabela 15 - Estimativa de Custo para Proteção de APPs.....	64
Tabela 16 - Índice de Concentração de Nascentes.	65
Tabela 17 - Estimativa de custos para proteção de nascentes.....	67
Tabela 18 - Índice de Pastagens Susceptíveis.	68
Tabela 19 - Custo da recuperação de pastagem em 1,0 hectare.....	70
Tabela 20 - Estimativa de Custo para recuperação de Pastagens Susceptíveis a Erosão...	71
Tabela 21 - Estradas Susceptíveis à Erosão.	72
Tabela 22 - Custo de readequação de estradas vicinais – 1,0 km.	74
Tabela 23 - Estimativa de Custo para Readequação de Estradas Vicinais.	76
Tabela 24 - Índice de comprometimento da disponibilidade das sub-bacias do Ribeirão das Almas.....	77
Tabela 25 - Uso da Água para Irrigação.	77

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	6
2. INTRODUÇÃO	7
2.1. Metodologia do Zoneamento Ambiental e Produtivo - ZAP	9
3. MATERIAIS E MÉTODOS	11
3.1. Área de estudo e caracterização	11
3.2. Bases e materiais utilizados para a composição do estudo	16
3.3. Mapeamento das Unidades de Paisagem	17
3.4. Disponibilidade Hídrica	19
3.5. Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo	20
4. DIAGNÓSTICO E ANÁLISE AMBIENTAL DA SUB-BACIA	21
4.1. Unidades de Paisagem	21
4.2. Disponibilidade Hídrica	28
4.3. Uso e Ocupação do Solo	44
4.3.1. Áreas de Preservação Permanente Hídricas	48
5. CONSIDERAÇÕES GERAIS	49
5.1. Áreas conservadas e antropizadas	49
5.2. Áreas de preservação permanente hídricas conservadas e antropizadas	51
5.3. Concentração de nascentes	53
5.4. Conflito entre Unidades de Paisagem e Uso e Ocupação do Solo	54
5.5. Resumo dos Índices	58
6. ESTIMATIVA DE ÁREA E CUSTOS DE RECUPERAÇÃO E CONSERVAÇÃO	61
6.1. Índice de Antropização de Áreas de Preservação Permanente Fluviais – I_{app}	61
6.2. Índice de Concentração de Nascentes – I_{nas}	64
6.3. Índice de Pastagens Susceptíveis à Erosão – I_{pasE}	67
6.4. Índice de Susceptibilidade das Estradas – I_{ses}	71
6.5. Índice de Comprometimento da Disponibilidade Hídrica – I_{cdh}	76
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES DO ESTUDO	78
7.1. Governança	79
7.2. Requisitos legais	79
7.3. Práticas de manejo e conservação	79
7.4. Reservação e regularização de vazão	80
8. REFERÊNCIAS	82
ANEXO I - GLOSSÁRIO	84
ANEXO II - FICHAS TÉCNICAS DE OBSERVAÇÕES EM CAMPO	85

1. APRESENTAÇÃO

O presente relatório apresenta os resultados obtidos na aplicação da metodologia de Zoneamento Ambiental e Produtivo – ZAP na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão das Almas, município de Bonfinópolis de Minas.

A iniciativa do projeto envolveu a Prefeitura Municipal de Bonfinópolis de Minas, a Associação do Irrigantes do Noroeste de Minas – Irriganor e o SEBRAE, estimulados por situações de escassez de água vividas recentemente na sub-bacia, com impactos adversos sobre vários usuários.

A sub-bacia do Ribeirão das Almas foi escolhida, dentre as outras existentes no município, devido à sua importância para a irrigação, dessedentação animal e abastecimento da cidade de Bonfinópolis de Minas.

O Zoneamento Ambiental e Produtivo realiza uma análise territorial detalhada, considerando os aspectos produtivos, econômicos e ambientais, visando orientar o planejamento do uso conservacionista dos recursos naturais, simplificando e tornando ágil a gestão e o monitoramento do uso adequado do solo no âmbito da propriedade rural e, simultaneamente, do próprio conjunto dessas propriedades presentes em uma determinada sub-bacia hidrográfica.

A aplicação do ZAP permite uma avaliação preliminar do potencial de adequação da sub-bacia. Trata-se do primeiro passo para efetivar um processo de adequação propriamente dito, que envolve a elaboração de planos, pactos e ações, ajustados entre os vários atores presentes no território, e a definição de indicadores para acompanhamento e avaliação. Assim, o ZAP consiste em informações do meio natural e produtivo que podem contribuir significativamente para diretrizes de ordenamento do uso do solo no âmbito das bacias hidrográficas.

2. INTRODUÇÃO

A sub-bacia do Ribeirão das Almas localiza-se na região Noroeste de Minas Gerais, se insere completamente no município de Bonfinópolis de Minas, no vale do Urucuia, e pertence à Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do rio Urucuia (UPGRH SF8).

A Bacia Hidrográfica do Rio Urucuia apresenta uma área de drenagem de 25.135 km² e possui uma população total estimada de 77 mil habitantes. O clima na bacia é considerado semiúmido, com período seco durando entre quatro e cinco meses por ano (ALMG, 2018).

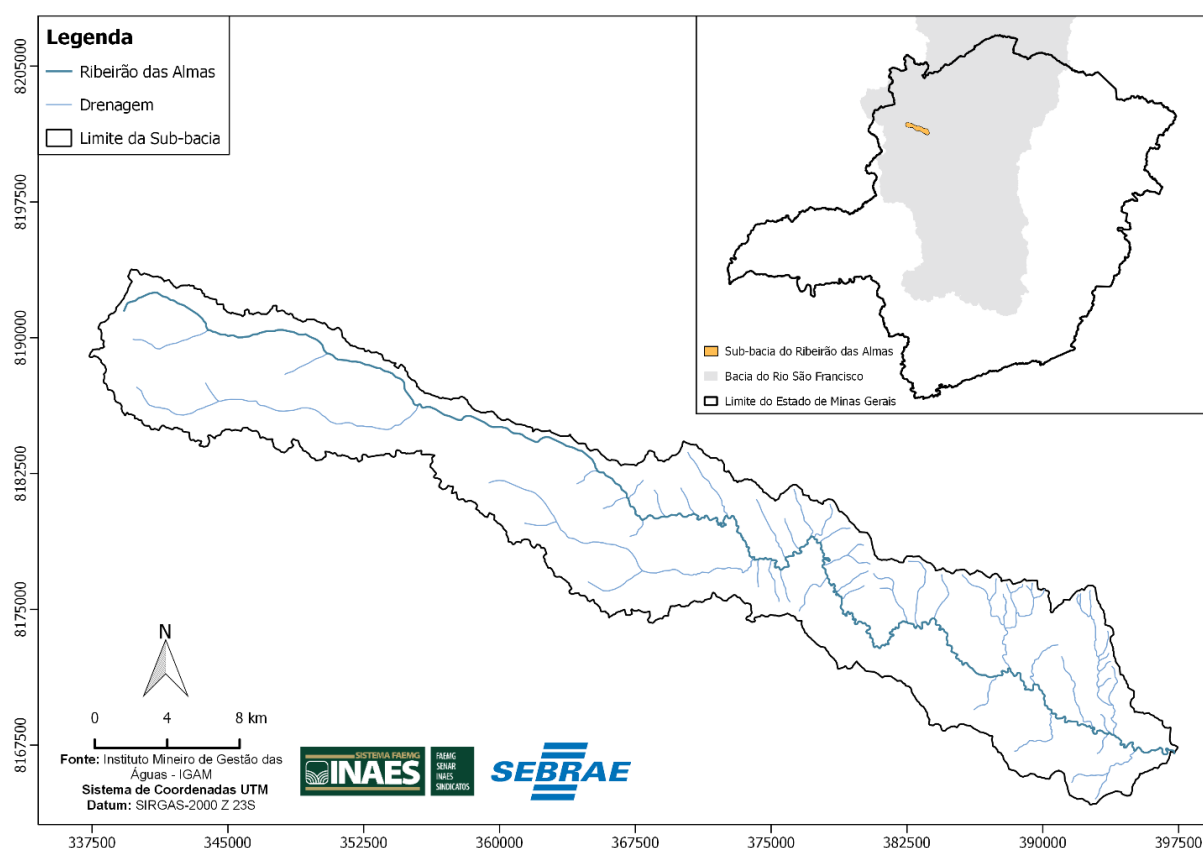


Figura 1 - Sub-bacia do Ribeirão das Almas e localização em relação ao estado de Minas Gerais e à Bacia do Rio São Francisco.

Em sua área encontram-se vários pivôs à cabeceira do Ribeirão das Almas, que suscitam discussões sobre um possível “[...]consumo excessivo de água causando conflitos pelo seu uso e até secas temporárias” (PORTAL BONFINÓPOLIS, 2017).

A situação da sub-bacia foi recentemente reconhecida pelo IGAM, através da Declaração de Área de Conflito (DAC nº 008/2006), convalidada pela Portaria nº 17, de 29 de março de 2017, “[...] dada a demanda de uso de recurso hídrico superficial ser superior ao limite outorgável a fio d’água, configurando situação de conflito” (IGAM, 2017).

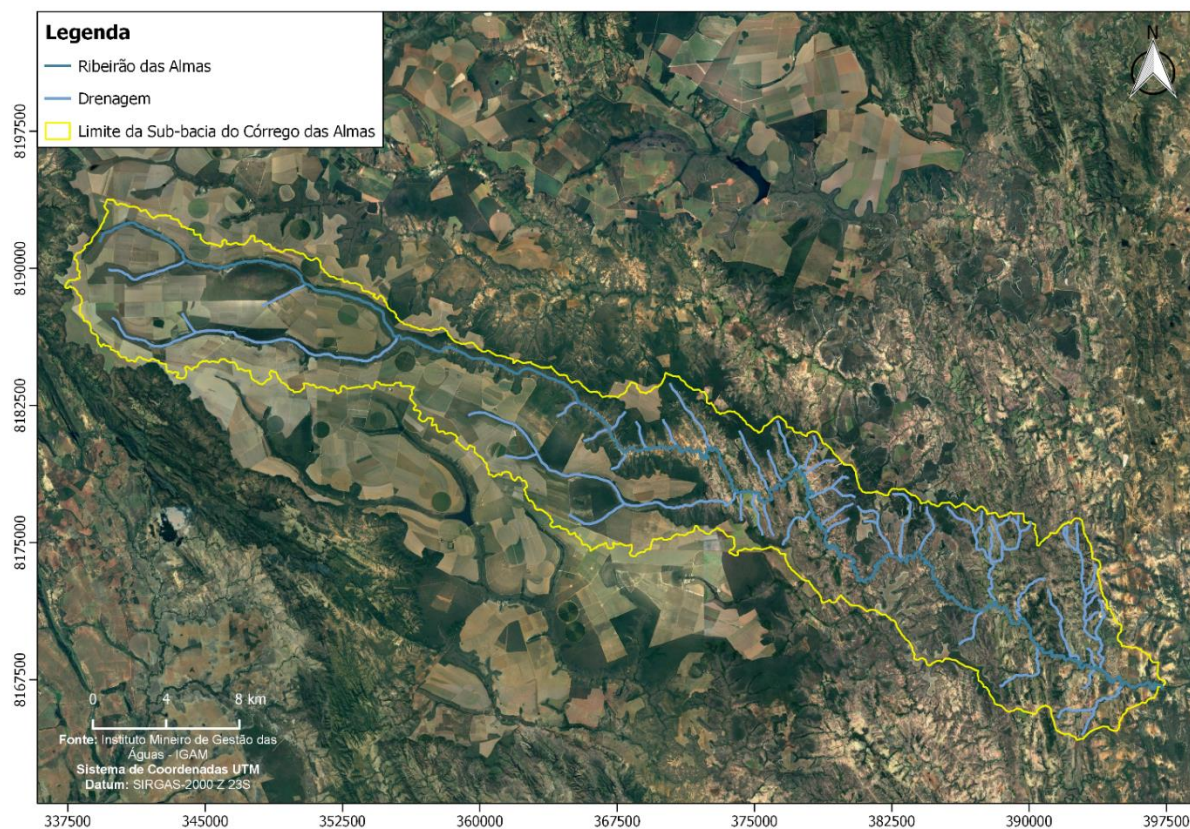


Figura 2 - Delimitação da sub-bacia e da rede de drenagem principal sobre imagem de satélite (Fonte: Google Earth).

2.1. Metodologia do Zoneamento Ambiental e Produtivo - ZAP

O Decreto Estadual nº 46650, de 19 de novembro de 2014, aprovou a Metodologia Mineira de Caracterização Socioeconômica e Ambiental de Sub-bacias Hidrográficas, denominada Zoneamento Ambiental Produtivo – ZAP. O desenvolvimento da metodologia foi coordenado pelas Secretarias de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD e de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – SEAPA.

Segundo o artigo 2º do referido Decreto Estadual, essa metodologia tem como objetivo a disponibilização de base de dados e informações que subsidiarão a formulação, implantação e monitoramento de planos, programas, projetos e ações que busquem o aprimoramento da gestão ambiental por sub-bacia hidrográfica no Estado de Minas Gerais.

No contexto das atividades agrossilvipastoris, nota-se uma preocupação da sociedade, constatada pela reedição da Lei Florestal nº 12.651/2012, na busca da identificação das áreas com potencialidades produtivas, e principalmente, aquelas com restrições de uso. Contudo, a implementação da política florestal, necessita de conhecimentos prévios do território, com vistas a orientar as ações de restauração da biodiversidade.

O Zoneamento ambiental produtivo envolve três grandes etapas: definição das unidades de paisagem, diagnóstico da disponibilidade hídrica da sub-bacia e levantamento do uso e ocupação do solo.

Definição das Unidades de Paisagem

Consiste na delimitação e caracterização das unidades de paisagem (UP) objetivando o planejamento do uso conservacionista dos recursos ambientais em bacias hidrográficas de pequeno porte. Dentre as aplicações mais relevantes deste estudo, destacam-se:

- Adequação socioeconômica e ambiental de propriedades rurais e de bacias hidrográficas;
- Planejamento do uso e ocupação múltiplos dos espaços municipais;
- Identificação das aptidões para atividades econômicas das áreas caracterizadas;

- Planejamento de atividades agrossilvipastoris dentro dos preceitos da sustentabilidade;
- Seleção de áreas para conservação da biodiversidade.

A metodologia adotada para a identificação das Unidades de Paisagem da sub-bacia foi desenvolvida por Fernandes (2010) e consiste na integração e no estabelecimento de correlações entre as seguintes variáveis ambientais: geologia, relevo e solo. Considera-se a paisagem, dentro de cada especificidade local, como uma síntese dos componentes do meio físico (geologia, relevo e solos) e integrações com o meio biótico (vegetação nativa) e meio socioeconômico (atividades antrópicas).

A definição das Unidades de Paisagem permite determinar as potencialidades, limitações e aptidões para usos e ocupações múltiplos. Parte-se do princípio de que o meio físico condiciona as diversas modalidades de usos e ocupações dentro dos paradigmas da sustentabilidade e das possibilidades de intervenções para prevenção, mitigação e correção de problemas ambientais, decorrentes da inobservância da capacidade de uso específica de cada unidade (FERNANDES et al., 2013).

Estudo de disponibilidade hídrica

A metodologia para elaboração do estudo de disponibilidade hídrica de sub-bacias utiliza a base de dados de usuários de água da SEMAD, de forma a permitir aos planejadores e gestores de bacias hidrográficas o gerenciamento de informações espaciais sobre mapas de recursos hídricos digitais com vistas à tomada de decisões.

Uso e Ocupação do Solo

Para a classificação do Uso e Ocupação do solo da área de estudo são propostos dois métodos: de classificação automática segmentada por classes de cor e a vetorização manual das feições identificadas na paisagem. Cada método apresenta pontos positivos e negativos, sendo a definição do melhor procedimento de acordo com as características da área de trabalho, da possibilidade de realização de estudo de campo, da gama de feições a ser mapeada, etc. É possível utilizar os dois processos intercalados para construção de um mapa mais adequado.

O método de classificação automática segmentada por classes de cor pode ser dividido em classificação supervisionada e não supervisionada. O primeiro procedimento se baseia na aquisição de pontos amostrais na imagem representativos das feições identificadas, em que cada pixel será associado à respectiva classe de feição. Já o segundo procedimento consiste na transformação das cores RGB em índices de cor, conforme delimitado pelo técnico, de modo que cada feição da imagem possa ser classificada em classes diferentes.

O método manual de vetorização das feições identificadas na paisagem é indicado em situações que há a possibilidade de ocorrência de dados levantados em trabalho de campo prévio, o que otimiza a veracidade das informações classificadas e torna a classificação mais precisa. Contudo, a utilização deste método para grandes extensões territoriais não é indicada, em razão da alta demanda de tempo e de recursos humanos para a sua realização, uma vez que é um método manual.

Dessa forma, a utilização dos métodos de classificação automática se traduz em ganho de tempo e minimização de recursos humanos, enquanto a classificação manual possibilita um produto de maior precisão e qualidade. Nesse sentido, recomenda-se o uso dos dois métodos, visando garantir uma supervisão humana sob o método automático.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo e caracterização

A sub-bacia hidrográfica do Ribeirão das Almas está localizada, em sua totalidade, no município de Bonfinópolis de Minas (a 532 km da capital, Belo Horizonte), na região noroeste do Estado de Minas Gerais (figura 3). Com uma área de aproximadamente 43.500 hectares, se insere na Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do rio Urucuia (UPGRH SF8). O seu curso d'água principal, Ribeirão das Almas, desagua no Ribeirão Santa Cruz, que ao se unir com o Córrego Capão Grosso, começa a ser denominado de Ribeirão da Conceição até alcançar o Rio Urucuia.

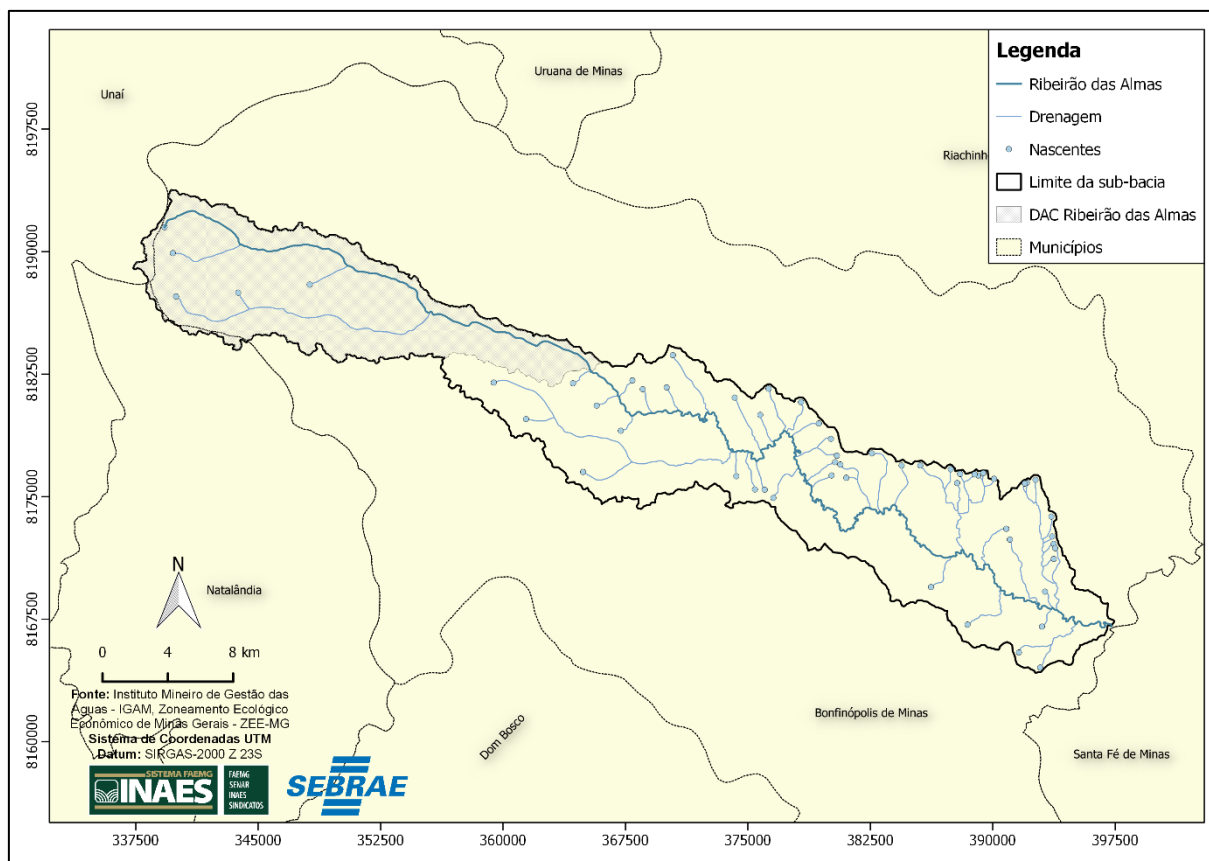


Figura 3 - Mapa de localização da sub-bacia do Ribeirão das Almas.

O clima predominante na sub-bacia, de acordo com Álvares *et. al* (2013), é classificado como Aw – clima tropical, com chuvas de verão e estação invernal pouco definida ou ausente e forte precipitação anual. A área se localiza inserida na porção oeste das unidades geológicas do supergrupo São Francisco, grupo Bambuí e do subgrupo Paraopeba, onde se encontra uma concentração de rochas sedimentares (figura 4) (CODEMIG, 2014).

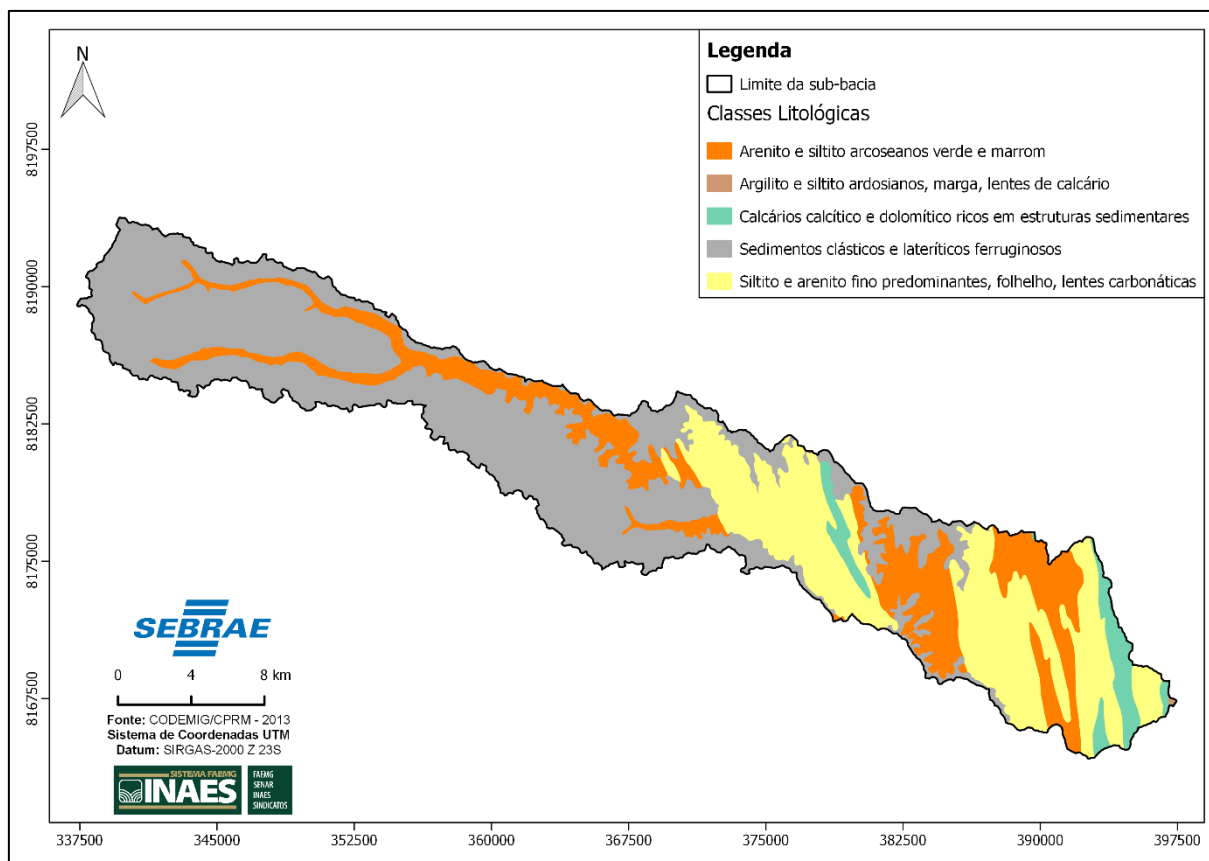


Figura 4 - Mapa das classes litológicas da sub-bacia do Ribeirão das Almas.

No grupo Bambuí a sub-bacia do Ribeirão das Almas é coberta pela Formação de Três Marias, representados por arenito e siltito, e no subgrupo Paraopeba pelas formações Lagoa do Jacaré, Serra de Santa Helena e Serra da Saudade, representados por calcário, argilito e siltito, concentradas ao leste da região (CODEMIG, 2014). A grande área de sedimentos clásticos e lateríticos ferruginosos não possui unidade específica, sendo caracterizada pela CODEMIG (2014) como cobertura superficial indiferenciada.

Os solos identificados na sub-bacia são representados pelas classes dos Cambissolos Háplicos, Gleissolos Háplicos, Latossolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Litólicos (UFV et al., 2010) (figura 5).

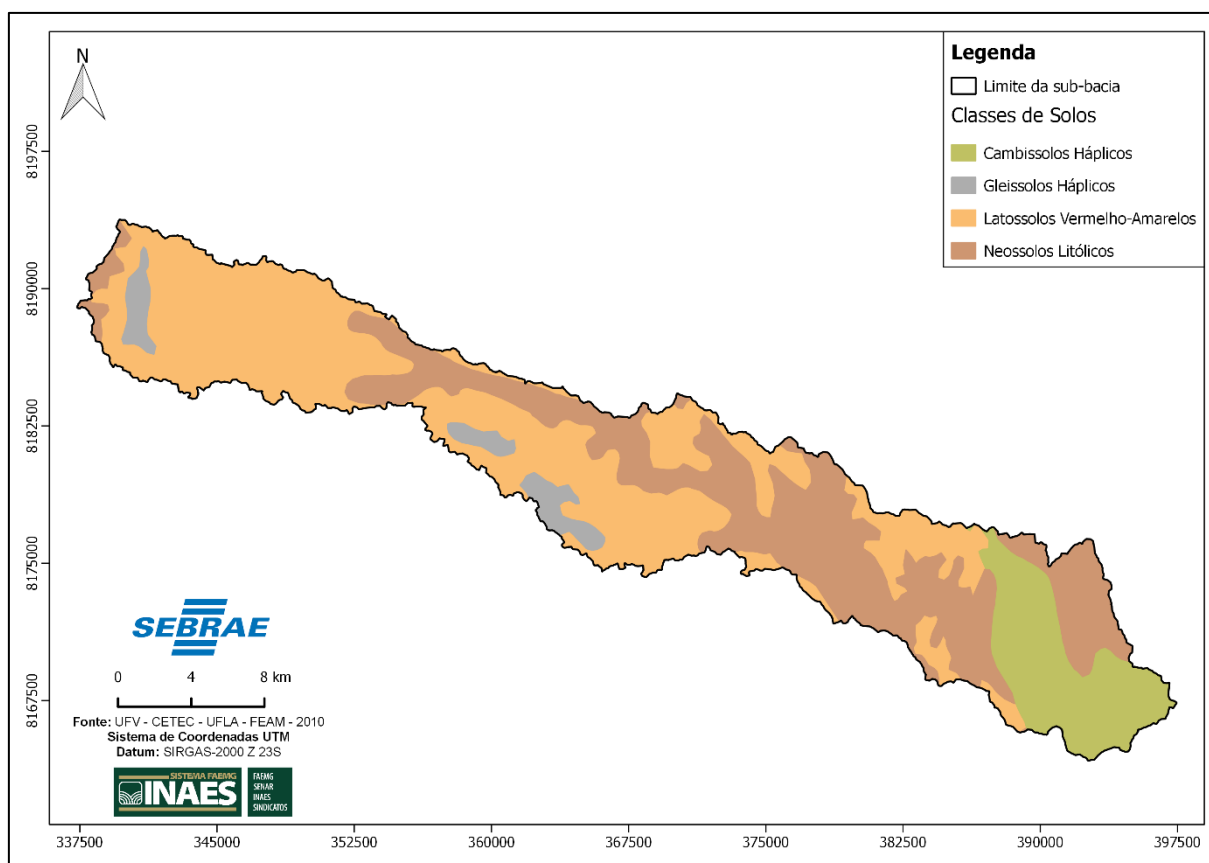


Figura 5 - Mapa das classes de solos da sub-bacia do Ribeirão das Almas.

A sub-bacia faz parte da região fisiográfica do Vale do Urucuia e apresenta um relevo plano com algumas elevações, variando de 989 metros na cabeceira da sub-bacia, região oeste, até 638 metros na foz do Ribeirão das Almas, região leste (figura 6). Possui baixa variação de declividade na região oeste, concentrando entre valores de 0 a 8%, enquanto na região leste há uma maior variação chegando até acima de 45% de declividade (figura 7).

Os mapas de solo, litologia, modelo digital de elevação e declividade auxiliam na elaboração de um dos principais produtos do ZAP, o mapa de Unidades de Paisagem, sendo utilizados na aplicação da metodologia desenvolvida por Fernandes (2013) juntamente com as observações em campo da região em estudo.

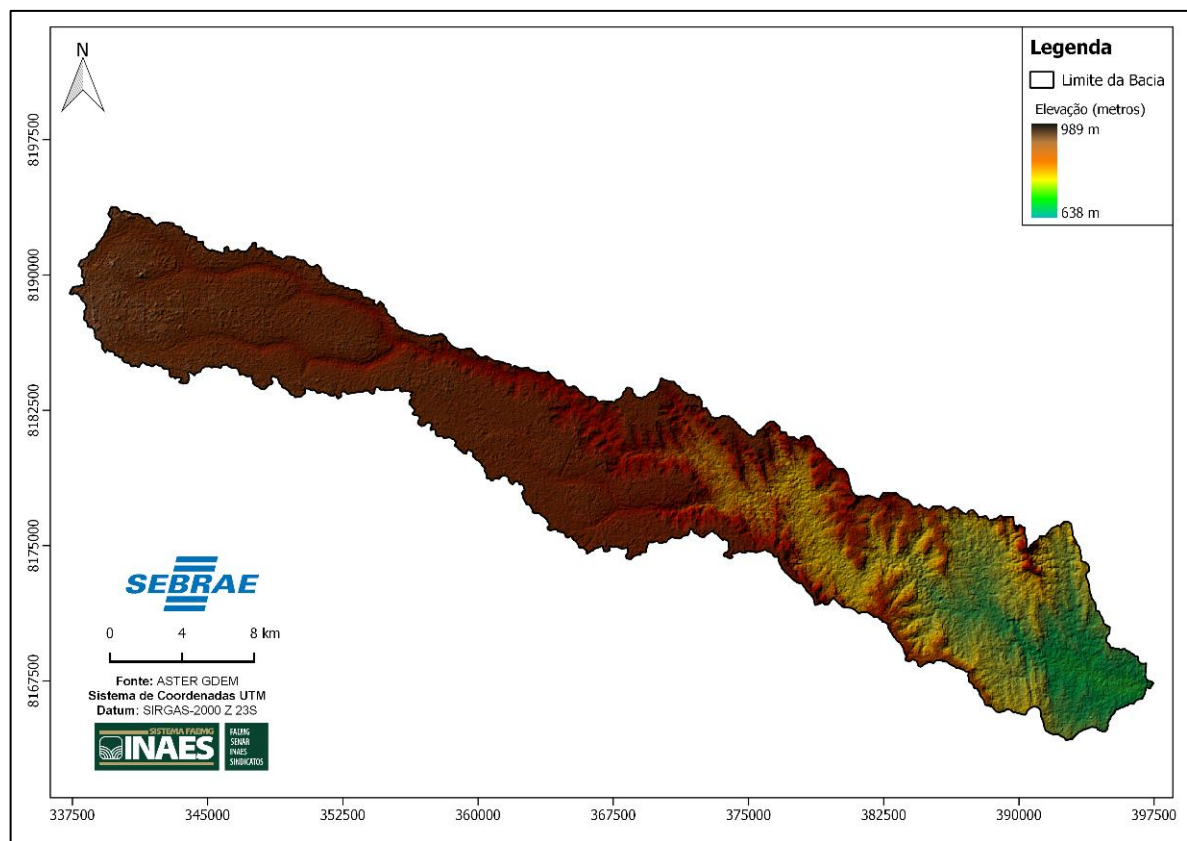


Figura 6 - Mapa do Modelo Digital de Elevação da sub-bacia do Ribeirão das Almas.

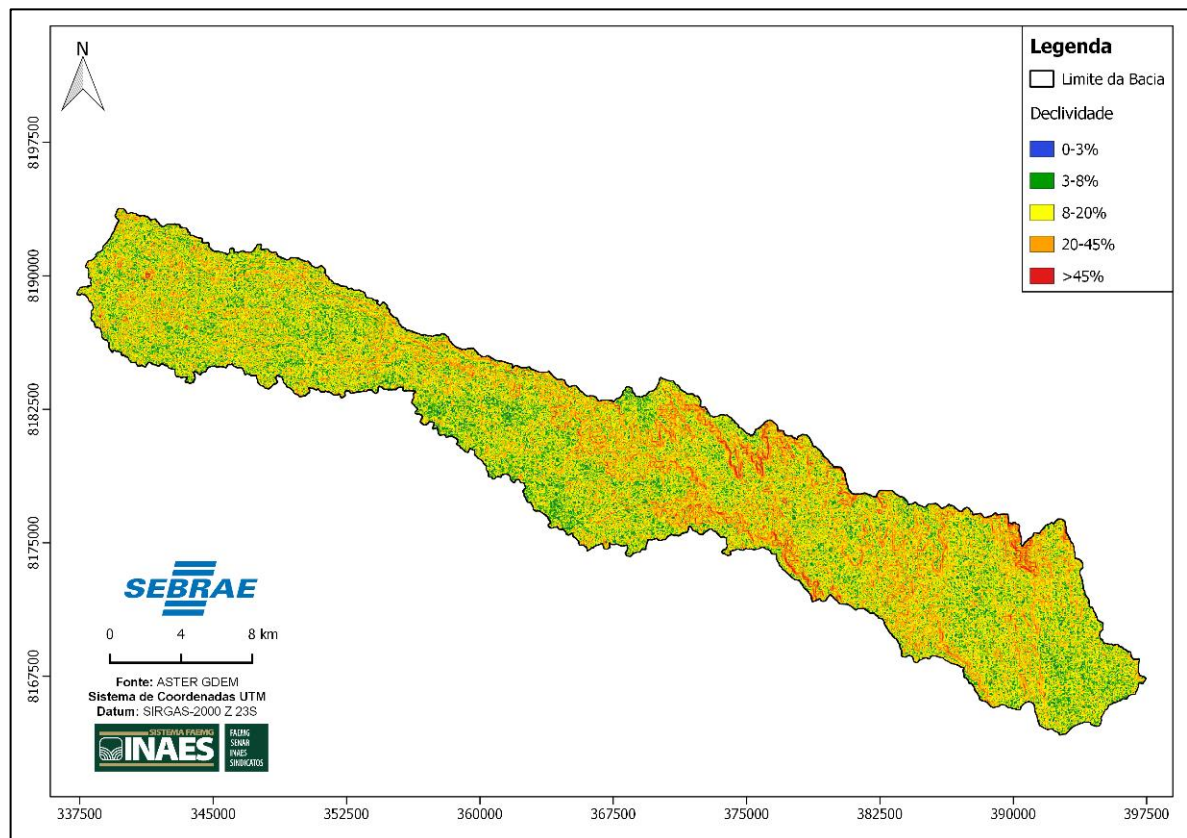


Figura 7 - Mapa de Declividade da sub-bacia do Ribeirão das Almas.

3.2. Bases e materiais utilizados para a composição do estudo

Os materiais utilizados para este estudo constituem de pesquisas bibliográficas, visitas de campo, utilização de softwares de geoprocessamento e processamento de imagens de satélite, dados oficiais de órgãos ambientais, materiais de fotografia e localização. São eles, individualmente citados:

- Software QGIS na versão de longo prazo 2.18.14 e seus plugins disponíveis gratuitamente, de 2017 do QGIS Development Team;
- Software Google Earth Pro 7.1.8.3036, 32-bit de 2017 da Google;
- Software SNAP Desktop 5.0.8 juntamente com Sentinel-2 Toolbox 5.0.7, de 2017 da Agência Espacial Europeia (ESA – European Space Agency);
- Imagens ASTER Global DEM, S17W046 e S17W047 mosaicadas, obtidas georreferenciadas de forma gratuita através do portal EarthExplorer do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS – United States Geological Survey);
- Shapefile de drenagem da bacia do Rio São Francisco com escala de 1:1.000.000, obtido através do Portal InfoHidro do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM);
- Shapefile de ottobacias da bacia do Rio São Francisco, obtido através do Portal InfoHidro do IGAM;
- Shapefile dos municípios do Estado de Minas Gerais, obtido através do Geo-Sisemanet Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG);
- Shapefile de Declaração de Áreas de Conflito (DAC) obtido através do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM);
- Mapa geológico do Estado de Minas Gerais na escala de 1:1.000.000 (CODEMIG, 2014);
- Mapa de classes de solos do Estado de Minas Gerais na escala de 1:650.000 (UFV et al., 2010);
- Entre outras bibliografias citadas nas referências.

Foram produzidos três produtos principais que compõem o estudo: I) Unidades de Paisagem; II) Disponibilidade Hídrica; e III) Uso e Ocupação do Solo. Através do cruzamento dos dados destes três produtos foi possível elaborar diagnósticos e análises ambientais acerca da referida sub-bacia. Um documento anexo intitulado como Potencial de Adequação sugere ainda intervenções, baseadas neste ZAP, que

auxiliam a tomada de decisões na gestão de recursos hídricos da sub-bacia do Ribeirão das Almas.

3.3. Mapeamento das Unidades de Paisagem

O Geoprocessamento é uma ferramenta indispensável para realização de estudos sobre a superfície terrestre. A possibilidade do cruzamento de informações georreferenciadas de diferentes épocas cronológicas facilita a compreensão da dinâmica da superfície.

A adoção da Teoria da Paisagem para orientar o planejamento do uso conservacionista dos recursos ambientais tem por objetivos simplificar e tornar ágil o processo de monitoramento e gestão ambiental no âmbito da propriedade rural e, simultaneamente, do próprio conjunto das demais propriedades rurais nas bacias hidrográficas.

A metodologia adotada para a identificação das Unidades de Paisagem foi desenvolvida por Fernandes (2013). Nesta metodologia, considera-se a paisagem, dentro de cada especificidade local, como uma síntese dos componentes dos meios físicos (geologia, relevo e solos), meio biótico (vegetação nativa) e meio socioeconômico (atividades antrópicas). No caso específico a atividades rurais, é notória a familiaridade de produtores e trabalhadores rurais com a paisagem local, fato que facilita diálogos e discussões pertinentes à capacidade de suporte das respectivas Unidades de Paisagem.

As Unidades de Paisagem foram identificadas em mapa preliminar obtido através do uso de imagens do satélite Sentinel-2 nas datas 20 de janeiro de 2018, e da imagem ASTER de 30 metros, ambas disponíveis no site Earth Explorer. Foi utilizado para refinamento e auxílio as imagens do Google Earth, com precisão de 0,5 a 1 metro, além da visualização 3D através do modo “exagero vertical”, que se baseia na topografia do terreno o modelando em 3D na tela do computador.

Através disso, é possível então através de inferências, a caracterização específica a cada Unidade de Paisagem, enfatizando: morfologia, embasamento geológico/pedológico, cobertura vegetal nativa original, potencialidades, limitações, uso atual, aptidões e situação ambiental.

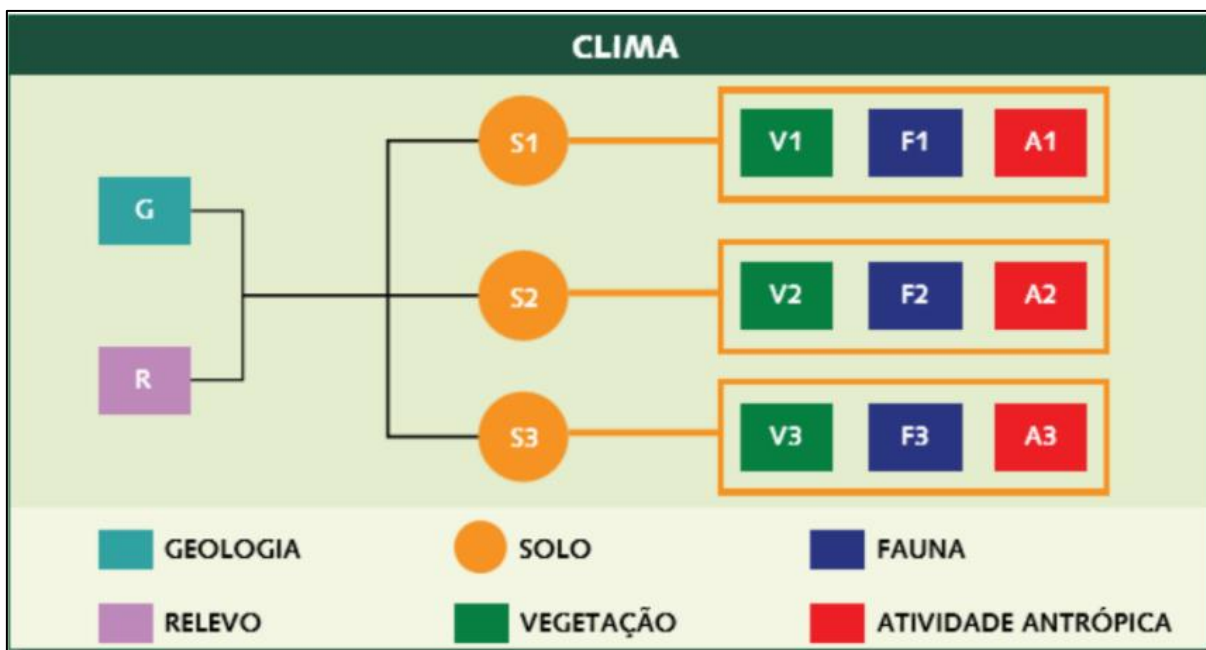


Figura 8 - Metodologia de caracterização de Unidades de Paisagem. Fonte: Fernandes, 2013.

Neste contexto, o Geoprocessamento permitiu, pelo cruzamento de dados de geologia, solo, hidrografia e vegetação, com a ASTER, a espacialização e compartimentalização das Unidades de Paisagem, convencionadas na Metodologia de Fernandes (figura 8).

De forma resumida, os passos tomados foram:

- Elaboração, em escritório, de mapas preliminares de distribuição das Unidades de Paisagem (UP) na sub-bacia hidrográfica. Foram utilizadas imagens recentes de satélite;
- Correlações, em campo, das Unidades de Paisagens com materiais geológicos e pedológicos;
- Identificação, para cada Unidade de Paisagem, das potencialidades, limitações, fragilidades e aptidões para fins múltiplos;
- Delimitação e distribuição espacial das Unidades de Paisagem dentro do perímetro da sub-bacia do Ribeirão das Almas;
- Trabalho de campo com registro fotográfico e georreferenciamento das Unidades de Paisagem.

3.4. Disponibilidade Hídrica

Os dados utilizados para diagnóstico da Disponibilidade Hídrica foram disponibilizados pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais (SEMAD). Em um primeiro passo foi necessário identificar o curso d'água principal da sub-bacia, no caso, Ribeirão das Almas para extração da delimitação de acordo com a base ottocodificada do IGAM. A hidrografia com os dados de regionalização de vazão para os cálculos necessários ao diagnóstico foi obtida através da SEMAD juntamente com as informações de outorgas e cadastro de uso insignificante, conforme solicitado, através do anexo III da metodologia ZAP.

Após a delimitação da sub-bacia e de sua hidrografia, os dados de outorga e cadastro de uso insignificante foram consistidos e plotados seguindo a metodologia ZAP oficial proposta. Apenas usuários de água superficial são contemplados neste estudo de disponibilidade hídrica, no entanto, como forma demonstrativa, os dados subterrâneos também serão incluídos (sem parte nos cálculos realizados) afim de auxiliar na análise da gestão de recursos hídricos da sub-bacia. Todos os usuários que apresentam status de “Cadastro Efetivado”, “Outorga Deferida, Renovada e Retificada” foram contemplados no diagnóstico. Foram filtrados os dados, através da coluna de vencimento de outorga, todos os usuários que possuem processos com vencimento superior a agosto de 2017, sendo estes incluídos conforme informado na metodologia ZAP oficial. Para uma análise mais detalhada, também foram contemplados, em um segundo momento, usuários que apresentam status de “Aguardando Informação Complementar”, “Análise Técnica Concluída”, “Em Análise Técnica” e “Processo Formalizado”, a fim de apresentar um cenário futuro para a Disponibilidade Hídrica da sub-bacia.

Após a consolidação, os dados foram plotados em ambiente SIG, com os devidos cálculos para todos subprodutos da Disponibilidade Hídrica e então elaborado mapas que facilitam a interpretação. Os cálculos para cada subproduto da Disponibilidade Hídrica foram feitos de acordo com a metodologia oficial ZAP proposta:

- Cálculo de disponibilidade hídrica de cada trecho fora e dentro da DAC Ribeirão das Almas, consecutivamente:

$$QDH = 0.3 * Q_{7,10} - Q_{demTotal}$$

$$QDH = 0.5 * Q_{7,10} - Q_{demTotal}$$

- Cálculo de comprometimento hídrico para cada trecho fora e dentro da DAC Ribeirão das Almas, consecutivamente:

$$compromDH = ((0.3 * Q_{710}) - QDH * 100 / (0.3 * Q_{710}))$$

$$compromDH = ((0.5 * Q_{710}) - QDH * 100 / (0.5 * Q_{710}))$$

- Cálculo de vazão de regularização (Qreg) para cada trecho comprometido fora e dentro da DAC Ribeirão das Almas, consecutivamente (apenas para cenário futuro):

$$Vazão\ de\ regularização\ (QReg) = (0.7 * Q_{mld}) - (0.3 * Q_{710})$$

$$Vazão\ de\ regularização\ (QReg) = (0.7 * Q_{mld}) - (0.5 * Q_{710})$$

As duas opções de cálculo se devem à inserção da DAC Ribeirão das Almas dentro da sub-bacia que, de acordo com o segundo parágrafo do segundo artigo da Resolução SEMAD/IGAM nº 1548/2012: “Nas áreas declaradas em conflito pelo direito de uso de recursos hídrico pelo IGAM situadas nas bacias hidrográficas mencionadas no §1º, o percentual outorgável será de 50% da Q_{7,10} com vistas a mitigar os conflitos existentes.” (SEMAD, 2012).

3.5. Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo

O mapeamento do uso e ocupação do solo da sub-bacia do Ribeirão das Almas foi elaborado através de processamento de imagens de satélite, observações em campo (vide anexo II) e vetorização manual utilizando softwares como QGIS e SNAP. Foram utilizadas três imagens: I) Sentinel-2 de resolução espacial de 10 metros datada de 20 de janeiro de 2018; II) Como referência, quando necessária, imagens de satélite do Google de outubro de 2017 e de fevereiro de 2014 de resolução espacial de até 1 metro.

A imagem Sentinel-2 foi adquirida através do site Earth Explorer da USGS/NASA e processada utilizando o programa SNAP da Agência Espacial Europeia (ESA) onde foi realizada a separação das bandas necessárias para o procedimento, além do corte da cena de acordo com a delimitação da sub-bacia do Ribeirão das Almas, reduzindo

consideravelmente o tamanho do arquivo. Foram utilizadas as bandas 2, 3, 4 e 8 intercalando entre cor-real e falsa-cor para identificação de diferentes feições. A tabela 1 mostra as especificações técnicas das bandas utilizadas para o procedimento.

Tabela 1 - Especificações técnicas das bandas escolhidas para a imagem Sentinel-2.

Data da Imagem	Banda	Cor Espectral	Resolução espectral (nm)	Resolução espacial (m)
20/01/2018	2	Azul	490	10
	3	Verde	560	
	4	Vermelho	655	
	8	Infra Vermelho Próximo	842	

A classificação automática foi utilizada em um primeiro momento, porém, pela complexidade de feições da sub-bacia e um mal resultado apresentado neste tipo de classificação, optou-se pela realização somente da vetorização manual. Uma dificuldade encontrada para seleção de uma imagem adequada foi a quantidade de nuvens, que durante o verão está presente de forma intensa na maioria das imagens buscadas. No entanto, a imagem do Sentinel-2 encontrada apresentava baixo nível de quantidade de nuvens, sendo então aplicada no estudo sem intervenções na identificação de feições. As imagens Sentinel-2 em cor real, tanto como a do Google Satélite, foram disponibilizadas no SIG deste trabalho para futuras referências.

4. DIAGNÓSTICO E ANÁLISE AMBIENTAL DA SUB-BACIA

4.1. Unidades de Paisagem

As Unidades de Paisagem da sub-bacia do Ribeirão das Almas foram caracterizadas por 8 (oito) classes: Superfície Tabular, Cristas e Ravinas, Dissecado Estrutural, Planícies e Terraços, Rampas Coluviais, Vales Encaixados com Cristas, Vertente Côncava com Anfiteatros e Vertentes Ravinadas, das quais fundamentam a metodologia de caracterização integrada do meio físico e inferências aos meios biótico e antrópico, culminando com a adequação ambiental e produtiva deste compartimento

geográfico.

As Unidades de Paisagem, a seguir caracterizadas, foram identificadas em mapa preliminar obtido de imagens do satélite Sentinel-2, nas datas de 20 de janeiro de 2018, confirmadas através observações em campo, conduzidas por uma equipe interdisciplinar. A figura 9 apresenta o mapa de caracterização integrada das unidades de paisagens distribuídas nesta sub-bacia hidrográfica, resultado de observações diretas no campo e ajuste de análise através do uso de imagens de satélite.

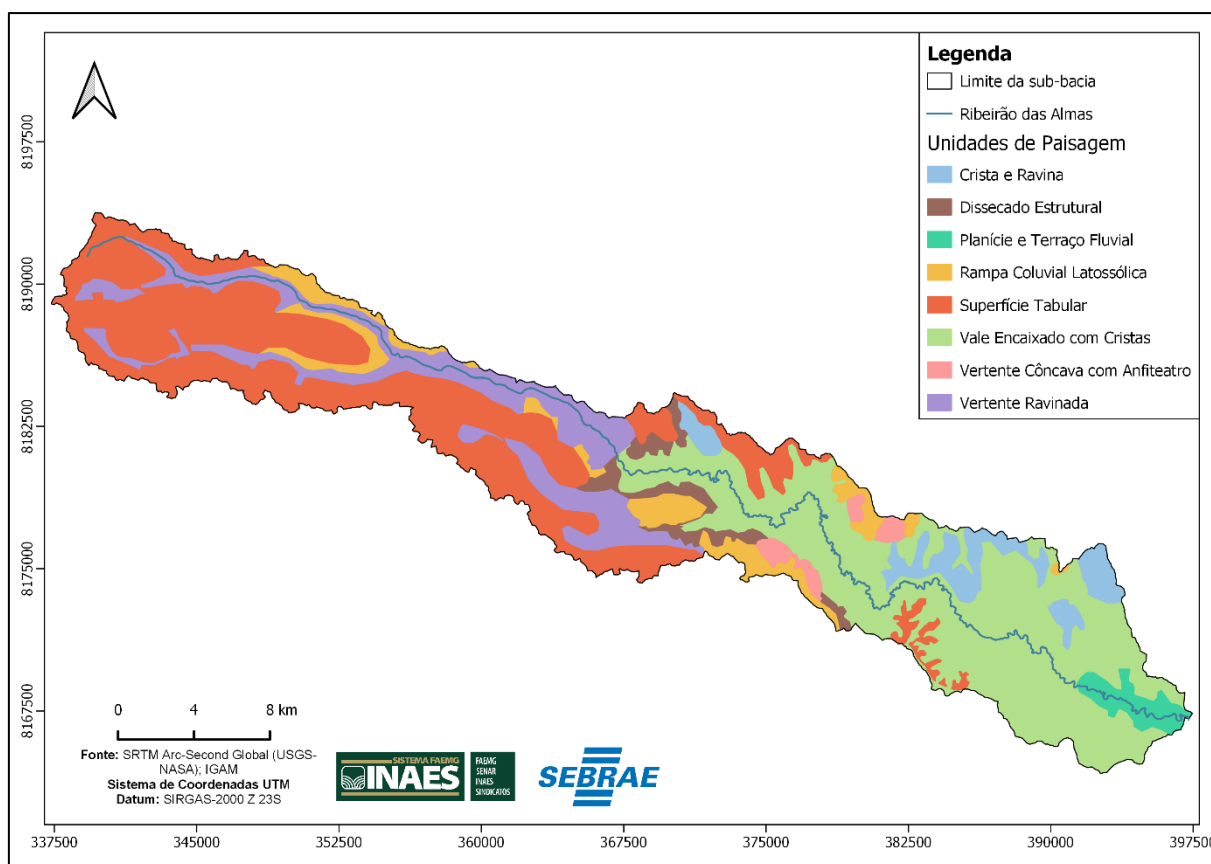


Figura 9 - Mapa das Unidades de Paisagem da sub-bacia do Ribeirão das Almas.

A tabela 2 apresenta um quadro resumo das Unidades de Paisagem que conta com a representatividade na sub-bacia, aptidões e limitações de cada. Dentre as unidades, observa-se ocorrências expressivas de superfícies tabulares com áreas extensas, representando 33,28% da sub-bacia. O relevo plano a suave ondulado, com maior representatividade da UP superfícies tabulares, se localiza no alto trecho da sub-bacia onde podem ser desenvolvidos cultivos de culturas anuais, com potencial para irrigação, pastagens e silviculturas. Já no médio e baixo trecho, onde há uma

concentração maior da UP vale encaixado com crista, o relevo torna-se médio a fortemente ondulado, possibilitando o desenvolvimento de pastagens com manejo adequado, fruticultura e silvicultura. A tipologia de solos, dentro destas especificidades, correlaciona com as unidades de paisagens, conforme observado e inferido.

Tabela 2 - Quadro resumo com as Unidades de Paisagem, área em hectares e sua representatividade no total da sub-bacia do Ribeirão das Almas.

Unidade de Paisagem	Área (ha)	Representatividade	Aptidões	Limitações
Vale Encaixado com Cristas	14980,71	34,46%	Áreas de preservação permanente.	Solo raso, pedregoso e elevada declividade.
Superfície Tabular	14463,83	33,28%	Agricultura mecanizada, silvicultura, fruticultura e pastagens cultivadas.	Solos de baixa fertilidade e acidez elevada.
Vertente Ravinada	6246,85	14,37%	Área de preservação permanente.	Relevo acidentado, pedregosidade, solos rasos e instáveis.
Rampa Coluvial Latossólica	2805,04	6,45%	Culturas anuais, pastagens, silvicultura, fruticultura e capineiras sob sistemas de controle de erosão.	Comprimento da rampa e favorecimento de processos de erosão laminar. Quando argilosos, são suscetíveis à compactação por pressão de máquinas e pisoteio de animais.
Crista e Ravina	2192,37	5,04%	Recarga de aquíferos e preservação da biodiversidade.	Afloramento de rocha, relevo escarpado.
Dissecado Estrutural	1252,21	2,88%	Agricultura em nível familiar sob cultivo mínimo.	Relevo acidentado, solos rasos e elevada erodibilidade.
Planície e Terraço Fluvial	871,49	2,00%	Culturas anuais de entressafra, preservação de nascentes difusas. Agropecuária e expansão urbana.	Susceptibilidades a ocorrências de inundações periódicas e encharcamento dos solos. Redução de áreas para uso e ocupação da vegetação ciliar.
Vertente Côncava com Anfiteatro	654,61	1,51%	Áreas com boas condições de umidade do solo, solos de média fertilidade.	Elevada susceptibilidade a erosão.

- **Superfícies tabulares (Chapadas)**

São áreas extensas com declividades inferiores a 3%. O relevo favorece processos de percolação das águas pluviais e a lixiviação de íons. Os solos predominantes (Latosolos) são profundos com expressivos horizontes B e permeáveis constituindo, portanto, áreas de recarga de aquíferos. Apresentam-se com baixa fertilidade e capacidades de trocas catiônicas e elevada acidez. Pela facilidade de operações mecanizadas se adequam à agricultura tecnificada e silvicultura. A densidade de drenagem nestas unidades de paisagens é baixa. Inclui-se nestas unidades as Veredas sobre solos hidromórficos (Gleissolos) sob vegetação hidrófila. Esta unidade de paisagem é a de segunda maior representatividade nesta sub-bacia hidrográfica.



Figura 10 - Superfície Tabular no alto da sub-bacia do Ribeirão das Almas.

- **Vertentes ravinadas**

Em sequência às superfícies tabulares/onduladas. São constituídas por uma sequência de ravinas apresentando solos pouco desenvolvidos (Cambissolos e Neossolos litólicos) epicascalhentos sob vegetação de campo. São de elevada instabilidade mecânica e devem ser mantidos com vegetação natural. Essa unidade de paisagem também pode ser denominada como rebordos de chapadas. Podem apresentar veredas de encostas em pontos com surgências de aquíferos.



Figura 11 - Vertente Ravinada no trecho médio da sub-bacia do Ribeirão das Almas.

- **Vertentes côncavas em anfiteatros**

Apresentam concavidade aberta onde ocorre concentração de águas pluviais, permitindo o desenvolvimento de vegetação perenifólia. Podem ocorrer Argissolos de média fertilidade natural. Entretanto o relevo e a descontinuidade estrutural do solo e relevo favorecem a instalação de processos erosivos. Portanto podem ser utilizados com capineiras e pastagens, desde que manejados corretamente.



Figura 12 - Vertente Côncava em anfiteatro na sub-bacia do Ribeirão das Almas.

- **Rampas coluviais latossólicas**

Geradas a partir de trechos das superfícies tabulares. São constituídas em sua maioria por Latossolos. O comprimento das rampas e a uniformidade do relevo favorecem instalação de processos erosivos laminares. Para minimização destes, deve ser implantada uma gestão de controle de erosão através de sistemas de secionamento das rampas – terraceamento, faixas vegetativas e plantio em contorno.



Figura 13 - Rampas Coluvial Latossólica no trecho médio da sub-bacia do Ribeirão das Almas.

- **Planície e terraço fluvial**

São áreas planas margeando cursos d'água de médios e grandes portes. No caso desta sub-bacia hidrográfica, é mais expressivo na foz do curso d'água onde o gradiente do canal é reduzido. Os terraços fluviais situado em cota superior à planície, apresenta aptidão múltipla, já a planície fluvial apresenta possibilidades de inundações e encharcamentos de solos, o que limita sua utilização.

- **Vale encaixado com crista**

Apresentam talvegue retilíneo podendo abrigar pequenos cursos d'água perenes, temporários ou efêmeros. O fundo do vale não apresenta planície fluvial limitando o uso/ocupação. Devem ser mantidos sob vegetação nativa.



Figura 14 - Vale encaixado com crista no médio trecho da sub-bacia do Ribeirão das Almas.

4.2. Disponibilidade Hídrica

Em conformidade com o diagnóstico realizado para a Disponibilidade Hídrica, foram identificados para o cenário atual 27 processos de cadastro de uso insignificante e 6 processos de outorga, totalizando 33 usuários de água com processos vigentes na sub-bacia (figura 15).

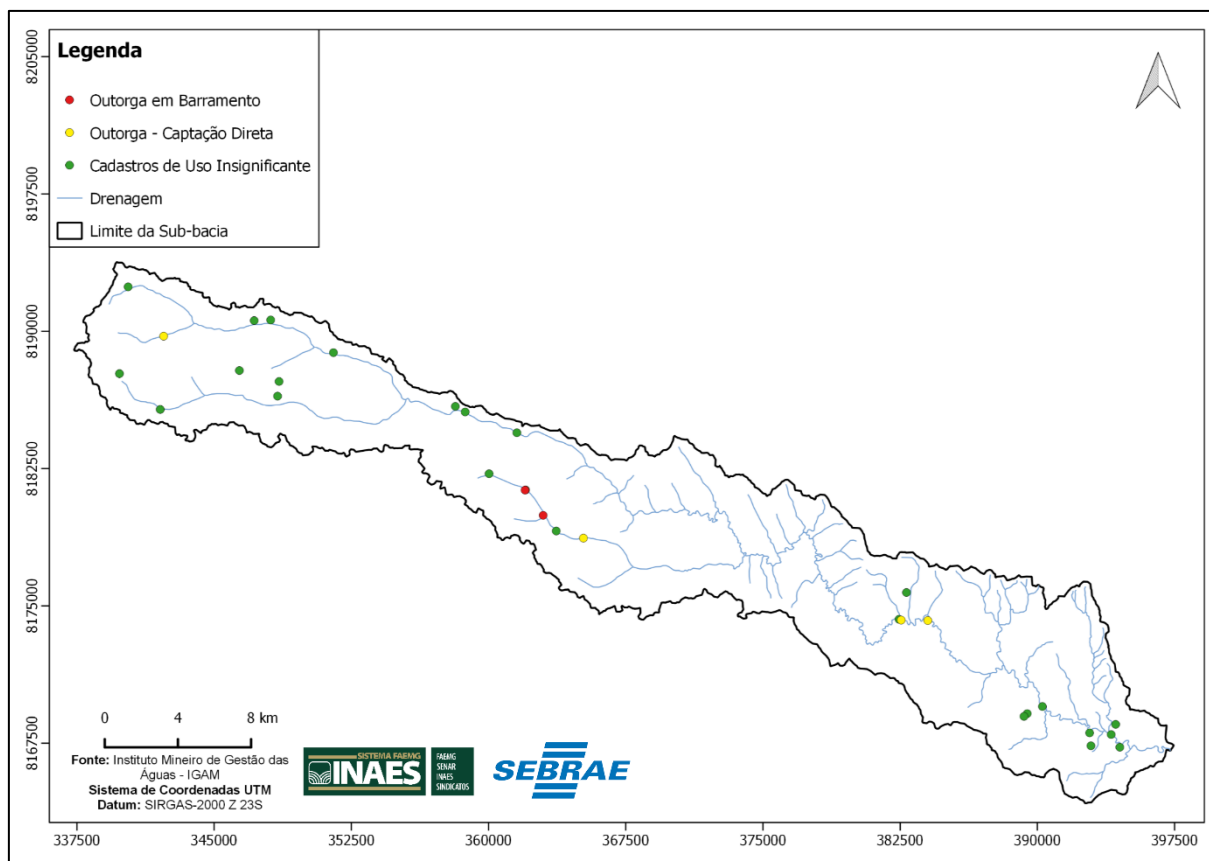


Figura 15 – Mapa dos usuários de água (tipo superficial) com processos vigentes da sub-bacia Ribeirão das Almas (Cenário Atual).

Para se aproximar à realidade atual da sub-bacia, foi elaborado um estudo de disponibilidade hídrica para um “cenário futuro” que leva em conta os processos que se encontram em análise técnica, formalizados e em renovação (figura 16). Neste cenário o número de outorgas passa para 26 e cadastro de uso insignificante para 27, totalizando 53 usuários de água superficial.

Destas 26 outorgas, 11 são pontos cadastrados em um processo de outorga coletiva em renovação (nº 21732/2016). Como não há disponível dados deste processo no SIAM e em nenhuma portaria publicada pelo IGAM, foi plotada as informações do processo anterior à renovação (portaria de nº 1879/2011). Além disso, um ponto de outorga foi removido, referente ao processo de nº 24643/2017, pois sua localização provavelmente foi cadastrada incorretamente no sistema e não foi possível obter as coordenadas corretas. Outro processo de outorga coletiva problemático, de nº 02056/2003, se encontra em análise desde 2003 com cerca de 30 usuários de água superficial e sem informações das coordenadas de captação. Em 2011 houve uma

resposta judiciária do IGAM solicitando maiores informações sobre o processo. Este foi plotado apenas como um ponto de captação sem informações de vazão.

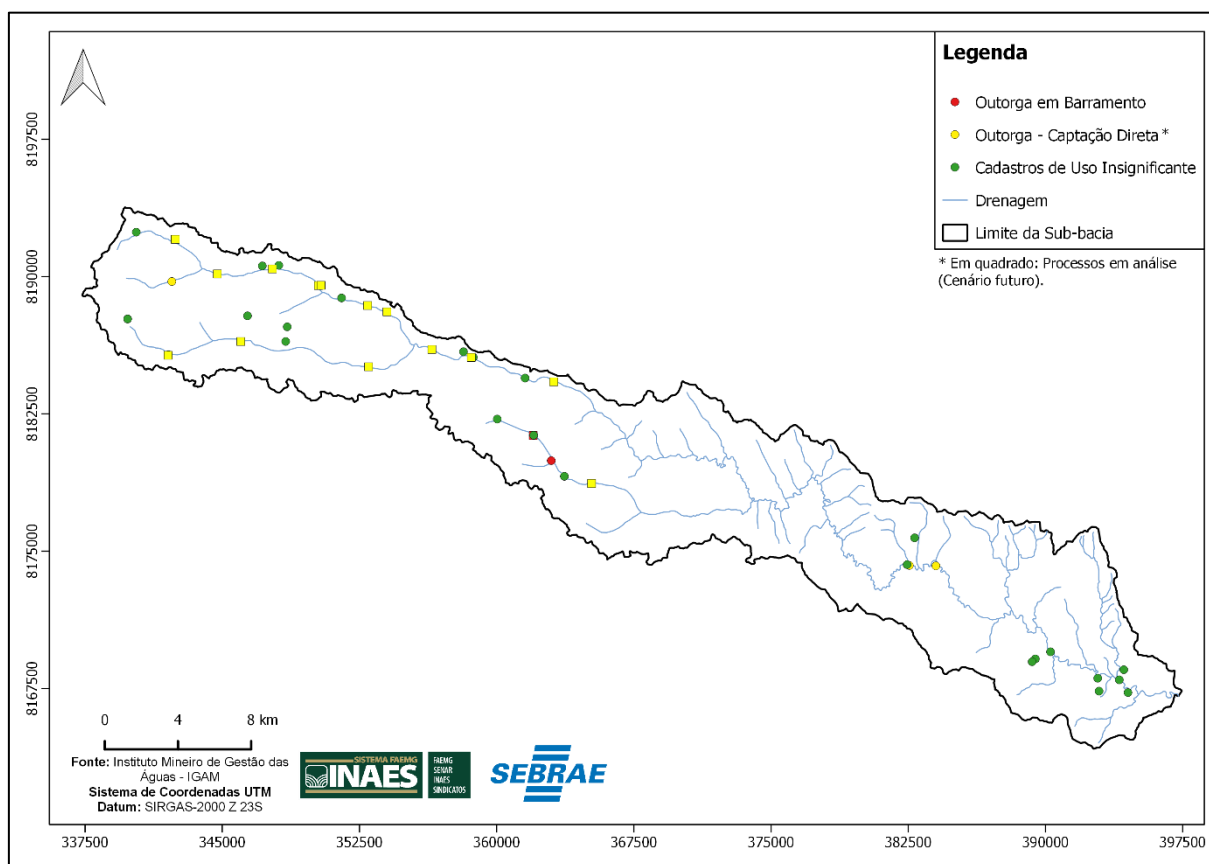


Figura 16 – Mapa dos usuários de água (tipo superficial) com processos vigentes da sub-bacia Ribeirão das Almas (Cenário Futuro).

Os usuários de outorga têm como finalidade de uso principal da água a irrigação, enquanto os de uso insignificante se concentram na atividade da água para consumo humano e alguns outros para dessedentação de animais, como visto na tabela 3 para o cenário atual e na tabela 4 para o cenário futuro. A maior concentração de uso da água se dá na cabeceira afetando diretamente as nascentes do Ribeirão das Almas e de seus afluentes.

Tabela 3 - Usuários de água da sub-bacia do Ribeirão das Almas (cenário atual).

Processo de Outorga	Portaria	Data de Vencimento	Status do Processo	Curso D'água	Modo de Uso	Finalidade	Q captada
26223/2013	875/ 2015	18/08/2017	Outorga Renovada	Afluentes do Ribeirão do Galho	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Irrigação	0,005
05777/2012	3133/ 2012	23/10/2017	Outorga Renovada	Córrego do Galho	Captação Em Barramento Em Curso de Água, C/ Regularização de Vazão (Área Máx Menor Ou Igual 5,00 Ha)	Irrigação	0,07
22714/2014		20/01/2018	Cadastro Efetivado	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Irrigação. Consumo humano	0,0002
15166/2015		28/05/2018	Cadastro Efetivado	Rio das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Irrigação	0,0005
21694/2015		28/07/2018	Cadastro Efetivado	Afluentes do Córrego Alma	Captação Em Barramento Em Curso de Água, Sem Regularização de Vazão	Sem Informação	0,0005
21695/2015		28/07/2018	Cadastro Efetivado	Afluentes do Córrego Alma	Barramento Em Curso de Água, Sem Captação	Sem Informação	
04700/2012	3511/ 2012	08/09/2018	Outorga Deferida	Cereda do Meio	Captação Em Barramento Em Curso de Água, Sem Regularização de Vazão	Sem Informação	0,002
27148/2015		15/09/2018	Cadastro Efetivado	Afluentes Ribeirão Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Sem Informação	0,0005

27149/2015		15/09/2018	Cadastro Efetivado	Afluentes Ribeirão Almas	Barramento Em Curso de Água, Sem Captação	Sem Informação	
34447/2015		18/11/2018	Cadastro Efetivado	Vereda	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Consumo humano	0,0005
10860/2016		25/04/2019	Cadastro Efetivado	Córrego da Vereda da Palha	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Dessedentação de animais. Consumo humano	0,0004
10875/2016		25/04/2019	Cadastro Efetivado	Córrego da Vereda da Palha	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Dessedentação de animais	0,0004
05778/2012	559/ 2015	23/05/2019	Outorga Deferida	Córrego do Galho	Captação Em Barramento Em Curso de Água, C/ Regularização de Vazão (Área Máx Menor Ou Igual 5,00 Ha)	Irrigação	0,06
31968/2016		15/09/2019	Cadastro Efetivado	Sem Informação	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Consumo humano	0,0005
31985/2016		15/09/2019	Cadastro Efetivado	Sem Informação	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Consumo humano	0,0005
37575/2016		17/10/2019	Cadastro Efetivado	Afluentes do Ribeirão do Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Consumo humano	0,0005
38271/2016		25/10/2019	Cadastro Efetivado	Afluentes do Ribeirão Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Consumo humano	0,0005

39577/2016		07/11/2019	Cadastro Efetivado	Afluente do Córrego Trombas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Consumo humano	0,0005
41069/2016		16/11/2019	Cadastro Efetivado	Afluente do Ribeirão Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Consumo humano	0,0005
12223/2017		17/04/2020	Cadastro Efetivado	Córrego do Galho	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Consumo humano	0,0005
13935/2017		03/05/2020	Cadastro Efetivado	Grotinha	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Dessedentação de animais. Irrigação. Consumo humano. Aquicultura	0,0005
85614/2017		28/06/2020	Cadastro Efetivado	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Dessedentação de animais. Consumo humano. Irrigação	0,0005
93544/2017		06/07/2020	Cadastro Efetivado	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Consumo humano. Dessedentação de animais. Irrigação	0,0005
12121/2017		06/08/2020	Cadastro Efetivado	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Consumo humano. Irrigação	0
16744/2017		20/09/2020	Cadastro Efetivado	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Sem Informação	0,0005
17131/2017		24/09/2020	Cadastro Efetivado	Rio das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Consumo humano. Dessedentação de animais	0,0005
17521/2017		26/09/2020	Cadastro Efetivado	Córrego/Ribeirão do Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Sem Informação	0,0005

17522/2017		26/09/2020	Cadastro Efetivado	Cabeceira Ribeirão do Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Consumo humano	0,0005
18156/2017		03/10/2020	Cadastro Efetivado	Afluentes do Ribeirão do Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Sem Informação	0,0005
19572/2017		18/10/2020	Cadastro Efetivado	Afluentes do Ribeirão do Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Sem Informação	0,0005
22752/2017		26/11/2020	Cadastro Efetivado	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Irrigação	0,0004
18411/2016	1642/ 2016	23/08/2021	Outorga Deferida	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Irrigação	0,045
38270/2016	2676/ 2017	19/08/2022	Outorga Deferida	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Irrigação	0,034

Tabela 4 - Usuários de água da sub-bacia do Ribeirão das Almas (cenário futuro).

Processo de Outorga	Portaria	Status do Processo	Curso D'água	Modo de Uso	Finalidade	Q captada
20711/2017		Em Análise Técnica	Afluentes do Córrego do Galho	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Irrigação	0,0048
22198/2017		Em Análise Técnica	Córrego do Galho	Captação Em Barramento Em Curso de Água, C/ Regularização de Vazão (Área Máx Menor Ou Igual 5,00 Ha)	Irrigação	0,07

32426/2015		Processo Formalizado	Afluentes do Córrego do Galho	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Irrigação	0,0048
02056/2003		Em Análise Técnica	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)		
22406/2017		Em Análise Técnica		Barramento Em Curso de Água, Sem Captação		
22407/2017		Em Análise Técnica		Barramento Em Curso de Água, Sem Captação		
22408/2017		Em Análise Técnica		Barramento Em Curso de Água, Sem Captação		
22409/2017		Em Análise Técnica		Barramento Em Curso de Água, Sem Captação		
22410/2017		Em Análise Técnica		Barramento Em Curso de Água, Sem Captação		
21732/2016*	1879/2011	Em Análise Técnica	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Irrigação	0,16
21732/2016*	1879/2011	Em Análise Técnica	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Irrigação	0,243
21732/2016*	1879/2011	Em Análise Técnica	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Irrigação	0,104
21732/2016*	1879/2011	Em Análise Técnica	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Irrigação	0,107
21732/2016*	1879/2011	Em Análise Técnica	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Irrigação	0,188
21732/2016*	1879/2011	Em Análise Técnica	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Irrigação	0,108
21732/2016*	1879/2011	Em Análise Técnica	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Irrigação	0,108

21732/2016*	1879/2011	Em Análise Técnica	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Irrigação	0,3
21732/2016*	1879/2011	Em Análise Técnica	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Irrigação	0,392
21732/2016*	1879/2011	Em Análise Técnica	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Irrigação	0,164
21732/2016*	1879/2011	Em Análise Técnica	Ribeirão das Almas	Captação Em Corpo de Água (Rios, Lagoas Naturais Etc)	Irrigação	0,202

**Processo de renovação de portaria de outorga coletiva.*

Dos 111 trechos mapeados pelo IGAM, 19 deles possuem usuários, como mostrado na figura 17 abaixo.

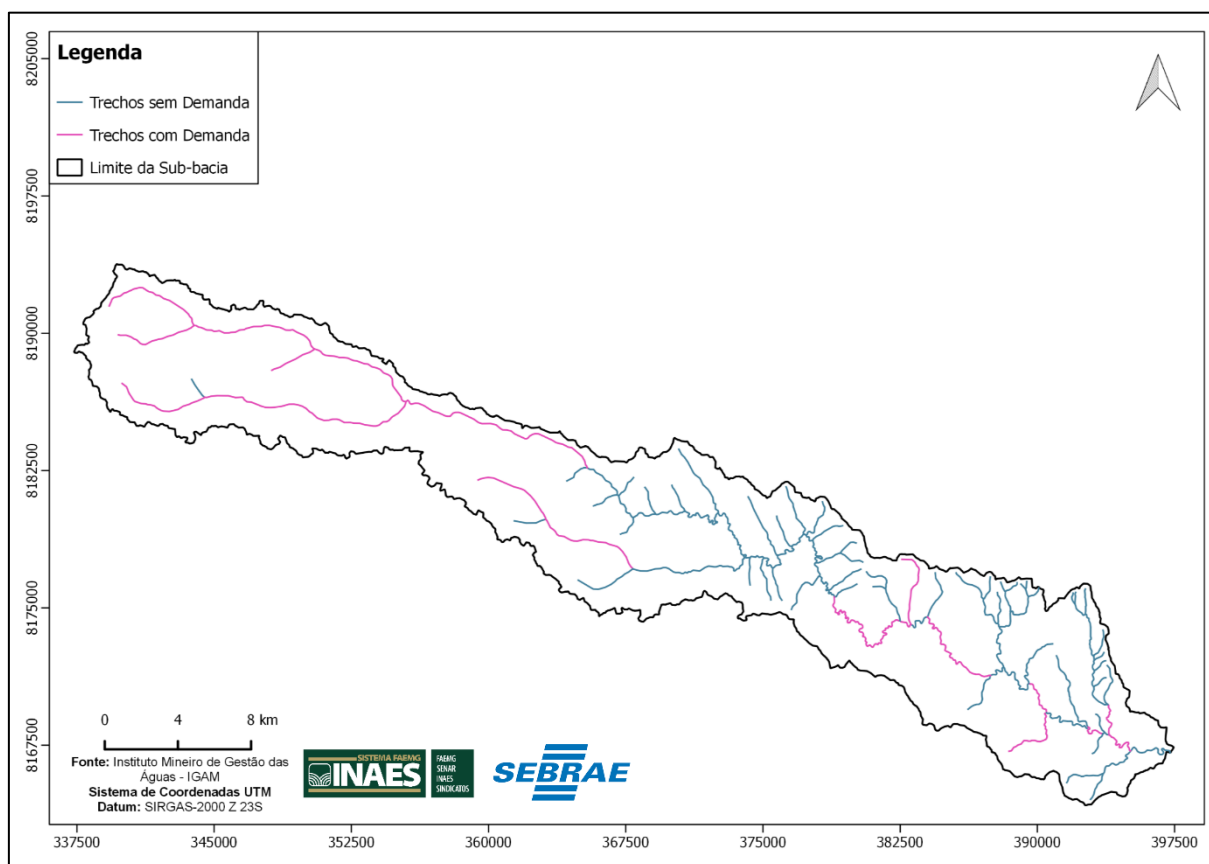


Figura 17 – Mapa do levantamento dos trechos dos cursos d’água da sub-bacia do Ribeirão das Almas com demanda hídrica (Cenário Atual e Futuro).

Observa-se que a cabeceira da sub-bacia se encontra totalmente com demanda afetando diretamente as nascentes, o que é mais visível ainda no cenário futuro. Um dos principais afluentes do Ribeirão das Almas, o Córrego do Galho, também possui alta demanda, incluindo uma outorga com barramento onde é necessária a regularização da vazão a fim de permitir a disponibilidade de água para o restante da sub-bacia. Estas regiões da sub-bacia possuem alta atividade agropecuária, com a destinação do uso da água para grandes pivôs de irrigação.

Na parte baixa da sub-bacia, também se encontra alguns trechos com demanda, porém em menor quantidade de usuários, sendo estes apenas cadastros de uso insignificante. É importante ressaltar que alguns processos vencidos não tomaram iniciativa de realizar a renovação e existem captações observadas em campo que não

se encontram na base do SIAM. De qualquer forma, os dados oficiais validados mostram uma visão compatível com a realidade da sub-bacia em estudo.

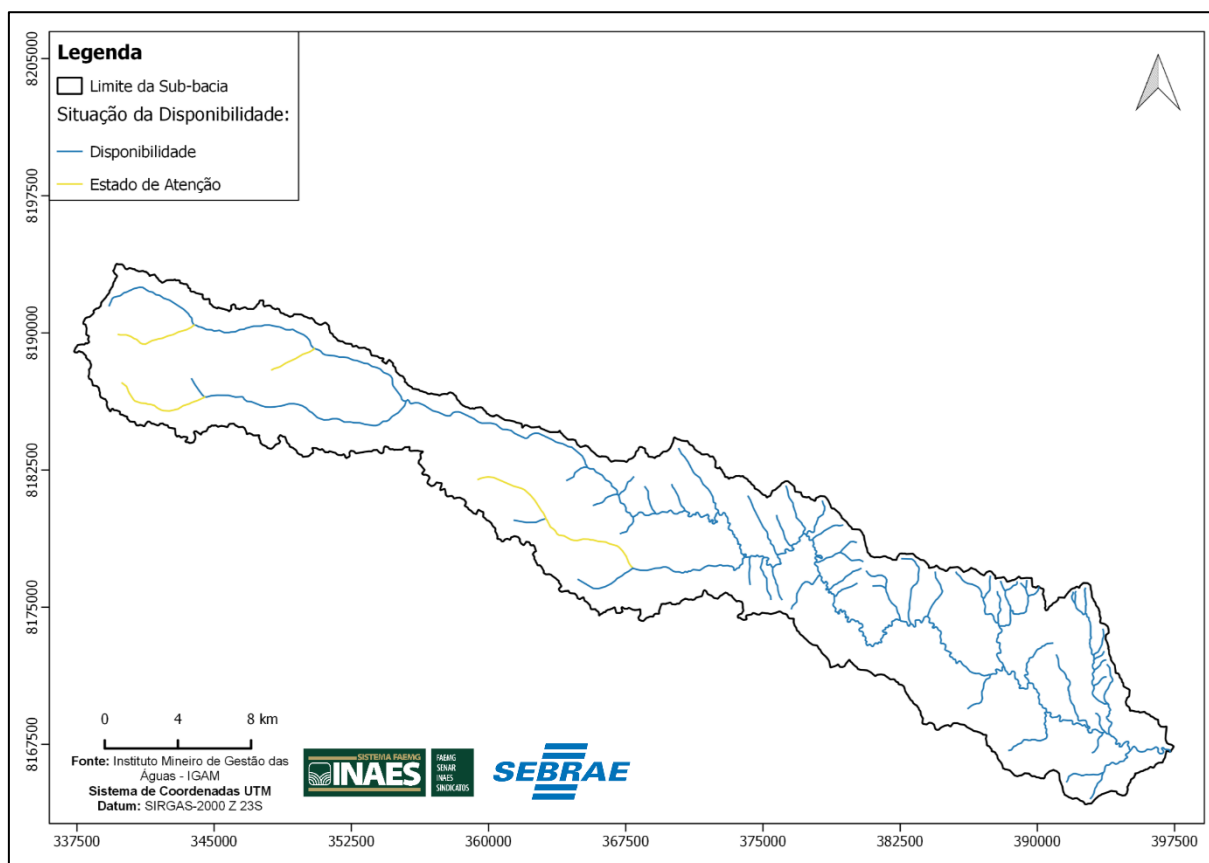


Figura 18 – Mapa de classificação dos trechos dos cursos d’água da sub-bacia do Ribeirão das Almas de acordo com a situação de comprometimento da disponibilidade hídrica (Cenário Atual).

Para o estudo da situação de disponibilidade hídrica no cenário atual (figura 18) foram identificados 5 (cinco) trechos em estado de atenção, o que significa que estes se configuram com captação entre 50 a 100% do máximo permitido. No cenário atual não há trechos indisponíveis, o que leva a desnecessidade de elaboração de um mapa para avaliar a viabilidade de regularização. Já no cenário futuro (figura 19), observa-se que dos 111 trechos da sub-bacia, 5 (cinco) se mostram indisponíveis e 2 (dois) em estado de atenção, sendo que todos os trechos indisponíveis se localizam na cabeceira da sub-bacia, em uma área de conflito declarada.

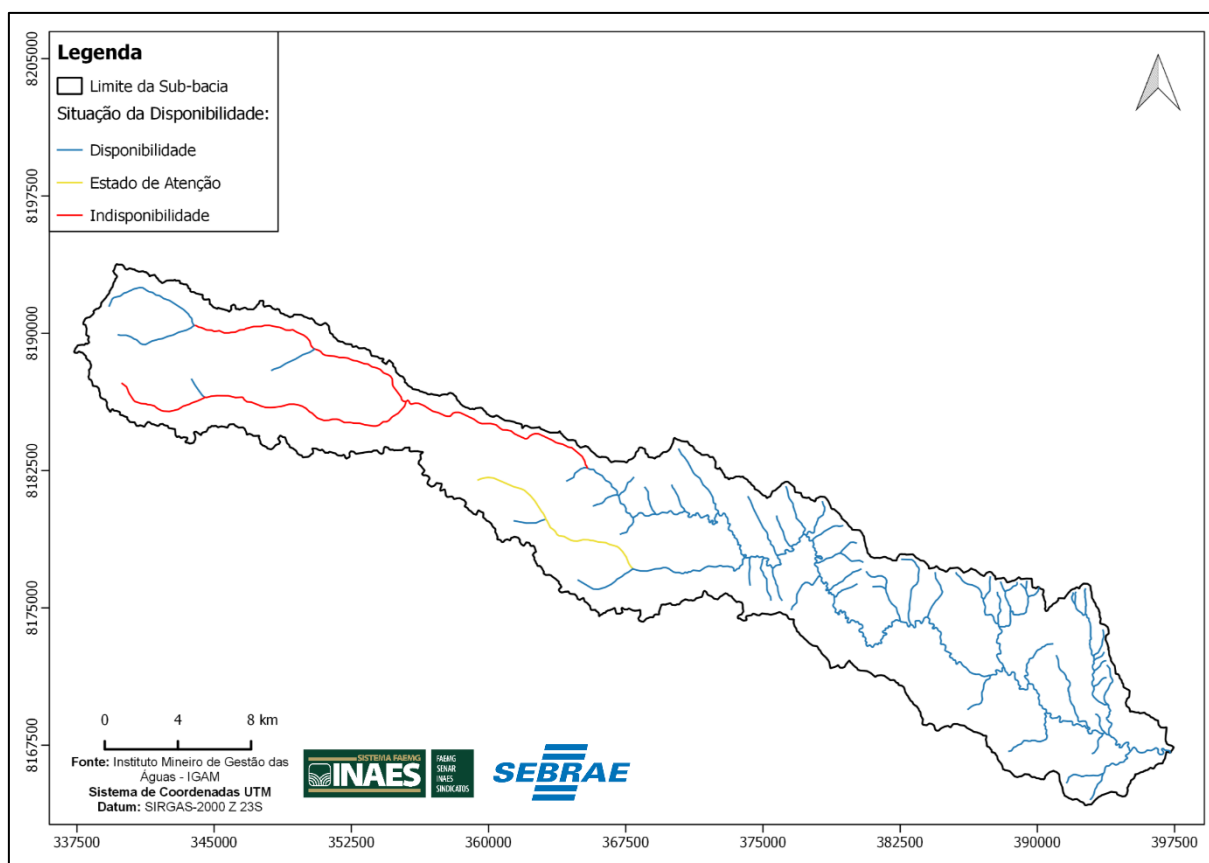


Figura 19 – Mapa de classificação dos trechos dos cursos d’água da sub-bacia do Ribeirão das Almas de acordo com a situação de comprometimento da disponibilidade hídrica (Cenário Futuro).

A alta demanda hídrica na região juntamente com as condições ambientais naturais e o uso da terra faz com que em épocas de seca o Ribeirão das Almas, que possui poucos afluentes que o alimenta, chega a ter baixa vazão, prejudicando a disponibilidade hídrica de toda a sub-bacia. Para efeito comparativo numérico, o ZAP do Rio Gualaxo do Norte, já publicado, que possui quase o mesmo valor de área da sub-bacia do Ribeirão das Almas, possui 2.935 trechos de água e 1.502 nascentes (EMATER, 2017) contra 394 trechos de água e 338 nascentes da área deste estudo, o que faz com que a gestão da sub-bacia do Ribeirão das Almas seja ainda mais importante em seu contexto socioambiental.

O cenário futuro apresentou trechos com indisponibilidade hídrica, e, portanto, a elaboração de um estudo de viabilidade de regularização foi proposta (figura 20). Observa-se que dos 5 (cinco) trechos indisponíveis, 4 (quatro) são passíveis de regularização de vazão enquanto 1 (um) é inviável. O modo de regularização pode se

dar através de construção de barragens para regularização de cheias (SEMAD/SEAPA, 2016) ou de outras propostas como reservação de água, concepção de poços para captação de água subterrânea, entre outros. O estudo das viabilidades de regularização dos trechos indisponíveis para a sub-bacia do Ribeirão das Almas pode ser verificado no documento “Potencial de Adequação” que compõe este estudo.

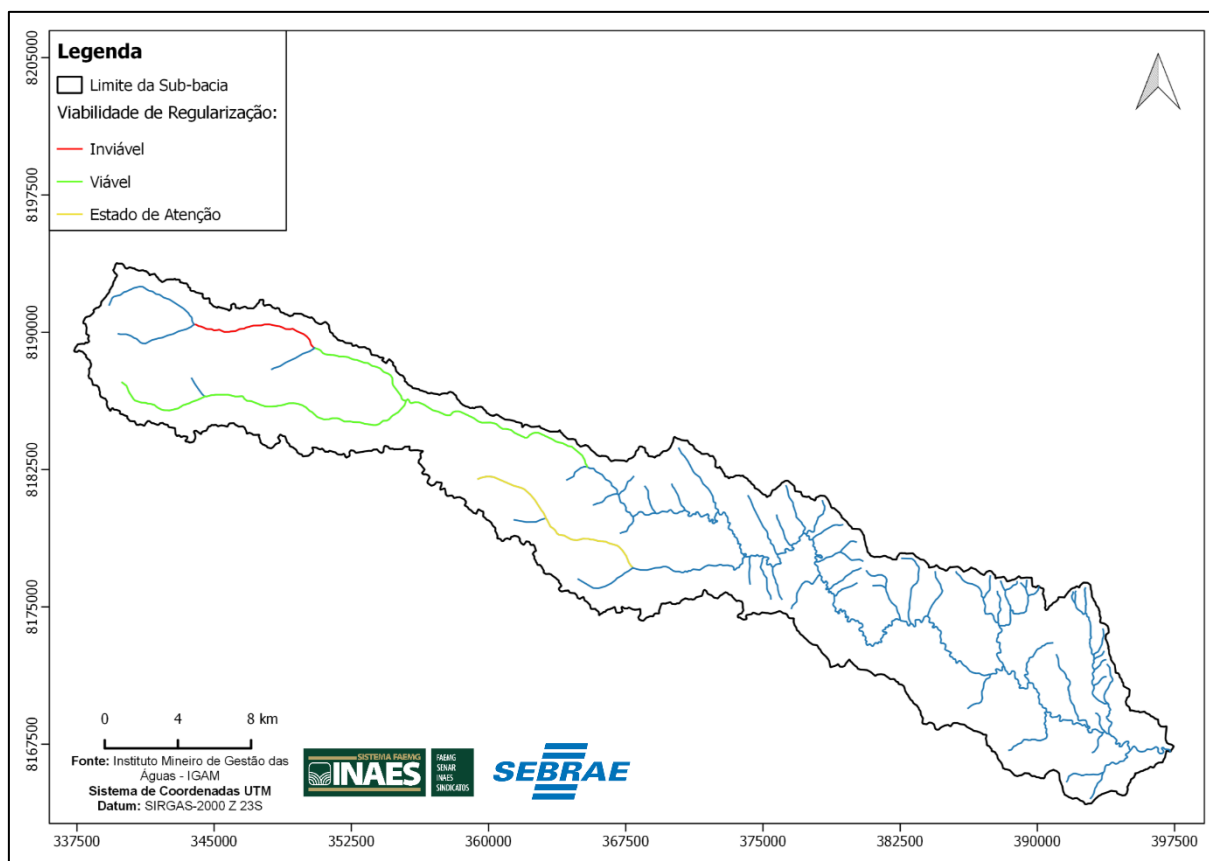


Figura 20 – Mapa de viabilidade de regularização de vazão dos trechos dos cursos d’água da sub-bacia do Ribeirão das Almas com indisponibilidade hídrica (cenário futuro).

As tabelas 5 e 6 mostram a relação dos trechos de água com a demanda, no cenário atual e futuro, consecutivamente, da sub-bacia do Ribeirão das Almas. Abaixo, um quadro resumo da disponibilidade hídrica.

Área de drenagem: $\cong 435 \text{ km}^2$

Vazão de referência (Q7,10): $0,4553 \text{ m}^3/\text{s}$

Vazão média de longo período (Qmld): $5,4910 \text{ m}^3/\text{s}$

Índice ($r_{7,10} = Q_{7,10}/Q_{mld}$): $8,3\%$

Capacidade de regularização natural: **< 10% = Baixa capacidade de regularização natural**

Disponibilidade (vazão máxima outorgável: 30% da Q7,10): **0,1366 m3/s**

Demanda (vazão outorgada) – cenário atual: **0,2832 m3/s**

Demanda (vazão outorgada) – cenário futuro: **2,1778 m3/s**

Relação demanda/disponibilidade – cenário atual: **207,3%**

Relação demanda/disponibilidade – cenário futuro: **1594,28%**

Tabela 5 - Resumo dos dados de disponibilidade hídrica da sub-bacia do Ribeirão das Almas para o cenário atual.

Código do trecho	Nome curso d'água	Vazões de ref. (m³/s)		Q outorgável (m³/s)	Q demandada (m³/s)	QDH (m³/s)	Comprometimento DH (%)	Situação da Disponibilidade
		Qmld	Q710					
23074*	Ribeirão das Almas	1,82007	0,15566	0,07783	0,07693	0,04580	41,16	Disponibilidade
23828	Ribeirão das Almas	4,31959	0,36061	0,10818	0,04500	0,06318	41,60	Disponibilidade
23031*	Ribeirão das Almas	0,80964	0,07083	0,03541	0,03491	0,02075	41,41	Disponibilidade
23831	Ribeirão das Almas	3,95683	0,33114	0,09934	0,03400	0,06534	34,23	Disponibilidade
23070*	Ribeirão das Pedras	0,68772	0,06044	0,03022	0,02922	0,01713	43,31	Disponibilidade
23019*	Ribeirão das Almas	0,57524	0,05080	0,02540	0,02490	0,01474	41,97	Disponibilidade
22538*	Ribeirão das Almas	0,18096	0,01651	0,00825	0,00775	0,00445	46,06	Disponibilidade
23072*	Ribeirão das Pedras	0,18402	0,01678	0,00839	0,00739	0,00403	51,92	Estado de Atenção
23020*	sem nome	0,16594	0,01517	0,00759	0,00559	0,00255	66,36	Estado de Atenção
23101	Córrego do Galho	0,40763	0,03635	0,01090	0,00550	0,00541	50,43	Estado de Atenção
23102	Córrego do Galho	0,19937	0,01814	0,00544	0,00544	0,00000	99,98	Estado de Atenção
23032*	sem nome	0,06560	0,00616	0,00308	0,00258	0,00135	56,24	Estado de Atenção
14462	sem nome	0,10273	0,00952	0,00286	0,00080	0,00206	28,01	Disponibilidade
24163	Ribeirão das Almas	5,33567	0,44282	0,13285	0,00070	0,13215	0,53	Disponibilidade
14073	Córrego Arrozal	0,23572	0,02134	0,00640	0,00050	0,00590	7,81	Disponibilidade
14459	Ribeirão das Almas	4,80309	0,39979	0,11994	0,00050	0,11944	0,42	Disponibilidade
14466	Ribeirão das Almas	5,04096	0,41903	0,12571	0,00050	0,12521	0,40	Disponibilidade
24054	Ribeirão das Almas	3,86680	0,32381	0,09714	0,00050	0,09664	0,52	Disponibilidade
24056	sem nome	0,05225	0,00493	0,00148	0,00050	0,00098	33,79	Disponibilidade

*Trechos localizados em área declarada de conflito (Q outorgável calculada como 50% da Q710)

Tabela 6 - Resumo dos dados de disponibilidade hídrica da sub-bacia do Ribeirão das Almas para o cenário futuro.

Código do trecho	Nome curso d'água	Vazões de referência (m³/s)			Q outorgável (m³/s)	Q demandada (m³/s)	QDH (m³/s)	Comprometimento DH (%)	Viabilidade de Regularização de Q
		Qmld	Q710	Qreg					
23074*	Ribeirão das Almas	1,82007	0,15566	1,22735	0,07783	0,75890	-0,68107	975,09	Viável
23019*	Ribeirão das Almas	0,57524	0,05080	0,38743	0,02540	0,50750	-0,48210	1997,88	Inviável
23070*	Ribeirão das Pedras	0,68772	0,06044	0,46327	0,03022	0,40900	-0,37878	1353,51	Viável
23031*	Ribeirão das Almas	0,80964	0,07083	0,54550	0,03541	0,29550	-0,26009	834,43	Viável
23072*	Ribeirão das Pedras	0,18402	0,01678	0,12378	0,00839	0,11000	-0,10161	1311,27	Viável
23828	Ribeirão das Almas	4,31959	0,36061		0,10818	0,04500	0,06318	41,60	
23831	Ribeirão das Almas	3,95683	0,33114		0,09934	0,03400	0,06534	34,23	
23101	Córrego do Galho	0,40763	0,03635		0,01090	0,00550	0,00541	50,43	Estado de Atenção
23102	Córrego do Galho	0,19937	0,01814		0,00544	0,00544	0,00000	99,98	Estado de Atenção
23020*	sem nome	0,16594	0,01517		0,00759	0,00200	0,00559	26,37	
14462	sem nome	0,10273	0,00952		0,00286	0,00080	0,00206	28,01	
24163	Ribeirão das Almas	5,33567	0,44282		0,13285	0,00070	0,13215	0,53	
14073	Córrego Arrozal	0,23572	0,02134		0,00640	0,00050	0,00590	7,81	
14459	Ribeirão das Almas	4,80309	0,39979		0,11994	0,00050	0,11944	0,42	
14466	Ribeirão das Almas	5,04096	0,41903		0,12571	0,00050	0,12521	0,40	
22538*	Ribeirão das Almas	0,18096	0,01651		0,00825	0,00050	0,00775	6,06	
23032*	sem nome	0,06560	0,00616		0,00308	0,00050	0,00258	16,24	
24054	Ribeirão das Almas	3,86680	0,32381		0,09714	0,00050	0,09664	0,52	
24056	sem nome	0,05225	0,00493		0,00148	0,00050	0,00098	33,79	

*Trechos localizados em área declarada de conflito (Q outorgável calculada como 50% da Q710)

4.3. Uso e Ocupação do Solo

No estudo de uso e ocupação do solo da sub-bacia do Ribeirão das Almas foram identificadas um total de 11 (dez) classes, sendo elas em ordem de representatividade: Pastagem, lavoura, vegetação densa, vegetação ripária, pivôs, pastagens com sinais de boas práticas de manejo, vereda, solo exposto, área urbana, benfeitoria e represa (figura 24 e tabela 7). As classes utilizadas para o estudo estão de acordo com a metodologia ZAP oficial, com exceção das classes “Vegetação Densa” e “Vegetação Ripária” onde foi optado pela remoção do termo “nativa”, pois não foi possível identificar todos os clusters de vegetação nativa da área, permanecendo duas classes gerais para vegetação tanto nativa quanto recuperada. Além das classes de uso e ocupação do solo, também foi apresentado a classe Estradas, tanto asfaltadas quanto de terras, para identificação de quais se encontram em áreas susceptíveis à erosão. No entanto, pela escala do estudo, ela é apresentada em formato de linha, não sendo um polígono, consequentemente impossibilitando a contabilização de sua representatividade.

Tabela 7 - Dados do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Ribeirão das Almas.

Classe	Área (ha)	Representatividade (%)
Pastagem	13.492,2	31,04%
Lavoura	11.391,6	26,21%
Vegetação Densa	10.120,6	23,28%
Vegetação Ripária	2.638,5	6,07%
Pivô	2.451,2	5,64%
Pastagem com sinal de boas práticas de manejo	1.905,4	4,38%
Vereda	751,0	1,73%
Solo Exposto	391,2	0,90%
Área Urbana	139,3	0,32%

As classes mais expressivas na sub-bacia do Ribeirão das Almas são Pastagem com 35,42% (quando somada às pastagens com sinais de boas práticas de manejo), e Vegetação com 31,08 (quando somadas Vegetação Densa, Ripária e Vereda) e

Lavoura com 26,21%. As pastagens se concentram na parte baixa da sub-bacia onde o relevo é bastante ondulado muitas vezes com solos rasos, um dos motivos que justifica a inviabilidade de lavouras, que por sua vez se encontram na cabeceira da sub-bacia, parte de maior altitude em uma chapada com relevo plano e solos profundos de boa qualidade, alavancando o crescimento destas. As principais culturas observadas através de visita a campo (anexo II) foram soja, sorgo, milho e café.



Figura 21 - Extensa área de plantação de soja na cabeceira da sub-bacia.

A vegetação se espalha por toda a sub-bacia, com uma concentração maior próxima aos cursos d'água na cabeceira da sub-bacia, em contraponto à parte baixa onde existem aglomerações principalmente em relevos declivosos, em áreas recuperadas e de reserva legal das propriedades.

Durante a visita a campo, foram observados dois tipos principais de vegetação: Cerrado e Cerradão, tanto nativas quanto recuperadas. Dentro da vegetação Cerrado há uma de suma importância para identificação, as Veredas, um subsistema frágil que auxilia na preservação das águas tendo como seu principal símbolo o buritizeiro (*Mauritia vinifera* e/ou *M. flexuosa*) (FERREIRA, 2008), possuindo ainda legislação específica para delimitação de áreas de preservação permanente (MINAS GERAIS, 2013). Elas se localizam na cabeceira da sub-bacia envolta às nascentes e cursos d'água, representando 1,73% da sub-bacia, se desvanecendo à medida que o relevo começa a se ondular fortemente.

Com 5,64% do total da área da sub-bacia, os pivôs de irrigação se destacam na paisagem próximos aos cursos d'água, pela alta necessidade de consumo deste recurso, e entre as lavouras em relevos planos.

A classe solo exposto representa apenas 0,90% da sub-bacia, no entanto é importante explicitar que foram representadas nesta classe apenas as grandes concentrações de solo exposto, pois há inúmeras pastagens que se encontram em alto estado de degradação (como visto nas imagens do anexo II) que contêm solo exposto que não está representado por esta classe, mas sim pastagem. A predisposição local (litológica e pedogeomorfológica) faz com que quaisquer perturbações ambientais na área baixa da sub-bacia, como pisoteio de gado, manejo inadequado, entre outras, atenuem o aparecimento de solo exposto comprometendo fortemente a disponibilidade de água e terras para o sustento desta e outras atividades que dependem do solo e da água.

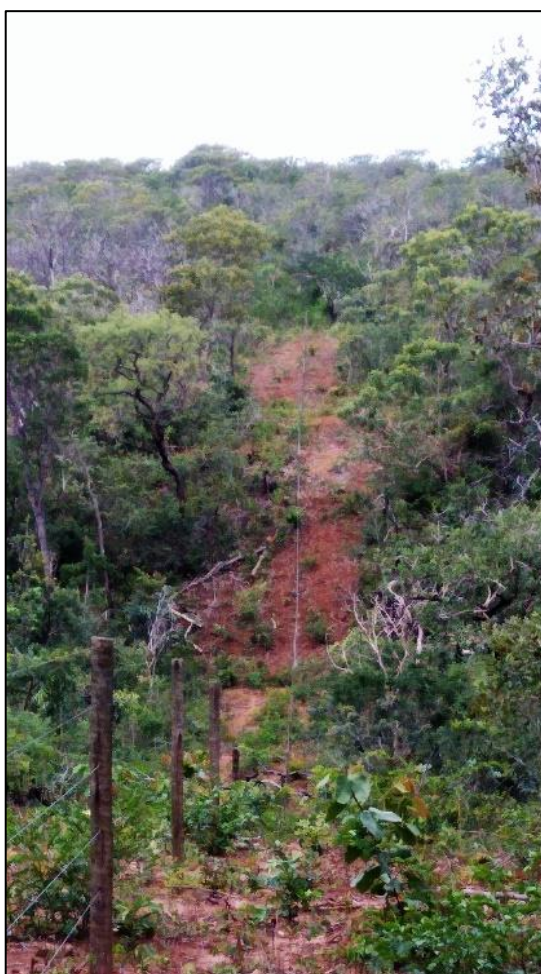


Figura 22 - Pastagem com sinal de alta degradação no médio Ribeirão das Almas.

Em seguida, observa-se a área urbana com 0,32% de representatividade localizada próxima à foz do Ribeirão das Almas, identificada como o centro do município de Bonfinópolis de Minas. As benfeitorias com 0,30% representam grandes estruturas, principalmente àquelas ligadas à produção agrícola que se concentram principalmente nas áreas próximas às lavouras.

E por fim, as represas que se espalham por toda a sub-bacia desde pequenas represas (ligadas às pastagens) quanto às grandes (de até 120 hectares) associadas às lavouras e pivôs.



Figura 23 - Grande pivô de irrigação localizado na cabeceira da sub-bacia.

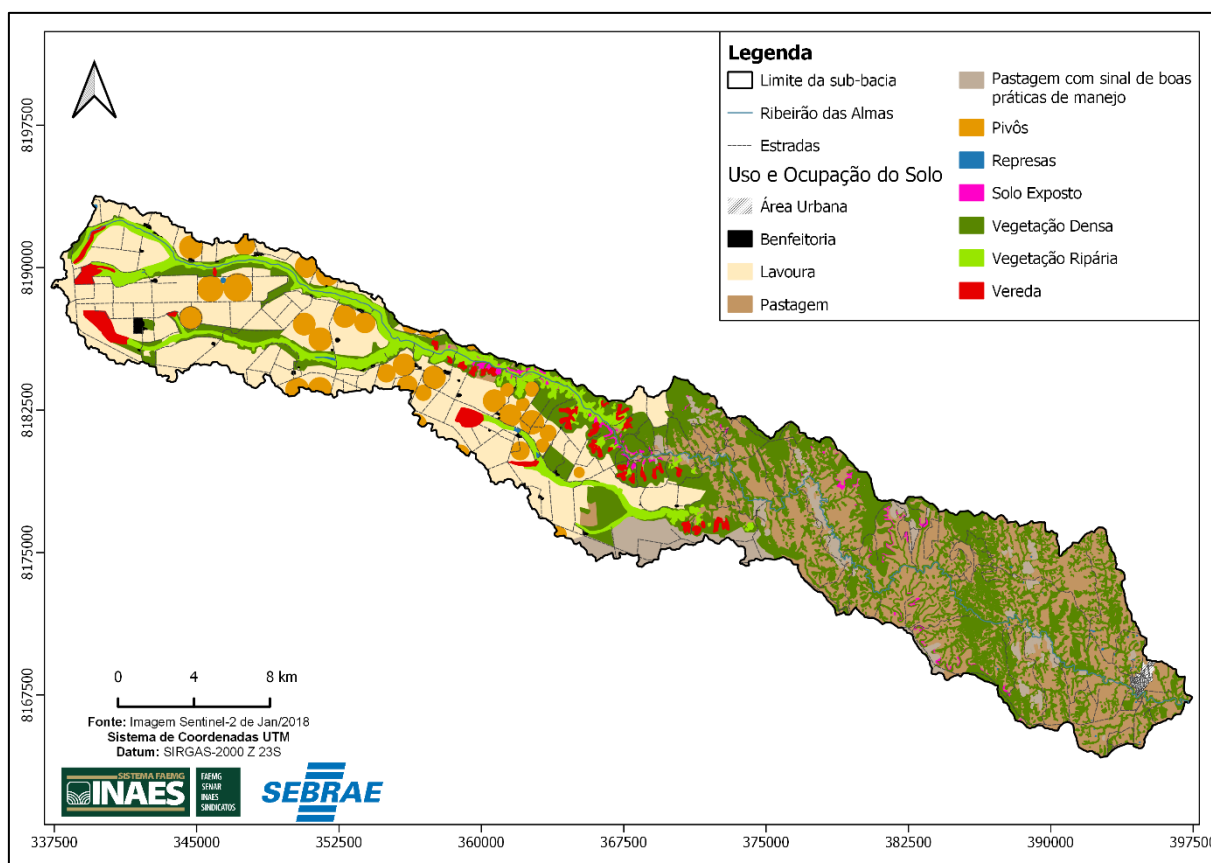


Figura 24 – Mapa de uso e ocupação do solo da sub-bacia do Ribeirão das Almas.

4.3.1 Áreas de Preservação Permanente Hídricas

As áreas de preservação permanente, regulamentadas por lei (MINAS GERAIS, 2013), são áreas que devem ser preservadas para que não haja significantes alterações ambientais que são capazes de desestabilizar ecossistemas em diferentes escalas. No estudo deste ZAP, conforme consta na metodologia oficial, foram identificadas as APPs hídricas diferenciadas por: i) nascentes; ii) cursos d'água; iii) veredas; e iv) represas. Para cada uma, em ordem, foi aplicado um buffer de 50, 30, 50 metros e o mais restritivo para represas, 50 metros.

Foi obtido através de cálculos uma área de APPs hídrica no total de 4.091,06 hectares, representando aproximadamente 9% de toda a sub-bacia. Foram identificadas o total de 338 nascentes após correção da hidrografia, retirando as nascentes de cursos d'água intermitentes. As áreas de veredas também foram computadas no cálculo, não apenas seu buffer, já que estas contam como área de APP hídrica. O resultado do mapa pode ser observado na figura 25.

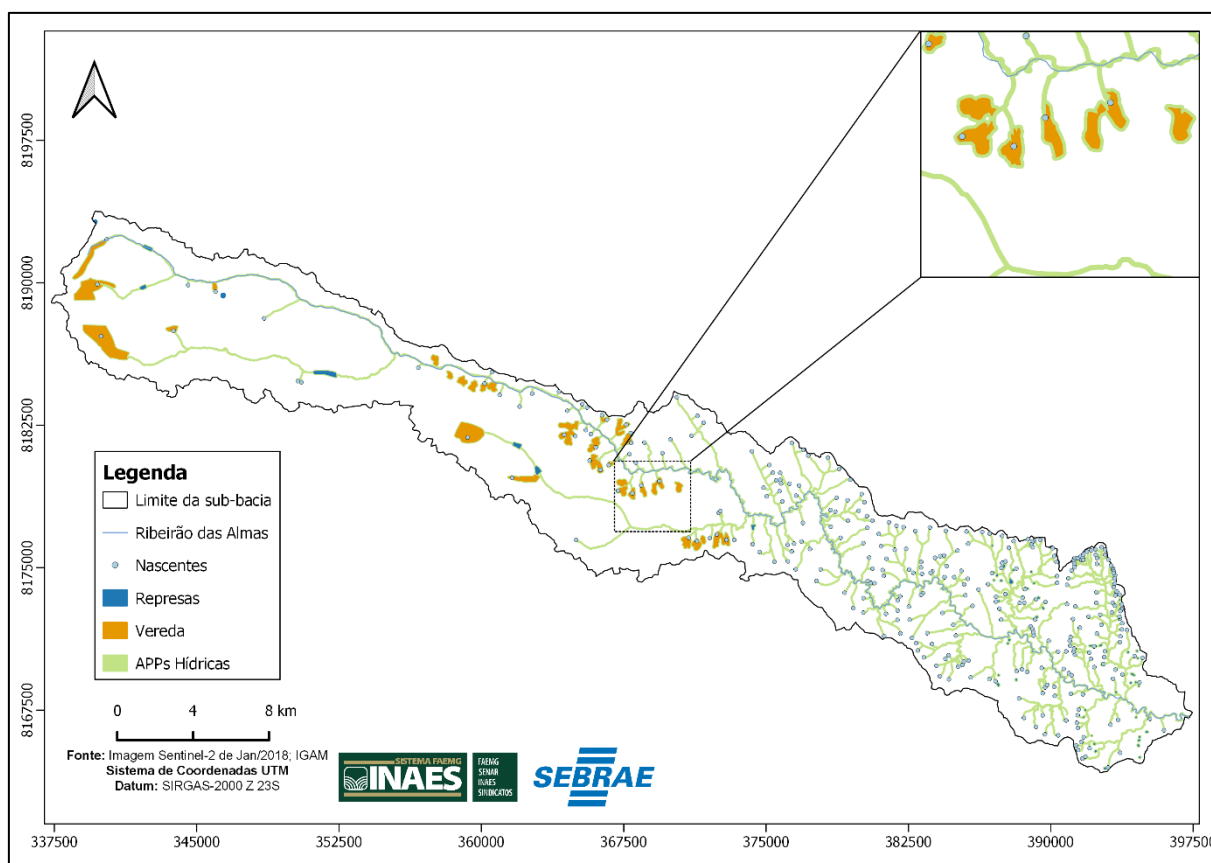


Figura 25 – Mapa das áreas de preservação permanente hídricas da sub-bacia do Ribeirão das Almas.

5. CONSIDERAÇÕES GERAIS

As considerações gerais têm como objetivo correlacionar todos os produtos do ZAP afim de auxiliar em análises futuras como, potenciais e planos de adequação. São elaborados índices que representam a atual condição da sub-bacia, que são: Índice de conservação da sub-bacia, de antropização das APPs hídricas, de concentração de nascentes e de uso conflitante na sub-bacia. Além dos índices, também são apresentados mapas a fim de facilitar a visualização da informação espacialmente.

5.1. Áreas conservadas e antropizadas

A figura 26 aponta as áreas conservadas e antropizadas da sub-bacia do Ribeirão das Almas. As classes Vegetação e Veredas foram consideradas conservadas, enquanto as classes Pastagem, Pastagens com sinais de boas práticas de manejo, Lavoura, Pivôs, Solo Exposto, Área Urbana e Benfeitoria foram consideradas antropizadas,

excluindo represas por serem corpos hídricos. O resultado total em área (hectares) pode ser visto na tabela 8.

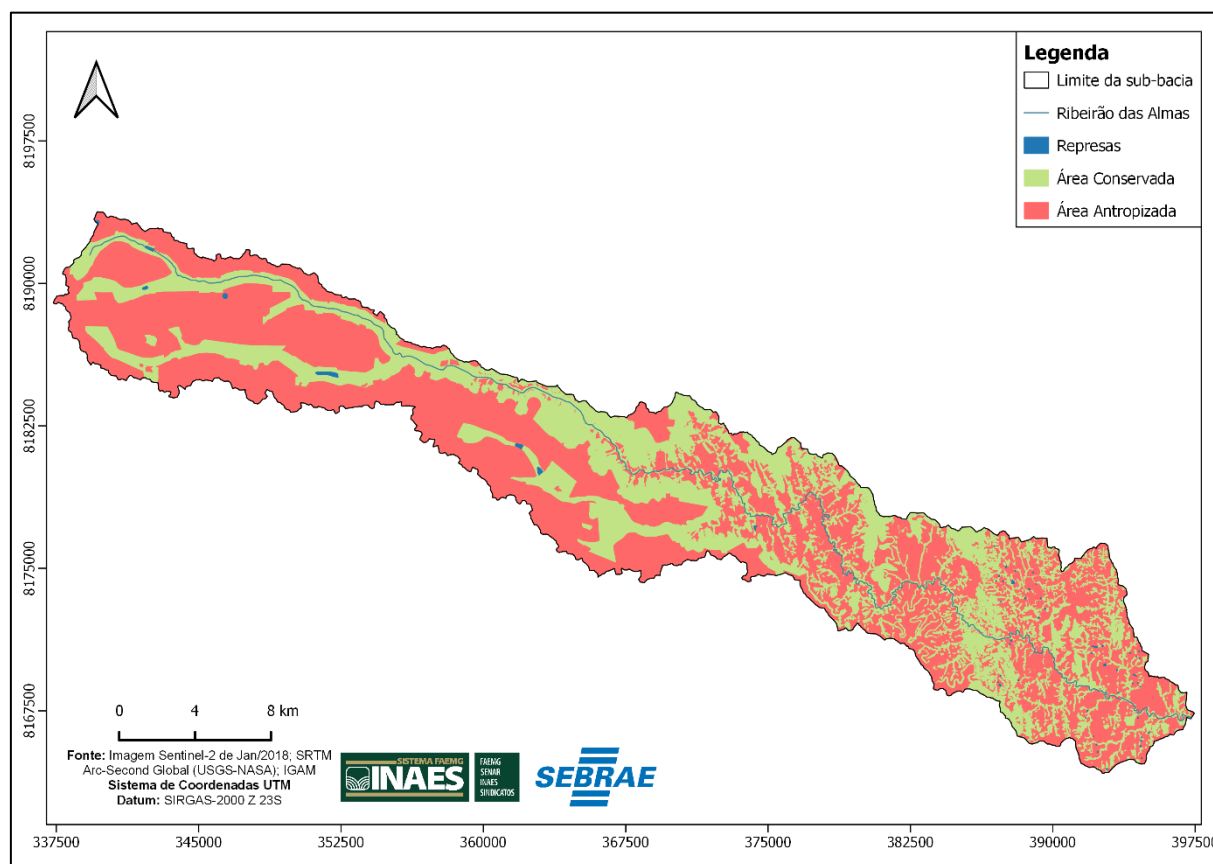


Figura 26 – Mapa das áreas conservadas e antropizadas da sub-bacia do Ribeirão das Almas.

Através dos dados obtidos através de técnicas de geoprocessamento, é possível calcular o índice de conservação da sub-bacia através da equação demonstrada abaixo. Este índice auxilia em uma primeira observação geral sobre a ocupação da sub-bacia, no entanto é necessária a observação em mapa e/ou SIG para um melhor planejamento de gestão, já que este permite visualizar onde se localizam importantes fragmentos de vegetação conservada que podem ser interligados a outros (SEMAD/SEAPA, 2016).

Tabela 8 - Relação de área conservada e antropizada na sub-bacia do Ribeirão das Almas.

Tipo de Área	Área (ha)	Representatividade (%)
Conservada	13.510,1	31,12%
Antropizada	29.901,8	68,88%

$$I_{\text{conservação da sub-bacia}} = \left(\frac{A_{\text{conservada}}}{A_{\text{sub-bacia}}} \right) \cdot 100$$

Onde:

$A_{\text{conservada}}$ = Área conservada com vegetação (ha), neste caso, as classes Vegetação e Veredas.

$A_{\text{sub-bacia}}$ = Área total da sub-bacia (ha).

Cálculo para sub-bacia do Ribeirão das Almas:

$$I_{\text{conservação da sub-bacia}} = \left(\frac{29.901,8}{43.411,73} \right) \cdot 100 = 45,18$$

5.2. Áreas de preservação permanente hídricas conservadas e antropizadas

A representação das APPs hídricas conservadas e antropizadas pode ser utilizada para indicar quais áreas de APPs devem ser priorizadas para recuperação, qual a melhor forma para tal e ainda cruzar as informações com outros produtos objetivando análises mais profundas. Espacialmente, as APPs hídricas conservadas são representadas pela interseção entre as classes de uso e ocupação do solo Vegetação, Veredas e Represas com as APPs hídricas, e seu oposto, as APPs hídricas antropizadas são interseccionadas com as classes de uso e ocupação do solo Pastagem, Pastagens com sinais de boas práticas de manejo, Lavoura, Pivôs, Solo Exposto, Área Urbana e Benfeitoria, novamente com as APPs hídricas. O mapa resultado deste procedimento pode ser observado na figura 27 abaixo.

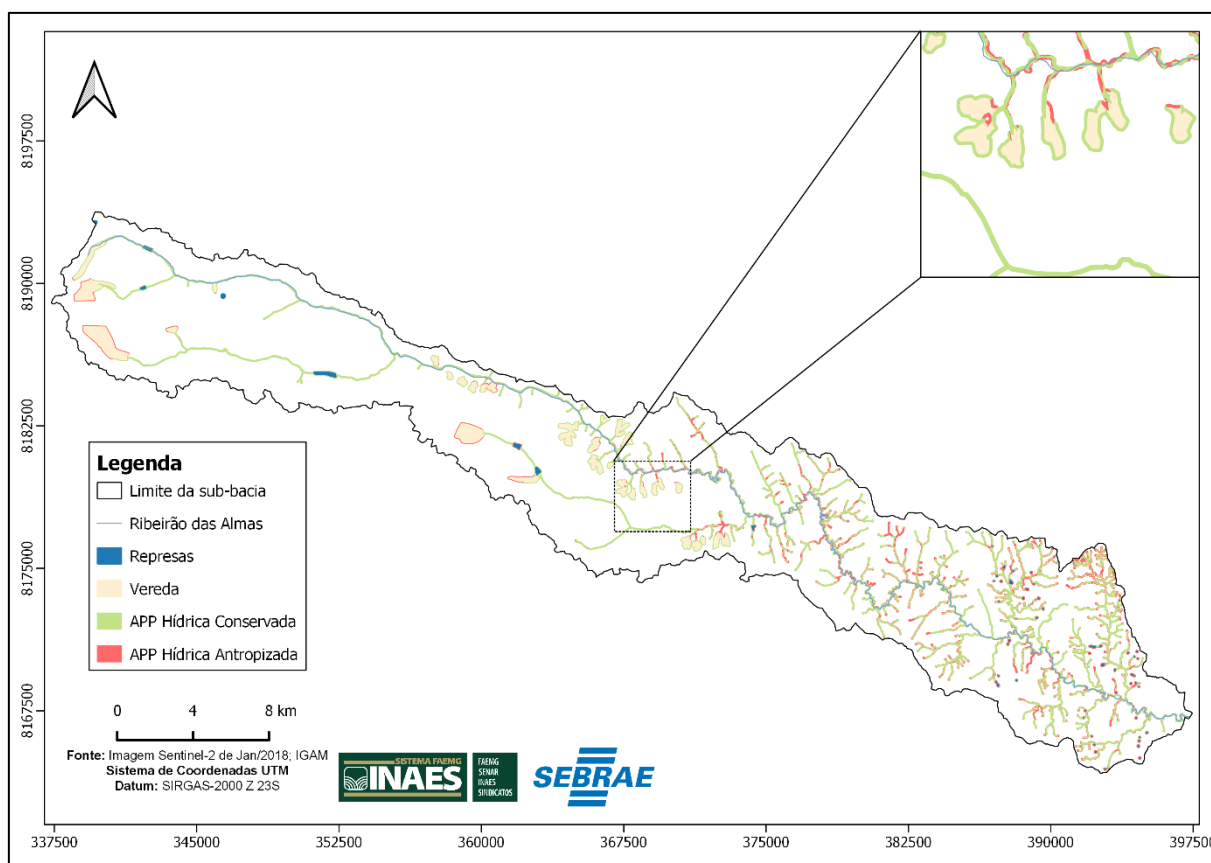


Figura 27 – Mapa das áreas de preservação permanente hídricas conservadas e antropizadas.

A tabela 9 expõe os valores utilizados para a elaboração do índice de antropização das APPs hídricas. O índice é calculado a partir da equação demonstrada abaixo e varia de 0 a 100 sendo que quanto maior o valor, maior a antropização das APPs hídricas da sub-bacia.

Tabela 9 - Relação de área de preservação permanente hídrica conservada e antropizada na sub-bacia do Ribeirão das Almas.

Tipo de Área de Preservação Permanente Hídrica	Área (ha)	Representatividade (%)
Conservada	3.156,6	77,16%
Antropizada	934,5	22,84%

$$I_{\text{antropização das APPs hídricas}} = \left(\frac{A_{\text{APP hídrica antropizada}}}{A_{\text{APP hídrica total}}} \right) \cdot 100$$

Onde:

$A_{APP \text{ hídrica antropizada}}$ = Porção das APPs hídricas sem vegetação e/ou conservação (ha).

$A_{APP \text{ hídrica total}}$ = Área total das APPs hídricas (ha).

Cálculo para sub-bacia do Ribeirão das Almas:

$$I_{\text{antropização das APPs hídricas}} = \left(\frac{934,5}{4.091,06} \right) \cdot 100 = 22,84\%$$

5.3. Concentração de nascentes

O cálculo de concentração de nascentes possibilita a visualização numérica da quantidade de nascentes por área total da sub-bacia. Ele facilita a “priorização de alocação de recursos para a adequação ambiental” (SEMAD/SEAPA, 2016, p.56) da sub-bacia quando se trata de recuperação de nascentes e disponibilidade hídrica. Presume-se que cada APP de nascente equivale a um raio de 50 metros, que, convertendo para hectares, se obtém 0,78 por nascente, e é por sua vez multiplicado pelo número de nascentes encontradas e dividida pela área total da sub-bacia. O resultado pode ser interpretado em uma escala de 0 a 100, sendo que quanto maior o valor, maior a concentração de nascentes na sub-bacia.

$$I_{\text{concentração de nascentes}} = \left(\frac{N^{\circ}_{\text{nascentes}} \cdot 0,78}{A_{\text{sub-bacia}}} \right) \cdot 100$$

Onde:

$N^{\circ}_{\text{nascentes}}$ = Número de nascentes existentes na sub-bacia.

$A_{\text{sub-bacia}}$ = Área total sub-bacia (ha).

Cálculo para sub-bacia do Ribeirão das Almas:

$$I_{\text{concentração de nascentes}} = \left(\frac{338 \cdot 0,78}{43.467,11} \right) \cdot 100 = 0,61\%$$

5.4. Conflito entre Unidades de Paisagem e Uso e Ocupação do Solo

O conflito entre Unidades de Paisagem e Uso e Ocupação do Solo (figura 28) expõe as áreas da sub-bacia que sofrem maior impacto ambiental por determinado tipo de uso em certa unidade de paisagem. É um importante subproduto a ser analisado ambientalmente para determinar áreas que devem sofrer intervenção em seu uso visando a conservação da sub-bacia.

É executado através da interseção entre estes dois produtos utilizando técnicas de geoprocessamento. É identificada a quantidade de área que cada classe de uso do solo representa nas unidades de paisagem e decidido, através da metodologia de caracterização de unidades de paisagem de Fernandes (2013) (com auxílio da tabela 2 deste estudo) e conhecimento de campo, onde há compatibilidade e incompatibilidade de usos na sub-bacia. Uma terceira classificação foi proposta, conforme metodologia ZAP oficial, denominada de “depende de controle e manejo” demonstrando que tal uso é compatível a partir de técnicas de controle e manejo do solo. A classificação “não aplicável” é dada as classes de uso que não são passíveis de alteração por inviabilidade ou consolidação de uso.

A tabela 10 exprime as inter-relações entre unidades de paisagem e uso e ocupação do solo e a análise técnica dada para cada.

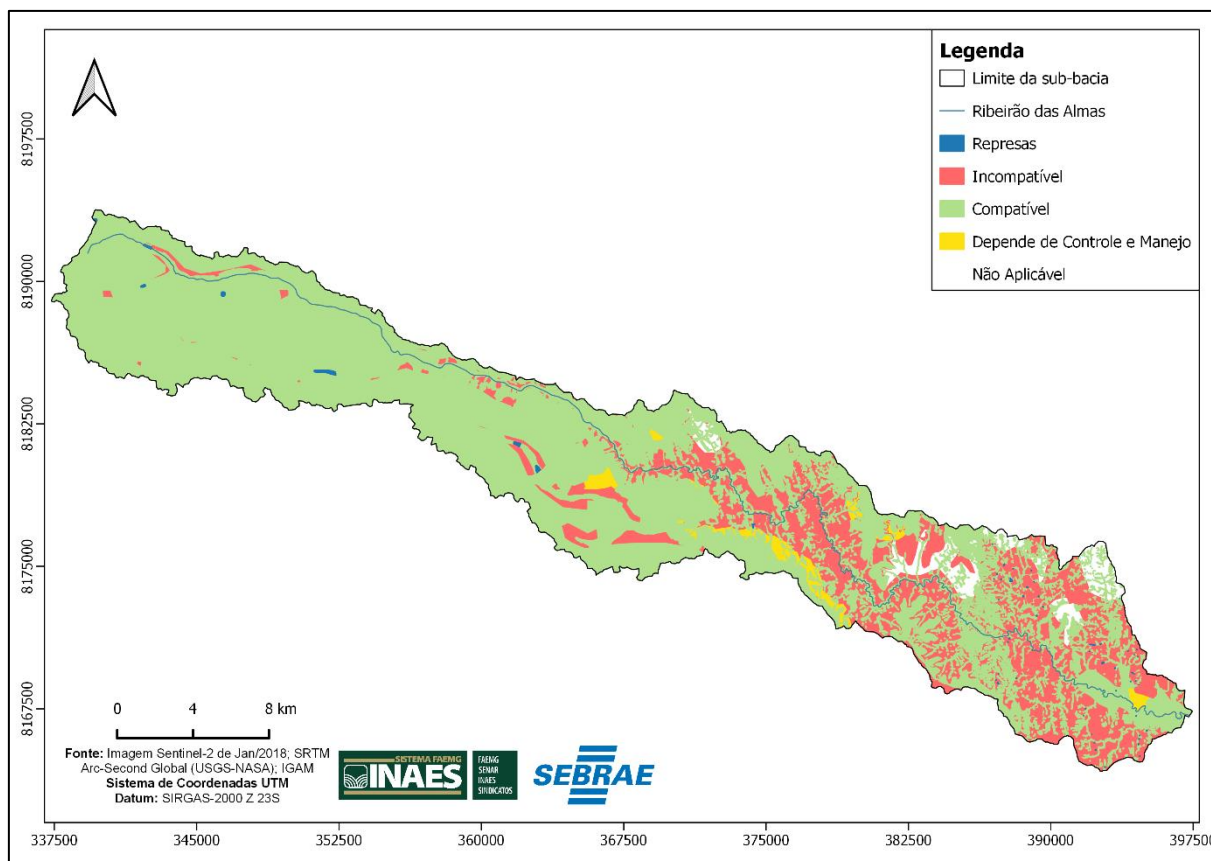


Figura 28 - Conflito entre Unidades de Paisagem e Ocupação do Solo.

Tabela 10 - Análise de conflito entre Unidades de Paisagem e Uso e Ocupação do Solo na sub-bacia do Ribeirão das Almas.

Unidade de Paisagem	Uso Atual	Análise
Crista e Ravina	Pastagens	Não se aplica
Crista e Ravina	Pastagens com sinais de boas práticas de manejo	Não se aplica
Crista e Ravina	Represas	Não se aplica
Crista e Ravina	Solo Exposto	Incompatível
Crista e Ravina	Vegetação	Compatível
Dissecado Estrutural	Benfeitoria	Incompatível
Dissecado Estrutural	Lavoura	Depende de controle e manejo
Dissecado Estrutural	Pastagens	Depende de controle e manejo
Dissecado Estrutural	Pastagens com sinais de boas práticas de manejo	Compatível
Dissecado Estrutural	Pivô	Incompatível

Dissecado Estrutural	Represas	Não se aplica
Dissecado Estrutural	Solo Exposto	Incompatível
Dissecado Estrutural	Vegetação	Compatível
Dissecado Estrutural	Veredas	Compatível
Planície e Terraço Fluvial	Área Urbana	Depende de controle e manejo
Planície e Terraço Fluvial	Pastagens	Compatível
Planície e Terraço Fluvial	Pastagens com sinais de boas práticas de manejo	Compatível
Planície e Terraço Fluvial	Represas	Não se aplica
Planície e Terraço Fluvial	Vegetação	Compatível
Rampa Coluvial Latossólica	Benfeitoria	Compatível
Rampa Coluvial Latossólica	Lavoura	Compatível
Rampa Coluvial Latossólica	Pastagens	Compatível
Rampa Coluvial Latossólica	Pastagens com sinais de boas práticas de manejo	Compatível
Rampa Coluvial Latossólica	Pivô	Compatível
Rampa Coluvial Latossólica	Solo Exposto	Incompatível
Rampa Coluvial Latossólica	Vegetação	Compatível
Rampa Coluvial Latossólica	Veredas	Compatível
Superfície Tabular	Benfeitoria	Compatível
Superfície Tabular	Lavoura	Compatível
Superfície Tabular	Pastagens	Compatível
Superfície Tabular	Pastagens com sinais de boas práticas de manejo	Compatível
Superfície Tabular	Pivô	Compatível
Superfície Tabular	Represas	Não se aplica
Superfície Tabular	Solo Exposto	Incompatível

Superfície Tabular	Vegetação	Compatível
Superfície Tabular	Veredas	Compatível
Vale Encaixado com Cristas	Área Urbana	Incompatível
Vale Encaixado com Cristas	Benfeitoria	Incompatível
Vale Encaixado com Cristas	Lavoura	Incompatível
Vale Encaixado com Cristas	Pastagens	Incompatível
Vale Encaixado com Cristas	Pastagens com sinais de boas práticas de manejo	Incompatível
Vale Encaixado com Cristas	Represas	Não se aplica
Vale Encaixado com Cristas	Solo Exposto	Incompatível
Vale Encaixado com Cristas	Vegetação	Compatível
Vale Encaixado com Cristas	Veredas	Compatível
Vertente Côncava com Anfiteatro	Pastagens	Depende de controle e manejo
Vertente Côncava com Anfiteatro	Pastagens com sinais de boas práticas de manejo	Compatível
Vertente Côncava com Anfiteatro	Solo Exposto	Incompatível
Vertente Côncava com Anfiteatro	Vegetação	Compatível
Vertente Ravinada	Benfeitoria	Incompatível

A tabela 11 demonstra os valores de área em hectares da análise de conflito e são utilizados para o cálculo do índice de uso conflitante da sub-bacia. O índice é calculado a partir da equação demonstrada abaixo e varia de 0 a 100 sendo que quanto maior o valor, maior a taxa de conflito entre o uso e ocupação do solo atual com as unidades de paisagem identificadas na sub-bacia.

Tabela 11 - Áreas de uso conflitante para cada Unidade de Paisagem na sub-bacia do Ribeirão das Almas.

Conflito	Área (ha)	Representatividade (%)
Compatível	28.873,61	66,43%
Incompatível	12.186,69	28,04%
Depende de Controle e Manejo	791,84	1,82%
Não se aplica	1.614,95	3,72%

$$I_{uso\ conflitante\ da\ sub-bacia} = \left(\frac{A_{uso\ conflitante}}{A_{sub-bacia}} \right) \cdot 100$$

Onde:

$A_{uso\ conflitante}$ = Área total de conflito entre o uso do solo atual e as unidades de paisagem (ha), no caso toda área identificada como “Incompatível”.

$A_{sub-bacia}$ = Área total sub-bacia (ha).

Cálculo para sub-bacia do Ribeirão das Almas:

$$I_{concentração\ de\ nascentes} = \left(\frac{12.186,69}{43.467,11} \right) \cdot 100 = 28,04\%$$

5.5. Resumo dos Índices

A fim de sintetizar todos os índices calculados para este ZAP, é exposta na tabela 12 todos os valores. Também pode ser utilizada como comparativo para com outros ZAPs elaborados para as bacias subjacentes, como por exemplo a do Ribeirão Santo André e a do Ribeirão Santa Cruz, demonstrando quais delas tem prioridade em determinada ação de recuperação, adequação e conservação, sendo uma ótima ferramenta comparativa de gestão conjunta de (sub)bacias hidrográficas.

Tabela 12 - Resumo dos índices utilizados para o ZAP da sub-bacia do Ribeirão das Almas.

ÍNDICE	VALOR (%)
Índice de Conservação da Sub-bacia	45,18%
Índice de Antropização das APPs Hídricas	18,09%
Índice de Concentração de Nascentes	0,61%
Índice de Uso Conflitante na Sub-bacia	28,04%

A análise do ZAP permitiu elencar algumas possibilidades técnicas e economicamente viáveis, existentes no Território da Bacia hidrográfica do Ribeirão das Almas no município de Bonfinópolis de Minas, que permitem mitigar os impactos negativos e potencializar os impactos positivos decorrente das atividades realizadas na bacia.

Objetivando a definição de áreas prioritárias para receberem ações de recuperação e adequação ambiental, a bacia do Ribeirão das Almas, foi subdividida, em 07 sub bacias existentes no território, a saber: Sub-bacia Alto Trecho da Calha do Ribeirão das Almas, Sub-bacia do Trecho Médio da Calha do Ribeirão das Almas, Sub-bacia do Baixo trecho do Ribeirão das Almas, Sub-bacia do Ribeirão das Pedras, Sub-bacia do Córrego Galho, Sub-bacia do Córrego do Arrozal, Sub-bacia do Córrego das Éguas (figura 29).

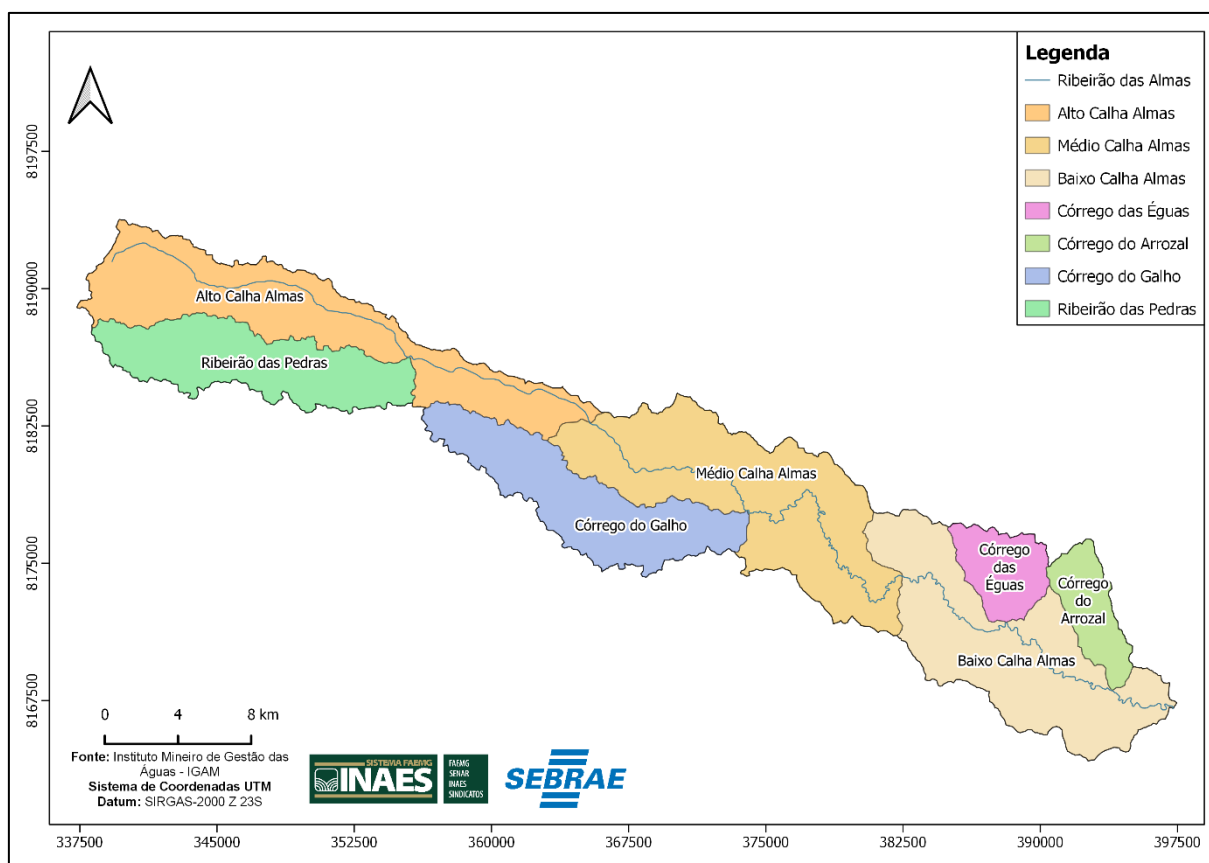


Figura 29 - Mapa das sub-bacias do Ribeirão das Almas.

Para consideração das áreas prioritárias, foi elaborada uma metodologia baseada nas análises multicritério cujo procedimento 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 (MOURA, 2007). 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 (SANTOS, 2010). Para realização destas análises, utilizou-se como base de dados e informações do Zoneamento Ambiental e Produtivo – ZAP da Bacia do ribeirão das Almas.

Os modelos baseados em decisão multicritério são indicados para problemas onde existem vários fatores que se inter-relacionam. Desta forma, foram elaborados para esse caso, seis índices que subsidiaram a priorização das sub-bacias hidrográficas.

6. ESTIMATIVA DE ÁREA E CUSTOS DE RECUPERAÇÃO E CONSERVAÇÃO

6.1. Índice de Antropização de Áreas de Preservação Permanente Fluviais – I_{app}

Esse indicador quantifica a relação entre a área de mata ciliar contida nas áreas de preservação permanente fluviais, pode variar de 1 a 100 sendo que quanto menor o índice menor é o nível de intervenção antrópica nas APPs.

Pode ser calculado utilizando a seguinte fórmula.

$$I_{\text{antropização das APPs hídricas}} = \left(\frac{A_{APP \text{ hídrica antropizada}}}{A_{APP \text{ hídrica total}}} \right) \cdot 100$$

Sendo:

A_{cil} = Área de mata ciliar inscrita em app fluvial (ha);

A_{app} = Área total de app da sub-bacia em análise (ha);

Os valores de A_{cil} e A_{app} podem ser obtidos utilizando os dados do Zoneamento Ambiental e Produtivo da Bacia – ZAP.

A tabela 13 abaixo apresenta os o índice de antropização de áreas de preservação permanente por sub-bacia do Ribeirão das Almas.

Tabela 13 - Índice de Antropização de APPs.

Antropização de APP's				
Sub-Bacia	Área (ha)	Área de APP(ha)	APP Antropizada (ha)	Índice (%)
Córrego das Éguas	1.999,23	285,353	110,90	38,9
Córrego do Galho	5.897,74	451,739	67,653	15,0
Córrego do Arrozal	1.871,15	331,726	158,998	47,9
Ribeirão das Pedras	5.467,26	348,784	34,17	9,8
Alto Almas	8.966,07	579,834	30,73	5,3
Médio Almas	10.264,90	1.150,00	224,09	19,5
Baixo Almas	9.000,73	943,120	307,920	32,6
Total	43.467,08	4.090,556	934,461	22,8

De forma geral pode-se observar que cerca de 23% das áreas de APP já foram antropizadas, portanto existe potencial de adequação da área a ser revegetada, conforme determina a legislação, isso corresponde a 934,46 hectares que podem ser recuperadas dentro da bacia.

Dentre as sub-bacias analisadas as sub-bacias do Córrego do Arrozal e do Córrego da Égua são as que apresentam maiores índices de desflorestamento em APP, dessa forma, devem receber especial atenção em projetos que visem a recuperação e cercamento de tais áreas.

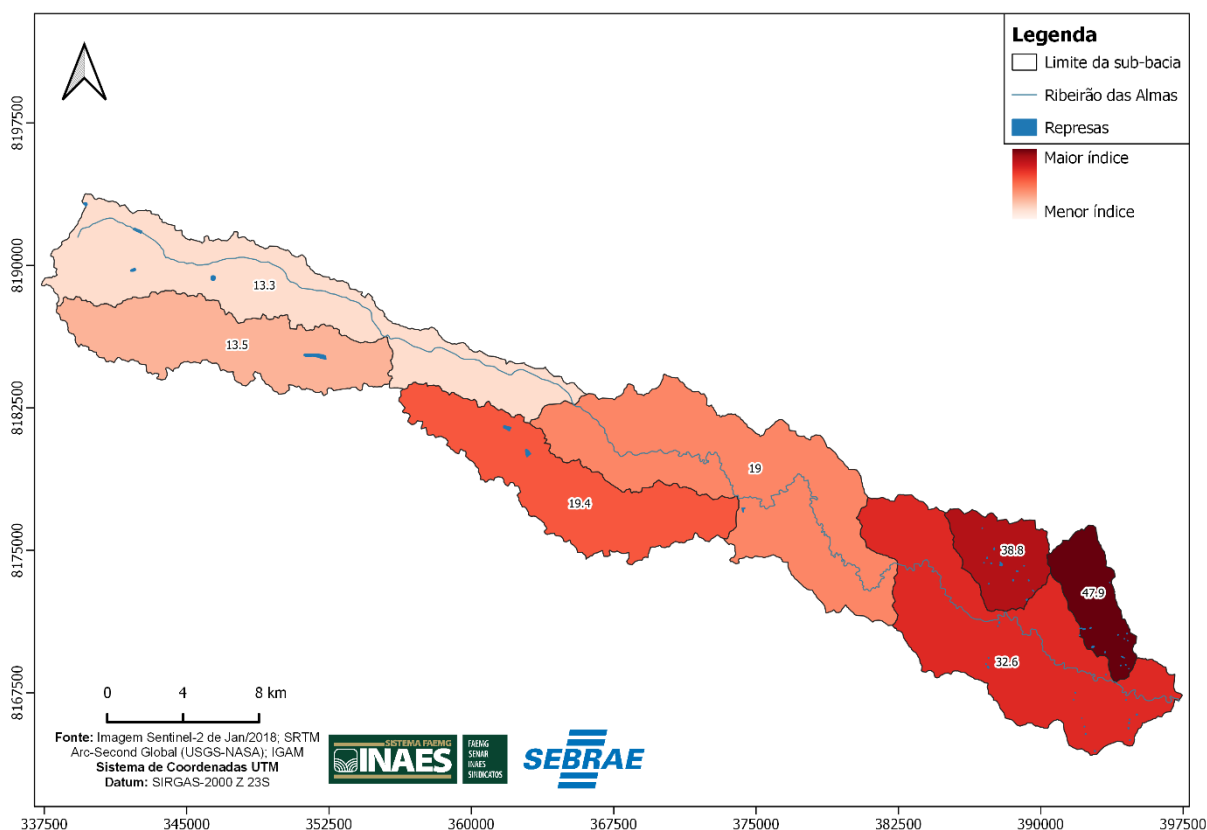


Figura 30 - Mapa de concentração de áreas de proteção permanente (APP's) úmidas degradadas nas sub-bacias do Ribeirão das Almas.

- **Estimativa de custo para Cercamento de APPs:**

Os dados foram calculados utilizando a metodologia elaborada pela EMATER–MG para proteção de Matas Ciliares e Áreas de Recargas Hídricas. Os custos tiveram como referência o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção

Civil – SINAPI. Na tabela 14 é apresentado o custo para cercamento de mata ciliar, topo de morro ou nascente em um quilômetro.

Tabela 14 - Custo de cercamento mata ciliar, área de recarga ou nascente em 1,0 km.

Insumos	Unid.	Qtde.	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Peça de Madeira (2,20 x 0,12 m)	Unid.	188,0	11,20	2.105,60
Peça de Madeira (2,50 x 0,15 – 0,25 m)	Unid.	12,0	32,50	390,00
Arame Farpado	Rolo	10,0	170,00	1.700,00
Balancim (1,20 x 0,034 m)	Unid.	500,0	3,20	1.600,00
Grampo Aço (16 x 10)	Kg	7,2	9,00	64,80
Sub Total (1)				5.860,40
Serviços				
Mão-de-obra	Metro	1.000,0	3,00	3.000,00
Transporte comercial	Unid.	1,0	167,10	167,10
Sub Total (2)				3.167,10
TOTAL (1 + 2)				9.027,50

Esta recomendação consiste no cercamento de mata ciliar, e ou nascente, protegendo-as do pisoteio de animais, propiciando a regeneração natural, por meio da construção de cerca de arame farpado, de 4 fios, com mourões de eucalipto tratado de 2,20 m de altura, com diâmetro de 0,11 a 0,13 m, espaçados de 5 em 5 m, intercalados com balancins de arame espaçados de 2,0 em 2,0 m.

Para o levantamento dos custos de cercamento de APPs nas áreas hídricas da sub-bacia do Ribeirão das Almas, foram calculadas as áreas de APPs por sub-bacia (tabela 15), levantados no estudo do ZAP e considerando 330 metros de cercamento do entorno das APPs, multiplicados pelo valor do custo deste cercamento.

Tabela 15 - Estimativa de Custo para Proteção de APPs.

Sub-Bacia	Área de APP (ha)	Custo de 0,33 km de cercas (R\$)	Custo por Sub-Bacia (R\$)
Córrego das Éguas	285,353	3.011	859.197,88
Córrego do Galho	451,739	3.011	1.360.186,13
Córrego do Arrozal	331,726	3.011	998.826,99
Ribeirão das Pedras	348,784	3.011	1.050.188,62
Alto Almas	579,83	3.011	1.745.880,17
Médio Almas	1.150,00	3.011	3.462.650,00
Baixo Almas	943,120	3.011	2.839.734,32
Total	7511,694		12.316.664,12

Observa-se que realizando o cercamento de todas as áreas de APPs das sub-bacias do Ribeirão das Almas, o custo global seria de R\$ 12.316.664,12 reais, no entanto a maioria destas áreas, principalmente nas sub-bacias do Alto Almas, Pedras e Galho, encontram-se em bom estágio de conservação. Portanto, deve-se neste caso, priorizar as áreas que possuem os maiores índices de antropização, nas quais são as sub-bacias do Córrego do Arrozal, Éguas e Baixo Almas como apresentado na tabela 15.

6.2. Índice de Concentração de Nascentes – I_{nas}

Esse indicador avalia a quantidade de nascentes pontuais existentes em uma determinada área. Parte do princípio que cada nascente identificada ocupa uma área de 0,78 hectares correspondendo ao círculo formado por um raio de 50 metros.

A fórmula utilizada para determinação do índice foi:

$$I_{\text{concentração de nascentes}} = \left(\frac{N_{\text{nas}} \cdot 0,78}{A_{\text{bacia}}} \right) \cdot 100$$

Sendo:

N_{nas} – Número de nascentes existentes em uma determinada sub-bacia (ha);

A_{sub} – Área total de sub-bacia em estudo (ha);

I_{nas} – Índice de concentração de nascentes (Nº de nasc/100 ha).

Como os demais parâmetros, N^o_{nas} e A_{sub} , podem ser obtidos pelo ZAP.

A tabela 16 apresenta o índice de concentração de nascentes por hectares para cada sub-bacia do Ribeirão das Almas.

Tabela 16 - Índice de Concentração de Nascentes.

Sub-Bacia	Área (ha)	Nº de Nascentes	Índice (%)
Córrego das Éguas	1.999,23	36	1,40
Córrego do Galho	5.897,74	9	0,12
Córrego do Arrozal	1.871,15	68	2,83
Ribeirão das Pedras	5.467,26	4	0,06
Alto Almas	8.966,07	15	0,13
Médio Almas	10.264,90	93	0,71
Baixo Almas	9.000,73	113	0,979
Total	43.467,08	338	0,61

Observa-se nesta tabela que a bacia do Ribeirão das Almas possui em média 0,61 nascentes por hectare. Em destaque, a sub-bacia do Córrego do Arrozal, possui o índice quatro vezes maior do que a média da bacia. Um outro ponto importante a se considerar é que esta mesma sub-bacia possui o maior índice de APPs antropizadas, merecendo, portanto, priorização para proteção destas áreas.

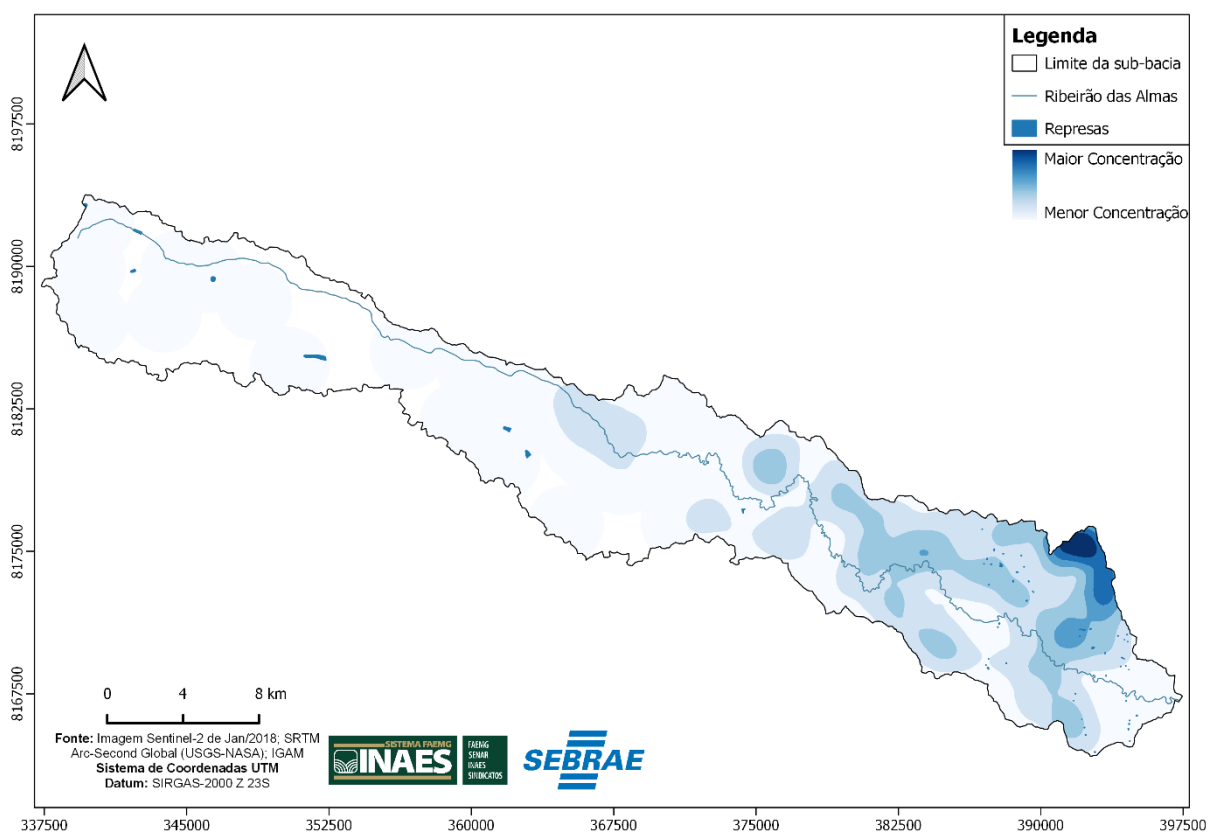


Figura 31 - Mapa de concentração de nascentes na bacia do Ribeirão das Almas.

- **Estimativa de custo para Cercamento de Nascentes**

Para a estimativa de custo do cercamento de nascentes, foi utilizada a mesma lógica descrita anteriormente no cálculo das APPs hídricas. Obteve-se a área em hectares de nascentes por sub-bacia levantada no ZAP multiplicada pelo custo de cercamento, com 400 metros (tabela 17).

Tabela 17 - Estimativa de custos para proteção de nascentes.

Sub-Bacia	Nº de Nascentes	Custo de 0,4 km de cerca (R\$)	Custo por Sub-Bacia (R\$)
Córrego das Éguas	36	3.649,90	131.396,40
Córrego do Galho	9	3.649,90	32.849,10
Córrego do Arrozal	68	3.649,90	248.193,20
Ribeirão das Pedras	4	3.649,90	14.599,60
Alto Almas	15	3.649,90	54.748,50
Médio Almas	93	3.649,90	339.440,70
Baixo Almas	113	3.649,90	412.438,70
Total	338		1.233.666,20

Como resultado do cálculo para proteção de nascentes, pode-se observar, na tabela acima, que o custo para proteção das 338 nascentes pontuais na bacia do ribeirão das Almas é de R\$ 1.233.666,20. De acordo com os dados apresentados, para priorização de áreas, especial atenção deve ser dada à sub-bacia do Córrego Arrozal.

6.3. Índice de Pastagens Susceptíveis à Erosão – I_{pase}

Este indicador avalia o nível de fragilidade das áreas de pastagens em unidades de paisagem sensíveis à erosão. Pode ser calculado utilizando a seguinte fórmula:

$$I_{\text{pastagens susceptíveis}} = \left(\frac{A_{\text{pasus}}}{A_{\text{aps}}} \right) . 100$$

Sendo:

A_{pasus} = Área de Pastagem Susceptível (ha);

A_{apa} = Área total de pastagem da sub-bacia em análise (ha);

Os valores de A_{pasus} e A_{apa} são obtidos através dos dados produzidos pelo Zoneamento Ambiental e Produtivo - ZAP.

A seguir são apresentados o valor de área das pastagens juntamente com o cálculo do índice de susceptibilidade para cada sub-bacia do Ribeirão das Almas (tabela 18).

Tabela 18 - Índice de Pastagens Susceptíveis.

Sub-Bacia	Área (ha)	Pastagem (ha)	Pastagens Susceptíveis à Erosão	Índice(%)
Córrego das Éguas	1.999,23	1.328	1.317,14	99,18
Córrego do Galho	5.897,74	1.268	483,81	38,16
Córrego do Arrozal	1.871,15	1.500	1.438,20	95,88
Ribeirão das Pedras	5.467,26	0	0	0,00
Alto Almas	8.966,07	88,83	84,94	95,62
Médio Almas	10.264,90	4.902,00	3.828	78,09
Baixo Almas	9.000,73	6.285,60	5.322	84,67
Total	43.467,08	15.372	12.474,09	81,15

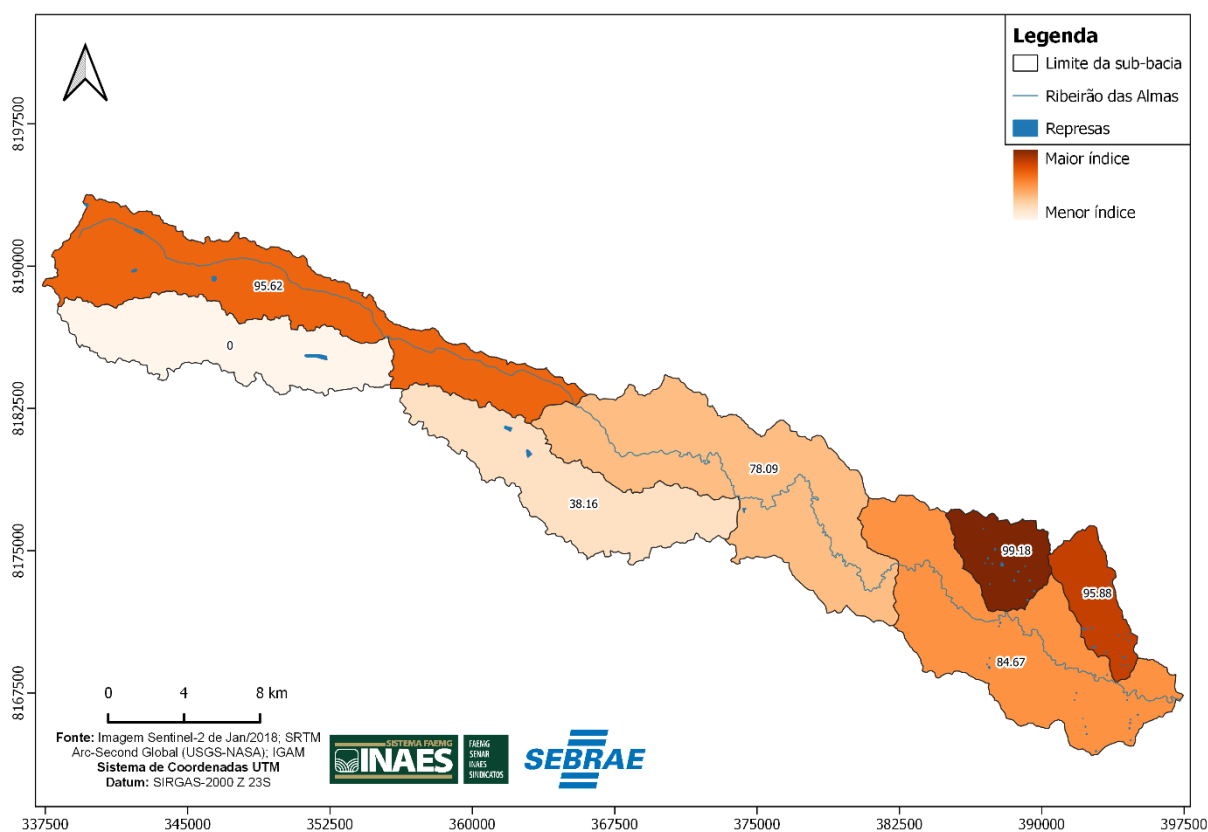


Figura 32 - Mapa de concentração de pastagens susceptíveis a erosão nas sub-bacias do Ribeirão das Almas.

Ressalta-se na tabela acima que dos 15.372 hectares de pastagem mapeadas na sub-bacia do Ribeirão das Almas cerca de 81% se localizam em áreas sensíveis à erosão e que a maioria destas apresentam um elevado estágio de degradação, que pode

reduzir substancialmente a infiltração de água nessas áreas, restringindo ainda mais o abastecimento dos aquíferos, criando, dessa forma, um ciclo vicioso que pode levar à desertificação de diversas destas pastagens.

Merece atenção especial a sub-bacia do Córrego do Arrozal com 95% de áreas susceptíveis e a sub-bacia do Córrego das Éguas com 99% das áreas susceptíveis, sub-bacia esta que tem sua foz localizada próxima ao do ponto de captação de água da COPASA para o abastecimento do município de Bonfinópolis de Minas.

Ações emergenciais devem ser tomadas no sentido de minimizar ou até mesmo eliminar esse processo de degradação. Práticas de revitalização de bacias hidrográficas são sugeridas, tais como: bacias de captação de enxurradas, terraços, reforma de pastagens com calagem e fertilização dos solos, implantação de sistemas de integração lavoura, pecuária e florestas ou sistema agrossilvopastoril, rotação de pastagens, técnicas de recuperação de áreas degradadas, entre outras.

Procurando estimar os custos para recuperar pastagens na sub-bacia do Ribeirão das Almas, são descritos a seguir, nas tabelas 19 e 20, os valores de insumos e serviços necessários para recuperar 1 hectare com nível tecnológico adequado à região que serviu de base para a estimativa de toda a sub-bacia.

O capim braquiária foi usado como referência, pois é o mais plantado na região. Para o cálculo da adubação, foi definida a necessidade de correção e fertilização em solo de média fertilidade, para um nível médio de tecnologia, de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo de Minas Gerais, em sua 5ª aproximação (1999). Na tabela 19 é apresentado o custo de formação e recuperação, conforme definido. Essa recomendação consiste na recuperação de áreas de pastagem, por meio de: limpeza da área; preparo total do solo com aração e gradagem; calagem, adubação de plantio e cobertura.

Tabela 19 - Custo da recuperação de pastagem em 1,0 hectare.

Insumos	Unid.	Qtde.	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Agrosilício	Ton.	2,0	240,00	480,00
Gesso agrícola	Ton.	0,5	300,00	150,00
Adubo plantio	Kg	400,0	1,80	720,00
Adubo cobertura	Kg	300,0	1,90	570,00
Semente braquiária	Kg	15,0	29,00	435,00
Sub Total (1)				2.355,00
Serviços				
Limpeza terreno	H/T	4,0	150,00	600,00
Distribuição calcário	H/T	1,0	100,00	100,00
Distribuição gesso	H/T	0,5	100,00	50,00
Gradagem pesada	H/T	1,0	100,00	100,00
Construção terraço	H/T	2,0	150,00	300,00
Adubação e plantio	H/T	1,0	100,00	100,00
Compactação semente	H/T	0,5	100,00	50,00
Adubação cobertura	H/T	1,0	100,00	100,00
Análise de solo	Unid.	3,0	50,00	150,00
Reserva técnica (10%)	Unid.	1,0	395,00	395,00
Sub Total (2)				1.945,00
Total (1 + 2)				4.300,00

Foram definidas as Unidades de Paisagem com maior propensão a processos erosivos, distribuídas na sub-bacia do Ribeirão das Almas, como: os Vales Encaixados, Vertente Convexa, Colinas de Topo e Cristas. Para obtenção dos dados de áreas susceptíveis, foram feitos, então, o cruzamento da classe de uso de solo: i) pastagem; e ii) pastagens com bom sinal de manejo; definidas pelo ZAP, e o das respectivas Unidades de Paisagem descritas anteriormente. Como resultados desses cruzamentos, foram obtidas as informações por Sub-bacia, conforme quadro abaixo.

Tabela 20 - Estimativa de Custo para recuperação de Pastagens Susceptíveis a Erosão.

Sub-Bacia	Pastagem (ha)	Pastagens Susceptíveis à Erosão (ha)	Custo de Recuperação (R\$/km)	Custo por Sub-Bacia / R\$
Córrego das Éguas	1.328,00	1.317,14	4.300,00	5.663.702,00
Córrego do Galho	1.268,00	483,81	4.300,00	2.080.383,00
Córrego do Arrozal	1.500,00	1.438,20	4.300,00	6.184.260,00
Ribeirão das Pedras	-	-	4.300,00	-
Alto Almas	88,83	84,94	4.300,00	365.242,00
Médio Almas	4.902,00	3.828,00	4.300,00	16.460.400,00
Baixo Almas	6.285,60	5.322,00	4.300,00	22.884.600,00
Total	15.372,43	12.474,09		53.638.587,00

De acordo com a tabela 20 apresentada, a sub-bacia do Ribeirão das Almas tem aproximadamente 12.474 hectares de pastagens em áreas susceptíveis à degradação, e a estimativa de custo para recuperação de toda essa área é de R\$ 53.638.587,00. Sugere-se priorização das atividades de recuperação conservação da sub-bacia do Córrego das Éguas que possui 99% de suas pastagens em áreas susceptíveis e tem sua foz logo acima do ponto de captação da COPASA, afetando diretamente a qualidade da água na área urbana.

6.4. Índice de Susceptibilidade das Estradas – I_{ses}

Este indicador avalia o nível de fragilidade das áreas das estradas em unidades de paisagem sensíveis à erosão. Pode ser calculado utilizando através da seguinte fórmula:

$$I_{\text{susceptibilidade das estradas}} = \left(\frac{A_{\text{esus}}}{A_{\text{es}}} \right) . 100$$

Sendo:

A_{esus} = Área de Estradas Susceptível (ha);

A_{aes} = Área total das estradas nas sub-bacias em análise (ha);

Os valores de A_{esus} e A_{aes} podem ser obtidos utilizando os dados do Zoneamento Ambiental e Produtivo da Bacia – ZAP.

A seguir é apresentada a tabela com o índice de susceptibilidade das pastagens (tabela 21).

Tabela 21 - Estradas Susceptíveis à Erosão.

Sub-Bacia	Área (ha)	Estradas (km)	Estradas Susceptíveis à Erosão	Índice (%)
Córrego das Éguas	1.999,23	14,85	14,85	100
Córrego do Galho	5.897,74	70,72	24,51	34,66
Córrego do Arrozal	1.871,15	16,24	13,07	80,48
Ribeirão das Pedras	5.467,26	75,92	8,17	10,76
Alto Almas	8.966,07	97,80	33,38	34,13
Médio Almas	10.264,90	95,70	73,26	76,55
Baixo Almas	9.000,73	111,5	75,01	67,27
Total	43.467,08	482,73	242,25	50,18

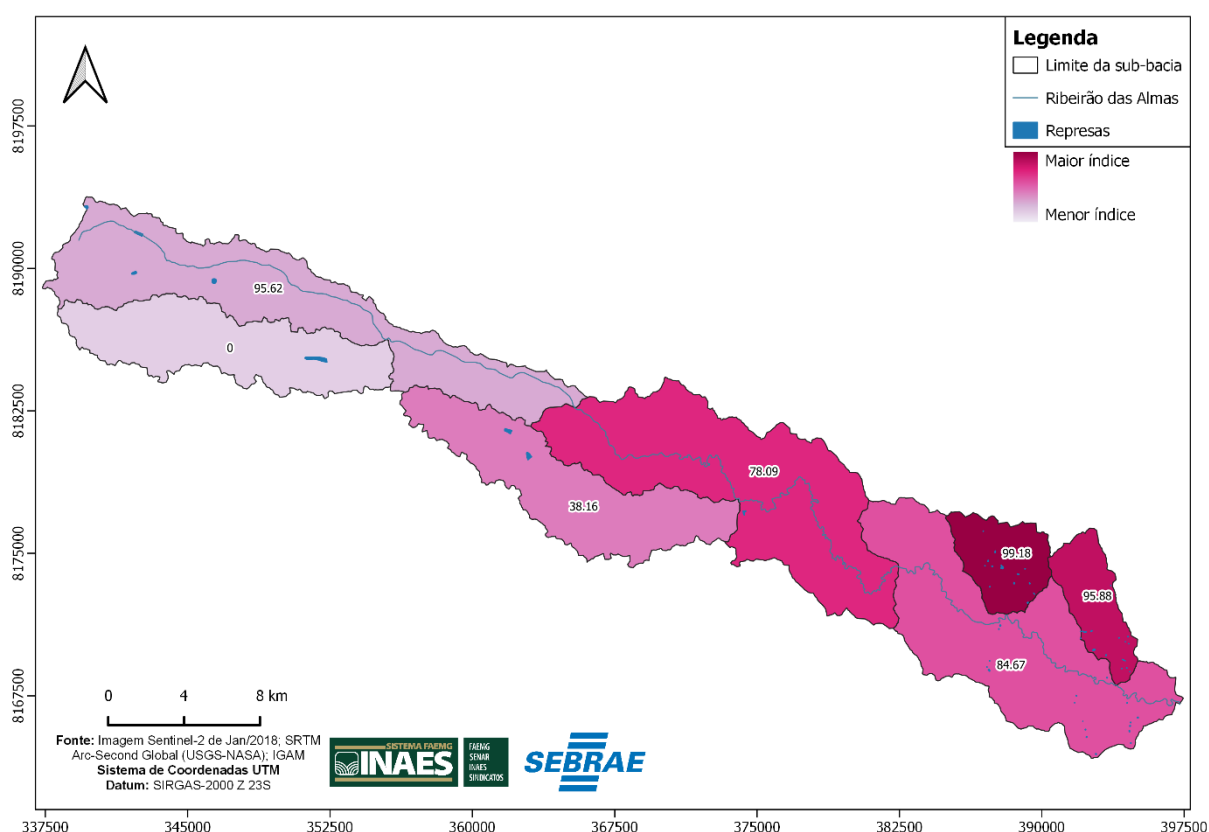


Figura 33 - Mapa de concentração de estradas susceptíveis a erosão nas sub-bacias do Ribeirão das Almas.

O ZAP demonstra que dos 482,73 km de estradas existentes na bacia, cerca de 242,25 km, ou seja, 50% estão localizadas nas Unidades de Paisagem sensíveis à erosão hídrica. Fácil notar que as estradas nessas áreas causam impactos importantes, onde se observa vários locais com presença de ravinas e voçorocas, causadas pelas águas de drenagem das estradas.

Os impactos decorrentes destas infraestruturas são conhecidos e significativos. Os solos erodidos dessas áreas são transportados para os corpos d'água abaixo, deixa a água com qualidade comprometida, causando assoreamento e degradação desses solos, além da redução drástica da sua fertilidade, criando assim um ciclo vicioso, que deve ser interrompido.

Para minimizar este problema, pode-se implantar um programa/projeto de recuperação e readequação de estradas vicinais, com tecnologia desenvolvida pela extinta Ruralminas, conhecida como “Estradas Ecológicas”, que consiste em recuperar e abaular o leito da estrada, cascalhar e desenvolver sistema de drenagem, com a construção de bacias de captação de águas de enxurradas. Este sistema garante a captação e infiltração de toda água de chuva das estradas, não permitindo seu escoamento superficial, evitando a erosão dos solos e ao mesmo tempo recarregando os aquíferos freáticos.

Os custos de recuperação de estradas vicinais foram baseados na planilha elaborada pela Emater–MG, com a tabela de preços da Secretaria de Estado de Transporte e Obras Públicas – Setop, utilizando-se da metodologia de recuperação de estradas praticadas pela extinta Ruralminas (tabela 22 e figura 33).

Tabela 22 - Custo de readequação de estradas vicinais – 1,0 km.

Insumos	Unid.	Qtde.	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Placa de obra	Unid.	1,0	764,67	764,67
Aquisição de cascalho	M³	400,0	10,00	4.000,00
Sub Total (1)				4.764,67
Terraplanagem				
Destocamento e limpeza de árvores	M²	1.608,0	0,27	434,26
Conformação do leito estrada	M²	5.000,0	0,10	500,00
Escavação e carga	M³	400,0	3,05	1.220,00
Transporte de cascalho	M³	8.000,0	0,80	6.400,00
Execução de Cascalhamento	M³	400,0	6,44	2.576,00
Escavação mecânica de valas	M³	200,0	4,36	872,00
Sub Total (2)				12.002,26
Bacia de captação				
Escavação mecânica de vala	H/T	92,0	95,80	8.813,60
Sub Total (3)				8.813,60
TOTAL (1 + 2 + 3)				25.580,53

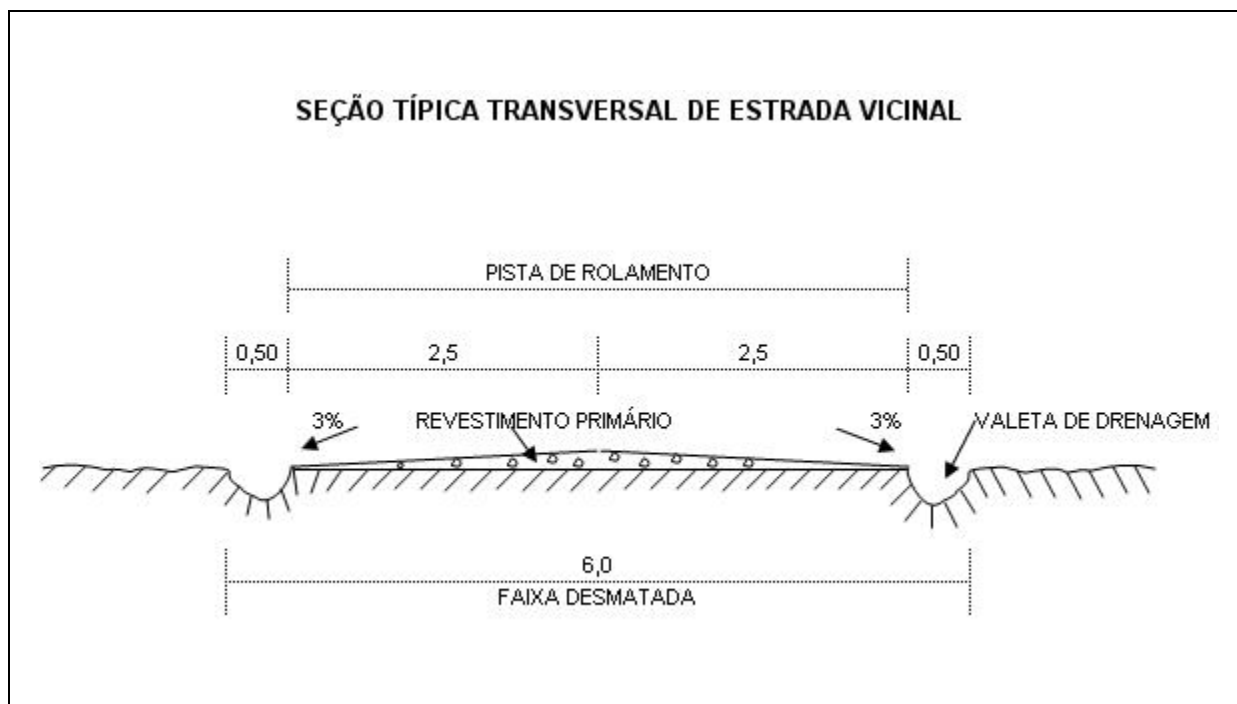


Figura 34 - Seção típica transversal da estrada vicinal.

- **Estimativas de Custo para Readequação de Estradas Vicinais por Sub-bacia**

Para o levantamento do custo de readequação para cada quilômetro de estrada nas sub-bacias do ribeirão das Almas, levou-se em consideração o estudo do ZAP, no qual foram definidas as Unidades de Paisagem com maior susceptibilidade aos processos erosivos na bacia, e estas geoformas foram cruzadas com as estradas vicinais que as cortam. Como resultado (Quadro abaixo), obteve-se a quantidade de estradas em áreas susceptíveis por sub-bacia e multiplicada pelo valor do custo de readequação para cada quilômetro de estrada como descrito na tabela 23.

Como resultado, pode-se observar que a bacia do ribeirão das Almas, possui 242,25 km de estradas vicinais em áreas sensíveis à erosão, demandando, portanto, um custo estimado de R\$ 5.980.183,50 necessários para readequação destas vias. Destaca-se mais uma vez a sub-bacia do Córrego das Éguas com 100% de suas estradas em áreas susceptíveis a erosão.

Tabela 23 - Estimativa de Custo para Readequação de Estradas Vicinais.

Sub-Bacia	Estradas (km)	Estradas Susceptíveis	Custo de Recuperação (R\$/km)	Custo por Sub-Bacia (R\$)
Córrego das Éguas	14,85	14,85	24.686,00	366.587,10
Córrego do Galho	70,72	24,51	24.686,00	605.053,86
Córrego do Arrozal	16,24	13,07	24.686,00	322.646,02
Ribeirão das Pedras	75,92	8,17	24.686,00	201.684,62
Alto Almas	97,80	33,38	24.686,00	824.018,68
Médio Almas	95,70	73,26	24.686,00	1.808.496,36
Baixo Almas	111,5	75,01	24.686,00	1.851.696,86
Total	482,73	242,25		5.980.183,50

6.5. Índice de Comprometimento da Disponibilidade Hídrica – I_{cdh}

Este índice verifica o nível de comprometimento da disponibilidade hídrica dentro da sub-bacia em estudo. É calculado pela relação da diferença da vazão outorgável na bacia e a vazão outorgada pela vazão outorgável, através da seguinte fórmula:

$$I_{\text{comprometimento das disponibilidade hídrica}} = \left(\frac{Q_{710}}{Q_{out}} \right) . 100$$

Sendo:

$Q_{7,10}$ = vazão mínima média de 7 dias sequentes, estimada para um período de retorno igual a 10 anos na foz da Sub-bacia em estudo (m^3/s);

Q_{out} = Vazão outorgada na bacia em estudo (m^3/s).

A tabela a seguir apresenta o índice de comprometimento da disponibilidade das sub-bacias do Ribeirão das Almas.

Observa-se através dos dados da tabela 24 que a sub-bacia da Calha do Alto Almas já se encontra com aproximadamente 2.000% de sua vazão outorgável comprometida, ou seja, o uso está 20 vezes acima do permitido comprometendo significativamente o fluxo a jusante, portanto é uma área declarada de conflito pelo uso da água. Situação semelhante é observada nas sub-bacias do Ribeirão das Pedras e a do Córrego do Galho, com comprometimento de 17 e 6,5 vezes mais do permitido respectivamente sendo necessário, portanto regularizar a vazão por meio de construções de

infraestruturas hídricas de usos coletivos para garantir a disponibilidades deste recurso para todos os usuários da bacia.

Tabela 24 - Índice de comprometimento da disponibilidade das sub-bacias do Ribeirão das Almas.

Sub-Bacia	Área (há)	QMLD (m³/s)	Q710 (m³/s)	Qoutorgavel (m³/s)	Qoutorgada (m³/s)	Compromet. (%)
Córrego das Éguas	1.999,23	0,252	0,023	0,007	0,000	0,00
Córrego do Galho	5.897,74	0,748	0,066	0,033	0,216	658,73
Córrego do Arrozal	1.871,15	0,236	0,021	0,006	0,000	7,50
Ribeirão das Pedras	5.467,26	0,688	0,060	0,030	0,519	1.717,69
Alto Almas	8.966,07	1,820	0,156	0,078	1,565	2.010,82
Médio Almas	10.264,90	3,867	0,324	0,097	0,001	0,51
Baixo Almas	9.000,73	5,491	0,455	0,137	0,000	0,00
Total	43.467,08	13,10	1,10	0,39	2,30	593,31

Tabela 25 - Uso da Água para Irrigação.

Sub-Bacia	Área (ha)	Área Irrigada atual (ha)	Área Irrigável topografia (ha)	Área Irrigável – Disp. Hídrica sem reg.	Área Irrigável com reg. de vazão
Córrego das Éguas	1.999,23	0,0	0,0	0,0	0,0
Córrego do Galho	5.897,74	440,6	4.621,1	32,8	503,7
Córrego do Arrozal	1.871,15	0,0	0,0	0,0	0,0
Ribeirão das Pedras	5.467,26	514,6	4.131,5	30,2	463,3
Alto Almas	8.966,07	1.472,2	5.825,3	77,8	1.227,4
Médio Almas	10.264,90	23,8	0,0	0,0	0,0
Baixo Almas	9.000,73	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	43.467,08	2.451,2	14.577,9	140,8	2.194,4

A tabela acima, com informações extraídas do estudo da disponibilidade hídrica do ZAP, demonstra que a sub-bacia tem uma área com potencial para irrigação, em virtude da topografia, de 14.577,90 hectares. O fator limitante, porém, é a disponibilidade hídrica onde observa-se que a área irrigada com pivô central na sub-bacia do Ribeirão das Almas é de 2.451 hectares, sendo que a disponibilidade de água outorgável sem a regularização de vazão, tem capacidade para irrigar apenas 140,80 hectares e que mesmo regularizando as vazões, o potencial máximo é de 2.194,40 hectares, área essa abaixo do que já está sendo utilizado atualmente.

Como demonstrado, a situação da bacia é crítica e coloca em risco toda atividade da agricultura irrigada comprometendo todos os investimentos em equipamentos e infraestrutura. Para aumentar a disponibilidade de água na bacia, a alternativa mais viável atualmente é trabalhar a regularização das vazões.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES DO ESTUDO

A partir dos dados e informações gerados pelo ZAP foi elaborado um conjunto de recomendações técnicas, com contribuições de especialistas de diversas áreas do conhecimento, que visa nortear as discussões futuras dentro da microbacia do Ribeirão das Almas no que tange a melhorias econômicas, ambientais e sociais, que beneficiem os vários atores que convivem naquele território.

Reconhecendo-se que o atual modelo de uso e conservação dos recursos naturais, principalmente a água, não é sustentável, os atores sociais necessitam se organizar para discutir e determinar as ações prioritárias e os investimentos, assim como fontes de recursos, para modificar essa realidade, em uma visão holística do território, independentemente das cercas e divisas que separam propriedades rurais e/ou urbanas.

Esse conjunto de recomendações não se encerra em si mesmo, necessitando na maioria das vezes de estudos técnicos complementares que determinem, com o nível de detalhe e profundidade necessários, a real dimensão de cada problema e as medidas mitigadoras mais adequadas para cada situação dentro do território.

As recomendações foram divididas em quatro grandes grupos, a saber: governança, requisitos legais, práticas de manejo e conservação e reservação e regularização de vazão.

7.1. Governança

- Criar uma governança para mobilizar, organizar e gerenciar um plano de manejo da bacia.

De forma participativa, envolvendo todos os usuários de água, poder público e comunidade, criar um fórum ativo de acompanhamento, monitoramento, avaliação e tomada de decisão quanto ao uso dos recursos naturais, sua conservação e recuperação na bacia.

- Definir entre os usuários, modelo de gestão coletiva das estruturas a serem construídas definindo direitos, obrigações e restrições de forma que garanta o acesso de todos aos recursos hídricos da bacia;
- Fazer revisão anual da operação das obras visando ajustar condutas, com tendências para o desvio;
- Elaborar entre os usuários um Plano Anual de Uso dos Recursos Hídricos para Irrigação na bacia, definindo minimamente: as culturas a serem implantadas, as épocas de plantio, a dotação para cada usuário, os horários para irrigação e as compensações entre os usuários.

7.2. Requisitos legais

- Regularizar todas as outorgas da bacia para se conhecer a real demanda de água.
- Avaliar a viabilidade de outorgas coletivas;
- Avaliar a viabilidade de outorgas sazonais no período chuvoso.

7.3. Práticas de manejo e conservação

- Complementar os ZAPs do município (interdependência das bacias e impactos);
- Avaliar as melhorias tecnológicas possíveis no manejo e nos sistemas de irrigação, visando à melhoria de eficiência, redução de perdas e, conseqüentemente, redução da demanda de água;
- Elaborar e implantar Projeto de Recuperação e Conservação de Água e Solos em toda a bacia com ênfase na recuperação de estradas vicinais em áreas de recarga e pastagens degradadas;
- Difundir práticas de recuperação e manejo correto de pastagens, inclusive sistemas integrados (iLPF);
- Difundir práticas conservacionistas de solo e água;
- Estabelecer estratégia de difusão (ATER) de técnicas conservacionistas e tecnologias para recuperação de áreas degradadas e melhoria dos sistemas de produção;
- Realizar intercâmbio de experiências positivas conservacionistas ou de sistemas de produção entre produtores na própria bacia (autoaprendizado).

7.4. Reservação e regularização de vazão

- Realizar estudo detalhado das vazões para determinar o volume de água possível de ser armazenado e a áreas a serem inundadas pelos lagos;
- Realizar trabalho topográfico completo ao longo da bacia, da cabeceira até o fim do tabuleiro, que sinalizará a localização de barramentos para reservação, regularização de vazão e captação para irrigação;
- Dimensionar e ampliar as barragens menores existentes aproveitando as suas estruturas;
- Os projetos devem ter uma visão coletiva, com vários usuários acessando as represas, portanto planejados e executados coletivamente;

- Dotar as barragens de uma estrutura de transposição de água que garanta o abastecimento das barragens subsequentes, além de uma defluência de água permanente para atender a cidade de Bonfinópolis de Minas;
- Fazer com que os usuários de irrigação trabalhem com o volume de água estocado nos lagos para as suas irrigações. Com isto seriam dispensados os esforços financeiros na construção de piscinões;
- Dotar cada barragem com uma estrutura de medição de água para atender a determinação da defluência sazonal;
- Treinar operadores de barragens (usuários irrigantes) nas obrigações permanentes de vigilância e operação de cada um dos maciços construídos;
- Realizar continuamente capacitação dos usuários e operadores de equipamentos para uso racional de água para irrigação, introduzindo novas tecnologias em equipamentos e principalmente de manejo de irrigação.

8. REFERÊNCIAS

ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVE, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

CODEMIG - Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais. **Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CODEMIG, 2014. Escala 1:1.000.000.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS - EMATER. **Zoneamento Ambiental Produtivo da Bacia Hidrográfica do Rio Gualaxo do Norte**. 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/cy6nBk>>. Acesso em: fev. 2018.

FERNANDES, M. R. et al. **Minas Gerais: Caracterização de Unidades de Paisagem**. Belo horizonte, MG: EMATER-MG. 2013. 92 p.

FERREIRA, I.M. **Paisagens do Cerrado**: Aspectos Conceituais sobre Vereda. IX Simpósio Nacional do Cerrado, Brasília, 2008.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. Portaria nº 17, de 29 de março de 2017. **Convalida a Declaração de Área de Conflito – DAC nº 008/2006, localizada na bacia hidrográfica do ribeirão das Almas, nos municípios de Bonfinópolis de Minas, Unai e Natalândia/MG**. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=43980>>. Acesso em: dez. 2017.

MINAS GERAIS. **Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013**. Dispões sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=30375>>. Acesso em: jan. 2017.

PORTAL BONFINÓPOLIS (Bonfinópolis de Minas) (Ed.). **Tragédia anunciada o dia que o Ribeirão das Almas secou**. 2017. Disponível em: <<http://www.portalbonfinopolis.com.br/arquivos/7078>>. Acesso em: dez. 2017.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Resolução SEMAD/IGAM nº 1548/2012**. Dispõe sobre a vazão de referência para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas do Estado. Diário do Executivo de Minas Gerais, 30 março de 2012.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL/ SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – SEMAD/SEAPA. **Metodologia para Elaboração do Zoneamento Ambiental Produtivo**: ZAP de sub-bacias hidrográficas. 2ª Edição, 2016. Disponível em: <http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2016/ZAP/Metodologia_ZAP_-_2_edicao.pdf>. Acesso em: dez. 2017.

UFV - CETEC - UFLA - FEAM. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49p. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais>> Acesso em: dez. 2017.

ANEXO I - GLOSSÁRIO

Capacidade de Regularização Natural: a relação entre a disponibilidade hídrica máxima representada pela vazão média e a vazão mínima de estiagem é um indicador da necessidade de regularização natural de um curso de água. Este indicador, denominado, nesse estudo, como índice de vazão mínima de sete dias de duração e período de retorno de 10 anos ($r_{7,10} = Q_{7,10}/Q_{mlp}$), depende da capacidade de regularização natural do curso d'água, ou seja, quanto menor este índice, maior a variação de vazão durante os períodos de estiagens, com baixa capacidade de regularização natural.

1. Baixa capacidade de regularização: índice de $r_{7,10} < 10\%$
2. Média capacidade de regularização: índice de $r_{7,10}$ de 11 a 30%
3. Alta capacidade de regularização: índice de $r_{7,10}$ de 31 a 40%
4. Muito alta capacidade de regularização: índice de $r_{7,10}$ de 41 a 70%

Qdemandada: demanda total dos usuários de água de um determinado trecho de água.

QDH: vazão de disponibilidade hídrica (30% ou 50% da Q_{710} menos a demanda total).

Qmld: vazão média de longa duração.

Qoutorgável: é a vazão máxima outorgável por trecho. Para a sub-bacia do Ribeirão das Almas são utilizadas duas, a de 50% e 30%.

Qreg: vazão de regularização utilizada para estudo de construção de barragens que visa regularizar a vazão de determinado trecho.

Q710: vazão mínima de 7 dias consecutivos com período de recorrência de 10 anos.

ANEXO II - FICHAS TÉCNICAS DE OBSERVAÇÕES EM CAMPO

Visita

Campo

SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS ALMAS

Ponto 1

Data: 20/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Nascente do Ribeirão das Almas

Solo predominante: Gleissolo e Latossolo

Uso e ocupação atual: Lavoura próxima à nascente, veredas envolta.

Situação ambiental: Nascente bastante preservada, porém há a presença de um reservatório com água provavelmente contaminada por herbicidas bem próximo à nascente.

Fotos:



Visita
Campo

SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS ALMAS

Ponto 2

Data: 20/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Reservatório de Água Transposta

Solo predominante: Neossolo e Latossolo

Uso e ocupação atual: Reservatório

Situação ambiental: Não aplicável

Fotos:



Data: 20/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Reservatório Fazenda Bela Vista

Solo predominante: Gleissolo e Latossolo

Uso e ocupação atual: Reservatório e Veredas

Situação ambiental: Aparentemente bem preservado. A fazenda não possui irrigação por pivôs e o reservatório era de um proprietário antigo, não sendo utilizado, segundo o proprietário atual.

Fotos:



Data: 20/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponto de captação da Fazenda Olhos D'água

Solo predominante: Gleissolo, Organossolo e Latossolo

Uso e ocupação atual: Reservatório e Veredas

Situação ambiental: Aparentemente bem preservado, porém foi observado no reservatório presença de substância viscosa, provavelmente vinda da bomba. Ela não estava em uso no momento da visita.

Fotos:



Data: 20/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponto de identificação de Uso e Ocupação do Solo

Solo predominante: Latossolo e Neossolo

Uso e ocupação atual: Vegetação

Situação ambiental: Local preservado e marcado para identificação em campo, já que houve incerteza na identificação por satélite.

Data: 20/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponte/Travessia sobre o Ribeirão das Almas

Solo predominante: Gleissolo e Neossolo

Uso e ocupação atual: Veredas e Vegetação

Situação ambiental: Bem preservado, água com aspecto cristalino. Há uma casa de máquinas que capta água logo antes da ponte/travessia. Máquinas pesadas utilizam a travessia invés da ponte.

Fotos:



Data: 20/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponto de captação da Fazenda União

Solo predominante: Gleissolo e Neossolo

Uso e ocupação atual: Veredas e Vegetação

Situação ambiental: Vereda preservada, água cristalina. A bomba não estava em funcionamento no momento da visita e não foram observadas manchas de óleo.

Fotos:



SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS ALMAS

Ponto 8

Data: 20/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponte de Madeira sobre o Ribeirão das Almas

Solo predominante: Gleissolo e Neossolo

Uso e ocupação atual: Veredas e Vegetação

Situação ambiental: Bem preservado, água com aspecto cristalino e vegetação densa.

Fotos:



Data: 20/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Próximo à ponte de madeira sobre o Ribeirão das Almas

Solo predominante: Gleissolo e Neossolo

Uso e ocupação atual: Vegetação, veredas, solo exposto.

Situação ambiental: Focos de solo exposto e estradas em erosão. Próximo ao vale do ribeirão das almas se encontra preservado com vegetação densa e presença de buritizeiros espalhados.

Fotos:



Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponte sobre afluente do Ribeirão das Almas

Solo predominante: Gleissolo e Neossolo

Uso e ocupação atual: Vegetação, solo exposto, pastagem.

Situação ambiental: A vegetação ciliar se encontra densa e preservada, porém há altos indícios de assoreamento do afluente, além de alta atividade de pisoteio de gados.

Fotos:



Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponto de captação de água de Bonfinópolis de Minas

Solo predominante: Gleissolo e Neossolo

Uso e ocupação atual: Vegetação

Situação ambiental: Leito d'água com alta turbidez aparente, solo extremamente encharcado com vegetação alta e densa em um lado da margem.

Fotos:



Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Pequena barragem em um afluente do Ribeirão das Almas

Solo predominante: Gleissolo e Neossolo

Uso e ocupação atual: Vegetação

Situação ambiental: Observa-se boa preservação de mata ciliar envolta do curso.
Há presença de alguns processos erosivos principalmente nas estradas.

Fotos:



Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Erosão em um afluente intermitente do Ribeirão das Almas

Solo predominante: Neossolo e Latossolo

Uso e ocupação atual: Pastagem, Solo Exposto e Vegetação

Situação ambiental: Forte índice de erosão com ravinamentos e solo exposto por provável pastagem na propriedade.

Fotos:



Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Represa de contenção de água em dos afluentes do Ribeirão das Almas

Solo predominante: Neossolo

Uso e ocupação atual: Pastagem

Situação ambiental: Represa para contenção de água. Como estava em um período chuvoso ela se encontrava bastante cheia, chegando a transbordar.

Fotos:



Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Pequena ponte sobre um afluente do Ribeirão das Almas

Solo predominante: Neossolo

Uso e ocupação atual: Vegetação e Pastagem

Situação ambiental: Pequena ponte com barragem para passagem. Se encontra com vegetação ciliar bem preservada. Turbidez da água alta.

Fotos:



Visita
Campo

SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS ALMAS

Ponto 16

Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponto alto para observação

Solo predominante: Neossolo

Uso e ocupação atual: Vegetação e Pastagem

Situação ambiental: Ponto de observação geral onde se pode ver a presença de vegetação, solo exposto, pastagem e reservatórios.

Fotos:



Visita
Campo

SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS ALMAS

Ponto 17

Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponto de observação

Solo predominante: Neossolo e Cambissolo

Uso e ocupação atual: Vegetação e Pastagem

Situação ambiental: Ponto de observação geral onde se pode ver a presença de vegetação, solo exposto e pastagens.

Fotos:



Visita
Campo

SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS ALMAS

Ponto 18

Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

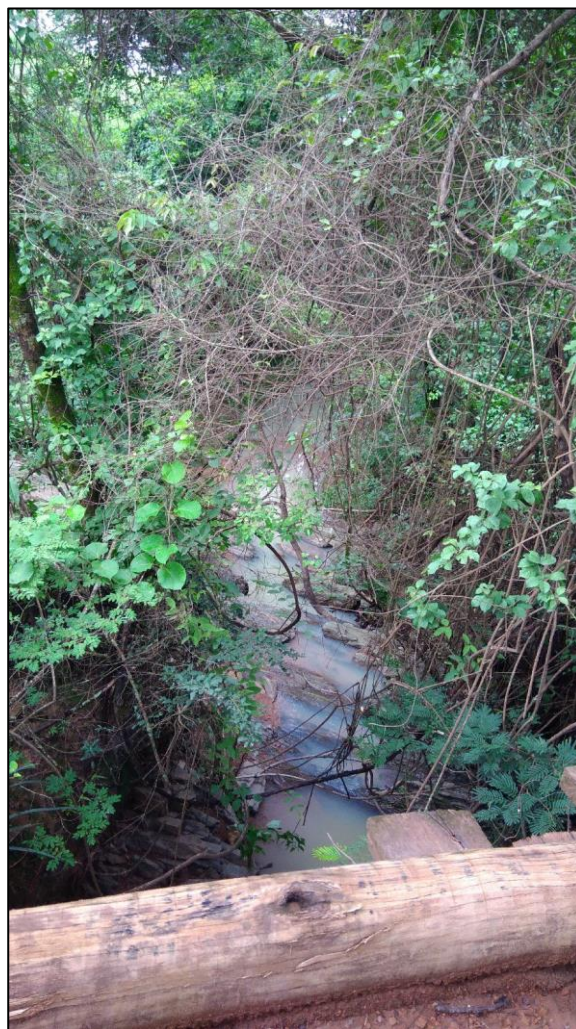
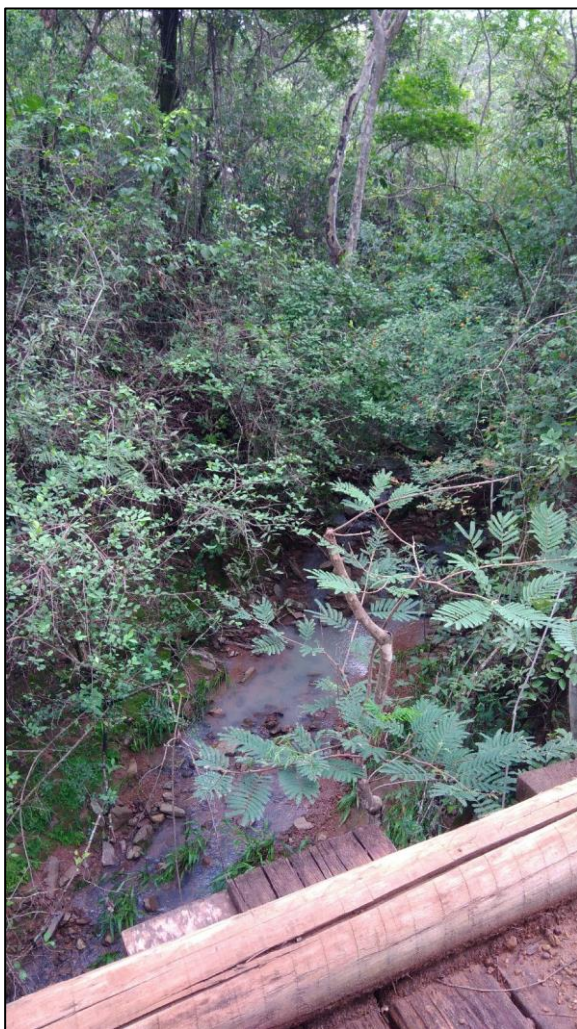
Descrição do ponto: Ponto sobre afluente do Ribeirão das Almas

Solo predominante: Cambissolo

Uso e ocupação atual: Vegetação

Situação ambiental: Bem preservada, água com turbidez mediana.

Fotos:



Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponto de observação geral

Solo predominante: Cambissolo

Uso e ocupação atual: Vegetação e pastagem.

Situação ambiental: Algumas pastagens se encontram bem degradadas com solo exposto e sinal de alta atividade de pisoteio e mal manejo do solo.

Fotos:



Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

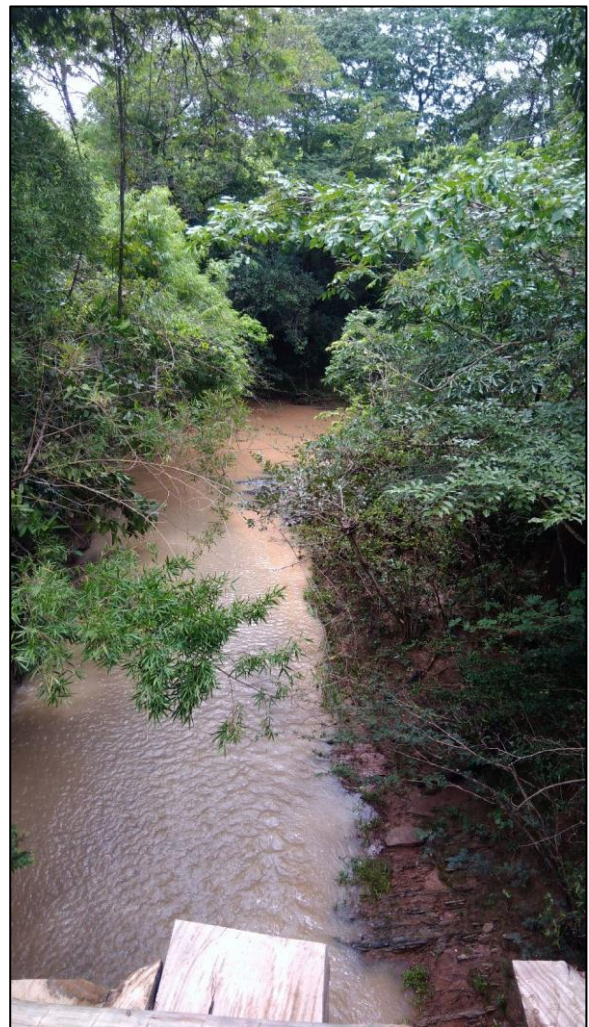
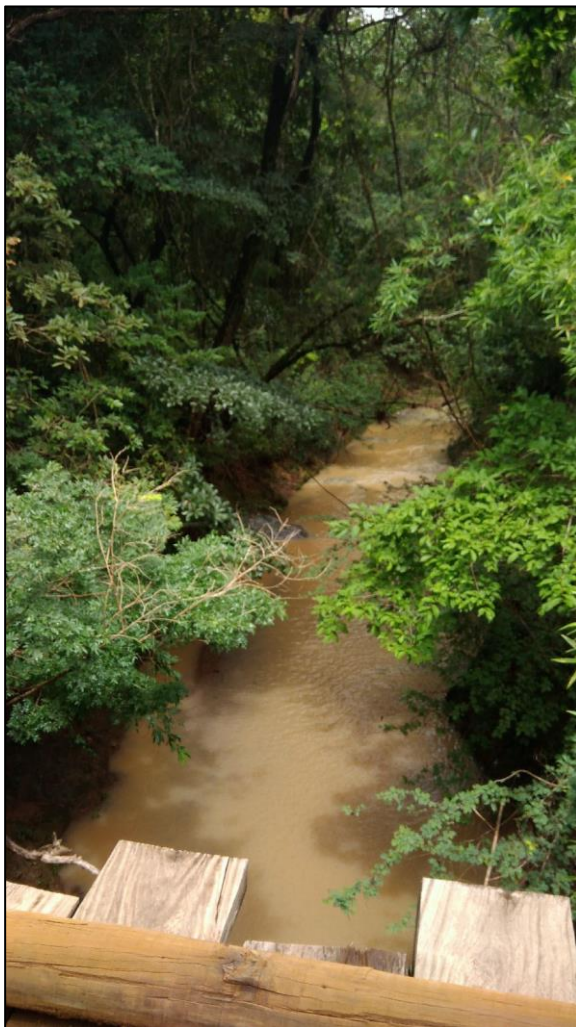
Descrição do ponto: Ponto sobre afluente do Ribeirão das Almas

Solo predominante: Cambissolo

Uso e ocupação atual: Vegetação

Situação ambiental: Bem preservado, alta turbidez na água.

Fotos:



Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponto sobre afluente do Ribeirão das Almas

Solo predominante: Latossolo e presença de exposição rochosa

Uso e ocupação atual: Vegetação

Situação ambiental: Bem preservado, média turbidez na água.

Fotos:



Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Pequena chapada

Solo predominante: Latossolo e Neossolo

Uso e ocupação atual: Solo exposto

Situação ambiental: Extensa área de solo exposto revolvida atualmente, provável preparo para pastagem.

Fotos:



Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponto de observação da pequena chapada

Solo predominante: Latossolo e Neossolo

Uso e ocupação atual: Solo exposto

Situação ambiental: Extensa área de solo exposto revolvida atualmente, provável preparo para pastagem. É possível observar outras pastagens também com sinais de degradação do alto da pequena chapada.

Fotos:



Visita
Campo

SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS ALMAS

Ponto 24

Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponto de observação geral

Solo predominante: Latossolo e Cambissolo

Uso e ocupação atual: Vegetação e pastagem.

Situação ambiental: Grandes áreas de vegetação densa próximas aos cursos d'água e pastagens em estado de degradação baixo.

Fotos:



Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Estrada alagada próxima ao limite da sub-bacia

Solo predominante: Latossolo

Uso e ocupação atual: Estrada

Situação ambiental: Não há presença de barraginhas ou sistemas de contenção de água da chuva, ocasionando alagamentos em uma via estadual.

Fotos:



Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponto de observação geral

Solo predominante: Latossolo e Neossolo

Uso e ocupação atual: Solo exposto, pastagem e vegetação

Situação ambiental: Grande área de solo exposto provavelmente usada para pastagem anteriormente. No declive ao curso d'água há presença de vegetação densa.

Fotos:



Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponto de observação geral

Solo predominante: Latossolo e Neossolo

Uso e ocupação atual: Solo exposto, pastagem e vegetação

Situação ambiental: Ponto próximo ao limite da sub-bacia onde se observa uma forte erosão ocasionada pela água ao lado de uma estrada estadual, pastagens de bom manejo e pastagens degradadas, além também de vegetação densa envolta de cursos d'água.

Fotos:



Visita
Campo

SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS ALMAS

Ponto 28

Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponto de observação geral

Solo predominante: Latossolo e Neossolo

Uso e ocupação atual: Solo exposto, pastagem e vegetação

Situação ambiental: Pontos de erosão espalhados pela paisagem. Pastagens degradadas e clusters de vegetação densa próximas a cursos d'água.

Fotos:



Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

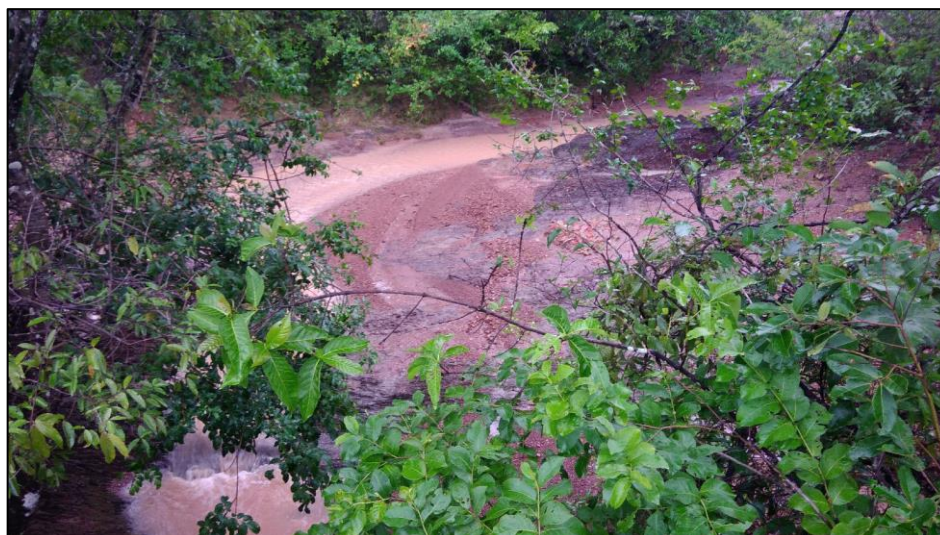
Descrição do ponto: Ponte sobre afluente do Ribeirão das Almas

Solo predominante: Transição de Latossolos, Cambissolos e Neossolos.

Uso e ocupação atual: Vegetação

Situação ambiental: Mata ciliar bem preservada, sinais de leve assoreamento.

Fotos:



Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponte de observação

Solo predominante: Cambissolo e Neossolo.

Uso e ocupação atual: Pastagem

Situação ambiental: Pastagem degradada com solo exposto.

Fotos:



Data: 22/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Nascente intermitente de um afluente do Ribeirão das Almas

Solo predominante: Cambissolo e Neossolo.

Uso e ocupação atual: Pastagem

Situação ambiental: Pastagem degradada com solo exposto e vegetação espaçada.

Fotos:



Data: 23/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ribeirão das Almas em Bonfinópolis de Minas

Solo predominante: Cambissolo

Uso e ocupação atual: Área urbana e vegetação

Situação ambiental: Ribeirão das Almas já no centro do município quase em sua foz no Ribeirão Santa Cruz. Água com altíssima turbidez. De um lado da margem há boa preservação de mata ciliar.

Fotos:



Visita
Campo

SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS ALMAS

Ponto 33

Data: 23/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponto de observação de pastagem bem manejada

Solo predominante: Cambissolo

Uso e ocupação atual: Pastagem

Situação ambiental: Pastagem em excelente estado, bem manejada em uma propriedade próxima ao núcleo urbano do município.

Fotos:



Data: 23/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

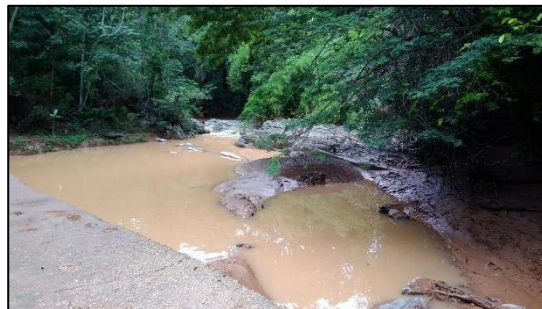
Descrição do ponto: Barragem sobre afluente do Ribeirão das Almas

Solo predominante: Cambissolo

Uso e ocupação atual: Vegetação

Situação ambiental: Curso d'água com elevada turbidez, arredores em perfeita preservação.

Fotos:



Data: 23/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponto de observação

Solo predominante: Cambissolo

Uso e ocupação atual: Pastagem

Situação ambiental: Forte erosão próxima a uma propriedade.

Fotos:



Visita
Campo

SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS ALMAS

Ponto 36

Data: 23/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

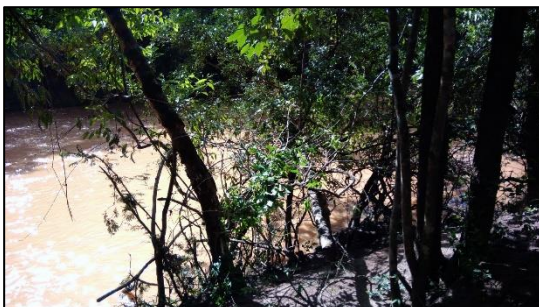
Descrição do ponto: Ribeirão das Almas dentro de uma propriedade

Solo predominante: Cambissolo

Uso e ocupação atual: Vegetação

Situação ambiental: Curso d'água com alta turbidez e com ótima preservação de mata ciliar.

Fotos:



Visita

Campo

SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS ALMAS

Ponto 37

Data: 23/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponto de erosão

Solo predominante: Cambissolo

Uso e ocupação atual: Pastagem

Situação ambiental: Forte erosão próxima a uma propriedade.

Fotos:



Visita
Campo

SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS ALMAS

Ponto 38

Data: 23/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponto de erosão

Solo predominante: Cambissolo

Uso e ocupação atual: Pastagem

Situação ambiental: Forte erosão próxima a uma propriedade.

Fotos:



Visita
Campo

SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS ALMAS

Ponto 39

Data: 23/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Ponto de observação

Solo predominante: Cambissolo

Uso e ocupação atual: Pastagem

Situação ambiental: Erosão em encosta.

Fotos:



Visita
Campo

SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS ALMAS

Ponto 40

Data: 23/02/2018

Coordenadas UTM – SIRGAS2000 Z23S:

Descrição do ponto: Afluente do Ribeirão das Almas

Solo predominante: Cambissolo

Uso e ocupação atual: Vegetação

Situação ambiental: Afluente em vale encaixado com boa preservação, porém estrada de acesso com fortes erosões.

Fotos:

