

ATO CONVOCATÓRIO Nº 010/2019
CONTRATO DE GESTÃO Nº 083/ANA/2017
CONTRATO Nº. 009/2019



**CONTRATAÇÃO DE CONSULTORIA PARA ELABORAÇÃO DE
DIAGNÓSTICO E PROJETO BÁSICO DE CONSERVAÇÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS EM UMA PARCELA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO JURAMENTO, JURAMENTO - MINAS
GERAIS**

PRODUTO 2: Mapas Temáticos



Dezembro/2019

EXECUÇÃO



APOIO TÉCNICO



REALIZAÇÃO



EXECUÇÃO



APOIO TÉCNICO



REALIZAÇÃO



**CONTRATAÇÃO DE CONSULTORIA PARA ELABORAÇÃO DE
DIAGNÓSTICO E PROJETO BÁSICO DE CONSERVAÇÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS EM UMA PARCELA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO JURAMENTO, JURAMENTO - MINAS
GERAIS**

**PRODUTO 2:
Mapas Temáticos**

Dezembro/2019



Equipe-chave

Nome	Função	Área
Vitor Carvalho Queiroz	Coordenador Geral	Engenheiro Civil, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Fabiana de Cerqueira Martins	Profissional de Campo 1 e Coordenadora Técnica	Bióloga, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Paulo Antônio Moreira Marques	Profissional de Campo 2	Engenheiro Agrônomo
Guilherme Gandra Franco	Profissional de Geoprocessamento	Geógrafo, Engenheiro de Agrimensura e Especialista em Geoprocessamento

Equipe de apoio

Nome	Função	Área
Stella Braga de Andrade	Especialista em Geoprocessamento	Engenheira Ambiental, Mestranda em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Lucas Martins Machado	Técnico de campo e elaboração de projetos	Engenheiro Civil, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Clara Demattos Nogueira	Apoio técnico	Graduanda em Engenharia Civil
Fabiano Pereira e Ferreira	Apoio técnico	Graduando em Engenharia Civil



EXECUÇÃO



APOIO TÉCNICO



REALIZAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL
JURAMENTO
O Cidadão em primeiro lugar

00	09/12/2019	Minuta de Entrega	HIDROBR	FC	VQ
Revisão	Data	Descrição Breve	Ass. do Autor.	Ass. do Superv.	Ass. de Aprov.

ELABORAÇÃO DE DIAGNÓSTICO E PROJETO BÁSICO DE CONSERVAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM UMA PARCELA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JURAMENTO, JURAMENTO – MINAS GERAIS			
PRODUTO 2			
Mapas Temáticos			
Elaborado por: Equipe HIDROBR		Supervisionado por: Fabiana Cerqueira	
Aprovado por: Vitor Queiroz		Revisão	Finalidade
		00	3
		Data	09/12/2019
Legenda Finalidade:		[1] Para Informação [2] Para Comentário [3] Para Aprovação	
		HIDROBR CONSULTORIA LTDA – EPP Rua Marília de Dirceu, 199 – 6º andar – Belo Horizonte/MG, 301710-090 (31) 3504-2733 www.hidrobr.com	

APRESENTAÇÃO

A HIDROBR – Soluções Integradas firmou com a Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo (Agência Peixe Vivo) o Contrato nº. 009/2019, referente ao Contrato de Gestão nº. 083/ANA/2017, para a elaboração do “Diagnóstico e Projeto Básico de Conservação de Recursos Hídricos em Uma Parcela da Bacia Hidrográfica do Rio Juramento, Juramento – Minas Gerais”, em conformidade com o Ato Convocatório nº. 010/2019.

Este documento – Produto 2: Mapas Temáticos – apresenta a caracterização da bacia hidrográfica do rio Juramento por meio dos mapas de Declividade, Drenagem, Malha Viária, Uso do Solo, Áreas de Preservação Permanente (APPs), Fragmentos Florestais e Área Potencial Disponível para Conservação do Solo.

São apresentados a metodologia de elaboração dos mapas, contemplando descrição das bases consultadas, imagens de satélite utilizadas e tratamento de imagens realizado, bem como os resultados, por meio da apresentação dos mapas, e a discussão das informações apresentadas, buscando-se tanto a avaliação individual quanto integrada sobre as características da bacia hidrográfica do rio Juramento.

SUMÁRIO

1.	DADOS GERAIS DA CONTRATAÇÃO.....	1
2.	INTRODUÇÃO.....	2
3.	METODOLOGIA.....	7
3.1	IMAGENS DE SATÉLITE.....	7
3.2	MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO.....	8
3.3	MAPAS TEMÁTICOS.....	8
3.3.1	Mapa de declividade.....	8
3.3.2	Mapa de drenagem.....	9
3.3.3	Mapa da malha viária vicinal rural.....	9
3.3.4	Mapa de uso do solo.....	10
3.3.5	Mapa das Áreas de Preservação Permanente.....	11
3.3.6	Mapa de fragmentos florestais.....	12
3.3.7	Mapa da área potencial disponível para conservação de solo.....	12
4.	MAPAS TEMÁTICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JURAMENTO.....	14
4.1	MAPA DE DECLIVIDADE.....	16
4.2	MAPA DE DRENAGEM.....	18
4.3	MAPA DA MALHA VIÁRIA VICINAL RURAL.....	20
4.4	MAPA DE USO DO SOLO.....	22
4.5	MAPA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.....	24
4.6	MAPA DE FRAGMENTOS FLORESTAIS.....	26
4.7	MAPA DA ÁREA POTENCIAL DISPONÍVEL PARA CONSERVAÇÃO DE SOLO.....	28
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Área de estudo para execução dos serviços em relação à bacia hidrográfica do rio Juramento.....	3
Figura 2.2 – Fluxograma geral de desenvolvimento do trabalho.....	6
Figura 3.1 – Explicação do NVDI	10
Figura 4.1 – Sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Juramento	15
Figura 4.2 – Mapa de declividade da bacia hidrográfica do rio Juramento	17
Figura 4.3 – Mapa de drenagem da bacia hidrográfica do rio Juramento	19
Figura 4.4 – Mapa da malha viária vicinal rural da bacia hidrográfica do rio Juramento	21
Figura 4.5 – Mapa de uso do solo da bacia hidrográfica do rio Juramento	23
Figura 4.6 – Mapa das Áreas de Preservação Permanente da bacia hidrográfica do rio Juramento	25
Figura 4.7 – Mapa de fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Juramento	27
Figura 4.8 – Mapa de ocupação antrópica e natural da bacia hidrográfica do rio Juramento	30
Figura 4.9 – Mapa de áreas prioritárias para recuperação da bacia hidrográfica do rio Juramento	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Classes de declividade.....	9
Tabela 3.2 – Critérios para definição de Áreas de Preservação Permanente.....	12
Tabela 4.1 – Distribuição das classes de declividade para a bacia hidrográfica do rio Juramento	16
Tabela 4.2 – Tipos de uso e cobertura do solo para a bacia hidrográfica do rio Juramento	22
Tabela 4.3 – Usos do solo nas APPs da bacia hidrográfica do rio Juramento	24
Tabela 4.4 – Uso antrópico e natural na bacia hidrográfica do rio Juramento	28

LISTA DE NOMENCLATURAS E SIGLAS

AGÊNCIA PEIXE VIVO – Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo

ALOS – *Advanced Land Observing Satellite*

ANA – Agência Nacional de Águas

APP – Área de Preservação Permanente

CBH VERDE GRANDE – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ESA – *European Space Agency*

GMES – *Global Monitoring for Environment and Security*

IDE-Sisema – Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

MapBiomass – Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil

MDE – Modelo Digital de Elevação

NRVI – Índice Normalizado de Remanescentes Florestais

NVDI – *Normalized Difference Vegetation Index*

OSM – *Open Street Map*

PALSAR – *Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar*

PSA – Pagamento por Serviços Ambientais

RL – Reserva legal

SIG – Sistema de Informação Geográfica

EXECUÇÃO



APOIO TÉCNICO



REALIZAÇÃO



TDR - *Transferable Development Rights*

EXECUÇÃO



APOIO TÉCNICO



REALIZAÇÃO



X

1. DADOS GERAIS DA CONTRATAÇÃO

Contratante:	Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo – Agência Peixe Vivo
Contrato:	009/2019
Assinatura do Contrato em:	01 de novembro de 2019
Assinatura da Ordem de Serviço em:	04 de novembro de 2019
Escopo:	Elaboração do Diagnóstico e Projeto Básico de Conservação de Recursos Hídricos em Uma Parcela da Bacia Hidrográfica do Rio Juramento, Juramento – Minas Gerais
Prazo de Execução:	3 meses, a partir da data da emissão da Ordem de Serviço
Cronograma:	Conforme apresentado no Produto 1
Valor global do contrato:	R\$ 51.899,70 (cinquenta e um mil, oitocentos e noventa e nove reais e setenta centavos)
Documentos de Referência:	<ul style="list-style-type: none">• Ato Convocatório nº. 010/2019 – Contrato de Gestão nº. 083/ANA/2017• Proposta Técnica da HIDROBR CONSULTORIA LTDA – EPP.

2. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio São Francisco possui 639.219 km² de área de drenagem, abrangendo 6 (seis) estados – Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Goiás – e o Distrito Federal. Os 2.700 km de extensão e 2.850 m³/s de vazão média tornam o São Francisco um dos principais rios do país, tanto economicamente, pelo seu potencial hídrico, quanto culturalmente, estando presente na história de várias gerações que usufruíram dele.

Um dos seus afluentes é o rio Verde Grande, que, guardadas as devidas proporções, também é consideravelmente extenso e percorre 2 (dois) estados (MG e BA), o que torna sua gestão uma responsabilidade da União. Dentro dessa bacia de área aproximada de 31.410 km² estão contidos 35 (trinta e cinco) municípios, sendo 8 (oito) baianos e 27 (vinte e sete) mineiros (ANA, 2013).

Como um dos principais afluentes da margem direita do rio Verde Grande, o rio Juramento compõe uma bacia com área de drenagem de 36.171,50 hectares, sendo que toda a extensão da bacia está inserida no município de Juramento-MG (EMATER-MG, 2018).

É perceptível que estas bacias são demasiadamente grandes para permitirem uma gestão estável e cuidadosa. Por isso, é necessário decompor as bacias maiores em sub-bacias, cujo tamanho permita uma administração abrangente e satisfatória. Nesse contexto, uma parcela da bacia do rio Juramento, de 3.938 hectares (10,9% do total da bacia), compreendendo as sub-bacias dos córregos Munduri e das Éguas e parte das sub-bacias do córrego Encantado e do rio Juramento – Médio, foi escolhida para a realização do diagnóstico e projeto de conservação de recursos hídricos aqui discutidos, conforme Figura 2.1.

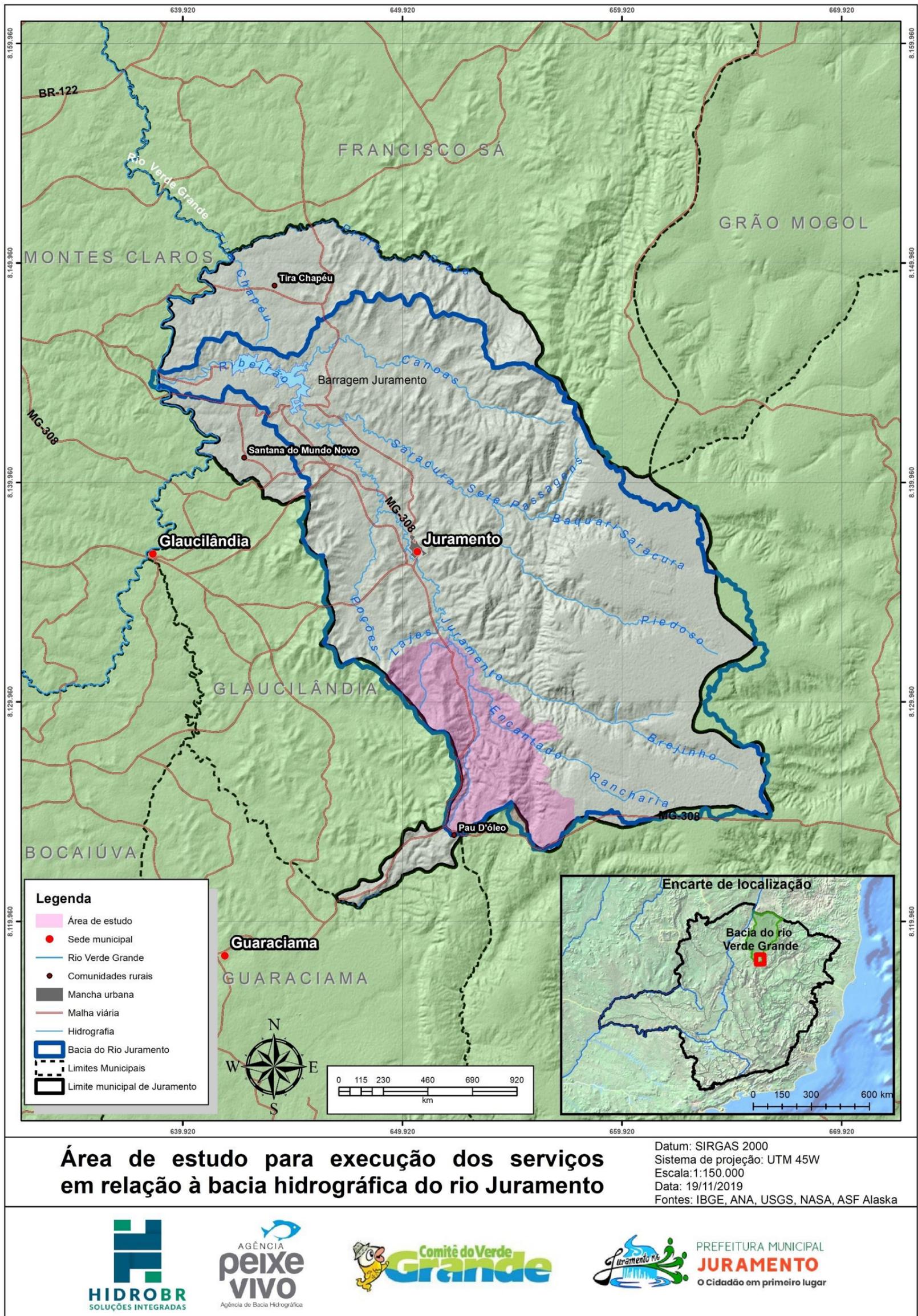


Figura 2.1 – Área de estudo para execução dos serviços em relação à bacia hidrográfica do rio Juramento

Fonte: HIDROBR (2019)

EXECUÇÃO



APOIO TÉCNICO



REALIZAÇÃO



O município de Montes Claros tem forte influência na bacia do Verde Grande, visto que mais de um terço da população dessa bacia reside nesse polo regional (CBH VERDE GRANDE, 2019), e o rio Juramento é responsável pela maior parcela do abastecimento público de água da cidade, além de fornecer água às atividades agrícolas do município homônimo do rio.

Neste âmbito, pela sua importância estratégica, já seria necessária uma política de gestão consistente. Contudo, além desse fator, estima-se que o manejo dos recursos naturais na área rural dessa bacia apresente problemas, como ausência de práticas conservacionistas e eventual desmatamento indiscriminado, situações que foram agravadas pela recente crise hídrica e têm potencial de se tornarem ainda piores.

Nesse contexto que se configura o presente projeto: a identificação de perturbações quanto à conservação dos recursos naturais em parcela da bacia hidrográfica do rio Juramento e a proposição de ações de teor conservacionista, tendo em vista a manutenção e recuperação dos serviços ecossistêmicos, envolvendo os atores da atividade agropecuária, de forma a atingir a sustentabilidade ambiental e econômica na região.

Dessa forma, o objetivo geral do trabalho é elaborar o documento “Estudo Diagnóstico e Projeto Básico de Conservação de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Juramento”, em uma parcela da bacia, cuja finalidade é retratar a atual situação desta bacia hidrográfica em termos ambientais e socioeconômicos, além de propor as ações mais adequadas para sua revitalização, como subsídio à implantação de um Projeto do Programa Produtor de Água da ANA.

E os objetivos específicos do trabalho são: (i) Fornecer análise geral sobre a bacia, incluindo dados sobre dimensão, localização, principais afluentes, cidades, população, principais atividades econômicas, principais usos da água e importância estratégica dos mananciais; (ii) Desenvolver a base cartográfica para a bacia hidrográfica do rio Juramento; (iii) Gerar mapas temáticos na escala de 1:25.000 sobre a bacia hidrográfica do rio Juramento: Uso do Solo; Hidrografia; Áreas de Preservação Permanente (APPs) ripárias; Remanescentes Florestais; Declividade e Malha Viária; (iv) Gerar mapa fundiário, contendo delimitação das propriedades agrícolas, na área de estudo; (v) Determinar o passivo ambiental da área de estudo em termos de déficit

de APP e de Reserva legal (RL); (vi) Determinar as sub-bacias prioritárias para conservação; (vii) Determinar áreas mais propícias para recebimento de intervenções de conservação de solo na área de estudo; (viii) Determinar as intervenções mais adequadas para a revitalização da área rural da área de estudo e estimar seus custos financeiros; e (ix) Analisar as possibilidades de arranjo institucional para a implementação de Projeto do Programa Produtor de Água, incluindo potenciais fontes de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

O trabalho prevê a elaboração de 5 (cinco) Produtos. O **Produto 1 – Plano de Trabalho** especifica o planejamento do processo de elaboração, incluindo, de maneira geral, bases metodológicas, atividades e cronograma de execução do estudo. O **Produto 2 – Mapas Temáticos**, relativo ao presente documento, apresenta a caracterização de toda a bacia hidrográfica do rio Juramento por meio de mapas de declividade, drenagem, malha viária vicinal rural, uso do solo, APPs, fragmentos florestais e área potencial para conservação de solo. O **Produto 3 – Cadastro Fundiário das Propriedades** relacionará todos os cadastros fundiários das propriedades visitadas na área de estudo, apresentando informações sobre o proprietário, a propriedade e seus aspectos de uso e conservação. O **Produto 4** apresentará a proposta de Projeto Produtor de Água e Relatório de passivos ambientais e das áreas com aptidão para conservação de solo da área de estudo. Por fim, o **Produto 5 – Relatório Final** consistirá na apresentação do “Diagnóstico e Projeto Básico de Conservação de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Juramento”, sendo um documento completo, que integra e consolida dados secundários, primários, resultados, produtos parciais e respectivas ilustrações. Na Figura 2.2 é apresentado o fluxograma esquemático com o arranjo geral do projeto.

Destaca-se que o presente trabalho está sendo financiado pela cobrança pelo uso dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Verde Grande, conforme deliberações do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande (CBH Verde Grande), por meio da Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo (Agência Peixe Vivo), que assinou o Contrato de Gestão nº. 083/2017 com a Agência Nacional de Águas (ANA) e lançou o Ato Convocatório nº. 010/2019, do qual a HIDROBR – Soluções Integradas foi vencedora.

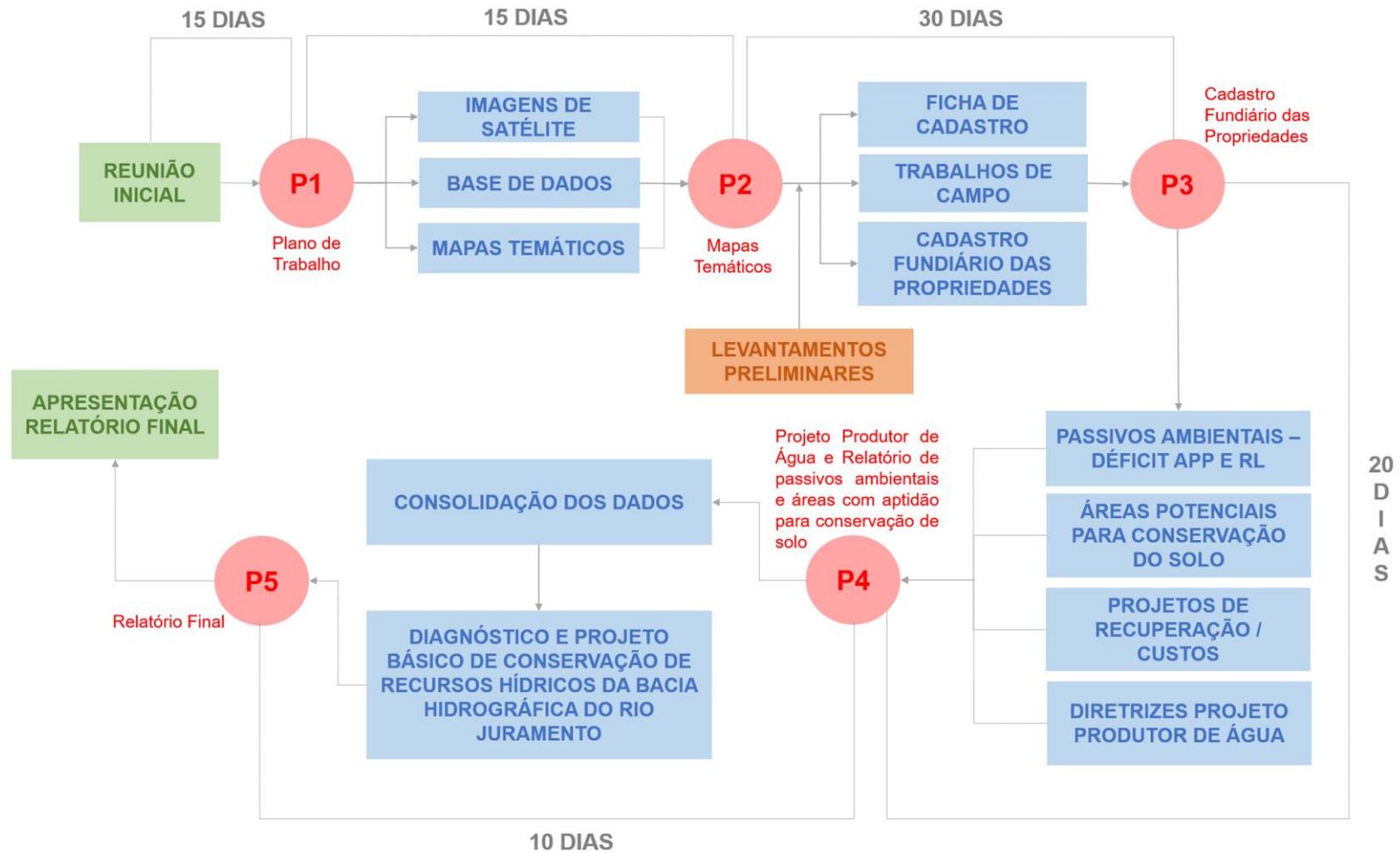


Figura 2.2 – Fluxograma geral de desenvolvimento do trabalho

Fonte: HIDROBR (2019)

EXECUÇÃO



APOIO TÉCNICO



REALIZAÇÃO



3. METODOLOGIA

Os produtos cartográficos e mapas temáticos gerados neste projeto, a partir de dados secundários diversos, foram desenvolvidos na escala de 1:25.000 e são compatíveis com a resolução espacial das imagens utilizadas. Estes produtos cobrem toda a extensão da bacia hidrográfica do rio Juramento e a divisão em sub-bacias é apresentada a fim de proporcionar melhor análise das áreas da bacia em estudo.

A delimitação da bacia hidrográfica do rio Juramento em sub-bacias foi feita de acordo com o mapa de drenagem da bacia. Após a identificação de todos os cursos d'água presentes na região, aqueles sem nome foram agrupados, seguindo a lógica da drenagem, junto a algum curso d'água nomeado. Ao final do processo, foram obtidas 19 (dezenove) sub-bacias, representadas nos mapas temáticos.

A seguir são apresentadas as imagens de satélite utilizadas no projeto, bem como o Modelo Digital de Elevação (MDE) adotado para auxiliar no desenvolvimento dos estudos e na ortorretificação das imagens. Posteriormente é apresentada a metodologia para elaboração de cada mapa temático.

3.1 IMAGENS DE SATÉLITE

Foram utilizadas para referência dos mapas temáticos e outros produtos cartográficos imagens de satélite gratuitas do Sentinel-2, que possuem resolução espacial superior aos satélites Landsat.

Os Sentinel-2A e 2B formam uma missão imageadora multispectral do Programa *Global Monitoring for Environment and Security* (GMES) conjuntamente administrada pela Comunidade Europeia e a *European Space Agency* (ESA), para observação da Terra, realizando coleta de dados sobre a vegetação, solos e umidade, rios e áreas costeiras, e dados para correção atmosférica (absorção e distorção) em alta resolução (10 m), e com alta capacidade de revisita (5 dias), para garantir a continuidade dos dados fornecidos pelo SPOT 5 e Landsat 7. O satélite Sentinel-2A foi lançado em 23 de junho de 2015, enquanto o lançamento do Sentinel-2B (idêntico ao primeiro) foi realizado em 7 de março de 2017.

Os Sentinel-2 possuem resolução de 10 m, o que favorece a identificação das áreas degradadas ou com solo exposto. Foram utilizadas as composições 483 e 432 RGB, respectivamente. Ressalta-se que o uso da composição 483 utilizou bandas do infravermelho para detecção de água e diferentes tipologias de cobertura vegetal, que atuou como um excelente identificador do estado da área analisada. A data das imagens utilizadas é 19 de setembro de 2019, e foram buscadas imagens sem interferência de nebulosidade.

3.2 MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO

Para a imagem não ortorretificada foi necessário realizar este procedimento. Para tanto, além dos Coeficientes Polinomiais Racionais ou parâmetros orbitais fornecidos em conjunto com a imagem de satélite, foi utilizado um Modelo Digital de Elevação (MDE) a fim de se obter uma ortorretificação de maior precisão de localização cartográfica. Dessa forma, escolheu-se o MDE ALOS PALSAR (*Advanced Land Observing Satellite – Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar*) por sua alta precisão – 12,5 metros. Foi utilizada a imagem da última missão do satélite, do ano de 2011.

3.3 MAPAS TEMÁTICOS

3.3.1 Mapa de declividade

O mapa de declividade foi elaborado com base na topografia apresentada no MDE ALOS PALSAR. A definição das classes foi determinada pelo sistema de classificação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1979), conforme apresentado na Tabela 3.1. A EMBRAPA é uma empresa pública, criada em 1973 e vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, e produz inovação tecnológica focada na geração de conhecimento e tecnologia para agropecuária brasileira (EMBRAPA, 2019).

Tabela 3.1 – Classes de declividade

Declividade (%)	Relevo
0 – 3	Plano
3 – 8	Suave-ondulado
8 – 20	Ondulado
20 – 45	Forte-ondulado
45 – 75	Montanhoso
> 75	Forte-montanhoso

Fonte: EMBRAPA (1979)

3.3.2 Mapa de drenagem

A rede hidrográfica unifilar integrada foi elaborada com base na análise hidrológica do MDE ALOS PALSAR. Para identificação dos nomes dos cursos d'água foi utilizado cadastro disponibilizado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), através da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema).

Foi adotado o mapa de drenagem por ser um produto que pode ser gerado através de MDE. O mapa de hidrografia, por outro lado, necessita de validação em campo de cada trecho, durante um ano, para identificação dos cursos perenes e intermitentes, o que não foi feito nesse produto.

3.3.3 Mapa da malha viária vicinal rural

A malha viária vicinal rural foi obtida através do *Open Street Map* (OSM), um projeto de mapeamento colaborativo, que conta com uma comunidade composta, entre outros, por profissionais das áreas de sistemas geográficos e engenheiros que utilizam servidores do programa.

De forma complementar, estradas não detectadas pelo OSM foram mapeadas manualmente através da observação das imagens do Google Earth, e foram agregadas às informações do OSM para compor o mapa da malha viária vicinal rural.

3.3.4 Mapa de uso do solo

O mapa de uso do solo foi desenvolvido com base nos dados disponibilizados pelo Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MapBiomias) que, com apoio de uma rede de especialistas em biomas, usos da terra, sensoriamento remoto, Sistema de Informação Geográfica (SIG) e ciência da computação, utiliza processamento em nuvem e classificadores automatizados desenvolvidos e operados a partir da plataforma *Google Earth Engine* para gerar uma série histórica de mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil (MAPBIOMAS, 2019). Os dados gerados são públicos, abertos e gratuitos. Um dos produtos do projeto são os mapas de cobertura e uso do solo, no formato matricial (pixel de 30 x 30 m).

Dos mapas obtidos do Projeto MapBiomias foram extraídas as informações de cultura anual e perene (agricultura), formação campestre, pastagem e represa – água (corpos d'água).

Para os elementos faltantes ou não identificados, foram utilizadas as imagens de satélite ortorretificada do Sentinel-2, onde foram obtidas as informações de matas ciliares, formação florestal (mata), floresta plantada (reflorestamento) e solo exposto. A identificação dessas áreas foi feita através do *Normalized Difference Vegetation Index* (NVDI), metodologia que pode ser explicada com o auxílio da Figura 3.1.

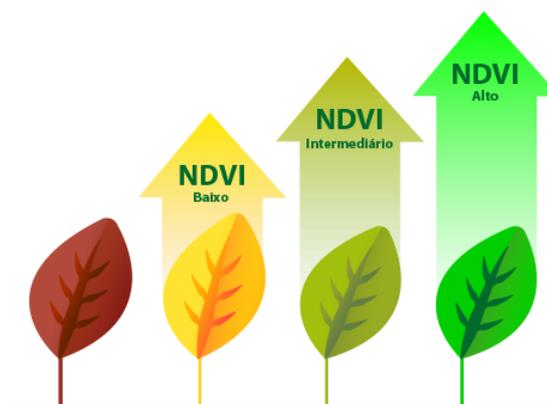


Figura 3.1 – Explicação do NVDI

Fonte: FALKER (2019)

Vegetais que absorvem muita água possuem um alto valor de reflectância da banda Infravermelha Próxima, quanto mais água, mais saudável e mais clorofila disponível, como consequência disso, maior a intensidade do verde.

A área de estudo está inserida em uma região com característica de transição dos biomas cerrado para caatinga, com isso, a disponibilidade hídrica só ocorre nas silviculturas, uma vez que os indivíduos florestais nativos estão adaptados para viver com pouca água. Desta forma, é possível identificar as vegetações que absorvem maiores quantidades de água. Quanto ao solo exposto, como não tem reflectância das bandas infravermelhas nestas áreas devido à ausência de vegetação, tem-se a apresentação do dado como nulo.

Por fim, através de imagens de satélites, do *software* Google Earth, foi possível identificar as áreas de infraestrutura urbana, bem como os acessos e as edificações. Os acessos foram obtidos também através do OSM.

Ao final desse processo, foram obtidas todas as classes de uso do solo utilizadas para compor o mapa: cultura anual e perene (agricultura), formação campestre, infraestrutura urbana, formação florestal (mata), mata ciliar, pastagem, floresta plantada (reflorestamento), represa- água, solo exposto. Foram identificadas também as edificações e os acessos.

As classes agricultura extensiva e cultura irrigada, inicialmente definidas no Produto 1, não foram utilizadas, por não terem sido detectadas na região.

3.3.5 Mapa das Áreas de Preservação Permanente

Para a definição das Áreas de Preservação Permanente (APP), foram aplicados os critérios da Lei Federal nº. 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal Brasileiro) e da Lei Estadual nº. 20.922, de 16 de outubro de 2013 (Código Florestal Mineiro). Foram identificadas APPs referentes à hidrografia, para a qual foi utilizada a área de drenagem obtida através do MDE ALOS PALSAR; e referente à declividade, para a qual também foram utilizadas as informações obtidas através do MDE ALOS PALSAR. Outras APPs definidas nas leis mencionadas não foram identificadas na bacia hidrográfica.

Na Tabela 3.2 são apresentados os critérios utilizados para a definição das APPs, conforme legislações vigentes.

Tabela 3.2 – Critérios para definição de Áreas de Preservação Permanente

Tipo de APP		Critério segundo Lei Federal nº. 12.651/2012 e Lei Estadual nº 20.922/2013
Hídrica	Nascente	Raio mínimo de 50 (cinquenta) metros. Faixa marginal de 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura.
	Drenagem	Áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento. Foi adotada faixa de 100 m do espelho d'água da imagem do satélite.
Vertentes > 45°	Declividade	Encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive.

Fonte: Adaptado de BRASIL (2012) e MINAS GERAIS (2013)

3.3.6 Mapa de fragmentos florestais

O mapa de fragmentos florestais indica os fragmentos florestais de vegetação nativa que estariam disponíveis para averbação como Reserva Legal, conforme legislação ambiental vigente (Lei Federal nº. 12.651/2012 e atualizações posteriores e Lei Estadual nº. 20.922/2013).

A identificação das áreas de florestas naturais e matas ciliares foi feita através das imagens do Sentinel-2, utilizando a técnica de classificação supervisionada das imagens. Classificação supervisionada é uma técnica de *machine learning* que treina o sistema para identificar os padrões regionais de determinado alvo a partir do valor médio do conjunto de pixel de uma matriz. A partir deste método, foi possível identificar essas classes e quantificá-las.

3.3.7 Mapa da área potencial disponível para conservação de solo

Este produto cartográfico foi desenvolvido a partir da álgebra de mapas em *softwares* especialistas de geoprocessamento. Para tal, foi aplicado o Índice Normalizado de Remanescentes Florestais (NRVI – *Normalized Ratio Vegetation Index*). Como resultado destas análises, mapas com gradiente de cores quentes indicam as áreas potenciais para conservação do solo.

O NRVI indica o grau de antropização de uma área. Sua determinação é feita pela equação:

$$NRVI = \frac{rv - aa}{rv + aa}$$

Sendo

- rv: vegetação natural remanescente por quarteirão, quadras ou blocos;
- aa: áreas antropizadas por quarteirão, quadras ou blocos, que correspondem aos usos antrópicos do solo.

Os resultados variam entre -1 (áreas totalmente antropizadas e impermeáveis) e +1 (áreas preservadas, com presença de vegetação e solos permeáveis), permitindo associar o uso da terra a variáveis numéricas, como indicadores de desenvolvimento social. O NRVI foi proposto como alternativa para a avaliação quantitativa entre áreas com interesse para conservação da biodiversidade e áreas que podem ser utilizadas economicamente, visando a criação de um instrumento de gestão para transferência de direitos de desenvolvimento (*Transferable Development Rights –TDR*) (BONNET; FERREIRA; LOBO, 2006)

Para o cálculo do índice, foram consideradas como áreas antropizadas a infraestrutura urbana, o solo exposto, as pastagens, as florestas plantadas e cultura anual e perene. Já como áreas naturais foram consideradas as matas ciliares, as formações campestres e as florestas naturais (mata). Assim, inicialmente foi gerado um mapa com a divisão da bacia hidrográfica em áreas naturais e antrópicas, para subsidiar o cálculo do NRVI.

Foi feito o cálculo do índice para todas as sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Juramento e, assim, foi possível determinar áreas potenciais disponíveis para conservação do solo.

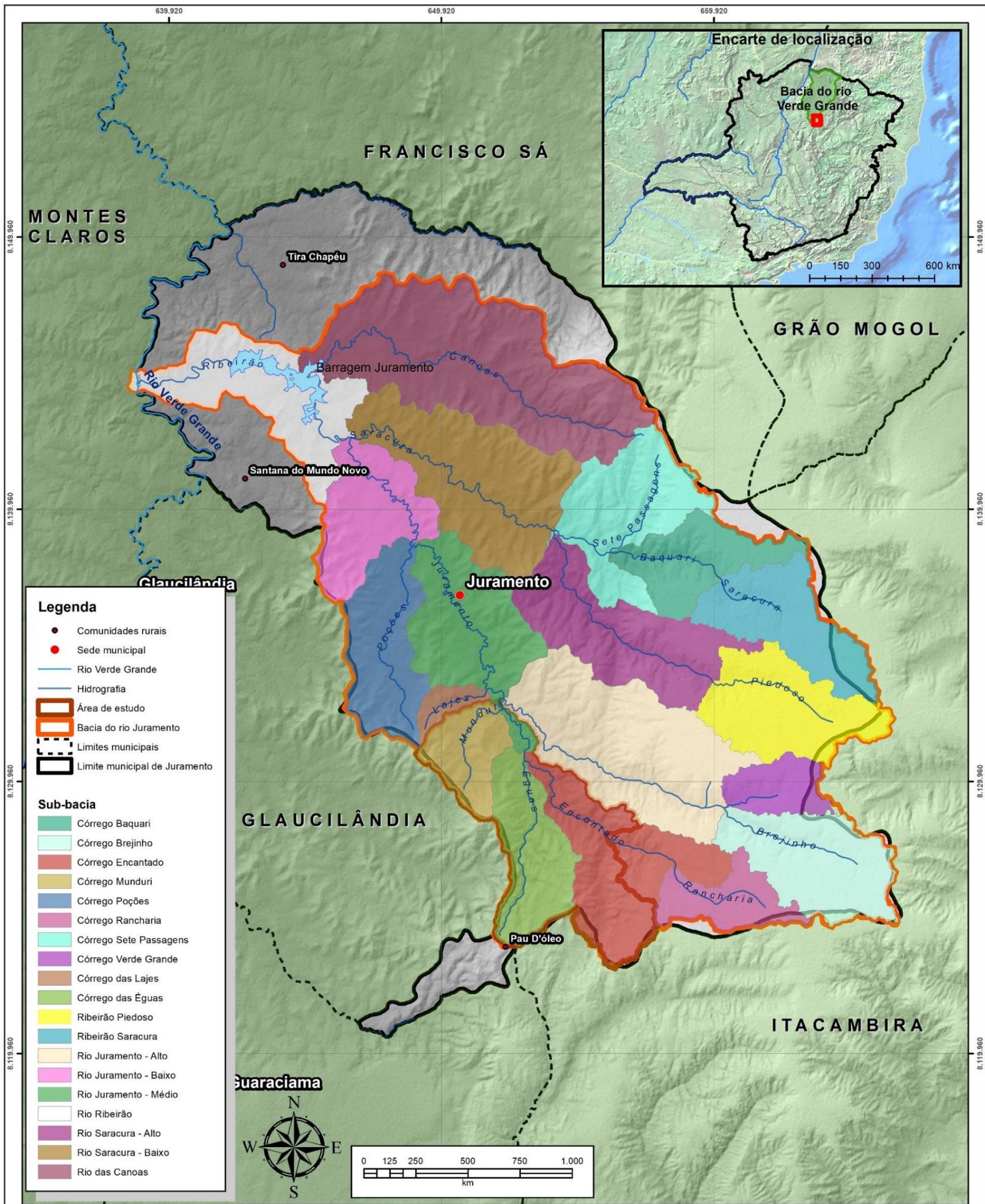
Os resultados obtidos através desse mapa foram comparados qualitativamente com os resultados obtidos pelos mapas anteriores.

4. MAPAS TEMÁTICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JURAMENTO

Neste item são apresentados os mapas temáticos da bacia hidrográfica do rio Juramento – Mapa de Declividade, Mapa de Drenagem, Mapa da Malha Viária Vicinal Rural, Mapa de Uso do Solo, Mapa das Áreas de Preservação Permanente, Mapa de Fragmentos Florestais e Mapa da Área Potencial Disponível para Conservação de Solo – e breve análise dos resultados encontrados.

Inicialmente, é importante destacar a divisão da bacia hidrográfica do rio Juramento em sub-bacias, conforme apresentado na Figura 4.1. Essa divisão foi apresentada nos mapas temáticos.

Destaca-se que a área de estudo contempla as sub-bacias dos córregos Munduri e das Éguas e parte das sub-bacias do córrego Encantado e do rio Juramento – Médio.



Mapa das sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Juramento

Datum: SIRGAS 2000
Sistema de projeção: UTM 45W
Escala: 1:130.000
Data: 21/11/2019
Fontes: IBGE, ANA, NASA, ASF Alaska



Figura 4.1 – Sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Juramento

Fonte: HIDROBR (2019)

EXECUÇÃO



APOIO TÉCNICO



REALIZAÇÃO



4.1 MAPA DE DECLIVIDADE

Na Figura 4.2 é apresentado o mapa de declividade da bacia hidrográfica do rio Juramento.

A área e a respectiva porcentagem para cada classe de declividade, conforme sistema de classificação da EMBRAPA (1979), são apresentadas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Distribuição das classes de declividade para a bacia hidrográfica do rio Juramento

Declividade (%)	Relevo	Área (ha)	%
0 – 3	Plano	1.120,23	3,14
3 – 8	Suave-ondulado	13.242,57	37,17
8 – 20	Ondulado	11.618,07	32,62
20 – 45	Forte-ondulado	9.139,69	25,66
45 – 75	Montanhoso	497,15	1,40
> 75	Forte-montanhoso	3,11	0,01
Total		35.620,82	100,00%

Fonte: HIDROBR (2019)

A topografia é um dos condicionantes do uso do solo, além de caracterizar área de preservação permanente quando a declividade é superior a 100%. Na bacia hidrográfica do rio Juramento foi observado que as topografias planas e suave onduladas, que representam 40,31% da bacia, são encontradas nas rampas de colúvio e na chapada, na porção noroeste da bacia, próximo à barragem de Juramento, e na porção leste do município. Já os relevos ondulados e forte ondulados, que representam 58,28% da área, são encontrados nas colinas de topo alongados, nas vertentes convexas e nos morros, na porção central da bacia hidrográfica, nas colinas de topo alongados, nas vertentes convexas e nos morros. Por fim, pequenos traços das topografias montanhosas e forte montanhosas, representando 1,41% da área, são encontrados na parte central da bacia, no rebordo da chapada (EMATER-MG, 2018).

A área de chapada, extensa e plana, na cabeceira da bacia hidrográfica, com solos profundos e permeáveis, consiste em área de recarga hídrica (EMATER-MG, 2018).

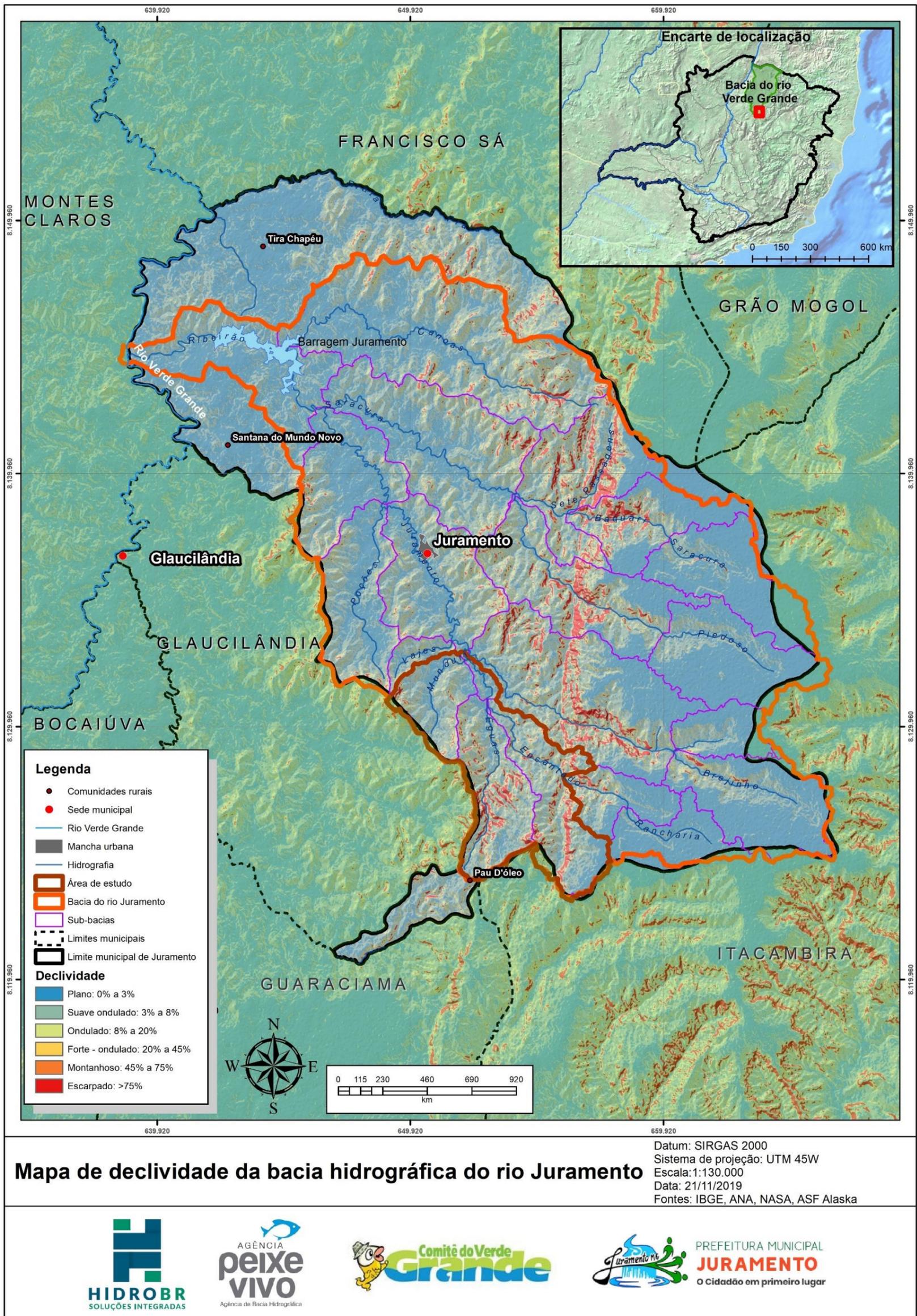


Figura 4.2 – Mapa de declividade da bacia hidrográfica do rio Juramento

Fonte: HIDROBR (2019)

EXECUÇÃO



APOIO TÉCNICO



REALIZAÇÃO



4.2 MAPA DE DRENAGEM

Na Figura 4.3 é apresentado o mapa de drenagem da bacia hidrográfica do rio Juramento.

A rede hidrográfica unifilar integrada, elaborada com base na análise hidrológica do MDE ALOS PALSAR, está presente ao longo de toda a bacia hidrográfica do rio Juramento, com extensão total de 905.809,54 metros. Os principais cursos d'água da bacia são: rio Ribeirão, rio das Canoas, rio Saracura, córrego Sete Passagens, córrego Baquari, ribeirão Piedoso, córrego Poções, córrego das Lages, córrego Munduri, córrego das Éguas, córrego Encantado, córrego Rancharia, córrego Brejinho e rio Juramento.

Destaca-se a presença da Barragem de Juramento, no rio Ribeirão, que é responsável pelo abastecimento público de 60% da cidade de Montes Claros/MG, sob operação da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), que enfrentou racionamento de água em novembro de 2019 devido ao baixo nível da barragem, por conta da estiagem na região. O município já sofre com esse problema de racionamento desde 2015 (ESTADO DE MINAS, 2019).

É importante ressaltar que no mapa é apresentada a drenagem, não a hidrografia da bacia hidrográfica, logo não é feita a diferenciação entre cursos d'água perenes ou intermitentes, já que tal verificação necessita de trabalho em campo durante um ano. Ressalta-se, ainda, que a bacia hidrográfica está inserida em uma região com elevada insegurança hídrica, com precipitação muito concentrada de outubro a março, e elevada evaporação.

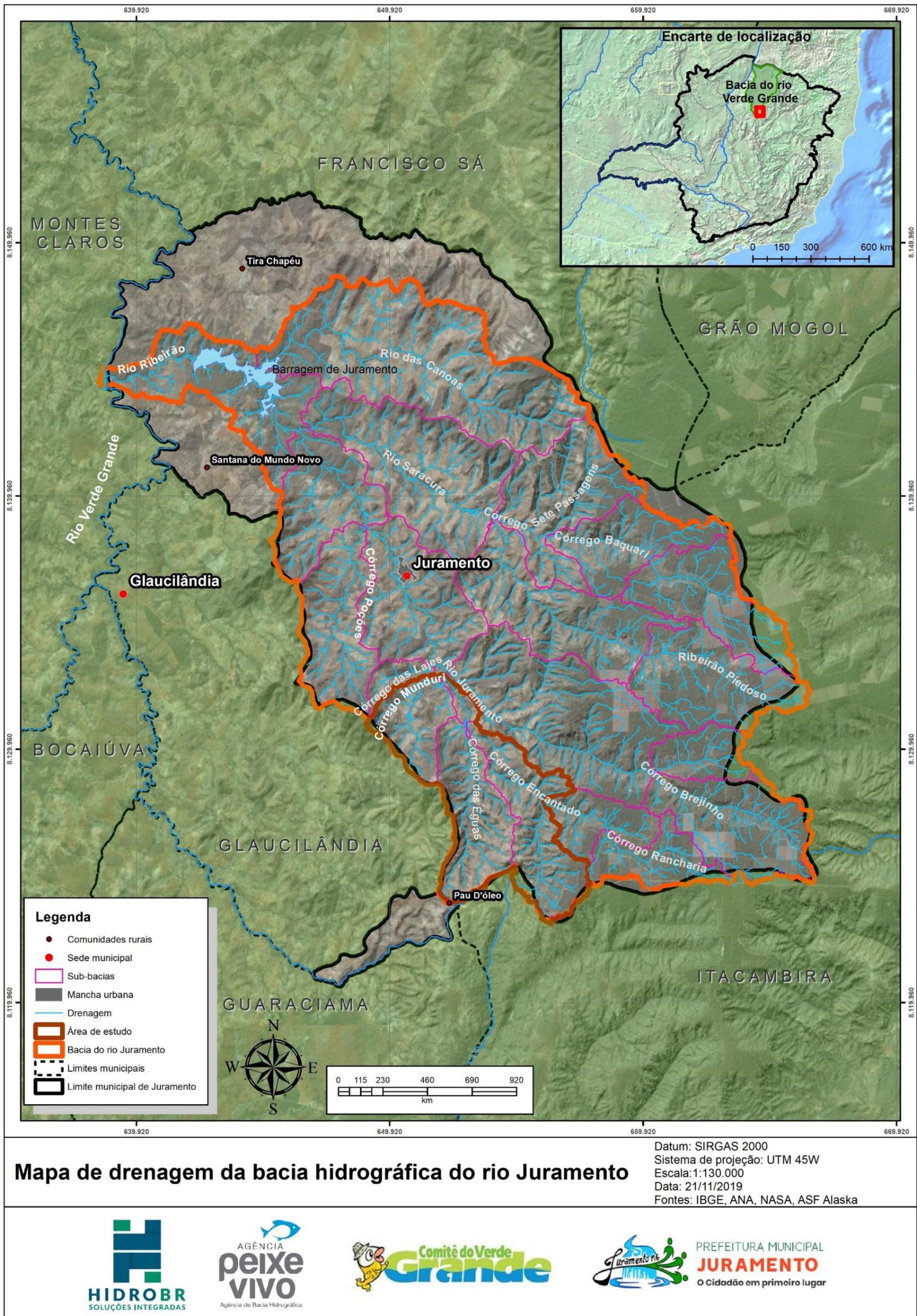


Figura 4.3 – Mapa de drenagem da bacia hidrográfica do rio Juramento

Fonte: HIDROBR (2019)

EXECUÇÃO



APOIO TÉCNICO



REALIZAÇÃO



4.3 MAPA DA MALHA VIÁRIA VICINAL RURAL

Na Figura 4.4 é apresentado o mapa da malha viária vicinal da bacia hidrográfica do rio Juramento.

A malha viária possui uma extensão total, aproximada, de 47 quilômetros. Está concentrada na porção oeste da bacia hidrográfica, de norte a sul, ligando os núcleos urbanos e diversas propriedades ao longo da bacia; com alguns trechos também nas partes centrais e norte. A única rodovia que cruza o município é a MG-308, que liga o município a Montes Claros, passando por Glaucilândia, passa pela porção oeste de Juramento até chegar a Itacambira.

Há grande concentração de malha viária também na porção sul da bacia hidrográfica, área de propriedade do Grupo Plantar, tratando-se, portanto, de estradas internas da empresa. A Plantar Siderúrgica S.A. atua com foco na produção de ferro gusa especial, desde 1985, nos mercados brasileiro e internacional. Para isso, possui florestas próprias de eucalipto plantado, um dos principais insumos para a produção do ferro gusa (PLANTAR, 2019). No município de Juramento, a empresa atua através da plantação do eucalipto, na cabeceira da bacia hidrográfica homônima.

As estradas identificadas na área do Grupo Plantar, ainda que não sejam públicas, podem ter veículos trafegando, solo exposto e transporte de sedimentos por chuva, o que evidencia a importância de seu mapeamento.

De forma geral, trechos críticos da malha viária não pavimentada, com erosões laterais e deformidades no leito, podem levar à perda da capacidade de infiltração de água pluvial, o que favorece enxurradas e rápida perda d'água (EMATER-MG, 2018). Por isso, é essencial o mapeamento de toda malha viária. A determinação da condição das estradas, para a área de estudo, deverá ser feita em campo.

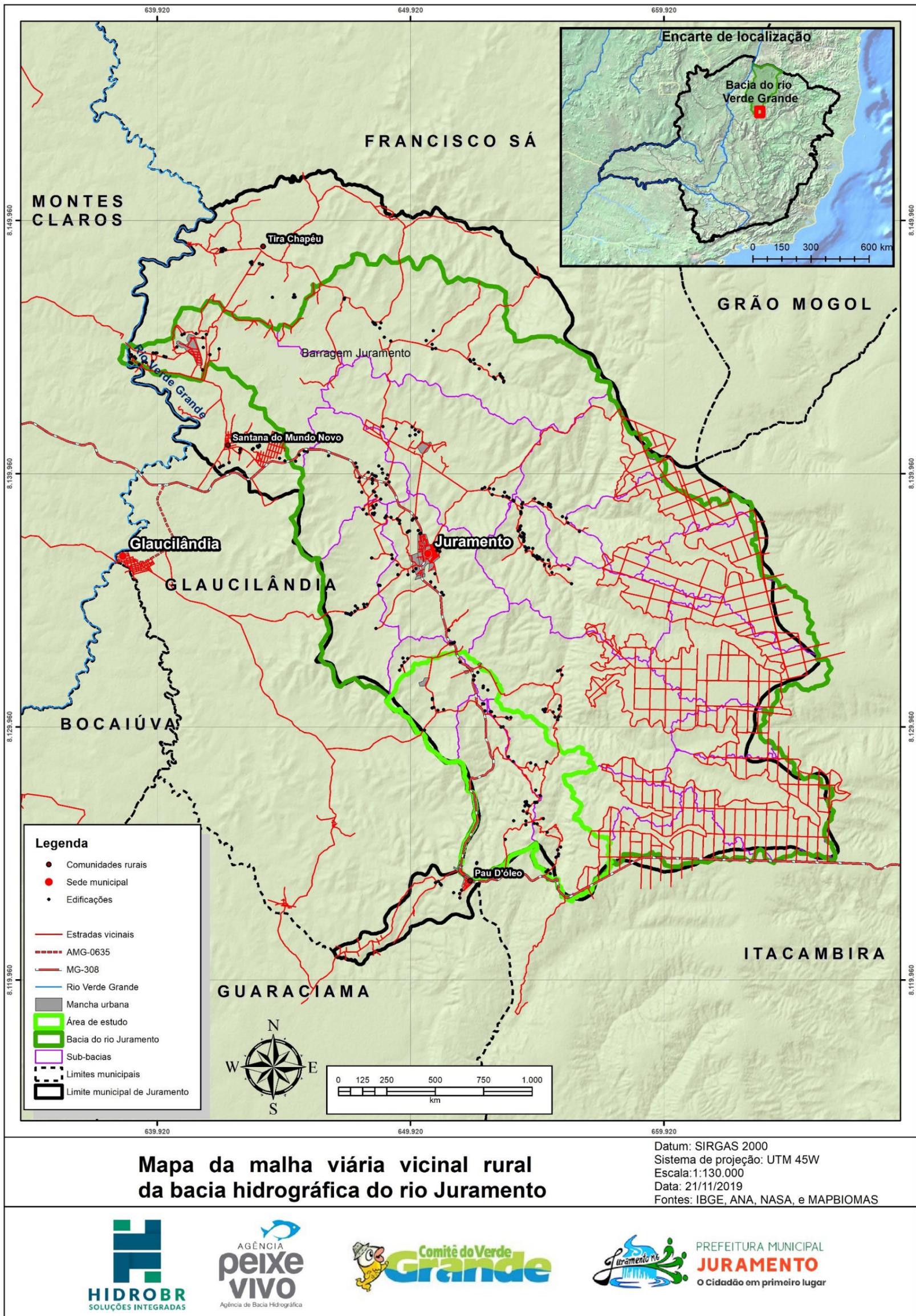


Figura 4.4 – Mapa da malha viária vicinal rural da bacia hidrográfica do rio Juramento

Fonte: HIDROBR (2019)

EXECUÇÃO



APOIO TÉCNICO



REALIZAÇÃO



4.4 MAPA DE USO DO SOLO

Na Figura 4.5 é apresentado o mapa de uso do solo da bacia hidrográfica do rio Juramento.

A partir do mapa, é possível extrair a área e a porcentagem para cada tipo de uso e cobertura de solo, apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Tipos de uso e cobertura do solo para a bacia hidrográfica do rio Juramento

Classe	Uso	Área (ha)	(%)
Cultura Anual e Perene	Antrópico	21,58	0,06%
Formação Campestre	Natural	1.351,56	3,79%
Infraestrutura Urbana	Antrópico	129,54	0,36%
Formação Florestal (Mata)	Natural	12.476,69	35,01%
Mata ciliar	Natural	1.519,79	4,26%
Pastagem	Antrópico	11.197,60	31,42%
Floresta Plantada (Reflorestamento)	Antrópico	7.805,70	21,90%
Represa - Água	Natural	208,86	0,59%
Solo exposto	Antrópico	926,09	2,60%
TOTAL		35.637,42	100,00%

Fonte: HIDROBR (2019)

O uso preponderante é a formação florestal, representando 35%, distribuída ao longo da bacia hidrográfica, com concentração no entorno da barragem de Juramento e nas regiões de maior declividade, na parte central da bacia. O segundo maior uso é pastagem, que também corresponde a mais de 30%, concentrada nas áreas centrais da bacia. Trata-se de um uso antrópico que possui, em geral, elevado grau de degradação. O terceiro grande uso é a floresta plantada, que corresponde a aproximadamente 22%, na cabeceira da bacia, área de atuação do Grupo Plantar. O restante do terreno é distribuído entre diversos usos, sendo que nenhum representa mais que 5% da área total.

De forma geral, é possível observar que a área antropizada é majoritária, correspondendo a, aproximadamente, 56%, o que acarreta grande impacto para, entre outros, a qualidade e a quantidade das águas.

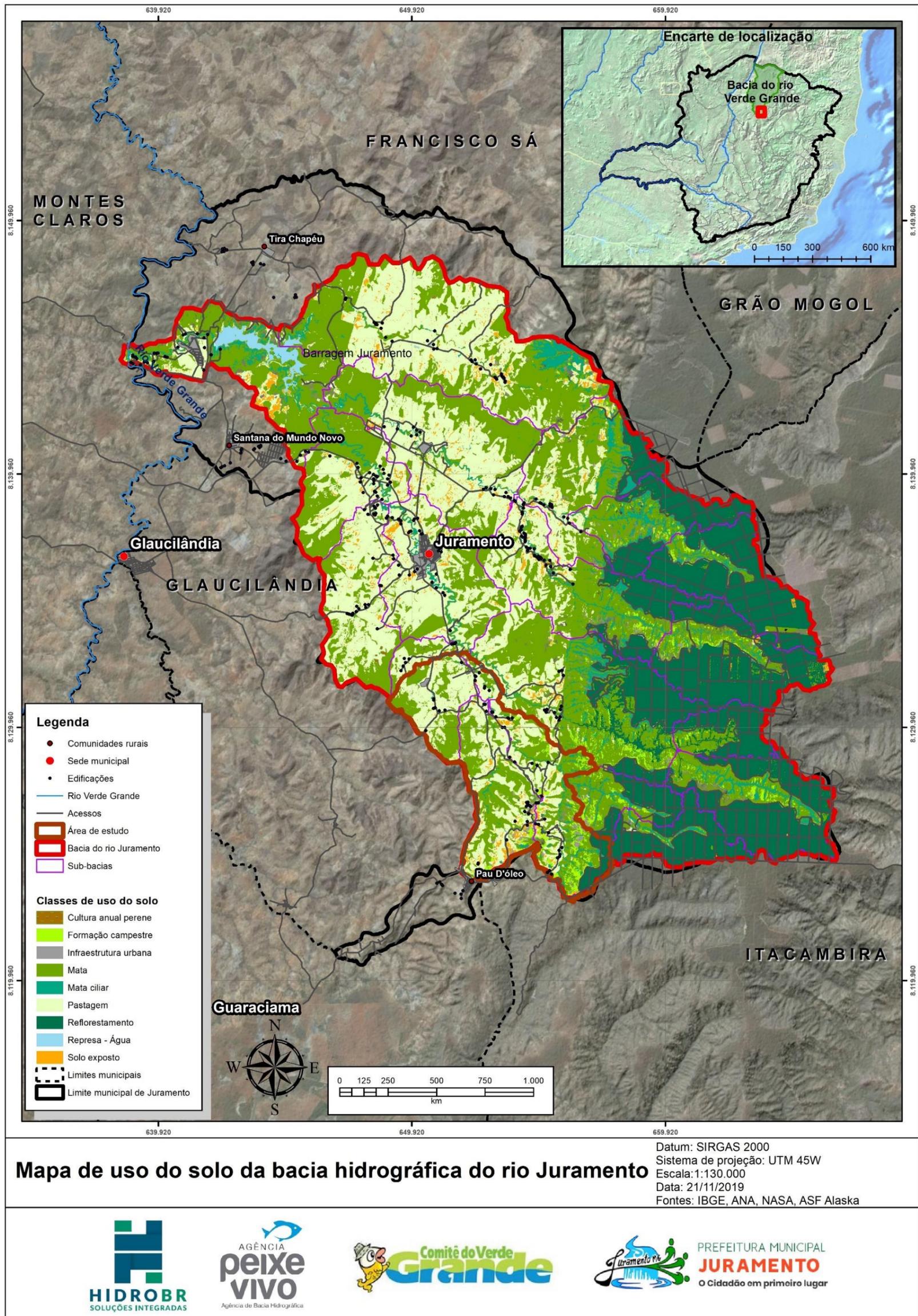


Figura 4.5 – Mapa de uso do solo da bacia hidrográfica do rio Juramento

Fonte: HIDROBR (2019)

EXECUÇÃO



APOIO TÉCNICO



REALIZAÇÃO



4.5 MAPA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Na Figura 4.6 é apresentado o mapa das Áreas de Preservação Permanente (APP) da bacia hidrográfica do rio Juramento.

As APPs hídricas estão distribuídas ao longo de toda a bacia hidrográfica. As APPs referentes à declividade, por outro lado, estão concentradas em um pequeno ponto na área central da bacia. As APPs ocupam 5.725,27 ha, o que corresponde a 16% da área total da bacia hidrográfica.

Na Tabela 4.3 são apresentados os usos do solo nas APPs.

Tabela 4.3 – Usos do solo nas APPs da bacia hidrográfica do rio Juramento

USO	CLASSE	Área (ha)	(%)
Antrópico	Pastagem	1476,77	25,79
	Floresta Plantada (Reflorestamento)	1144,46	19,99
	Solo exposto	71,94	1,26
	Infraestrutura Urbana	8,95	0,16
	Cultura Anual e Perene	2,01	0,04
Natural	Formação Florestal (Mata)	2060,14	35,98
	Mata ciliar	588,58	10,28
	Formação Campestre	165,18	2,89
	Represa - Água	207,24	3,62
TOTAL		5.725,27	100,00

Fonte: HIDROBR (2019)

É possível perceber grande uso antrópico nas APPs, principalmente decorrente de pastagem e reflorestamento. Fica evidente a necessidade de programas ambientais nessas áreas, de modo a melhorar, entre outros, a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos.

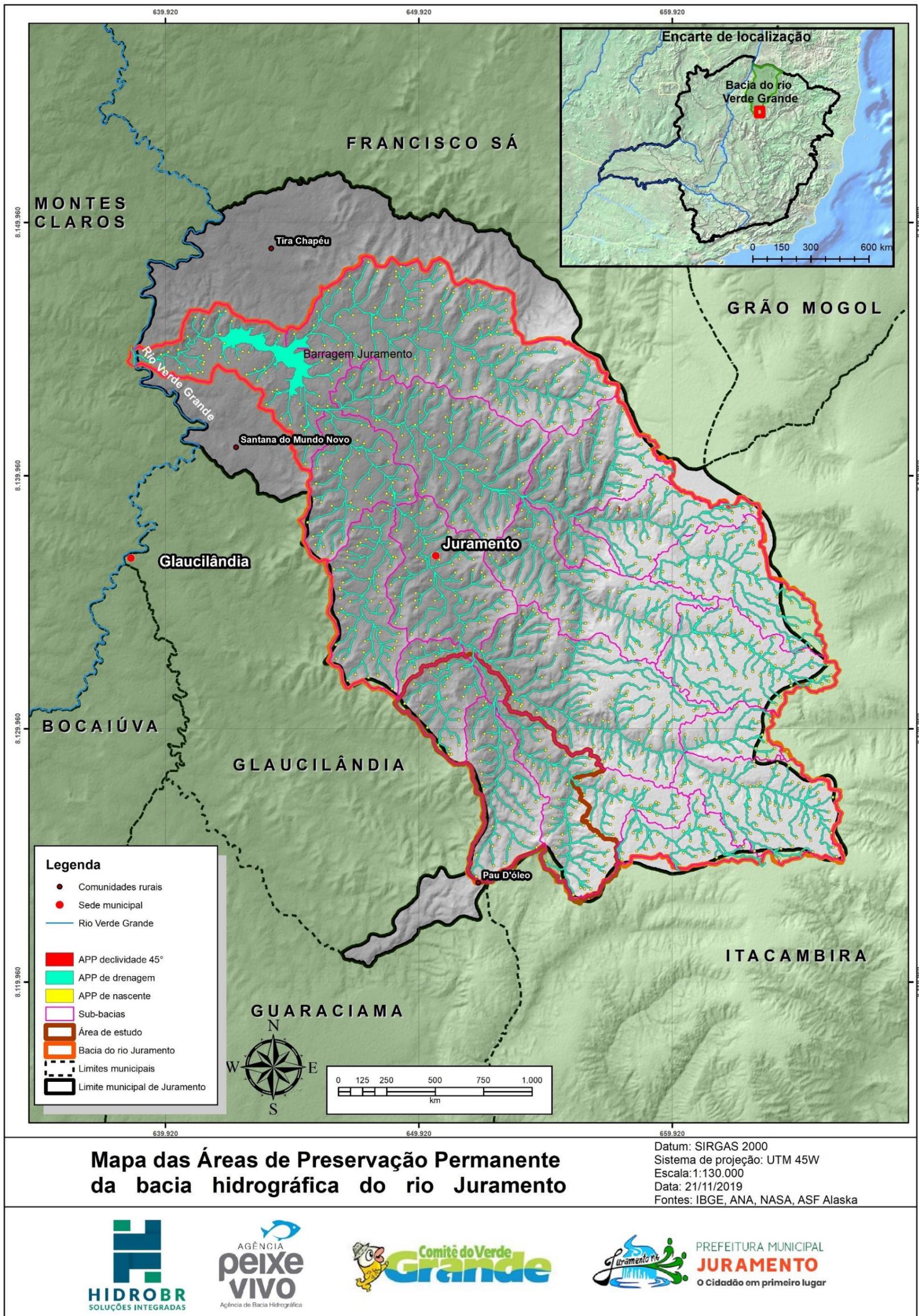


Figura 4.6 – Mapa das Áreas de Preservação Permanente da bacia hidrográfica do rio Juramento

Fonte: HIDROBR (2019)

EXECUÇÃO



APOIO TÉCNICO



REALIZAÇÃO



4.6 MAPA DE FRAGMENTOS FLORESTAIS

Na Figura 4.7 é apresentado o mapa de fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Juramento.

O mapa indica predominância das matas na área de entorno da Barragem de Juramento, assim como na parte central da bacia hidrográfica, onde são encontradas declividades mais elevadas. Além disso, é possível ver áreas espalhadas na parte central da bacia, bem como grande quantidade de fragmentos florestais na área de estudo. As áreas totalizam 13.996,48 ha, equivalendo a quase 40% da bacia.

De acordo com a Lei Federal nº. 12.651/2012 (Código Florestal Brasileiro), “todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente, observados os percentuais mínimos em relação à área do imóvel [...] de 20% (vinte por cento)”, quando localizado fora da Amazônia Legal (BRASIL, 2012).

A lei ainda apresenta que “a localização da área de Reserva Legal no imóvel rural deverá levar em consideração os seguintes estudos e critérios: I – o plano de bacia hidrográfica; II – o Zoneamento Ecológico-Econômico; III – a formação de corredores ecológicos com outra Reserva Legal, com Área de Preservação Permanente, com Unidade de Conservação ou com outra área legalmente protegida; IV – as áreas de maior importância para a conservação da biodiversidade; e V – as áreas de maior fragilidade ambiental” (BRASIL, 2012).

A partir do mapa elaborado e das considerações citadas, após obtenção das informações referentes à área das propriedades da área de estudo, será possível realizar a verificação se a Reserva Legal é respeitada em cada propriedade.

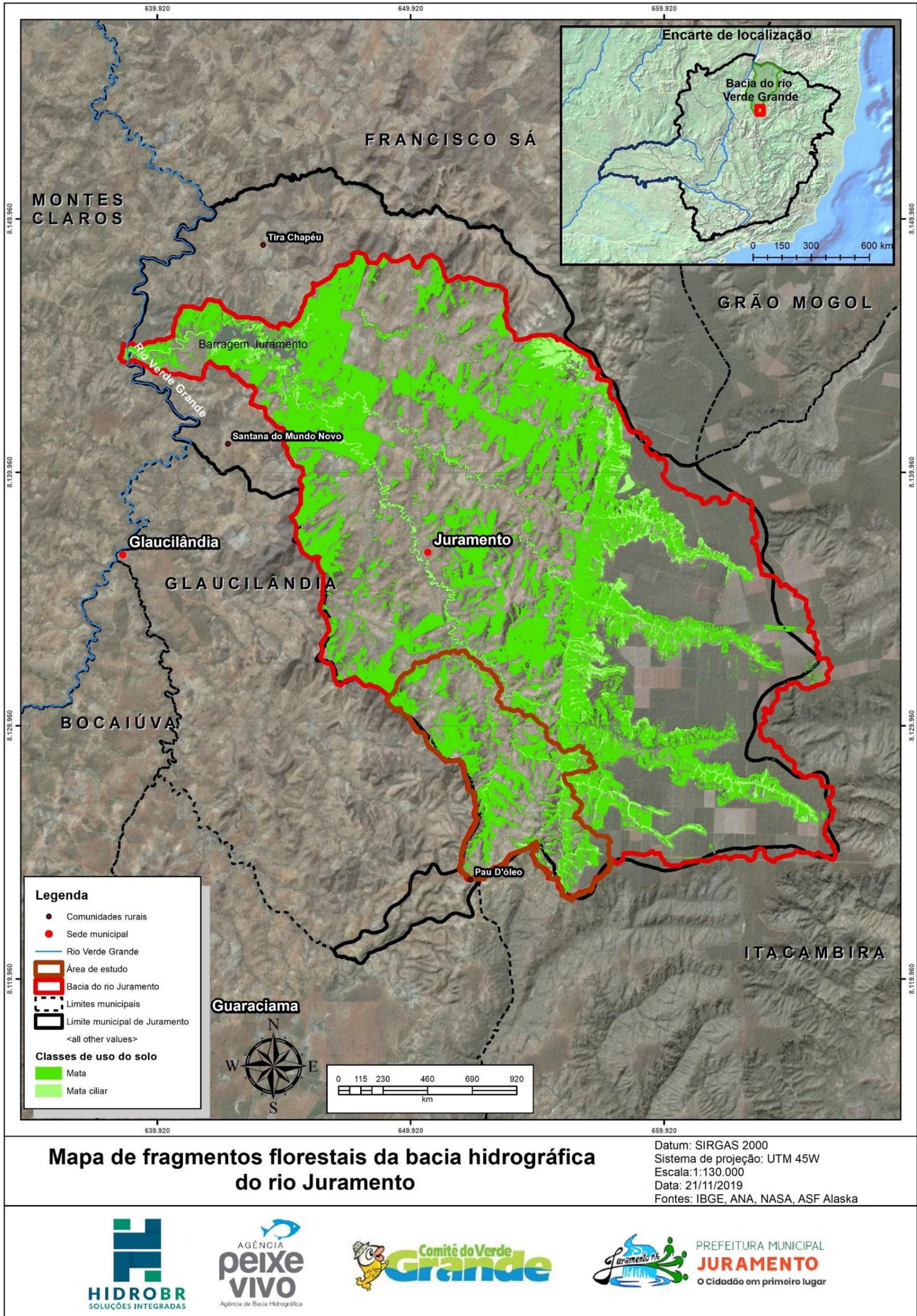


Figura 4.7 – Mapa de fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Juramento

Fonte: HIDROBR (2019)

EXECUÇÃO



APOIO TÉCNICO



REALIZAÇÃO



4.7 MAPA DA ÁREA POTENCIAL DISPONÍVEL PARA CONSERVAÇÃO DE SOLO

Em primeiro lugar, para a aplicação do Índice Normalizado de Remanescentes Florestais (NRVI), foi elaborado o mapa de classificação antrópica da paisagem, apresentado na Figura 4.8.

Na Tabela 4.4 são apresentadas as proporções de uso antrópico e natural para a bacia hidrográfica do rio Juramento.

Tabela 4.4 – Uso antrópico e natural na bacia hidrográfica do rio Juramento

Uso	Área (ha)	%
Antrópico	20.080,51	56,35
Natural	15.556,90	43,65
Total	35.637,41	100,00

Fonte: HIDROBR (2019)

A partir da diferenciação em uso antrópico ou natural, foi possível aplicar o NRVI. O resultado, para cada sub-bacia, pode ser encontrado na Figura 4.9.

Os casos críticos em relação ao índice de antropização foram encontrados na cabeceira da bacia, nas sub-bacias córrego Rancharia, ribeirão Piedoso, ribeirão Saracura e córrego Baquari. Nessas sub-bacias, o uso do solo referente a Floresta Plantada representa, respectivamente, 81%, 73%, 83% e 48%.

Essa área é propriedade do Grupo Plantar, logo diverge das diretrizes do Programa Produtor de Água da ANA, que estabelece como um dos critérios de priorização para seleção de sub-bacias hidrográficas para recebimento do programa “ter um número mínimo de produtores rurais interessados que possa viabilizar a aplicação do Programa” (ANA, 2012, p. 21).

Em segundo lugar em relação aos casos críticos em termos de antropização, tem-se as sub-bacias córrego Poções e rio Juramento – Médio, que, conforme mapa de uso do solo, são regiões com grande área de pastagem – 69% e 64% das sub-bacias, respectivamente. O uso é condizente com a declividade mais amena da região, ilustrado na Figura 4.2, e implica em pequena área de fragmentos florestais nessas sub-bacias, ilustrado na Figura 4.7.

Além disso, a área apresenta densa drenagem, como toda a bacia hidrográfica, conforme ilustrado na Figura 4.3, o que acarreta APPs hídricas, conforme ilustrado na Figura 4.6. Por fim, conforme o mapa que ilustra o uso do solo na bacia hidrográfica, na Figura 4.5, é possível perceber que a Sede de Juramento está inserida na sub-bacia Rio Juramento – Médio, logo há uma densa malha viária, conforme ilustrado na Figura 4.4. Ressalta-se que trechos críticos da malha viária não pavimentada podem levar à perda da capacidade de infiltração de água pluvial, o que favorece enxurradas e rápida perda d'água (EMATER, 2018).

Todas essas considerações evidenciam o alto índice de antropização das sub-bacais córrego Poções e rio Juramento – Médio, corroborando com a necessidade de implementação do Programa Produtor de Água na bacia como um todo, o que pode gerar diversos benefícios, entre outros, para a quantidade e a qualidade das águas.

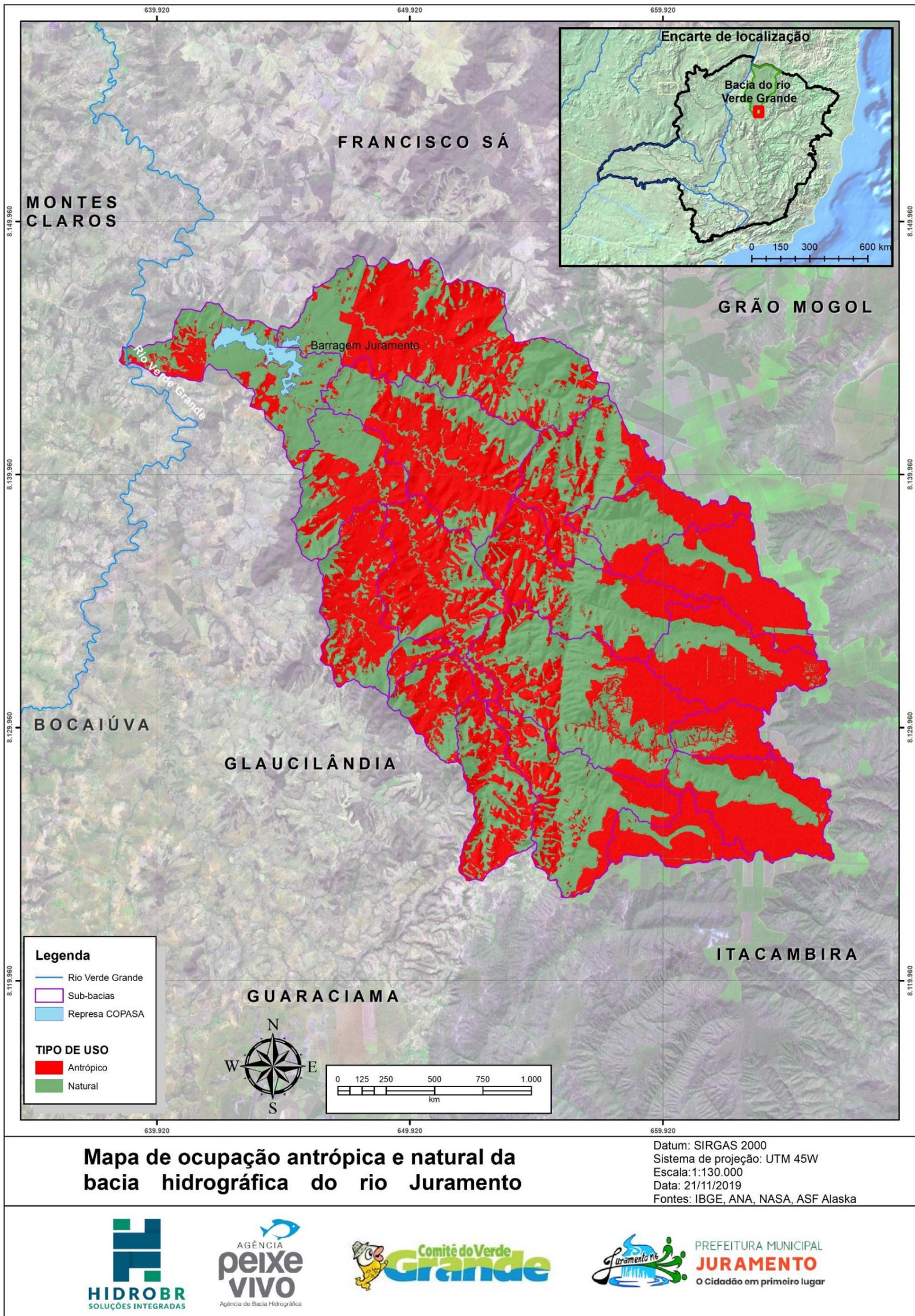


Figura 4.8 – Mapa de ocupação antrópica e natural da bacia hidrográfica do rio Juramento

Fonte: HIDROBR (2019)

EXECUÇÃO



APOIO TÉCNICO



REALIZAÇÃO



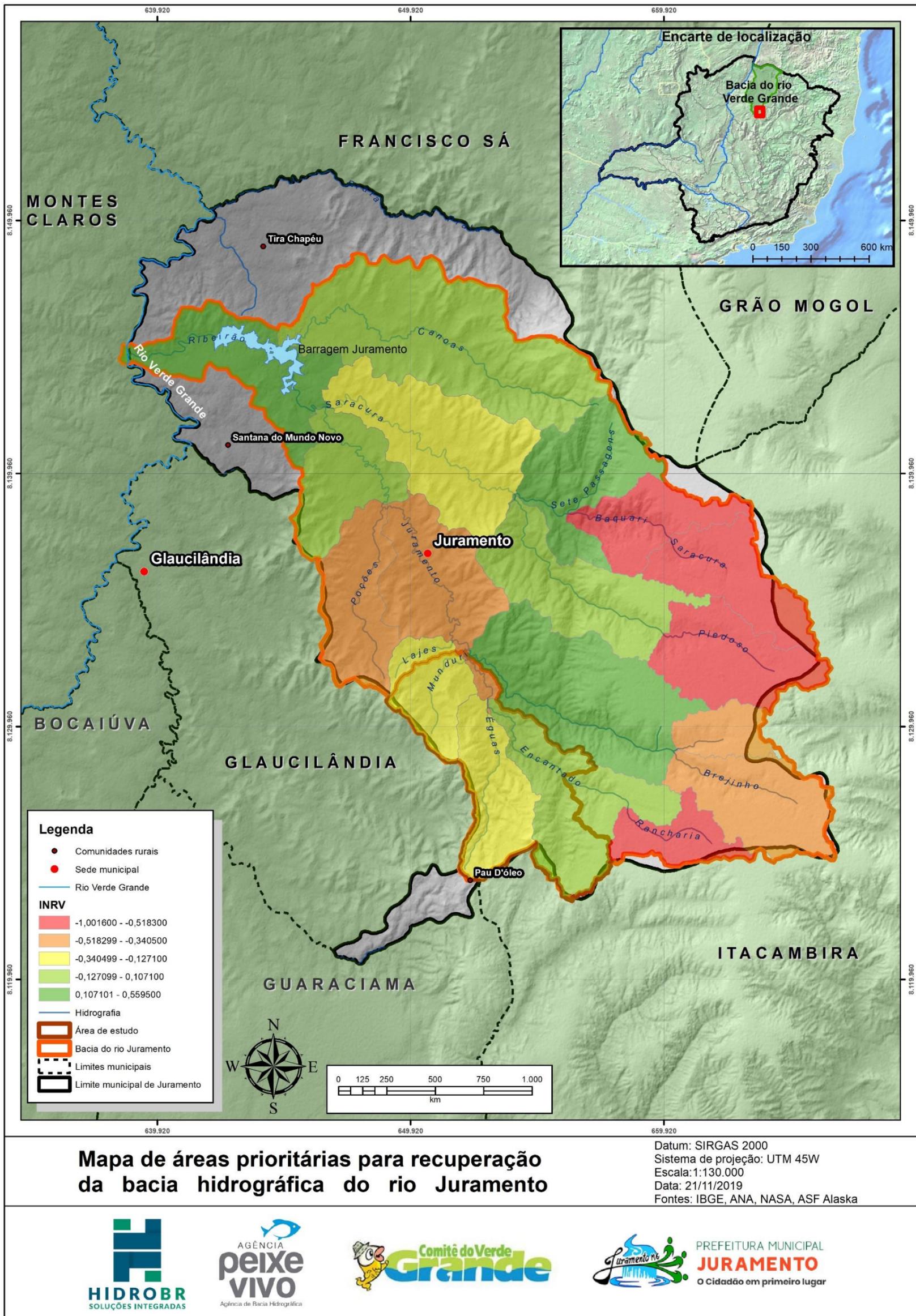


Figura 4.9 – Mapa de áreas prioritárias para recuperação da bacia hidrográfica do rio Juramento

Fonte: HIDROBR (2019)

EXECUÇÃO



APOIO TÉCNICO



REALIZAÇÃO



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O produto consistiu na elaboração de mapas temáticos para a bacia hidrográfica do rio Juramento, desenvolvidos a partir de dados secundários de bases públicas, além das imagens de satélite Sentinel-2 e do MDE ALOS PALSAR. Para melhorar a análise das informações obtidas, a bacia hidrográfica foi dividida em 19 (dezenove) sub-bacias.

Inicialmente, foram desenvolvidos os mapas de declividade e de drenagem da bacia, a partir das informações físicas do terreno. Posteriormente, tratou-se do uso e da ocupação do solo, e foram elaborados os mapas da malha viária vicinal rural e do uso do solo. Por fim, foi feita análise da vegetação da bacia, e foram elaborados os mapas das Áreas de Preservação Permanente e de Fragmentos Florestais.

De posse das informações obtidas, a bacia hidrográfica do rio Juramento foi dividida em áreas antrópicas e áreas naturais. Foi, então, aplicado o Índice Normalizado de Remanescentes Florestais (NRVI), que indicou grande ocupação antrópica na bacia hidrográfica.

Os casos críticos foram encontrados na cabeceira da bacia, nas sub-bacias córrego Rancharia, ribeirão Piedoso, ribeirão Saracura e córrego Baquari, em função da floresta plantada, propriedade do Grupo Plantar; seguidas das sub-bacias córrego Poções e rio Juramento – Médio, devido às áreas de pastagem.

As sub-bacias onde estão inseridas as propriedades do Grupo Plantar foram desconsideradas por não estarem alinhadas com as diretrizes de priorização para seleção de sub-bacias para recebimento do Programa Produtor de Água da ANA.

Dessa forma, as sub-bacias córrego Poções e rio Juramento – Médio tornam-se áreas potenciais disponíveis para conservação do solo, o que pode gerar diversos benefícios, inclusive relativos à qualidade e à quantidade das águas nessa região. A escolha dessas sub-bacias deu-se, principalmente, em relação ao alto grau de antropização, mas pode também ser justificada pelos outros mapas elaborados para a bacia hidrográfica, sendo eles de declividade, drenagem, malha viária vicinal rural, uso do solo, Áreas de Preservação Permanente e fragmentos florestais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA PEIXE VIVO, Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo. Ato Convocatório nº. 010/2019. Contrato de Gestão nº. 083/ANA/2017. **Contratação de consultoria para elaboração de Diagnóstico e Projeto Básico de Conservação de Recursos Hídricos em uma Parcela da Bacia Hidrográfica do Rio Juramento, Juramento – Minas Gerais.** Setembro, 2019.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Manual Operativo do Programa Produtor de Água.** 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012. 84 p.

_____. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande.** Brasília: ANA, 2013. 124 p.

BONNET, B. R. P.; FERREIRA, L. G.; LOBO, F. C. **Sistema de reserva legal extrapropriedade no Bioma Cerrado: Uma análise preliminar no contexto da bacia hidrográfica.** *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 58, n. 2, 11. 2006.

BRASIL. **Lei nº. 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs. 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº. 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

CBH VERDE GRANDE, Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande. **Caracterização da Bacia do Verde Grande.** 2019a. Disponível em: <<http://www.verdegrande.cbh.gov.br/caracterizacao.aspx>>. Acesso 14 nov. 2019.

EMATER-MG, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais. **Zoneamento Ambiental e Produtivo da sub-bacia hidrográfica do rio Juramento.** EMATER-MG: Brasília de Minas/MG. Abril/2018.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos.** (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10ª. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).

_____. **Quem somos.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/quem-somos>>. Acesso: 02 dez. 2019.

ESTADO DE MINAS. **Nível de barragem cai e Montes Claros volta ao racionamento de água.** 14/11/2019. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/11/14/interna_gerais,1101019/nivel-de-barragem-cai-e-montes-claros-volta-ao-acionamento-de-agua.shtml>. Acesso: 09 dez. 2019.

FALKER. **Flexum Medidor Ativo de NDVI.** Disponível em: <<https://www.falker.com.br/produto-flexum-medidor-ndvi.php>>. Acesso: 02 dez. 2019.

GOOGLE EARTH. **Imagens de Satélite.** Acesso 18 nov. 2019.

MAPBIOMAS. Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil. **O PROJETO.** Disponível em: <<http://mapbiomas.org/o-que-e-o-mapbiomas>>. Acesso 11 nov. 2019.

MINAS GERAIS. **Lei nº. 20.922, de 16 de outubro de 2013.** Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Diário do Executivo - "Minas Gerais" - 17/10/2013.

OPEN STREET MAPS. **Sobre.** Disponível em: <<https://www.openstreetmap.org/about>>. Acesso 11 nov. 2019.

PLANTAR. **Plantar Siderúrgica S.A.** Disponível em: <<http://plantar.com.br/>>. Acesso 04 dez. 2019