

## **ZONEAMENTO AMBIENTAL PRODUTIVO DO CONJUNTO DE SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ALTO E MÉDIO BAIXO RIO DO CARMO**



**Belo Horizonte/MG  
Dezembro/2017**

## Sumário

<b>1- INTRODUÇÃO</b> .....	5
<b>2- METODOLOGIA</b> .....	8
<b>3 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO CONJUNTO DE SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ALTO E MÉDIO RIO DO CARMO</b> .....	12
<b>4 CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	33
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	49
<b>ANEXO I</b> .....	50
<b>6 BIBLIOGRAFIA</b> .....	71
<b>7 FICHA TÉCNICA</b> .....	72

## Figuras:

Figura 1: Localização do conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.....	7
Figura 2: Subdivisões propostas para o conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo. ....	9
Figura 3: Mapa hipsométrico do conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo	13
Figura 4: Distribuição das unidades de paisagem no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.....	16
Figura 5: Distribuição da rede hidrográfica e identificação dos principais cursos d'água do conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo. ....	18
Figura 6: Malha hidrográfica corrigida e os pontos de captação para o conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo. ....	21
Figura 7: Trechos com demanda hídrica do conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo. ....	23
Figura 8: Imagem tratada com mosaico das bandas 11, 8A e 2 do satélite Sentinel-2 no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo. ....	28
Figura 9: Imagem tratada com mosaico das bandas 8, 4 e 3 do satélite Sentinel-2 no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo. ....	30
Figura 10 : Mapa das classes de uso atual do solo no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.....	31
Figura 11: Áreas antropizadas e conservadas no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.....	34
Figura 12: Localização de todas áreas de preservação permanente para o conjunto de sub-bacias do alto e médio e médio rio do Carmo. ....	36
Figura 13: APP's hídricas e o uso atual do solo no conjunto de sub-bacias do conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo .....	39
Figura 14: Localização das nascentes no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo. ....	41
Figura 15: Áreas em conflito para o grupo I no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.....	45
Figura 16: Áreas em conflito para o grupo II no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.....	46
Figura 17: Uso do solo para a feição colina de topo alongado no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.....	48
Figura 18: Colina cônica. ....	51
Figura 19: Típica formação em crista.....	51
Figura 20: Colina de topo alongado com uso antrópico e vegetação nativa .....	53
Figura 21: Rampas de colúvio típicas com sinais de erosão laminar. ....	54
Figura 22: Rampa de colúvio com alto grau de degradação.....	55
Figura 23: Planície e terraço fluviais em uma área próximo ao leito do rio do Carmo no povoado de Bandeirantes.....	56
Figura 24: Vale Encaixado junto ao rio do Carmo. ....	57
Figura 25: Diversos vales encaixados entre o domínio de cristas e colinas de topo alongado na região do alto rio do Carmo. ....	58
Figura 26: Vales encaixados entre o domínio de cristas e colinas de topo alongado na região do médio rio do Carmo.....	58
Figura 27: Vertente côncava em formato de anfiteatro visto do seu ponto mais alto.....	60

Figura 28: Típica vertente côncava em formato de grotas. ....	60
Figura 29: Duas vertentes convexas com vegetação. ....	61
Figura 30: Afloramento de rocha no domínio de crista. ....	62
Figura 31: Ao fundo um domo com afloramento de rocha presente. ....	63
Figura 32: Comunidade de Monsenhor Horta ao longo do vale do rio do Carmo. ....	64
Figura 33: Cana-de-açúcar cultivada em uma pequena área de terraço fluvial. ....	65
Figura 34: Pastagem e instalações em áreas de APP próximo ao leito do rio do Carmo. ....	66
Figura 35: Plantio de eucalipto parcialmente colhido e atingido pelo fogo. ....	67
Figura 36: Solo exposto devido a abertura de rua. ....	68
Figura 37: Erosão laminar avançada e solo exposto em pastagens da região. ....	68
Figura 38: Vegetação semi-decidual a margem do rio do Carmo. ....	69
Figura 39: Campos de altitude. ....	70

## **Tabelas:**

Tabela 1: Matriz de caracterização das unidades de paisagem do conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo. ....	15
Tabela 2: Dados técnicos de cursos d'água com demanda hídrica no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo. ....	24
Tabela 3: Sete classes do uso atual do solo na no conjunto de sub-bacias alto e médio rio do Carmo. ....	32
Tabela 4: Índices de conservação e as áreas antropizadas e conservadas para cada subdivisão. ....	33
Tabela 5: Área antropizada e conservada no domínio de APP hídrica e o IA <sub>APP</sub> do conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo. ....	37
Tabela 6: Área antropizada e conservada no domínio de APP hídrica e o IA <sub>APP</sub> das subdivisões. ....	37
Tabela 7: Número de nascentes e o índice de concentração de nascente para cada sub-região e global. ....	40
Tabela 8: Área em uso conflitante e a representatividade para cada grupo de unidades de paisagem no perímetro total. ....	43
Tabela 9: Área em uso conflitante e a representatividade para cada grupo de unidades de paisagem para a região do alto rio do Carmo. ....	43
Tabela 10: Área em uso conflitante e a representatividade para cada grupo de unidades de paisagem para região do médio rio do Carmo. ....	43
Tabela 11: .....	44
Tabela 12: Uso do solo e índice de conservação de colina de topo alongado em cada subdivisão e global. ....	47

## **Gráficos:**

Gráfico 1: Uso da água distribuído segundo sua finalidade no conjunto das sub-bacias do alto e médio rio do Carmo. ....	19
---	----

# **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E PRODUTIVO DO CONJUNTO DE SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DO BAIXO RIO PIRANGA**

## **1- INTRODUÇÃO**

O Decreto 46.650, de 19 de novembro de 2014, aprovou a metodologia mineira de caracterização socioeconômica e ambiental de sub-bacias hidrográficas, denominada Zoneamento Ambiental e Produtivo (ZAP). A metodologia ZAP tem sua origem pautada no diagnóstico e proposição de soluções para a dinâmica de uso e conservação do solo e da água associado às atividades produtivas e ocupação humana usando como referência micro ou sub-bacias hidrográficas. Quando se utiliza esta dimensão como referência de estudo e trabalho potencializa os resultados no controle do ciclo hidrológico e na sustentabilidade das atividades produtivas rurais.

Objetiva-se com o Zoneamento Ambiental e Produtivo a disponibilização de base de dados e informações que deem subsídio à formulação, implantação e ao monitoramento de projetos, planos, programas e ações, que busquem o aprimoramento do planejamento e da gestão da unidade de planejamento selecionada.

O presente trabalho foi colaboração mútua entre a equipe do escritório local da Emater-MG de Mariana que auxiliaram na validação de informações geradas dos mapas elaborados pela equipe de geoprocessamento da unidade central da Emater-MG.

O zoneamento proposto tem como finalidade a obtenção de dados e diagnóstico de um conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo, excluindo a área de abrangência do rio Gualaxo do Sul. O rio do Carmo a jusante da área estudada recebe como afluente o rio Gualaxo do Norte que foi atingido pelos rejeitos de mineração da barragem de Fundão. A área escolhida e o trabalho em questão são fruto de um convênio entre a Fundação Renova e Emater-MG.

O conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo situa-se nos municípios de Ouro Preto, Mariana, Acaiaca e Barra Longa. Na área delimitada encontram-se as sedes dos municípios de Ouro Preto, Mariana e Acaiaca,

comunidades rurais e pequenas aglomerações urbanas como Passagem de Mariana, Bandeirantes, Monsenhor Horta, Furquim e Bom Retiro (*Figura 1*).

A área considerada compreende a partir dos afluentes a montante formadores do rio do Carmo e seus tributários ao longo do trecho, exceto o rio Gualaxo do Sul até próximo a comunidade de Bom Retiro. O ponto mais jusante inicia-se na coordenada 20° 23' 28" S; 43° 34' 50" contabilizando um total de 48.342 ha. A região pertence a UPGRH (Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos) DO01 – Rio Piranga.

A ocupação antrópica na região é mais intensa no seu terço médio com a presença de grandes extensões de pastagens em diversos níveis de degradação. Pequenos cultivos de cana-de-açúcar, milho e capins elefantes são presentes para suprir as propriedades de gado leiteiro. A silvicultura e suinocultura empresarial são também atividades presentes. Em suma, as atividades ligadas a agropecuária e a prestação de serviços são os responsáveis pela economia local.

A região é servida por quatro rodovias pavimentadas uma federal (BR-356) e duas estaduais (MG's 129 e 262) além diversas estradas não pavimentadas, todas vicinais.

A significativa área antropizada pelas atividades agropecuárias que impactam diretamente na qualidade e quantidade de água vertida pelas sub-bacias da região associados ao seu papel diluidor dos rejeitos que ainda são transportados pelo rio Gualaxo do Norte que é tributário a jusante justifica a coleta de dados e estudos na área selecionada.

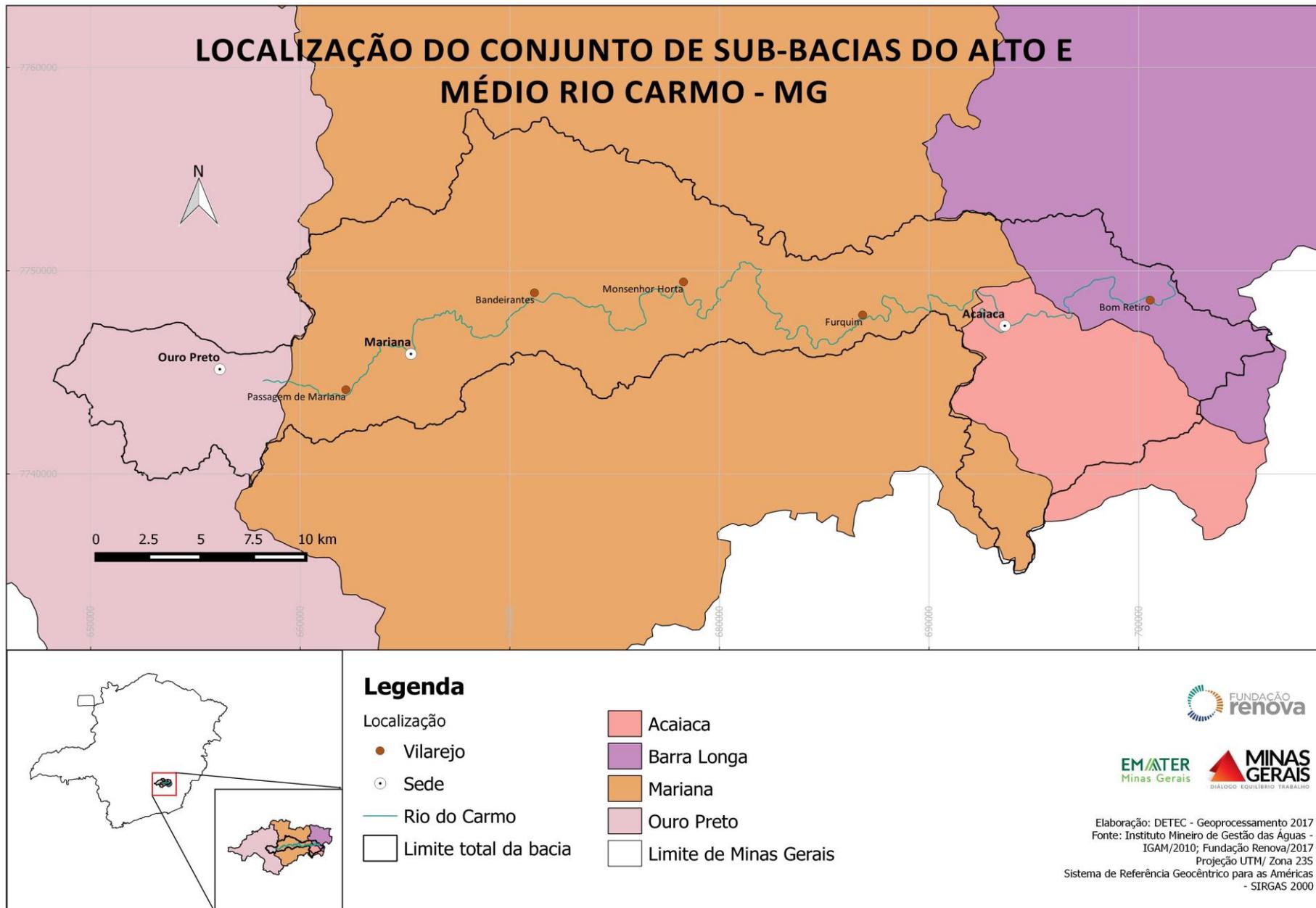


Figura 1: Localização do conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo

## **2- METODOLOGIA**

O Zoneamento Ambiental e Produtivo envolve três grandes etapas, a saber: Caracterização das unidades de paisagem, diagnóstico da disponibilidade hídrica da sub-bacia e o levantamento do uso e ocupação do solo. A descrição da metodologia das três etapas pode ser consultada no manual: Metodologia para elaboração do Zoneamento Ambiental Produtivo – ZAP de sub-bacias hidrográficas 2ª edição (Minas Gerais, 2016). No presente trabalho serão descritos apenas os procedimentos diferenciados e exclusivos da região estudada.

### **2.1 Subdivisão da Região**

A região estudada foi fracionada em duas sub-regiões, alto rio do Carmo e médio rio do Carmo (*Figura 2*). As divisões são necessárias para elencar ordem de prioridade nas ações de acordo com os resultados demonstrados pelo estudo.

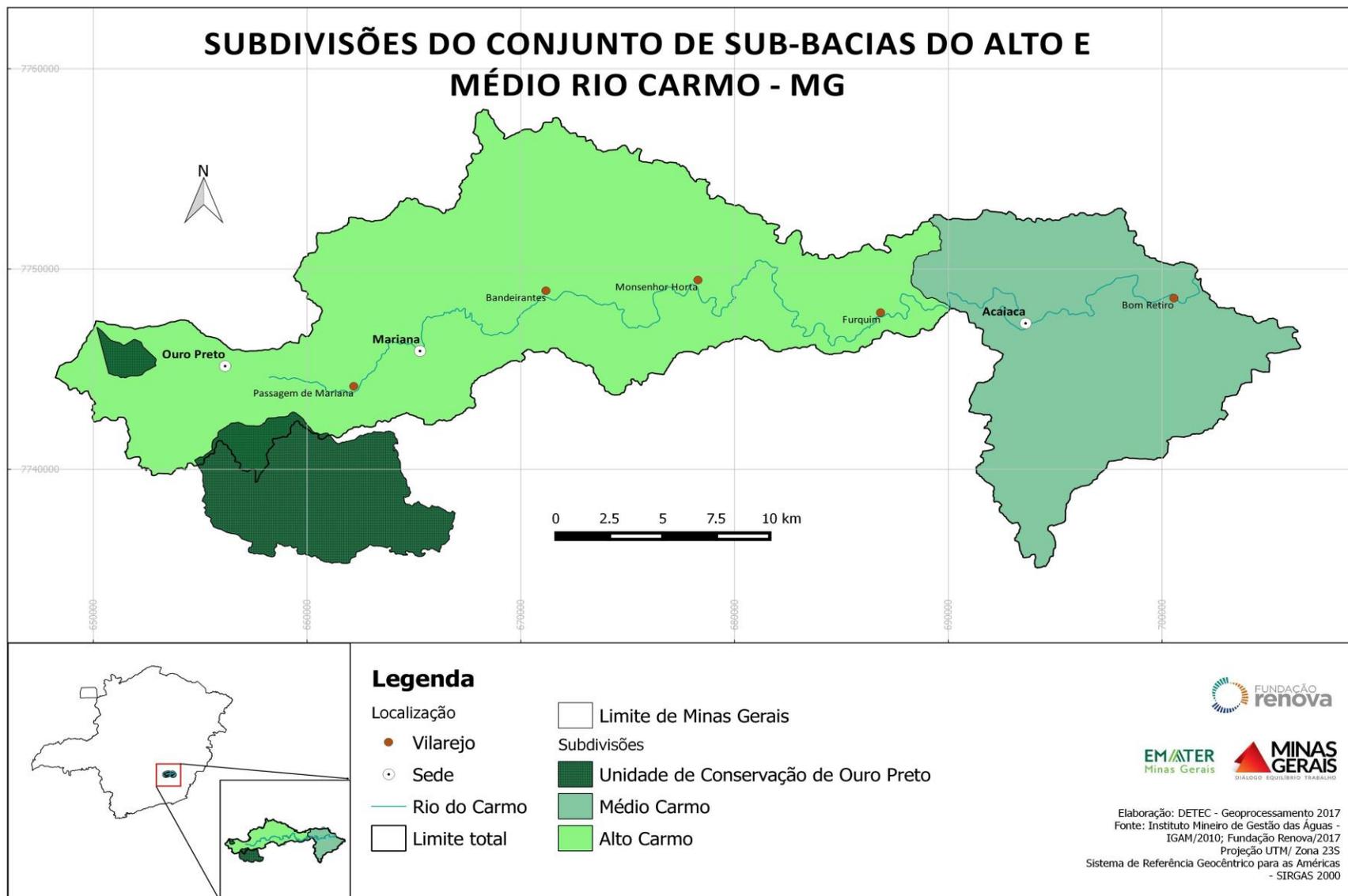


Figura 2: Subdivisões propostas para o conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo

### **2.3 Disponibilidade Hídrica**

As informações da base hidrográfica de referência vieram de dados fornecidos pela UFV & IGAM (2011) em seu estudo de regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga. Todavia executou um melhor refinamento da malha toda a rede hidrográfica sendo conferida e ajustada em relação ao desenho original dos cursos d'água a fim de eliminar trechos de curso d'água e nascentes inexistentes. A conferência tem também a finalidade de alocar com maior precisão as áreas de preservação permanente (APP) hídricas. Os dados de usuários de água superficial foram fornecidos pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais (SEMAD) na data de 25/10/2017, foram considerados todos os processos de outorga e uso insignificante com vencimento seis meses anterior à data de fornecimento dos dados em diante.

### **2.4 Levantamento do Uso e Ocupação do Solo 2.2 Caracterização das Unidades de Paisagem**

As unidades de paisagem foram classificadas através das imagens em três dimensões do aplicativo Google Earth utilizando a classificação desenvolvida por Fernandes (2010) e para auxiliar na identificação e locação via geoprocessamento foram extraídas curvas a cada 20 metros de desnível em imagens SRTM.

### **2.3 Disponibilidade Hídrica**

As informações da base hidrográfica de referência vieram de dados fornecidos pela UFV & IGAM (2011) em seu estudo de regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga. Todavia executou um melhor refinamento da malha toda a rede hidrográfica sendo conferida e ajustada em relação ao desenho original dos cursos d'água a fim de eliminar trechos de curso d'água e nascentes inexistentes. A conferência tem também a finalidade de alocar com maior precisão as áreas de preservação permanente (APP) hídricas. Os dados de usuários de água superficial foram fornecidos pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais (SEMAD) na data de 25/10/2017, foram considerados todos os processos de outorga e uso insignificante com vencimento seis meses anterior à data de fornecimento dos dados em diante.

### **2.4 Levantamento do Uso e Ocupação do Solo**

Para esta atividade se utilizou imagens do satélite Sentinel -2 com precisão de 10 metros e posterior tratamento com a finalidade de destacar a agricultura utilizando as bandas espectrais números 11, 8A e 2 e o colorido infravermelho afim de identificar com melhor resolução a vegetação nativa e plantada utilizando as bandas 8, 4 e 3. Classificação dos usos foi de forma semiautomática através do *software* QGIS versão 2.8.3. Basicamente duas imagens são geradas para corroborar na aferição do uso e ocupação do solo. As imagens utilizadas são datadas de 11 de setembro de 2017.

Paralelamente utilizou-se o aplicativo Google Earth e através de vetorização manual os usos foram classificados. As datas das imagens disponibilizadas eram 8 de setembro de 2016 na porção mais leste e de 27 de julho de 2016 na porção oeste.

### **3 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO CONJUNTO DE SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ALTO E MÉDIO RIO DO CARMO**

#### **3.1 Unidades de paisagem do conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo**

##### **3.1.1 Perfil do Relevo**

As curvas de nível intercaladas em 20 metros geradas da imagem SRTM da *Figura 3* evidencia um padrão que se repete em quase toda a área estudada, um predomínio de vales encaixados ao longo da calha principal e os tributários do rio do Carmo, apenas pequenos trechos ao longo do rio apresentam baixa declividade e se encontram por vezes descontínuas entre si. O relevo movimentado é constante em toda área estudada com declividades e rampas que inviabilizam muitas vezes o uso e ocupação, principalmente na região do Alto rio do Carmo.

As menores altitudes se encontram próximas a o leito do rio do Carmo junto à comunidade rural de Bom Destino com aproximadamente 410 metros acima do nível do mar. As maiores altitudes encontram-se nas cristas junto às nascentes dos formadores do rio do Carmo no município de Ouro Preto, o maior índice chega a 1.621 metros acima do nível do mar. O desnível dentro da área estudada é em valor aproximado de 1.221 metros.

O mapa hipsométrico foi usado como base para um mapa preliminar a locação das unidades de paisagem em todo o perímetro.

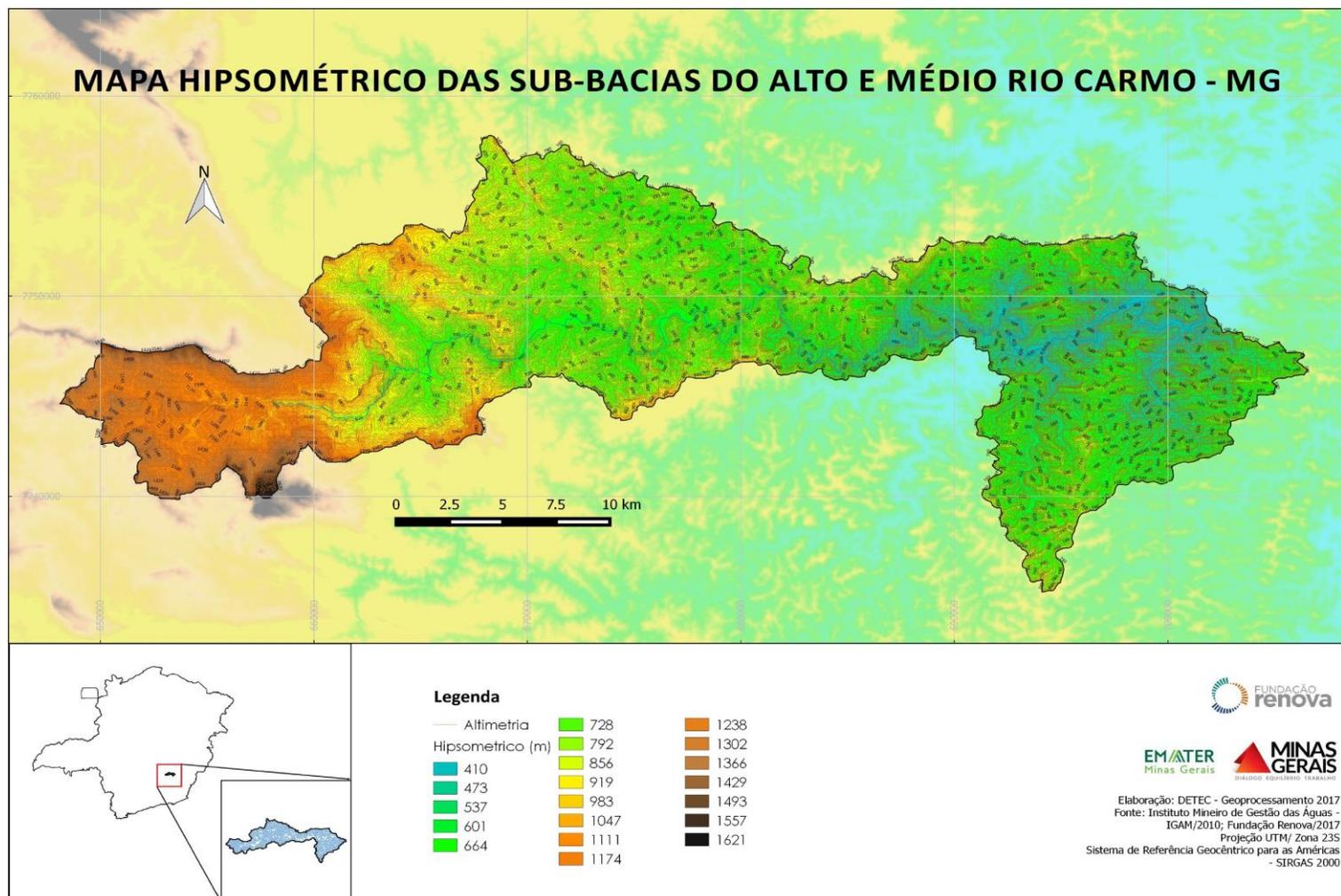


Figura 3: Mapa hipsométrico do conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo

### 3.1.2 Classificação das Unidades de Paisagem

Foram diagnosticadas 9 classes de unidade de paisagem na região estudada: Colina cônica, colina de topo alongado, crista associadas a vertentes ravinadas, domo, rampa de colúvio, terraço fluvial associado a planície, vale encaixado, vertente côncava e vertente convexa. A região apresenta o domínio de vales encaixados, cristas associadas a vertentes ravinadas e vertentes côncavas. Apenas essas três feições ocupam cerca de 71% do espaço estudado.

Todas as unidades de paisagem apresentam aptidões, limitações e potencialidades específicas que estão descritas de forma sucinta matriz de caracterização abaixo (*Tabela 1*), esta também exhibe a dimensão da área e a proporcionalidade em relação ao contexto de toda área. Seguidamente a *Figura 4* ilustra a distribuição espacial de todas as feições detectadas e sua posição geográfica.

Todas as unidades de paisagem serão descritas, ilustradas e analisadas para melhor compreensão do leitor no anexo ao fim do relatório.

Tabela 1: Matriz de caracterização das unidades de paisagem do conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.

Unidades de Paisagem	Área (ha)	Representatividade (%)	Potencialidades	Limitações	Aptidões
Colina Cônica	820	1,6	Recarga de aquíferos. Beleza cênica	Declive acentuado e solos instáveis	Reserva da biodiversidade
Colinas de Topo Alongado	2.845	5,8	Solos profundos e permeáveis, recarga de aquíferos	Baixa fertilidade	Vegetação nativa; Silvicultura
Cristas	11.003	23,3	Recarga de aquíferos. Beleza cênica	Declive acentuado e solos instáveis	Reserva da biodiversidade
Domo	347	0,7	Ocorrência de rochas sub-superficiais	Solos Rasos e instáveis	Jazidas de brita
Rampa de Colúvio	6.756	13,9	Solos profundos e de alta permeabilidade	A uniformidade e comprimento da declividade favorece a erosão laminar	Culturas Anuais; Pastagens; Silvicultura; Fruticultura
Terraços Fluvial (TF) associados a Planície Fluvial (PF)	1.004	2,0	Relevo plano e tendência a solos mais férteis	Riscos moderado de inundação (TF); Alto risco de inundação durante período de chuvas (PF)	Culturas Anuais; Fruticultura Pastagens e APP
Vale Encaixado	14.210	29,3	Concentração de águas pluviais; Áreas de surgência	Solos instáveis, rasos, pedregosos e declivosos	APP
Vertentes Côncavas	9.113	18,8	Permite concentração de águas pluviais	Solos rasos ou horizonte B incipiente e alta declividade	APP (nascentes); Apicultura; Barramentos (grota seca).
Vertente Convexa	2.083	4,3	Solos profundos	Erosão laminar presente e média a alta declividade	Culturas perenes e semi-perenes; Silvicultura
RIO DO CARMO	161	0,3	XXX	XXX	XXX

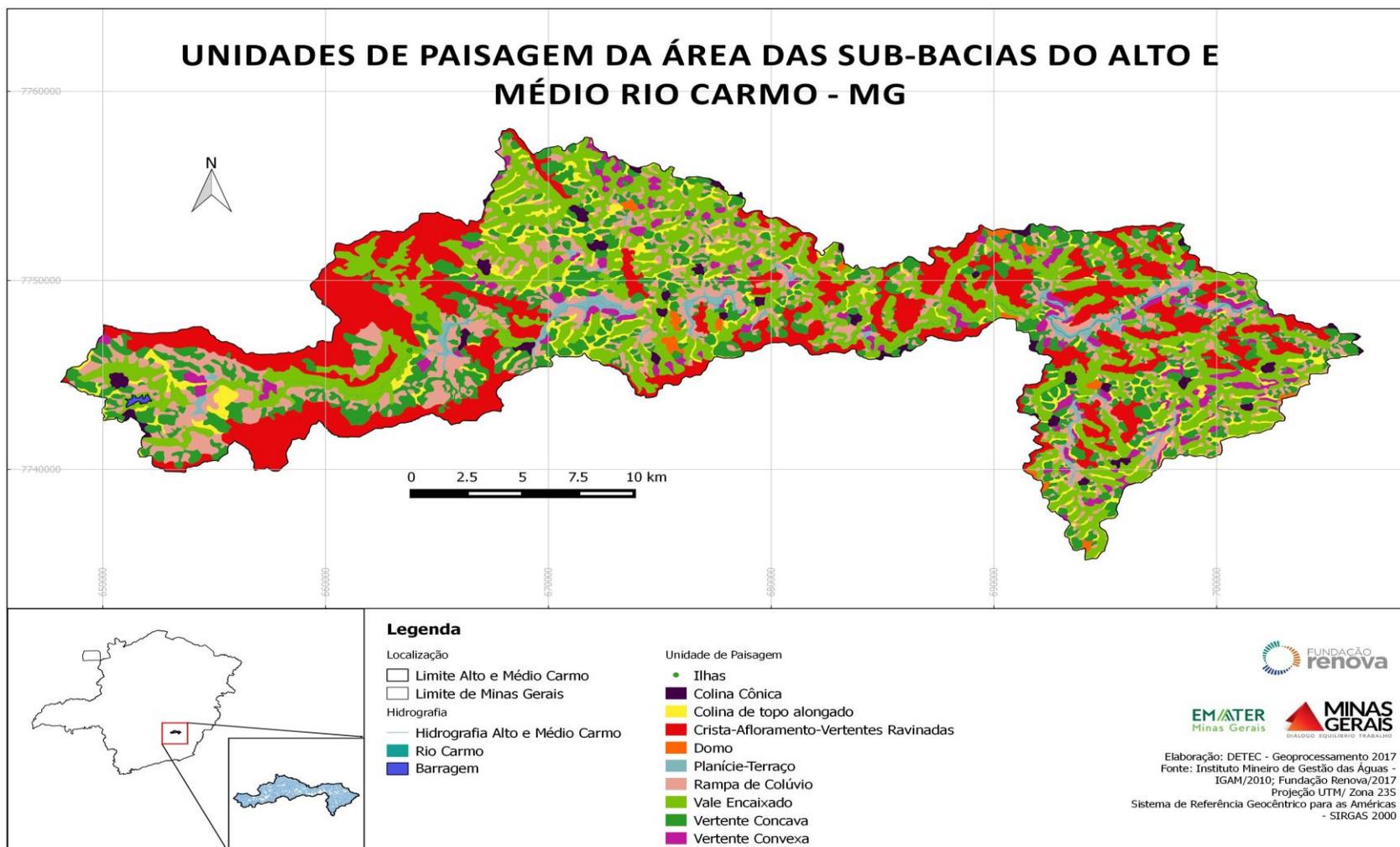


Figura 4: Distribuição das unidades de paisagem no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.

## **3.2 Análise da disponibilidade hídrica do conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo e regularização dos recursos hídricos**

### **3.2.1 Distribuição da malha hidrográfica**

O rio do Carmo desde a sua formação a partir do Ribeirão do Funil na área urbana de Ouro Preto até o povoado de Bom Retiro no município de Barra Longa apresenta aproximadamente 83,4 km de extensão. Ao longo deste trecho recebe inúmeros tributários com extensões e ordens distintas. Toda a drenagem região e a indicação dos seus principais tributários estão ilustrados na *Figura 5*.

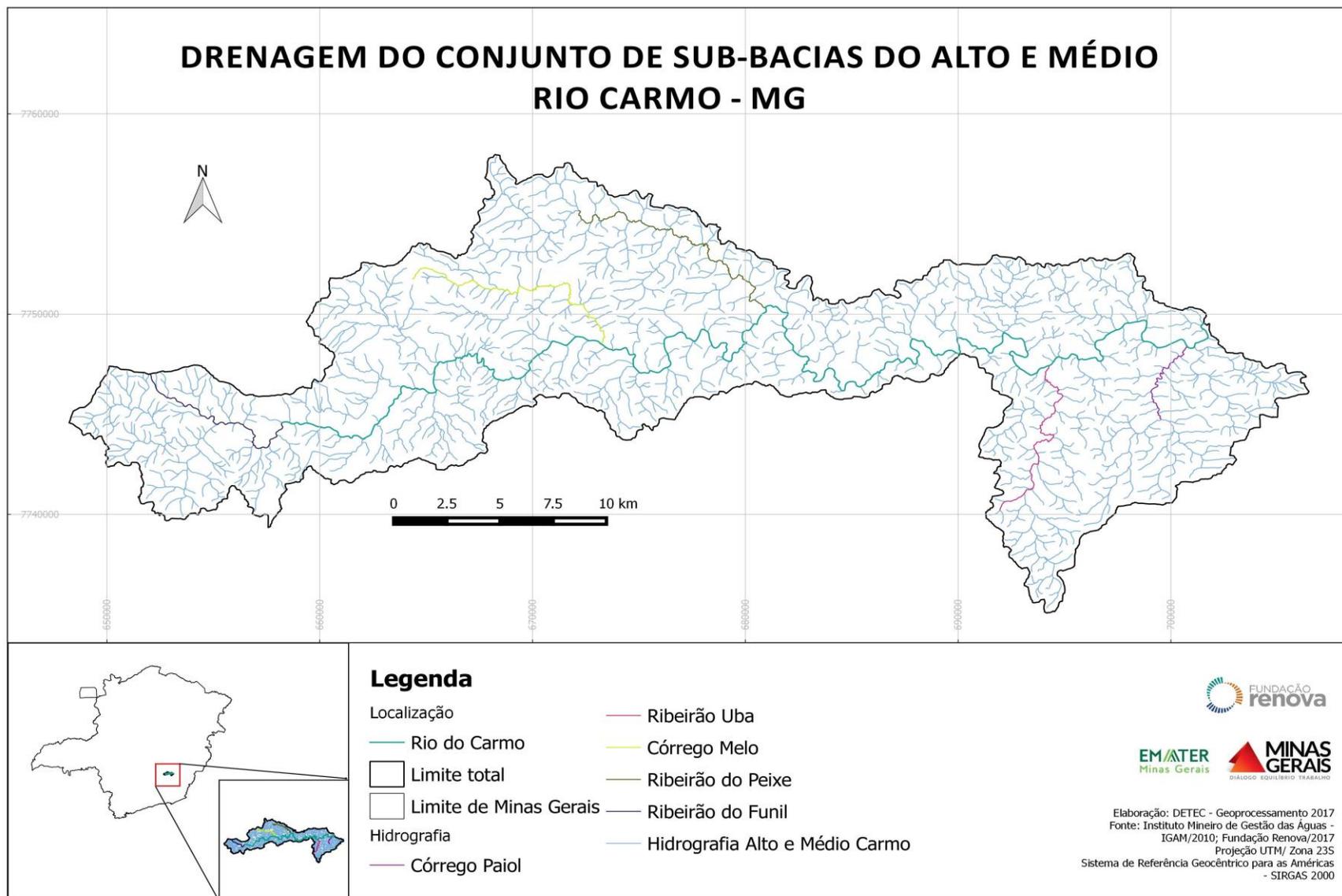


Figura 5: Distribuição da rede hidrográfica e identificação dos principais cursos d'água do conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.

### 3.2.2 Disponibilidade e Demanda Hídrica

Atualmente há 45 pontos de captação de água superficial, segundo dados fornecidos pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), inseridos no perímetro estudado. Deste total 41 são cadastros de uso insignificante, ou seja, vazão diária captada menor que 1 litro por segundo (l/s) ou 0,001 metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ).

Dentre os cadastros de uso insignificante há um equilíbrio entre as finalidades de uso. O consumo humano representa 27% dos cadastros de uso insignificante enquanto a irrigação apenas 7% da vazão demanda. Nota-se um elevado número de pontos de captação para abastecimento público do Serviço Autônomo de Água e Esgoto do município de Mariana (*Gráfico 1*).

Gráfico 1: Uso da água distribuído segundo sua finalidade no conjunto das sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.



Há quatro pontos de outorga, ou seja, com vazão diária superior a 0,001 m<sup>3</sup>/s. Segundo os mesmos dados, três com finalidade de abastecimento público, sendo duas em Mariana e uma em Ouro Preto. O outro ponto de outorga serve a uma granja de suínos em Acaiaca.

A *Figura 6* ilustra a distribuição geográfica de todos pontos de captação, cadastro de uso insignificante e outorga.

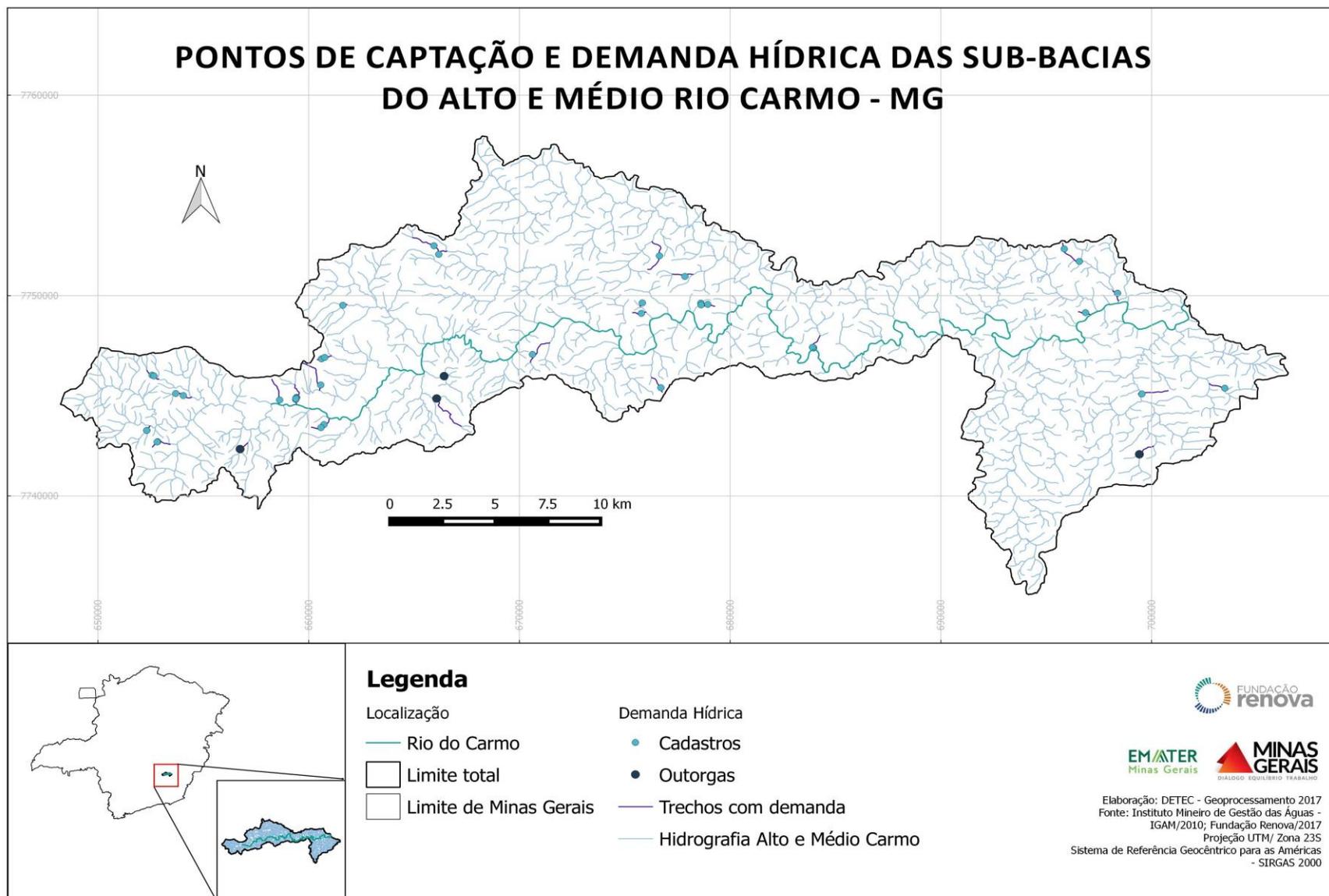


Figura 6: Malha hidrográfica corrigida e os pontos de captação para o conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.

Não há barramentos para regularização de vazão em todo perímetro estudado. De todos os 1.843 trechos inseridos no conjunto de sub-bacias 29 possuem demanda hídrica, porém apenas 2 apresentaram restrições, ou seja, a disponibilidade hídrica já está acima do suportado no curso d'água, com demandas acima da vazão outorgável e outras 6 em estado de atenção.

Apesar de dois locais apresentarem restrições, os cálculos de viabilidade de regularização de vazão se mostraram viáveis em ambos os trechos, logo a implantação de barramentos com esta finalidade os tornará perenes ao longo do ano sem comprometer a captação.

A *Figura 7* mostra a distribuição espacial dos trechos disponíveis para captação com ou sem demanda, trechos em estado de atenção e os indisponíveis com viabilidade através da regularização de vazão.

Os dados técnicos de vazão, disponibilidade hídrica e regularização de vazão de todos os trechos com demanda se encontram na *Tabela 2*.

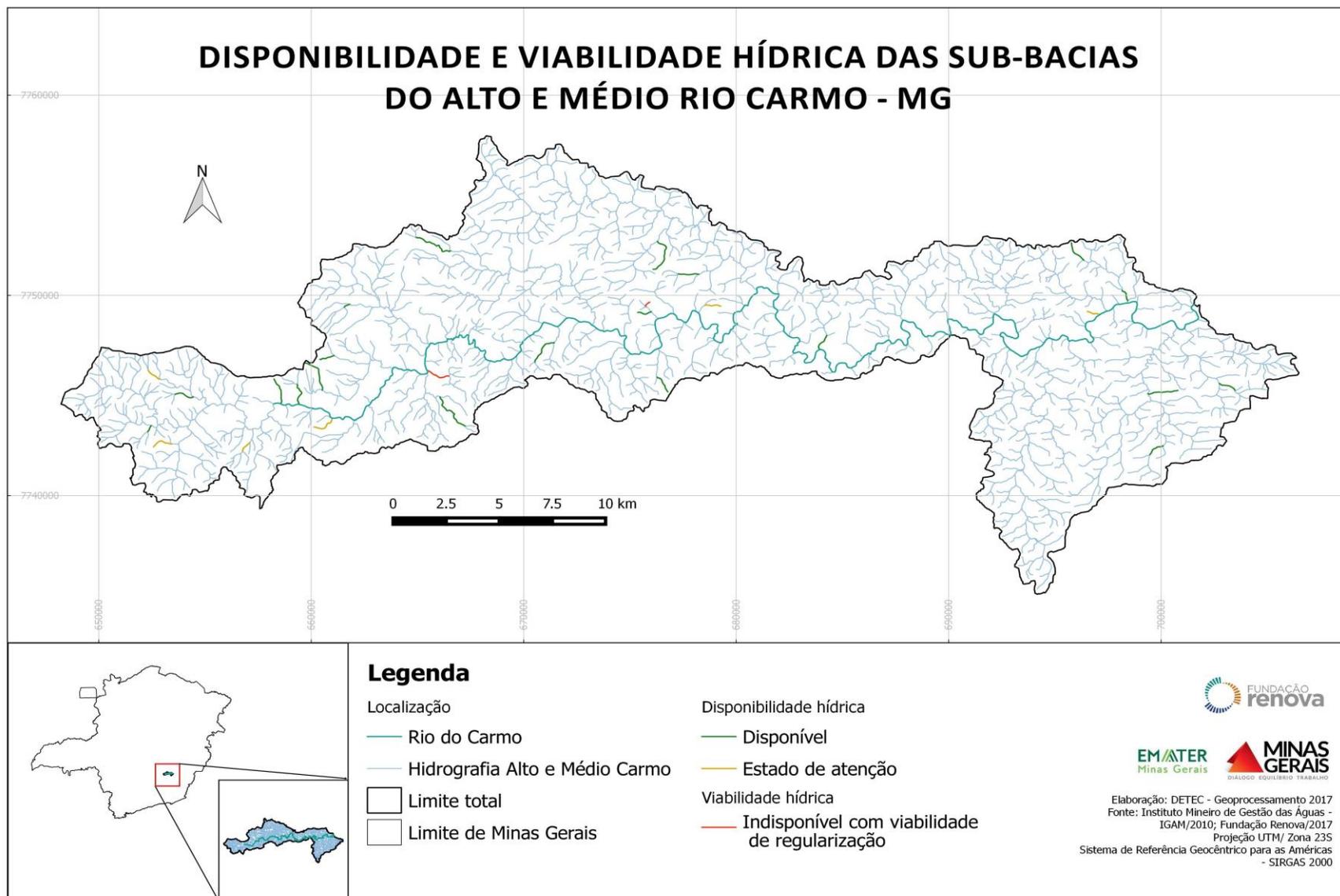


Figura 7: Trechos com demanda hídrica do conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.

Tabela 2: Dados técnicos de cursos d'água com demanda hídrica no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.

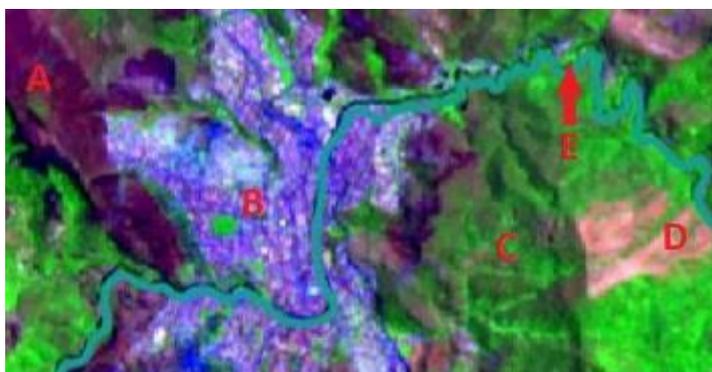
Trecho nº	Curso D'água	Qmid m³/s	Q7/10 m³/s	Q Outorgável m³/s	Q Demanda total m³/s	Q Disponibilidade e Hídrica m³/s	Comprometimento Disponibilidade Hídrica %	Q Potencial de Regularização m³/s	Q Viabilidade de Regularização m³/s
4628	sem nome	0,035	0,012	0,0062	0,0027	0,0035	43,27	0,0185	
4345	sem nome	0,006	0,002	0,0011	0,0002	0,0009	17,50	0,0031	
3682	sem nome	0,028	0,010	0,0052	0,00128	0,0039	24,86	0,0147	
6761	sem nome	0,018	0,006	0,0031	0,001	0,0021	31,88	0,0095	
3839	sem nome	0,025	0,009	0,0044	0,0007	0,0037	15,73	0,0127	
8594	Córrego do Júlio	0,070	0,025	0,0126	0,0015	0,0111	11,96	0,0362	
7269	sem nome	0,002	0,001	0,0004	0,001	-0,0006	<b>239,56</b>	0,0012	0,0006
5629	Córrego da Prata	0,016	0,006	0,0028	0,0002	0,0026	7,26	0,0081	
1207	sem nome	0,008	0,003	0,0013	0,00128	0,0001	<b>94,80</b>	0,0040	
7321	Córrego da Prata	0,024	0,009	0,0043	0,0001	0,0042	2,42	0,0125	
5614	sem nome	0,061	0,022	0,0108	0,024	-0,0130	<b>220,88</b>	0,0317	0,0310
6852	Córrego da Prata	0,163	0,059	0,0296	0,0009	0,0287	3,03	0,0845	
5622	Córrego Taquaral	0,032	0,012	0,0059	0,00181	0,0041	30,59	0,0167	
9158	sem nome	0,018	0,006	0,0032	0,00011	0,0031	3,31	0,0094	
6883	Córrego do Seminário	0,046	0,017	0,0085	0,0038	0,0047	44,63	0,0239	
7079	sem nome	0,015	0,005	0,0026	0,001	0,0016	38,55	0,0078	
5739	Ribeirão do Funil	0,016	0,006	0,0029	0,00165	0,0012	<b>57,31</b>	0,0080	
806	sem nome	0,023	0,008	0,0040	0,001	0,0030	24,93	0,0121	
5080	Córrego da Prata	0,046	0,017	0,0085	0,0005	0,0080	5,89	0,0235	
7878	sem nome	0,006	0,002	0,0011	0,0008	0,0003	<b>74,68</b>	0,0031	
7019	sem nome	0,016	0,006	0,0028	0,002	0,0008	<b>70,46</b>	0,0084	
6033	Córrego Tambor	0,051	0,018	0,0091	0,00058	0,0086	6,35	0,0267	
2639	Córrego do Helvécio	0,032	0,012	0,0058	0,00028	0,0055	4,85	0,0167	
4912	Córrego Bento Pires	0,111	0,041	0,0203	0,0018	0,0185	8,91	0,0576	
198	sem nome	0,015	0,005	0,0026	0,002	0,0006	<b>76,38</b>	0,0079	

Trecho nº	Curso D'água	Q <sub>md</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>7/10</sub> m <sup>3</sup> /s	Q Outorgável m <sup>3</sup> /s	Q Demanda total m <sup>3</sup> /s	Q Disponibilidad e Hídrica m <sup>3</sup> /s	Comprometimento Disponibilidade Hídrica %	Q Potencial de Regularização m <sup>3</sup> /s	Q Viabilidade de Regularização m <sup>3</sup> /s
1273	Córrego da Chácara	0,032	0,011	0,0056	0,0006	0,0050	10,67	0,0165	
7409	sem nome	0,012	0,004	0,0020	0,0008	0,0012	39,23	0,0062	
6954	sem nome	0,029	0,010	0,0051	0,0036	0,0015	70,17	0,0149	
3630	sem nome	0,014	0,005	0,0024	0,001	0,0014	41,93	0,0072	

### 3.3 Caracterização do Uso e Ocupação do Solo do conjunto de sub-bacias do Alto e Médio rio do Carmo

A *Figura 8* exibe uma imagem em que a combinação de bandas espectrais permite o monitoramento das atividades agrícolas.

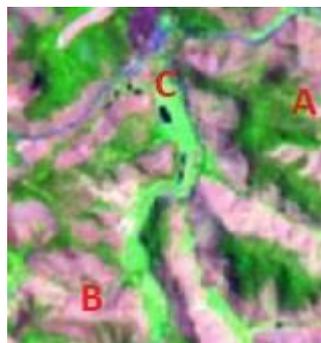
As cores em roxo profundo como caracterizados no ponto A são os afloramentos de rocha sem qualquer tipo de cobertura vegetal rasteira, enquanto a cor púrpura do ponto B são as aglomerações urbanas. No ponto C há um predomínio de um verde escuro sobre o roxo profundo, logo demonstra a presença de uma vegetação nativa mais densa sobre afloramentos de rocha. O ponto D no tom mais amarronzado evidencia uma área de cobertura vegetal incipiente e possíveis manchas de solo exposto. Devido a data de escolha para o processamento da imagem ser o fim do período de seca é possível afirmar que esses padrões de cor são pastagens secas e médio a alto grau de degradação dependendo da graduação de cor do marrom. O ponto E mostra o leito do rio do Carmo.



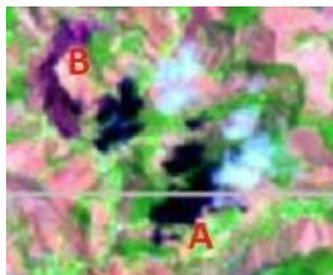
A silvicultura pode ser caracterizada pelos tons verdes de aspecto brilhante e uniforme conforme demonstrado no ponto A. O ponto B já mostra uma vegetação nativa sendo os tons de verde são mais heterogêneos. O ponto C mostra um solo exposto, devido à proximidade com a área de silvicultura é provável que tenha ocorrido o corte recente de madeira. O ponto D evidencia a presença de área recém atingida por fogo.



A caracterização abaixo mostra o ponto A como vegetação nativa nos topos, pastagem seca em diversos níveis de degradação nas vertentes indicado pelo ponto B e o ponto C de um verde bem claro uma área com pastagem em bom estado devido a umidade natural presente na várzea.



A presença de algumas nuvens e suas sombras é representado pelo ponto A e o ponto B uma área atingida pelo fogo.



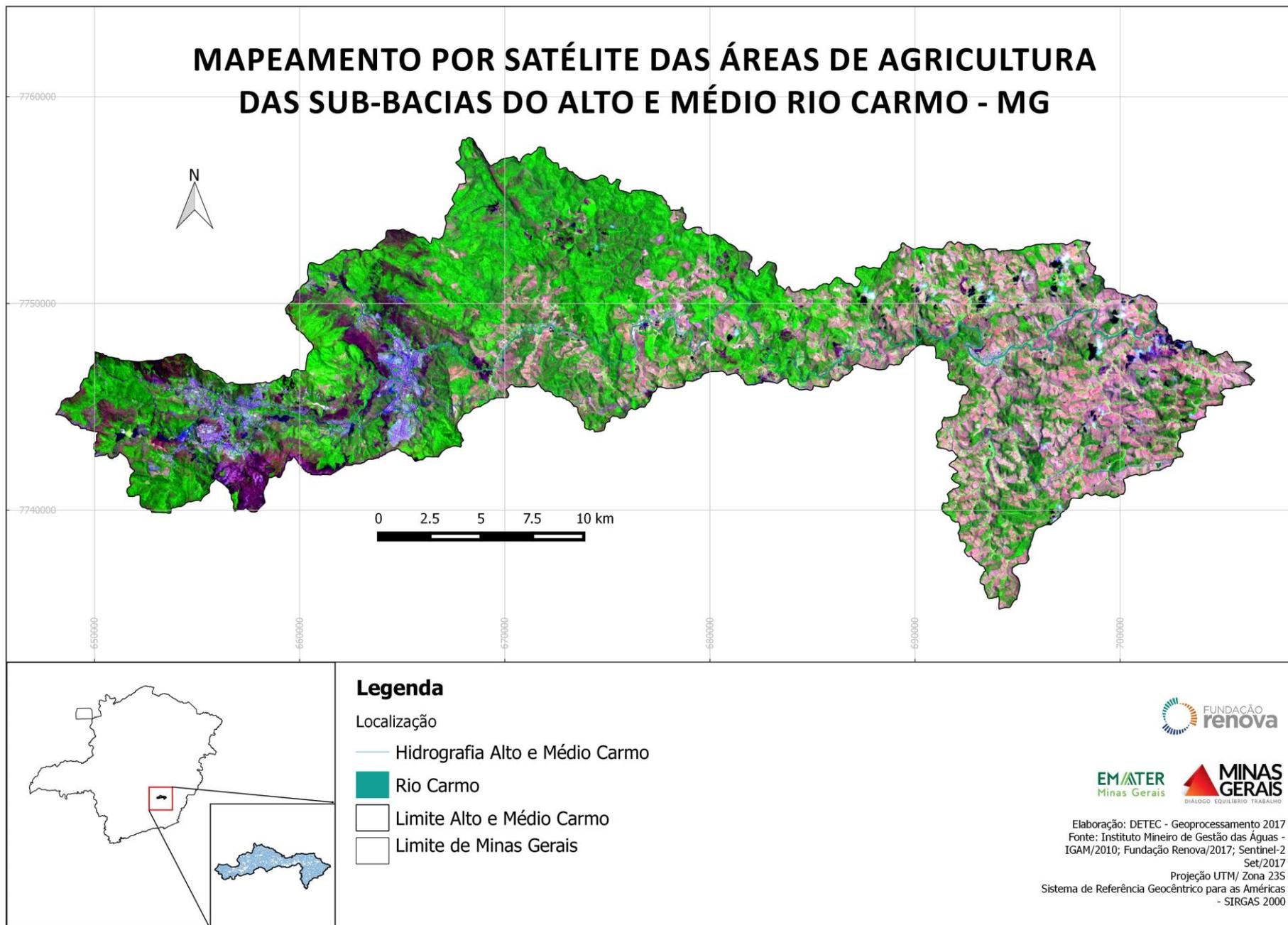


Figura 8: Imagem tratada com mosaico das bandas 11, 8A e 2 do satélite Sentinel-2 no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.

Utilizando outras bandas espectrais na região do infravermelho (*Figura 9*) foi possível observar com clareza as regiões com vegetação tanto nativa quanto plantada. Os aspectos da textura se aplicam também neste caso, porém as cores que representam são o vermelho forte a tons mais escuros.

Os tons de vermelho claro ao longo dos vales dos córregos e na margem do rio do Carmo são gramíneas que apresentam bom estágio de desenvolvimento resultado da umidade local e/ou irrigação.

Quanto mais forte a cor ciano mais exposto está o solo ou ausência de cobertura vegetal viva.

As cores em verde escuro são rochas afloradas nas regiões de cristas, domos e colinas cônicas. É possível identificar uma mescla deste tom de verde escuro e o vermelho da vegetação na parte norte da região do Alto rio do Carmo, concluindo que há a presença extensa de afloramentos de rocha ou solos rasos e uma vegetação em bom estado sobre a área.

A interpretação de imagens através do satélite Sentinel-2 para este perímetro possibilitou parcialmente a obtenção de dados com precisão, usando a ferramenta de classificação semi-automática do software QGIS versão 2.8.3, provavelmente devido ao relevo e a reduzida área produtiva dos imóveis rurais exibindo assim pouco contraste entre as cores e texturas. Numa avaliação global da bacia a imagem é relevante por mostrar padrões da ocupação ao longo da área estudada, porém perde-se na precisão necessária ao zoneamento, portanto, a delimitação das classes de uso e ocupação do solo foram complementadas manualmente utilizando o Google Earth. O mapa das classes de uso e ocupação do solo confeccionados manualmente corrobora com os padrões de cores indicados pelas imagens de satélite (*Figura 10*).

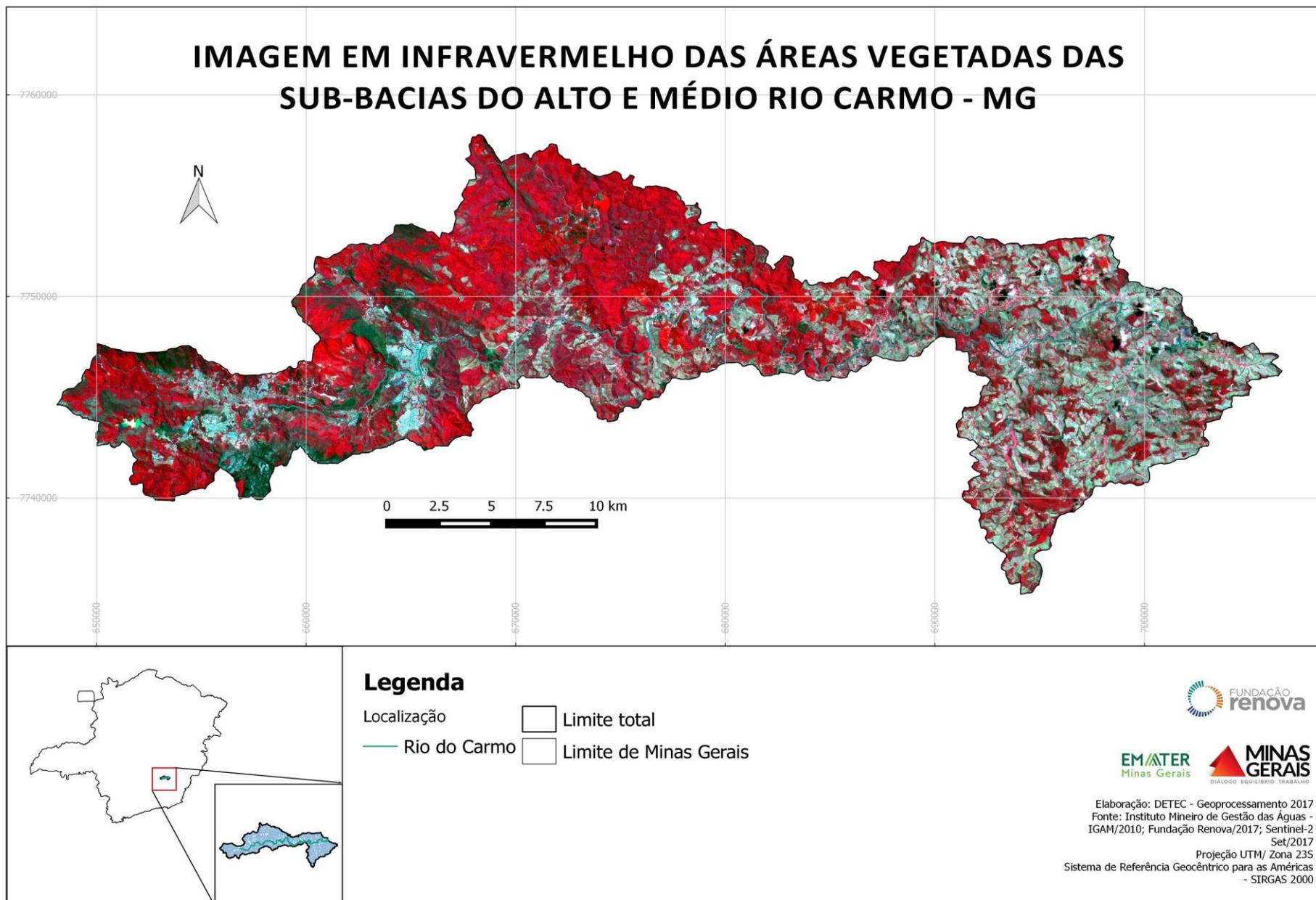


Figura 9: Imagem tratada com mosaico das bandas 8, 4 e 3 do satélite Sentinel-2 no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.

# USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DAS ÁREAS DAS SUB-BACIAS DO ALTO E MÉDIO RIO CARMO - MG

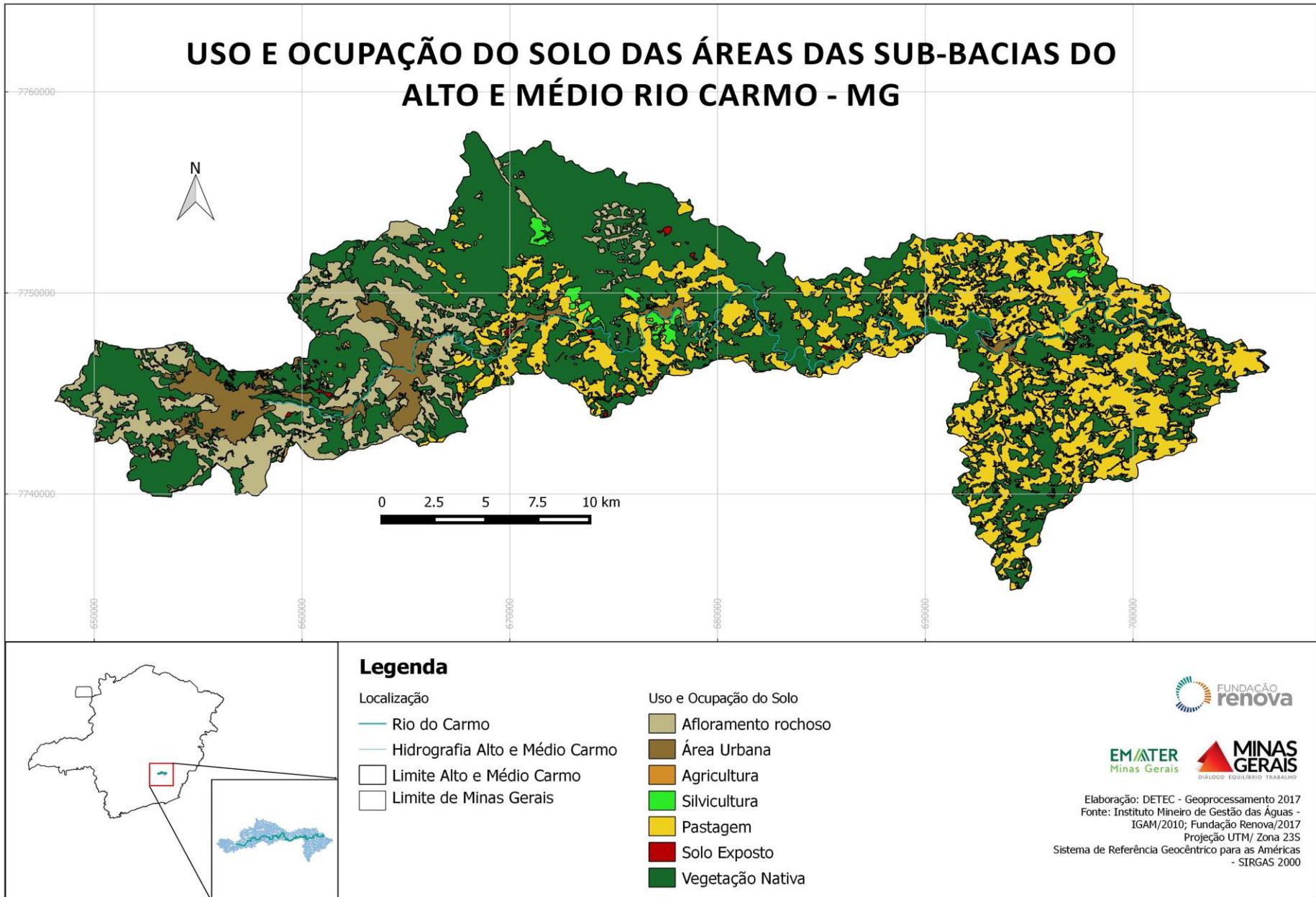


Figura 10 : Mapa das classes de uso atual do solo no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.

A sub-bacia foi dividida em 7 classes de uso e ocupação do solo: afloramento de rocha, área urbana, culturas, pastagem, silvicultura solo exposto e vegetação nativa.

Verifica-se um uso mais intensivo de pastagem na região do Médio rio do Carmo. A vegetação nativa se encontra mais preservada no Alto rio do Carmo como também todas as áreas de afloramento de rocha. As principais manchas urbanas encontram-se ao longo do leito do rio do Carmo.

O uso mais frequente é a vegetação nativa seguida pela pastagem, os afloramentos de rocha também apresentam área relevante. Somente esses três usos correspondem a 72% do total da área. O uso ocupado por culturas mostra-se insignificante, o relevo movimentado e vertentes de elevada declividade podem explicar o pequeno perímetro.

As áreas totais das classes do uso atual do solo e sua proporção no perímetro estudado estão descritos na *Tabela 3*.

Tabela 3: Sete classes do uso atual do solo na no conjunto de sub-bacias alto e médio rio do Carmo.

Uso do Solo	Área/ha	Proporção (%)
Afloramento de Rocha	5.766,0	11,92
Área Urbana	2.405,0	4,98
Culturas	9,0	0,02
Pastagem	13.520	27,97
Silvicultura	426,0	0,88
Solo Exposto	155,0	0,32
Vegetação Nativa	25.900	53,58
<b>Rio do Carmo</b>	<b>161,0</b>	<b>0,33</b>
<b>TOTAL</b>	<b>48.342</b>	<b>100</b>

## 4 CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 4.1 Áreas Conservadas e Antropizadas

A *Figura 11* ilustra esta realidade espacialmente das áreas antropizadas e conservadas. São considerados áreas antropizadas todos os usos do solo com exceção da vegetação nativa e o afloramento de rocha.

Para mensurar o grau de conservação faz-se uso do índice de conservação (IC), adimensional, que varia de 0 a 100. O IC<sub>global</sub> é de 65,8. A *Tabela 4* mostra os índices para cada subdivisão.

O elevado índice de conservação se deve às grandes extensões de vegetação nativa encontrada no Alto rio do Carmo, a topografia mais acidentada associados a solos rasos podem explicar a realidade encontrada.

Tabela 4: Índices de conservação e as áreas antropizadas e conservadas para cada subdivisão

Subdivisão	Área Conservada (ha)	Área Antropizada (ha)	Afloramento de Rocha	Índice de Conservação
Alto rio do Carmo	19.212	7.261,0	5.766	77
Médio rio do Carmo	6.661,0	9.281,0	—	42
TOTAL	25.910	16.542	5.766	65,8

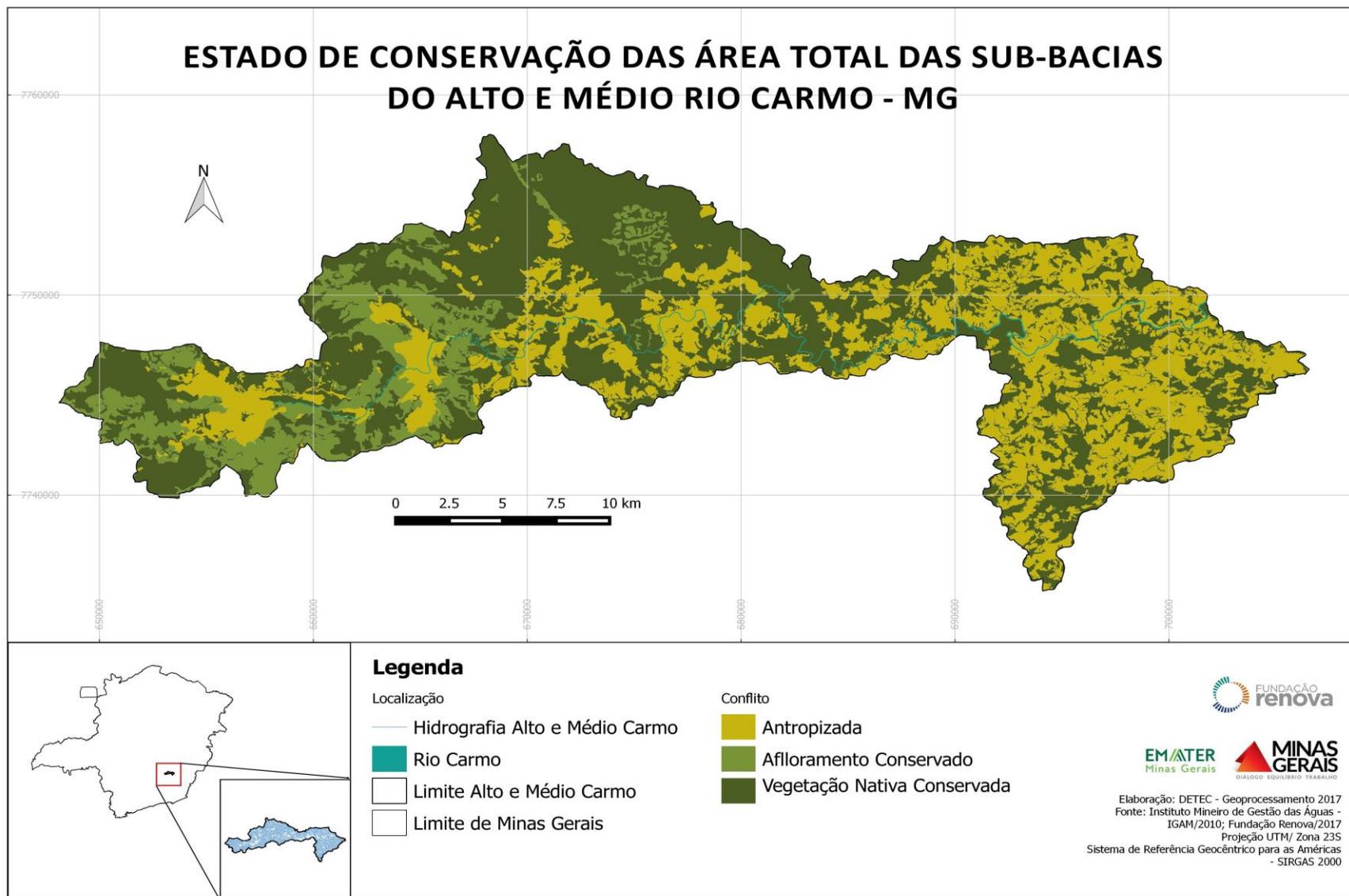


Figura 11: Áreas antropizadas e conservadas no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.

## 4.2 Áreas de Preservação Permanente Hídricas (APP)

São considerados APP áreas cobertas ou não de vegetação com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade. Para o estudo são considerados as APP's hídricas, ou seja, ao longo dos cursos d'água e seus represamentos, além das surgências.

As faixas de domínio das APP's hídricas são normatizadas pela Lei Florestal mineira – Lei 20.922, 16 de dezembro de 2013. Foi considerado uma faixa para cada margem de 30 metros, esta distância se refere a cursos d'água de até dez metros de calha, situação encontrada em todos os tributários do rio Piranga. A mesma faixa de 30 metros foi estabelecida para a margem dos represamentos. Para o próprio rio do Carmo 10 trechos foram amostrados aleatoriamente e medidos distâncias entre as margens, o resultado foi 37,5 metros, logo, pela Lei Florestal mineira a APP compreende 50 metros a partir da margem em ambos os lados. A área de domínio das surgências é um raio de 50 metros ao redor do olho d'água ou seu conjunto quando difuso. A *Figura 12* ilustra a localização todas as APP's da região.

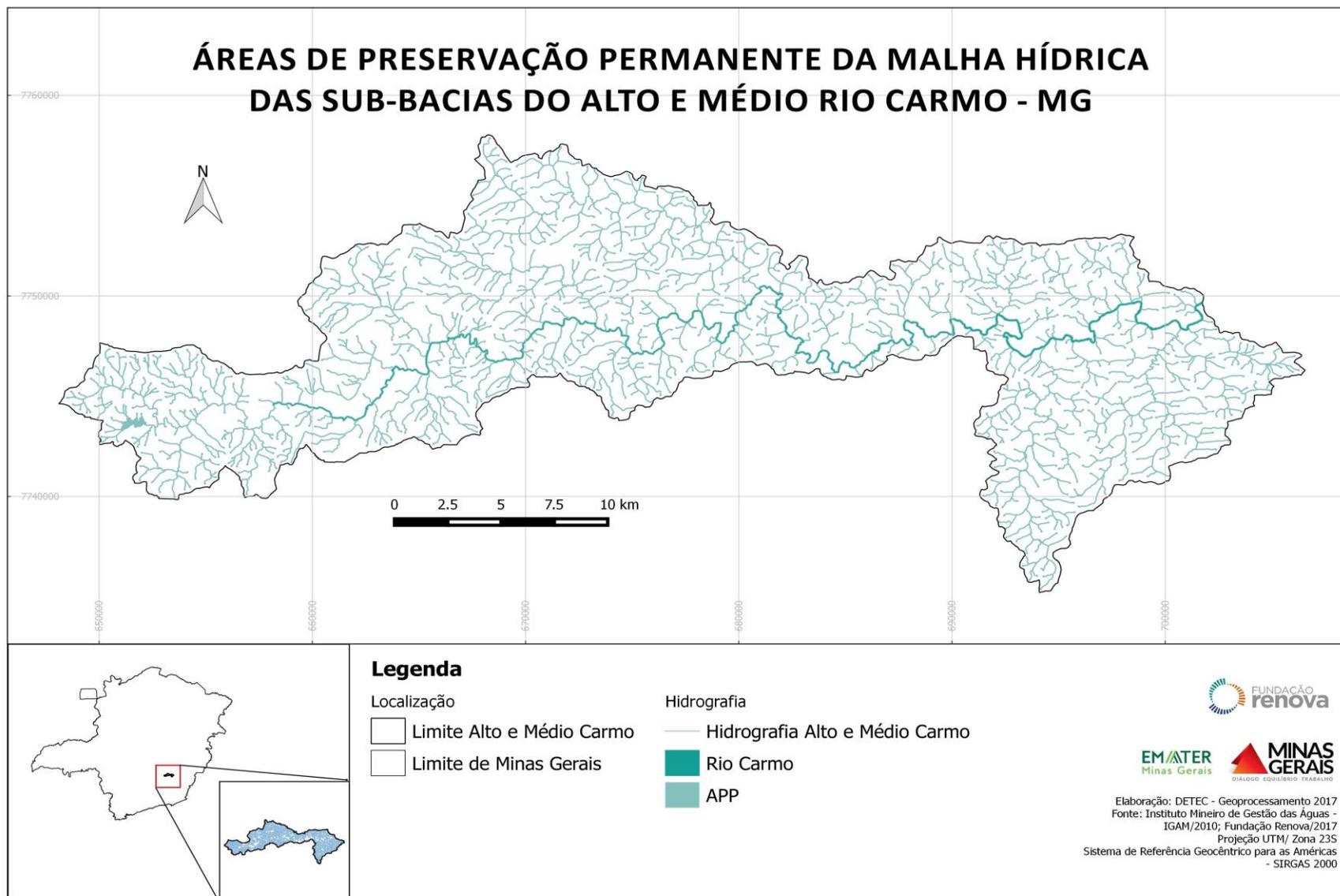


Figura 12: Localização de todas áreas de preservação permanente para o conjunto de sub-bacias do alto e médio e médio rio do Carmo.

A *Tabela 5* expõe as áreas de vegetação nativa e de uso antrópico nas regiões destinadas a APP's hídricas e o índice global de antropização de APP's ( $IA_{APP}$ ), adimensional que varia de 0 a 100. O  $IA_{APP}$  global apresentou um valor reduzido (32,4), porém isso não reflete a realidade de todo perímetro estudado (*Tabela 6*). Quando se aplica o critério das duas subdivisões a região do Médio rio do Carmo possui um índice de antropização elevado ( $IA_{APP} = 55$ ).

Tabela 5: Área antropizada e conservada no domínio de APP hídrica e o  $IA_{APP}$  do conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.

Uso do Solo	Área (ha)	$IA_{APP}$
Vegetação Nativa	4.914,0	32,4
Uso Antrópico	2.360,0	
<b>TOTAL</b>	<b>7.274,0</b>	

Tabela 6: Área antropizada e conservada no domínio de APP hídrica e o  $IA_{APP}$  das subdivisões.

Subdivisões	Uso do Solo (ha)		$IA_{APP}$
	Conservada	Antropizada	
Alto rio do Carmo	3.835,0	1.038,0	21,3
Médio rio do Carmo	1.079,0	1.322,0	55

Esta realidade reflete o grau de conservação maior da região do Alto rio do Carmo. A *Figura 13* ilustra a posição geográfica das APP's hídricas e seu respectivo uso do solo atual.

As áreas antropizadas não necessariamente deverão ser recompostas com vegetação na totalidade de 30 metros a partir das duas margens, segundo a Lei Florestal mineira em vigor as áreas ocupadas com atividades produtivas ou não em data anterior a 22 de julho de 2008, são consideradas consolidadas. O imóvel rural que possui a área consolidada em APP, continua obrigado a recompor, porém em valores diferenciados de acordo com o módulo fiscal e a largura da calha.

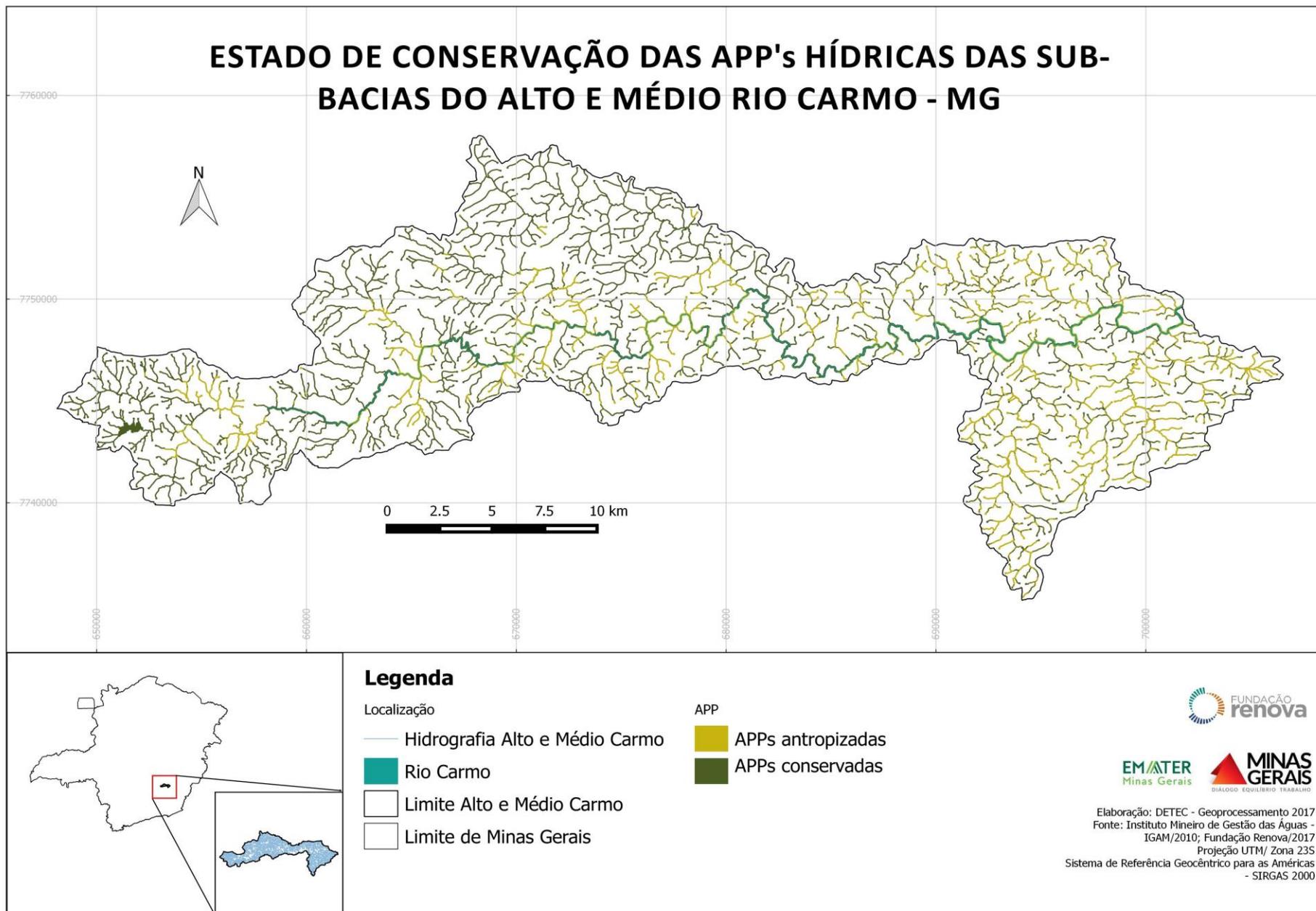


Figura 13: APP's hídricas e o uso atual do solo no conjunto de sub-bacias do conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo

### 4.3 Concentração de nascentes

A *Tabela 7* mostra os índices de concentração de nascentes para cada subdivisão e o global do conjunto de sub-bacias. O índice foi igual em ambas as regiões. O mapa com a localização geográfica de cada nascente se encontra na *Figura 14*

Tabela 7: Número de nascentes e o índice de concentração de nascente para cada sub-região e global.

Subdivisão	Nº de nascentes	Índice de Concentração de Nascentes
Alto rio do Carmo	625	1,5
Baixo rio do Carmo	310	1,5
<b>TOTAL</b>	<b>935</b>	<b>1,5</b>

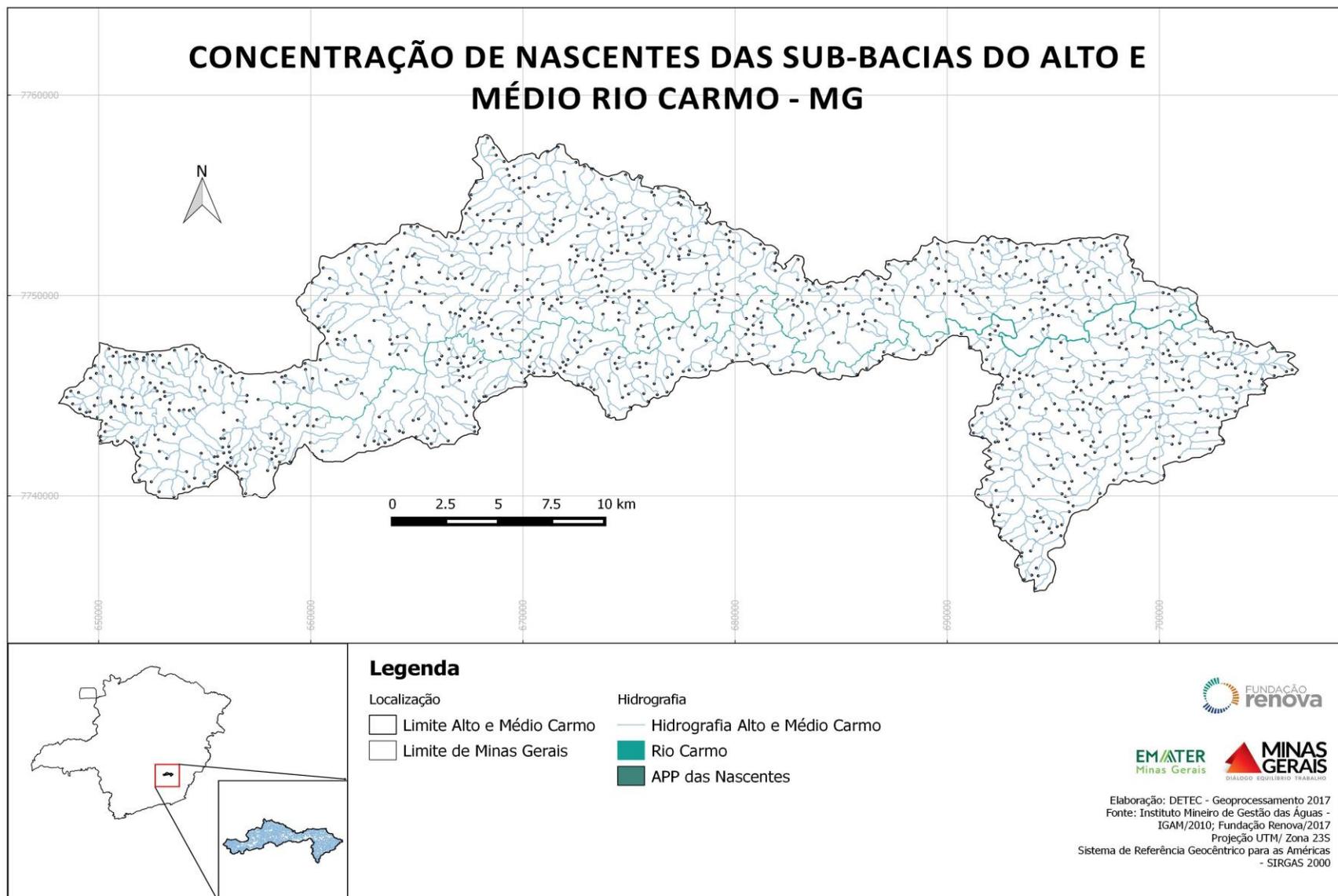


Figura 14: Localização das nascentes no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.

#### **4.4 Conflitos entre o uso atual do solo e unidades de paisagem**

Neste tópico objetiva-se evidenciar o uso inadequado atual do solo de acordo com unidade de paisagem existente. As aptidões, potencialidades e limitações para cada feição já foi discutida no item 3.1.2 deste relatório. A partir do explicitado neste tópico as unidades de paisagem foram divididas em três grupos segundo o uso do solo.

O primeiro grupo composto por colinas cônicas, cristas, domos e vales encaixados compõe em áreas onde qualquer uso do solo que não seja a vegetação natural é considerado inapto. O segundo grupo composto por colinas de topo alongado, rampa de colúvio e vertentes côncava e convexa foi considerado também o conflito em que o uso do solo não seja vegetação nativa, porém estas áreas podem ser utilizadas desde que adotadas práticas de uso e manejo da conservação da água e solo, sendo classificado como apto com restrições. O terceiro grupo é composto pelos terraços associados às planícies fluviais, todas as atividades são permitidas nesta feição, logo, os polígonos contrastados são apenas as áreas como solo exposto diagnosticadas no levantamento do uso do solo.

A *Tabela 8* mostra a área em conflito de cada agrupamento e sua representatividade em área total. Na visão global do perímetro estudado a representatividade de uso conflitante mostram-se pequenas nos dois grupos, apesar de distribuir por grandes espaços. Esta pequena proporção está sendo mascarada pelo padrão já evidenciado anteriormente do bom grau de conservação apresentado na região do Alto rio do Carmo e sua maior área em relação ao Médio rio do Carmo. O Grupo III não apresentou qualquer conflito.

Tabela 8: Área em uso conflitante e a representatividade para cada grupo de unidades de paisagem no perímetro total.

<b>ÁREA TOTAL</b>		
<b>Grupo</b>	<b>Área em uso conflitante (ha)</b>	<b>Representatividade (%)</b>
Grupo I	7.646,1	29
Grupo II	8.054,5	39
Grupo III	—	—

A *Tabela 9* e *Tabela 10* evidenciam o contraste entre as duas subdivisões propostas. O Médio rio do Carmo apresenta proporcionalmente maior conflito de uso do solo versus unidade de paisagem, com índices bastante superiores à região do Alto rio do Carmo.

Tabela 9: Área em uso conflitante e a representatividade para cada grupo de unidades de paisagem para a região do alto rio do Carmo.

<b>ALTO RIO DO CARMO</b>		
<b>Grupo</b>	<b>Área em uso conflitante (ha)</b>	<b>Representatividade (%)</b>
Grupo I	3.021,5	17
Grupo II	3.785,0	27
Grupo II	—	—

Tabela 10: Área em uso conflitante e a representatividade para cada grupo de unidades de paisagem para região do médio rio do Carmo.

<b>MÉDIO RIO DO CARMO</b>		
<b>Grupo</b>	<b>Área em uso conflitante (ha)</b>	<b>Representatividade (%)</b>
Grupo I	3.785,0	45
Grupo II	4.269,5	61
Grupo II	—	—

Como a região apresenta relevo movimentado em quase totalidade da área é necessário a estratificação em grupos de unidades de paisagem que não possuem aptidão plena para agricultura e pecuária daquelas que o impedimento dessas atividades é total.

Logo, para região do Médio rio do Carmo o Grupo II, apesar de possuir cerca de 61% de sua área em conflito, os impactos decorrentes destas atividades agropecuárias podem ser mitigados com a adoção de práticas conservacionistas para água e solo.

O índice de uso conflitante de todo o perímetro e das sub-regiões pode ser verificado na *Tabela 11* em uma escala adimensional de 0 a 100.

Tabela 11: Índices de uso conflitante por região e grupos de unidade de paisagem.

<b>ÍNDICE USO CONFLITANTE</b>			
<b>Região</b>	<b>Global</b>	<b>Grupo I</b>	<b>Grupo II</b>
Área Total	16	24	50,5
Alto rio do Carmo	21	17	27
Médio rio do Carmo	50,5	55	61

A *Figura 15* e *Figura 16* ilustram as áreas de conflito para os grupos I e II, respectivamente

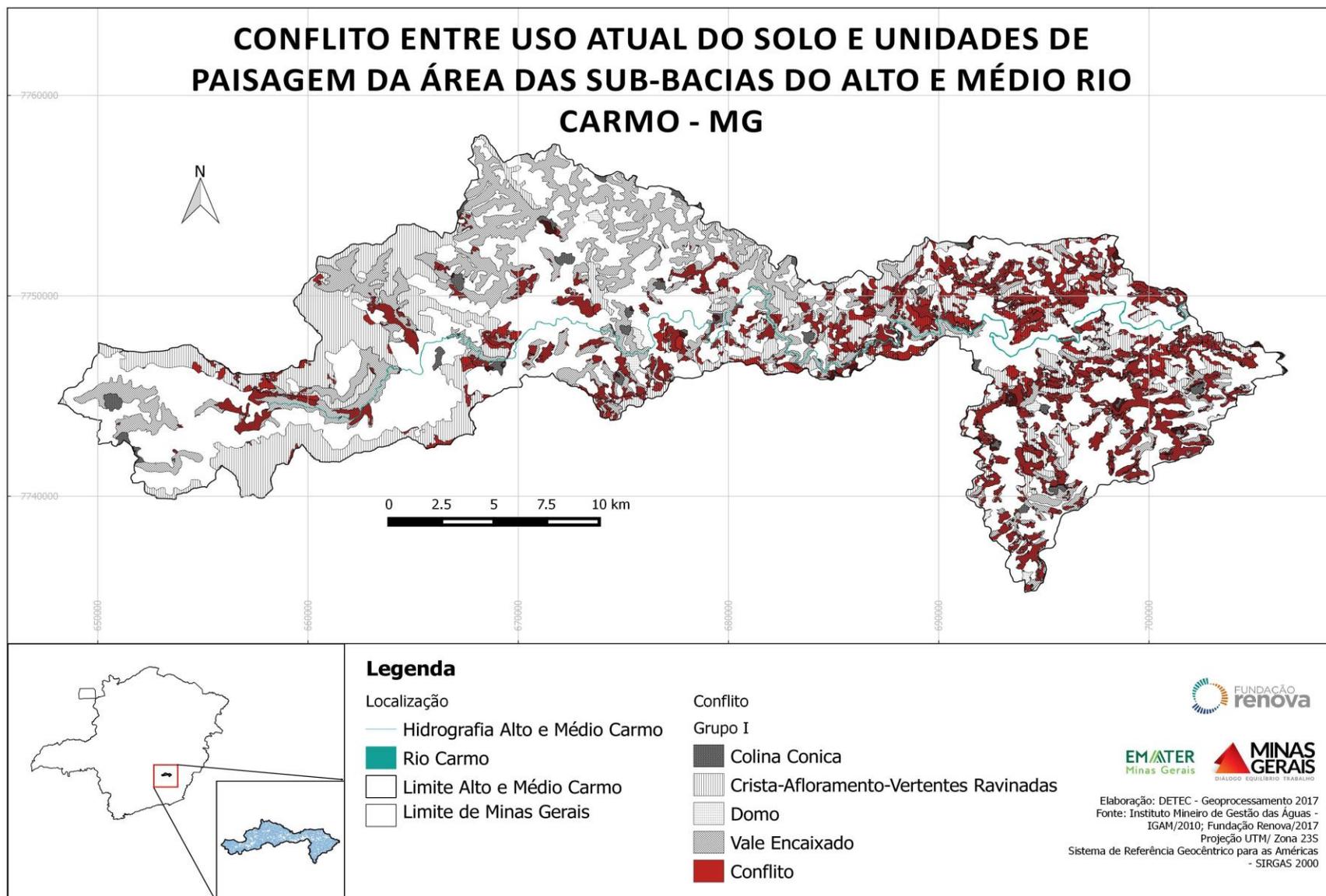


Figura 15: Áreas em conflito para o grupo I no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.

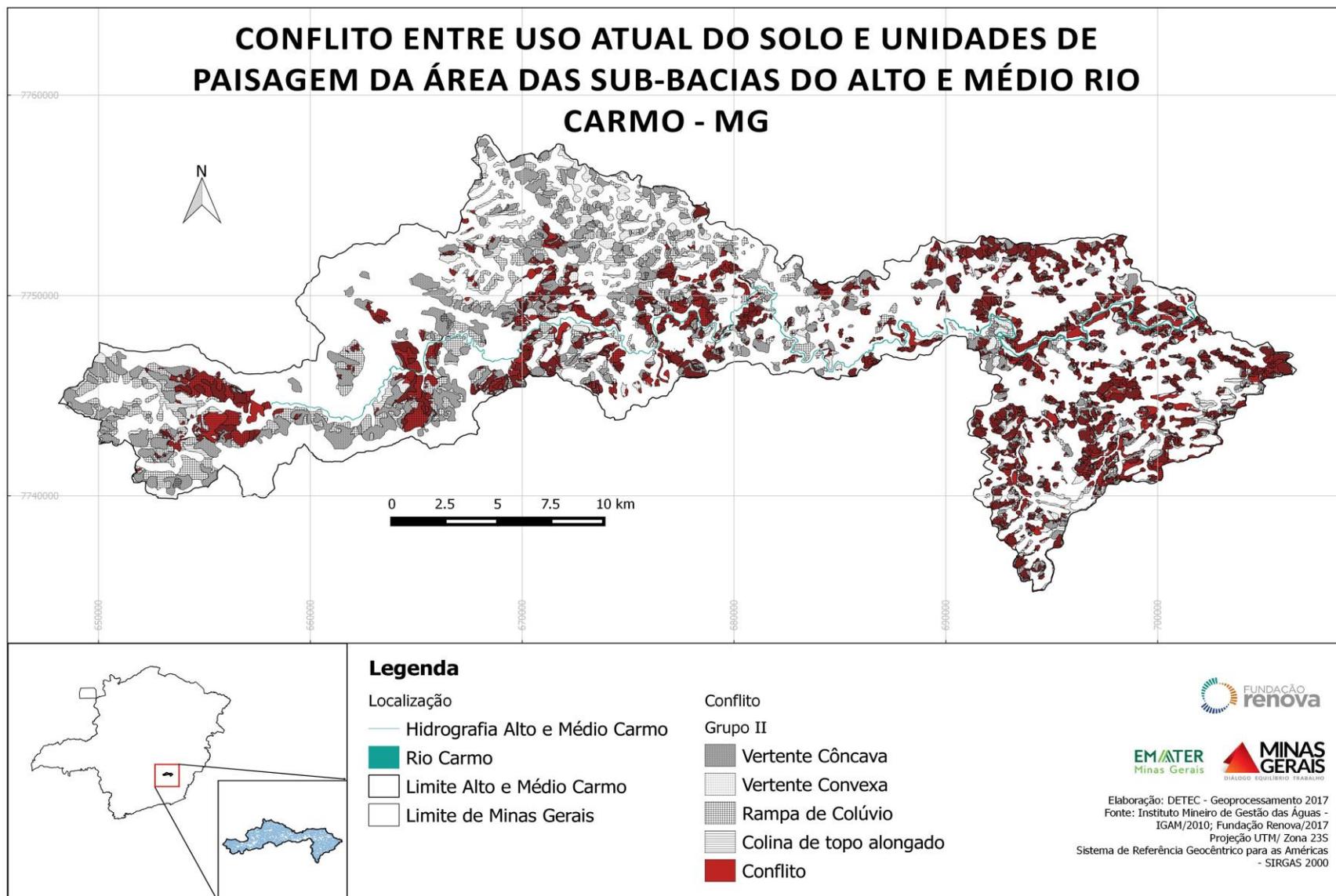


Figura 16: Áreas em conflito para o grupo II no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.

#### 4.5 Estado de conservação das Colinas de Topo Alongado

A feição colina de topo alongado apresenta uma importante função no processo de infiltração de água no solo. A sua baixa declividade associados a solos profundos e porosos da classe dos latossolos tornam essas áreas um importante ponto de recarga do lençol freático e por consequência a segurança hídrica por permitir maior perenebilidade dos cursos d'água. A *Tabela 12* mostra para cada subdivisão o estado de conservação desta feição presente. O índice de conservação global apresentou um relevante valor influenciado pela região do Alto rio do Carmo. Mesmo apresentando um índice inferior, a região do Baixo rio do Carmo possui mais da metade das colinas de topo alongado conservadas.

Tabela 12: Uso do solo e índice de conservação de colina de topo alongado em cada subdivisão e global

Subdivisão	Colina de Topo Alongado		Índice de Conservação
	Conservado (ha)	Antropizado (ha)	
Alto rio do Carmo	1.533,8	417,2	78,6
Baixo rio do Carmo	496,8	397,2	55,6
<b>TOTAL</b>	<b>2.030,6</b>	<b>814,4</b>	<b>71,3</b>

A *Figura 17* ilustra as porções de colinas de topo alongado e as áreas conservadas e antropizadas dentro do seu perímetro.

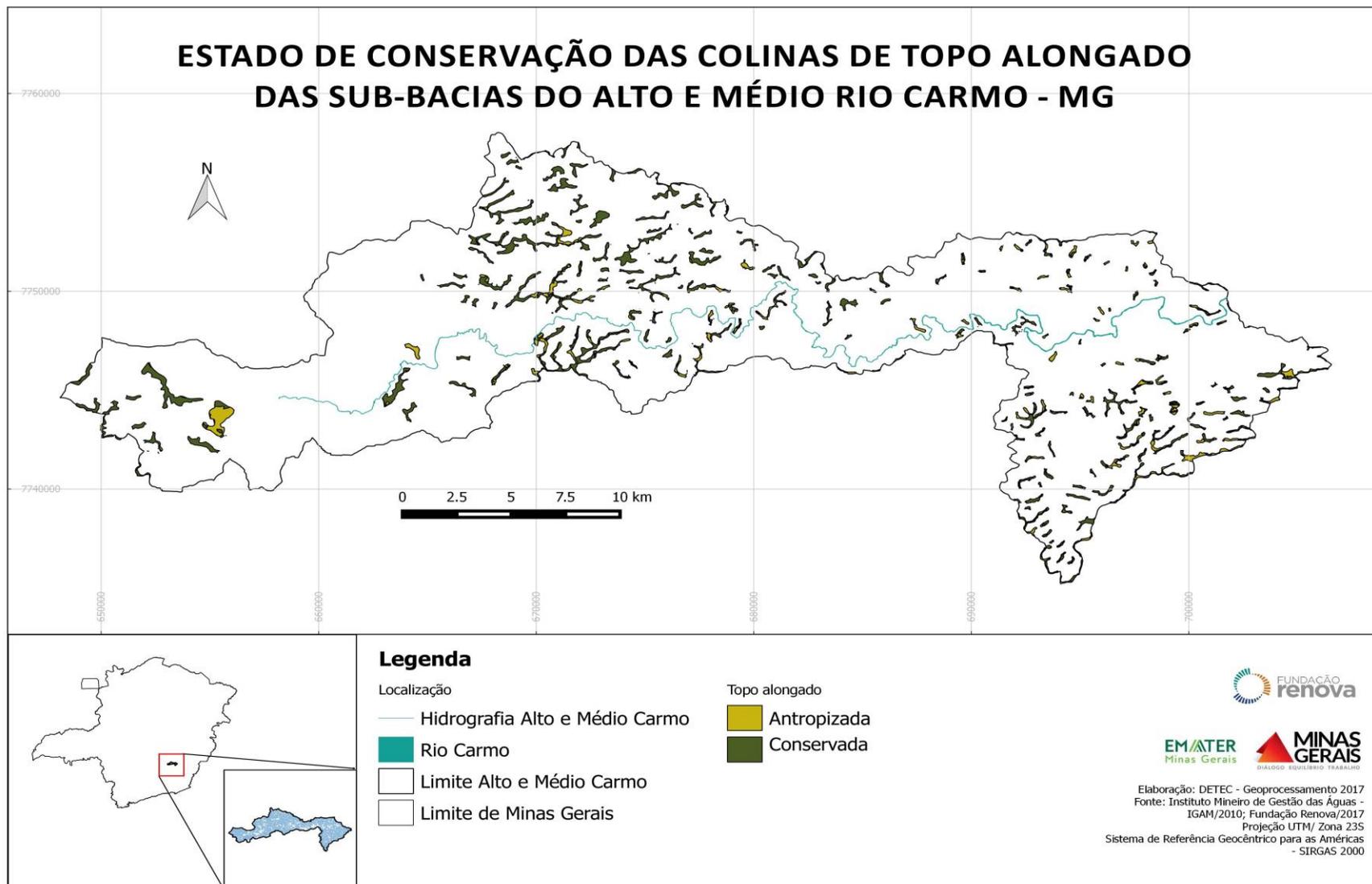


Figura 17: Uso do solo para a feição colina de topo alongado no conjunto de sub-bacias do alto e médio rio do Carmo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conjunto de sub-bacias do Alto e Médio rio do Carmo apresenta um mosaico de unidades de paisagem onde predominam os vales encaixados e as cristas associadas a afloramentos de rocha e vertentes ravinadas.

As duas áreas de maior predominância não possuem aptidão plena para atividades agropecuárias, no entanto são feições onde observam-se algumas propriedades, com residências e atividades produtivas já consolidadas.

As colinas de topo alongado e seu grande potencial para infiltração de água e recarga do lençol freático deve ser prioritariamente reservada em condições de vegetação arbórea ou pastagem bem manejada.

Observa-se duas realidades distintas entre a subdivisão das regiões propostas no trabalho. A região do Alto rio do Carmo apresenta um grau de conservação maior, apesar de concentrar as sedes das duas maiores cidades a área rural não está amplamente distribuída. A região do Médio rio do Carmo já apresenta uma maior atividade agropecuária dentro do seu perímetro e por consequência menores índices de conservação.

Há apenas dois trechos com demanda hídrica acima da permitida, porém se realizado trabalho de regularização de vazão através de pequenas barragens a indisponibilidade é revertida.

A atividade pecuária leiteira, ainda desenvolvida de forma extensiva em sua maioria, proporciona uma grande área com pastagens apresentando em alguns trechos solos degradados e às vezes expostos. A inclusão de boas práticas no manejo que se adaptem à realidade local é imprescindível para a melhoria da qualidade da cobertura vegetal nas áreas e por consequência mitigar o processo erosivo do solo e o aumento da capacidade de infiltração da chuva.

Há a presença de atividades agropecuárias (pecuária leiteira e silvicultura) e ocupação humana nas unidades de paisagem sem completa aptidão (grupo I) na ordem de 7.646 hectares.

## ANEXO I

### Relatório de Campo

#### UNIDADES DE PAISAGEM

- **Colina Cônica, Cristas e Vertentes Ravinadas**

As colinas cônicas estão distribuídas de forma aleatória ao longo da área, são facilmente reconhecidas pelo seu formato piramidal onde a extremidade superior é angulada e estreita e à medida em que se distancia do topo as vertentes se distanciam em direções opostas. A *Figura 18* ilustra uma típica colina cônica com cobertura vegetal.

Já a crista associada a vertente ravinada é uma feição que ocorre predominantemente em parte do limite da área estudada e nos divisores dos tributários do rio do Carmo, nesta feição ocorre os maiores índices altimétricos. O conjunto de colinas cônicas em série é a principal característica visual para sua identificação (*Figura 19*).

Para as duas feições *in situ* é possível identificar a presença de afloramento de rocha, saprolitos, neossolos litólicos e cambissolos. Os neossolos litólicos são rasos com a presença de um horizonte A ou C sobre rocha ou às vezes a própria rocha em inicial estado de intemperização (saprolitos) e ocorrem entre o topo e a base. Os cambissolos já apresentam um horizonte mais maduro se comparado à classe dos neossolos litólicos, com a presença de um horizonte C profundo ou não e um incipiente horizonte B acima, já esta classe é mais comum na base das feições.

As duas classes descritas são inaptas à atividade agropecuária devido a fatores que limitam o pleno crescimento vegetativo das espécies comerciais e o alto grau de propensão a erosão do solo nestas áreas, devido tanto a sua frágil estrutura física quanto as elevadas declividades associadas a ele. São áreas expostas a efeitos de enxurrada e erosão caso sua aptidão não seja respeitada.

Sua aptidão é como reserva da biodiversidade e potencialidades como beleza cênica e recarga de aquíferos quando em meio fraturado.



Figura 18: Colina cônica.



Figura 19: Típica formação em crista.

Estas feições possuem aptidão para a infiltração de água pluvial por meio fraturado nas rochas e/ou saprolitos presentes no perfil e conservação da biodiversidade.

- **Colina de Topo Alongado**

As colinas de topo alongado são feições onde sua característica é facilmente identificada devido a extensões achatadas sobre o topo das colinas, esta característica e a presença de solos profundos e estáveis, representada pelos latossolos, favorecem a infiltração de águas pluviais em condições de cobertura vegetal nativa sadia ou plantada em bom manejo.

O latossolo que predomina nesta unidade de paisagem é uma classe de solos caracterizados pelo elevado intemperismo e profundidade resultando solos pobres quimicamente com elevado grau residual de óxidos de alumínio e ferro. Em contrapartida a condição física favorável com boa porosidade e estruturação ao longo do perfil favorece o pleno crescimento e desenvolvimento das raízes de plantas e a infiltração de águas pluviais. O extenso perfil de horizonte B auxilia no armazenamento desta água infiltrada funcionando como uma esponja.

Essas características, portanto, podem justificar a constante presença de atividades agropecuárias conforme demonstrado na *Figura 20*.



Figura 20: Colina de topo alongado com uso antrópico e vegetação nativa

- **Rampas de Colúvio**

As rampas de colúvio se distribuem em todo o perímetro delimitado, geralmente entremeado pelas vertentes côncavas e convexas. Esta feição na região apresenta rampas mais inclinadas e com menor distância entre o topo e a base, denominadas de *nose* (nariz). A *Figura 21* ilustra uma rampa já apresentando uma típica erosão laminar causada pelo manejo incorreto da pastagem.

Os solos desta feição são estáveis e profundos, representados pela classe dos latossolos. A única restrição é sua suscetibilidade a erosão laminar, já que as rampas possuem significativa declividade, toda atividade agropecuária é apta a esta unidade de paisagem desde que adotadas práticas de conservação do solo e da água como plantio em nível e o uso da cobertura morta no solo e também adequada capacidade suporte de animais nas pastagens.



Figura 21: Rampas de colúvio típicas com sinais de erosão laminar.

As rampas de colúvio quando mal manejadas apresentam alto risco de erosão, iniciando-se de forma laminar, conforme ilustrado anteriormente e persistindo o processo ocorre a formação de sulcos e ravinas até um estágio mais avançado com o surgimento de voçorocas. O estágio de sulcos em uma rampa de colúvio está ilustrado na *Figura 22*.



Figura 22: Rampa de colúvio com alto grau de degradação.

- **Terraço e Planície Fluviais**

A distribuição destas duas unidades de paisagem compreende a pequenas áreas junto ao leito do rio do Carmo e alguns de seus afluentes como os córregos Tripuí e do Paiol e o ribeirão do Funil. O terraço e planície fluviais apresentam características semelhantes quanto a topografia, possuem também em diversos locais um domínio comum de solos, os neossolos flúvicos. O que os diferencia principalmente são as cotas altimétricas que durante o período chuvoso as inundações e enxurradas atingem as planícies e poupam os terraços. Os neossolos flúvicos se formam a partir de deposição de sedimentos tanto minerais quanto orgânicos provenientes dos ciclos de cheia e estiagem, possuem fertilidade média a boa. Sua estrutura física pode variar dependendo da idade do perfil. Nos terraços mais antigos podem ocorrer manchas de latossolos. A *Figura 23* ilustra a conjugação das duas feições.

Os terraços fluviais são companheiros das planícies fluviais e não são sujeitos a inundações, ao contrário de seu vizinho. Nestas áreas o curso d'água tinha seu leito no passado. Ambas as feições são aptas a atividades agropecuárias, principalmente culturas anuais, com exceção da planície permanentemente inundada. As planícies de inundação, porém tem como limitação, as inundações, um alto risco para moradias, estradas e cultivos.

Devido a sua proximidade com cursos d'água outra aptidão conforme os termos da lei, é a destinação para APP.



Figura 23: Planície e terraço fluviais em uma área próximo ao leito do rio do Carmo no povoado de Bandeirantes.

- **Vale Encaixado**

Esta unidade de paisagem é a que possui maior predominância tanto no leito do rio do Carmo quanto em seus afluentes. A caracterização visual típica é um vale em forma de letra V. A *Figura 24* mostra um vale encaixado junto ao rio do Carmo, enquanto a *Figura 25* e *Figura 26* ilustram vales encaixados entre cristas e colinas de topo alongado.

A alta declividade associado a solos rasos propiciam um rápido escoamento de fluxo hídrico, inclusive resultante das águas pluviais. Quando utilizado acima de sua aptidão corrobora e acelera o processo erosivo. Não há aptidão para uso agropecuário, devem ser destinados às APP's. Há o domínio de Cambissolo nesta unidade. Devem ser mantidas nas condições naturais e nenhuma remoção mecânica ou manual.



Figura 24: Vale Encaixado junto ao rio do Carmo.



Figura 25: Diversos vales encaixados entre o domínio de cristas e colinas de topo alongado na região do alto rio do Carmo.



Figura 26: Vales encaixados entre o domínio de cristas e colinas de topo alongado na região do médio rio do Carmo.

- **Vertentes Côncavas**

As vertentes côncavas estão distribuídas de forma uniforme e em grande número por toda área estudada. Possuem formas diversas, contudo é possível classificar algumas como anfiteatro, estas possuem formato do ângulo da concavidade mais aberto (*Figura 27*). As vertentes côncavas com ângulo mais fechado formam o que chamamos de grotas *Figura 28*, passíveis de armazenamento de água pluvial por pequenos barramentos.

Podem ocorrer cambissolos em ambientes com concavidade de ângulo mais fechado enquanto há predominância de argissolos nas concavidades de ângulo mais aberto. Ambos solos possuem boa fertilidade, porém não são aptos a todas atividades agropecuárias devido a perfil físico de solo frágil e diferença textural entre camadas, respectivamente. Comparativamente o cambissolo é mais frágil e com menor aptidão agropecuária em relação ao argissolo, que já apresenta maior horizonte B e estabilidade, porém este solo apresenta uma abrupta diferença textural entre a camada mais superficial arenosa e o horizonte B argiloso, esta característica física propicia um maior risco a erosão se manejado fora das práticas conservacionistas de água e solo.

Ocorrem surgências em algumas das vertentes côncavas o que indica que a aptidão deve ser destinada a APP, as grotas secas podem ser utilizadas para apicultura, cultura anual e pastagens ou pequenos barramentos de armazenamento de água pluvial, desde que adotadas práticas conservacionistas como terraceamento ou plantio em nível.



Figura 27: Vertente côncava em formato de anfiteatro visto do seu ponto mais alto.



Figura 28: Típica vertente côncava em formato de grotta.

- **Vertente Convexa**

As vertentes convexas possuem em sua maioria solos profundos e permeáveis, baixa fertilidade e elevada acidez, os latossolos são dominantes nestas unidades. Na área de estudo sua distribuição é aleatória em todo território. Esta feição possui média a alta declividade com tendência a formação de erosão laminar e escoamento superficial de água. É facilmente caracterizada com a forma de uma meia laranja com sua base maior voltada para baixo. A *Figura 29* exemplifica duas vertentes convexas típicas.

A vertente convexa suporta culturas anuais, permanentes e pastagens, desde que associado a práticas de conservação da água e do solo. Porém quando manejado de forma irregular o resultado é o surgimento de erosão laminar evoluindo a ravinas e voçorocas.



Figura 29: Duas vertentes convexas com vegetação.

## USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

- **Afloramento de Rocha**

Os afloramentos rochosos estão presentes em sua totalidade no Alto rio do Carmo, nos domínios de cristas, domos e colinas cônicas. Parte desta feição está inserida dentro do Parque Estadual do Itacolomi. A *Figura 30* mostra um afloramento na região das cristas enquanto a *Figura 31* mostra um afloramento em um domo.



Figura 30: Afloramento de rocha no domínio de crista.



Figura 31: Ao fundo um domo com afloramento de rocha presente.

- **Área urbana**

Consideram-se como áreas urbanas as regiões de aglomerações edificadas, no caso da região as sedes dos municípios de Ouro Preto, Mariana e Acaiaca e comunidades de Passagem de Mariana, Bandeirantes, Monsenhor Horta, Furquim e Bom Retiro. Com exceção de Ouro Preto, todas as demais localidades encontram-se às margens do rio do Carmo. A *Figura 32* ilustra a sede de Monsenhor Horta ao longo do rio do Carmo



Figura 32: Comunidade de Monsenhor Horta ao longo do vale do rio do Carmo.

- **Culturas**

O uso com agricultura é praticamente incipiente na área estudada e é composto basicamente pelo plantio de cana-de-açúcar (*Figura 33*) e por culturas anuais como o plantio de milho para silagem ou capineira nas áreas menos declivosas próximas aos cursos d'água



Figura 33: Cana-de-açúcar cultivada em uma pequena área de terraço fluvial.

- **Pastagem**

A pecuária de leite é predominante em toda área, com uma expressiva área destinada a pastagem, um pouco mais da metade do atual uso do solo. Há diversos níveis na qualidade das pastagens, porém predomina o manejo de média a baixa tecnologia com diversos trechos de aparente erosão laminar. O manejo inadequado e a atividade pecuária sendo desenvolvida em locais fora de aptidão (*Figura 34*) corroboram ao processo de degradação do solo.



*Figura 34: Pastagem e instalações em áreas de APP próximo ao leito do rio do Carmo.*

- **Silvicultura**

A silvicultura é outra atividade econômica de ocorrência na região, ocupando uma área com apenas 426 ha. Foram consideradas como áreas de silvicultura os locais de floresta recém cortada entendendo-se que são glebas em diferentes estágios de desenvolvimento. Na região predomina o plantio de eucalipto (*Figura 35*)



Figura 35: Plantio de eucalipto parcialmente colhido e atingido pelo fogo.

- **Solo Exposto**

O solo exposto é resultado de intervenção para abertura de novas áreas de moradia (*Figura 36*) ou pontos de pastagens onde percebe-se a evolução para solo exposto, sinal que a atividade está sobre um local fora da aptidão ou manejo impróprio da gramínea e do gado (*Figura 37*). Abrange aproximadamente 155 ha.



Figura 36: Solo exposto devido a abertura de rua.



Figura 37: Erosão laminar avançada e solo exposto em pastagens da região.

- **Vegetação nativa**

As áreas com vegetação nativa correspondem a 25.900 há, sendo o maior uso do solo encontrado, principalmente na região do Alto rio do Carmo. Os domínios da região são de formações de floresta semi-decidual nas regiões com altitude até 1.000 metros de altitude (*Figura 38*), acima desta os campos de altitude prevalecem (*Figura 39*). Para o trabalho foram considerados trechos de intermediária e avançado estágio de desenvolvimento.



Figura 38: Vegetação semi-decidual a margem do rio do Carmo.



Figura 39: Campos de altitude.

## **6 BIBLIOGRAFIA**

FERNANDES, M.R. Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas – Fundamentos e Aplicações. 1 ed. Belo Horizonte: Emater-MG, 2010. 92p.

UFV, Universidade Federal de Viçosa & IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Estudo de regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga no Estado de Minas Gerais. 2012.

## **7 FICHA TÉCNICA**

### **Governo de Minas Gerais**

Fernando da Mata Pimentel

### **Empresa de assistência Técnica e Extensão do Estado de Minas Gerais – Emater – MG**

Glênio Martins de Lima Mariano

### **Elaboração**

Empresa de Assistência Técnica e Extensão do Estado de Minas Gerais –  
Emater – MG

### **Coordenação Técnica**

Ivaldo Martins Boggione

### **Equipe Técnica – Detec**

Paulo Roberto Rodrigues

### **Estagiário Geoprocessamento**

Ana Carolina de Oliveira Silva

### **Revisão**

Lizete Dias

Ruth Navarro