



COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA  
TÉCNICA INTEGRAL



**Mario Ivo Drugowich (org)**

Projeto  
Água Viva



## EDIÇÃO E PUBLICAÇÃO

### Técnicos Envolvidos no Levantamento

#### CATI Regional São Paulo

Daniel Bruno Beluti – Casa da Agricultura de Embu-Guaçu  
Moisés Magalhães Júnior – Casa da Agricultura de São Paulo

#### CATI Regional Bragança Paulista

Adilson Donizeti de Souza – Casa da Agricultura de Pedra Bela  
Anderson Tatsuo Watanabe – Casa da Agricultura de Atibaia  
César Aparecido Bagatini – Casa da Agricultura de Nazaré Paulista  
Marco Roberto de Faria – CATI Regional Bragança Paulista

#### CATI Regional Mogi das Cruzes

Julio Toshio Nagase – Casa da Agricultura de Biriba Mirim Valdinei  
Jorge dos Santos – UTE de Mogi das Cruzes

#### Centro de Informações Agropecuárias – Ciagro

Engenheiro Agrícola Antoniane Arantes de Oliveira Roque  
Engenheiro Agrônomo Carlos Reys Vukomanovic  
Engenheira Agrônoma Cristina Carvalho Gomes  
Geógrafo Eduardo Ribeiro da Silva

**Organizador** – Engenheiro Agrônomo Mario Ivo Drugowich

---

#### Departamento de Comunicação e Treinamento - DCT

**Diretor:** Ypujucan Caramuru Pinto

#### Centro de Comunicação Rural - CECOR

**Diretora:** Roberta Lage

**Editora Responsável:** Roberta Lage

**Revisor:** Carlos Augusto de Matos Bernardo

**Designer Gráfico:** Paulo Santiago

**Fotografias:** Banco de Imagens Ciagro/CATI

**Distribuição:** Cecor

É proibida a reprodução total ou parcial sem a  
autorização expressa da CATI.

**Aprovado pela Comissão Editorial CATI - Port. 13, de 14-6-1999.**

DRUGOWICH, Mario Ivo.

**Projeto Água Viva.** Campinas, CATI, 2016.

84p. 28cm (Impresso Especial).

CDD. 631.432

## APRESENTAÇÃO

Resultado da compartmentalização entre as prerrogativas e responsabilidades de cada órgão direta ou indiretamente envolvido na gestão da água, a discussão sobre “quem realmente manda” no uso dos recursos hídricos implica na falta de comprometimento para a efetiva solução do problema. O resultado é muita discussão e pouco pragmatismo. A garantia para assegurar o controle quantitativo e qualitativo destes recursos perpassa a necessidade de se alterar a política de governança para encarar o desafio de forma multifacetada, interdisciplinar e sistêmica, para que a gestão ocorra de forma integrada e indissociável.

A complexidade e as especificidades do tema requerem a modernização e dinamização dos sistemas de gestão, para garantir o controle, a produção e a proteção para o uso sustentável dos recursos hídricos.

Assim, necessário se faz a articulação entre todos os envolvidos no processo, desde os gestores até os consumidores finais, dentre eles os produtores rurais, visando compatibilizar e equilibrar a demanda com a disponibilidade hídrica, estabelecendo, assim, mecanismos que permitam potencializar a captação e retenção da água que a natureza nos disponibiliza, de forma cada vez mais diferenciada, como pode ser verificado pelo incremento dos eventos extremos de clima.

O ciclo hidrológico – o permanente movimento fechado da água em suas diferentes formas, das geleiras às nuvens e aos cursos d’água – mostra que para o equilíbrio e a manutenção deste ciclo é fundamental o papel da vegetação. A cobertura vegetal é essencial para o controle da erosão e seus efeitos diretos na poluição e no assoreamento das águas superficiais, fundamental, portanto, na recarga dos aquíferos. As raízes e a flora e fauna microbiológica constituem um importantíssimo biofiltro que desempenha um papel relevante na manutenção da qualidade da água. Quanto mais complexo o sistema de cobertura vegetal, mais eficiente o sistema.

Portanto, o primeiro passo quando se pensa em reservação de água é pensar na infiltração da mesma no perfil do solo, condicionada pela sua cobertura vegetal, nas suas diferentes formas, de acordo como o que determina a legislação para o uso e a conservação do solo. Dessa forma, a indicação segura da utilização adequada do solo de acordo com a sua aptidão, bem como o manejo aplicado à cada situação, são ferramentas essenciais para maximizar o processo de infiltração da água no perfil do solo.

Considerando essas premissas, é mister tratar a ocupação do solo como o primeiro passo para garantir a segurança hídrica, fornecendo aos produtores rurais as indicações eficazes para a implantação e o manejo de suas culturas de interesse econômico, sem degradar os recursos naturais. A ação da extensão rural se faz imperiosa, portanto, e, no caso deste trabalho que apresentamos, a partir do levantamento do meio físico e das condições socioeconômicas e culturais, coletadas a campo e por intermédio de ferramentas de geoprocessamento, bem como a expertise dos técnicos da CATI que militam nas áreas de interesse identificadas, fornece uma base técnica sólida para a tomada de decisões. O conjunto dessas informações permite estabelecer critérios técnicos e cronogramas de execução para as diferentes fases de intervenção nas propriedades rurais, visando potencializar a produção sustentável, racionalizando o uso do insumo água e, ao mesmo tempo, propiciando condições para a redução da erosão, com a melhora da qualidade e disponibilidade hídrica, o que, de forma direta, beneficiará a população como um todo, especialmente a urbana dos grandes centros atendidos pelos recursos hídricos do Sistema Cantareira.

**Mário Ivo Drugowich**  
*Engenheiro Agrônomo, Diretor do Centro de Informações Agropecuárias*



# SUMÁRIO

<b>Lista de figuras .....</b>	v
<b>Lista de anexos .....</b>	vi
<b>Lista de tabelas .....</b>	vii
<b>1. Introdução .....</b>	1
1.1 Objetivos .....	2
<b>2. Material e métodos .....</b>	2
2.1 Material .....	2
2.2 Métodos .....	3
<b>3. Referencial teórico e técnico .....</b>	6
3.1 O Sistema Cantareira .....	6
3.2 Solos .....	7
3.3 Estradas rurais .....	8
3.4 Erosões .....	9
3.5 Áreas de Preservação Permanente associadas à rede de drenagem segundo a legislação .....	10
3.6 Priorização das UPAs .....	10
<b>4. Resultados e discussões .....</b>	11
4.1 Solos .....	11
4.2 Estradas rurais .....	19
4.3 Erosões .....	20
4.4 Hidrografia .....	21
4.5 Sub-bacias formadoras dos reservatórios do Sistema Cantareira .....	22
4.6 Uso do solo .....	23
4.7 Priorização das UPAs .....	25
4.8 Áreas de Preservação Permanente (APPs) .....	26
<b>5. Soluções propostas .....</b>	27
5.1 Adequação das estradas rurais prioritárias .....	27
5.2 Implementação de um programa de extensão rural .....	35
5.3 Recomposição de Áreas de Preservação Permanente .....	37
<b>6. Bibliografia .....</b>	38
<b>7. Anexos .....</b>	41



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ocorrência das unidades de mapeamento dos solos da bacia do Sistema Cantareira em porcentagem relativa à área total.....	11
Figura 2 – Visualização em 3D de imagem do Google Earth, sobre perfil da topossequência típica da unidade de mapeamento CX19.....	12
Figura 3 – Visualização em 3D de imagem do Google Earth, sobre perfil da topossequência típica da unidade de mapeamento LVA20 .....	13
Figura 4 – Visualização em 3D de imagem do Google Earth, sobre perfil da topossequência típica da unidade de mapeamento LVA23 .....	14
Figura 5 – Visualização em 3D de imagem do Google Earth, sobre perfil da topossequência típica da unidade de mapeamento LVA49 .....	14
Figura 6 – Visualização em 3D de imagem do Google Earth, sobre perfil da topossequência típica da unidade de mapeamento PVA26.....	15
Figura 7 – Visualização em 3D de imagem do Google Earth, sobre perfil da topossequência típica da unidade de mapeamento PVA41.....	16
Figura 8 – Visualização em 3D de imagem do Google Earth, sobre perfil da topossequência típica da unidade de mapeamento PVA42.....	16
Figura 9 – Visualização em 3D de imagem do Google Earth, sobre perfil da topossequência típica da unidade de mapeamento PVA44.....	17
Figura 10 – Visualização em 3D de imagem do Google Earth, sobre perfil da topossequência típica da unidade de mapeamento PVA55 .....	18
Figura 11 – Visualização em 3D de imagem do Google Earth, sobre perfil da topossequência típica da unidade de mapeamento PVA63 .....	18
Figura 12 – Uso do solo na bacia formadora do Sistema Cantareira em porcentagem.....	25

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 – Mapa das Bacias Formadoras .....	43
Anexo 2 – Mapa da Hidrografia .....	45
Anexo 3 – Imagem de Satélite .....	47
Anexo 4 – Mapa de Solos .....	49
Anexo 5 – Mapa de Erosão .....	51
Anexo 6 – Mapa do Sistema Viário .....	53
Anexo 7 – Mapa de Áreas de Preservação Permanente – APP .....	55
Anexo 8 – Mapa de Uso do Solo .....	57
Anexo 9 – Mapa de Uso do Solo na APP .....	59
Anexo 10 – Mapa de UPAs Prioritárias .....	61
Anexo 11 – Mapa dos Municípios Participantes .....	63
Anexo 12 – Linhas de Financiamento Aplicáveis .....	65
Anexo 13 – Traçado Geométrico e Perfil Longitudinal 1/2 .....	75
Anexo 14 – Traçado Geométrico e Perfil Longitudinal 2/2 .....	77
Anexo 15 – Mosaico de Imagem – Google 2015 1/3 .....	79
Anexo 16 – Mosaico de Imagem – Google 2015 2/3 .....	81
Anexo 16 – Mosaico de Imagem – Google 2015 3/3 .....	83

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área do Sistema Cantareira nos Estados de Minas Gerais e São Paulo .....	2
Tabela 2 – Área dos municípios inseridos na região do Sistema Cantareira.....	3
Tabela 3 – Capacidade de regularização de vazão de água dos reservatórios do Sistema Cantareira .....	6
Tabela 4 – Unidades de mapeamento de solo da bacia do Sistema Cantareira com a descrição das unidades taxonômicas e áreas correspondentes em hectares (30).....	11
Tabela 5 – Totais das estradas rurais e trechos prioritários levantados, expressos em quilômetros e em porcentagem de trechos prioritários em relação ao total, por reservatório da bacia do Sistema Cantareira.....	19
Tabela 6 – Totais das estradas rurais e trechos prioritários levantados, em quilômetros e em porcentagem de trechos prioritários em relação ao total, por área do município dentro da bacia do Sistema Cantareira.....	19
Tabela 7 – Estradas priorizadas por quilômetros quadrados da BFR.....	19
Tabela 8 – Área das BFRs e área erodida por BFR, expressas em hectares e porcentagem da área erodida em relação à área total .....	20
Tabela 9 – Totais das áreas erodidas, expressas por hectare e porcentagem sobre o total, discriminados pela ocorrência em diversos tipos de uso do solo .....	20
Tabela 10 – Áreas erodidas, de acordo com a ocorrência em diversos tipos de uso do solo e BFRs, expressas em porcentagem sobre a área total de cada reservatório .....	20
Tabela 11 – Hidrografia do Sistema Cantareira.....	21
Tabela 12 – Localização dos rios principais nas SFRSC.....	22
Tabela 13 – Quadro de áreas das sub-bacias formadoras dos reservatórios do Sistema Cantareira em SP .....	23
Tabela 14 – Densidade de drenagem por sub-bacias formadoras dos reservatórios do Sistema Cantareira em SP .....	23
Tabela 15 – Uso do solo nas bacias formadoras do Sistema Cantareira em porcentagem em relação à área total .....	24
Tabela 16 – Levantamento das UPAs – Unidades de Produção Agropecuária, por BFR de ocorrência, expressas em unidades e unidades por quilômetro quadrado .....	25
Tabela 17 – Levantamento das UPAs – Unidades de Produção Agropecuária Prioritárias, por BFR de ocorrência, expressas em unidades e unidades por quilômetro quadrado .....	25

Tabela 18 – Uso do solo nas áreas de preservação ambiental associadas à rede de drenagem .....	26
Tabela 19 – Tipo de uso da APP associada à drenagem nas BFR, expresso em porcentagem sobre a área total de cada BFR.....	27
Tabela 20 – Tempos de carência para os itens financiáveis do Plano ABC .....	70
Tabela 21 – Valor máximo apoiado, porcentagens de apoio por tipo de beneficiário e caracterização dos proponentes .....	72

# PROJETO ÁGUA VIVA

## 1. Introdução

Apesar de o Brasil possuir 8% de toda a água doce existente no planeta Terra, a crise de abastecimento de água já é uma realidade brasileira e os seus efeitos podem ser observados em diversas localidades.

No Sistema Cantareira esta crise foi intensificada no ano hidrológico de 2013/2014 com a ocorrência de um dos períodos mais secos dos seus 80 anos de existência. Segundo a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), de outubro de 2013 a março de 2014, choveu cerca de 50% do previsto, sendo que de outubro de 2014 ao final de março de 2015 choveu 25% abaixo da média. (1). Por sua vez, a estiagem veio associada a temperaturas médias elevadas, as mais altas registradas nos últimos 70 anos (2). A estiagem de 2014 foi um evento excepcional, sem precedentes na longa série histórica de observações, sendo que a vazão média afluente aos reservatórios do Sistema Cantareira no ano de 2014 foi a menor da série de 85 anos (3).

Entretanto, a crise da água não é consequência apenas dos fatores climáticos e geográficos, mas principalmente do uso irracional dos recursos hídricos. Dentre os setores que utilizam a água, o agropecuário é um dos maiores consumidores. A irrigação é o uso que mais demanda água no Brasil. A vazão retirada pelo setor é de 1.270m<sup>3</sup>/s e representa 54% do total retirado, ao passo que a vazão efetivamente consumida em 2010 foi de 836m<sup>3</sup>/s. A irrigação, o abastecimento urbano, o uso industrial, a dessedentação animal e o abastecimento rural são, nessa ordem, os usos que mais demandam recursos hídricos no Brasil (4). O crescimento das áreas irrigadas, por outro lado, foi um dos principais fatores que garantiram o suprimento de alimentos em décadas de explosão demográfica. Nos últimos 50 anos, a população global dobrou de tamanho, enquanto o total de áreas ocupadas pela agricultura cresceu apenas 12% - revelando o enorme ganho de produtividade (5).

Muito embora a agropecuária responda ao desafio no suprimento de alimentos, sobretudo com uso da irrigação, esse é um insumo muito desperdiçado. Pelas análises dos últimos relatórios divulgados pela Organização das Nações Unidas (ONU), o uso da água tem crescido a uma taxa duas vezes maior do que o crescimento da população ao longo no último século. A tendência é que o gasto seja elevado em até 50% até 2025 nos países em desenvolvimento; e em 18% nos países desenvolvidos (6).

No atual modelo de produção, onde as áreas irrigadas têm grande importância, o consumo de água teria que crescer 55% para suprir a demanda de alimentos. Se isso de fato ocorrer, a demanda global por água pode ser maior do que a oferta em apenas 20 anos (5). Por outro lado, aplicando Boas Práticas de manejo do solo e da água, irrigantes podem alcançar eficiências de uso dos recursos hídricos superiores a 90% (7). Mesmo com o avanço da tecnologia agrícola, o cenário para as próximas décadas representa um enorme desafio, como demonstrou em Estocolmo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). De acordo com as últimas projeções, até 2050 a população mundial deverá alcançar nove bilhões de habitantes (hoje somos sete bilhões) e, com isso, a demanda por alimentos aumentará 70% (5).

Além da otimização no uso da água, outro fator diretamente relacionado à disponibilidade hídrica é o da perda dos solos agrícolas pela erosão.

Esse problema é o mais importante da agricultura paulista e compromete os recursos naturais e põe em risco a produção econômica. Além de degradar um dos recursos naturais mais importantes, o solo tem causado problemas na qualidade e disponibilidade da água em decorrência da poluição, do assoreamento de mananciais e reservatórios e de enchentes no período das chuvas ou escassez no período da estiagem (8).

Dessa forma, a adoção de práticas adequadas de conservação do solo promoverá a infiltração e o enriquecimento dos lençóis freáticos, assim como a redução drástica dos sedimentos carreados para os espelhos d'água, refletindo na oferta de maior volume e sensível melhoria da qualidade da água.

## 1.1 Objetivos

### Objetivo geral

Realizar um diagnóstico dos principais fatores relacionados à erosão rural nas bacias de captação do Sistema Cantareira e Jaguari, bem como propor soluções que eliminem ou atenuem seus efeitos, promovendo assim o aumento na oferta e na qualidade da água da região.

#### Objetivos específicos

- Levantar o trajeto das estradas rurais na área abrangida pelas bacias formadoras do Sistema Cantareira no Estado de São Paulo, bem como os trajetos prioritários;
- Identificar por meio de imagens aéreas as principais feições erosivas;
- Geoespacializar e priorizar as Unidades de Produção Agropecuária (UPAs) na área abrangida pelas bacias formadoras do Sistema Cantareira no Estado de São Paulo, levando em conta os fatores de uso de irrigação e probabilidade de ocorrência de erosão;
- Atualizar em escala local a hidrografia e as nascentes da área abrangida pelas bacias formadoras do Sistema Cantareira no Estado de São Paulo;
- Sugerir estratégias de trabalho, no âmbito da CATI, visando dirimir ou atenuar a erosão do solo, bem como otimizar o uso da água de irrigação nas UPAs;
- Gerar mapas de suporte ao planejamento: sistema de transporte, hidrografia, pedológico, uso atual do solo, áreas de preservação permanente, microbacias hidrográficas, áreas com processos de erosão identificados, entre outros.

## 2. Material e métodos

### 2.1 Material

#### 2.1.1 Caracterização da área de estudo

Localizado ao norte da Grande São Paulo, o Sistema Cantareira produz 33 mil litros de água por segundo e abastece 8,8 milhões de pessoas (46% da população da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP), residentes nas zonas norte, central, parte da leste e oeste da capital e nos municípios de Franco da Rocha, Francisco Morato, Caeiras, Osasco, Carapicuíba e São Caetano do Sul e parte dos municípios de Guarulhos, Barueri, Taboão da Serra e Santo André (9).

**Tabela 1** – Área do Sistema Cantareira nos Estados de Minas Gerais e São Paulo.

Estado (UF)	Áreas (ha)	%
São Paulo	125.787,20	55,2
Minas Gerais	102.162,10	44,8

**Fonte:** (9)

Porcentagens em relação à área total do Sistema Cantareira

**Tabela 2 – Área dos municípios inseridos na região do Sistema Cantareira.**

Município/UF	Área total do município (ha) <sup>1</sup>	Área inserida no sistema (ha) <sup>2</sup>	Porcentagem em relação a área do município	Porcentagem em relação à área do Sistema Cantareira
Camanducaia (MG)	52.737,70	49.791,70	94,4	21,8
Extrema (MG)	24.294,30	24.256,40	99,8	10,6
Itapeva (MG)	17.736,80	17.736,80	100,0	7,8
Sapucaí-Mirim (MG)	28.386,40	10.377,20	36,6	4,6
Bragança Paulista (SP)	51.376,20	1.775,60	3,5	0,8
Caieiras (SP)	9.349,90	1.859,80	19,9	0,8
Franco da Rocha (SP)	13.700,20	699,40	5,1	0,3
Joanópolis (SP)	37.134,30	37.134,00	100,0	16,3
Mairiporã (SP)	32.032,60	25.854,70	80,7	11,3
Nazaré Paulista (SP)	32.243,60	25.281,00	78,4	11,1
Piracaia (SP)	39.174,30	26.876,70	68,6	11,8
Vargem (SP)	14.270,00	6.306,00	44,2	2,8

(1) Fonte: IBGE

(2) Fonte: (9)

O Sistema Cantareira abrange 12 municípios, sendo oito no Estado de São Paulo e quatro no Estado de Minas Gerais, conforme a Tabela 2 e Mapa no Anexo 11. Com exceção de Extrema (MG), Itapeva e Joanópolis (SP), que estão integralmente inseridos na área produtora de água para o Sistema Cantareira, os demais municípios têm apenas parte de seu território dentro da área de drenagem do Sistema (9).

Para produzir essa quantidade de água, o Sistema Cantareira faz a transposição entre duas bacias hidrográficas, importando água da Bacia Hidrográfica do Piracicaba para a Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (9).

Com quase 45% de sua área no Estado de Minas Gerais, conta com uma área de drenagem de aproximadamente 227.950 hectares, composta por cinco sub-bacias hidrográficas e seis reservatórios (Mapa de Hidrografia no Anexo 2) interligados por túneis artificiais subterrâneos, canais e bombas (9).

## 2.2 Métodos

### 2.2.1 Levantamento e visitas a campo

O levantamento foi conduzido durante o período de junho a outubro de 2014, pelos técnicos das Casas da Agricultura da CATI, nos municípios constituintes do Sistema Cantareira, a saber:

#### Técnicos envolvidos no levantamento

##### *CATI Regional São Paulo*

Daniel Bruno Beluti – Casa da Agricultura de Embu-Guaçu  
Moisés Magalhães Junior – Casa da Agricultura de São Paulo

##### *CATI Regional Bragança Paulista*

Adilson Donizeti de Souza – Casa da Agricultura de Pedra Bela  
Anderson Tatsuo Watanabe – Casa da Agricultura de Atibaia  
César Aparecido Bagatini – Casa da Agricultura de Nazaré Paulista  
Marco Roberto de Faria – Regional Bragança Paulista

## 2.2.2 Levantamento dos solos

O levantamento dos solos da região foi realizado tendo como base vetorial o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, em escala 1:500.000. Os vetores foram importados no formato shape e processados com auxílio do *software ArcGIS 10.2.1 for Desktop*. Os atributos diagnósticos e os fatores limitantes foram anexados em tabelas e utilizados posteriormente nas análises de priorização.

## 2.2.3 Levantamento das estradas rurais

Foram percorridas todas as estradas rurais municipais do Sistema Cantareira pelos técnicos da CATI, acompanhados pelos técnicos das prefeituras responsáveis pela manutenção dessas estradas, com a função de orientar os percursos, sendo os dados coletados por meio de receptores GPS de navegação. Esses dados foram descarregados e os trajetos foram corrigidos utilizando-se o *software ArcGIS 10.2.1 for Desktop*, já as ortofotos do Projeto de Atualização Cartográfica do Estado de São Paulo (Projeto Mapeia São Paulo) foram fornecidas pela Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A (Emplasa). As tais foram coletadas no período de 2010/2011, com uma resolução espacial de um metro, no sistema de coordenadas planas Projeção Universal Transversa de Mercator, *Datum Sirgas 2000*.

## 2.2.4 Levantamento das erosões

A pesquisa e identificação de feições erosivas foram realizadas a partir das ortofotos do Projeto Mapeia São Paulo utilizando-se o *software ArcGIS 10.2.1 for Desktop*. Após, foi efetuada a filtragem das informações, para representação em formato vetorial, com confecção do mapa e relatório do processo erosivo.

## 2.2.5 Levantamento da Hidrografia

O levantamento da hidrografia da área de foi efetuado a partir das ortofotos do Projeto Mapeia São Paulo, na área abrangida pelas bacias formadoras do Sistema Cantareira no Estado de São Paulo. A escala empregada foi a de 1:10.000. A hidrografia foi segmentada em rios com largura inferior a 10 metros, cuja representação foi a de linhas (unifilar), enquanto rios com largura superior a 10 metros juntamente com as lagoas e reservatórios tiveram representação por polígonos (bifilar). Para dirimir dúvidas nos traçados da hidrografia, foram utilizados como base a hidrografia levantada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala de 1:50.000, e o fluxo hidrográfico gerado pelo *software ArcGIS 10.2.1 for Desktop* com a ferramenta *Spatial Analyst*, sobre o modelo digital de terreno AsterGDEM [1] (10).

## 2.2.6 Delimitação das Bacias Hidrográficas

Na delimitação das bacias hidrográficas, os dados referentes ao Modelo Digital de Terreno AsterGDEM, inicialmente tiveram suas distorções corrigidas pelo *software ArcGIS 10.2*, sendo depois trabalhados com esse *software* por meio do conjunto de ferramentas *Hydrology*. As bacias foram segmentadas e nomeadas de acordo com a área de contribuição de cada reservatório, a saber: Atibainha, Cachoeira, Jacareí, Jaguari, e Juqueri.

## 2.2.7 Uso do solo

O uso do solo nas bacias de captação foi realizado por meio da classificação da imagem Landsat-8 - órbita 219 e ponto 76, com data de aquisição dos dados de 23/09/2015, com o uso do *plug-in Semi-Automatic Classification*, integrante do *software QGIS 2.8.2 Wien*. Para tanto foi usada a uma imagem pancromática do satélite, com a combinação das bandas 543 e *pansharpening* com a banda 8 (resolução espacial de 15 metros) utilizando-se o *software Spectral Transformer for Landsat-8 (GUI)*. Na classificação, foi utilizado o algoritmo *Minimum Distance* do *plug-in Semi-Automatic Classification*.

**Foram estabelecidas seis classes a saber:**

- Espécies arbóreas/reflorestamento (culturas perenes);
- Predomínio gramíneas/pastagem (culturas anuais);
- Solo exposto;
- Água limpa;

- Água com sedimentos;
- Áreas urbanizadas.

Para reduzir os erros no processo de classificação, pela dificuldade em separar as mesmas do restante da vegetação, sobretudo nas áreas do município de Mairiporã, onde as áreas urbanizadas apresentam grande quantidade de espécies arbóreas, as áreas urbanizadas foram determinadas por meio da vetorização manual das imagens, sendo adicionadas posteriormente à classificação automatizada.

O mesmo processo se repetiu no caso dos reservatórios, sendo utilizados os *shapes* obtidos do levantamento da hidrografia que foram posteriormente incorporados à imagem classificada.

As culturas perenes encontram-se representadas juntamente às “Espécies arbóreas/reflorestamento” pela impossibilidade de separar suas assinaturas espectrais destas. O mesmo aconteceu com as culturas anuais, que pela dificuldade de separação das assinaturas foram representadas como “Predomínio gramíneas/pastagem” e “Solo exposto”.

## 2.2.8 Mapa de Áreas de Preservação Permanente associadas à Rede de Drenagem segundo a legislação

Após o levantamento da hidrografia, as Áreas de Preservação Permanente foram obtidas com auxílio do *software ArcGIS 10.2*. Para tanto, as Áreas de Preservação Permanente foram delimitadas de acordo com os seguintes critérios estabelecidos pela legislação ambiental (11):

- no raio de 50m em torno das nascentes;
- no entorno dos reservatórios (com área superior a 20ha), em faixa de 100m de largura<sup>1</sup>;
- no entorno de lagoas (com área maior que 1ha e menor que 20ha - nas áreas rurais), em faixa de 50m de largura;
- nas faixas marginais dos cursos d’água unifilares (largura menor que 10m), com 30m de largura;
- nas faixas marginais dos cursos d’água bifilares (com largura maior que 10m e menor que 50m), com 50m de largura.

## 2.2.9 Priorização das UPAs

A priorização das UPAs foi realizada utilizando-se o *software ArcGIS 10.2*. Inicialmente foram separadas as UPAs que apresentaram as explorações agrícolas de maior ocorrência de erosão, ou seja: pastagens e cultivos anuais. Estas foram combinadas com as propriedades que utilizaram irrigação. Posteriormente aplicou-se um filtro para selecionar, dentre as tais, aquelas situadas no entorno dos reservatórios – 1.000 metros. As UPAs foram selecionadas a partir do Levantamento Censitário das Unidades de Produção de Agropecuária do Estado de São Paulo (LUPA) 2007/2008 (12).

## 2.2.10 Priorização das estradas rurais

Como critério de priorização, optou-se por escolher os trechos localizados entre o cruzamento da estrada e a hidrografia unifilar e o divisor de águas, que possuem grande potencial de carreamento do solo proveniente da estrada à hidrografia.

A priorização das estradas rurais foi feita utilizando-se as ferramentas do *software ArcGIS 10.2*. Para isso, inicialmente as estradas foram seccionadas nos pontos de cruzamento com a hidrografia e no cruzamento com o divisor de águas com a ferramenta *intersect*. Esse foi obtido com as ferramentas de geração de fluxo (pacote *Hydrology*), a partir do MDE invertido, onde o divisor de águas se converteu em depressões. Dos segmentos gerados, foram selecionados apenas aqueles que convergiam as águas para a hidrografia, que se constituíram nos trechos prioritários.

<sup>1</sup> Pela legislação, a Área de Preservação Permanente em torno das represas pode variar de acordo com o licenciamento ambiental e a data de implantação do mesmo, sendo que para este trabalho adotou-se o valor de 100m.

### 3. Referencial teórico e técnico

#### 3.1 O Sistema Cantareira

O Sistema Cantareira produz metade da água consumida pelos 19 milhões de habitantes da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Considerado um dos maiores sistemas produtores de água do mundo, tem uma área de aproximadamente 228 mil hectares e abrange 12 municípios, quatro deles no Estado de Minas Gerais. As águas produzidas pelo Sistema são provenientes, em sua grande maioria, da bacia do Rio Piracicaba e transpostas para a região da bacia do Alto Tietê, onde se localiza a Grande São Paulo (9).

São quatro os reservatórios que dão origem ao Sistema. O Sistema Jaguari-Jacareí entrou em operação em maio de 1982. É formado por duas barragens e um canal de interligação de 670m de extensão que conecta os dois corpos centrais receptores dos rios Jaguari e Jacareí, constituindo-os em um só reservatório. É o maior do Sistema Cantareira, contribuindo com a produção de 22 mil litros/s. A área de inundação estende-se por parte dos municípios de Vargem, Bragança Paulista, Joanópolis e Piracaia. Pelo fato de os dois reservatórios serem interligados e funcionarem como um sistema de reservação único, há algumas peculiaridades: a área do reservatório do Jacareí é maior do que a do Jaguari, mas a maior vazão afluente de água é produzida pelo rio Jaguari; a água chega pelo Jaguari e fica, em sua maior parte, reservada no Jacareí; o vertedor de proteção contra cheias está na barragem do Jaguari, e a tomada de água que interliga o reservatório com o resto do sistema está no reservatório do Jacareí; ambas têm válvulas que possibilitam manutenção controlada da vazão à jusante dos reservatórios. Está ligado ao reservatório Cachoeira através do túnel 7, com 5,88m de extensão (9).

O reservatório Cachoeira entrou em operação em novembro de 1974, como parte das obras da primeira etapa do Sistema Cantareira. A área inundada do reservatório, que contribui com 5.000L/s para o sistema, está localizada no município de Piracaia. Ocupa posição intermediária entre os reservatórios Jaguari-Jacareí e o Atibainha recebendo, além da contribuição natural do rio Cachoeira as provenientes do Jaguari-Jacareí. Está interligado ao reservatório Atibainha pelo túnel 6, com 4.700m, e por um canal de cerca de 1.200m (9).

O reservatório Atibainha entrou em operação em fevereiro de 1975, na 1.<sup>a</sup> etapa de implantação do Sistema Cantareira. A área inundada do reservatório está localizada no município de Nazaré Paulista. O reservatório contribui com 4m<sup>3</sup>/s para o Sistema. Ocupa posição intermediária entre os reservatórios Cachoeira e Paiva Castro. Além das contribuições naturais do rio Atibainha, recebe as águas provenientes dos rios Jaguari, Jacareí e Cachoeira. A ligação entre os reservatórios Atibainha e Paiva Castro é feita por um túnel de quase 10km de extensão (túnel 5, com 9.840m), por um canal à jusante do leito do rio Juquery-Mirim, e segue por mais dois quilômetros do represamento desse rio até o início do reservatório Paiva Castro. Nesse trecho estão implantados cinco vertedores, dispostos ao longo do canal retificado do rio Juquery, para dissipação de energia e impedimento de erosão no canal (9).

Reservatório Juquery entrou em operação em maio de 1973. Situado no município de Mairiporã, o reservatório do rio Juquery, chamado de Paiva Castro, contribui com 2m<sup>3</sup>/s. Nele unem-se as águas revertidas das bacias dos rios Jaguari, Jacareí, Cachoeira e Atibainha, além da que é produzida na própria bacia do Juquery. Após o reservatório Paiva Castro, a água segue para a estação elevatória de Santa Inês pelo túnel 3 (9).

**Tabela 3 – Capacidade de regularização de vazão de água dos reservatórios do Sistema Cantareira.**

Reservatórios	Vazão em mil litros/s	Porcentagem sobre o total
Juqueri (Paiva Castro)	2.000	6,1%
Atibainha	4.000	12,1%
Cachoeira	5.000	15,2%
Jaguari/Jacareí	22.000	66,7%
<b>Total Sistema Cantareira</b>	<b>33.000</b>	<b>100%</b>

Fonte: (9).

## Operação

A operação dessas estruturas de regularização do sistema compreende a manobra de um conjunto de válvulas e comportas que permite manejar a transferência de água entre os reservatórios e as descargas à jusante. Para isso são necessárias regras objetivas a fim de atender às demandas a cada momento e manter estoques de água nos reservatórios para superar situações críticas de estiagem e/ou propiciar controle de cheias em épocas chuvosas (9).

A atual outorga de direito do uso das águas dos reservatórios que compõem o Sistema Cantareira venceria em agosto de 2014, mas, devido ao período hidrológico 2014/2015 que registrou as mais baixas vazões afluentes desde 1930, o prazo da atual outorga foi estendido por duas vezes: a primeira, até outubro de 2015, por meio da Resolução Conjunta ANA-DAEE n.º 910/2014, e a segunda até maio de 2017, acordada em reunião realizada em outubro de 2015 entre os gestores do Sistema, que originou a Resolução Conjunta ANA-DAEE n.º 1.200/2015 (13).

A licença atual prevê a retirada de, no máximo, 31.000L/s de água pela Sabesp, para abastecimento da RMSP, e 5.000L/s para as bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ). O volume mínimo de água a ser revertido para a RMSP é de 24.800L/s e 3.000L/s para o PCJ. O banco de águas permite o armazenamento do volume não utilizado no período de chuvas para uso em períodos de estiagem, ou seja, funciona como uma poupança para as regiões utilizarem em períodos mais críticos. Para monitorar o banco de águas, a Agência Nacional das Águas (ANA) e o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) passam a emitir, desde agosto de 2004, comunicado conjunto informando à Sabesp e ao Comitê PCJ o saldo para o mês subsequente, obtido a partir da contabilização dos volumes não utilizados a que cada região tem direito, para posterior compensação (9).

O volume total atual é de 1.269,5 milhões de metros cúbicos. Devido à possibilidade de falta de água, a capacidade do Sistema Cantareira foi aumentada com o uso das reservas técnicas, também chamadas de volume morto. Com a entrada de 182,5 bilhões de litros de água da reserva técnica do Sistema Cantareira em 16/05/2014, foram acrescidos 18,5% sobre o volume total do Sistema (982,07 bilhões de litros), acrescidos 105hm (bilhões de litros) referentes à Reserva Técnica II. A soma do volume das reservas técnicas é de 287,5 milhões de metros cúbicos e têm de ser bombeados, representando um custo muito elevado em termos energéticos (14).

## 3.2 Solos

Pela análise do mapa de solos, verifica-se a ocorrência dos seguintes ordens de solos, cujas principais características morfológicas e de manejo são descritas a seguir:

- **Argissolos**

São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente do horizonte A ou E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta conjugada com saturação de bases baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B, satisfazendo, ainda, os seguintes requisitos: horizonte plíntico, se presente, não satisfaz os critérios para plintossolo; o horizonte glei, se presente, não satisfaz os critérios para gleissolo (15). Apresentam ainda drenagem rápida no horizonte A e moderada ou lenta no horizonte B (16). São muito suscetíveis a erosão devido a diferença de infiltração entre os horizontes, o que ocasiona o escorramento do excesso que não infiltra.

São necessárias práticas conservacionistas, de acordo com as condições locais, bem como adubações e correções de acidez. Quando usado em pastagens, corre também o risco de ser erodido, de acordo com a declividade do relevo, a presença ou não de práticas conservacionistas e o manejo da pastagem.

- **Cambissolos**

São solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, exceto hístico com 40cm ou mais de espessura, ou horizonte A chernozêmico, quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por base alta. Plintita e petroplintita, horizonte glei e horizonte vérico, se presentes, não satisfazem os requisitos para plintossolos, gleissolos e vertissolos, respectivamente (15).

São rasos ou pouco profundos, minerais e não hidromórficos, sem problemas de drenagem (16). Geralmente ocorrem no relevo ondulado e por isso são muito erodíveis, além de possuírem grande suscetibilidade à compactação devido aos teores de argila e/ou silte.

#### • **Latossolos**

São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200cm da superfície do solo ou dentro de 300cm, se o horizonte A apresenta mais que 150cm de espessura (15).

São solos muito profundos, acentuadamente drenados (com textura argilosa ou muito argilosa) ou fortemente drenados (textura média), na maioria das condições (16). Devido ao relevo pouco acidentado em que ocorrem, bem como a facilidade de infiltração, apresentam poucos problemas erosivos, sobretudo quando comparados aos outros tipos de solo como os argissolos.

Apresentam normalmente baixa fertilidade – exceto quando originados de rochas mais ricas em minerais essenciais às plantas –, acidez e teor de alumínio elevados. Possuem boas condições físicas para o uso agrícola, associadas a uma boa permeabilidade por serem solos bem estruturados e muito porosos. Porém, devido aos mesmos aspectos físicos, possuem baixa retenção de umidade, principalmente os de textura mais grosseira em climas mais secos (17).

O manejo dos latossolos requer, de um modo geral, a adoção de correção de acidez, adubação e, nos climas mais secos, de irrigação em função da exigência da cultura. São normalmente resistentes aos processos erosivos, devido às boas condições físicas. No entanto, verifica-se que o uso intensivo de mecanização tem ocasionado a compactação destes solos, tornando-os mais suscetíveis à erosão (17).

A região do Sistema Cantareira apresenta um tipo particular de latossolo, que ocorre em declividades mais acentuadas, acima de 20%, possuindo ainda textura argilosa e classe de profundidade “profundo”, entre 100cm a 200cm de profundidade, segundo Embrapa (15). Conforme a posição no relevo, podem estar associados aos argissolos vermelho-amarelos e/ou cambissolos fase rochosa e não rochosa. Apesar de ocorrem declividades acentuadas, possuem alta resistência à erosão devido às suas características intrínsecas.

### **3.3 Estradas rurais**

Estradas vicinais, ou estradas de chão, como são mais conhecidas, fazem parte da malha rodoviária de muitos países em desenvolvimento como o Brasil. Essas vias são utilizadas em muitas vezes como a única maneira para escoamento de produções agropecuárias, bem como ligação das populações rurais às cidades mais próximas. Mesmo possuindo essa importância estratégica, a falta de manutenção dessas estradas provoca uma série de danos ambientais, dentre os mais graves, a perda de solo e a formação de processos erosivos (18).

Um dos principais problemas que afetam a trafegabilidade das estradas não pavimentadas é a sua degradação devido a processos erosivos, afetando também áreas marginais impactando o meio ambiente, causando prejuízos aos mais variados setores da economia e da sociedade. No Estado de São Paulo, essas estradas são responsáveis por aproximadamente metade das perdas de solo em virtude da erosão (19). Segundo outra fonte, cerca de 50% do solo carreado aos corpos hídricos e 70% dos processos erosivos existentes no Estado de São Paulo ocorrem devido à inadequação de estradas não pavimentadas (20).

A drenagem da estrada rural de terra deve ser realizada por meio do abaulamento transversal do seu leito e da condução apropriada das águas retiradas, por meio de terraços daquelas que vêm de áreas externas, o que normalmente é feito por meio de canais de drenagem (19). Na ausência de abaulamento ou destes dispositivos a água de chuva vai ganhando velocidade e, consecutivamente, capacidade erosiva. O solo então vai sendo retirado do leito da estrada e acaba assoreando rios e reservatórios.

A erosão no leito da estrada ainda é mais lesivo aos mananciais uma vez que a maior porção do sedimento produzido na superfície da estrada é de tamanho inferior a 2mm (19), o que permite que o mesmo seja transportado a grandes distâncias e acumulado nos reservatórios onde ocorre o processo de sedimentação.

Desta forma, com a adequação das estradas rurais por meio da construção de lombadas, terraços, caixas de captação, bueiros e revestimento primário haverá uma redução considerável do volume das águas pluviais no leito e do volume de sedimentos que chegam às nascentes e cursos d'água, reduzindo-se assim o seu assoreamento e oferecendo melhores condições para o restabelecimento dos mananciais (21).

### 3.4 Erosões

Em condições naturais, as paisagens resultam de um longo e lento processo que envolve o intemperismo das rochas, a formação e erosão geológica do solo. Entretanto, por ocasião da erosão acelerada, principalmente pela ação antrópica, as perdas de solo processam-se em uma velocidade acima das perdas toleráveis de solo, que se refere às taxas aceitáveis de erosão frente ao intemperismo e à pedogênese, resultando na degradação do meio físico (22).

Além de degradar um dos recursos mais importantes, o solo, a erosão tem causado problemas na qualidade e disponibilidade da água através da poluição, do assoreamento de mananciais e de enchentes no período das chuvas ou escassez no período da estiagem. A erosão causa, portanto, a degradação de várzeas e rios, pois o assoreamento das partes mais baixas é causado pela deposição de sedimentos do solo das áreas mais elevadas, podendo ocorrer ainda o carreamento de substâncias tóxicas aplicadas nas lavouras. O assoreamento é também uma das causas de enchentes e/ou poluição ou ainda uma agravante destas (23).

A erosão dos solos afeta a vida humana de diversas maneiras e muitas vezes torna-se difícil recuperar a dimensão do problema. A sociedade depende dos solos e estes podem ser o fator determinante para o desenvolvimento de uma região, sendo o responsável por motivar muitas vezes a principal atividade econômica regional. Nesse aspecto, não se desconsidera a importância de outros fatores naturais (rocha, clima, relevo etc.), mas sendo o solo resultado da interação deles, tem-se a partir daí a importância dos estudos entre sociedade e meio físico (23).

Além das perdas econômicas, a erosão promove ao longo do tempo a degradação de áreas extensas, inviabilizando a continuidade do aproveitamento agrícola das mesmas. Em função disso, tais áreas acabam abandonadas, influindo inclusive nos preços atribuídos às propriedades rurais (23) e no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do município, além de provocar o êxodo rural e agravar os problemas urbanos.

#### • Erosão Laminar

A remoção de camadas delgadas de solo sobre toda uma área é a forma de erosão menos notada e, por isso, a mais perigosa. Em dias de chuva as enxurradas tornam-se barrentas. Os solos, por sua ação, tomam coloração mais clara e a produtividade vai diminuindo progressivamente. A erosão laminar arrasta primeiro as partículas mais leves do solo; considerando que a parte mais ativa do solo de maior valor é a integrada pelas menores partículas, pode-se julgar os seus efeitos sobre a fertilidade do solo.

É a forma de erosão dificilmente perceptível, entretanto, em culturas perenes formadas em terrenos suscetíveis à erosão, pode-se perceber, após alguns anos, que as raízes ficam expostas e indicam a profundidade da camada de solo que foi arrastada.

Quando se acumula na superfície, a água se move morro abaixo e rapidamente se movimenta em uma lâmina uniforme sobre a superfície da terra; isso aconteceria se a superfície do solo for lisa e uniformemente inclinada, o que raramente pode acontecer, pois ela é quase sempre irregular. Cada pequena porção de água toma o caminho de menor resistência, concentrando em pequenas depressões e ganhando velocidade à medida que a lâmina de água e a declividade do terreno aumentam (24).

#### • Sulcos

A erosão em sulcos resulta de pequenas irregularidades na declividade do terreno que faz com que a enxurrada, concentrando-se em alguns pontos do terreno, atinja volume e velocidade suficientes para formar riscos mais ou menos profundos. Na sua fase inicial, os sulcos podem ser desfeitos com as operações normais de preparo do solo. Em estágio mais adiantado, porém, eles atingem tal profundidade que interrompem o trabalho de máquinas agrícolas (24).

## • Voçorocas

Voçorocas são uma forma espetacular da erosão ocasionada por grandes concentrações de enxurrada que passam, ano após ano, no mesmo sulco, o qual vai se ampliando pelo deslocamento de grandes massas de solo, e formam grandes cavidades em extensão e em profundidade. A voçoroca é a visão impressionante do efeito da enxurrada descontrolada sobre a terra.

Quando os diferentes horizontes do solo são de material de consistência uniforme a voçoroca se desenvolve em paredes mais ou menos verticais; se o material é muito friável, está sujeito a frequentes desmoronamentos. Quando o material do subsolo ou de horizontes mais profundos é mais resistente que o horizonte superficial, as voçorocas apresentam parede em formato de V (24).

## 3.5 Áreas de Preservação Permanente associadas à Rede de Drenagem segundo a legislação

As Áreas de Preservação Permanente (APP) foram definidas pelo Código Florestal por meio da lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965. Posteriormente as APP foram definidas pela lei n.º 12.651, que alterou as leis n.ºs 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, bem como revogou a lei n.º 4.771, juntamente com a lei n.º 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n.º 2.166-67, de 24 de agosto de 2001 (11).

As APPs foram criadas para proteger o ambiente natural, o que significa que não são áreas apropriadas para alteração de uso da terra, devendo estar cobertas com a vegetação original (25). A função ambiental das APPs, definida pelo Código Florestal brasileiro, tem sido justificada também por serem ambientes voltados à preservação da paisagem, do fluxo gênico da fauna e flora e por atuarem como dissipadores de energia erosiva (26).

Entretanto, a APP possui um papel secundário na função de promover a infiltração de água de chuva, a alimentação do lençol freático e regularização do fluxo hídrico, uma vez que essa função é exercida pela bacia de drenagem como um todo e as APPs, na maioria das situações, se localizam à jusante, nas cotas mais baixas, possuindo uma área proporcionalmente menor em relação à área total da bacia de drenagem.

## 3.6 Priorização das UPAs

O cadastro técnico é um conjunto de registros que descrevem e caracterizam uma determinada área, estando esses registros georreferenciados (27). Os objetivos dos cadastros técnicos urbano e rural são normalmente os mesmos: fornecer dados e informações para a atuação de instituições públicas e/ou privadas (28). O cadastro técnico visa fundamentalmente fornecer a órgãos governamentais, entidades privadas e proprietários rurais, dados e informações cartografadas sobre os recursos e possibilidades de um desenvolvimento local integrado (29).

Métodos de priorização fornecem apoio ao planejamento regional e destinam-se a responder as perguntas sobre quando, onde e como poderemos atingir os objetivos propostos, de forma eficiente e econômica, racionalizando os recursos existentes.

Para tanto, adotou-se como critério a seleção das Unidades de Produção Agropecuária (UPAs) que apresentaram as explorações agrícolas de maior ocorrência de erosão, combinadas com as propriedades que utilizaram a irrigação. As Unidades de Produção Agropecuária são definidas segundo os critérios do Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo (LUPA 2007/2008) (12). Sendo assim, uma UPA é definida como: a) conjunto de propriedades agrícolas contíguas e pertencente ao(s) mesmo(s) proprietário(s); b) localizadas inteiramente dentro de um mesmo município, inclusive dentro do perímetro urbano; c) com área total igual ou superior a 0,1ha; d) não destinada exclusivamente para lazer. Em princípio, uma UPA significa exatamente o mesmo que um imóvel rural, sendo que apenas se afasta desse conceito nas seguintes situações: i) quando o imóvel rural se estende por mais de um município, considerando-se nesse caso cada uma das partes em municípios diferentes como uma UPA; ii) quando não é possível levantar o imóvel rural como tal, procedendo-se a repartição ou o agrupamento com outros.

## 4. Resultados e discussões

### 4.1 Solos

O mapa dos solos da área do presente plano encontra-se no Mapa de Solos no anexo 4. Tal mapa foi digitalizado a partir do “Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida, de (30). Na Bacia do Sistema Cantareira predominam três ordens de solo, ou seja, os latossolos, os argissolos e os cambissolos. Na Figura 1 encontram-se descritas as unidades de mapeamento de solos que ocorrem na região em porcentagem da área total. A descrição das unidades taxonômicas encontram-se na Tabela 4.

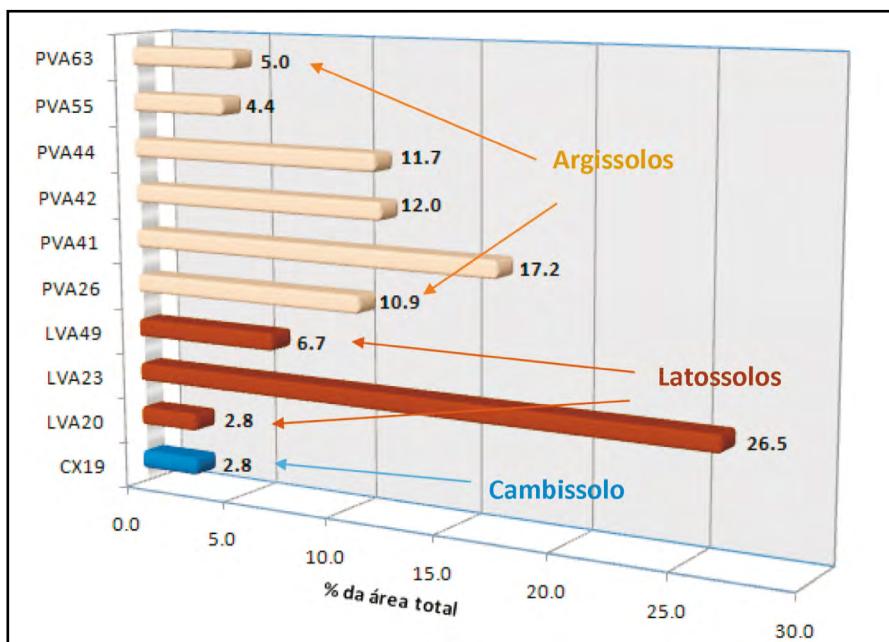


Figura 1 – Ocorrência das unidades de mapeamento dos solos da Bacia do Sistema Cantareira em porcentagem relativa à área total.

Tabela 4 – Unidades de mapeamento de solo da bacia do Sistema Cantareira, com a descrição das unidades taxonômicas e áreas correspondentes em hectares (30).

Legenda	Descrição	Ordem	Área em ha
<b>1 – CX19</b>	Cambissolo Háplico distr. text. argilosa e média relevo montanhoso escarpado + Latossolo Verm.-Amar. distr. text. argilosa relevo montanhoso ambos A moderado + afloramentos de rochas.	Cambissolos	3,133
<b>2 – LVA20</b>	Latossolo Vermelho-Amarelo distr.+ Cambissolo Háplico distr.fase não rochosa e rochosa ambos A proeminente text. Argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado.	Latossolos	3,133
<b>3 – LVA23</b>	Latossolo Vermelho-Amarelo distr.relevo montanhoso e forte ondulado + Cambissolo Háplico Tb distr.relevo montanhoso, ambos A moderado text. argilosa.	Latossolos	29,897
<b>4 – LVA49</b>	Latossolo Vermelho-Amarelo distr.A moderado e A proeminente + Latossolo Vermelho-Amarelo distr. A húmico ambos text.argilosa relevo forte ondulado e ondulado + Argissolo Vermelhos-Amarelo A moderado e A proeminente text. argilosa.	Latossolos	7,568
<b>5 – PVA26</b>	Argissolo Vermelho-Amarelo distr. A moderado e A proeminente text. média/ argilosa e argilosa, relevo forte, ondulado e montanhoso.	Argissolos	12,276
<b>6 – PVA41</b>	Argissolo Vermelho-Amarelo distr.text. argilosa relevo forte ondulado + Cambissolo Háplico distr.text. argilosa e média, relevo forte, ondulado e montanhoso, ambos A moderado.	Argissolos	19,324

Legenda	Descrição	Ordem	Área em ha
<b>7 – PVA42</b>	Argissolo Vermelho-Amarelo distr. text. argilosa relevo forte ondulado e montanhoso + Cambissolo Háplico distr.text. argilosa, relevo montanhoso e escarpado ambos A moderado.	Argissolos	13,460
<b>8 – PVA44</b>	Argissolo Vermelho-Amarelo distr. text. média/argilosa e argilosa fase não rochosa e rochosa + Cambissolo Háplico distr. text. argilosa e média ambos A moderado e A proeminente, relevo forte, ondulado e montanhoso.	Argissolos	13,167
<b>9 – PVA55</b>	Argissolo Vermelho-Amarelo distr. text. argilosa e média/argilosa fase não rochosa e rochosa relevo forte ondulado + Latossolo Vermelho-Amarelo distr. text. argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso, ambos A moderado.	Argissolos	5,001
<b>10 – PVA63</b>	Argissolo Vermelho-Amarelo distr. A moderado e A proeminente + Argissolo Vermelho-Amarelo eutr. A moderado ambos text. média/argilosa e argilosa fase não rochosa e rochosa, relevo montanhoso e forte ondulado.	Argissolos	5,652

## Unidades de mapeamento

### 1 – CX19

A unidade de mapeamento CX19 ocorre em duas pequenas porções ao nordeste da bacia. O perfil da topossequência típico é apresentado na Figura 2.

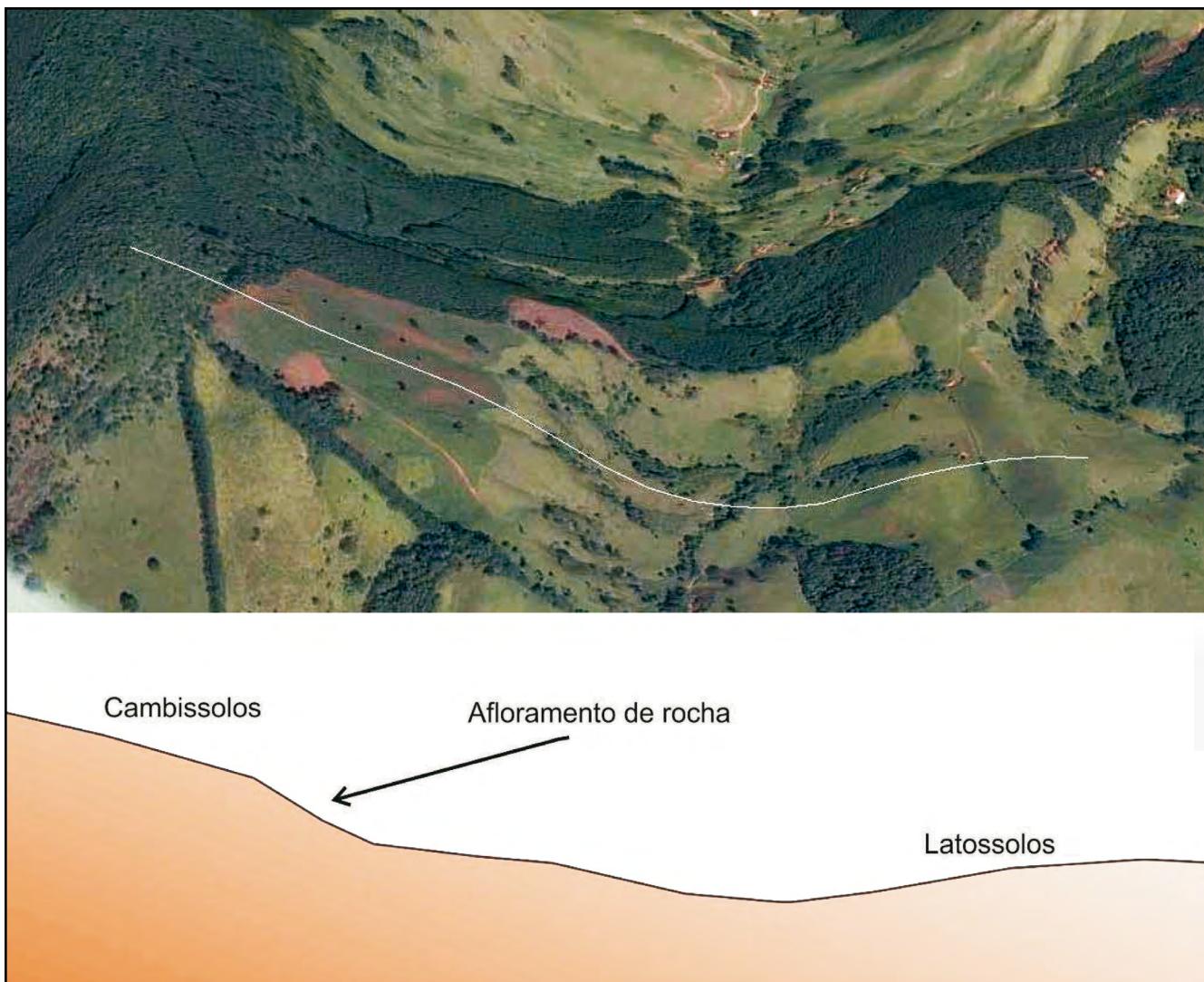


Figura 2 – Visualização em 3D de imagem do Google Earth sobre perfil da topossequência típica da unidade de mapeamento CX19.

Todos os solos que ocorrem nesta unidade possuem textura argilosa. Nesta destacam-se os cambissolos, pois possuem teores elevados de silte, o que favorece a compactação, são menos resistentes à erosão (31), quando comparados aos latossolos, e localizam-se nas porções mais declivosas do terreno.

## 2 – LVA20

A unidade de mapeamento LVA20 ocorre em uma pequena porção ao norte da bacia. O perfil de elevação típico é apresentado na Figura 3.

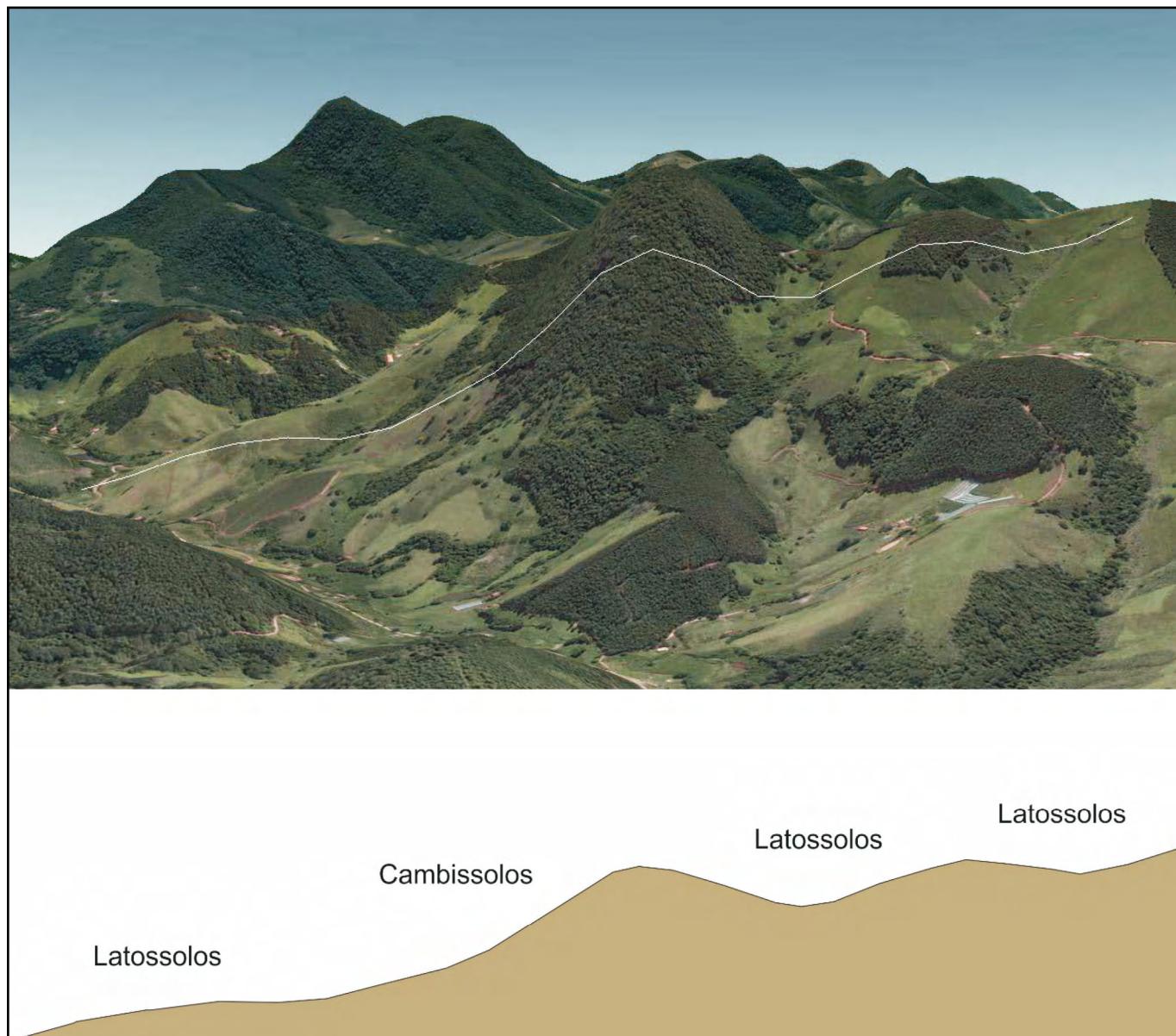
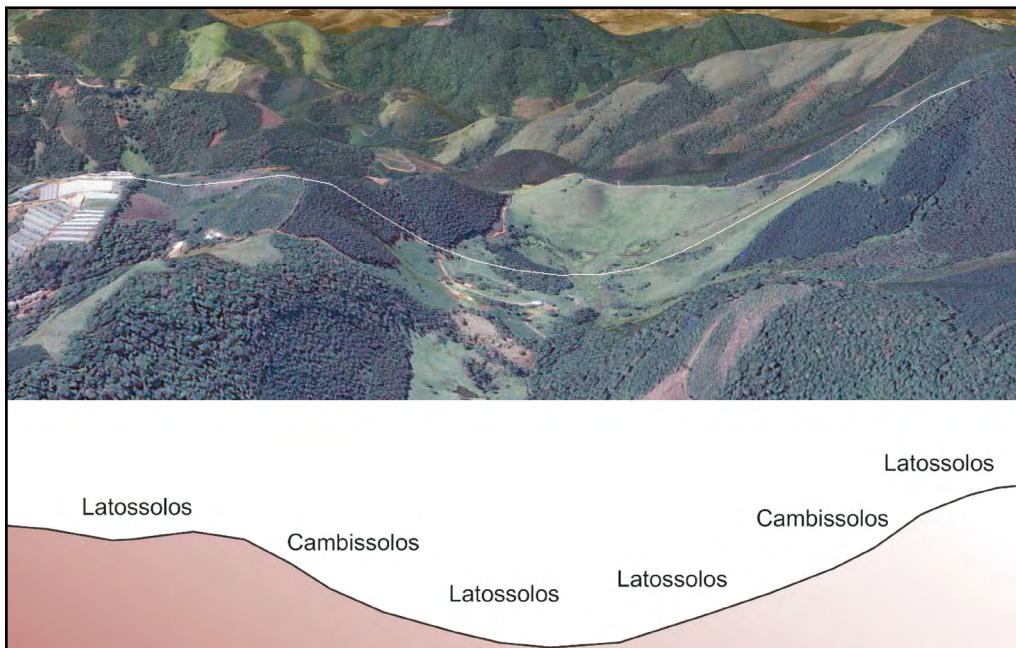


Figura 3 – Visualização em 3D de imagem do Google Earth sobre perfil da topossequência típica da unidade de mapeamento LVA20.

Todos os solos que ocorrem nesta unidade possuem textura argilosa e, assim como no caso da unidade CX19, os cambissolos também possuem maior importância, muito embora ocorram em uma área proporcionalmente menor, uma vez que ocorrem em declives mais acentuados e oferecem menor resistência à erosão (31).

## 3 – LVA23

Esta unidade situa-se ao longo de toda a bacia, na porção oeste e possui destaque por representar 26,5% do total da área das unidades, conforme Figura 4. A exemplo das unidades anteriores, as porções de cambissolos possuem destaque, por situarem-se nos declives mais acentuados e oferecerem menor suscetibilidade à erosão (31).

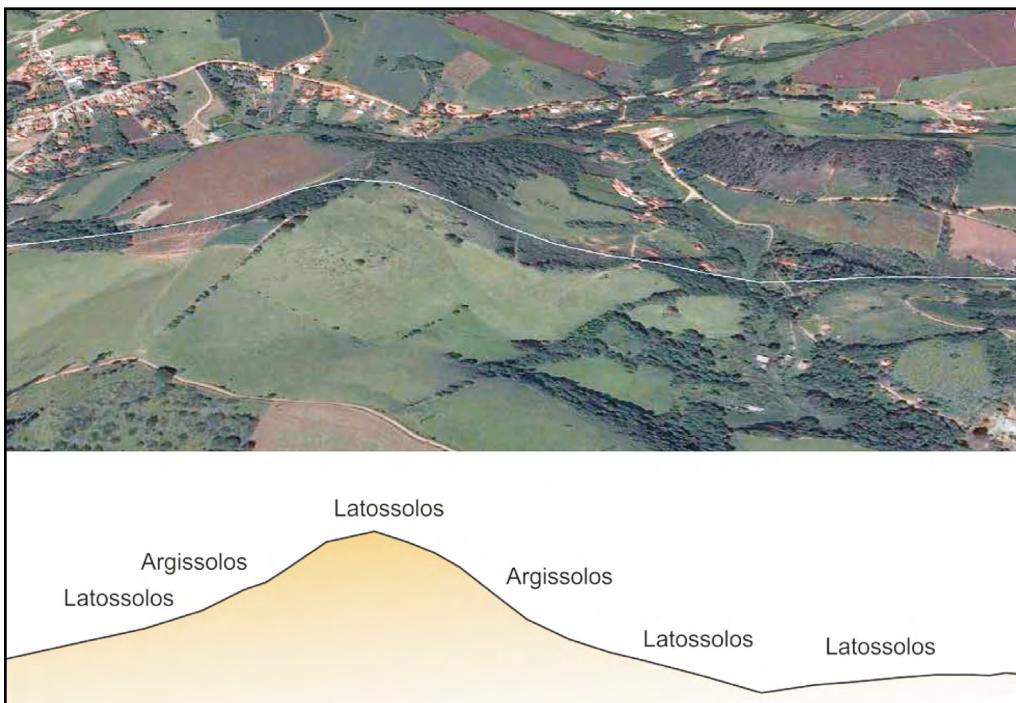


**Figura 4** – Visualização em 3D de imagem do Google Earth, sobre perfil da topossequência típica da unidade de mapeamento LVA23.

#### 4 – LVA49

A unidade LVA49 localiza-se a noroeste na bacia, possuindo um destaque para o reservatório do Jaguari, uma vez que os solos dessa unidade envolvem praticamente todo o manancial.

Muito embora os solos predominantes sejam do tipo latossolo vermelho-amarelo, os quais possuem alta resistência à erosão, estes necessitam de boas práticas de controle da erosão, devido ao relevo forte ondulado e ondulado onde ocorrem, estando desta forma sujeitos à erosão. Esta unidade apresenta ainda em menores áreas, a ocorrência de argissolos vermelho-amarelos com textura argilosa e menor resistência à erosão (31) quando comparado aos latossolos. A maior erodibilidade se deve principalmente ao aumento nos teores de argila em profundidade, o que dificulta a infiltração de água no perfil, favorecendo assim o deflúvio. O perfil da topossequência típico é apresentado na Figura 5.

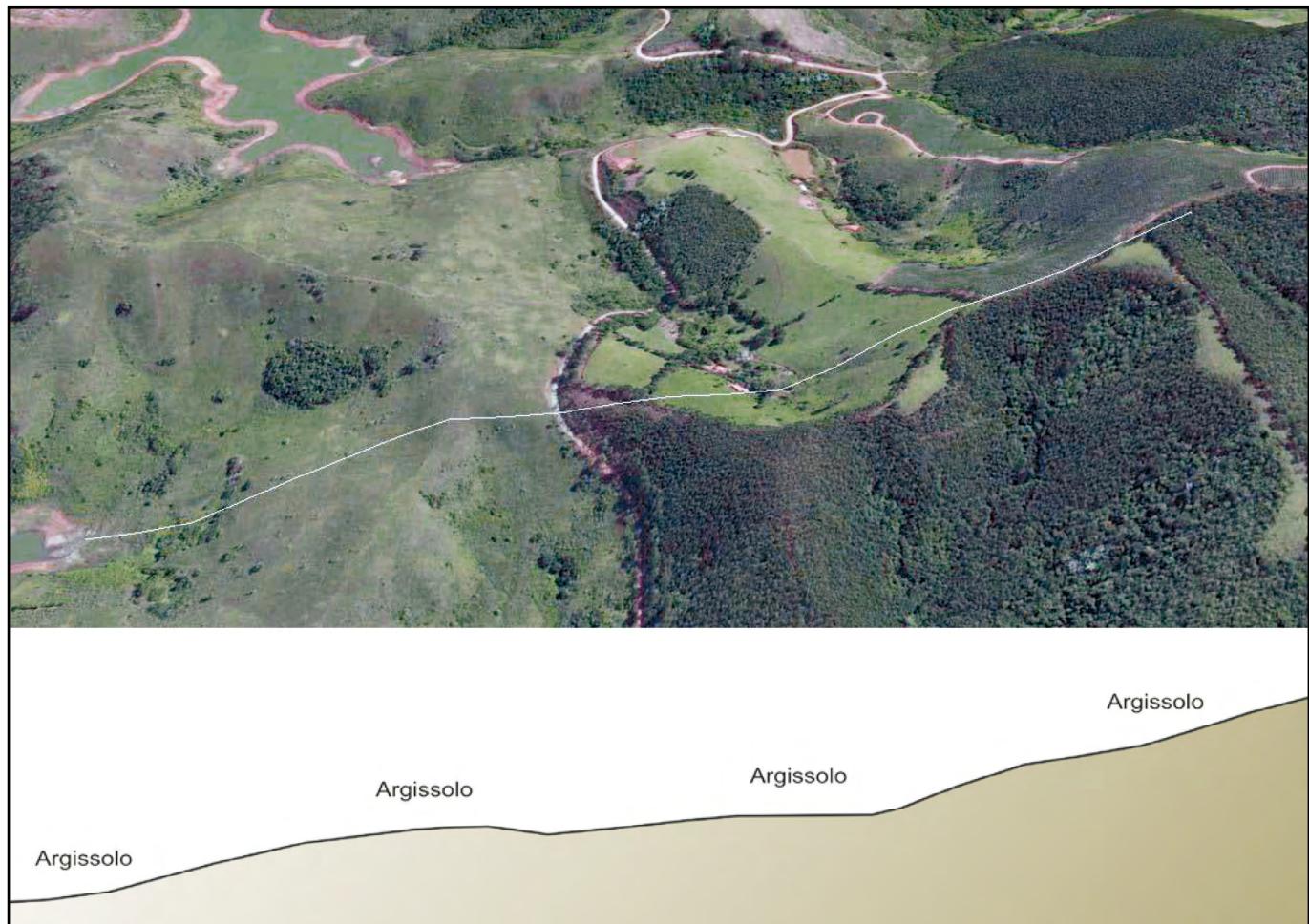


**Figura 5** – Visualização em 3D de imagem do Google Earth, sobre perfil da topossequência típica da unidade de mapeamento LVA49.

## 5 – PVA26

A unidade PVA26 é representada por apenas um tipo de solos, cuja descrição é: argissolo vermelho-amarelo distrófico A moderado e A proeminente textura média/argilosa e argilosa relevo forte ondulado e montanhoso. Localiza-se na porção ocidental da bacia e envolve praticamente todo o reservatório Cachoeira e também a parte ocidental do reservatório Atibainha. Além da importância referente aos reservatórios apontados, corresponde a 10,9% da área total da bacia.

A menor resistência à erosão deste solo, classificada como “moderada” (31), se deve principalmente ao aumento nos teores de argila em profundidade, o que dificulta a infiltração de água no perfil, favorecendo assim o desflúvio. Cuidados especiais devem ser tomados nas áreas de maior declividade, bem como no caso das ocupações menos conservacionistas as quais expõem o solo à erosão. O perfil da toposequência típico é apresentado na Figura 6.

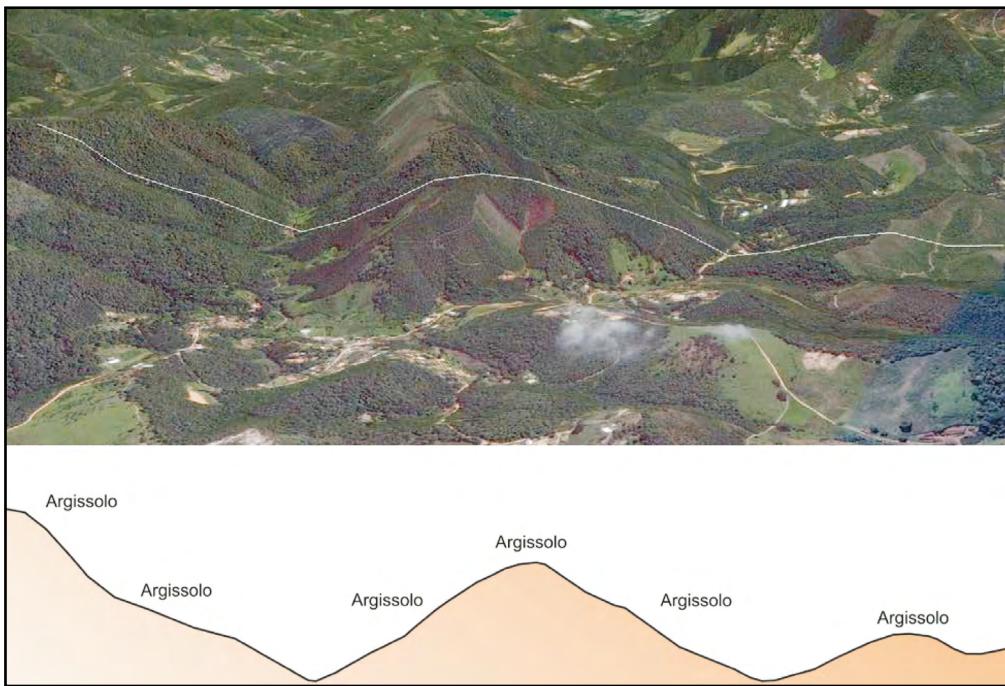


**Figura 6** – Visualização em 3D de Imagem do Google Earth, sobre perfil da toposequência típica da unidade de mapeamento PVA26.

## 6 – PVA41

A unidade de mapeamento PVA41 é encontrada na porção sul da bacia e envolve quase que completamente os reservatórios Paiva Castro/Juqueri e o Juqueri. A unidade taxonômica principal, composta por argissolos vermelhos-amarelos distróficos, textura argilosa, relevo forte ondulado, assim como os argissolos da unidade anterior, são menos resistentes à erosão (31) devido ao aumento nos teores de argila em profundidade. Dessa forma, devem receber atenção especial, sobretudo nas porções com maior declividade, mediante o uso correto das práticas conservacionistas.

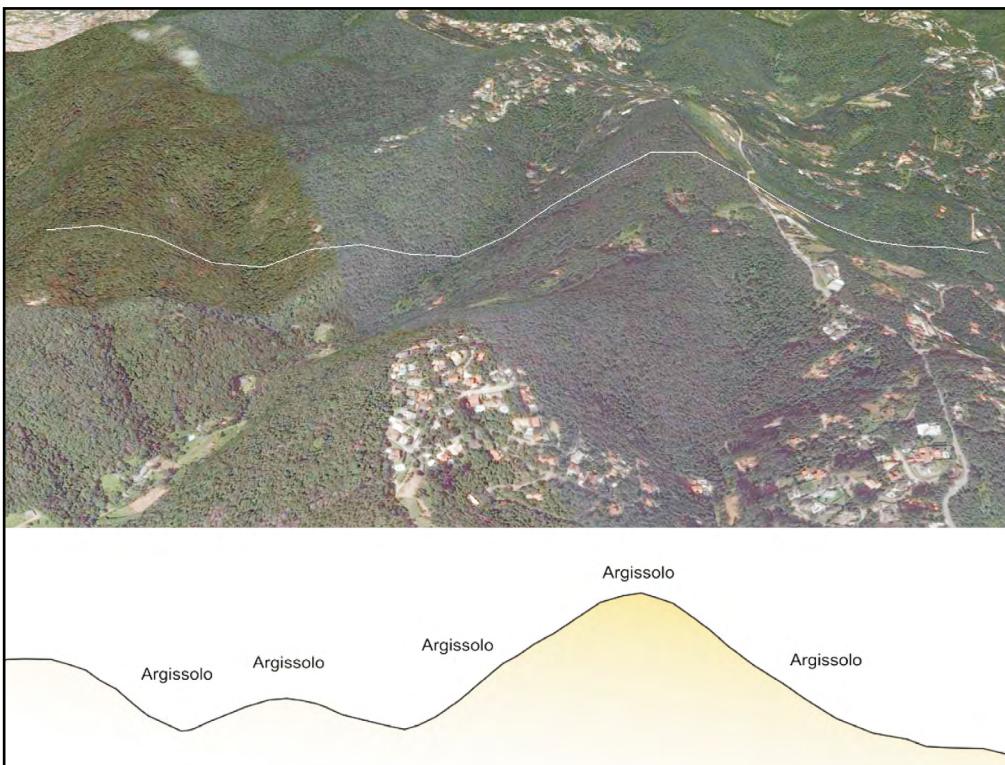
Nesta unidade encontram-se ainda os cambissolos, que apesar de ocorrerem em menores porções, possuem importância por serem os menos resistentes à erosão (31), além de ocorrerem nas porções mais declivosas do terreno. O perfil da toposequência típico é apresentado na Figura 7.



**Figura 7** – Visualização em 3D de imagem do Google Earth, sobre perfil da topossequência típica da unidade de mapeamento PVA41.

## 7 – PVA42

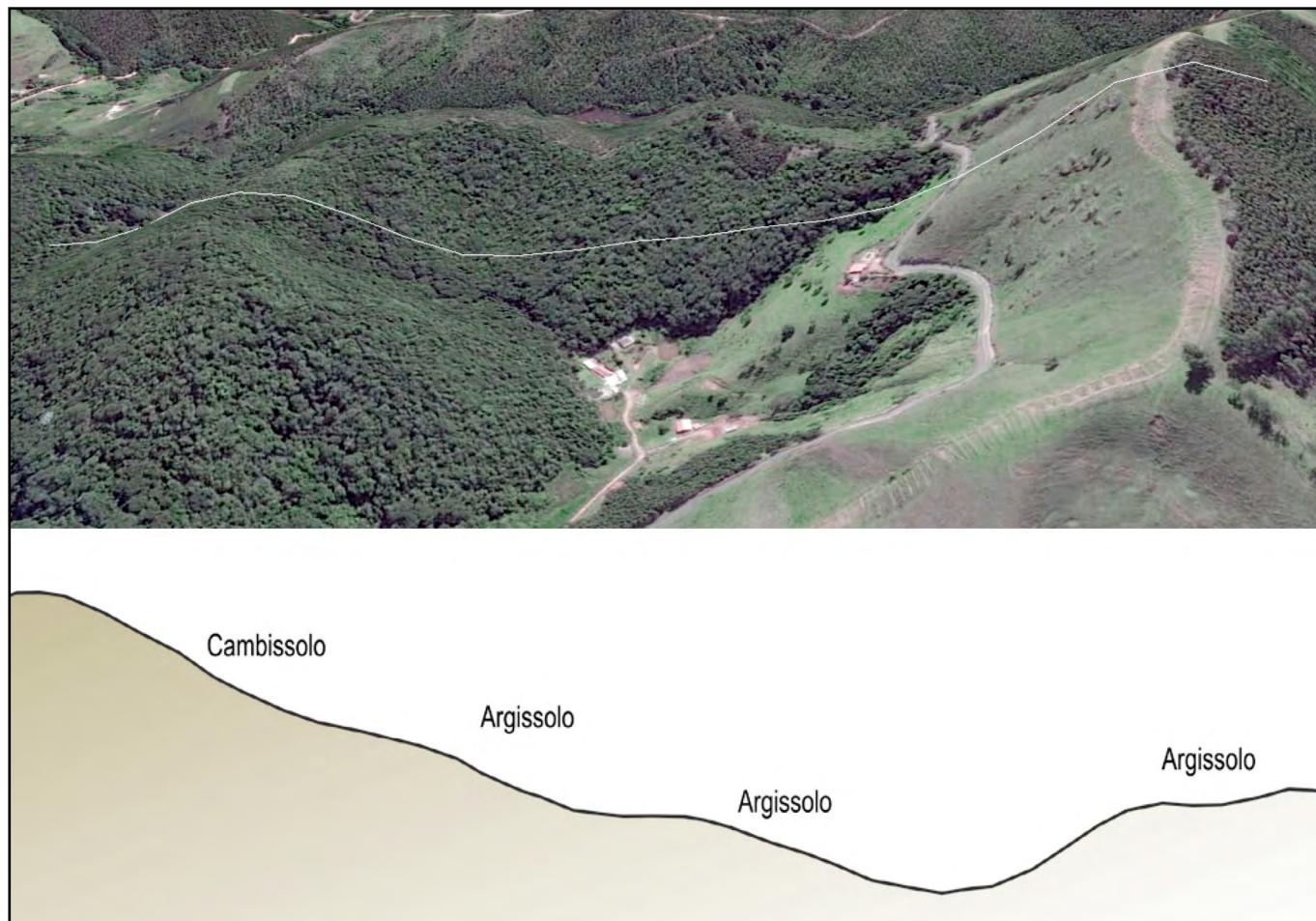
A unidade PVA42 ocorre ao sul da bacia e encontra-se dividida em duas áreas. Assim como a unidade anterior, possui como unidade taxonômica principal o argissolo vermelho-amarelo distrófico, textura argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso, que a torna mais suscetível à erosão devido ao aumento nos teores de argila em profundidade. Por este motivo, devem receber cuidados especiais com relação à conservação do solo, sobretudo quando associado às porções mais inclinadas do terreno. Nessa unidade também ocorrem os cambissolos, cujos cuidados são os mesmos do anteriormente descrito para as unidades abordadas. O perfil da topossequência típico é apresentado na Figura 8.



**Figura 8** – Visualização em 3D de imagem do Google Earth, sobre perfil da topossequência típica da unidade de mapeamento PVA42

## 8 – PVA44

A unidade PVA44 encontra-se na parte norte da bacia, entre os reservatórios Jaguari e Cachoeira. Assim como as unidades anteriores, esta unidade possui uma unidade taxonômica principal composta pelo argissolo vermelho-amarelo distrófico, textura média/argilosa e argilosa, fase não rochosa e rochosa, assim como de forma secundária o cambissolo háplico distrófico, textura argilosa, relevo montanhoso e escarpado. Dessa forma, também aplicam-se as mesmas recomendações no que se refere aos cuidados de conservação do solo dessas unidades. O perfil da topossequência típico é apresentado na Figura 9.

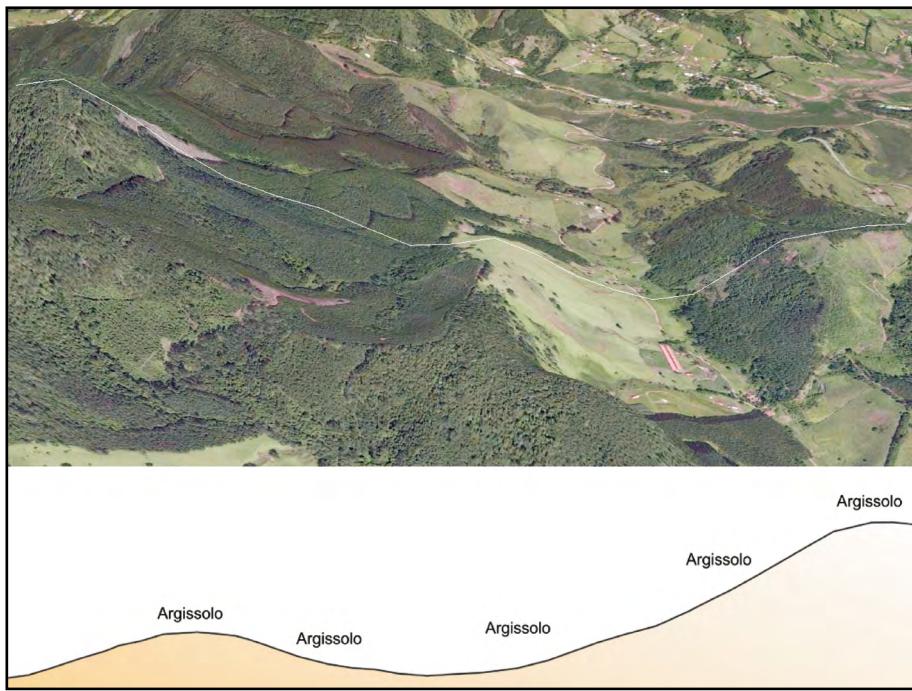


**Figura 9** – Visualização em 3D de imagem do Google Earth, sobre perfil da topossequência típica da unidade de mapeamento PVA44

## 9 – PVA55

A unidade PVA55 encontra-se na porção nordeste da bacia e é quase que totalmente envolvida pela unidade LVA23. Apresenta como unidade taxonômica principal o argissolo vermelho-amarelo distrófico, textura argilosa e média/argilosa, fase não rochosa e rochosa, relevo forte ondulado.

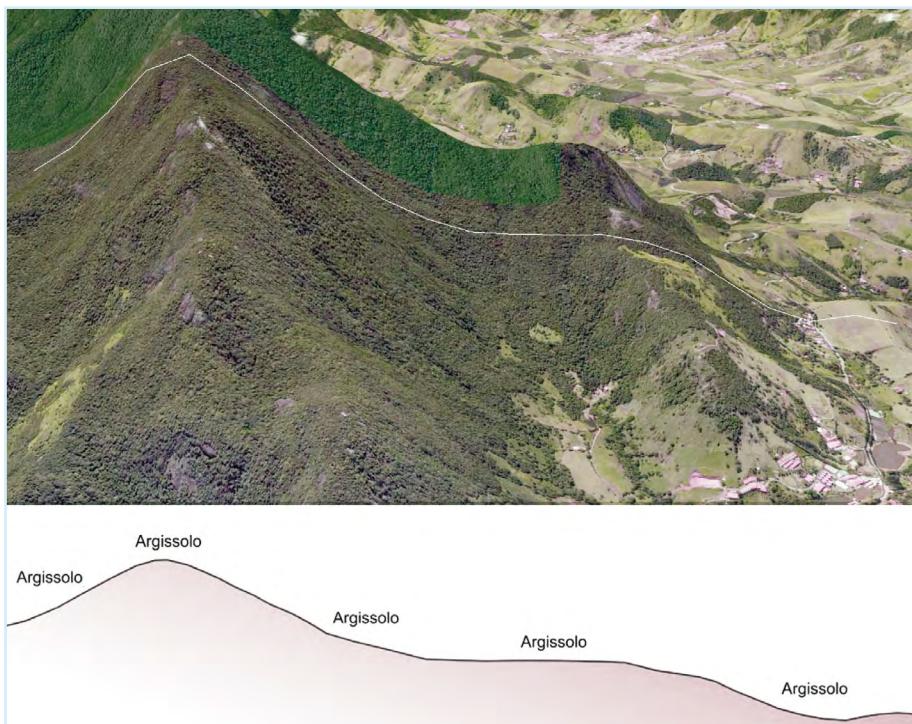
A menor resistência à erosão desse solo, quando comparada a do grupo dos latossolos, classificada como “moderada” (21), se deve principalmente ao aumento nos teores de argila em profundidade, o que dificulta a infiltração de água no perfil, favorecendo assim o deflúvio. Cuidados especiais devem ser tomados nas áreas de maior declividade, bem como no caso das ocupações menos conservacionistas as quais expõem o solo à erosão. O perfil da topossequência típico é apresentado na Figura 10. Adicionalmente, a unidade também apresenta a unidade taxonômica latossolo vermelho-amarelo distrófico, textura argilosa, relevos forte ondulado e montanhoso, ambos A moderado, com maior resistência à erosão e que requerem menores cuidados na conservação do solo.



**Figura 10** – Visualização em 3D de imagem do Google Earth sobre perfil da topossequência típica da unidade de mapeamento PVA55

## 10 – PVA63

A unidade PVA63 localiza-se na porção noroeste da bacia, envolvendo parcialmente o reservatório Jacareí. Tanto a unidade taxonômica principal como a secundária são constituídas de dois tipos de argissolos – argissolo vermelho-amarelo distrófico A moderado e A proeminente e argissolo vermelho-amarelo eutrófico A moderado, sendo em sua maioria distróficos, ambos de textura média/argilosa e argilosa. A exemplo das unidades anteriores, possui menor resistência à erosão deste solo, classificada como “moderada” (21), que se deve principalmente ao aumento nos teores de argila em profundidade, o que dificulta a infiltração de água no perfil, favorecendo assim o deflúvio. Cuidados especiais devem ser tomados nas áreas de maior declividade, bem como no caso das ocupações menos conservacionistas as quais expõem o solo à erosão. O perfil da topossequência típico é apresentado na Figura 11.



**Figura 11** – Visualização em 3D de imagem do Google Earth, sobre perfil da topossequência típica da unidade de mapeamento PVA63

## 4.2 Estradas rurais

As estradas rurais constituem-se em importante componente da infraestrutura rodoviária para prover uma determinada localidade de um fluxo regular de mercadorias e serviços, permitindo o desenvolvimento das comunidades nas quais se inserem de maneira a contribuir na melhoria de sua qualidade de vida. Sob essa ótica, as mesmas devem ser construídas adequadamente, em conformidade com normas específicas, de forma que possam satisfazer as necessidades a curto e a longo prazos das comunidades atingidas, bem como a de seus usuários. Sendo este o objetivo principal, tais estradas devem ser construídas/melhoradas de maneira a provocar o menor impacto ao meio ambiente, com o menor custo possível (32).

Em geral, a grande maioria das estradas situadas em zonas rurais foi aberta de forma inadequada pelos colonizadores. Estes se orientaram, basicamente, pela estrutura fundiária e pelas facilidades do terreno, o que favorece, em períodos de chuvas intensas, o desenvolvimento de processos erosivos extremamente prejudiciais à pista de rolamento, às áreas marginais e à sua plataforma como um todo (32).

Desta forma, foram levantados os trajetos das estradas rurais em toda a SFRSC, bem como dos trajetos prioritários. Como critério de priorização, optou-se por escolher os localizados entre o cruzamento da estrada e a hidrografia unifilar e o divisor de águas, com grande potencial de carreamento de material particulado a hidrografia, visando às futuras ações de recuperação. Estes resultados encontram-se na Tabela 5, separados por reservatório, e na Tabela 6, separados por área do município dentro da bacia do Sistema Cantareira, bem como no Mapa do Sistema Viário no anexo 6.

**Tabela 5** – Totais das estradas rurais e trechos prioritários levantados, expressos em quilômetros e em porcentagem de trechos prioritários em relação ao total, por reservatório da bacia do Cantareira.

Reservatórios	Total em km	% sobre o total	Prioritárias em km
Juqueri	179,15	21,1	34,32
Atibainha	265,54	31,3	62,23
Cachoeira	224,12	26,4	84,40
Jacareí	132,93	15,7	26,98
Jaguari	46,58	5,5	5,52

**Tabela 6** – Totais das estradas rurais e trechos prioritários levantados, em quilômetros e em porcentagem de trechos prioritários em relação ao total, por área do município dentro da bacia do Cantareira.

Municípios	Total em km	% sobre o total	Prioritárias em km
Bragança Paulista	9,28	1,1	0
Caieiras	0,80	0,1	0
Franco da Rocha	7,52	0,9	0,36
Joanópolis	245,58	28,9	52,61
Mairiporã	129,93	15,3	25,05
Nazaré Paulista	251,81	29,7	56,78
Piracaia	145,44	17,1	90,71

**Tabela 7** – Estradas priorizadas por km<sup>2</sup> da BFR

BFR	km priorizados por km <sup>2</sup> da BFR
Juqueri	0,10
Atibainha	0,20
Cachoeira	0,24
Jacareí	0,13
Jaguari	0,11

## 4.3 Erosões

Os processos erosivos levantados na bacia de contribuição do Sistema Cantareira encontram-se descritos nas tabelas 8, 9, e 10 e no Mapa de Erosões no anexo 5. Os reservatórios que apresentam uma maior área erodida em termos percentuais são o Jacareí e o Cachoeira, com 7,53% e 9,73% respectivamente. A ocorrência de erosão encontra-se associada ao uso do solo e, consequentemente, às práticas dispensadas nesses usos (Tabela 10). Essas, em sua grande maioria, ocorrem em pastagens e predominam nas bacias de formação dos reservatórios (BFR): Cachoeira, Jacareí e Jaguari (Tabela 15 – áreas com predomínio de gramíneas/ pastagem). As erosões denominadas “outras” correspondem aos tipos de uso não rurais, tais como os movimentos de terra associados a abertura de loteamentos, explorações industriais e minerais. Estas concentram-se na BFR do reservatório Juqueri (Tabela 15), que apresenta uma grande porcentagem da área ocupada por áreas urbanizadas – 10,5% (Tabela 15), associadas a esse tipo de uso e, consequentemente, com pouca presença de UPAs, ou seja, 0,39 UPA/km<sup>2</sup> – a menor das BFRs (Tabela 16).

Assim, com respeito à ocorrência de erosão, deve-se priorizar as BFR Atibainha, Cachoeira, Jacareí e Jaguari, pois além de apresentarem as maiores áreas erodidas, estas ocorrem nos usos associados as atividades rurais, âmbito de atuação da CATI, ou seja, além das pastagens, as culturas anuais e perenes e o reflorestamento.

**Tabela 8** – Área das BFRs e área erodida por BFR, expressas em hectares e porcentagem da área erodida em relação a área total.

BFR	Área da BFR (ha)	Área erodida (ha)	% da área erodida
Juqueri	33.770	818,15	2,42
Atibainha	31.400	1.322,04	4,21
Cachoeira	34.718	2.615,56	7,53
Jacareí	20.052	1.951,68	9,73
Jaguari	5.193	207,33	3,99

**Tabela 9** – Totais das áreas erodidas, expressas por ha e porcentagem sobre o total, discriminados pela ocorrência em diversos tipos de uso do solo.

Uso do solo	Área erodida em ha	% sobre o total
Cultura anual	16	0,2
Cultura perene	1,26	0
Mata	35,37	0,5
Outras (uso urbano)	692,39	10
Pastagem	5.758,98	83,3
Reflorestamento	410,77	5,9

**Tabela 10** – Áreas erodidas de acordo com a ocorrência em diversos tipos de uso do solo e BFRs, expressas em porcentagem sobre a área total de cada reservatório.

Uso do solo/ BFR	Juqueri	Atibainha	Cachoeira	Jacareí	Jaguari
Cultura anual	0	0	0,2	0,35	1,94
Cultura perene	0	0	0	0,06	0
Mata	1,82	0,54	0,44	0,08	0,11
Outras (uso urbano)	50,14	8,82	1,49	5,99	4,63
Pastagem	30,4	80,26	93,44	92,86	92,96
Reflorestamento	17,64	10,38	4,42	0,66	0,37

## 4.4 Hidrografia

A Bacia do Sistema Cantareira dentro do Estado de São Paulo tem 2.389,83km de rios unifilares, 47,73ha de rios bifilares, 321,92ha de lagos e 81,65km<sup>2</sup> de represas e reservatórios.

A hidrografia da área de estudo está dividida em vários mananciais e seus afluentes, descritos na forma de linhas (hidrografia unifilar) ou polígonos (hidrografia bifilar, lagos e reservatórios/represas) e são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 11** – Hidrografia do Sistema Cantareira.

Nome	Rios unifilares <sup>1</sup> (km)	Rios bifilares <sup>2</sup> (ha)	Represas ou reservatórios (km <sup>2</sup> )	Lagos (ha)
Jaguari	118,77	15,34	5,95	13,87
Jacareí	325,49	0	42,67	32,08
Cachoeira	799,30	4,73	8,07	74,95
Atibainha	586,32	0	20,51	78,28
Juqueri	559,95	27,66	4,45	122,74
<b>Total</b>	<b>2.389,83</b>	<b>47,73</b>	<b>81,65</b>	<b>321,92</b>

1 – Rios com largura inferior a 10m, quantificados em extensão – km.

2 – Rios com largura superior a 10m, quantificados em superfície – ha.

### 4.4.1 Rios principais

#### • Rio Juqueri

O rio Juqueri nasce no Bairro Mascate Grande, em Nazaré Paulista, e desagua no rio Tietê em Santana de Parnaíba. Durante esse percurso, passa pelos municípios de Nazaré Paulista, Mairiporã, Franco da Rocha, Caiadas, São Paulo, Cajamar e Santana de Parnaíba.

O rio Juqueri apresenta sinais de poluição em Mairiporã, na Grande São Paulo, após a invasão de lotes irregulares às margens do rio. As casas não têm fossas adequadas e o esgoto que contamina o solo vai parar no manancial. Rio Cachoeira

O rio Cachoeira nasce na Pedra do Selado, município de Joanópolis, e depois se encontra com o rio Atibainha onde vai formar o rio Atibaia, próximo à divisa dos municípios de Atibaia, Piracaia e Bom Jesus dos Perdões. No seu trajeto passa pelos municípios de Joanópolis, Piracaia e Bom Jesus dos Perdões. Em Joanópolis, o rio irrompe de um paredão de pedra de mais de 100 metros, formando a Cachoeira dos Pretos.

#### • Rio Atibainha

O rio Atibainha nasce na Serra do Guirra, no município de Piracaia, e durante o seu trajeto passa pelos municípios de Piracaia, Nazaré Paulista e Bom Jesus dos Perdões.

#### • Rio Jaguari

O rio Jaguari nasce na Serra da Mantiqueira, no município de Camanducaia, em Minas Gerais. Em Extrema, o rio Jaguari recebe um afluente importante, o rio Camanducaia. Dentro do Estado de São Paulo, no município de Vargem, ele é represado. Já à jusante do reservatório em Americana, junta-se com o rio Atibaia dando origem ao rio Piracicaba.

#### • Rio Jacareí

O rio Jacareí nasce em Joanópolis, sendo represado nesse mesmo município. À jusante do reservatório Jacareí, esse manancial deságua no rio Jaguari.

**Tabela 12** – Localização dos rios principais nas SFRSC

<b>Sub-bacias Formadoras dos Reservatórios do Sistema Cantareira em São Paulo - SFRSC</b>	<b>Rios</b>
Jaguari	Rio Jaguari
Jacareí	Rio Jacareí
Cachoeira	Rio Cachoeira
Atibainha	Rio Atibainha
Juqueri	Rio Junqueira

#### **4.4.2 Represas e reservatórios**

- **Represa Paiva Castro**

Em 1966 foram iniciadas as obras para construção da represa Paiva Castro, sendo finalizadas sete anos depois, em 1973. Neste reservatório unem-se as águas provenientes das bacias dos rios Jaguari, Jacareí, Cachoeira e Atibainha, além da que é produzida na própria bacia do Juqueri. A represa fica situada a 745 metros acima do nível do mar e contribui com  $2\text{m}^3/\text{s}$  de água para a estação de tratamento. A área dessa represa foi levantada neste trabalho a partir das imagens do Projeto Mapeia São Paulo de 2010/2011, sendo de  $3,83\text{km}^2$ .

- **Reservatório Cachoeira**

O reservatório da Cachoeira localiza-se em Piracaia, tendo entrado em operação em novembro de 1974. Ocupa posição intermediária entre os reservatórios Jaguari-Jacareí e o Atibainha. Além da contribuição natural da bacia do rio Cachoeira, recebe também as águas provenientes das bacias dos rios Jaguari e Jacareí. Contribui com  $5\text{m}^3/\text{s}$  de água para o Sistema Cantareira. A área desta represa, estimada por meio das imagens do Projeto Mapeia São Paulo, de 2010/2011, é de  $8,07\text{km}^2$ .

- **Reservatório Atibainha**

O reservatório Atibainha entrou em operação em fevereiro de 1975, na primeira etapa de implantação do Sistema. A área inundada do reservatório está localizada no município de Nazaré Paulista, sendo estimada com o uso das imagens do Projeto Mapeia São Paulo de 2010/2011 como de  $20,51\text{km}^2$ . Desta forma ocupa posição intermediária entre os reservatórios Cachoeira e Paiva Castro. Além das contribuições naturais do Rio Atibainha, recebe as águas provenientes dos rios Jaguari, Jacareí e Cachoeira. Esse reservatório contribui com  $4\text{m}^3/\text{s}$  de água para o Sistema Cantareira.

- **Reservatório Jaguari/Jacareí**

O reservatório Jaguari-Jacareí entrou em operação em maio de 1982, sendo formado por duas barragens e um canal de interligação que conecta os dois corpos receptores dos rios Jaguari, sendo o maior reservatório do Sistema Cantareira.

Estende-se por parte dos municípios de Vargem, Bragança Paulista, Joanópolis e Piracaia, e contribui com a produção de  $22\text{m}^3/\text{s}$  de água para o Sistema. A área estimada a partir das imagens do Projeto Mapeia São Paulo de 2010/2011 é de  $5,95\text{km}^2$  para a porção na sub-bacia do Jaguari e de  $42,67\text{km}^2$  na porção da sub-bacia do Jacareí.

#### **4.5 Sub-bacias formadoras dos reservatórios do Sistema Cantareira**

Abaixo encontram-se descritas as sub-bacias formadoras dos reservatórios do Sistema Cantareira em São Paulo (SFRSC) e suas respectivas áreas em  $\text{km}^2$ .

**Tabela 13** – Quadro de áreas das sub-bacias formadoras dos reservatórios do Sistema Cantareira em São Paulo

Sub-bacia de contribuição	Área em km <sup>2</sup>
Do Reservatório Juqueri	338
Do Reservatório Atibainha	314
Do Reservatório Cachoeira	347
Do Reservatório Jacareí	201
Do Reservatório Jaguari	052
<b>Total</b>	<b>1.251</b>

Conforme dados do mapa das sub-bacias formadoras dos reservatórios - Anexo 1.

**Tabela 14** – Densidade de drenagem por sub-bacias formadoras dos reservatórios do Sistema Cantareira em São Paulo.

Sub-bacia de contribuição	Comprimento da hidrografia em km	Área da bacia de contribuição km <sup>2</sup>	Densidade de drenagem km/km <sup>2</sup>
Jaguari	128,29	52	2,47
Jacareí	325,49	201	1,62
Cachoeira	803,23	347	2,31
Atibainha	586,32	314	1,87
Juqueri	575,45	338	1,70

## 4.6 Uso do solo

A quantidade e qualidade de água das nascentes de uma bacia hidrográfica podem ser alteradas por diversos fatores, destacando-se a declividade, o tipo de solo e o uso da terra, principalmente em áreas de recarga, pois influenciam no armazenamento de água subterrânea e no regime da nascente e dos cursos de água (33).

A região do Sistema Cantareira é caracterizada principalmente por usos não urbanos, diferentemente de outros mananciais de abastecimento público da RMSP, como as represas Guarapiranga e Billings. A região é bastante alterada, resultado das atividades econômicas que se desenvolveram ali nos séculos passados, como o café e a agropecuária (9).

Em bacias hidrográficas utilizadas para abastecimento público, as alterações provenientes de atividades humanas podem ser bastante negativas para produção de água de qualidade e em quantidade adequadas. A análise do uso do solo permite verificar de que forma essas atividades estão contribuindo positiva ou negativamente para a qualidade ambiental. Isso porque, a urbanização e a ocupação por atividades econômicas diversas, implantadas em áreas impróprias e sem planejamento, acabam prejudicando a capacidade de um manancial produzir água (9).

No presente estudo foram adotadas seis categorias de classificação do uso do solo na região do Sistema Cantareira. As áreas ocupadas pelas categorias listadas a seguir foram identificadas e mapeadas a partir da interpretação de imagens de satélite Landsat 8, no ano de 2015 (Figura 12 e Tabela 15).

As classes que apresentam maior erosividade são, em ordem de importância, o solo exposto e as áreas com predomínio de gramíneas/pastagem. Grande parte das áreas atualmente ocupada por pastagens, na verdade tratam-se de áreas marginais, que já não suportam outras explorações, por se encontrarem degradadas pelas explorações anteriores. Ou seja, nesse contexto entenda-se como pastagens, normalmente, as áreas excluídas do processo produtivo tradicional.

As pastagens, embora em intensidade um pouco menor que as florestas, fornecem grande proteção ao solo contra os estragos da erosão. No entanto, como opção adequada para ocupação dos solos, a pastagem necessita ser manejada de forma a minimizar o escorramento superficial da água, que é fator decisivo para agravar a erosão dos solos. E isso é conseguido com uma boa cobertura vegetal e boa produção de raízes, por meio do melhoramento do ambiente de subsuperfície.

Para que as pastagens desempenhem essa função, é preciso que desde a sua formação sejam adotadas medidas de conservação do solo, de aplicação de corretivos e de adubação de plantio. Após o estabelecimento dessas medidas, as adubações de manutenção e o manejo correto da espécie forrageira escolhida desempenharão importante função como medidas conservacionistas (34).

A inexistência desses cuidados nas pastagens da SFRSC tem ocasionado a maioria dos problemas de erosão. Um dos principais problemas da ausência de manejo é a falta de persistência das pastagens, o que normalmente culmina com a sua degradação. É considerada degradada uma pastagem cuja maior parte foi tomada por plantas invasoras ou constitui-se por solo descoberto.

Dentre os fatores de manejo a serem observados em um sistema correto de manejo, destacam-se: a pressão de pastejo (lotação animal), a sua frequência e a interação entre a pressão e a frequência de pastejo.

O princípio básico do bom manejo é manter o equilíbrio entre a taxa de lotação e a taxa de acúmulo de massa forrageira, ou seja, a oferta de forragem (quantidade e qualidade). Para atender a esse pré-requisito, é necessário compreender a dinâmica dos componentes do ecossistema de pastagem: forrageira (potencial produtivo, taxa de crescimento e adaptabilidade), solo (fertilidade, textura e topografia) clima, animal (comportamento ingestivo, taxa de lotação). A taxa de lotação e o número de cabeças/ha, novilhos/ha, vacas/ha ou UA/ha (UA= unidade animal = 450kg de PV) devem variar dentro e entre estações do ano em função da oferta de forragem. Essa oferta depende da taxa de crescimento das forrageiras que, por sua vez, varia em função do clima - chuva, temperatura e radiação solar (35).

Dessa forma, o uso inadequado do solo combinado a outros fatores, como a declividade e o tipo de solo, ocasiona o carreamento de grandes quantidades de solo, matéria orgânica e insumos agrícolas para o leito dos cursos d'água no período chuvoso, contribuindo significativamente com o aumento da concentração de sólidos e nutrientes na água dos mananciais. Assim, verifica-se na Tabela 15, que as BFR Cachoeira, Jacareí e Jaguari possuem os maiores percentuais dessas áreas e, consequentemente, maiores percentuais de áreas erodidas (Tabela 8).

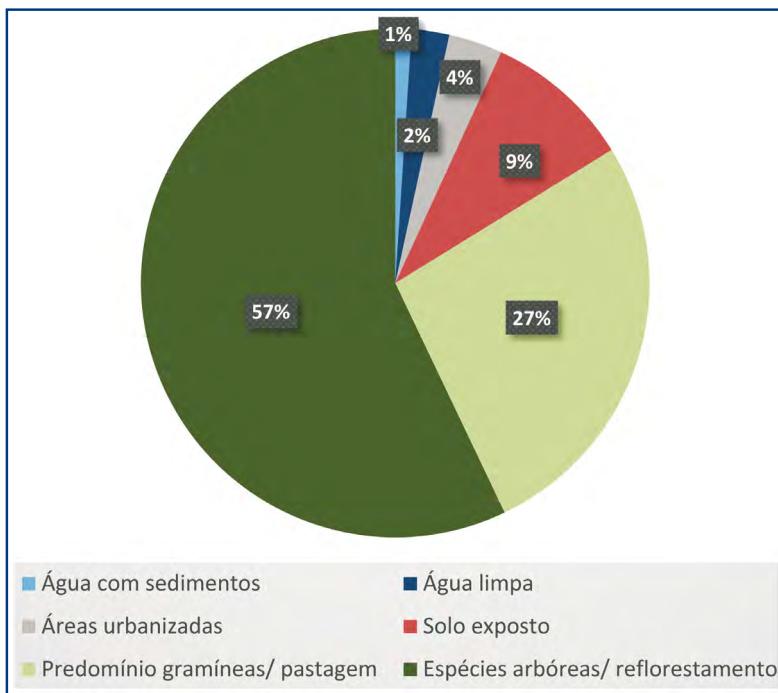
Já a classe “solo exposto” abrange as áreas onde a cobertura vegetal foi retirada em sua totalidade, e que nas áreas rurais correspondem às etapas anteriores ao plantio e ao estabelecimento da vegetação, presentes sobretudo nas BFR Atibainha, Cachoeira, Jacareí e Jaguari; assim como nas urbanizadas, correspondem à abertura de loteamentos e minerações, ambas predominando na BFR Juqueri.

Pelo oposto, as áreas com predomínio de espécies arbóreas e reflorestamento apresentam maior resistência à erosão, quando comparadas às classes anteriores. Assim sendo, as BFR com maior percentual de espécies arbóreas, a saber, Juqueri e Atibainha, também possuem os menores percentuais de áreas erodidas, como se verifica na Tabela 8 e na Tabela 15.

De acordo com Silva *et al.* (2005), citado por (36), o efeito da cobertura do solo sobre as perdas de água e solo pode ser explicado pela ação que a cobertura do solo tem em dissipar a energia cinética do impacto direto das gotas da chuva sobre a superfície, diminuindo a desagregação inicial das partículas de solo e, consequentemente, a concentração de sedimentos na enxurrada; além disso, a cobertura do solo representa um obstáculo mecânico ao livre escoamento superficial da água, ocasionando diminuição da velocidade e da capacidade de desagregação e transporte de sedimentos (36).

**Tabela 15** – Uso do solo nas bacias formadoras do Sistema Cantareira em porcentagem em relação à área total.

Uso do solo	Juqueri	Atibainha	Cachoeira	Jacareí	Jaguari
Espécies arbóreas/reflorestamento	66,1	64,5	61,6	28,8	32,9
Predomínio gramíneas/pastagem	17,5	23,6	29,2	38,9	41,9
Áreas urbanizadas	10,5	0,1	0	2,9	2
Solo exposto	4,4	5,7	7,6	23,5	21,2
Reservatórios, lagoas e tanques	1,4	6,1	1,7	5,9	2



**Figura 12** – Uso do solo na bacia formadora do Sistema Cantareira em porcentagem

## 4.7 Priorização das UPAs

As bacias formadoras do Sistema Cantareira possuem 2.266 UPAs, que se encontram distribuídas conforme a Tabela 16.

**Tabela 16** – Levantamento das UPAs – Unidades de Produção Agropecuária, por BFR de ocorrência, expressas em unidades e unidades por km<sup>2</sup>.

UPAs \ BFRs	Juqueri	Atibainha	Cachoeira	Jacareí	Jaguari
Totais – unidades	133	618	905	497	113
Totais – UPAs/km <sup>2</sup>	0,39	1,97	2,61	2,48	2,18

Desta forma, pode-se constatar que a BFR Juqueri possui características não rurais, apresentando a menor densidade de UPAs/km<sup>2</sup> – 0,39, como também se verifica pelo uso do solo na BFR, que apresenta 10,5% de áreas urbanizadas (Tabela 15). Em contraste, as demais possuem menos de 1% de áreas urbanizadas, exceto as BFR Jacareí e Jaguari, que embora apresentem de 2% a 3%, estas se caracterizam predominantemente por condomínios de chácaras de lazer. As UPAs priorizadas, segundo critério definido no item 2.2.9, encontram-se relacionadas na Tabela 17.

**Tabela 17** – Levantamento das UPAs - Unidades de Produção Agropecuária prioritárias, por BFR de ocorrência, expressas em unidades e unidades por km<sup>2</sup>.

UPAs \ BFRs	Juqueri	Atibainha	Cachoeira	Jacareí	Jaguari
Utilizam irrigação - unidades	33	36	25	14	6
Utilizam irrigação- UPAs/km <sup>2</sup>	0,1	0,11	0,07	0,07	0,12
UPAs com maior ocorrência de erosão (1) – unidades	85	525	790	469	94
UPAs com maior ocorrência de erosão – UPAs/km <sup>2</sup> (1)	0,25	1,67	2,28	2,34	1,81
UPAs prioritárias dentro do entorno dos reservatórios(2)	<b>10</b>	<b>121</b>	<b>138</b>	<b>248</b>	<b>31</b>

1 – Correspondem àquelas exploradas por pastagens e cultivos anuais.

2 – Correspondem à soma das UPAs com maior ocorrência de erosão somadas àquelas que utilizam irrigação, sendo que dessas, apenas as localizadas dentro do entorno de 1.000 metros a partir da margem dos reservatórios.

As cores correspondem às prioridades **alta**, **média** e **baixa**, segundo o método de Jenks (quebras naturais).

Como critério de priorização, optou-se pelo critério das UPAs com maior ocorrência de erosão e aquelas que utilizam a irrigação. No caso da maior ocorrência de erosão, ou seja, envolvendo pastagens e cultivos anuais, a escolha foi corroborada pelos resultados apresentados na Tabela 9, onde 83,5% das áreas erodidas estavam sendo utilizadas por pastagens ou cultivos anuais. Para a escolha final das UPAs priorizadas, estes resultados foram geoespecializados, sendo selecionados os que se situavam no entorno de 1.000 metros dos reservatórios. Esses resultados encontram-se descritos na Tabela 17 e no mapa de UPAs Prioritárias no anexo 10.

Pela análise da Tabela, verifica-se que as densidades das UPAs mais suscetíveis à erosão, pelo enquadramento em três classes, de acordo com o método de Jenks (quebras naturais), correspondem às BFRs Cachoeira, Jacareí e, a menor, BFR Juqueri.

Em síntese, pelo agrupamento da soma das UPAs prioritárias segundo o método Jenks, foram definidos três níveis de prioridades das BFRs do Sistema Cantareira. Destarte, Juqueri e Jaguari apresentaram baixa prioridade, Atibainha e Cachoeira prioridade média e apenas a BFR Jacareí prioridade alta.

## 4.8 Áreas de Preservação Permanente

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) foram levantadas conforme a legislação ambiental (11), restringindo-se àquelas associadas à rede de drenagem. Encontram-se descritas nos mapas nos anexos 7 e 9, bem como na Tabela 18.

**Tabela 18** – Uso do solo nas áreas de preservação ambiental associadas a rede de drenagem.

Tipo	Área ha	%
Predomínio gramíneas/pastagem	7.318	36,1
Espécies arbóreas/reflorestamento	11.206	55,3
Solo exposto	1.282	6,3
Áreas urbanizadas	450	2,2
<b>Total</b>	<b>20.255</b>	<b>100</b>

As APPs são áreas cobertas ou não por vegetação nativa com função ambiental de preservar a paisagem, os recursos hídricos, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Localizam-se nas margens de rios, córregos, lagos, represas e outros corpos d'água em faixas de largura variável nas encostas íngremes, nos topo de morro, além de outros locais especificados pelo Código Florestal (37).

O impacto decorrente da ocupação nas bacias formadoras do Sistema Cantareira é agravado pelo fato de essa ocupação acontecer sem qualquer planejamento e se concentrar em áreas ambientalmente mais frágeis. A análise da ocupação das áreas consideradas como de preservação permanente pela legislação permite chegar a este tipo de conclusão (9).

Desta forma, verifica-se pela observação da Tabela 18 que do total de 20.255ha de áreas de preservação ambiental, 44,6% caracterizam-se como degradadas, ou seja, as com predomínio de gramíneas/pastagem e solo exposto ou são urbanizadas.

Na análise da ocupação de Áreas de Preservação Permanente, considerou-se apenas as faixas marginais de 100 metros dos reservatórios e as faixas de 30 metros ao longo dos cursos d'água unifilares (menores que 10 metros de largura) 50 metros nos bifilares (entre 10 e 50 metros de largura), e no entorno de 50 metros nas nascentes (11).

**Tabela 19** – Tipo de uso da APP associada a drenagem nas BFR expresso em porcentagem sobre a área total de cada BFR.

Tipo uso/BFR	Juqueri	Atibainha	Cachoeira	Jacareí	Jaguari
Predomínio gramíneas/pastagem	21,9	30,7	37,7	54,9	50,2
Espécies arbóreas/reflorestamento	67,4	63,9	56,2	31,2	38,6
Solo exposto	3,8	5,3	6,1	10,7	8,6
Urbanizadas	6,9	0,1	0	3,2	2,7

## 5. Soluções propostas

### 5.1 Adequação das estradas rurais prioritárias

A construção das estradas, pelo simples fato de eliminar a cobertura vegetal e impermeabilizar o solo, seja pela compactação, seja pela cobertura asfáltica, constitui um forte fator predisponente à erosão, impermeabilizando a faixa central e acumulando as águas nas margens das rodovias, direcionando-as morro abaixo, concentrando-se grande força destruidora e arrastadora do solo, impondo problemas aos responsáveis pela sua manutenção ao destruir acostamentos, taludes de corte e aterros e, consequentemente, a pista, além de prejuízos provocados às áreas adjacentes, tais como voçorocas, grotas profundas, assoreamento de açudes, represas, lagos, riachos etc. (38).

O Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas, conduzido pela CATI, adotou o conceito de Trechos-Tipo para auxiliar na seleção da estratégia de intervenção a ser adotada, com vistas a solucionar os problemas de adequação da uma estrada rural sob um determinado projeto. Essa forma peculiar de abordagem se reveste do diferencial quanto ao racional modo de agir e foi assim consolidada pela CATI, de forma a resultar no tratamento mais apropriado a ser dado a uma determinada estrada rural, ou a um trecho dela, alvo de projeto de melhoria, cujo desenvolvimento dar-se-á sob um ambiente apresentando condições extremamente limitantes quanto ao montante de recursos financeiros para investimento nas obras de adequação.

É apresentada, a seguir, a classificação de Trechos-Tipo/tecnologia de adequação proposta por (32).

**TIPO A:** Estradas cuja topografia apresenta-se em condição mais harmônica às áreas marginais e que exigem a conformação da plataforma de forma a conferir um abaulamento de 4% de declividade transversal, com a implantação de dispositivos de drenagem para a condução adequada das águas superficiais, os quais podem constituir-se de segmentos de terraços ou bigodes e/ou caixas de retenção ou captação, onde as condições de solo são favoráveis.

**TIPO B:** Estradas cujas plataformas apresentam-se encaixadas, com taludes de corte variando de 0,5m a 3m de altura, em que as condições edáficas são favoráveis (boa infiltração e textura média a argilosa), topografia pouco acidentada e áreas marginais utilizadas com culturas anuais e ou pastagens. Nestes casos serão adotadas tecnologias convencionais, as quais preveem a elevação do leito da pista de rolamento, por meio da quebra de barrancos, implantação de sistemas de drenagem superficial, composto de lombadas e saídas d'água que podem ser terraços ou bigodes e ou caixas de retenção ou captação. Prevê-se, nesses casos, o revestimento primário da pista de rolamento nos trechos considerados críticos e a implantação de técnicas de proteção vegetal junto às áreas trabalhadas (taludes de cortes, aterros, sarjetas e saídas d'água).

**TIPO C 1:** Estradas extremamente encaixadas, apresentando taludes de corte cujas alturas superam os 3m em regiões de topografia ondulada e forte ondulada, solos arenosos e baixa infiltração de água, onde a tecnologia convencional mostrar-se-ia extremamente impactante ao meio ambiente, além de onerosa.

**TIPO C2:** Estrada em que os taludes apresentam-se instáveis (sujeitos a desmoronamento). Há, portanto, necessidade de reconformação dos taludes de corte via escalonamento com o aproveitamento do material na elevação parcial do leito da pista de rolamento. Essas áreas deverão sofrer proteção vegetal imediata, objetivando sua perenização. Onde as condições geométricas do perfil longitudinal forem desfavoráveis, apresentando rampas acentuadas, serão minimizados os efeitos erosivos das águas superficiais com a construção de dissipadores de

energia, conjugados com barreiras vivas. Em prosseguimento, prevê-se a construção de dispositivos de descarga (aberturas laterais), e/ou bueiros de greide, para adequada condução dessas águas às áreas marginais.

**TIPO D:** Estradas cujos traçados desenvolvem-se basicamente em meia encosta, exigindo pequenas modificações quanto à largura da plataforma, alterações localizadas no seu traçado (abertura de curvas acentuadas), como também algumas correções de pequeno porte no seu perfil longitudinal. Será necessária a introdução de dispositivos para a condução da água de drenagem superficial e corrente (bueiros). Prevê-se o revestimento da pista de rolamento dos trechos considerados críticos.

As estratégias de adequação das estradas, com a construção de lombadas, terraços, bigodes, vírgulas, caixas de captação, bueiros, dissipadores de energia e revestimento primário, proporcionam a redução do volume e/ou velocidade das águas pluviais no leito e do volume de sedimentos que chegam às nascentes e cursos d'água, reduzindo-se assim o seu assoreamento e oferecendo melhores condições para um equilíbrio hídrico (21).

Os bueiros compõem-se de corpo e boca e sua seção de vazão pode induzir à construção de bueiros simples, duplos ou triplos, conforme a necessidade. No caso do nível da entrada d'água na boca de montante estar situado acima da superfície do bueiro, a referida boca deverá ser substituída por uma caixa coletora (21).

A drenagem profunda, que deve ser tomada também de especial atenção, constitui-se de valas, preenchidas por cascalho e envolvidas com manta geotextil, com permeabilidade bem maior que a do material a drenar, cuja função é a de recolher as águas do lençol freático que migram para o pavimento e conduzi-las para fora da plataforma da estrada. Consequentemente, haverá um aumento da infiltração de água no solo, que irá atingir o lençol freático, que por sua vez irá contribuir para um aumento no volume de águas nas nascentes. (21).

Atividades de conformação de taludes de corte, onde o seu perfil apresenta rampas incompatíveis com o tipo de solo, suscetível de desbarrancamentos nas épocas chuvosas, devem ser realizadas aplicando-se também, em casos de curvas, cujo raio em geral é insuficiente, permitindo por meio das operações de retaludamento, uma melhora sensível nas condições de visibilidade e, por consequência, segurança aos motoristas (21).

As lombadas, importantes para o controle da velocidade das águas na superfície de rodagem, deverão estar dispostas em harmonia com a disposição dos terraços existentes nas áreas agrícolas adjacentes, ou seja, executando-as obedecendo-se aos mesmos espaçamentos (21).

Em caso de empréstimos de material contíguo à plataforma das estradas sob intervenção, normalmente os materiais mantêm as mesmas características pedológicas dos materiais da plataforma. Neste caso, se constatada sua boa qualidade, os mesmos poderão ser utilizados para recomposição de corpo de aterros das estradas sem maiores preocupações (21).

O revestimento das estradas é definido como uma camada de material granular, composta por agregados naturais e/ou artificiais (cascalho bruto e/ou classificado, pedregulho, alteração de rochas basálticas, saibros, brita, areias etc.), de boa qualidade e oriundos de jazidas e/ou industrializados, devidamente assentados sobre a superfície do subleito de estradas não pavimentadas, cuja conformação final deverá prever um processo de compactação com espessuras variando de 5cm a 20cm, de acordo com a característica do material e os volumes e composição do tráfego e sua disponibilidade regional (21).

A proteção vegetal consiste na utilização de vegetais diversos com o fim de preservar as áreas expostas da plataforma e áreas de ocorrência de materiais explorados, protegendo-as dos processos erosivos e atenuando a agressão ao meio ambiente, com o objetivo de minimizar o custo de manutenção, fundamentando-se em princípios racionais de controle de erosão, aspecto visual, segurança ao tráfego e restauração do ambiente vegetal na faixa de abrangência dos domínios das estradas rurais (21).

Predominam nesse caso o gramado baixo, intercalado esporadicamente por outras espécies conforme as necessidades paisagísticas e/ou técnicas, desde que tomadas as devidas medidas, visando à segurança do tráfego e sua manutenção. Não poderá ter a declividade do terreno superior a 32%, a fim de permitir as operações de manutenção mecanizadas, uma vez que essa inclinação é o limite para a segurança das operações de tratores e ceifadeiras quando empregados (21).

O revestimento vegetal indicado são as gramíneas, de preferência estoloníferas ou rizomatosas. Em locais críticos sujeitos à erosão, como valetas de drenagem e bocas de terraços, deverão ser utilizadas placas de gramíneas de mesma espécie pela uniformidade no aspecto paisagístico e de manutenção (21).

Os fiscais de estradas e operadores deverão receber cursos de operação de máquinas, ministrados por pessoal capacitado, de maneira que essa conservação não agrida o meio ambiente e não promova danos em estradas que já foram adequadas anteriormente. Faz-se necessário a criação de uma patrulha agrícola, específica para cuidar das estradas rurais, para que seja feito o trabalho preventivo de manutenção e conservação. (21).

Os serviços de melhorias da plataforma serão finalizados por meio da execução da regularização e compactação do subleito, que consiste na preparação final da pista de rolamento por intermédio das operações de corte ou aterro em espessuras variando até 20cm, compensados lateralmente, no abaulamento transversal da mesma, de modo a permitir a drenagem das águas superficiais, e na execução das valetas laterais (sarjetas) nos cortes e de leiras em caso de aterros. É a operação final para a conformação dos gabaritos de seção transversal definidos em projeto nas larguras e declividades lá estabelecidas (21).

Os serviços de regularização e compactação do subleito aplicam-se indistintamente a todos os tipos de estratégia de intervenção técnica preconizados, A, B, C e D, quer naqueles trechos de estradas rurais onde a pista de rolamento necessita de intervenções de pequeno volume de terraplenagem para a recomposição do seu perfil geométrico, de forma a adequá-lo aos gabaritos pretendidos pelo projeto, quer naquelas estradas que sofrerão uma mudança radical do seu perfil longitudinal por meio do processo de quebra de taludes (21).

Existirão casos de estradas nas quais os serviços de melhoria da plataforma restringir-se-ão pura e simplesmente aos serviços de regularização e compactação do subleito e sua execução dar-se-á mediante a realização de pequenos alargamentos da plataforma existente e posterior conformação da superfície de rolamento. Tais casos aplicam-se às estradas cuja seção transversal de projeto prevê a movimentação (corte/aterro) de mínimos volumes de terraplenagem (21).

As cercas de proteção, quando presentes, são dispositivos cuja finalidade é de limitar e vedar a faixa de domínio da estrada. São constituídas de mourões de suporte, mourões esticadores e fios de arame. Particularmente nos casos onde serão executados alargamentos de plataforma, caberá a remoção e realocação das cercas existentes e atingidas pela nova configuração dos gabaritos da seção transversal, de acordo com as orientações do projeto (21).

## Modelo de projeto de adequação

Como exemplo de projeto de adequação, foi escolhido um trecho de estrada no município de Joanópolis, priorizado de acordo com as premissas expressas anteriormente (item 2.2.10 - Priorização das Estradas Rurais), em conjunto com os técnicos responsáveis da Prefeitura.

Além de complementar as ações de controle da erosão nas propriedades agrícolas, a intervenção do projeto em determinados trechos de estrada tem por objetivo transferir tecnologia aos municípios na adequação de suas estradas rurais, servindo como modelo e referência (39).

## Projeto de Reabilitação da Estrada Municipal Benedito Mariano de Oliveira – JNP-020

As informações contidas nesse documento descrevem os principais serviços utilizados para a adequação de estrada rural. Informações mais detalhadas e a geolocalização das intervenções estão contidas nos anexos 13 e 14 – Traçado Geométrico e Perfil Longitudinal, e nos anexos 15, 16 e 17 – Mapas de Mosaico de Imagem.

O projeto tem o escopo de reabilitação do trecho único de 2.004 metros da estrada JNP-020 - Estrada do Pedrão. As intervenções propostas encontram-se resumidas a seguir.

1. Substituição da tubulação, pois as existentes estão subdimensionadas, com tubos de 60 PA1, de 7m cada, com caixa e ala. Canal revestido de berço hidráulico na saída para minimizar processo erosivo à jusante.
2. Aterramento para conformação da pista com solo argiloso retirado de caixa de empréstimo.

3. Limpeza de plataforma com destinação lateral ou para bota-fora.
4. Conformação das sarjetas laterais para melhor condução das águas pluviais.
5. Construção de passagem molhada com rachão graúdo para mudança de curso das águas pluviais.
6. Construção de gabião para contenção física do talude (evitando-se desbarrancamento lateral).
7. Construção de canal escoadouro com rachão graúdo nas sarjetas laterais, com a função de dissipador contínuo, reduzindo a velocidade do fluxo hídrico.
8. Eliminação de afloramento de rocha intemperizada, visando a uma melhor conformação da pista.
9. Construção de leira na lateral para contenção de processo erosivo na saia do aterro, bem como para forçar a condução das águas pluviais pela lateral.
10. Reforço de subleito com rachão graúdo para remoção dos solos moles (B “brachão”) e assim melhorar a capacidade de suporte da pista.
11. Construção de canal de terra com berço hidráulico para condução da água pluvial lateral.
12. Revestimento primário com bica graduada (pedrisco sujo + brita 1 + brita 2), com pelo menos 7cm com incorporação, em pista de rolamento de 4m.

## Descrição dos serviços a serem executados

### 1 – Serviços preliminares

#### 1.1 Limpeza do terreno

O serviço de limpeza do terreno compreende a eliminação do material mineral ou vegetal existente, por exemplo: pedras, rochas, arbustos e árvores presentes na plataforma, nos barrancos ou áreas adjacentes. Tal serviço poderá ser realizado manualmente ou com maquinários, previamente às operações de adequação ou no decorrer delas. Os materiais provenientes da limpeza deverão ser depositados nas áreas laterais ou em locais determinados pela prefeitura (em bota-foras devidamente licenciados). Devem ser tomadas precauções para não comprometer os mananciais, quando presentes.

#### 1.2 Recuo e retorno da camada superficial

O serviço de recuo e retorno compreende a operação de remoção da camada de solo ou material orgânico, na profundidade de 0,1m, existente na área destinada à implantação das melhorias na plataforma e naquelas onde ocorrerem movimentação de solo. Os materiais resultantes dessa operação deverão ser depositados na lateral, ao longo do trecho para posterior retorno, recobrindo assim as áreas sem vegetação em razão da movimentação de solo. O controle das operações de limpeza será feito por apreciação visual da qualidade dos serviços.

### 2 – Melhoria da Plataforma

#### 2.1 Cortes

Cortes são segmentos da estrada que exigem escavação do material constituinte do terreno natural, ao longo do eixo e no limite da seção de projeto que define o corpo estradal. As operações de corte compreendem:

- Escavação e carga dos materiais constituintes do terreno natural até o greide de terraplenagem indicado no projeto, estando inclusa a execução das sarjetas e a conformação dos bigodes/segmentos de terraço onde houver;
- Escavação e carga dos materiais dos taludes de corte existentes até a largura indicada em projeto, complementada por observações da fiscalização durante a execução dos serviços;
- Retirada das camadas de materiais que apresentarem má qualidade, visando ao preparo adequado da fundação para a camada de revestimento.

#### 2.2 Elevação do greide

Como o trecho trabalhado caracteriza-se como tipo D, ou seja, de meia-encosta, em área de relevo fortemente ondulado, com a ocorrência frequente de solo siltoso abaixo da profundidade de 1,5m, será necessária a utilização de caixa de empréstimo devidamente licenciada a fim de fornecer material com a capacidade de suporte adequada.

Ao final dos serviços, incluindo a compactação e o revestimento primário, o centro da plataforma deverá ficar com uma altura de pelo menos 60cm superior em relação ao canal lateral, dispositivo que conduz as águas aos outros dispositivos de drenagens (“bigodes”, terraços e caixa de retenção).

## 2.3 Aterros

Aterros são realizados nos segmentos das estradas cuja implantação requer o acúmulo de materiais provenientes de cortes ou de empréstimos, localizados no limite da seção de projeto que define o corpo estradal. As operações de aterro compreendem: descarga, espalhamento, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração e compactação dos materiais oriundos de cortes ou empréstimos. Os aterros são empregados para construção do corpo do aterro até o greide de projeto, ou substituição eventual dos materiais de qualidade inferior previamente removidos a fim de melhorar as fundações dos aterros e/ou cortes. Os materiais deverão ser selecionados. Os solos destinados à composição dos aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas, turfas e argilas orgânicas. Na construção dos aterros poderão ser empregados tratores de lâmina, caminhões basculantes, motoniveladoras, pás-carregadeiras, rolo pé de carneiro estático ou vibratório e tratores agrícolas com grades de disco. A execução dos aterros subordinar-se-á aos elementos técnicos fornecidos à empreiteira, constantes em planilha, com totais de volumetria recomendada, com fator médio de empolamento de 1,3, onde constam a especificação das estacas e as seções transversais recomendadas.

Previamente ao lançamento dos aterros serão executados, onde necessários, os serviços de limpeza. Preliminarmente à execução dos aterros, deverão estar concluídas as obras necessárias à drenagem da bacia hidrográfica interceptada pelos mesmos. O lançamento do material deve ser feito em camadas sucessivas em toda a largura da seção e em extensões compatíveis com o equipamento de compactação, sendo que a espessura das camadas de aterro não deverá ultrapassar em 0,3m. As três últimas camadas, as quais constituem a camada final de terraplenagem, terão espessuras de compactação de 0,2m. No caso de aterros de pequena altura assentes sobre estradas já existentes, deverá ser executada a escarificação do seu leito utilizando-se motoniveladora, na profundidade de 0,15m.

A inclinação dos taludes de aterro será de 1V:1H ou de acordo com a orientação da fiscalização durante as etapas de construção. Imediatamente após a conclusão dos trabalhos de conformação dos aterros, deverão ser iniciados os serviços de proteção vegetal dos taludes com aplicação de grama em placas.

As áreas de empréstimos, depois de utilizadas, deverão ser objeto de ações de recuperação ambiental, as quais pressupõem o retorno da camada anteriormente afastada. Deverá ainda ser dada atenção à drenagem superficial de toda a área explorada, objetivando evitar futuramente erosões e/ou represamento de água e outros danos desta ordem às áreas marginais.

## 2.4 Regularização e compactação do subleito

Os serviços de elevação do leito serão finalizados por meio da execução da regularização e compactação do subleito, que consiste na preparação final da pista de rolamento por intermédio das operações de corte ou aterro em espessuras variando até 20cm. Esses devem ser compensados lateralmente, abaulados transversalmente, de modo a permitir a drenagem das águas superficiais, assim como com a execução de valetas laterais (sarjetas) nos cortes e de leiras em caso de aterros. É a operação final para definição dos gabaritos de seção transversal determinados em projeto nas larguras e declividades lá estabelecidas.

## 3 – Serviços de drenagem

Estes serviços se aplicam à construção de dispositivos para escoamento das águas superficiais que contribuem à pista de rolamento, conduzindo-as para locais adequados de descarga.

### 3.1 Sarjeta

As sarjetas deverão ser executadas simultaneamente aos serviços de conformação da plataforma e as mesmas deverão ser revestidas, se houver recomendação nesse sentido nas especificações em planta.

**Equipamentos utilizados:** ferramentas manuais e motoniveladora.

### **3.2 Passagem molhada**

Tais dispositivos de drenagem constituem-se em estruturas construídas em concreto moldado *in loco*, pedra arrumada ou similar, dispostas obliquamente à seção transversal da plataforma, com o objetivo de permitir a transposição das águas superficiais de um lado para o lado oposto da plataforma, onde as condições de deságue lhes são mais favoráveis.

- **Potencial de uso**

Sua utilização é indicada para aqueles trechos de estrada onde seu perfil longitudinal encontra-se essencialmente encaixado (em forma de "U"). Seu emprego é justificado dadas as condições desfavoráveis do perfil longitudinal do eixo da estrada, o que na sua ausência implicaria em deslocamento das águas superficiais por sobre as sarjetas em distâncias muito grandes, potencializando sobremaneira os efeitos erosivos ao longo das mesmas, como também nos pontos de descarga.

- **Forma de execução**

A execução de tais dispositivos de drenagem deve ocorrer somente após concluídos todos os serviços de terraplenagem da plataforma, regularização e compactação do seu subleito, estando finalmente configurada a seção transversal da pista de rolamento.

Após locados os pontos de sua execução, marca-se por meio de régua as cotas inferiores da passagem molhada, procedendo-se em seguida à escavação dos materiais do subleito ou revestimento conforme o caso, configurando o rebaixamento na plataforma para instalação da passagem molhada.

- **Material para execução**

O material a ser utilizado poderá ser obtido da seleção da parte mais resistente e de maior granulometria – rachão.

- **Dimensões**

A passagem molhada deverá apresentar uma largura total de 4m no sentido longitudinal da pista de rolamento, ou seja, 2m para cada lado, partindo-se do seu ponto mais baixo. Transversalmente, o seu comprimento deverá se estender por toda a largura da plataforma, visando conectar a sarjeta objeto de coleta das águas superficiais até o bordo oposto da plataforma, onde será realizada a respectiva descarga. A camada de rachão deverá ter uma espessura de 25cm e apresentar-se bem acabada, para permitir o rápido fluxo das águas superficiais sobre a mesma.

O eixo da passagem molhada deverá ser cuidadosamente estudado em projeto, de forma a situar-se em posição tal que não prejudique o direcionamento do fluxo das águas para o outro lado da pista. Longitudinalmente, o eixo da passagem molhada deverá apresentar diferença de cota para o seu bordo externo da ordem de 25cm e formando uma calha por onde as águas coletadas serão conduzidas aos pontos de descarga.

### **3.3 Pontos de descarga ou saídas de água**

Esses dispositivos compreendem simplesmente o desvio das sarjetas para a área marginal. Tais pontos devem ser cuidadosamente selecionados, de forma a prevenir-se a formação de processos erosivos nessas áreas. Para tanto, recomenda-se que tais dispositivos terminem junto à superfície recoberta pelas gramíneas na lateral. Deve-se também obedecer ao princípio do particionamento do lançante, com uso de "travesseiros" para condução das águas pluviais.

## **4 - Revestimentos**

O revestimento define-se como uma camada de material granular, composta por agregados naturais e/ou artificiais (seixo rolado bruto e/ou classificado, pedregulho, alteração de rochas basálticas, saibros, brita, areias etc.), de boa qualidade e oriundos de jazidas e/ou industrializados, devidamente assente sobre a superfície do subleito

de estradas não pavimentadas, cuja conformação final deverá prever um processo de compactação com espessuras variando de 5cm a 20cm, de acordo com a característica do material e os volumes e composição do tráfego.

Em circunstâncias especiais, tais materiais poderão ser incorporados ao leito como forma de se otimizar os custos advindos da aquisição dos mesmos ou por razões de ordem técnica. Em resumo, podemos dizer que o revestimento objetiva permitir uma superfície de rolamento com características de suporte superiores às do subleito, garantindo o tráfego de maneira satisfatória, mesmo sob condições climáticas adversas. São classificados em 2 categorias: (i) revestimento primário, (ii) revestimento alternativo.

## 4.1 Revestimento primário

### 4.1.1 Materiais

Os materiais utilizados na execução da camada de revestimento primário deverão ser oriundos de jazidas, conforme relatados no parágrafo anterior, e apresentar os seguintes requisitos gerais:

- Ser isento de matéria orgânica;
- Conter partículas de núcleo resistente às ações de compactação e do próprio tráfego e de comprovado desempenho, verificado por meio da observação em serviços executados anteriormente em outras estradas, nas quais foram utilizados materiais similares para esse fim;
- Possuir ausência de agregados excessivamente graúdos, agressivos aos pneumáticos, ou com finos em excesso e que venham a formar áreas de resistência inadequada à tração dos veículos.

**Observação:** na inexistência de material satisfatório, poderá ser utilizada mistura de materiais disponíveis, em estado natural ou artificial.

### 4.1.2 Execução

#### • Preparo do subleito

Previamente à execução da camada de revestimento primário, a plataforma deverá ser devidamente trabalhada por meio dos serviços de melhoria da plataforma e realizadas todas as atividades de corte e aterro para definição dos gabaritos da seção transversal previstos no projeto. Por último, preliminarmente à sua execução, o subleito deverá ser preparado em conformidade com as condições previstas abaixo.

#### • Regularização e compactação do subleito

A regularização será executada de acordo com os perfis transversais e longitudinais indicados no projeto, prévia e independentemente da construção de outra camada do pavimento. Serão removidas, previamente, toda a vegetação e matéria orgânica porventura existentes na área a ser regularizada. Após a execução de cortes, aterros e adição do material necessário para atingir o greide de projeto, será procedida a escarificação geral, na profundidade de 20cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

No caso de material não aproveitável para subleito, antes da regularização, deverá ser executado o rebaixamento na profundidade estabelecida em projeto e a posterior substituição com material indicado.

**Equipamentos:** os equipamentos de compactação e mistura serão escolhidos de acordo com o tipo de material empregado – motoniveladora pesada, com escarificador; caminhão-pipa com barra distribuidora; rolos compactadores tipos pé-de-carneiro, tipo liso vibratório ou pneumático, rebocados ou autopropelidos; grade de discos; trator agrícola de pneus; pulvimisturador.

#### • Escarificação

No caso do serviço ser executado sobre um revestimento primário já existente, este último deverá passar por escarificação por meio do uso de motoniveladora antes da distribuição do novo material.

#### • Deposição do material na pista

Estando o subleito devidamente preparado, o material proveniente das jazidas de revestimento primário e/ou locais determinados pelo projeto deverá ser depositado sobre a plataforma com espaçamento suficiente, a fim de se obter, após o espalhamento, a espessura final definida no projeto, para posterior compactação.

- **Espessura para execução**

A espessura de execução na pista será de 20cm, pelas necessidades do tráfego.

- **Umidade da mistura**

Se necessário, o material deverá ser umedecido ou secado e homogeneizado com grade de discos antes da compactação.

- **Cuidados na execução**

Se durante o espalhamento forem identificados fragmentos de tamanho excessivo, visíveis à superfície, os mesmos devem ser removidos.

- **Compactação da camada de revestimento**

Para o caso dos materiais naturais, tipo seixo rolado, pedregulhos, alteração de rochas basálticas e de diabásio, cuja granulometria normalmente apresenta agregados cujo tamanho varia desde partículas de areias até agregados com diâmetro médio em torno de 15cm, é praticamente impossível proceder-se aos controles de compactação nos moldes tradicionais pela própria constituição do material. Por isso, exigir-se-á pelo menos quatro passadas do equipamento de compactação apropriado, de modo a se garantir a capacidade de suporte desejada. Por outro lado, para o caso de materiais apresentando granulometria essencialmente fina (saibro, seixos e pedregulhos), exigir-se-á os mesmos níveis de compactação previstos para o subleito.

#### **4.1.3 Equipamentos**

Os equipamentos a serem utilizados deverão ser aqueles capazes de executar os serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida, compreendendo basicamente as seguintes unidades:

- Trator de esteiras;
- Escavadeiras tipo *drag-line* (em caso de seixos);
- Motoniveladora pesada com escarificador;
- Rolo compactador liso ou vibratório ou outra unidade compatível com o tipo de material empregado;
- Caminhão-tanque irrigador;
- Trator equipado com grade de discos;
- Pá carregadeira frontal;
- Caminhão basculante.

#### **4.1.4 Recomendações importantes**

Quando for utilizado seixo como fonte de material pétreo, deverão ser obedecidas as seguintes orientações:

- A extração deverá ser processada em presença d'água, com utilização de escavadeira com concha furada;
- Em jazidas fora da calha do rio, se detectada a presença de impurezas ou outros materiais indesejáveis, o seixo deverá sofrer um processo de lavagem, anteriormente à sua utilização;
- O seixo escavado não poderá ser transportado imediatamente para a pista, mas ser empilhado previamente, de modo a prover a devida eliminação da água resultante do processo de escavação.

### **5 – Proteção vegetal**

A proteção vegetal consiste na utilização de placas de grama com o fim de preservar as áreas expostas da plataforma e áreas de ocorrências de materiais exploradas, protegendo-as dos processos erosivos e atenuando a agressão ao meio ambiente.

Os serviços de plantio deverão ser feitos na seguinte ordem: preparo do solo, aplicação e incorporação de adubos e corretivos, quando necessário, preparo das placas, plantio e irrigação.

- **Formas de execução**

- Preparo do solo**

A limpeza e o nivelamento do terreno são uma etapa importante que afetará todas as demais etapas, bem como o serviço final.

**Limpeza:** todo e qualquer material que prejudique o aspecto visual como também a mecanização deverá ser removido, incluindo nesses casos tocos, pedras etc.

**Nivelamento:** a superfície a ser revestida deverá estar previamente regularizada. Todas as pequenas erosões, angulosidades e irregularidades que apresentem aspectos desagradáveis devem ser eliminadas. Na eventualidade de irregularidades da superfície do solo em contato com a pista de rolamento, a mesma deverá ser regularizada, adicionando-se ou retirando-se terra das margens, de tal modo que a superfície do solo esteja a aproximadamente 10cm abaixo do nível da pista.

- **Aplicação e incorporação de adubos e corretivos**

Deverá ser empregada a terra superficial armazenada previamente durante a operação de recuo e retorno. Na ausência deste material ou quando constatada a inadequação do solo da área a ser revestida, com respeito a critérios mínimos de fertilidade, deverão ser aplicados adubos e corretivos visando reestabelecer a fertilidade dessas áreas.

- **Preparo das placas**

As placas deverão ter o formato retangular, com dimensões aproximadas de 40x20x6cm e isentas de sementes ou material vegetativo de ervas daninhas. Deverão ter sido retiradas em no máximo dois dias e em condições adequadas de conservação e transporte.

- **Plantio**

Após os serviços de preparação e adubação do solo, as placas deverão ser colocadas sobre a superfície, juntas e com as emendas alternadas. Em seguida, será necessária a aplicação de terra para preencher as depressões ou os vazios entre as placas, se porventura existentes. Na colocação das placas dever-se-á evitar a coincidência das junções no sentido vertical e, em declives acentuados onde exista a possibilidade de deslizamentos das placas, prover a fixação das mesmas por meio do uso de pequenas estacas de madeira ou bambu; antes, porém, promovendo uma leve compactação para melhorar o pegamento das mudas.

- **Irrigação**

Independentemente da umidade do solo, é recomendável que dentro de 36 horas após o plantio promova-se irrigação à base de aproximadamente 8 litros/m<sup>2</sup> até o completo pegamento e rebrote do gramado. Na eventualidade de chuvas fortes nesse período, a irrigação poderá ser dispensada a critério da fiscalização.

- **Aceitação pela fiscalização**

A área plantada será considerada aceita e aprovada pela fiscalização quando a área tiver recebido todos os tratamentos especificados e 100% da superfície do solo estiver coberta com grama em perfeito estado de vigor e sanidade.

- **Adubação pós-plantio**

Deverá ser realizada na razão de 100g/m<sup>2</sup> do adubo superfosfato simples granulado.

## 5.2 Implementação de um programa de extensão rural

O programa de extensão rural será implementado por meio de visitas periódicas às propriedades prioritárias visando à elaboração do Projeto Individual de Propriedade (PIP). Esse, por sua vez, tem por objetivo principal o pla-

nejamento da propriedade visando ao uso e manejo racional dos recursos naturais. Esse documento é indispensável para que sejam determinados os fatores responsáveis pela erosão do solo bem como avaliar o uso e a eficiência da irrigação, quando presente.

Esse programa deverá ser implantado de forma intensiva, por meio de um mutirão de técnicos oriundos de outras Casas de Agricultura, de modo a completar as etapas propostas em um prazo razoável, garantindo assim o sucesso das soluções propostas.

Durante a elaboração do PIP, o técnico, quando necessário, na eventualidade de enquadramento, recomendará as linhas de crédito cabíveis, com juros subsidiados ou a fundo perdido, disponíveis tanto pelo governo estadual como pelo governo federal. As mesmas encontram-se descritas no anexo 12.

## 5.2.1 Roteiro base dos Projetos Individuais de Propriedade (PIPs)

1. Identificação
2. Técnico responsável
3. Levantamento
  - 3.1 Uso atual da terra
    - 3.1.1 Situação atual da cobertura vegetal permanente
    - 3.2 Infraestrutura
    - 3.2.1 Máquinas e equipamentos
    - 3.2.2 Benfeitorias e animais de tração
    - 3.2.3 Culturas e explorações: sistema tecnológico, manejo, produtividade e problemas
    - 3.2.4 Mapas:
      - Mapa da situação atual (incluir: cursos d'água, estradas, benfeitorias, tipos de solo, classes de declives, usos da terra, culturas, pastos e florestas).
      - Mapa de capacidade de uso da terra (incluir: cursos d'água, estradas, benfeitorias, classes e subclasses de uso da terra).
  4. Diagnóstico
    - 4.1 Diagnóstico da situação atual
    - 4.2 Diagnóstico ambiental e qualidade de vida
    - 4.3 Diagnóstico do uso do solo e da integração entre as diversas explorações na propriedade
  5. Planejamento
    - 5.1 Propostas tecnológicas
      - 5.1.1 Para aumento da cobertura vegetal do solo
      - 5.1.2 Para o uso racional da água de irrigação
      - 5.1.3. Para o aumento da infiltração de água no perfil do solo
      - 5.1.4 Para controle e disciplinamento do escorramento superficial água
      - 5.1.5 Para recomposição florestal de áreas de preservação obrigatória e permanente
      - 5.1.6 Outros
    - 5.2 Mapa do planejamento (Incluir: cursos d'água, uso planejado da terra, estradas, benfeitorias, culturas, pastagens, florestas e reflorestamentos).
    - 5.3 Parâmetro físico/financeiro
    - 5.4 Recomendações técnicas
    - 5.5 Considerações finais

## 5.2.2 Treinamento

A partir da consolidação das informações obtidas nos PIPs, as recomendações técnicas e as propostas tecnológicas serão agrupadas e consolidadas em treinamentos aos produtores das UPAs prioritárias.

Todo treinamento dirigido a esse público fundamenta-se na necessidade de adequabilidade a uma nova situação, que requer mudanças e avanço tecnológico, com a participação efetiva do próprio público beneficiário em todo o processo.

Dada a ampla abrangência do programa e a necessidade de assegurar a continuidade de suas propostas, garantidas pela organização dos agricultores e pela educação ambiental, é imprescindível o preenchimento de uma lacuna existente nos trabalhos tradicionais da extensão rural - que se voltam apenas para o agricultor – incorporando no processo todos os envolvidos, representados pela família dos agricultores e trabalhadores rurais da comunidade. Toda a estratégia do treinamento e suas atividades: palestras, cursos, dias de campo e reuniões, obrigatoriamente terão como pressuposto essa necessidade.

Os treinamentos dos agricultores serão realizados na comunidade. A responsabilidade pela sua execução caberá aos técnicos das Regionais e Casas da Agricultura dos municípios envolvidos.

### 5.3 Recomposição de Áreas de Preservação Permanente

Na maior parte dos casos, pode-se indicar as seguintes intervenções: condução da regeneração natural, plantio direto ou a implantação de espécies arbustivo-arbóreas nativas regionais.

Quando a área apresenta pequeno grau de perturbação, onde se observa a presença de banco de sementes e de plântulas, a regeneração natural é a estratégia indicada, uma vez que há possibilidade de autorrecuperação. A intervenção a ser feita é o isolamento da área dos fatores perturbadores, com a construção de cercas e aceiros. A reabilitação de ambientes degradados consiste em procurar restaurar suas características originais e difere do reflorestamento, cujo objetivo principal é obter uma cobertura florestal (21).

O plantio direto (ou semeadura direta) pode ser empregado para áreas de difícil acesso ou áreas montanhosas, embora não se restrinja a esses casos. Mesmo que o desempenho desse método não seja satisfatório, o baixo custo justifica essa alternativa econômica para a recuperação florestal (21).

Já a implantação de espécies arbóreas é um procedimento que permite pular as etapas iniciais da sucessão natural, onde surgem primeiramente as espécies herbáceas e gramíneas que enriquecem o solo com matéria orgânica, alterando suas características e assim permitindo o aparecimento de indivíduos arbustivo-arbóreos. Na implantação florestal esta etapa inicial é eliminada, plantando-se mudas de espécies arbóreas e arbustivas, num solo previamente corrigido e preparado. No plantio heterogêneo com espécies nativas regionais, a implantação dos espécimes arbustivo-arbóreos pode ocorrer de forma simultânea, possibilitando a acomodação tanto de espécies pioneiras, quanto de não pioneiras (21).

Para o Estado de São Paulo, a Resolução SMA 32, de 3/4/2014, estabelece orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo. Esta fixa orientações para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas, determinando a implantação de, no mínimo, 80 espécies florestais nativas de ocorrência regional, dentre aquelas elencadas na lista oficial do Instituto de Botânica e/ou identificadas em levantamentos florísticos regionais, podendo ser computadas todas as formas de vida presentes na floresta (21).

Além destas considerações, o planejamento para recuperação também deve considerar a microbacia hidrográfica como um todo, procurando identificar e controlar os fatores físicos e químicos que possam estar interferindo na área a ser recuperada. O enfoque deve ser sistêmico, ou seja, envolver o maior número de fatores que vão influenciar no seu sucesso. Dessa maneira, deve-se considerar as atividades agrícolas ou assemelhadas, levadas a efeito na vizinhança e avaliar como elas podem estar influenciando no processo de degradação da APP ou mesmo no estabelecimento e o desenvolvimento das mudas usadas para sua recuperação. Consequentemente, a primeira atividade nesse processo é identificar as causas da degradação e eliminá-las, pois caso contrário, a degradação ocorrerá novamente (21).

Conforme análise do Mapa de Biomas do Brasil (40) e do Mapa do Inventário Florestal feitos pelo Instituto Florestal em 2010 (41), a área do Sistema Cantareira encontra-se no bioma Mata Atlântica e a maioria dos remanescentes são florestas ombrófilas densas.

Os trabalhos de recuperação florestal devem considerar essas características, principalmente na escolha das espécies a serem introduzidas.

Como fonte de consulta, tanto para as espécies de ocorrência natural da região, como para a recomendação das espécies a serem plantadas, pode-se utilizar a Ferramenta de Indicação de Espécies de Ocorrência Regional para Projetos de Restauração Ecológica no Estado de São Paulo - Projeto Fitogeografia, projeto coordenado por DRUGOWICH e que se encontra disponível no site da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (42).

## Estimativa da necessidade de recuperação

De acordo com os dados da Tabela 18, verifica-se que 8.599ha na Área de Preservação Permanente possuem uso do solo com predomínio gramíneas/pastagem ou solo exposto, indicativo de degradação ambiental, tendo em vista que não são de ocorrência natural da região, cujo bioma Mata Atlântica caracteriza-se pela presença de florestas ombrófilas densas.

Assim, assumindo que em 60% a área a recuperação será conduzida pela regeneração natural e o restante pelo plantio de mudas de espécies arbóreas, cujo espaçamento do plantio será de 3m x 2m, serão necessárias 5.733.000 mudas para completar a recuperação em toda a bacia formadora dos reservatórios do Sistema Cantareira.

## 6. Bibliografia

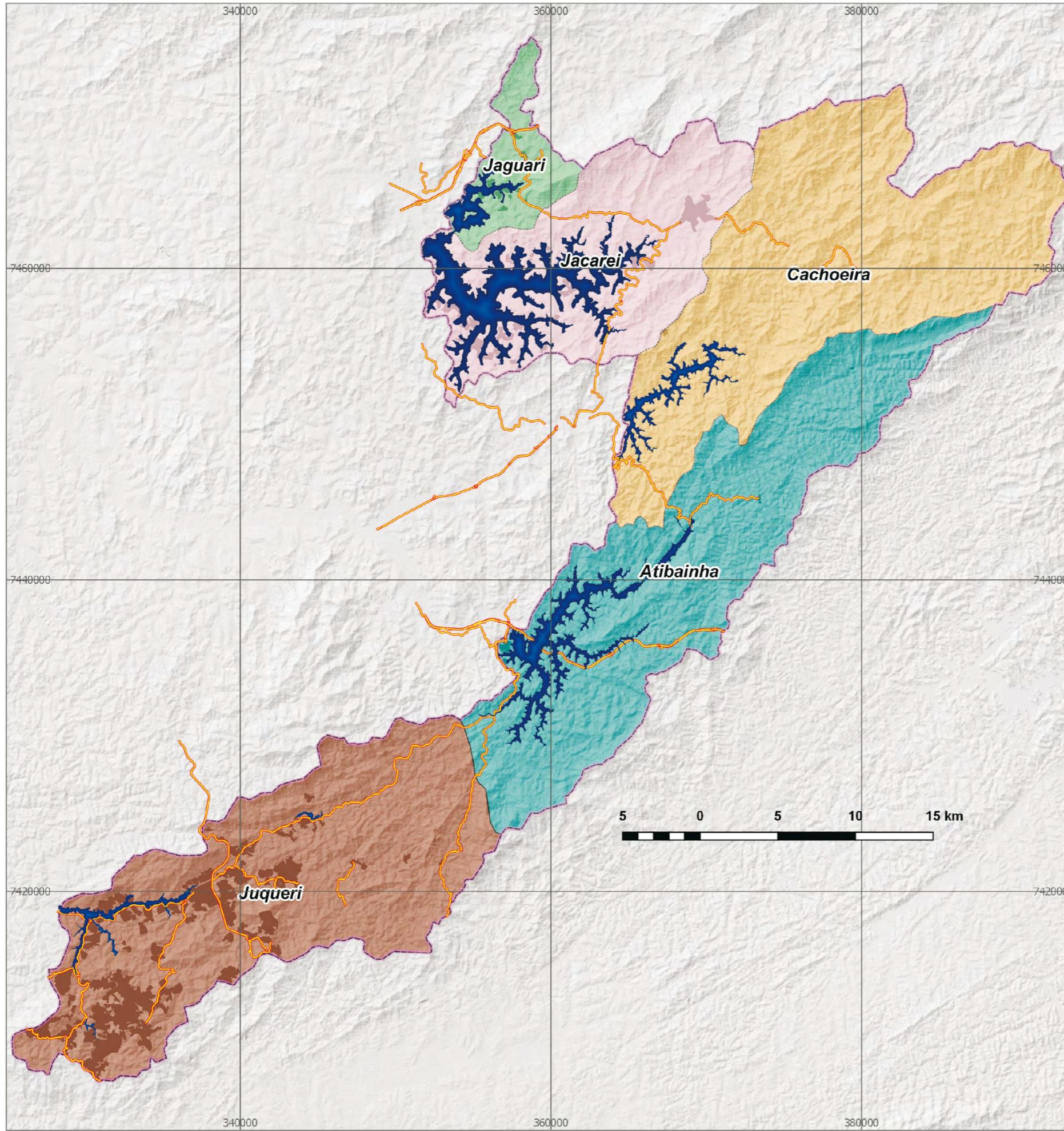
1. ORSI, C. A era dos extremos. **Jornal da Unicamp**, Campinas, abril/maio 2015. ISSN 623. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/unicamp/ju/623/era-dos-extremos>>. Acesso em: 03 ago. 2016.
2. SABESP – COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Notícias: Governo do Estado e Sabesp iniciam captação de água da reserva técnica do Cantareira. SABESP, 15 maio 2014. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalhe.aspx?secaold=65&id=6245>>.
3. SABESP. SABESP, 2015. Disponível em: <[http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/crisehidrica/chess\\_crise\\_hidrica.pdf](http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/crisehidrica/chess_crise_hidrica.pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2016.
4. FGV EESP CENTRO DE ESTUDOS DO AGRONEGÓCIO. FGV EESP Centro de Estudos do Agronegócio, 2016. Disponível em: <[http://gvagro.fgv.br/sites/gvagro.fgv.br/files/u5/Sumario\\_Irrigacao-Site-FINAL%20\(2\).pdf](http://gvagro.fgv.br/sites/gvagro.fgv.br/files/u5/Sumario_Irrigacao-Site-FINAL%20(2).pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2016.
5. FALEIROS, G. ONU aponta desafio no uso da água na agricultura. O Eco, 29 ago. 2011. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/reportagens/25262-onu-aponta-desafio-no-uso-da-agua-na-agricultura>>.
6. WALBERT, A. Agricultura é quem mais gasta água no Brasil e no mundo. **EBC Notícias**, 20 mar. 2013. Disponível em: <<http://www.ebc.com.br/noticias/internacional/2013/03/agricultura-e-quem-mais-gasta-agua-no-brasil-e-no-mundo>>.
7. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Informações sobre Recursos Hídricos. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – Informe 2015**, 2015. Disponível em: <[http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura\\_informe\\_2015.pdf](http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_2015.pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2016.
8. CATI – COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA REGIONAL. **Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas. Manual do Programa**. Campinas: CATI/CECOR, 2001.
9. WHATELY, M.; CUNHA, P. CANTAREIRA 2006: Um olhar sobre o maior manancial de água da Região Metropolitana de São Paulo. Resultados do Diagnóstico Socioambiental Participativo do Sistema Cantareira. **Instituto Socioambiental**, mar. 2006. Disponível em: <[http://www.socioambiental.org/banco\\_imagens/pdfs/10289.pdf](http://www.socioambiental.org/banco_imagens/pdfs/10289.pdf)>.
10. ASTER-GDEM. Aster Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer. **Jet Propulsion Laboratory**, jun. 2013. Disponível em: <<https://asterweb.jpl.nasa.gov/latest.asp>>.
11. BRASIL. Lei no. 12.651 de 25/05/12. PALÁCIO DO PLANALTO - PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 25 maio 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)>.
12. SÃO PAULO (ESTADO). SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008**. São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008.
13. ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Renovação da Outorga do Sistema Cantareira, 2016. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/outorgaefiscalizacao/renovacaocantareira.aspx>>. Acesso em: 09 ago. 2016.
14. SISTEMA CANTAREIRA. Sistema Cantareira Nível de Água Atualizado, 2016. Disponível em: <<http://www.nivelaguasaopaulo.com/sistema/cantareira>>. Acesso em: 09 ago. 2016.

15. EMBRAPA, CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.
16. PRADO, H. D. **Pedologia Fácil: Aplicação em Solos Tropicais**. Piracicaba: H. do Prado, 2013. ISBN 978-85-901330-2-5.
17. SANTOS, H. G.; ZARONI, M. J. Agência Embrapa de Informação Tecnológica – AGEITEC: Latossolos. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONTAG01\\_11\\_2212200611540.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_11_2212200611540.html)>. Acesso em: 11 fev. 2016.
18. SOARES JÚNIOR, H. H.; FERREIRA, O. M. **Processos Erosivos e Perda de Solo em Estradas Vicinais**. PUC GOIÁS, 2007. Disponível em: <<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/PROCESSOS%20EROSIVOS%20E%20PERDA%20DE%20SOLO%20EM%20ESTRADAS%20VICINAIS.pdf>>.
19. CASARIN, R. D. **Controle de Erosão em Estradas Rurais Não Pavimentadas, Utilizando Sistema de Terraceamento com Gradiente Associado à Bacias de Captação**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista - FCA, 2008.
20. CASTRO, M. D. C. et al. **Perda de Solo Antes e Depois da Adequação em Estradas Não Pavimentadas**. Estudo de caso: trecho da PSP-428 de Presidente Prudente-SP. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 22 a 26 nov. 2009. Disponível em: <[http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/75b04c3840b974c3ba4e88438dfc774b\\_14f2b99526de1a44f428fad562048ec6.pdf](http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/75b04c3840b974c3ba4e88438dfc774b_14f2b99526de1a44f428fad562048ec6.pdf)>.
21. DRUGOWICH, M. I. C. **Plano Diretor de Controle de Erosão Rural dos Córregos Afonso XIII, São Martinho, Dom Quixote e etc**. Campinas: CIAGRO/CATI/SAA, 2015.
22. SILVA, P. M. **Modelagem do Escoamento Superficial e da Erosão Hídrica na Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão Marcela, Alto do Rio Grande, MG**. UFLA - Departamento de Engenharia, 2006. Disponível em: <[http://www.deg.ufla.br/setores/engenharia\\_agua\\_solo/pesquisa/recursos\\_hidricos/Tese-Polyanna.pdf](http://www.deg.ufla.br/setores/engenharia_agua_solo/pesquisa/recursos_hidricos/Tese-Polyanna.pdf)>.
23. DRUGOWICH, M. I. C. **Plano Diretor de Controle de Erosão Rural para o Município de Tatui-SP**. Campinas: CIAGRO-CATI-SAA, 2011.
24. BERTONI NETO, J.; LOMBARDI, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990.
25. DA COSTA, T. C. E. C.; SOUZA, G. D.; BRITES, R. S. **Delimitação e Caracterização de Áreas de Preservação Permanente, por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG)**. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 14-19 abr. 1996. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/01.27.16.17/doc/T48.pdf>>.
26. NASCIMENTO, M. C. D. et al. **Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo**. UFV - Biblioteca Florestal, 2005. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/11893>>.
27. CARVALHO, 1984 apud FERRARI, G. V. **Uso de Cadastro Técnico Rural, Sistema de Informações Geográficas e Análise Multicritério para Priorização de Microbacias e Propriedades Rurais**. Florianópolis: Universidade de Santa Catarina - Centro Tecnológico, 1996.
28. FERRARI, G. V. **Uso de Cadastro Técnico Rural, Sistema de Informações Geográficas e Análise Multicritério para Priorização de Microbacias e Propriedades Rurais**. Florianópolis: Universidade de Santa Catarina - Centro Tecnológico, 1996.
29. LASA 1975 apud FERRARI, G. V. **Uso de Cadastro Técnico Rural, Sistema de Informações Geográficas e Análise Multicritério para Priorização de Microbacias e Propriedades Rurais**. Florianópolis: Universidade de Santa Catarina - Centro Tecnológico, 1996.
30. OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO M.N. E CALDERANO FILHO, B. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas: Instituto Agronômico/ EMBRAPA Solos, 1999.
31. LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. **Terraceamento Agrícola**. In: LOMBARDI NETO, F. & D. M. I. C. **Manual Técnico de Manejo e Conservação de Solo e Água - Tecnologias Disponíveis para Controlar o Escorramento Superficial do Solo**. Campinas: Centro de Comunicação Rural - CECOR - CATI/SAA, 1994. p. 11-35.
32. CATI – COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Adequação de estradas rurais**. Campinas: Centro de Comunicação Rural - CECOR - CATI/SAA, 2003. ISBN 0100-4417.
33. PINTO, V. A. P. et al. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG., n.65, p.197-206, jun. 2004. Scientia Forestalis, Piracicaba, 65, jun 2004. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr65/cap19.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2015.

34. ANDRADE, N. D. O. Manejo Físico de Pastagens. In: LOMBARDI NETO, F. & D. M. I. C. **Manual Técnico de Manejo e Conservação do Solo e Água - Volume IV** -. Campinas, SP.: Centro de Comunicação Rural - CECOR - CATI/SAA., 1994. p. 63-65.
35. PEREIRA, J. M. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/semfaz/pastagem.htm>>. Acesso em: 3 maio 2013.
36. VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. **Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campinas Grande, 14 n.1, 2010. 55-64.
37. DO VALLE JUNIOR, R. F. *et al.* **Diagnóstico das áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Tijuco, Ituiutaba - MG, utilizando tecnologia SIG**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, 30 n.3, 2010. 495-503. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/71700>>.
38. LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. **Controle de Erosão em Estradas Rurais**. In: LOMBARDI NETO, F & DRUGOWICH, M.I.,. In: LOMBARDI NETO, F.; AL., E. Manual Técnico de Manejo e Conservação do Solo e Água. Campinas: [s.n.], v. V, 1994. p. 1-23.
39. INSTITUTO CEPA/SC. **Avaliação do Projeto Microbacias. Componente: Controle de Erosão ao Longo de Estradas Rurais - Relatório de Avaliação Final**, Março 1999. Disponível em: <<file:///G:/TRABALHOS/CANTAREIRA/TEXTOSCANTAREIRA/estradas.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2016.
40. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Biomas e de Vegetação**, 21 Maio 2004. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas\\_e\\_Mapas/Mapas\\_Murais/](ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas_e_Mapas/Mapas_Murais/)>. Acesso em: 12 jan. 2016.
41. INSTITUTO FLORESTAL/GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapas da cobertura vegetal nativa dos municípios do Sistema Cantareira**. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/sifesp/mapas-da-vegetacao-natural-dos-municipios-do-sistema-cantareira/>>. Acesso em: 12 jan. 2016.
42. CATI – COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA REGIONAL. **Ferramenta de Indicação de Espécies de Ocorrência Regional**. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/new/acervo-tecnico.php?ID=59>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

# **ANEXOS**





Sub-bacias formadoras dos reservatórios do Sistema Cantareira  
**Anexo 1 - Mapa das Bacias Formadoras**

**Legenda**

- Rodovias
- Limite dos Reservatórios em 2010/2011
- Áreas urbanizadas
- Bacia do Cantareira
- Relevo

**Referências**

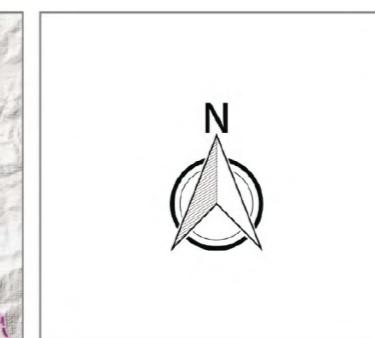
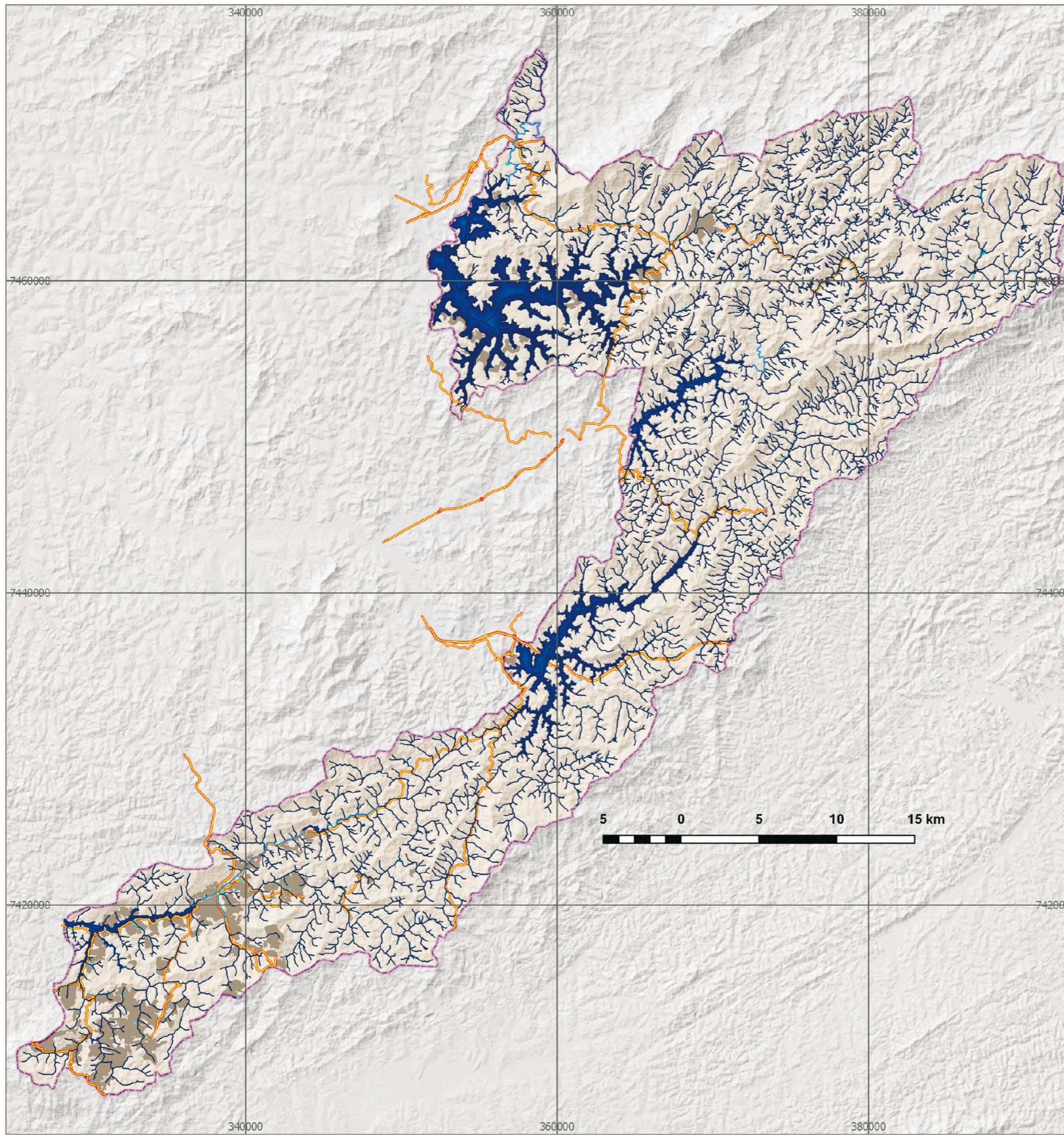
Imagens Mapeia-SP 2010-11  
 Parâmetros da imagem: data aquisição: 2010/11 - Resolução: pixel de 1m  
 SRC - UTM SIRGAS 2000 zona 23

Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A - Emplasa  
 Diretoria de Planejamento - DPL. Unidade de Cartografia - UCA.

Modelo Digital de Terreno SRTM 30m - USGS EROS Data Center  
<http://earthexplorer.usgs.gov/>

**Notas técnicas**

Sistema Coordenadas UTM - Datum SIRGAS  
 Escala: 1:250.000 Data: 18/08/2016



Sub-bacias formadoras dos reservatórios do Sistema Cantareira  
**Anexo 2 - Mapa da Hidrografia**

#### Legenda

- Rodovias
- Hidrografia unifilar
- Lagos e tanques
- Hidrografia bifilar
- Limite dos Reservatórios em 2010/2011
- Áreas urbanizadas
- Bacia do Cantareira
- Relevo

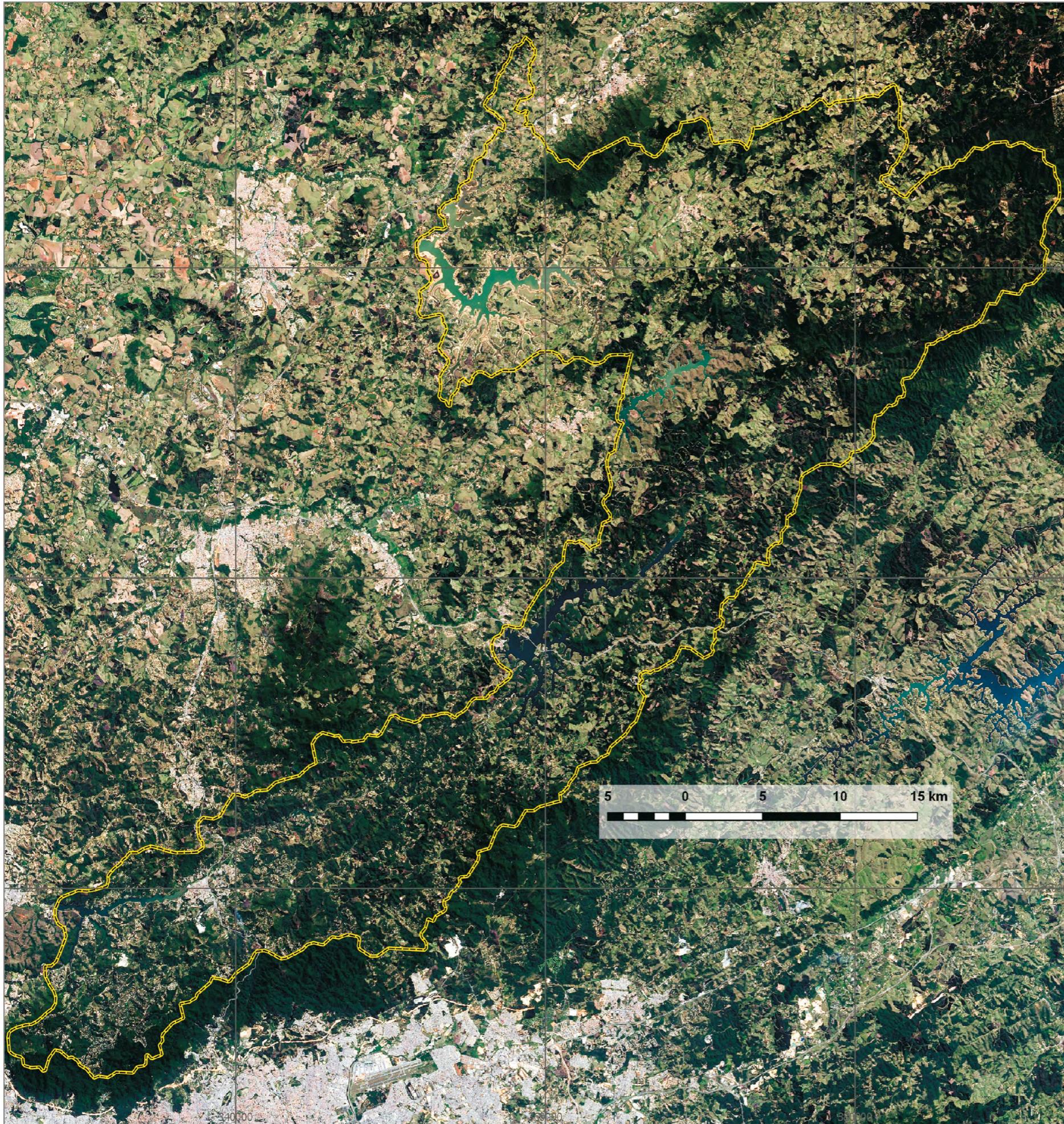
#### Referências

Imagens Mapeia-SP 2010-11  
 Parâmetros da imagem: data aquisição: 2010/11 - Resolução: pixel de 1m  
 SRC - UTM SIRGAS 2000 zona 23  
 Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A - Emplasa  
 Diretoria de Planejamento - DPL. Unidade de Cartografia - UCA.

Modelo Digital de Terreno SRTM 30m - USGS EROS Data Center  
<http://earthexplorer.usgs.gov/>

#### Notas técnicas

Sistema Coordenadas UTM Datum SIRGAS 2000  
 Escala: 1:250.000 Data: 18/08/2016



#### Legenda

- Bacia do Cantareira
- Imagem Composta

#### Referências

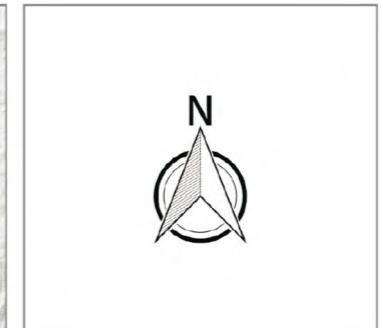
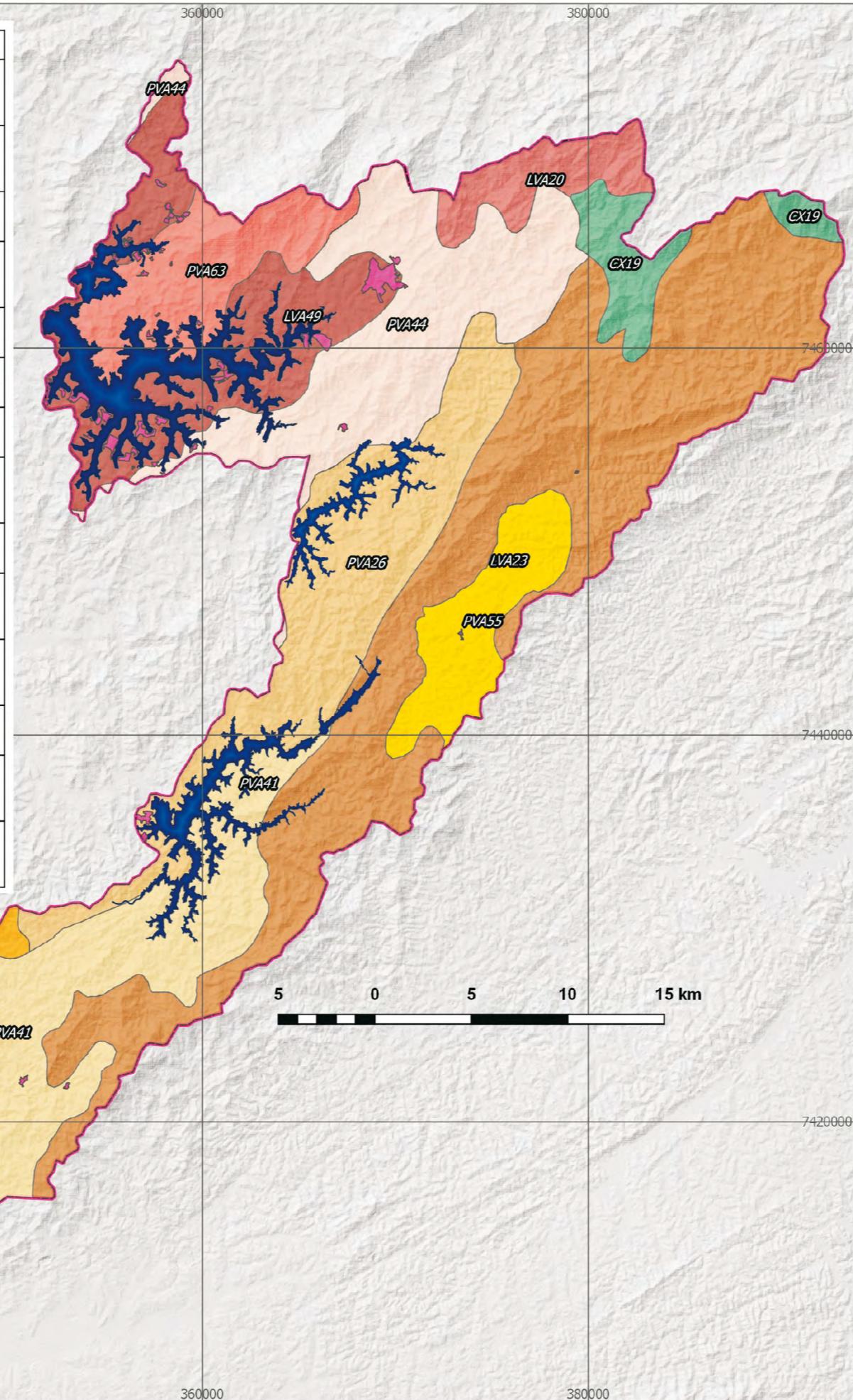
Imagens Mapeia-SP 2010-11  
 Parâmetros da imagem: data aquisição: 2010/11 - Resolução: pixel de 1m  
 SRC - UTM SIRGAS 2000 zona 23  
 Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A - Emplasa  
 Diretoria de Planejamento - DPL. Unidade de Cartografia - UCA.

Imagem: LANDSAT 8 - Data de aquisição - 23/09/2015 13:04:20 Comp. 432 \* Lansat 8 Level 1 standard data products is a courtesy of the U.S. Geological Survey

#### Notas técnicas

Sistema Coordenadas UTM - Datum SIRGAS  
 Escala: 1:250.000 Data: 18/08/2016

Legenda	Descrição
CX19	Cambissolos Háplicos distróficos textura argilosa e média relevo montanhoso escarpado + Latossolos Vermelhos-Amarelos distr.text.argilosa relevo montanhoso ambos A moderado + Afloramentos de Rochas.
CX19	Cambissolos Háplicos distróficos textura argilosa e média relevo montanhoso escarpado + Latossolos Vermelhos-Amarelos distr.text.argilosa relevo montanhoso ambos A moderado + Afloramentos de Rochas.
LVA20	Latossolos Vermelhos-Amarelos distr. + Cambissolos Háplicos distr. textura argilosa relevo montanhoso e forte ondulado.
LVA49	Latossolos Vermelhos-Amarelos distr. A mod. e A proeminent. + Latossolos Vermelhos-Amarelos distr. A húmico ambos textura argilosa relevo forte ondulado e ondulado + Argissolos Vermelhos-Amarelos A mod. e A proeminent. textura argilosa.
PVA26	Argissolos Vermelhos-Amarelos distróficos A moderado e A proeminent. textura média/argilosa e argilosa relevo forte ondulado e montanhoso.
PVA41	Argissolos Vermelhos-Amarelos distr. text. argil. relevo forte ondulado + Cambissolos Háplicos distr. text. argil. e média relevo forte ondulado e montanhoso ambos A moderado.
PVA41	Argissolos Vermelhos-Amarelos distr. text. argil. relevo forte ondulado + Cambissolos Háplicos distr. text. argil. e média relevo forte ondulado e montanhoso ambos A moderado.
PVA42	Argissolos Vermelhos-Amarelos distróficos textura argilosa relevo forte ondulado e montanhoso + Cambissolos Háplicos distróficos textura argilosa relevo montanhoso e escarpado ambos A moderado.
PVA42	Argissolos Vermelhos-Amarelos distr. text. argil. relevo forte ondulado e montanhoso + Cambissolos Háplicos distr. text. argil. relevo montanhoso e escarpado ambos A mod.
PVA44	Argissolos Vermelhos-Amarelos distr. text. média/argil. e argil. fase não rochosa e rochosa + Cambissolos Háplicos distr. text. argil. e média ambos A mod. e A proeminent. relevo forte ondulado e montanhoso.
PVA63	Argissolos Vermelhos-Amarelos distr. A mod. e A proeminent. + Argissolos Vermelhos-Amarelos eutóficos A moderado ambos textura média/argil. e argil. fase não rochosa e rochosa relevo montanhoso e forte ondulado.
LVA23	Latossolos Vermelhos-Amarelos distr. relevo montanhoso e forte ondulado + Cambissolos Háplicos distróficos relevo montanhoso ambos A moderado textura argilosa.
PVA44	Argissolos Vermelhos-Amarelos distr. text. média/argil. e argil. fase não rochosa e rochosa + Cambissolos Háplicos distr. text. argil. e média ambos A moderado e A proeminent. relevo forte ondulado e montanhoso.
PVA55	Argissolos Vermelhos-Amarelos distr. text. argil. e média/argil. fase não rochosa e rochosa relevo forte ondulado + Latossolos Vermelhos-Amarelos distr. text. argil. relevo forte ondulado e montanhoso ambos A moderado.



Sub-bacias formadoras dos reservatórios do Sistema Cantareira  
**Anexo 4 - Mapa de Solos**

#### Legenda

Áreas urbanizadas
Limite dos Reservatórios em 2010/2011
Bacia do Cantareira
<b>Solos</b>
CX19
LVA20
LVA23
LVA49
PVA26
PVA41
PVA42
PVA44
PVA55
PVA63
Relevo

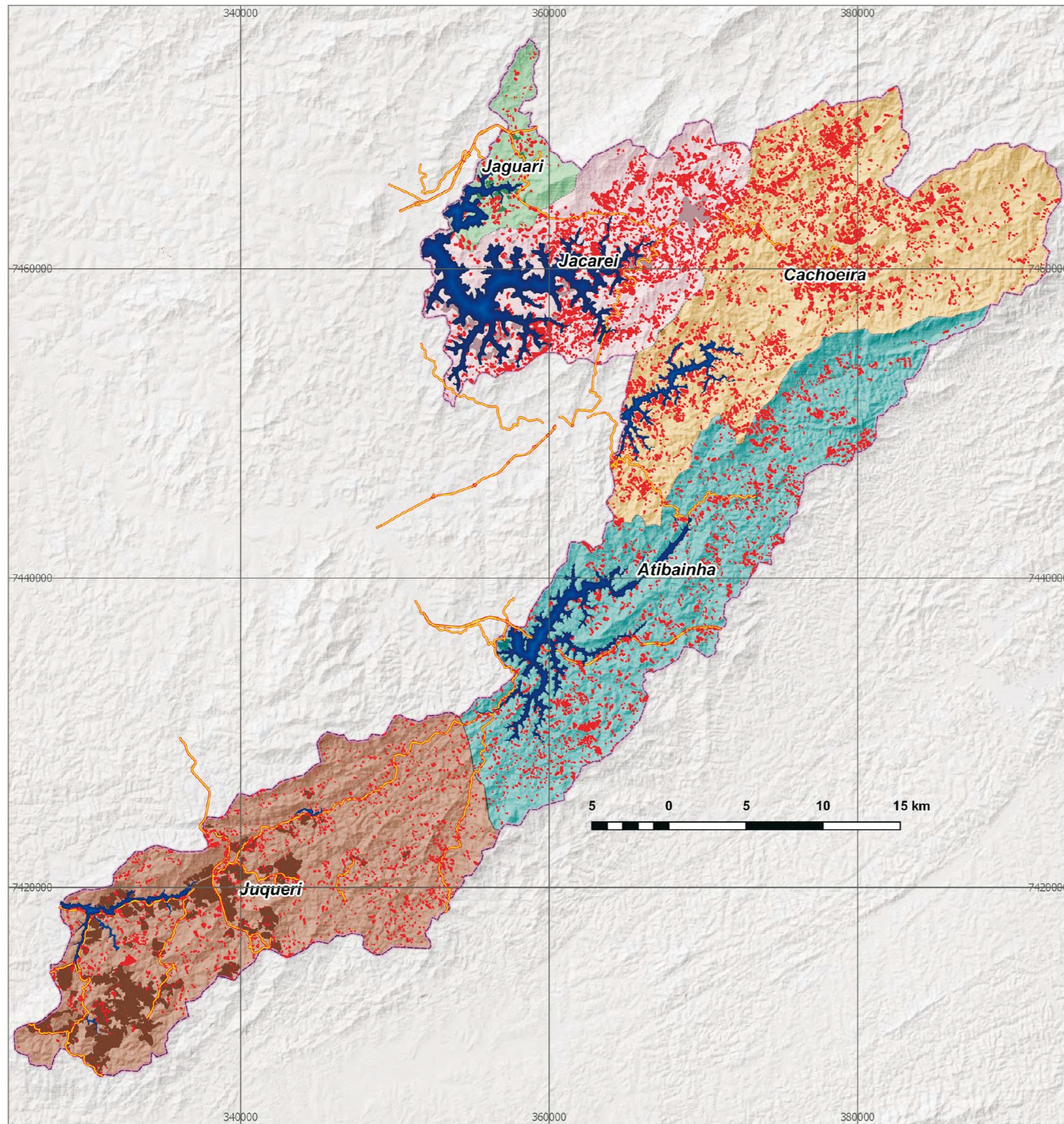
#### Referências

Imagens Mapeia-SP 2010-11  
Parâmetros da imagem: data aquisição: 2010/11 - Resolução: pixel de 1m  
SRC - UTM SIRGAS 2000 zona 23  
Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A - Emplasa  
Diretoria de Planejamento - DPL. Unidade de Cartografia - UCA.

Mapa Pedológico do Estado de São Paulo - IAC.

#### Notas técnicas

Sistema Coordenadas UTM - Datum SIRGAS  
Escala: 1:250.000 Data: 18/08/2016



Sub-bacias formadoras dos reservatórios do Sistema Cantareira  
**Anexo 5 - Mapa de erosão**

#### Legenda

- Rodovias
- Formas erosivas
- Limite dos Reservatórios em 2010/2011
- Áreas urbanizadas
- Bacia do Cantareira
- Relevo

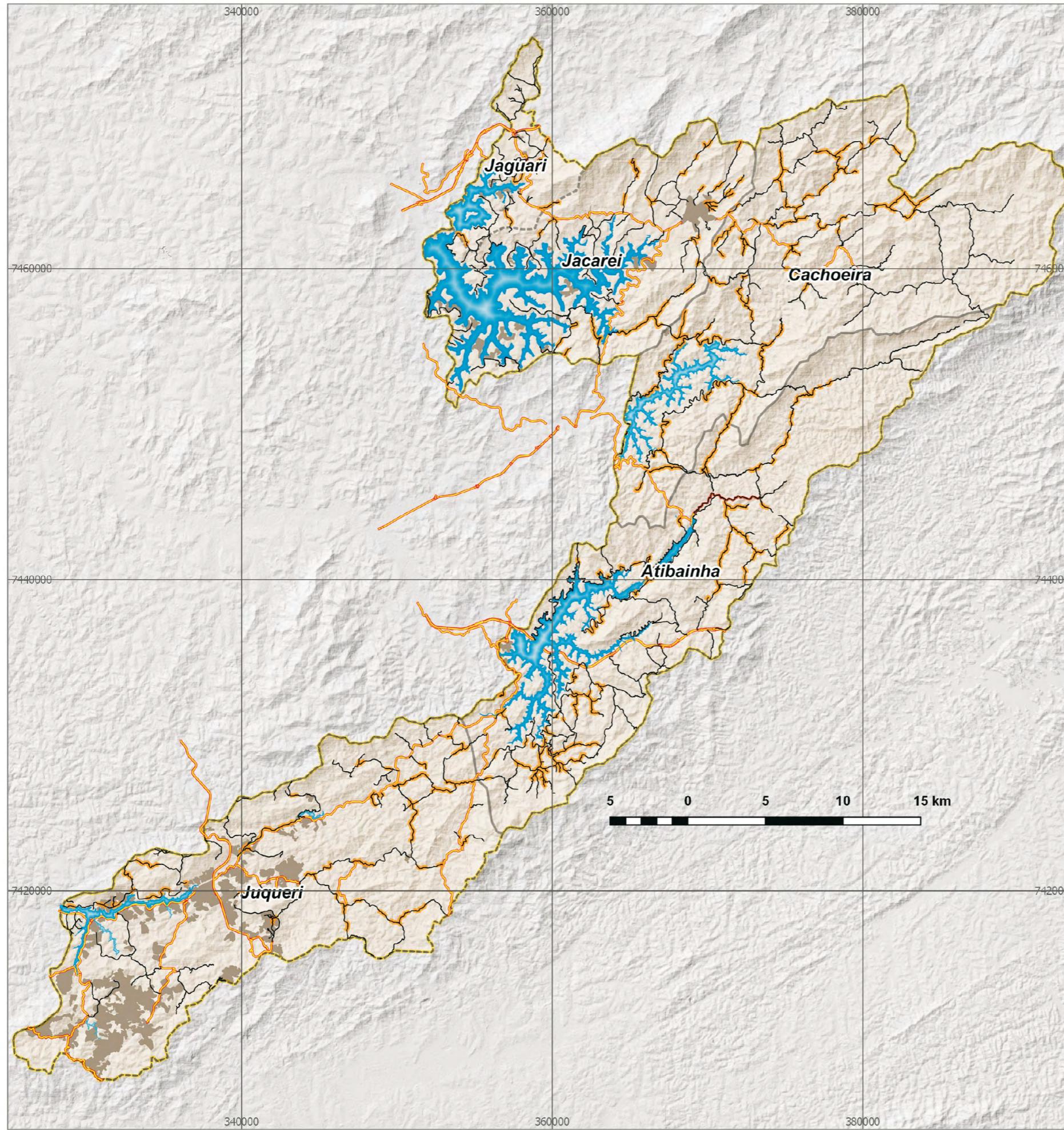
#### Referências

Imagens Mapeia-SP 2010-11  
Parâmetros da imagem: data aquisição: 2010/11 - Resolução: pixel de 1m  
SRC - UTM SIRGAS 2000 zona 23  
Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A - Emplasa  
Diretoria de Planejamento - DPL. Unidade de Cartografia - UCA.

Modelo Digital de Terreno SRTM 30m - USGS EROS Data Center  
<http://earthexplorer.usgs.gov/>

#### Notas técnicas

Sistema Coordenadas UTM - Datum SIRGAS  
Escala: 1:250.000 Data: 18/08/2016



Sub-bacias formadoras dos reservatórios do Sistema Cantareira  
**Anexo 6 - Mapa do Sistema Viário**

#### Legenda

- Rodovias
- Trechos prioritários
- Estradas rurais
- Limite dos Reservatórios em 2010/2011
- Áreas urbanizadas
- Bacia do Cantareira
- Relevo

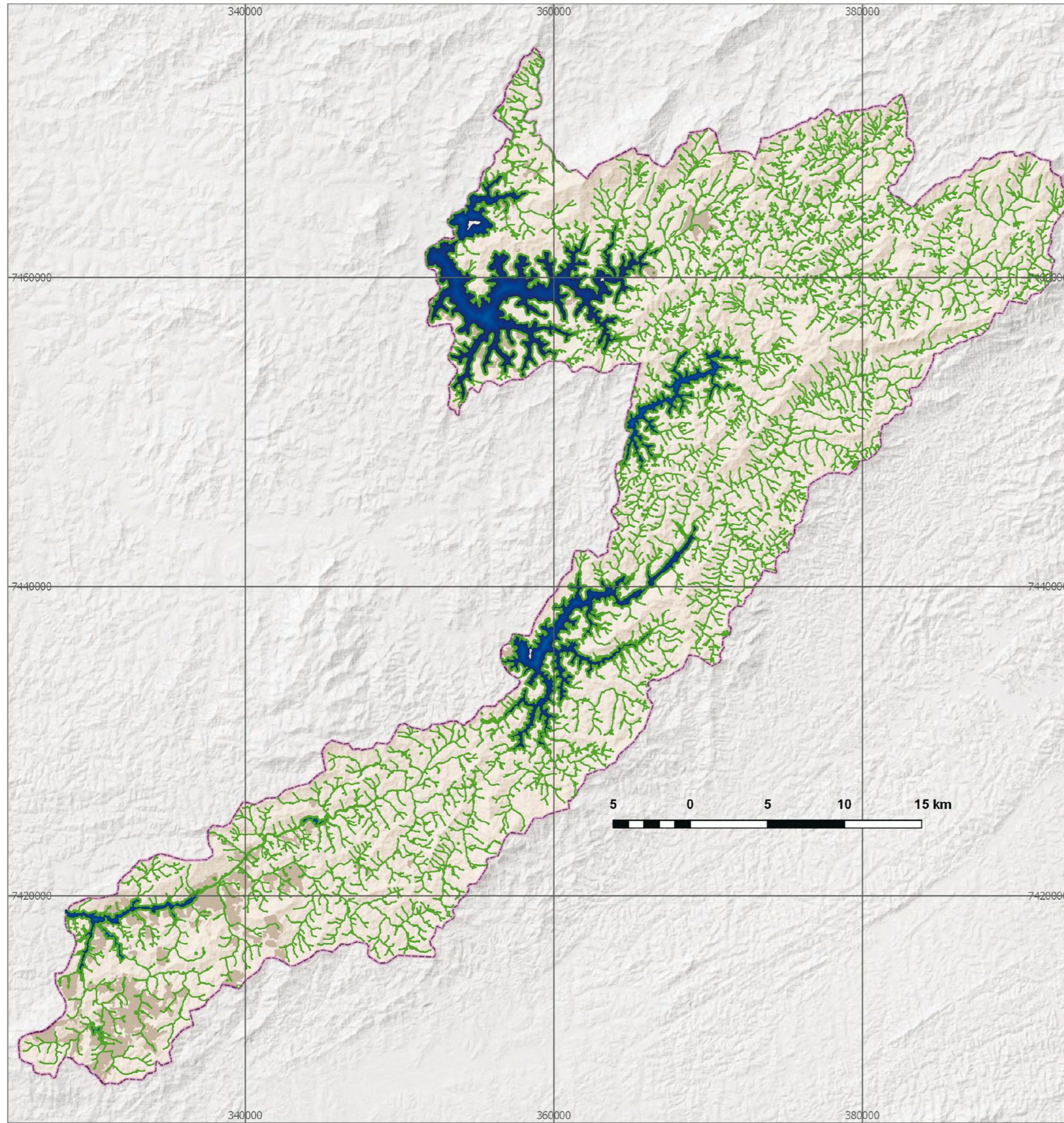
#### Referências

Imagens Mapeia-SP 2010-11  
 Parâmetros da imagem: data aquisição: 2010/11 - Resolução: pixel de 1m  
 SRC - UTM SIRGAS 2000 zona 23  
 Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A - Emplasa  
 Diretoria de Planejamento - DPL. Unidade de Cartografia - UCA.

Modelo Digital de Terreno SRTM 30m - USGS EROS Data Center  
<http://earthexplorer.usgs.gov/>

#### Notas técnicas

Sistema Coordenadas UTM - Datum SIRGAS  
 Escala: 1:250.000 Data: 18/08/2016



Sub-bacias formadoras dos reservatórios do Sistema Cantareira  
**Anexo 7 - Mapa de Áreas Pres.Perm. - APP**

#### Legenda

- Áreas de Pres. Permanente
- Limite dos Reservatórios em 2010/2011
- Áreas urbanizadas
- Bacia do Cantareira
- Relevo

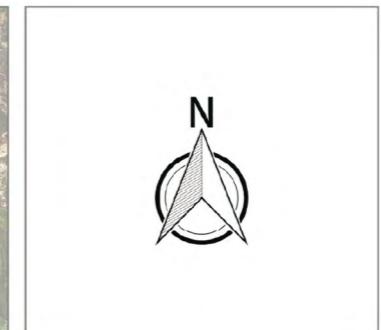
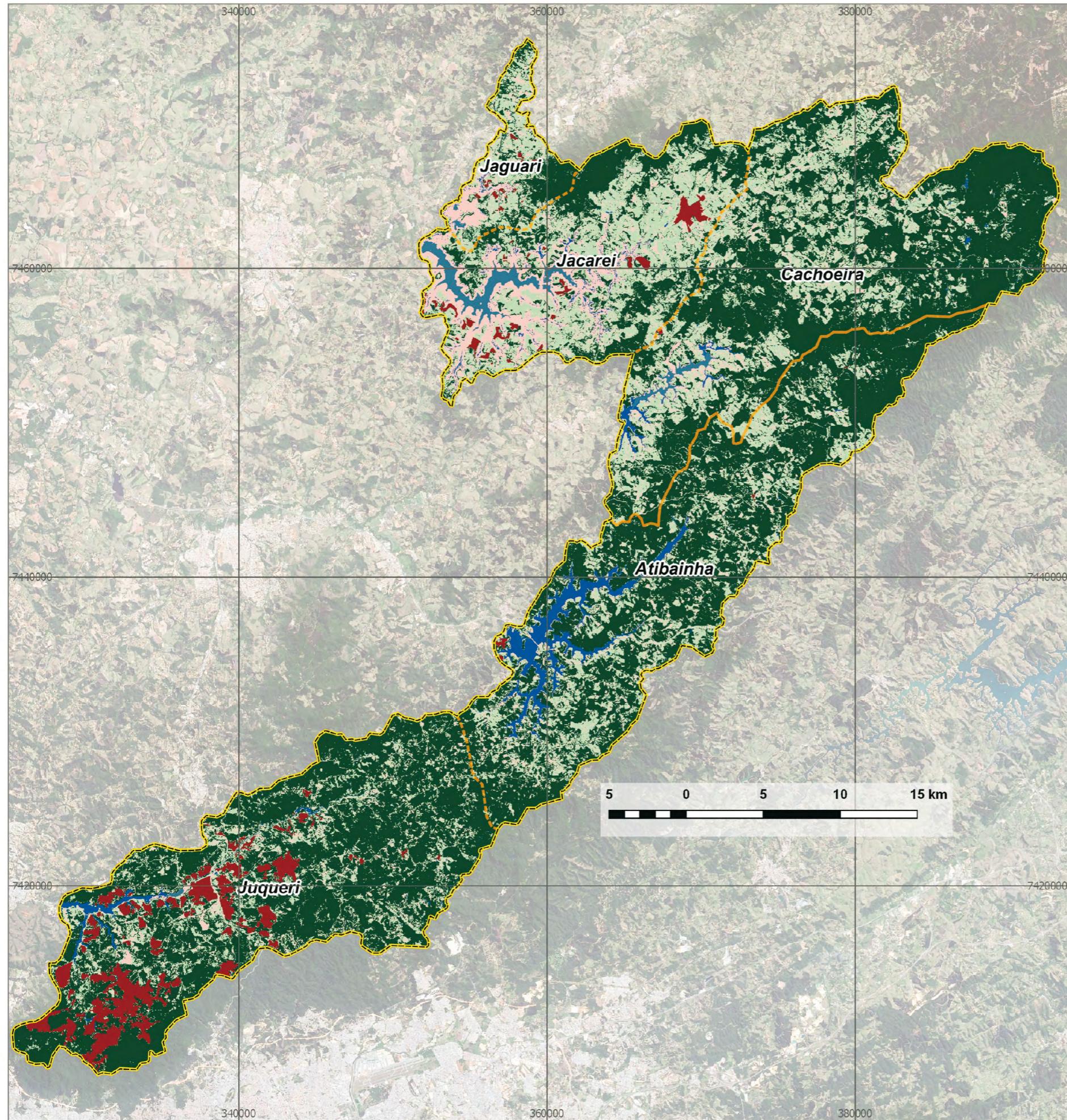
#### Referências

Imagens Mapeia-SP 2010-11  
 Parâmetros da imagem: data aquisição: 2010/11 - Resolução: pixel de 1m  
 SRC - UTM SIRGAS 2000 zona 23  
 Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A - Emplasa  
 Diretoria de Planejamento - DPL. Unidade de Cartografia - UCA.

Modelo Digital de Terreno SRTM 30m - USGS EROS Data Center  
<http://earthexplorer.usgs.gov/>

#### Notas técnicas

Sistema Coordenadas UTM Datum SIRGAS 2000  
 Escala: 1:250.000 Data: 18/08/2016



Sub-bacias formadoras dos reservatórios do Sistema Cantareira

### Anexo 8 - Mapa de uso do solo

#### Legenda

- Bacia do Cantareira
- Área contr. dos reservatórios
- Uso do Solo
  - Predomínio gramíneas/ pastagem
  - Espécies arbóreas/ reflorestamento
  - Solo exposto
  - Água sem sedimentos
  - Água com sedimentos
  - Áreas urbanizadas
  - Imagem Composta

#### Referências

Imagens Mapeia-SP 2010-11  
 Parâmetros da imagem: data aquisição: 2010/11 - Resolução: pixel de 1m  
 SRC - UTM SIRGAS 2000 zona 23

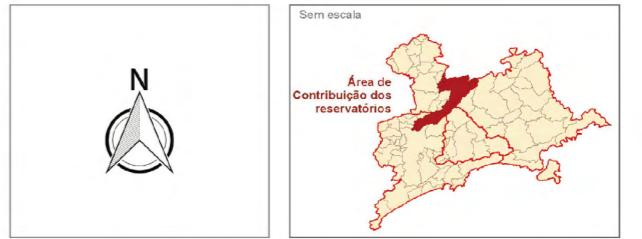
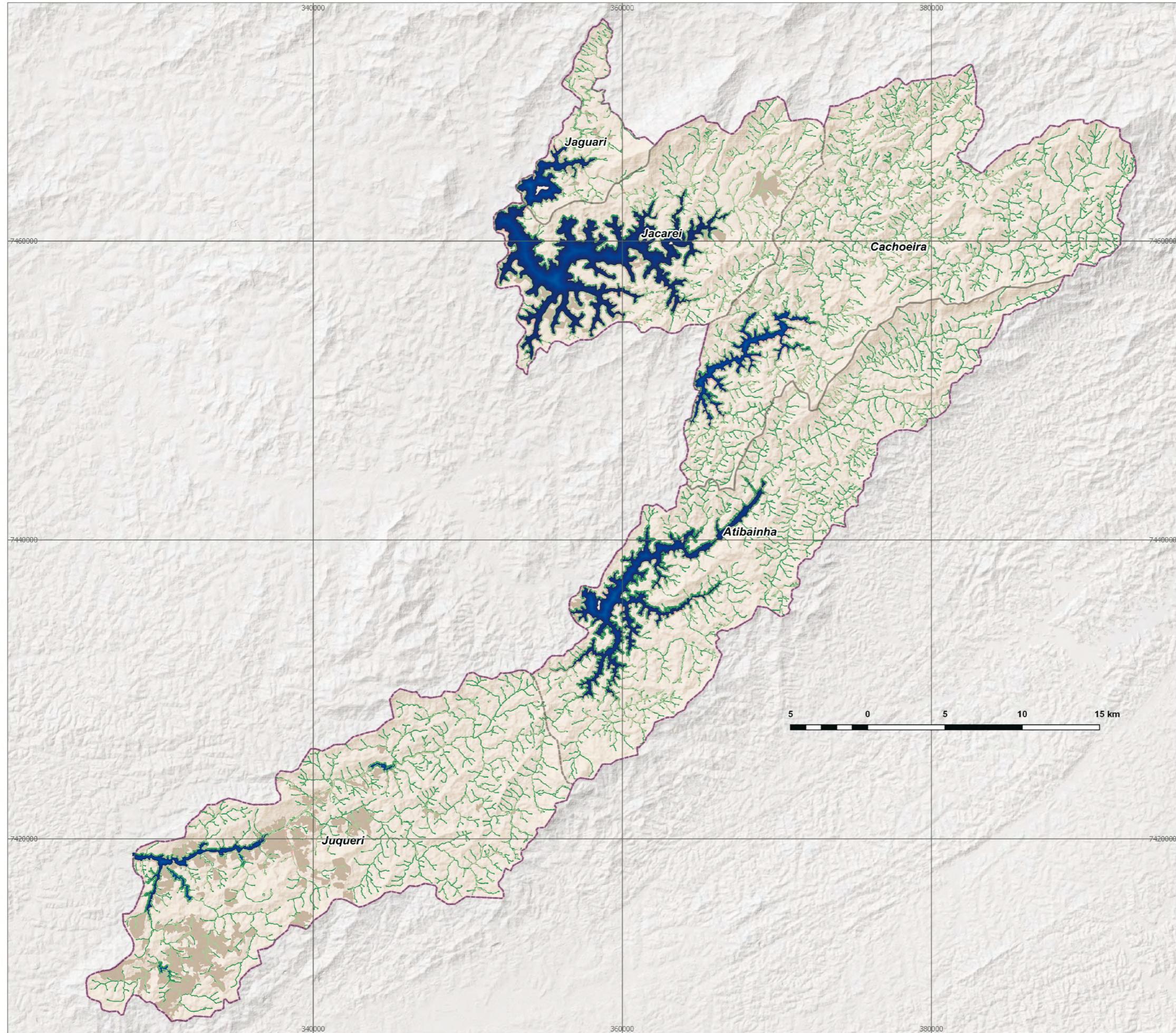
Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A - Emplasa  
 Diretoria de Planejamento - DPL. Unidade de Cartografia - UCA.

Imagem: LANDSAT 8 - Data de aquisição - 23/09/2015 13:04:20 Comp.  
 432 \* Lansat 8 Level 1 standard data products is a courtesy of the U.S.  
 Geological Survey

#### Notas técnicas

Sistema Coordenadas UTM - Datum SIRGAS

Escala: 1:250.000 Data: 18/08/2016



Sub-bacias formadoras dos reservatórios do Sistema Cantareira  
**Anexo 09 - Mapa de Uso do Solo na APP**

**Legenda**

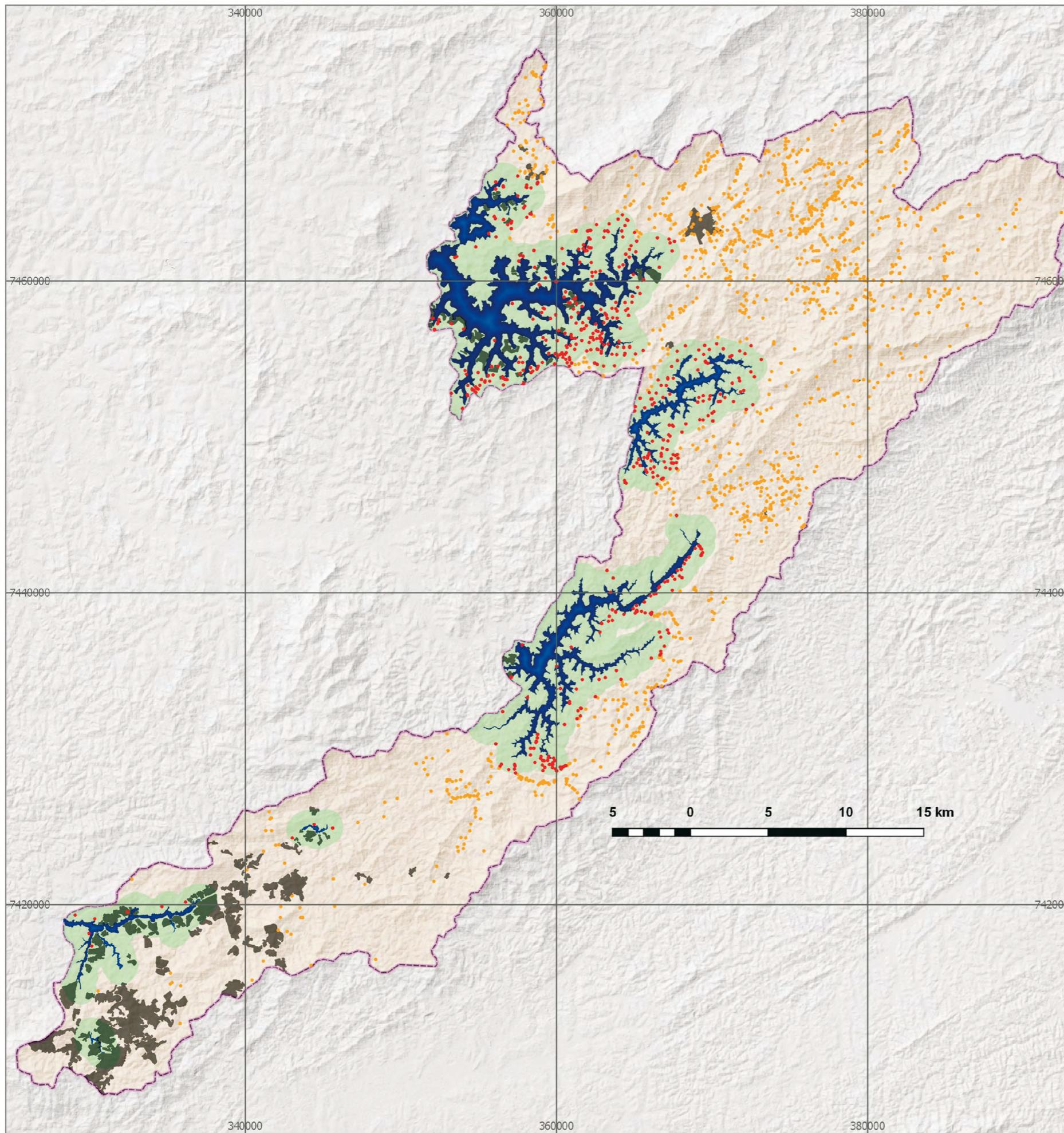
- Área de contrdos reservatórios em SP
- Limite dos Reservatórios em 2010/2011
- Áreas urbanizadas
- Bacia do Cantareira
- Uso do solo na APP
- Predomínio gramíneas/ pastagem
- Espécies arbóreas/ reflorestamento
- Solo exposto
- Relevo

**Referências**

Imagens Mapeia-SP 2010-11  
Parâmetros da imagem: data aquisição: 2010/11 - Resolução: pixel de 1m  
SRC - UTM SIRGAS 2000 zona 23  
Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A - Emplasa  
Diretoria de Planejamento - DPL. Unidade de Cartografia - UCA.

Modelo Digital de Terreno SRTM 30m - USGS EROS Data Center  
<http://earthexplorer.usgs.gov/>

**Notas técnicas**  
Sistema Coordenadas UTM Datum SIRGAS 2000  
Escala: 1:250.000 Data: 18/08/2016



Sub-bacias formadoras dos reservatórios do Sistema Cantareira  
**Anexo 10 - Mapa de UPAs Prioritárias**

#### Legenda

- UPAs prioritárias
- UPAs prior. no entorno 1.000m dos reserv.
- Limite dos Reservatórios em 2010/2011
- Entorno de 1.000m dos res.
- Áreas urbanizadas
- Bacia do Cantareira
- Relevo

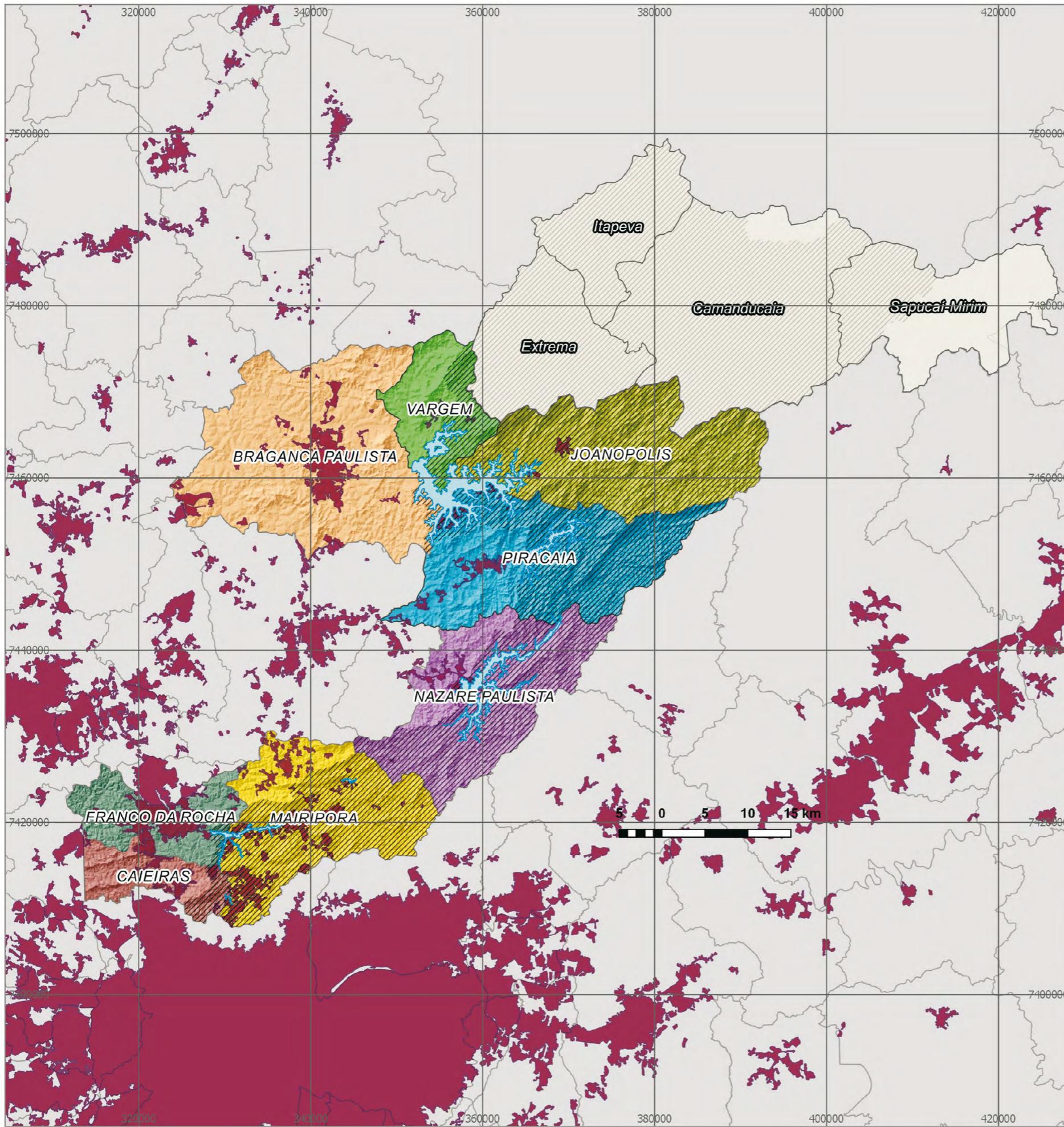
#### Referências

Imagens Mapeia-SP 2010-11  
 Parâmetros da imagem: data aquisição: 2010/11 - Resolução: pixel de 1m  
 SRC - UTM SIRGAS 2000 zona 23  
 Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A - Emplasa  
 Diretoria de Planejamento - DPL. Unidade de Cartografia - UCA.

Modelo Digital de Terreno SRTM 30m - USGS EROS Data Center  
<http://earthexplorer.usgs.gov/>

#### Notas técnicas

Sistema Coordenadas UTM Datum SIRGAS 2000  
 Escala: 1:250.000 Data: 18/08/2016



Sub-bacias formadoras dos reservatórios do Sistema Cantareira  
**Anexo 11 - Mapa dos Municípios Participantes**

**Legenda**

- Limite dos Reservatórios em 2010/2011
- Áreas urbanizadas
- Bacia do Cantareira
- Limites municipais
- Municípios participantes em Minas Gerais
- Municípios participantes em São Paulo
- Bragança Paulista
- Caiéiras
- Franco da Rocha
- Joanópolis
- Mairiporã
- Nazaré Paulista
- Piracaia
- Vargem

**Referências**

Imagens Mapeia-SP. Parâmetros da imagem: data aquisição: 2010/11 - Resolução: pixel de 1m SRC - UTM SIRGAS 2000 zona 23. Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A - Emplasa - Diretoria de Planejamento - DPL. Unidade de Cartografia - UCA.

Shapes IGC -Instituto de Geográfico e Cartográfico de SP

Modelo Digital de Terreno SRTM 30m - USGS EROS Data Center  
<http://earthexplorer.usgs.gov/>

**Notas técnicas**

Sistema Coordenadas UTM - Datum SIRGAS

Escala: 1:450.000 Data: 18/08/2016

## Anexo 12 – Linhas de Financiamento Aplicáveis

### 12.1 Fundo de Expansão do Agronegócio Paulista/Banco do Agronegócio Familiar (Feap/Banagro)

#### Condições gerais dos financiamentos beneficiários

- Produtores rurais, pessoas físicas, com renda agropecuária anual de até R\$ 800.000,00, que deverão representar no mínimo 50% do total de sua renda bruta anual.

Para efeito de enquadramento no Feap/Banagro, o cálculo de renda bruta agropecuária anual deve considerar o somatório dos valores correspondentes a:

- 50% (cinquenta por cento) do valor da receita proveniente da venda da produção de algodão-caroço, amendoim, arroz, aveia, cana-de-açúcar, centeio, cevada, feijão, girassol, grão-de-bico, mamona, mandioca, milho, soja, sorgo, trigo e triticale, bem como das atividades de apicultura, aquicultura, piscicultura, bovinocultura de corte, cafeicultura, fruticultura, silvicultura, pecuária leiteira, ovinocultura, caprinocultura e sericicultura;
- 30% (trinta por cento) do valor da receita proveniente da venda da produção oriunda das atividades de olericultura, floricultura, avicultura não integrada, suinocultura não integrada e de produtos e serviços das agroindústrias familiares e da atividade de turismo rural;
- 100% (cem por cento) das demais rendas agropecuárias obtidas, não citadas nos itens anteriores.

- Produtores rurais, constituídos como pessoas jurídicas, com faturamento bruto anual de até R\$ 2.400.000,00;
- Associações de produtores rurais, com faturamento bruto anual de até R\$ 4.800.000,00;
- Cooperativas de produtores rurais, com valor de sobre e lucro líquido anual de até R\$ 4.800.000,00.

#### Critérios para concessão de mais de um financiamento

Para os produtores rurais, pessoas físicas, será concedido mais de um financiamento, para o mesmo tomador, desde que a somatória dos valores financiados dos contratos, “em ser”, acrescida do financiamento solicitado, não ultrapasse o valor de R\$ 600.000,00.

#### Linhos de financiamento

##### AGRICULTURA IRRIGADA PAULISTA

**Beneficiários:** produtores rurais enquadrados como beneficiários do Feap/Banagro, bem como suas associações e cooperativas.

##### Itens financiáveis:

- a) construção de poços artesianos ou semiartesianos, incluindo-se os respectivos equipamentos de sucção e/ou bombeamento, destinados à atividade agrosilvipastoril.
- b) aquisição e/ou modernização de equipamentos de irrigação para fins agrosilvopastoris, contemplando-se todos os demais itens e acessórios necessários à viabilização do projeto técnico, que garantam maior eficiência no uso dos recursos hídricos. Os equipamentos, itens e acessórios acima referidos deverão ser novos e de fabricação nacional, salvo quando não houver produto similar brasileiro.

**Observação:** as despesas com os procedimentos de outorga d’água e georreferenciamento e do processo de licenciamento ambiental poderão ser incluídas no valor do financiamento, desde que relacionados ao investimento proposto.

##### Teto de financiamento:

- a) Até R\$ 200.000,00, para a construção isolada de poços artesianos ou semiartesianos.
- b) Até R\$ 500.000,00, para a aquisição e/ou modernização de equipamentos de irrigação;

**Prazo de pagamento:** até oito anos, inclusa a carência de até três anos.

**Abrangência:** todo o Estado de São Paulo.

## AGRICULTURA ORGÂNICA

**Beneficiários:** produtores rurais enquadrados como beneficiários do Feap/Banagro, bem como suas associações e cooperativas, que apresentem um plano de manejo orgânico validado por Organismo de Avaliação da Conformidade (OAC) ou Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade (OPAC), credenciado no Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), ou pela Comissão Técnica de Agricultura Ecológica e Periurbana, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA/SP), e que busquem, ao final do processo, o selo de certificação e/ou processo de certificação.

**Itens financiáveis:** aquisição de equipamentos e insumos destinados à transição agroecológica e a modernização da produção orgânica, tais como: bomba carneiro, roda d'água, cata-vento, bomba d'água hidráulica, biodigestor, cisterna e/ou cacimba; sistemas de produção de energia solar e eólica; sistemas de coleta, estocagem, tratamento e distribuição de água proveniente de chuva e de outras origens; sistemas de proteção com uso de telados para sol e chuva; sistemas de irrigação por gotejamento ou microaspersão; instalações para sistematizar e multiplicar mudas e sementes próprias para a produção orgânica sustentável; instalações e equipamentos para a produção de fertilizantes e defensivos orgânicos; análises laboratoriais e procedimentos para outorga d'água e georreferenciamento; e processo de certificação.

**Teto de financiamento:** até R\$ 200.000,00 por produtor rural, pessoa física ou jurídica, e até R\$ 500.000,00 por cooperativa ou associação de produtores rurais.

**Prazo de pagamento:** até sete anos, inclusa a carência de até quatro anos.

**Abrangência:** todo o Estado de São Paulo.

## APOIO A PEQUENAS AGROINDÚSTRIAS

**Beneficiários:** produtores rurais organizados como pessoa jurídica, bem como cooperativas e associações, enquadrados como beneficiários do Feap/Banagro.

**Observação:** as associações e cooperativas acima referidas, que tenham Propostas e Iniciativa de Negócio beneficiadas pelo PDRS – Microbacias II, habilitadas por meio de portaria da CATI, poderão pleitear o financiamento do valor da contrapartida financeira obrigatória referente ao valor do projeto.

**Itens financiáveis:** aquisição de máquinas, equipamentos e obras civis para a construção de pequenas agroindústrias, que utilizem no mínimo 50% de matéria-prima de produção própria, permitindo também a inclusão das despesas com o projeto da agroindústria.

**Observação:** no caso de Propostas de cooperativas e associações beneficiárias do PDRS – Microbacias II, poderão ser incluídos como itens financiáveis outros investimentos não relacionados às agroindústrias em si, mas necessários para a viabilização das Iniciativas de Negócio das respectivas entidades.

**Teto de financiamento:** até R\$ 500.000,00 para o produtor rural organizado como pessoa jurídica e até R\$ 800.000,00 para cooperativas e associações de produtores rurais.

**Prazo de pagamento:** até seis anos, inclusa a carência de até dois anos.

**Abrangência:** todo o Estado de São Paulo.

## DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL PAULISTA

**Beneficiários:** produtores rurais do Estado de São Paulo enquadrados como beneficiários do Feap/Banagro, que apresentem a elaboração de Projeto Integral da Propriedade (PIP), aprovado pelo técnico da CATI, contemplando aspectos gerais de sustentabilidade, indicando as práticas de adequação ambiental e social necessárias, além da análise de viabilidade econômica do empreendimento a ser financiado.

**Itens financiáveis:** investimento e custeio para melhoria das condições tecnológicas e da infraestrutura produtiva das explorações agropecuárias.

**Teto de financiamento:** até R\$ 200.000,00 por beneficiário, podendo ser utilizados até 30% do valor do financiamento para custeio.

**Prazo de Pagamento:** até sete anos, inclusa a carência de até três anos.

**Abrangência:** todo o Estado de São Paulo.

## **FLORESTA**

**Beneficiários:** conforme Condições Gerais.

**Itens Financiáveis:** todos os itens necessários para a implantação das culturas de eucalipto, pinus, seringueira e demais essências florestais, nativas e exóticas, utilizando-se mudas sadias e de boa qualidade, bem como despesas de manutenção até o segundo ano da data de implantação.

**Teto de financiamento:** até R\$ 200.000,00 por produtor.

**Prazo de pagamento:** até 12 anos, inclusa a carência de até 8 anos.

**Abrangência:** todo o Estado de São Paulo.

## **FRUTICULTURA**

**Beneficiários:** conforme Condições Gerais.

**Itens financiáveis:** todos os itens necessários para instalação de pomares frutas tropicais, subtropicais e temperadas, podendo ser incluídas as despesas de manutenção até o início da fase de produção.

**Teto de financiamento:** até R\$ 200.000,00 por produtor.

**Prazo de pagamento:** até oito anos, inclusa a carência de até cinco anos.

**Abrangência:** todo o Estado de São Paulo.

## **Observações:**

- a) nos casos de financiamentos para equipamentos de irrigação, é necessária a apresentação da licença de outorga d'água, concedida pelo órgão ambiental;
- b) para a implantação e/ou renovação de pomares cítricos, as mudas deverão ser adquiridas de viveiros registrados junto à Coordenadoria de Defesa Agropecuária (CDA/SAA);
- c) no caso dos bananais, o produtor deverá realizar a monitoria e controle da doença “sigatoka negra”, de acordo com o sistema de mitigação de risco, mantido pela CDA/SAA.

## **INTEGRA SP – LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA**

**Beneficiários:** conforme Condições Gerais.

**Itens financiáveis:** adubação verde e/ou plantio de cultura de cobertura do solo; aquisição de insumos e pagamento de serviços destinados à implantação e manutenção dos projetos financiados; aquisição de sementes e mudas para formação de pastagens e de florestas; aquisição, transporte, aplicação e incorporação de corretivos agrícolas (calcários e outros) e fertilizantes (químicos e/ou orgânicos); implantação e recuperação de cercas, convencionais e/ou elétricas; aquisição, construção ou reformas de bebedouros, saleiros ou cochos de sal; estrutura hidráulica para dessedentação animal; marcação e construção de terraços e implantação de práticas conservacionistas do solo; operações de destoca e/ou limpeza de pastagens; preparo de solo para implantação do sistema de adequação de pastagens e/ou lavouras cílicas; além destes itens, ações de custeio também são financiáveis, mas devem estar associadas ao investimento e limitadas a 30% do valor financiado.

**Teto de financiamento:** até R\$ 200.000,00 por produtor rural, pessoa física ou jurídica.

**Prazo de pagamento:** até oito anos, podendo ser estendido para 12 anos quando o componente florestal estiver presente, inclusa a carência de até quatro anos.

**Abrangência:** todo o Estado de São Paulo.

## **MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS COMUNITÁRIOS**

**Beneficiários:** associações e cooperativas de produtores rurais, enquadradas como beneficiárias do Feap/Banagro, bem como grupos de produtores rurais (empreendimento coletivo), majoritariamente constituídos por beneficiários do Feap/Banagro.

**Observação:** as associações e cooperativas acima referidas, que tenham Propostas beneficiadas pelo PDRS – Microbacias II, habilitadas por meio de portaria da CATI, poderão pleitear o financiamento do valor da contrapartida financeira obrigatória referente ao valor do projeto.

**Itens financiáveis:** aquisição de máquinas e equipamentos, tais como colhedoras, tratores e implementos agropecuários, automotrices ou não, como também veículos automóveis destinados ao transporte de cargas, leves ou pesadas. Máquinas, equipamentos ou veículos a serem financiados deverão ser novos e de fabricação nacional, salvo quando não houver produto similar brasileiro.

**Observação:** para a aquisição de veículos automóveis de carga, deve estar comprovada que sua finalidade está ligada a produção agropecuária, auxiliando na logística ou na melhoria da qualidade e comercialização do produto fina.

### **Teto de financiamento:**

- a) até R\$ 200.000,00 para a aquisição de veículos automóveis de carga, leves ou pesadas;
- b) até R\$ 600.000,00 para a aquisição de máquinas e equipamentos agropecuários, sendo permitida a inclusão de veículos automóveis de carga, desde que respeitado o teto acima estipulado;
- c) até R\$ 1.000.000,00 para a aquisição de colhedoras de cana-de-açúcar, sendo permitido o aumento do limite para até R\$ 1.800.000,00, no caso de financiamentos que incluam, além da colhedora, a compra de outras máquinas e equipamentos e/ou veículos automóveis de carga, respeitando-se o teto de cada item a ser financiado e, desde que comprovada a capacidade de pagamento, o proponente tenha feito adesão ao Protocolo Agroambiental do Setor Sucroalcooleiro Paulista e se comprometa a eliminar a colheita pelo método da queima na área de abrangência da respectiva colhedora.

**Prazo de pagamento:** até seis anos, inclusa a carência de até dois anos.

**Abrangência:** todo o Estado de São Paulo.

## **PLANTIO DIRETO NA PALHA**

**Beneficiários:** conforme Condições Gerais.

**Itens financiáveis:** aquisição de implementos adequados para o plantio direto na palha.

**Teto de financiamento:** até R\$ 200.000,00 por produtor.

**Prazo de pagamento:** até seis anos, inclusa a carência de até dois anos.

**Abrangência:** todo o Estado de São Paulo.

## **PECUÁRIA DE LEITE**

**Beneficiários:** conforme Condições Gerais.

**Itens financiáveis:** aquisição de matrizes e reprodutores; aquisição de tanque de expansão; implantação ou reforma de capineira e silagem e/ou melhoria das instalações da sala de ordenha; aquisição de equipamento de irrigação, desde que seja item complementar ao investimento proposto.

**Teto de financiamento:** até R\$ 200.000,00 por produtor.

**Prazo de pagamento:** até cinco anos, inclusa a carência de até um ano.

**Abrangência:** todo o Estado de São Paulo.

#### **PUPUNHA**

**Beneficiários:** conforme Condições Gerais.

**Itens financiáveis:** todos os itens necessários para a implantação de lavouras comerciais de pupunha, utilizando-se mudas sadias e de boa qualidade, despesas de manutenção até o primeiro corte do palmito, bem como sistema de irrigação, de acordo com o projeto técnico.

**Teto de financiamento:** até R\$ 100.000,00 por produtor.

**Prazo de pagamento:** até sete anos, inclusa a carência de até três anos.

**Abrangência:** todo o Estado de São Paulo.

#### **TURISMO RURAL**

**Beneficiários:** conforme Condições Gerais.

**Itens financiáveis:** itens de investimento necessários à implantação ou adequação de espaços para visitação pública nas propriedades rurais, destinados ao desenvolvimento da atividade de turismo rural. Não poderão ser financiados veículos e utilitários, aquisição de animais, itens relacionados à hospedagem e equipamentos ou estruturas de turismo e lazer não relacionados à produção agrícola e/ou pecuária da propriedade beneficiada (anexo à proposta de financiamento, deverá ser apresentado orçamento do que se pretende financiar).

**Observação:** não se beneficiam desse projeto os imóveis tombados pelo patrimônio histórico.

**Teto de financiamento:** até R\$ 200.000,00 por produtor rural.

**Prazo de pagamento:** até cinco anos, inclusa a carência de até dois anos.

**Abrangência:** todo o Estado de São Paulo.

## **12.2 Financiamento da Agricultura de Baixo Carbono – Programa ABC**

#### **Métodos de produção, tecnologias e medidas priorizadas**

- Sistema Plantio Direto (SPD)
- Integração Lavoura–Pecuária–Floresta (ILPF)
- Recuperação de áreas e pastagens degradadas
- Florestas plantadas
- Fixação biológica de nitrogênio (FBN)
- Tratamento de dejetos animais

#### **Finalidades do crédito**

- A recuperação de áreas e pastagens degradadas;
- A implantação de sistemas orgânicos de produção agropecuária;
- A implantação e melhoramento de sistema Plantio Direto na Palha;
- A implantação de sistemas de integração lavoura–pecuária; lavoura–floresta; pecuária–floresta ou lavoura–pecuária–floresta;
- A implantação, manutenção e o manejo de florestas comerciais, inclusive aquelas destinadas ao uso industrial ou à produção de carvão vegetal;

- A adequação ou regularização das propriedades rurais frente à legislação ambiental, inclusive recuperação de áreas de reserva legal, preservação permanente e o tratamento de dejetos e resíduos, entre outros;
- A implantação de planos de manejo florestal sustentável;
- A implantação e manutenção de florestas de dendezeiro, prioritariamente em áreas produtivas degradadas.

## Público-alvo

O Programa ABC tem como público-alvo os produtores rurais e suas cooperativas, inclusive para repasse aos associados. O limite de crédito é de R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais) por beneficiário e por ano-safra, independentemente de outros créditos que o produtor ou cooperativa tenha recebido ao amparo de recursos controlados do crédito rural. A taxa de juros é de 5,5% ao ano.

## Tempo de carência

**Tabela 20 – Tempos de carência para os itens financiáveis do Plano ABC.**

Carência	Tipo de financiamento
Dois anos	Implantação de viveiro de mudas florestais
Até três anos	Adequação ao sistema orgânico; Recuperação de pastagens; Sistemas produtivos de integração lavoura–pecuária; Lavoura–floresta; Pecuária–floresta; ou lavoura–pecuária–floresta.
Até oito anos. Pode ser estendida ao pagamento dos juros desde que previsto no projeto	Implantação e manutenção de florestas comerciais e para produção de carvão vegetal.
Até doze meses	Recomposição e manutenção de áreas de preservação permanente ou de reserva legal.
Até seis anos	Florestas de dendezeiro.

## Garantias exigidas

- Garantia hipotecária.
- Garantia pignoratícia.

## Itens financiáveis:

- Adubação verde e plantio de cultura de cobertura do solo;
- Aquisição de bovinos, ovinos e caprinos para reprodução, recria e terminação, e de sêmen dessas espécies;
- Aquisição de insumos e pagamento de serviços destinados à implantação e manutenção dos projetos financiados;
- Aquisição de máquinas e equipamentos de fabricação nacional para a agricultura e pecuária, não financiáveis pelos Programas Moderfrota6 e Moderinfra7;
- Aquisição de sementes e mudas para formação de pastagens e de florestas;
- Aquisição, transporte, aplicação e incorporação de corretivos agrícolas (calcário e outros);
- Assistência técnica necessária até a fase de maturação do projeto;
- Construção e modernização de benfeitorias e de instalações na propriedade rural;
- Despesas relacionadas ao uso de mão de obra própria;
- Elaboração de projeto técnico e georreferenciamento das propriedades rurais, inclusive, as despesas técnicas e administrativas relacionadas ao processo de regularização ambiental;
- Implantação de viveiros de mudas florestais;
- Implantação e recuperação de cercas, inclusive aquisição de energizadores de cerca;
- Aquisição, construção ou reformas de bebedouros, saleiro ou cochos de sal;
- Marcação e construção de terraços e implantação de práticas conservacionistas do solo;
- Operações de destoca;
- Pagamentos de serviços destinados à conversão da produção orgânica e sua certificação;
- Realocação de estradas internas das propriedades rurais para fins de adequação ambiental;
- Serviços de agricultura de precisão: do planejamento inicial da amostragem do solo à geração dos mapas de aplicação de fertilizantes e corretivos.

Esses itens somente poderão ser financiados se estiverem vinculados a um projeto técnico que ateste o enquadramento das práticas aos objetivos do Programa ABC. Além desses itens, ações de custeio também são financiáveis, mas devem estar associadas ao investimento e limitadas a 30% do valor financiado, admitida a elevação nos seguintes casos:

- I – Até 35% do valor financiado, quando destinado à implantação e manutenção de florestas comerciais ou recomposição de áreas de preservação permanente ou reserva legal.
- II – Até 40% do valor financiado, quando o projeto incluir a aquisição de bovinos, ovinos e caprinos, para reprodução, recria e terminação e de sêmen dessas espécies.

## 12.3 Programa Melhor Caminho

### Benefícios:

- Estradas rurais de terra com boas condições operacionais e de conforto, segurança e trafegabilidade aos usuários;
- Preservação dos recursos naturais – especialmente a água e o solo – reduzindo os efeitos dos processos erosivos e o assoreamento dos cursos d’água;
- Redução dos custos dos transportes dos insumos e da produção agrícola;
- Redução do custo de conservação e prolongamento da vida útil da estrada;
- Promoção da melhoria da qualidade de vida da população da região beneficiada;
- Transferência de tecnologias de conservação de estradas rurais de terra às administrações municipais por meio de treinamentos.

### Como solicitar o Programa Melhor Caminho

A prefeitura ou Câmara Municipal do município deve fazer um ofício direcionado à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo ou à Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo (Codasp) – que direciona para a Secretaria de Agricultura –, solicitando o convênio e a inclusão do município no Programa Melhor Caminho. A Secretaria encaminha o pedido à Casa Civil. Se houver aprovação, a Secretaria de Agricultura entra em contato com o município para iniciar o processo, ver documentação etc.

Nesse ofício devem constar o nome da estrada, o bairro, o trecho e a quilometragem total. Por exemplo, o município necessita da recuperação de 6km no total, mas 2,5km seriam num trecho de um bairro e 3,5km em outro trecho de outro bairro. Também é necessário justificar a necessidade da obra para a região; por exemplo, a estrada é passagem obrigatória de veículos escolares, ambulâncias ou é o único acesso para um hospital ou alguma instituição de importância para a população local. Lembramos que o Programa não pode ser realizado duas vezes no mesmo trecho de uma estrada.

É o governo do Estado quem autoriza o convênio entre a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado e o município e também é o governo quem libera o recurso para a recuperação e conservação de estradas rurais, por meio do Programa Melhor Caminho. A Codasp somente executa a obra, sob a orientação da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado.

## 12.4 Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável - Microbacias II - Acesso ao Mercado

### Quem participa

São beneficiários diretos do Projeto as associações e cooperativas de produtores rurais e comunidades tradicionais de povos indígenas e quilombolas envolvidos em atividades tipicamente rurais agrícolas e não agrícolas.

As organizações devem ser regularizadas há pelo menos um ano, compostas por no mínimo 15 membros, dos quais mais de 50% sejam agricultores familiares.

O Projeto tem como meta beneficiar diretamente 22 mil famílias de agricultores familiares integrantes de 300 organizações de produtores rurais e grupos tradicionais de indígenas e quilombolas.

## **São elegíveis as Iniciativas de Negócio que atendam, simultaneamente, às seguintes condições:**

- a) Ser apresentada por uma cooperativa ou associação de produtores rurais formalmente constituídas e com, no mínimo, um ano de existência na data da apresentação da Manifestação de Interesse, em conformidade com as normas estabelecidas no Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável – Microbacias II;
- b) Mais de 50% do valor do apoio na forma de subvenção econômica sejam relativos ao investimento coletivo;
- c) Envolver diretamente, no mínimo, um grupo de 15 produtores rurais que participem na produção da matéria-prima do negócio proposto;
- d) Mais de 50% dos produtores rurais participantes da iniciativa de negócio sejam agricultores familiares, conforme critérios de enquadramento definidos no Manual Operacional do Projeto;
- e) Tenha sido aprovada dentro do Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável – Microbacias II e sua execução formalmente autorizada pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento, por intermédio da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI).

O valor máximo de apoio, na forma de subvenção econômica, a ser reembolsado a uma associação ou cooperativa de produtores rurais, ao longo do período de implementação do Projeto, será de R\$ 800.000,00, incluído nesse montante os apoios referentes aos investimentos coletivos e individuais efetuados na implantação das Iniciativas de Negócio aprovadas, podendo uma organização apresentar mais de uma Iniciativa de Negócio em Chamadas Públicas diferentes.

O percentual de apoio a ser reembolsado, na forma de subvenção econômica, referente ao investimento coletivo, é variável em função da participação de agricultores familiares na Iniciativa de Negócio, sendo:

- até 50% do valor das despesas elegíveis executadas, no caso de o grupo de produtores rurais integrantes da Iniciativa de Negócio contemplar mais de 50% até 70% de agricultores familiares;
- até 70% do valor das despesas elegíveis executadas, no caso de o grupo de produtores rurais integrantes da Iniciativa de Negócio contemplar mais de 70% de agricultores familiares;
- até 99% do valor das despesas elegíveis executadas, no caso de organizações de comunidades tradicionais (indígenas e quilombolas).

O percentual de apoio a ser reembolsado, referente aos investimentos individuais, integrantes da Iniciativa de Negócio, será de até 70% do valor das despesas elegíveis executadas, limitado a R\$ 10 mil de apoio por beneficiário, na forma de subvenção econômica, ao longo do período de implementação do Projeto, sendo que apenas os produtores rurais enquadrados como agricultores familiares terão direito.

Já para as associações comunitárias de indígenas e quilombolas, esse apoio é de até 99% do valor elegível do projeto comunitário, podendo chegar a R\$ 198 mil por cada grupo organizado. E para melhor atender às necessidades apresentadas pelas comunidades tradicionais os investimentos coletivos devem respeitar, além da sustentabilidade ambiental e a competitividade, o compromisso de manter a autonomia, a valorização da cultura e a identidade dos grupos.

### **Iniciativas de Negócio**

Para receber o apoio, a associação ou cooperativa deve apresentar uma Proposta de Iniciativa de Negócio que envolva todos os associados ou cooperados ou parte deles. O grupo envolvido com a Proposta deve possuir, no mínimo, 15 produtores rurais associados ou cooperados, dos quais mais de 50% devem ser classificados como agricultores familiares para ser considerada elegível. Em relação às comunidades tradicionais, seja ela indígena ou quilombola, estas só poderão receber recursos para implantação dos projetos comunitários caso tenham a titulação da propriedade reconhecida pelos órgãos oficiais. E, a qualquer momento, pode apresentar seu projeto comunitário, não dependendo de abertura de Chamadas Públicas.

**Tabela 21 – Valor máximo apoiado, porcentagens de apoio por tipo de beneficiário e caracterização dos proponentes.**

Beneficiários	Valor máximo apoiado R\$	% de apoio	Caracterização dos proponentes da Proposta de Iniciativa de Negócio
Associações ou cooperativas de produtores rurais	800.000,00	até 70	Proposta de Iniciativa de Negócio constituída por grupo com mais de 70% de agricultores familiares (> 70%)
		até 50	Proposta de Iniciativa de Negócio constituída por grupo com mais de 50% e até 70% de agricultores familiares (> 50% a 70%)
Associações ou cooperativas de comunidades tradicionais (indígenas e quilombolas)	200.000,00	99	Projetos comunitários de comunidades tradicionais (indígenas e quilombolas)

## **Bens e serviços elegíveis**

Para atendimento das organizações de produtores rurais, poderão ser reembolsados gastos realizados com os seguintes bens e serviços de uso coletivo a serem previstos nas Iniciativas de Negócio:

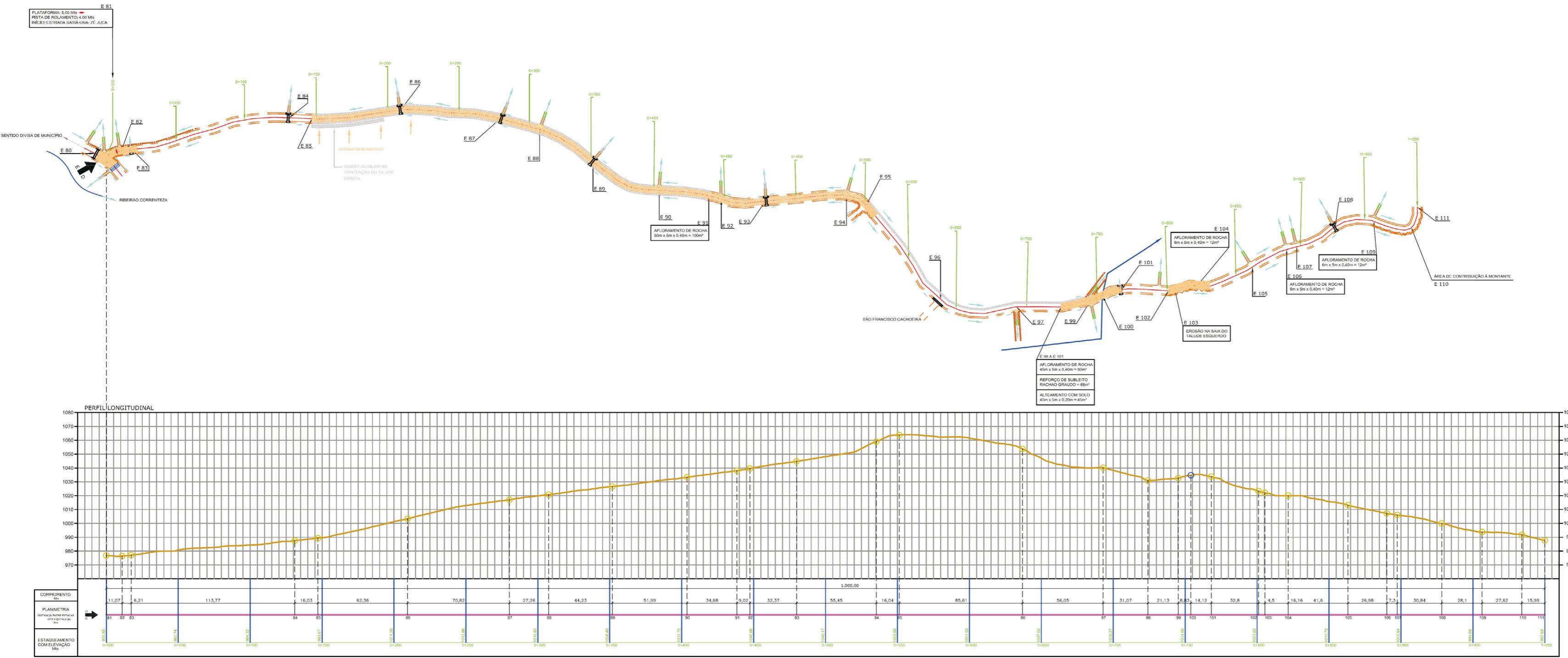
1. máquinas, equipamentos ou serviços destinados à melhoria da eficiência operacional das atividades de colheita, beneficiamento, classificação, transporte, processamento e armazenagem dos produtos agropecuários, e, em alguns casos, equipamentos, máquinas e motores destinados à produção de atividades tipicamente rural, mas não agrícola, como por exemplo a produção de artesanato;
2. construção, ampliação ou reforma de barracões ou de base para instalação de máquinas e equipamentos e serviços de infraestrutura (abastecimento, energia elétrica, comunicação) necessários para a implantação do negócio proposto;
3. serviços de montagem dos equipamentos;
4. certificação de propriedades ou sistemas de produção;
5. investimentos em logística de comercialização e transporte;
6. consultorias especializadas para dar suporte à implantação do empreendimento, nas áreas de tecnologia de processamento ou estratégias de mercado.

Para atendimento das ações de interesse individual dos produtores rurais envolvidos na Proposta de Iniciativa de Negócio da organização de produtores rurais, poderão ser reembolsadas parcialmente despesas necessárias para:

- a) investimentos visando à melhoria da eficiência operacional e da infraestrutura da propriedade associada ao negócio proposto (sistemas de irrigação, máquinas e equipamentos agropecuários, entre outros);
- b) investimentos objetivando a adequação da propriedade às responsabilidades sociais e ambientais, quando forem importantes para o fortalecimento do negócio proposto pela organização e aqueles necessários para adequação da propriedade à responsabilidade social e ambiental, exigidos em processos de certificação da atividade;
- c) mudanças orientadas para a melhoria tecnológica do negócio proposto;
- d) implantação de práticas agrícolas sustentáveis quando forem importantes para o fortalecimento do negócio proposto pela organização;
- e) recuperação de áreas degradadas e conservação dos recursos naturais (controle de erosão, recuperação de APP), quando forem importantes para o fortalecimento do negócio proposto pela organização. O PDRS – Microbacias II – Acesso ao Mercado, na forma de incentivos individuais, não apoia a aquisição de insumos ou de animais, bem como a aquisição de terrenos, veículos, imóveis e bens usados. Os investimentos individuais deverão, obrigatoriamente, estar relacionados com a melhoria da produção da matéria-prima a ser fornecida ao empreendimento coletivo.



### TRAÇADO GEOMÉTRICO E PERFIL LONGITUDINAL



### LEGENDA - Parte 1 (1.000,00 Mts)

- Reabilitação de Trecho Único (Total : 2.004,00 Mts)
- Tubulação de Ligação Existente
- Sangria Lateral
- Sentido do Fluxo das Águas Pluviais (Superficial)
- Passagem Molhada com Rachão
- Reconformação de Sargeta Lateral
- Alteamento
- Sentido do Caminhamento das Estacas (E)
- Sarjetas Laterais
- Canal Drenagem de Terra
- Limpeza Lateral em Sarjeta
- Canal Escoadouro com Rachão
- Curso d'água
- Leira de Terra
- Gabião



Título: **TRAÇADO GEOMÉTRICO E PERFIL LONGITUDINAL** | Código do Município: 288 | Folha: 1/2

Objetivo - Projeto de Reabilitação de Trecho Único (Total : 2.004,00 Mts)  
Município - **JOANÓPOLIS**  
Estrada Municipal: Benedito Mariano de Oliveira JNP - 020

**CATI** COOPERAÇÃO TECNICA INTEGRAL SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO **GOVERNO DE SÃO PAULO**

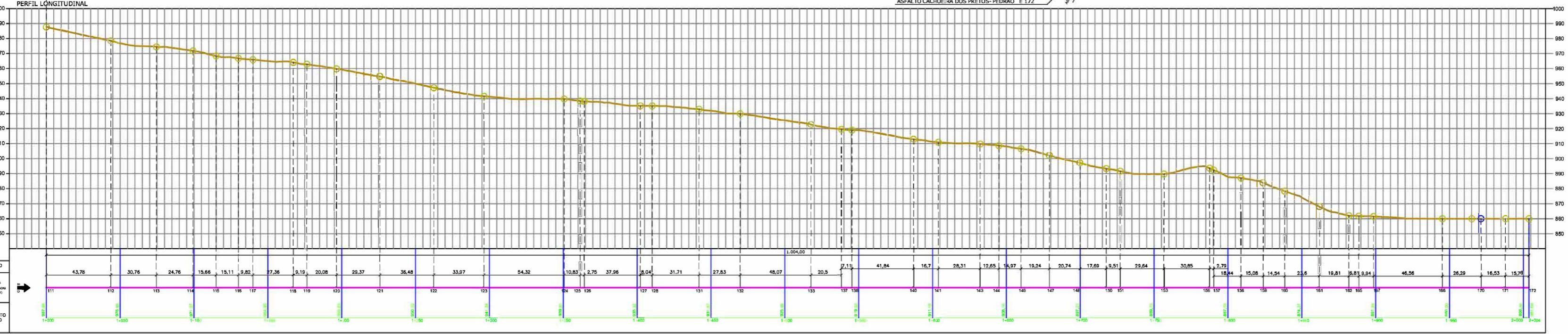
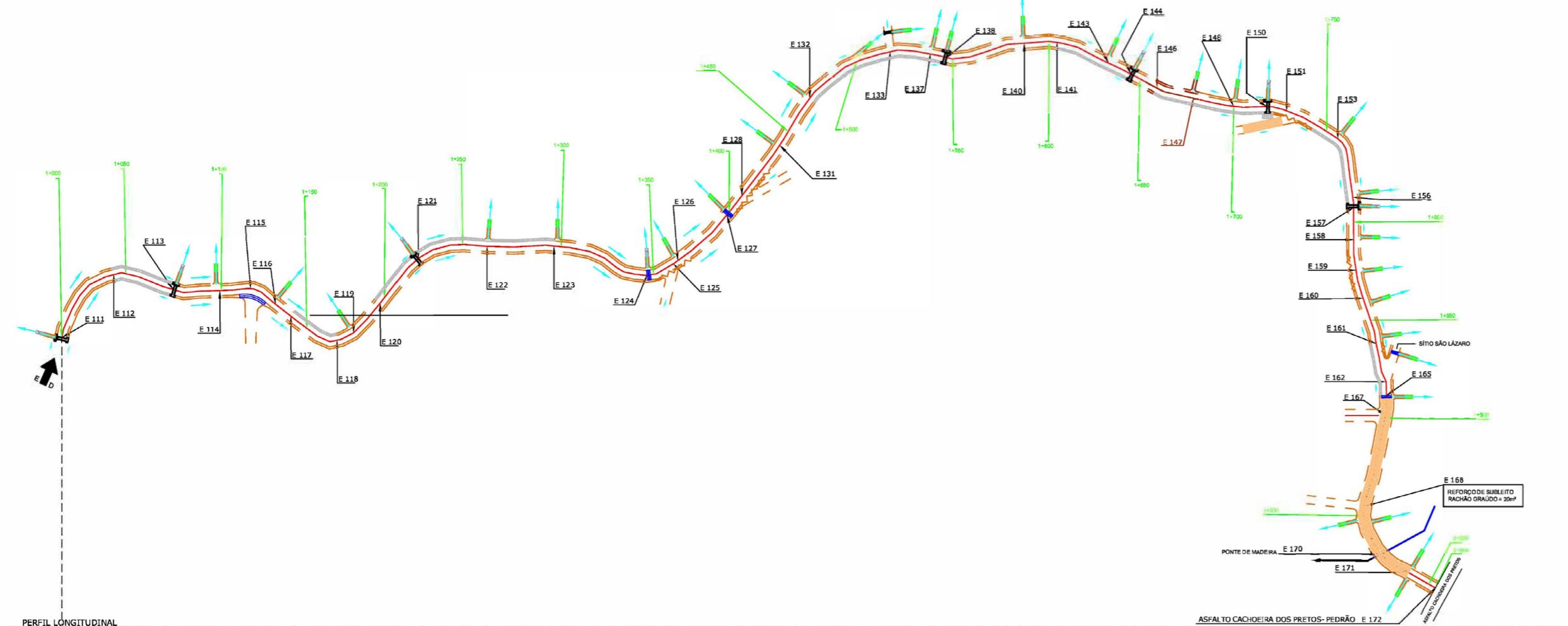
Técnico responsável:  
Engº Agrí. Valdirlei Jorge dos Santos  
CREA-SP 0400280247  
Projeteiro: Nicolas A. R. De Oliveira

**NOTAS TÉCNICAS** Data: Novembro/2015 Escala: 1:2.000

REFERÊNCIA - Levantamento feito com GPS de navegação, utilizando Orthofoto 2011 para atualização da estrada reconhecida como sendo de domínio Público Municipal.



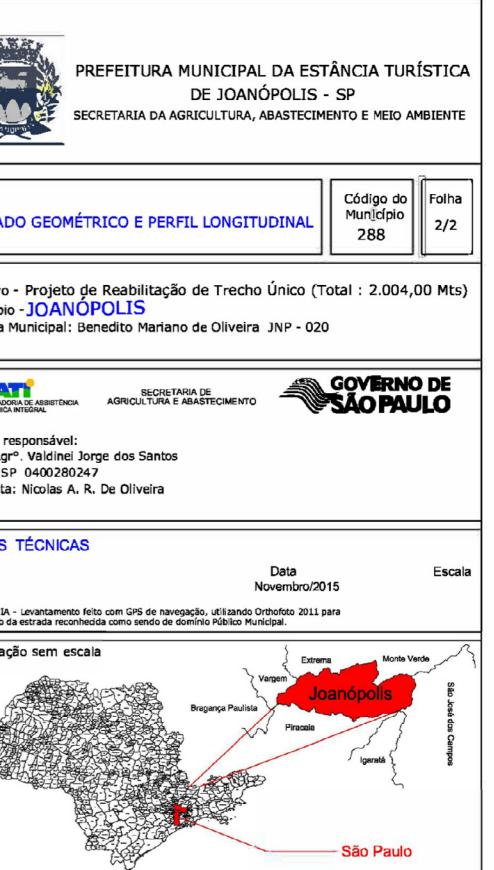
### TRAÇADO GEOMÉTRICO E PERFIL LONGITUDINAL

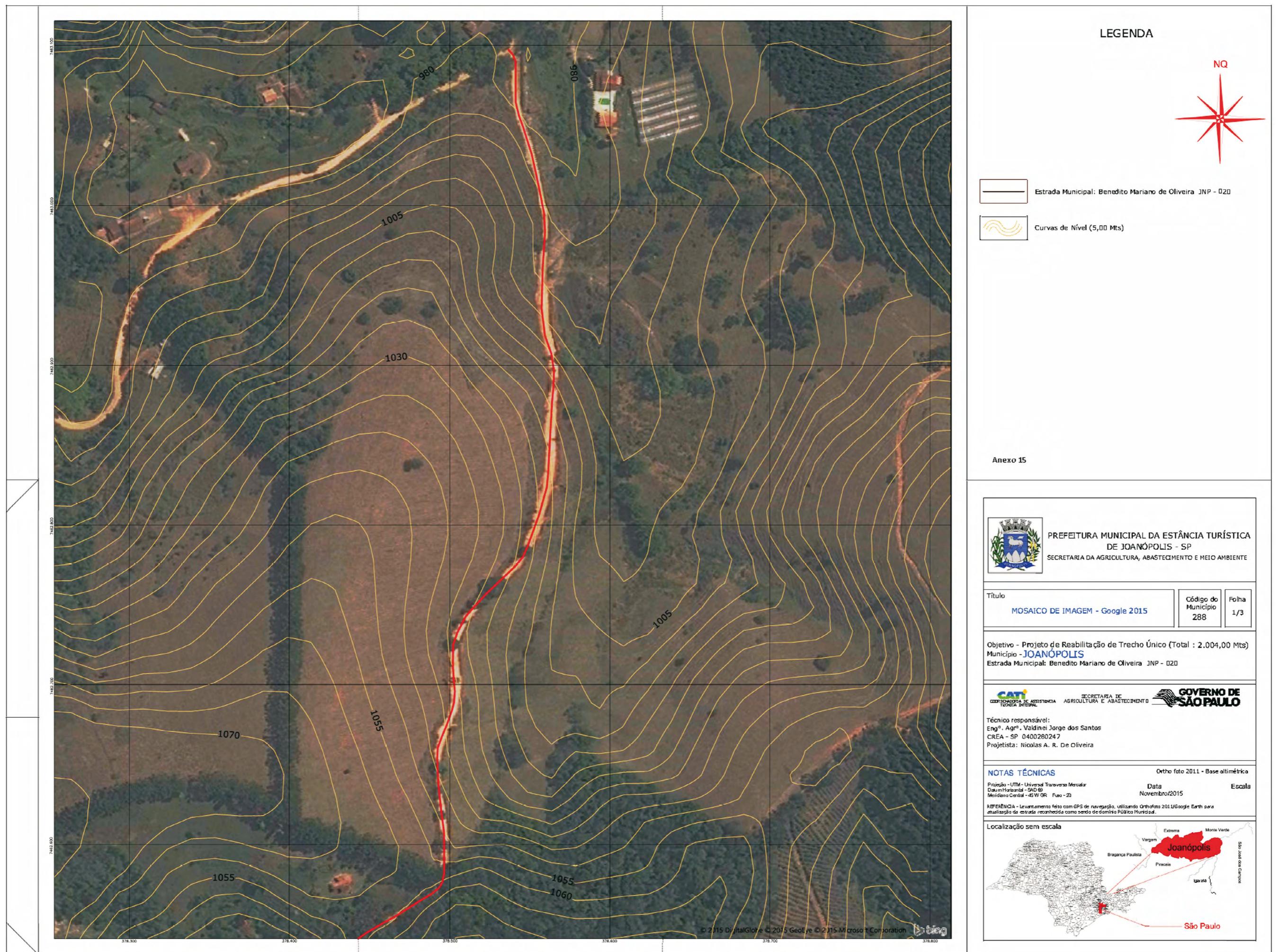


### LEGENDA - Parte 2 (1.004,00 Mts)

- Reabilitação de Trecho Único (Total : 2.004,00 Mts)
- Tubulação de Ligação Existente
- Sangria Lateral
- Sentido do Fluxo das Águas Pluviais (Superfície)
- Passagem Molhada com Rachão
- Reconformação de Sargeta Lateral
- Alteamento
- Sentido do Caminhamento das Estacas (E)
- Sarjetas Laterais
- Canal Drenagem de Terra
- Limpeza Lateral em Sarjeta
- Canal Escoadouro com Rachão
- Curso d'água
- Leira de Terra
- Gabião

### Anexo 14









Anexo 17

<p>PREFEITURA MUNICIPAL DA ESTÂNCIA TURÍSTICA DE JOANÓPOLIS - SP SECRETARIA DA AGRICULTURA, ABASTECIMENTO E MEIO AMBIENTE</p>		
Título	MOSAICO DE IMAGEM - Google 2015	Código do Município 288 Folha 3/3
<p>Objetivo - Projeto de Reabilitação de Trecho Único (Total : 2.004,00 Mts) Município - <b>JOANÓPOLIS</b> Estrada Municipal: Benedito Mariano de Oliveira JNP - 020</p>		
<p><b>CATI</b> <small>COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL</small> <b>GOVERNO DE SÃO PAULO</b> <small>SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO</small></p>		
<p>Técnico responsável: Engº. Agrº. Valdinei Jorge dos Santos CREA - SP 0400280247 Projetista: Nicolas A. R. De Oliveira</p>		
<p><b>NOTAS TÉCNICAS</b></p> <p>Ortho foto 2011 - Base altimétrica</p> <p>Projeção - UTM - Universal Transversa Mercator Datum Horizontal - SAD 69 Meridiano Central - 45 W GR Fuso - 23</p> <p>Data Novembro/2015</p> <p>Escala</p> <p>REFERÊNCIA - Levantamento feito com GPS de navegação, utilizando Orthofoto 2011/Google Earth para atualização da estrada reconhecida como sendo de domínio Público Municipal.</p>		
<p>Localização sem escala</p>		