

**FUNDAÇÃO AGÊNCIA DAS BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ**

**ATO CONVOCATÓRIO Nº 14/2012
CONTRATO Nº 36/2012**



Nº 622/13

**PLANO MUNICIPAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO
MUNICÍPIO DE CAMANDUCAIA**

Relatório Final

junho|2013

EXECUÇÃO

IRRIGART - ENGENHARIA E CONSULTORIA EM RECURSOS HIDRICOS E MEIO AMBIENTE LTDA.

CNPJ: 03.427.949/0001-60

CREA-SP: 1176075

Endereço: Rua Alfredo Guedes, 1949 Sala 709

Bairro: Higienópolis.

CEP: 13416-901 Piracicaba-SP

FONE/ FAX: (19) 3432-7540 / (19) 3301-8228 E-mail: irrigart@irrigart.com.br

RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Responsável Técnico:

Geólogo Antonio Melhem Saad, M. Sc, Dr.

CREA-SP: 0600466554

Co-Responsável Técnico:

Engenheiro Ambiental Felipe Trentini da Silveira

CREA-SP: 5062385952

EQUIPE TÉCNICA

Coordenador Geral

Geólogo Antonio Melhem Saad, M. Sc, Dr.

CREA-SP: 0600466554

Coordenador Adjunto

Engenheiro Ambiental Felipe Trentini da Silveira

CREA-SP: 5062385952

Equipe

Eng. Ambiental Thelma Chiochetti Valarini

CREA-SP: 5062634164

Eng. Ambiental Rafael Bortoletto

CREA-SP: 5063210099

Eng. Agr. Rafael Mingotti, M.Sc

CREA-SP: 5062089400

Eng. Florestal Vinícius Guidotti de Faria

CREA-SP: 5063644862

Adm. Tatiane Karine Vedovotto

CRA -SP: 122496

Eng. Agrônomo Raoni Bosquilla

Geógrafa Mayra de Oliveira Melo

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

Fone/Fax: 19 3432-7540 / 19 3301-8228

INDICE GERAL

1.	INTRODUÇÃO.....	19
1.1	Município de Camanducaia no contexto estadual	20
1.2	Município de Camanducaia no contexto das UGRHI's.....	23
2	OBJETIVOS	26
2.1	Objetivos Gerais	26
2.2	Objetivos Específicos.....	26
3	METODOLOGIA.....	27
4	LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES BÁSICAS.....	28
4.1	Cartografia utilizada	28
4.1.1	Bases Topográficas IBGE escala 1:50.000	28
4.1.2	Mapas Temáticos.....	29
4.1.2.1	Apresentação dos mapas	29
4.2	Caracterização Sócioeconômica.....	30
4.2.1	Histórico	30
4.2.2	Demografia	31
4.2.3	Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).....	40
4.2.4	Educação	45
4.2.5	Indicadores econômicos.....	47
4.2.6	Produto Interno Bruto (PIB) e Valor Adicionado (VA)	49
4.2.7	Arrecadação de tributos	53
4.2.8	Legislações existentes	54
4.3	Caracterização Ambiental	55
4.3.1	Climatologia	55
4.3.1.1	Precipitação pluvial	55
4.3.1.2	Balanço Hídrico Edafológico.....	58
4.3.2	Geologia.....	61
4.3.3	Geomorfologia.....	65
4.3.4	Pedologia	69
4.3.4.1	Latossolos (L).....	70
4.3.4.2	Argissolos (P).....	72
4.3.4.3	Cambissolos (C).....	73
4.3.5	Declividade do terreno e Modelo Digital do Terreno (MDT)	74

4.3.6	Fragilidade Ambiental natural do meio físico terrestre	75
4.3.7	Uso do solo	81
4.3.7.1	Metodologia.....	81
4.3.7.2	Resultados encontrados	82
4.3.7.3	Uso do solo nas Áreas de Proteção Permanente (APP's)	87
4.3.8	Fragilidade potencial do meio físico terrestre	89
4.3.9	Aptidão Agrícola Potencial	91
4.3.10	Produção de Sedimentos	93
4.3.10.1	Escolha do método de quantificação da Perda de solo.....	93
4.3.10.2	Metodologia para o cálculo da produção anual de sedimentos	95
4.3.10.3	Fator de erosividade da chuva (Fator R)	96
4.3.10.4	Fator de erodibilidade dos solos (Fator K).....	97
4.3.10.5	Cálculo dos fatores comprimento de rampa (L) e graus de declive (S)	98
4.3.10.6	Elaboração dos mapas dos fatores de uso e manejo do solo (C) e práticas conservacionistas (P).....	99
4.3.10.7	Classificação das perdas de solo por erosão	100
4.3.10.8	Cálculo do Potencial Natural de Erosão - PNE	100
4.3.10.9	Cálculo da Expectativa de Perda de solo	101
4.3.11	Qualidade do Ar	104
4.3.12	Biodiversidade.....	104
4.3.12.1	Flora	104
4.3.12.2	Fauna	106
5	ANÁLISE E DIAGNÓSTICO ATUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS.	109
5.1	Apresentação das bacias hidrográficas.....	109
5.1.1	Nascentes e APP's (Áreas de Preservação Permanente).	110
5.1.2	Índices Fisiográficos da Bacia	116
5.2	Uso do Solo nas bacias hidrográficas	117
5.2.1	Afluentes do Rio Atibaia	118
5.2.2	Ribeirão do Cancã ou da Cachoeira.....	121
5.2.3	Baixo Jaguari	125
5.2.4	Ribeirão dos Poncianos	129
5.2.5	Médio Jaguari.....	132
5.2.6	Córrego do Paiolzinho.....	136
5.2.7	Córrego dos Pericós/Baixo Camanducaia	139
5.2.8	Alto Camanducaia Mineiro	142

5.2.9	Afluentes do Rio Sapucaí Mirim	146
5.2.10	Córrego da Cachorra/Médio Camanducaia	149
5.3	Usos e Demandas da água.....	153
5.3.1	Os principais usos da água em Camanducaia.....	153
5.3.1.1	Uso da água no Saneamento ambiental.	155
5.3.1.2	Uso da água na Irrigação.....	158
5.3.1.3	Uso industrial.	160
5.3.2	Demandas de água superficial	162
5.3.3	Demanda de água subterrânea	164
5.4	Lançamentos	165
5.5	Disponibilidade Hídrica Superficial.....	165
5.6	Disponibilidade Hídrica Subterrânea	171
5.7	Balanço Hídrico Superficial	172
5.8	Balanço Hídrico Subterrâneo	172
5.9	Identificação das interferências de obras de engenharia nos recursos hídricos (lagos, barramentos e pontes)	172
5.10	Qualidade dos Recursos Hídricos Superficiais.....	173
5.10.1	IQA (Índice de Qualidade de Água).....	173
5.10.2	Descrição dos parâmetros do Índice de Qualidade de Água - IQA.....	174
5.10.3	Metodologia de Cálculo do índice de Qualidade da Água - IQA.....	176
5.10.4	Estações de monitoramento da qualidade de água superficial	177
5.10.5	Apresentação e discussão dos resultados	178
5.11	Identificação do grau de necessidade de recuperação da vegetação nas APP's.....	182
5.12	Identificação das áreas prioritárias para recomposição florestal.	183
5.13	Hierarquização das bacias hidrográficas.....	183
5.13.1	Percentual de uso do solo ocupado pela mancha urbana (K1).....	184
5.13.2	Percentual de vegetação remanescente na bacia hidrográfica (K2). ..	184
5.13.3	Percentual de vegetação remanescente nas Áreas de Preservação Permanente (K3).	184
5.13.4	Número de nascentes/km ² (K4).....	184
5.13.5	Equação final	185
5.13.6	Resultados encontrados.....	185
6	PROGNÓSTICO.....	188
6.1	Caracterização dos cenários: Cenário Provável (2014-2020)	192
6.1.1	Projeções socioeconômicas	193
6.1.1.1	Projeções populacionais	193

6.1.1.2	Projeções de desenvolvimento econômico	194
6.1.1.2.1	Industrialização.....	194
6.1.1.2.2	Mineração	196
6.1.1.2.3	Agropecuária	196
6.1.1.2.4	Aquicultura.....	197
6.1.1.2.5	Turismo e Lazer.....	197
6.1.1.2.6	PSA.....	198
6.1.2	Aspectos Ambientais.....	198
6.1.2.1	Saneamento Ambiental.....	198
6.1.2.1.1	Resíduos Sólidos.....	198
6.1.2.1.2	Abastecimento de água.....	199
6.1.2.1.3	Coleta de Esgoto	199
6.1.2.1.4	Tratamento de Esgoto	199
6.1.2.2	Áreas contaminadas	199
6.1.2.3	Erosão e assoreamento	199
6.1.2.4	Inundação em áreas urbanas	200
6.1.3	Projeções institucionais e legais.....	200
6.2	Caracterização Dos Cenários: Cenário Tendencial (2020-2035).....	201
6.2.1	Projeções socioeconômicas	201
6.2.1.1	Projeções populacionais	201
6.2.2	Projeções desenvolvimento econômico.....	203
6.2.3	Aspectos Ambientais.....	203
6.2.3.1	Saneamento Ambiental.....	203
6.2.3.2	Inundação em áreas urbanas	203
7	PROPOSIÇÃO DO PLANO DE METAS E AÇÕES.....	204
7.1	Elaboração do Plano de Metas para o cenário provável (2014-2020).	204
7.1.1	Programas de Comunicação com a população (M.1)	205
7.1.1.1	Sinalização de Transito.....	205
7.1.2	Projetos e Obras de Drenagem (M.2).....	205
7.1.2.1	Finalização do Plano de Macrodrenagem	205
7.1.2.2	Elaboração de projetos executivos das obras indicadas no Plano de Macrodrenagem	206
7.1.3	Ações relacionadas a Saneamento (M.3).....	206
7.1.3.1	Atingir o índice de 100% de coleta de esgotos na área urbana e no Distrito de Monte Verde	206
7.1.3.2	Atingir o índice de 100% de tratamento de esgoto na área urbana e no Distrito de Monte Verde	207
7.1.3.3	Elaborar projetos executivos para a implantação de solução para a coleta e tratamento de esgotos no distrito de São Mateus.	208

7.1.3.4	Implantação de projetos executivos para a implantação de solução para a coleta e tratamento de esgotos no distrito de São Mateus	208
7.1.3.5	Implantação de sistemas alternativos de esgotamento sanitário nos demais bairros isolados de Camanducaia	209
7.1.3.6	Iniciar o funcionamento adequado do Aterro Sanitário de Camanducaia	209
7.1.3.7	Elaboração de Plano Diretor de Saneamento do Município.....	210
7.1.4	Programa de Recuperação de Nascentes e APP's (M.4)	210
7.1.4.1	Elaboração de um estudo técnico sobre a viabilidade de implantação do programa conservador de águas, até o ano de 2014, com elaboração de projeto piloto em uma micro-bacia do Rio Camanducaia Mineiro (M.4.1).	210
7.1.4.2	Implantação de um projeto piloto com base nas orientações elencadas pelo estudo técnico (M.4.2).	211
7.1.5	Coordenação Institucional (M5).....	212
7.1.5.1	Manter um arquivo documental com todos os planos, estudos, seminários e reuniões realizadas após a publicação deste plano.	212
7.1.5.2	Manter um arquivo das informações georreferenciadas (mapeamentos, levantamentos, etc) realizadas após a publicação deste plano.....	212
7.1.5.3	Elaboração de legislação relacionada a Recursos Hídricos no município – Política Municipal de Gestão dos Recursos Hídricos	213
7.1.5.4	Atualização do Plano Diretor do Município contemplando as recomendações apresentadas no Plano de Macrodrenagem.....	213
7.1.5.5	Implementar, em parceria com a EMATER um programa de manejo de solo e água.....	214
7.1.6	Resumo das metas para o cenário provável.....	215
7.2	Elaboração do Plano de Metas para o cenário tendencial (2020-2035).	216
8	SÍNTESE DOS CUSTOS ENVOLVIDOS NO PLANO DE METAS E AÇÕES.....	217
9	FONTES DE FINANCIAMENTO.....	219
9.1	Recursos investidos/assegurados entre 2007 a 2012.	220
10	ELABORAÇÃO DO SMIA – SISTEMA MUNICIPAL DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS.....	222
10.1	Localização.....	225
10.2	Meio Físico	225
10.3	Mapas Interpretativos	226
10.4	Uso e Ocupação do Solo	227
10.5	Imagem de Satélite	228

11	RELAÇÃO DE DESENHOS E ANEXOS.....	230
12	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	235

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localização de Camanducaia em relação ao Estado de Minas Gerais.	20
Figura 2. Localização de Camanducaia em relação as mesoregiões do Estado de Minas Gerais.	21
Figura 3. Localização de Camanducaia em relação as microregiões do Estado de Minas Gerais.	23
Figura 4. Município de Camanducaia em relação às Bacias PCJ.	24
Figura 5. Município de Camanducaia em relação às Bacias PCJ, UPGRH Piracicaba/Jaguari e GD05.	25
Figura 6. Fluxograma metodológico do projeto.	27
Figura 7. Mosaico das cartas do IBGE 1:50.000 no município de Camanducaia-MG.....	28
Figura 8. Evolução populacional. Fonte: IBGE.....	32
Figura 9. Exemplos de Bairros e Distritos isolados.	34
Figura 10. Evolução da Projeção da população do Município de Camanducaia, de 2013 a 2021.	36
Figura 11. Evolução da Projeção da população do Município de Camanducaia, de 2009 a 2020.	37
Figura 12. Comparação da Projeção da evolução populacional por João Pinheiro e TGCA.38	
Figura 13. Pirâmide populacional no Município de Camanducaia (IBGE 2010).....	39
Figura 14. Índice de Desenvolvimento Humano. Fonte: PNUD Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2012.....	41
Figura 15. Atividades relacionadas ao saneamento.	44
Figura 16. Exemplo de grandes empresas no município.....	48
Figura 17. Evolução do PIB de 1999 a 2009.	50
Figura 18. Valor adicionado do município de Camanducaia - 2009.....	52
Figura 19. Evolução do PIB per capita de 1999 a 2009.	53
Figura 20. Precipitação média mensal comparada com a média anual dos postos pluviométricos analisados.....	56
Figura 21. Média das precipitação máximas mensais comparado com a média máxima anual dos postos pluviométricos analisados.	57
Figura 22. Precipitação nos períodos Seco e Úmido.....	58
Figura 23. Extrato do balanço hídrico mensal para Vargem-SP.....	60
Figura 24. Balanço Hídrico Normal Mensal.....	60

Figura 25. Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano.	61
Figura 26. Mapa Geológico do município de Camanducaia-MG.	62
Figura 27. Distribuição das unidades geológicas no município de Camanducaia-MG.....	63
Figura 28. Exemplos de contato solo-rocha no município de Camanducaia-MG.....	65
Figura 29. Mapa Geomorfológico do município de Camanducaia-MG.	66
Figura 30. Distribuição das unidades geomorfológicas no município de Camanducaia-MG.67	
Figura 31. Relevos típicos do município de Camanducaia-MG.	68
Figura 32. Mapa Pedológico do município de Camanducaia-MG.....	69
Figura 33. Distribuição das unidades pedológicas no município de Camanducaia-MG.....	70
Figura 34. Latossolo Vermelho Amarelo no município de Camanducaia-MG.....	74
Figura 35. Indicativos do significado das notas e pesos atribuídos.	77
Figura 36. Mapa de Fragilidade Natural do meio físico terrestre no município de Camanducaia.....	80
Figura 37. Mapa com o uso do solo para o município de Camanducaia-MG.	83
Figura 38. Uso do solo no município de Camanducaia.	84
Figura 39. Categorias de uso do solo encontradas em Camanducaia.	86
Figura 40. Uso do solo nas APP's do município de Camanducaia.....	88
Figura 41. Mapa de Fragilidade Potencial do meio físico terrestre do município de Camanducaia.....	90
Figura 42. Mapa de Aptidão Agrícola do município de Camanducaia-MG.	92
Figura 43. Mapa do Potencial Natural de Erosão no município de Camanducaia-MG.	101
Figura 44. Mapa da Expectativa da Produção de Sedimentos na área do município de Camanducaia.....	102
Figura 45. Mapa da divisão hidrológica do município de Camanducaia-MG.	110
Figura 46. Comprimento de talvegue das Bacias Hidrográficas, em km.....	112
Figura 47. Número de nascentes nas Bacias Hidrográficas.	113
Figura 48. Relação de áreas de APP x Área Total.	115
Figura 49. Numero relativo de nascentes.....	116
Figura 50. Localização da bacia hidrográfica dos Afluentes do Rio Atibaia em relação ao município de Camanducaia.....	118
Figura 51. Uso do solo na Subbacia dos afluentes do rio Atibaia.....	119
Figura 52. Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia dos afluentes do rio Atibaia.	119
Figura 53. Uso do solo nas APPs dos afluentes do rio Atibaia.....	120
Figura 54. Uso do solo nas APPs dos afluentes do rio Atibaia.....	121

Figura 55. Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão do Cancã ou da Cachoeira em relação ao município de Camanducaia	122
Figura 56 Uso do solo na Subbacia do Ribeirão do Cancã ou da Cachoeirinha.....	123
Figura 57 Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia do Ribeirão do Cancã ou da Cachoeirinha	123
Figura 58 Uso do solo nas APPs do Ribeirão do Cancã ou da Cachoeirinha.....	124
Figura 59 Uso do solo nas APPs do Ribeirão do Cancã ou da Cachoeirinha.....	124
Figura 60. Exemplos de uso do solo na bacia do ribeirão Cancã ou da Cachoeira.	125
Figura 61. Localização da bacia hidrográfica do Baixo Jaguari.....	126
Figura 62 Uso do solo na Subbacia do Baixo Jaguari.....	126
Figura 63. Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia do Baixo Jaguari.....	127
Figura 64 Uso do solo nas APPs do Baixo Jaguari	127
Figura 65 Uso do solo nas APPs do Baixo Jaguari	128
Figura 66. Exemplos de uso do solo na bacia do Baixo Jaguari.	128
Figura 67. Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão do Ribeirão dos Poncianos.	129
Figura 68. Uso do solo na Subbacia do Ribeirão dos Poncianos.	130
Figura 69. Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia do Ribeirão dos Poncianos .	130
Figura 70. Uso do solo nas APPs do Ribeirão dos Poncianos	131
Figura 71. Uso do solo nas APPs do Ribeirão dos Poncianos	131
Figura 72. Exemplos de uso do solo na bacia do Ribeirão dos Poncianos.....	132
Figura 73. Localização da bacia hidrográfica do Médio Jaguari.....	133
Figura 74. Uso do solo na Subbacia do Médio Jaguari.	133
Figura 75. Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia do Médio Jaguari	134
Figura 76. Uso do solo nas APPs do Médio Jaguari	134
Figura 77. Uso do solo nas APPs do Médio Jaguari	135
Figura 78. Exemplos de uso do solo na bacia do Médio Jaguari.....	135
Figura 79. Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão do Paiolzinho.	136
Figura 80 Uso do solo na Subbacia do Córrego do Paiolzinho.	137
Figura 81 Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia do Córrego Paiolzinho	137
Figura 82 Uso do solo nas APPs do Córrego Paiolzinho	138
Figura 83 Uso do solo nas APPs do Córrego Paiolzinho	138
Figura 84. Localização da bacia hidrográfica do Córrego dos Pericós.	139
Figura 85 Uso do solo na Subbacia do Córrego dos Pericós.	140
Figura 86 Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia do Córrego dos Pericós	140
Figura 87 Uso do solo nas APPs do Córrego dos Pericós	141

Figura 88 Uso do solo nas APPs do Córrego dos Pericós	141
Figura 89. Exemplos de uso do solo na bacia do Córrego dos Pericós.....	142
Figura 90. Localização da bacia hidrográfica do Alto Camanducaia Mineiro.....	143
Figura 91 Uso do solo na Subbacia do Alto Camanducaia Mineiro.....	143
Figura 92 Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia Alto Camanducaia Mineiro...	144
Figura 93 Uso do solo nas APPs do Alto Camanducaia Mineiro	144
Figura 94 Uso do solo nas APPs Alto Camanducaia Mineiro	145
Figura 95. Exemplos de uso do solo na bacia do Médio Jaguari.....	145
Figura 96. Localização da bacia hidrográfica dos Afluentes do Rio Sapucaí-Mirim.....	146
Figura 97 Uso do solo na Subbacia dos afluentes do rio Sapucaí Mirim.....	147
Figura 98 Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia dos afluentes do rio Sapucaí Mirim.....	147
Figura 99 Uso do solo nas APPs dos afluentes do rio Sapucaí Mirim	148
Figura 100 Uso do solo nas APPs dos afluentes do rio Sapucaí Mirim.	148
Figura 101. Exemplos de uso do solo na bacia dos afluentes do Rio Sapucaí-Mirim.....	149
Figura 102. Localização da bacia hidrográfica do Córrego da Cachorra.....	150
Figura 103 Uso do solo na Subbacia do Córrego da Cachorra.....	151
Figura 104 Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia do Córrego da Cachorra	151
Figura 105 Uso do solo nas APPs do Córrego da Cachorra	152
Figura 106 Uso do solo nas APPs do Córrego da Cachorra.....	152
Figura 107. Exemplos de uso do solo na bacia do Córrego da Cachorra.....	153
Figura 108. Estação de Tratamento de Água Monte Verde.....	156
Figura 109. Abastecimento de água por poço tubular – Bairro de Ponte Nova-Camanducaia, MG.....	157
Figura 110. Bairro isolado, com curso d'água funcionando como fonte de recebimento dos efluentes domésticos.....	157
Figura 111. Bairro isolado, com curso d'água funcionando como fonte de recebimento dos efluentes domésticos.....	158
Figura 112. Cultura de vagem irrigada em bairro rural de São Mateus, Camanducaia, MG.	159
Figura 113. Culturas temporárias irrigadas, bairro rural de São Mateus, Camanducaia, MG.	159
Figura 114. Encosta com preparo do solo para plantio de culturas irrigadas no bairro rural de São Mateus, Camanducaia, MG.....	160
Figura 115. Área de reflorestamento da Cia Melhoramentos Florestais.....	161
Figura 116. Uso da água para combate a incêndios florestais - Área de reflorestamento da Cia Melhoramentos Florestais.....	161

Figura 117. Diagrama das bacias hidrográficas Rio Atibaia, no município de Camanducaia-MG.	168
Figura 118. Diagrama das bacias hidrográficas Rio Sapucaí-Mirim, no município de Camanducaia-MG.....	168
Figura 119. Diagrama das bacias hidrográficas Rio Jaguari, no município de Camanducaia-MG.	169
Figura 120. Mapa das bacias Piracicaba/Jaguari referente ao 1º TRIMESTRE DE 2012.	180
Figura 121. Mapa das bacias Piracicaba/Jaguari referente ao 2º TRIMESTRE DE 2012.	181
Figura 122. Resultados da hierarquização das bacias hidrográficas.....	186
Figura 123. Localização espacial das 3 melhores (azuis) e 3 piores (em vermelho) bacias hidrográficas.	187
Figura 124. A visão de futuro inserida no Plano Mineiro de Desenvolvimento 2011-2030.	190
Figura 125. Projeção populacional (2010).....	191
Figura 126. Projeção populacional (2020).....	191
Figura 127. Projeção populacional (2035).....	192
Figura 128. Evolução populacional (2013-2020)	194
Figura 129. Uso do solo no município de Camanducaia.	196
Figura 130. Evolução populacional (2013-2035).....	202
Figura 131. Valores de investimento para o cumprimento das metas do PMRH.	217
Figura 132. Percentual de investimento para o cumprimento das metas do PMRH.	218
Figura 133. Exemplo de estrutura e organização de um BDG (Câmara, 1994).....	223
Figura 134. Estrutura e organização do BDG do município de Camanducaia	224
Figura 135. Exemplo de visualização do PI Localização.....	225
Figura 136. Exemplo de visualização do PI Meio Físico.	226
Figura 137. Exemplo de visualização do PI Mapas Interpretativos.....	227
Figura 138. Exemplo de visualização do PI Uso do Solo.	228
Figura 139. Exemplo de visualização do PI Imagem de Satélite (pouca aproximação). ...	229
Figura 140. Exemplo de visualização do PI Imagem de Satélite (média aproximação). ...	229

INDICE DE TABELAS

Tabela 1. População dos município da mesorregião de Pouso Alegre.....	22
Tabela 2. Mapas temáticos elaborados com as respectivas escalas de apresentação.	29
Tabela 3. Projeções demográficas.....	35
Tabela 4. Projeções demográficas e distribuição da população urbana e rural.....	36
Tabela 5. Projeção da população do Município de Camanducaia, de 2009 a 2020.	37
Tabela 6. Natalidade e mortalidade do Município de Camanducaia.....	40
Tabela 7. Proporção de domicílios particulares permanentes por tipo de saneamento	42
Tabela 8. Proporção de domicílios particulares permanentes por tipo de saneamento e divisão por localização.....	42
Tabela 9. Numero de matriculas, docentes e escolas no município de Camanducaia.	45
Tabela 10. Quantidade e percentual da população alfabetizada residente no Município de Camanducaia.....	46
Tabela 11. Nível de instrução para pessoas com 10 anos ou mais.....	46
Tabela 12. Número de empregos formais em 31 de dezembro de 2011.....	47
Tabela 13. Variação do emprego formal entre os anos de 2010 e 2011.	48
Tabela 14. Estatísticas do Cadastro Central de Empresas 2010	49
Tabela 15. PIB, a preço de mercado corrente.....	50
Tabela 16. Valor adicionado da agropecuária, indústria e serviços no município de Camanducaia.....	51
Tabela 17. PIB Municipal per capita de Camanducaia.....	52
Tabela 18. Arrecadação do ICMS e outras receitas no município de Camanducaia – 2008 – 2011.	53
Tabela 19. Leis e planos de Camanducaia.	54
Tabela 20. Coordenadas geográficas dos postos pluviométricos analisados.	55
Tabela 21. Valores das precipitações médias mensais dos postos pluviométricos analisados.	56
Tabela 22. Valores médios das precipitações máximas mensais dos postos pluviométricos analisados.	57
Tabela 23. Balanço hídrico realizado por Sentelhas para o município de Vargem-SP.	59
Tabela 24. Unidades Geológicas no município de Camanducaia.	62
Tabela 25. Associações das Unidades Geomorfológicas (adaptação).....	65
Tabela 26. Unidades Geomorfológicas no município de Camanducaia.	67
Tabela 27. Unidades Pedológicas no município de Camanducaia.....	70
Tabela 28. Classes de declividade por área (ha) e em porcentagem (%).	75

Tabela 29. Critérios do meio físico considerados na elaboração da carta de fragilidade natural.	76
Tabela 30. Justificativa para os critérios adotados para determinação do peso de cada fator.	77
Tabela 31. Justificativa para os critérios adotados para determinação da nota de cada faixa de avaliação.	78
Tabela 32. Classes de Fragilidade Natural.	79
Tabela 33. Classes de fragilidade natural do meio físico terrestre no município de Camanducaia por área (ha) e em porcentagem (%).	81
Tabela 34. Características da imagem utilizada.	82
Tabela 35. Uso do solo no município de Camanducaia.	83
Tabela 36. Uso do solo nas APP's do município de Camanducaia.	88
Tabela 37. Distribuição das Classes de Fragilidade Ambiental Potencial.	91
Tabela 38. Distribuição das Classes de Fragilidade Ambiental Potencial.	92
Tabela 39. Valores de erodibilidade utilizados para as classes de solo encontradas na área de estudo.	97
Tabela 40. Valores do coeficiente “m” em função das classes de declive.	98
Tabela 41. Fatores C e P considerados na USLE.	100
Tabela 42. Bacias Hidrográficas do município de Camanducaia.	109
Tabela 43. Síntese dos dados de comprimento do talvegue e nascentes nas bacias hidrográficas existentes no município de Camanducaia.	111
Tabela 44. Áreas de Preservação Permanente divididas por bacia hidrográfica.	114
Tabela 45. Áreas de preservação Permanente divididas por bacias hidrográficas.	115
Tabela 46. Principais índices fisiográficos das bacias hidrográficas.	117
Tabela 47. Uso do solo na subbacia dos afluentes do rio Atibaia.	118
Tabela 48. Uso do solo na subbacia do Ribeirão do Cancã ou da Cachoeira.	121
Tabela 49. Uso do solo na subbacia do Baixo Jaguari.	125
Tabela 50. Uso do solo na subbacia do Ribeirão dos Poncianos.	129
Tabela 51. Uso do solo na subbacia do Médio Jaguari.	132
Tabela 52. Uso do solo na subbacia do Córrego do Paiolzinho.	136
Tabela 53. Uso do solo na subbacia do Córrego dos Pericós.	139
Tabela 54. Uso do solo na subbacia do Alto Camanducaia mineiro.	142
Tabela 55. Uso do solo na subbacia dos Afluentes do rio Sapucaí Mirim.	146
Tabela 56. Uso do solo na subbacia do Córrego da Cachorra.	149
Tabela 57. Quantidade usuários no município de Camanducaia.	154
Tabela 58. Usuários de águas superficiais cadastrados em Camanducaia.	163
Tabela 59. Vazões utilizadas divididas por uso.	163

Tabela 60. Usuários de águas subterrâneas cadastrados em Camanducaia.....	164
Tabela 61. Bacias Hidrográficas no município de Camanducaia-MG.....	165
Tabela 62. Vazões totais para as Sub-Bacias de Camanducaia.....	167
Tabela 63. Área de contribuição das bacias hidrográficas.....	170
Tabela 64. Parâmetros selecionados para o cálculo do IQA e seus respectivos pesos. ...	173
Tabela 65. Classificação da água bruta, segundo valor obtido para o IQA.	177
Tabela 66. Descrição das estações de monitoramento da qualidade de água superficial encontradas nas bacias Piracicaba/Jaguari.....	178
Tabela 67. Resultados obtidos para o índice de qualidade de água (IQA) nos pontos monitorados nas bacias Piracicaba/Jaguari.....	179
Tabela 68. Necessidade de recuperação das APP's no município de Camanducia.....	182
Tabela 69. Resultado da Hierarquização das Bacias Hidrográficas.....	185
Tabela 70. Projeção da população para 2020.....	193
Tabela 71. Número de empregos formais em 31 de dezembro de 2011.....	195
Tabela 72. Variação do emprego formal entre os anos de 2010 e 2011.....	195
Tabela 73. Uso do solo no município de Camanducaia.....	196
Tabela 74. Leis e planos de Camanducaia.....	200
Tabela 75. Projeção da população para 2035.....	202
Tabela 76. Proposição de Metas e Ações - Cenário Provável.....	215
Tabela 77. Proposição de Metas e Ações - Cenário Tendencial.....	217
Tabela 78. Recursos assegurados 2007 - 2012.....	220
Tabela 79. Resumo dos Desenhos e Anexos apresentados neste volume.....	230

INDICE DE ANEXOS/ DESENHOS

DESENHO 01.557/12 – MAPA BASE.....	239
DESENHO 02.557/12 – MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS (DIVISÃO HIDROLÓGICA)	240
DESENHO 03.557/12– MAPA GEOLÓGICO.....	241
DESENHO 04.557/12– MAPA GEOMORFOLÓGICO.....	242
DESENHO 05.557/12– MAPA PEDOLÓGICO.....	243
DESENHO 06.557/12 – MAPA DO MODELO DIGITAL DO TERRENO.....	244
DESENHO 07.557/12 – MAPA DE DECLIVIDADE	245
DESENHO 08.557/12 – MAPA DE FRAGILIDADE NATURAL DO MEIO FÍSICO TERRESTRE.....	246
DESENHO 09.557/12 – MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	247
DESENHO 10.557/12 – MAPA DE USO DO SOLO NAS APP'S.	248
DESENHO 11.557/12 – MAPA DE FRAGILIDADE POTENCIAL DO MEIO FÍSICO TERRESTRE.....	249
DESENHO 12.557/12 – MAPA DO POTENCIAL NATURAL DE EROÇÃO.....	250
DESENHO 13.557/12 – MAPA DA EXPECTATIVA DA PERDA DE SOLO.	251
DESENHO 14.557/12 – MAPA DE APTIDÃO AGRÍCOLA.....	252
DESENHO 15.557/12 – MAPA DAS ÁREAS PROTEGIDAS POR LEI.	253
DESENHO 16.557/12 – MAPA DAS INTERVENÇÕES EM RECURSOS HÍDRICOS.....	254
DESENHO 17.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES DO RIO ATIBAIA.	255
DESENHO 18.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO CANCÃ OU DA CACHOEIRA.....	256
DESENHO 19.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO BAIXO JAGUARI.....	257
DESENHO 20.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DOS PONCIANOS.	258
DESENHO 21.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO JAGUARI.....	259
DESENHO 22.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO PAIOLZINHO.....	260
DESENHO 23.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DOS PERICÓS.....	261
DESENHO 24.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CAMANDUCAIA MINEIRO.	262

DESENHO 25.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES DO RIO SAPUCAÍ-MIRIM.....	263
DESENHO 26.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA CACHORRA/CAMANDUCAIA MINEIRO.....	264
SISTEMA MUNICIPAL DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS	265

RELATÓRIO 622.13

TÍTULO: Plano Municipal de Recursos Hídricos Camanducaia: RELATÓRIO FINAL.

INTERESSADO: FUNDAÇÃO AGENCIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ - PCJ

1. INTRODUÇÃO

A **FUNDAÇÃO AGENCIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ**, realizou processo licitatório no dia 24 de setembro de 2012 às 10hs30min, para contratação de empresa de engenharia para a elaboração do “Plano Municipal de Recursos Hídricos dos municípios de Camanducaia, Itapeva, Toledo e Sapucaí Mirim” que tem como objetivo básico, o estabelecimento de metas e ações de curto, médio e longo prazo, para melhoria da qualidade e disponibilidade das águas superficiais e subterrâneas. A Irrigart Engenharia e Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente Ltda, participou e venceu o processo licitatório e foi contratada com o instrumento contratual número 36/2012.

O presente relatório é a compilação dos três relatórios parciais já entregues e aprovados pela contratante, conforme apresentado:

- **Relatório 549.12:** R0 – Elaboração do Plano de Trabalho
- **Relatório 557.12 - R1** – Levantamento das informações básicas, análise e diagnóstico geral dos recursos hídricos e Sistema Municipal de Informações Ambientais.
- **Relatório 588.12:** R2: Prognóstico e Levantamento de custos e fontes de financiamentos.

Desta forma, apresenta-se o presente relatório consolidado, contendo a compilação dos 3 relatórios de andamento realizados. Ressalta-se que a numeração dos anexos respeita a numeração original do relatório em que foi produzido.

1.1 Município de Camanducaia no contexto estadual

O município de Camanducaia localiza-se no extremo sul do estado de Minas Gerais, próximo a divisa com o Estado de São Paulo, conforme indicado na Figura 1.

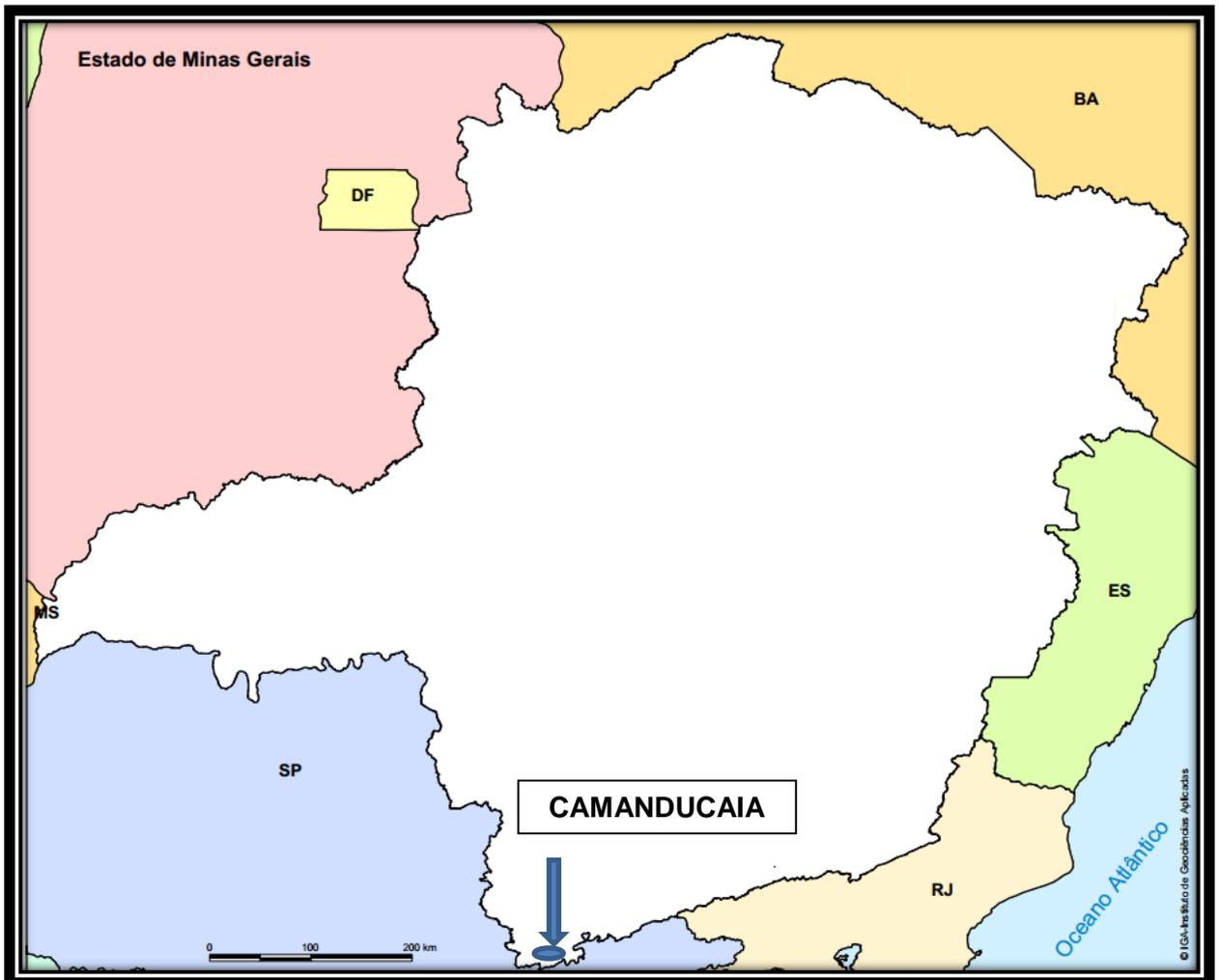


Figura 1. Localização de Camanducaia em relação ao Estado de Minas Gerais.

O estado de Minas Gerais foi subdividido em mesoregiões, conforme divisão estabelecida pelo IBGE. O município de Camanducaia pertence à mesoregião denominada de “Sul/Sudoeste do Estado de Minas Gerais”, conforme apresentado na Figura 2.

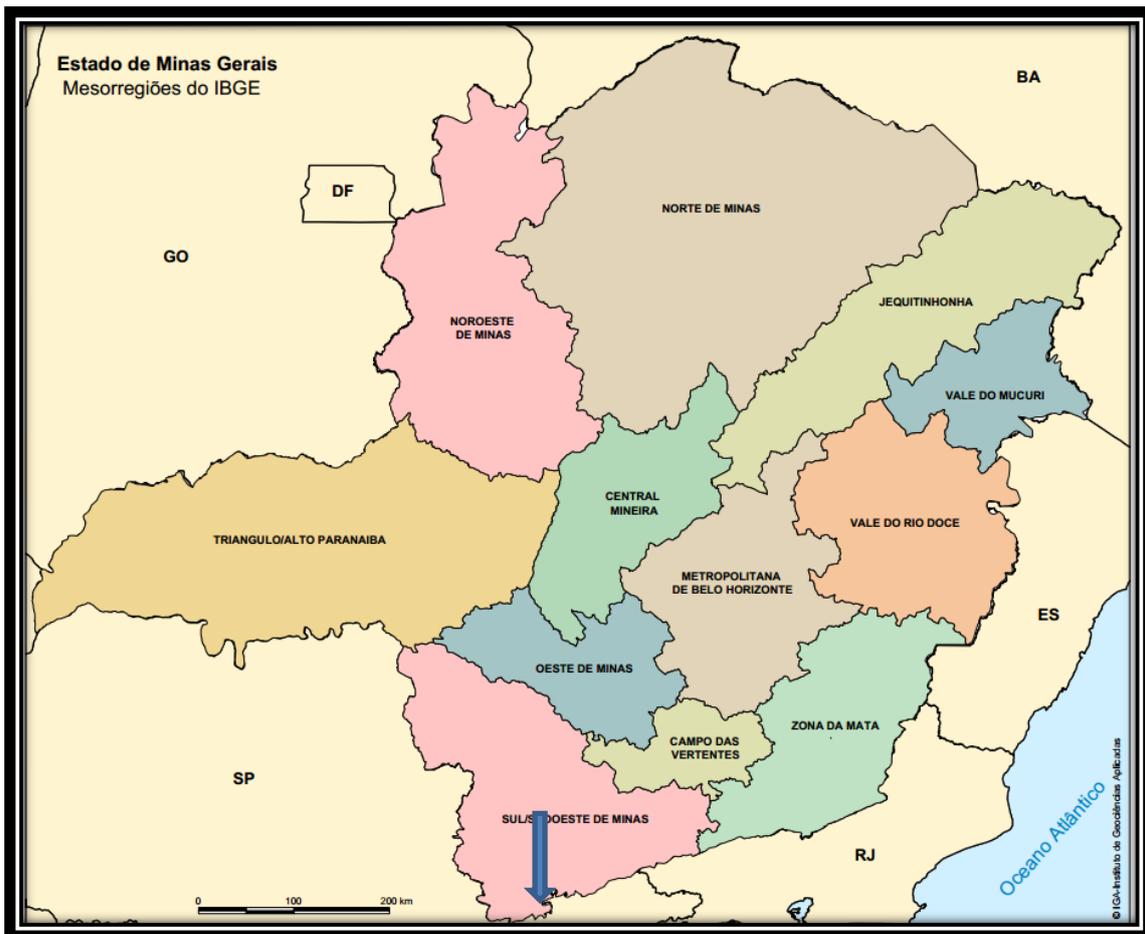


Figura 2. Localização de Camanducaia em relação as mesorregiões do Estado de Minas Gerais.

Outra divisão administrativa adotada no Estado de Minas Gerais é a divisão em microregiões. Com base nesta divisão, o município de Camanducaia pertence a microregião de Pouso Alegre.

A microrregião de Pouso Alegre é uma das microrregiões do estado brasileiro de Minas Gerais pertencente à mesorregião Sul e Sudoeste de Minas. Sua população foi estimada em 2010 pelo IBGE em 326.425 (vide dados Tabela 1) habitantes e está dividida em vinte municípios (Bom Repouso; Borda da Mata; Bueno Brandão; Camanducaia; Cambuí; Congonhal; Córrego do Bom Jesus; Espírito Santo do Dourado; Estiva; Extrema; Gonçalves; Ipuiúna; Itapeva; Munhoz; Pouso Alegre; Sapucaí-Mirim; Senador Amaral; Senador José Bento; Tocos do Moji e Toledo), possuindo uma área total de aproximadamente 5.000 km². A Figura 3 apresenta a localização de Camanducaia em relação a microrregião de Pouso Alegre.

Tabela 1. População dos município da mesorregião de Pouso Alegre.

Município	População (IBGE 2010)
Bom Repouso	10.457
Borda da Mata	17.118
Bueno Brandão	10.892
Camanducaia	21.080
CambuÍ	26.488
Congonhal	10.468
Córrego do Bom Jesus	3.730
EspÍrito Santo do Dourado	4.429
Estiva	10.845
Extrema	28.599
Gonçaves	4.220
Ipuiúna	9.521
Itapeva	8.664
Munhoz	6.257
Pouso Alegre	130.615
SapucaÍ-Mirim	6.241
Senador Amaral	5.219
Senador José Bento	1.868
Tocos do Moji	3.950
Toledo	5.764
Total Microrregião de Pouso Alegre	326.425

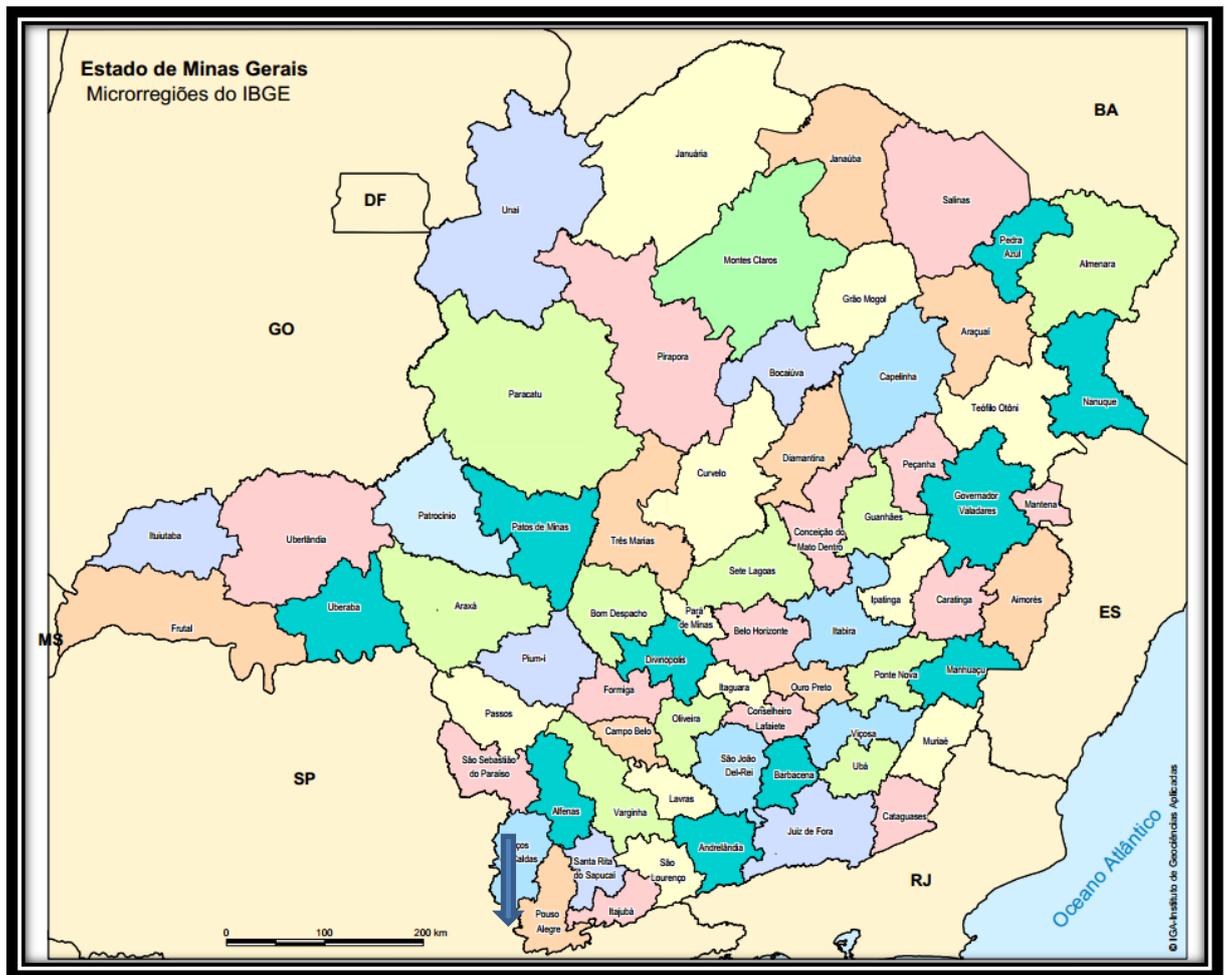


Figura 3. Localização de Camanducaia em relação as microregiões do Estado de Minas Gerais.

1.2 Município de Camanducaia no contexto das UGRHI's

A implantação de políticas municipais de gestão de recursos hídricos foi uma demanda produzida pelo órgão de gestão de toda a Bacia PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiá), que é composta pelo município de Camanducaia e mais 66 municípios do Estado de São Paulo e de Minas Gerais, onde se situam as nascentes dos rios Jaguari e Atibaia, ambos formadores do Rio Piracicaba. A contextualização hidrológica do município de Camanducaia é fundamental neste trabalho, pois a boa técnica indica a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento. A Figura 4 apresenta a localização do município de Camanducaia em Relação às Bacias PCJ. Como pode ser observado na Figura 4, parte do município de Camanducaia também se encontra inserido na UGRH GD-5, conforme divisão hidrológica do Estado de Minas Gerais (Figura 5).

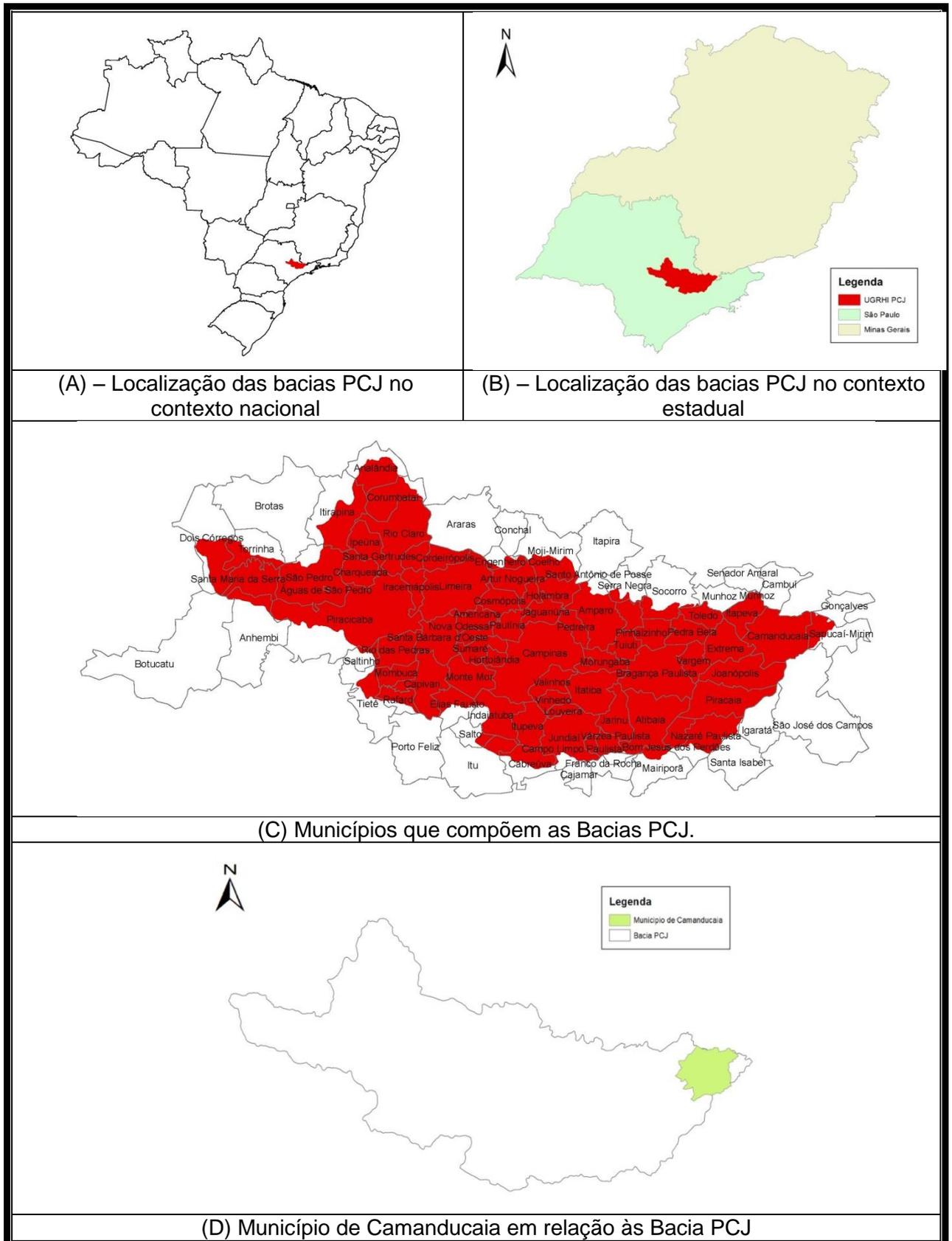


Figura 4. Município de Camanducaia em relação às Bacias PCJ.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

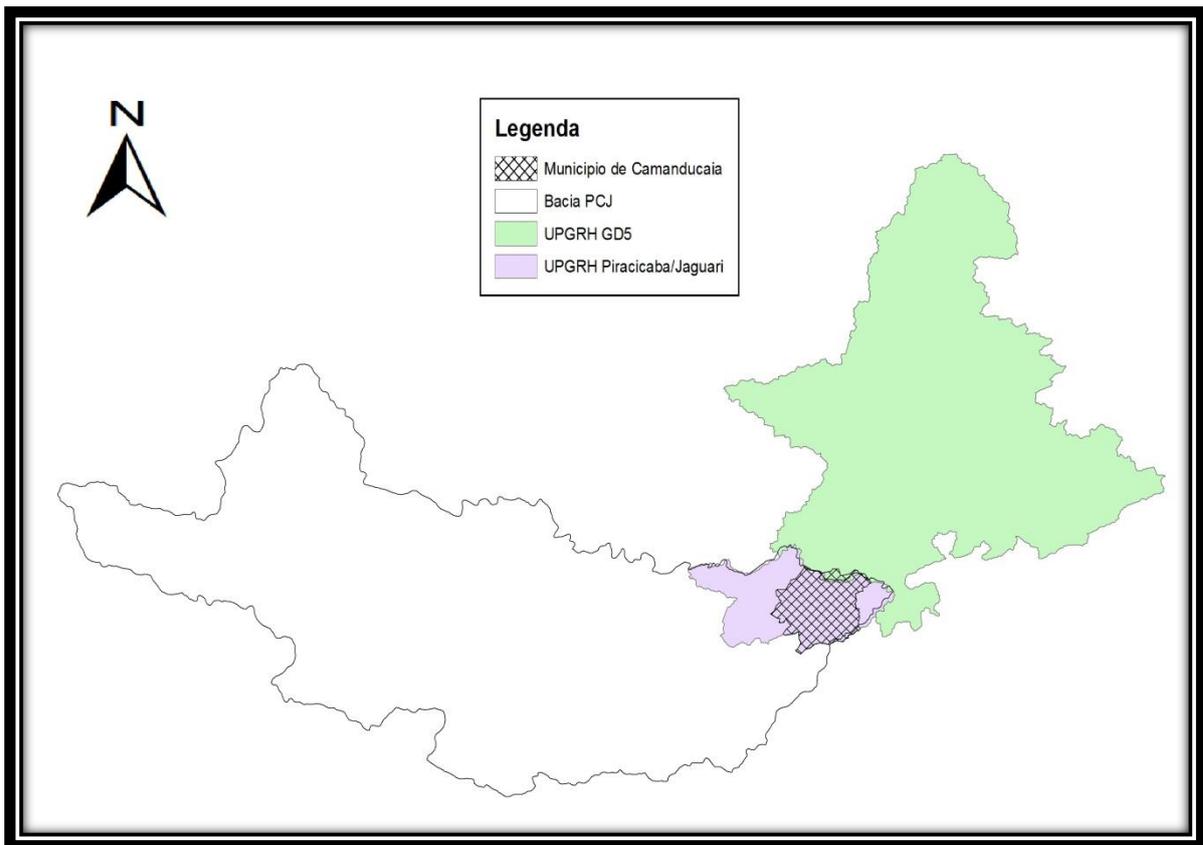


Figura 5. Município de Camanducaia em relação às Bacias PCJ, UGRH Piracicaba/Jaguari e GD05.

2 OBJETIVOS

A seguir são descritos os objetivos gerais e específicos do Plano Municipal de Gestão dos Recursos Hídricos de Camanducaia.

2.1 Objetivos Gerais

Este relatório tem como objetivos gerais atender os itens elencados pelo Termo de Referência do Trabalho, nas seguintes fases do trabalho:

- 1ª Etapa – **Levantamento de informações básicas e Diagnóstico Ambiental;**
- 2ª Etapa - **Análise e diagnóstico atual dos recursos hídricos;**
- 3ª Etapa - **Elaboração do Sistema Municipal de Informações Ambientais (SMIA).**
- 4ª Etapa- **Prognóstico dos recursos hídricos:**
- 5ª Etapa- **Levantamento de custos e fontes de financiamento**
- 6ª Etapa- **Relatório final:**

2.2 Objetivos Específicos

São considerados objetivos específicos deste Relatório:

- Levantamento de informações básicas: caracterização física, socioeconômica, ambiental e dos recursos hídricos;
- Análise e diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos do município;
- Elaboração de prioridades de intervenção nos cursos d'água;
- Elaboração de Banco de Dados georreferenciado sobre os recursos hídricos para compor o Sistema Municipal de Informações Ambientais – SMIA;
- Confecção do Mapa de Fragilidade Ambiental;
- Confecção do Mapa de proteção das áreas de Mananciais dos afluentes diretos dos Camanducaia e Jaguari;
- Confecção do mapa de uso do solo urbano e rural atualizado;
- Levantamento de nascentes e análise do grau de conservação (vegetação) de cada uma;
- Levantamento do grau de preservação e conservação do solo nas Áreas de Preservação Permanente (APP's).

3 METODOLOGIA

O roteiro metodológico do trabalho está apresentado na Figura 6. Conforme pode ser observado no roteiro, o estudo é dividido em 6 etapas de trabalho, abrangidas neste Relatório Final.

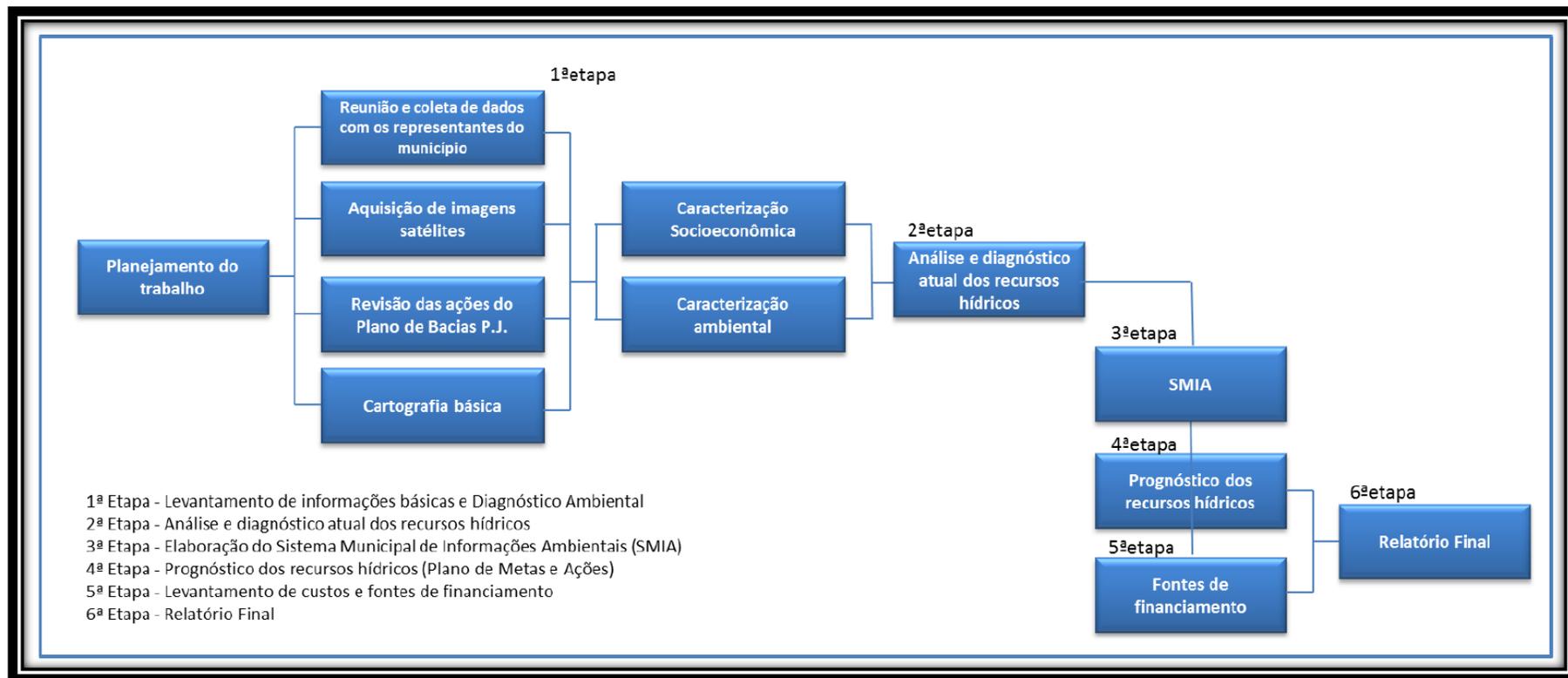


Figura 6. Fluxograma metodológico do projeto.

4 LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES BÁSICAS

4.1 Cartografia utilizada

Neste tópico são apresentadas as bases cartográficas utilizadas no estudo.

4.1.1 Bases Topográficas IBGE escala 1:50.000

A cartografia básica do trabalho foi elaborada a partir das cartas topográficas do IBGE, escala 1:50.000. Para o município de Camanducaia, foram utilizadas 4 (quatro) folhas topográficas, conforme apresentado:

- Folha “Cambuí” **SF-23-Y-B-IV-2.**
- Folha “Paraisópolis” **SF-23-Y-B-V-1**
- Folha “Monteiro Lobato” **SF-23-Y-B-V-3**
- Folha “Camanducaia” **SF-23-Y-B-IV-4**

A Figura 7 apresenta o arranjo das cartas IBGE 1:50.000 citadas acima em relação a área territorial do município de Camanducaia.

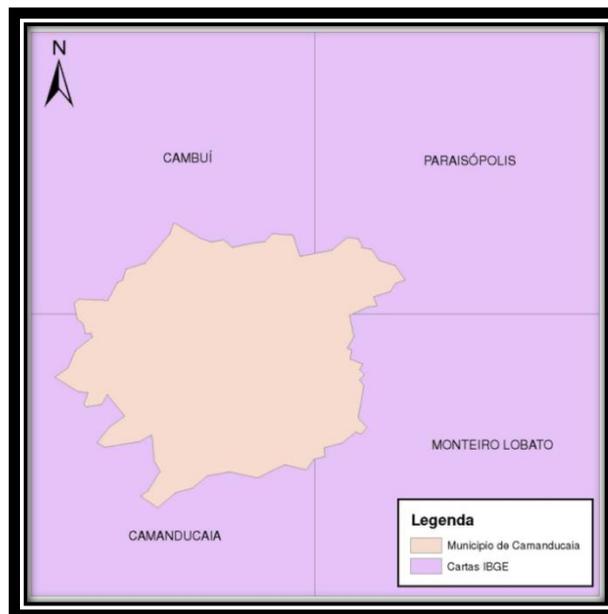


Figura 7. Mosaico das cartas do IBGE 1:50.000 no município de Camanducaia-MG.

A partir dos dados levantados através das cartas do IBGE 1:50.000, foram elaborados o Mapa Base do município de Camanducaia e o Mapa da divisão hidrológica, que podem ser consultados, em escala compatível no **Anexo 01.557/12** e **Anexo 02.557/12**, respectivamente.

4.1.2 Mapas Temáticos

Os mapas temáticos foram elaborados a partir de levantamentos já existentes. Para os municípios em questão, os trabalhos consultados foram:

- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, 2003, escala 1:1.000.000.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do Estado de Minas Gerais / Fernando César do Amaral... [et al.]. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 95p (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 63)
- Mapa Geomorfológico da APA “Fernão Dias”, adaptada para a nomenclatura adotada no Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981)

4.1.2.1 Apresentação dos mapas

Conforme apresentado no Plano de Trabalho, foram elaborados 16 mapas temáticos. A Tabela 2 apresenta a relação de mapas a serem elaborados, com as respectivas escalas de apresentação.

Tabela 2. Mapas temáticos elaborados com as respectivas escalas de apresentação.

Número do Mapa	Título	Escala de Apresentação
01.557/12	Mapa Base	1:50.000
02.557/12	Mapa da Divisão Hidrológica	1:50.000
03.557/12	Mapa Geologia	1:100.000
04.557/12	Mapa Geomorfológico	
05.557/12	Mapa Pedológico	
06.557/12	Mapa do Modelo Digital do Terreno	
07.557/12	Mapa de Declividade	
08.557/12	Fragilidade Ambiental Natural	
09.557/12	Uso do Solo	1:50.000
10.557/12	Definição das APP	
11.557/12	Uso do Solo nas APP's	
12.557/12	Fragilidade Potencial	1:100.000
13.557/12	Potencial Natural de Erosão	
14.557/12	Expectativa de perda de solo	
15.557/12	Potencial Agrícola	
16.557/12	Áreas protegidas por Lei.	

4.2 Caracterização Sócioeconômica

A caracterização socioeconômica foi elaborada a partir da coleta de dados socioeconômicos disponíveis na literatura e nos órgãos públicos, além de visitas a campo com o objetivo de compreender a realidade local e sua interação com os recursos hídricos.

Este capítulo ilustra a realidade social e econômica do Município a partir de dados secundários. O objetivo da caracterização sócio econômica do município é o fornecimento dos subsídios básicos para o entendimento da ocupação humana em uma região fisiograficamente importante para a produção de água nas bacias hidrográficas PCJ. Para a realização dessa caracterização foram utilizados tanto a coleta de dados secundários, como a coleta de dados primários através de um reconhecimento de toda a área urbana e rural, em um trabalho de campo desenvolvido no mês de novembro de 2012.

4.2.1 Histórico

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) ilustra a história do Município com um Histórico da Autora Terezinha Stela Lambert Rosa da Enciclopédia dos Municípios Brasileiros:

“O topônimo de Camanducaia significa, na língua indígena, feijão queimado, sendo esse o primitivo e atual nome da cidade que se levanta à margem direita do rio do mesmo nome.

A povoação de Camanducaia teve origem nos meados do século XVIII, sendo formada por fugitivos e aventureiros que andavam em busca de ouro. Não se conhece a data certa de sua fundação, mas sabe-se que as primeiras casas foram construídas pelos bandeirantes vindos de Atibaia, em São Paulo, porque Camanducaia fica situada num dos roteiros mais seguidos pelos desbravadores paulistas.

Alguns anos depois de sua independência, seus habitantes iniciaram um movimento para que o lugar fosse elevado à categoria de vila, culminando a iniciativa com uma concentração de quase toda a população local no largo do Rosário, onde se erguia a capela de Nossa

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

Senhora do Rosário, ocasião em que, entre vivas e aclamações, foi entusiasticamente saudada a nova vila a que denominaram "Carolina".

A Vila Carolina, porém não subsistiu e os autores do movimento que lhe deu origem foram processados , condenados e afinal perdoados pela clemência imperial.

Circundada de montes e serras, onde existem extensos pinheiros, a cidade está situada em uma garganta estreita. A salubridade do seu clima e a pureza de suas águas tornam a região aprazível, que, sob diversos aspectos, lembra as Montanhas Suíça.

Entre os homens que trabalharam pela prosperidade do lugar, destacam-se Francisco de Assis Almeida, José Caetano de Almeida, Caetano Furquim de Almeida e o tenente-coronel Antonio Felisberto Nogueira.

FORMAÇÃO ADMINISTRATIVA - Em 1775, a capela de Camanducaia foi elevada à freguesia, em 1849 foi elevada à categoria de vila com o nome de Jaguary e , finalmente, a Lei n.º 1 527, de 20 de julho de 1868, criou a cidade de Jaguary, que em 1925 retornou a seu primitivo nome de Camanducaia, que até hoje conserva. "

4.2.2 Demografia

A Demografia estuda a distribuição da população em uma área geográfica e sua dinâmica populacional. Este capítulo objetiva a caracterização dos principais indicadores da situação demográfica da cidade de Camanducaia, segundo dados obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Conforme os dados pesquisados o ritmo do crescimento da população do município de Camanducaia reduziu, passando de 21,33%, no período de 1991-2000, para 2,64%, no período 2000-2010 conforme mostra a Figura 8. Essa redução advém entre outras coisas,

da redução dos fluxos migratórios interestaduais e vem sendo acompanhada por uma nova direção da tendência concentradora da população, pois 6,25% da população não são da Região Sudeste, sendo 6% das outras regiões do Brasil e 0,25% de outros países. A tendência na redução do crescimento observada em Camanducaia é similar a tendência de redução de crescimento populacional observada em toda as Bacias PCJ.

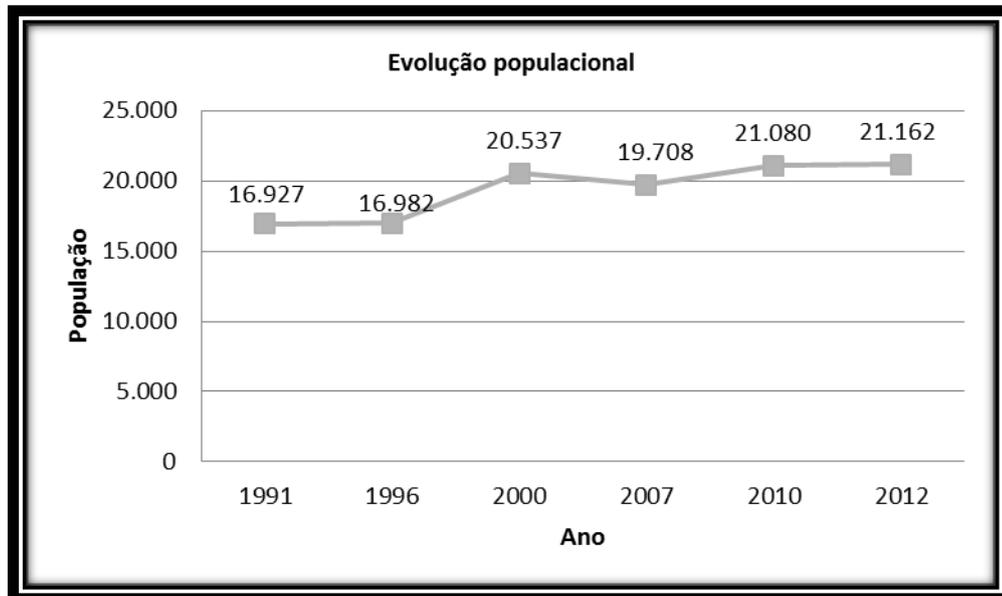


Figura 8. Evolução populacional. Fonte: IBGE

A população do município foi estimada em 21.162 habitantes para 2012. A densidade demográfica em 2010 de 39,89 hab/km² e a taxa de urbanização em 73,43%, uma das menores das Bacias PCJ.

A população residente na zona rural do município se divide por vários bairros rurais distribuídos por todo o município, sendo os maiores representados pelos Distritos de Monte Verde (conhecido como Suíça Mineira) e de São Mateus. A Figura 9 apresenta o exemplo de alguns bairros rurais visitados durante os trabalhos de campo.



(A) Sede do Distrito de São Mateus



(B) Bairro do Mato



(C) Bairro Fazenda Velha

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

Fone/Fax: 19 3432-7540 / 19 3301-8228



Figura 9. Exemplos de Bairros e Distritos isolados.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

Fone/Fax: 19 3432-7540 / 19 3301-8228

Para a estimativa futura da população, realizou-se uma estimativa do crescimento da população adotando uma taxa média geométrica calculada (TGCA). A TGCA foi calculada conforme a **Equação 1** e a partir dos dados de população disponibilizados pelo IBGE, no período de 1991 a 2012, apresentados na Tabela 3.

$r = \left[\left(\sqrt[n]{\frac{P_t}{P_0}} \right) - 1 \right] \times 100$	<p>Equação 1</p>
--	-------------------------

Onde:

r – taxa geométrica (TGCA)

n – tempo (número de anos no período)

P_t – População final

P₀ – População inicial

Tabela 3. Projeções demográficas.

Ano	População Total
1991	16.927
1996	16.982
2000	20.537
2007	19.708
2010	21.080
2012 (Estimativa IBGE)	21.162*

Com base na **Equação 1** e nos valores apresentados na Tabela 3, o valor encontrado para a TGCA foi 1,07%a.a. A partir desta taxa calculada, foram estimados os valores de população total, rural e urbana (mantendo-se a mesma taxa de urbanização atual). Os dados obtidos estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Projeções demográficas e distribuição da população urbana e rural.

Ano	População Total	TGCA (%a.a)*	População Urbana	% urbana	População Rural	% rural
2013	21.388	1,07%	15.686	73,34%	5.702	26,66%
2014	21.617	1,07%	15.854	73,34%	5.763	26,66%
2015	21.848	1,07%	16.023	73,34%	5.825	26,66%
2016	22.081	1,07%	16.195	73,34%	5.887	26,66%
2017	22.318	1,07%	16.368	73,34%	5.950	26,66%
2018	22.556	1,07%	16.543	73,34%	6.013	26,66%
2019	22.797	1,07%	16.719	73,34%	6.078	26,66%
2020	23.041	1,07%	16.898	73,34%	6.143	26,66%
2021	23.287	1,07%	17.079	73,34%	6.208	26,66%

*TGCA – Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População.

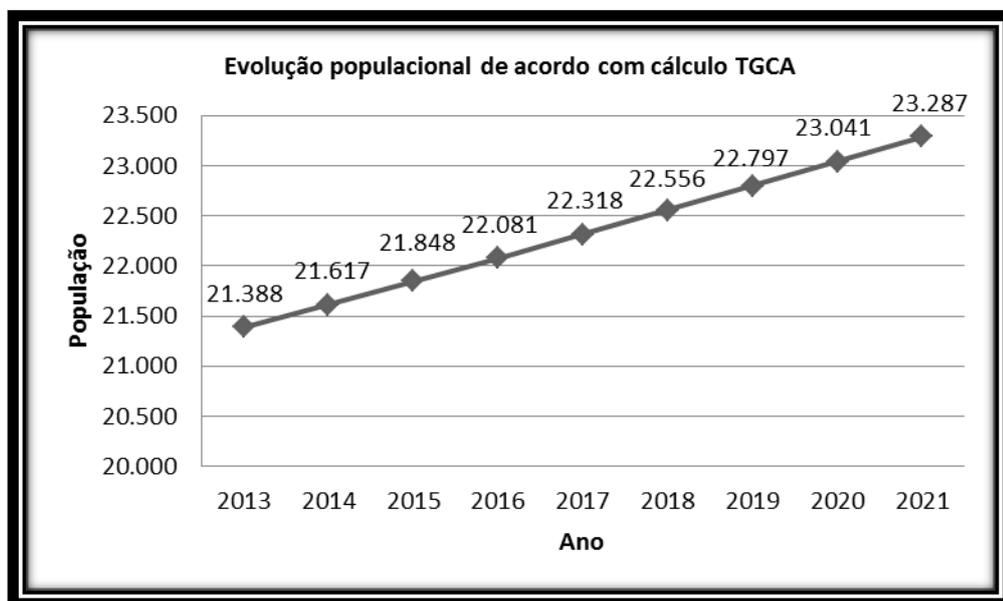


Figura 10. Evolução da Projeção da população do Município de Camanducaia, de 2013 a 2021.

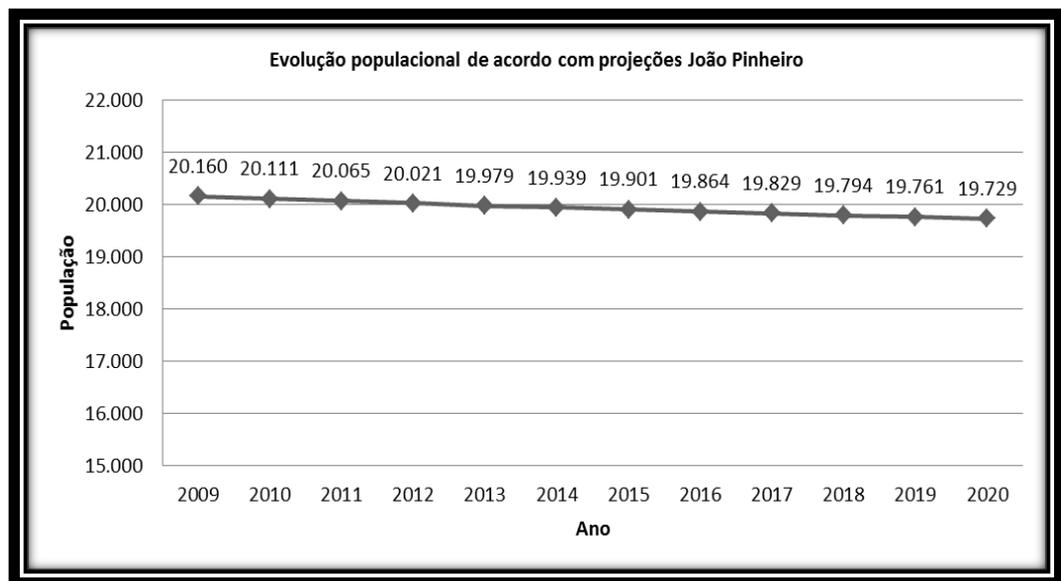
A partir de outra metodologia, a Fundação João Pinheiro publicou a Projeção da População Municipal do Estado de Minas Gerais de 2009 a 2020. O método utilizado foi o “Apportionment Method”, também conhecido como Método dos Coeficientes ou AiBi. Foi utilizado como fonte, o Censo Demográfico de 2000 e a Contagem de População em 2007. A partir desta metodologia, é esperado um crescimento negativo da população, invertendo a

lógica do crescimento que vem do início dos dados analisados (1991). Estes dados são apresentados na Tabela 5 e na Figura 11.

Tabela 5. Projeção da população do Município de Camanducaia, de 2009 a 2020.

Ano	População (pessoas)
2009	20.160
2010	20.111
2011	20.065
2012	20.021
2013	19.979
2014	19.939
2015	19.901
2016	19.864
2017	19.829
2018	19.794
2019	19.761
2020	19.729

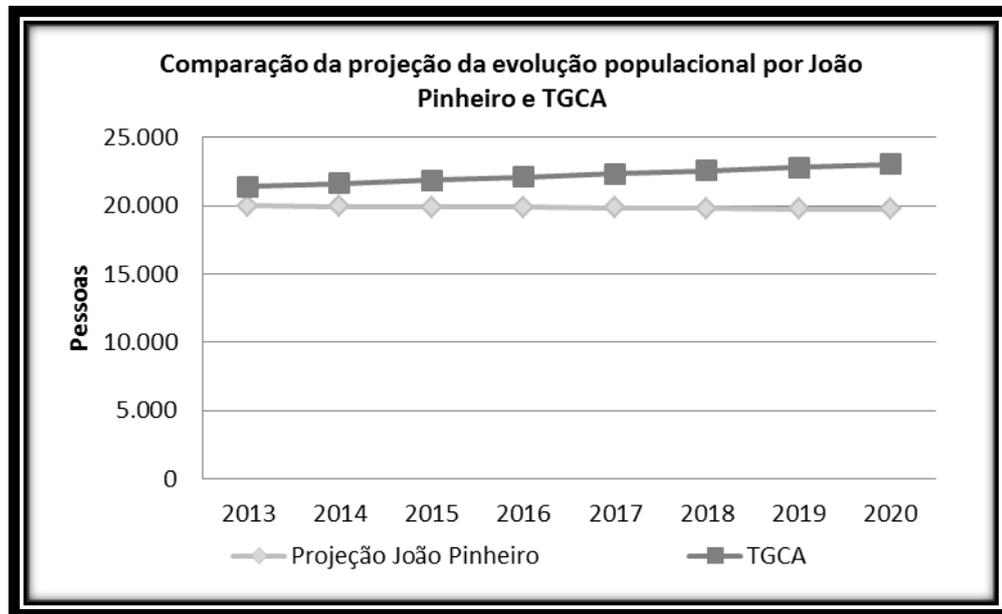
Fonte: Fundação João Pinheiro (FJP).



Fonte: Fundação João Pinheiro (FJP).

Figura 11. Evolução da Projeção da população do Município de Camanducaia, de 2009 a 2020.

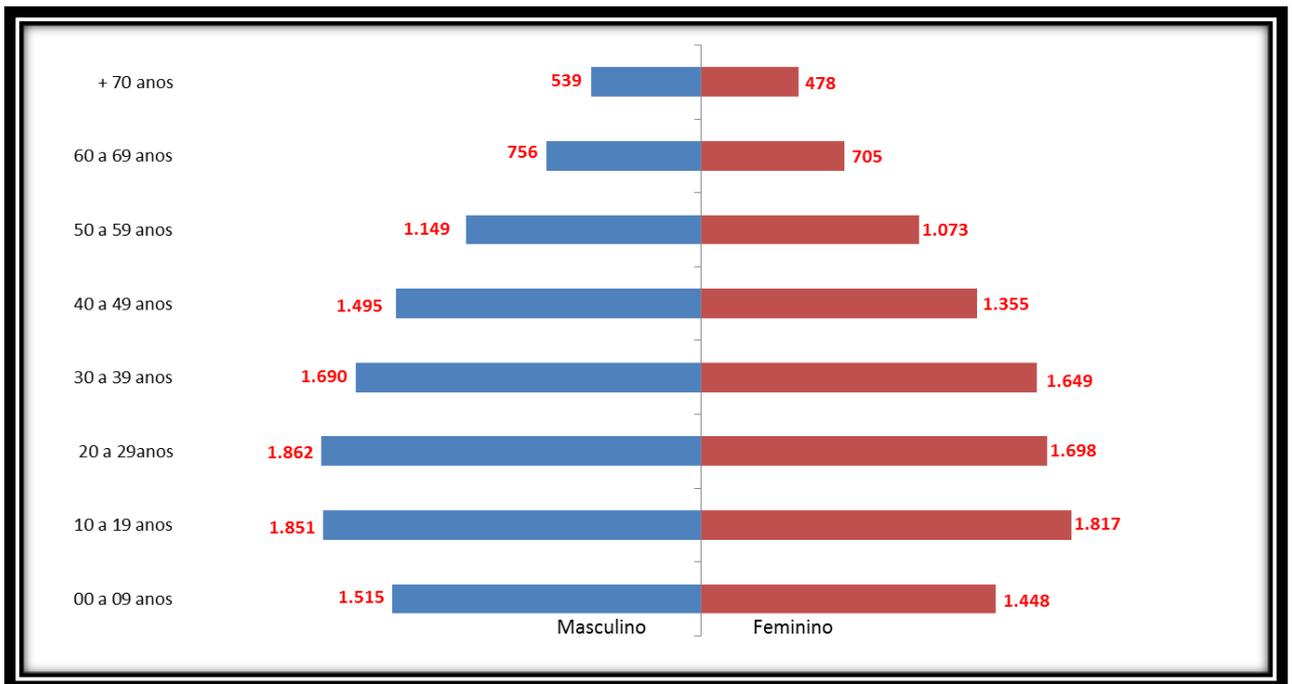
A Figura 12 representa a comparação da evolução populacional resultado do Estudo da Fundação João Pinheiro e pela TGCA – Taxa Geométrica de Crescimento Anual.



Fontes: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e - Fundação João Pinheiro (FJP)

Figura 12. Comparação da Projeção da evolução populacional por João Pinheiro e TGCA.

No que se refere a pirâmide populacional, que apresenta dados discretizados por sexo e faixa etária, pode-se notar que a maior parte da população se encontra na faixa etária de 10 a 19 anos e de 20 a 29, ou seja, a população local ainda é jovem, porém já demonstra a diminuição na taxa de crescimento da população, uma vez que a parcela da população de 0 a 9 anos é menor que as faixas etárias imediatamente acima. Estes dados podem ser observados na Figura 13 e foram baseados em dados do IBGE para o ano de 2010.



Fonte: IBGE, 2011.

Figura 13. Pirâmide populacional no Município de Camanducaia (IBGE 2010).

Os números de habitantes por faixa etária para Camanducaia é controlado, o que se destaca é o menor contingente populacional na faixa de 70 anos ou mais, com aproximadamente 10% da população. Esses dados caracterizam uma população predominante jovem e adulta. Em termos de políticas públicas, podem significar a necessidade de gerar novas oportunidades de emprego, já que uma crescente camada da população passa a fazer parte da população economicamente ativa. Notar na Figura 13 que para o sexo masculino o pico da pirâmide se dá na faixa dos 20 a 29 anos e para o sexo feminino na faixa dos 10 a 19 anos. Isso significa uma grande oferta de mão de obra, que o poder público e privado será obrigado a incorporar ao mercado de trabalho local e regional.

A Tabela 6. ilustra importantes componentes demográficos como natalidade, mortalidade infantil e óbitos. A utilização desses indicadores permite que os idealizadores de políticas públicas municipais tenham subsídios para focar ações públicas específicas (saúde, educação, emprego e trabalho), principalmente no que diz respeito a população de baixa renda.

Tabela 6. Natalidade e mortalidade do Município de Camanducaia.

Variáveis	2008	2009	2010
Natalidade (nascidos vivos)(pessoas)	268	259	228
Mortalidade infantil (pessoas)	5	4	4
Óbitos gerais (pessoas)	120	127	146

Fonte: Estatística do Registro Civil de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

A natalidade foi reduzida em 25% do ano de 2008 para o ano de 2010, indicando claramente uma redução na taxa de crescimento da população. A mortalidade infantil reduziu 20%, passando no período de 2008 a 2010 de 5 para 4 crianças nascidas vivas.

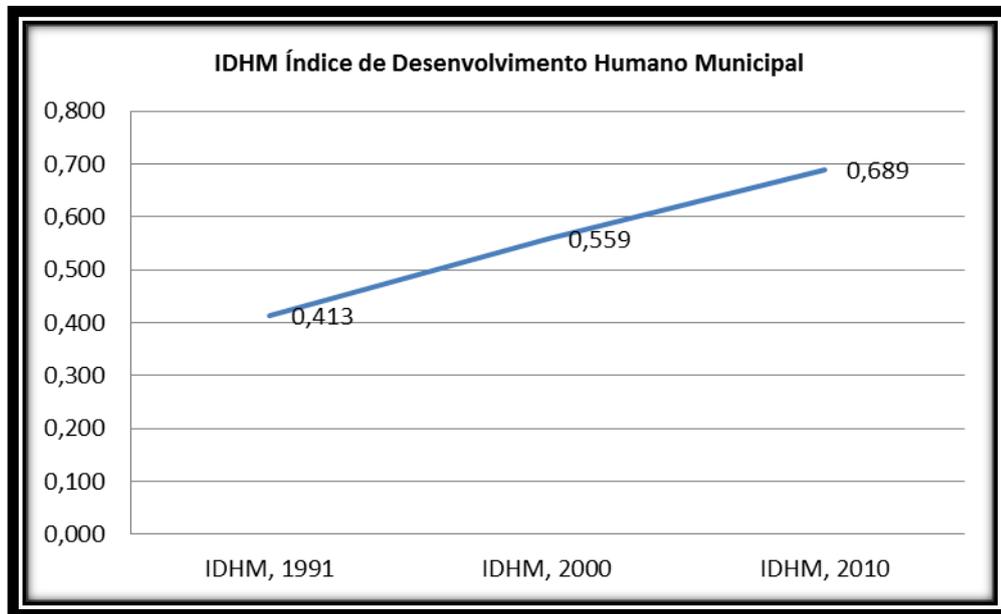
4.2.3 Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

Em 1990, o Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento (PNUD) introduziu em todo o mundo o conceito de desenvolvimento humano sustentável, que promove a adoção de políticas públicas que consideram as pessoas como propósito de desenvolvimento.

O grau de desenvolvimento humano sustentável de uma sociedade pode ser medido através do índice de Desenvolvimento Humano (IDH), criado pela Organização das Nações Unidas (ONU), que representa uma alternativa para avaliar a qualidade de vida. O IDH é construído com base em três variáveis: longevidade, educação e renda, além de outros fatores como esperança média de vida, alfabetização, natalidade, entre outros. A partir dele, foi criado o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M).

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), o índice de desenvolvimento humano varia de 0 (nenhum desenvolvimento humano) a 1 (desenvolvimento humano total), que se divide em cinco faixas, sendo: de 0 a 0,499 muito baixo desenvolvimento, entre 0,500 e 0,599 são considerados baixo desenvolvimento humano, de 0,600 a 0,699 de médio desenvolvimento humano, de 0,700 a 0,799 alto desenvolvimento humano e de 0,800 a 1 são considerados muito alto desenvolvimento humano. Entre 1991 e 2000, Camanducaia apresentou uma taxa de crescimento de 35,35% no Índice de Desenvolvimento Humano, passando de 0,413 em 1991 para 0,559 em 2000. Entre 2000 e 2010 apresentou uma taxa de crescimento de 23,26%, passando de 0,559 para 0,689. Mesmo com esse aumento no índice o Município de Camanducaia se encontra entre as regiões consideradas de médio desenvolvimento humano – IDH.

O ranking do IDH-M mostra a sequência das cidades brasileiras de acordo com o resultado, do maior para o menor, Camanducaia está em 2199ª posição em 2010, em um total de 5.565 municípios do Brasil.



Fonte: PNUD Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2013.

Figura 14. Índice de Desenvolvimento Humano.

Do ponto de vista sócio ambiental, alguns indicadores selecionados mostram as condições de vida que o município oferece. São eles: nível de abastecimento de água, coleta de lixo, coleta e tratamento de esgoto. O Censo Demográfico 2010 (IBGE) denomina o saneamento por tipo:

- **adequado** aquele com escoadouro ligado à rede geral ou à fossa séptica, servido de água proveniente de rede geral de abastecimento e com destino do lixo coletado diretamente ou indiretamente pelos serviços de limpeza;
- **semi-adequado**, aqueles que possuíam, pelo menos, um dos serviços de abastecimento de água, esgoto ou lixo, classificados como adequados; e
- **inadequado** os que não apresentaram qualquer condição de saneamento básico considerado adequado, isso é, não estavam conectados à rede geral de abastecimento de água, ao esgotamento sanitário nem tinham acesso à coleta de lixo.

Tabela 7. Proporção de domicílios particulares permanentes por tipo de saneamento

Proporção de domicílios particulares permanentes por tipo de saneamento	2000	2010
Adequado	65,20%	59,10%
Semi-adequado	21,20%	37,10%
Inadequado	13,60%	3,80%

O ideal do tipo de saneamento é adequado. Constata-se na Tabela 7 que do ano 2000 para 2010 o saneamento inadequado reduziu 9,8%, o saneamento adequado também reduziu 6,1% e o semi-adequado aumentou 15,9%.

Tabela 8. Proporção de domicílios particulares permanentes por tipo de saneamento e divisão por localização

Domicílios particulares	urbano		rural		total	
Total	5046		1860		6906	
Saneamento adequado	80,7%	4072	0,4%	7	59,1%	4081
Saneamento semi-adequado	19,1%	964	86,0%	1600	37,1%	2562
Saneamento inadequado	0,2%	10	13,6%	253	3,8%	262

A Tabela 8 divide o número de domicílios particulares permanentes por tipo de saneamento e localização. Nota-se que 73% do total localizam-se em área urbana, desses, 80,7% são considerados adequados e 19,1% de semi-adequados. Na área rural, o tipo de saneamento mais encontrado foi o semi-adequado, com 86%.

O IBGE constata que 6.583 domicílios tem lixo coletado, sendo 5.497, coletado por serviço de limpeza e 1.086, coletado em caçamba de serviço de limpeza, o que representa um atendimento a 95,32% do total dos domicílios. A rede geral de distribuição de água atende 4.863 domicílios permanentes em área urbana e 14.724 pessoas, esse resultado mostra que atende 96,37% dos domicílios em área urbana. Os domicílios particulares permanentes do município tem o abastecimento de água dividido da seguinte forma: 4.907 de rede geral, 938 de poço ou nascente na propriedade, 1.022 de poço ou nascente fora da propriedade, 2 de água da chuva armazenada, 22 de rio, açude ou igarapé e 15 de outra forma. O abastecimento de água além dos domicílios atende também economias ativas, a união desses dois é denominada como economias abastecidas, com o total 6.609 unidades. O Volume de água tratada por dia é 4.045 metros cúbicos. Não há tratamento de esgoto no município.

Atualmente, a gestão do saneamento do município de Camanducaia é responsabilidade da COPASA. O abastecimento de água já atinge toda a área urbana do município, além dos distritos de São Mateus e de Monte Verde. Os serviços de esgotamento sanitário na área urbana do município e no distrito de Camanducaia também são de responsabilidade da COPASA.

Em relação ao tratamento dos esgotos, os trabalhos ainda estão em fase inicial, isto é, estão sendo construídas as redes coletoras na área urbana, para posterior implantação de uma ETE. No distrito de Monte Verde, parte da rede coletora já está pronta, restando apenas a construção da ETE, conforme documentação fotográfica abaixo:





Captação de água para o abastecimento público – Rio Camanducaia.



Aterro sanitário municipal (operação não iniciada)

Figura 15. Atividades relacionadas ao saneamento.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

Fone/Fax: 19 3432-7540 / 19 3301-8228

4.2.4 Educação

A Tabela 9 ilustra o atendimento educacional do município, considerando suas dimensões, desde a pré-escola até o ensino médio, onde se pode notar variação na quantidade de matrículas total, quantidade de docentes e quantidade de escolas para os anos de 2005, 2007 e 2009.

Tabela 9. Numero de matrículas, docentes e escolas no município de Camanducaia.

Variável	2005	2007	2009
Matrícula - Ensino pré-escolar	573	467	538
Matrícula - Ensino fundamental	3.807	3.803	3.256
Matrícula - Ensino médio	861	882	921
TOTAL DE MATRÍCULAS	5.241	5.152	4.715
Docentes - Ensino pré-escolar	34	37	39
Docentes - Ensino fundamental	282	227	206
Docentes - Ensino médio	50	54	65
TOTAL DE DOCENTES	366	318	310
Escolas - Ensino pré-escolar	9	9	8
Escolas - Ensino fundamental	11	11	11
Escolas - Ensino médio -	2	2	4
TOTAL DE ESCOLAS	22	22	23

Fonte: Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP - Censo Educacional 2009.

Analisando os dados apresentados na Tabela 9, nota-se uma significativa redução no número de matrículas realizadas no município entre os anos de 2005 e 2009 (-10%). Além disso, o número total de professores no município também foi reduzido no mesmo período (-15,30%), em maior intensidade que o número de matrículas. Desta forma, o número relativo de alunos/professor aumentou no período, passando de 14,3 matrículas/professor para 15,2 matrículas/professor. Este fato pode ser um indicador da piora da qualidade de ensino no município.

No Censo 2010 (IBGE) é possível identificar a divisão de pessoas alfabetizadas por idade, sexo e residente de área urbana e rural.

Tabela 10. Quantidade e percentual da população alfabetizada residente no Município de Camanducaia.

População residente alfabetizada			
	Homens	Mulheres	Total
Urbana	6.744	6.434	13.178
	38%	36%	75%
Rural	2.454	2.029	4.483
	14%	11%	25%
TOTAL	9.198	8.463	17.661
	52%	48%	100%
5 a 9 anos	635	638	1.273
10 a 14 anos	930	876	1.806
15 anos ou mais	7.633	6.949	14.582
TOTAL	9.198	8.463	17.661

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

É possível identificar que 75% do número de pessoas alfabetizadas residem em área urbana, enquanto 25% em área rural. A quantidade de homens alfabetizados é de 52% do total, enquanto a porcentagem de mulheres é de 48%.

A partir dos dados obtidos no Censo 2010 (IBGE), nota-se que a população com idade maior que 15 anos, já considerada população adulta, tem 14.582 alfabetizados, isto é, 89,2% do total da população com a mesma idade. Dessa forma é possível constatar que a taxa de analfabetismo dos adultos é de 10,8%, enquanto em 2000 essa porcentagem era de 14,9, nesses 10 anos houve uma redução nessa taxa de 4,1%. Mesmo com a redução o indicador aponta para possíveis dificuldades a serem enfrentadas, do ponto de vista da empregabilidade, por parcela dessa população num futuro próximo.

Tabela 11. Nível de instrução para pessoas com 10 anos ou mais.

Pessoas de 10 anos ou mais de idade, por nível de instrução	Pessoas	%
Sem instrução e fundamental incompleto	12.019	66,34%
Fundamental completo e médio incompleto	2.879	15,89%
Médio completo e superior incompleto	2.188	12,08%
Superior completo	915	5,05%
Não determinado	115	0,63%
Total	18.116	100,00%

Observa-se na Tabela 11 que a maior parte da população no município de Camanducaia com 10 anos ou mais está no nível sem instrução e fundamental incompleto com 66,34%.

4.2.5 Indicadores econômicos

Os dados setoriais foram decompostos por ramo de atividade, em conformidade com as subdivisões do IBGE. A Tabela 12 apresenta o número de empregos formais em 31 de dezembro de 2011.

Tabela 12. Número de empregos formais em 31 de dezembro de 2011.

Total das Atividades						
IBGE Setor	Masculino		Feminino		Total	
1 - EXTRATIVA MINERAL	4	0,16%	0	0,00%	4	0,09%
2 - INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO	976	38,81%	416	22,56%	1.392	31,93%
3 - SERV INDUSTRIAL DE UTILIDADE PÚBLICA	15	0,60%	0	0,00%	15	0,34%
4 - CONSTRUÇÃO CIVIL	15	0,60%	0	0,00%	15	0,34%
5 - COMERCIO	377	14,99%	315	17,08%	692	15,88%
6 - SERVICOS	541	21,51%	566	30,69%	1.107	25,40%
7 - ADM PUBLICA	240	9,54%	493	26,74%	733	16,82%
8 - AGROPECUARIA	347	13,80%	54	2,93%	401	9,20%
Total	2.515	100,00%	1.844	100,00%	4.359	100,00%

Fonte: RAIS/MTE

Observa-se que o setor indústria de transformação é o maior fornecedor de empregos formais com 31,93%, seguido pelo setor de serviços com 25,40%. Neste setor se enquadra a Companhia Melhoramentos Florestal (papel e celulose) e a UNIMINAS (têxtil), duas das maiores empresas do município. Na contramão, com os menores números de empregos formais ficam os setores: Extrativa mineral, serviços industrial de utilidade pública e construção civil.



Figura 16. Exemplo de grandes empresas no município.

A Tabela 13 apresenta a variação do emprego formal entre 2010 e 2011 no município de Camanducaia.

Tabela 13. Variação do emprego formal entre os anos de 2010 e 2011.

Total das Atividades	
IBGE Setor	Total
1 - EXTRATIVA MINERAL	3
2 - INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO	77
3 - SERV INDUSTRIAL DE UTILIDADE PÚBLICA	0
4 - CONSTRUÇÃO CIVIL	3
5 - COMERCIO	55
6 - SERVICOS	134
7 - ADM PUBLICA	-106
8 - AGROPECUARIA	39
Total	205

Fonte: RAIS/MTE

Notar que a variação do emprego formal entre 2010 e 2011 teve uma redução de 106 na administração pública enquanto aumentou 134 empregos no setor de serviços. O mercado de trabalho como um todo criou 205 novos postos de trabalho entre 2010 e 2011.

A Tabela 14 apresenta dados estatísticos do cadastro central de empresas, entre os anos de 2006 e 2010, no município de Camanducaia.

Tabela 14. Estatísticas do Cadastro Central de Empresas 2010

Variáveis		2006	2007	2008	2009	2010
Número de unidades locais	Unidades	774	781	864	824	911
Pessoal ocupado total	Pessoas	4.160	4.403	4.670	4.692	4.946
Pessoal ocupado assalariado	Pessoas	3.264	3.428	3.672	3.740	3.948
Salários e outras remunerações	Mil Reais	27.323	32.761	36.587	45.396	50.908
Salário médio mensal	Salários mínimos	1,8	2	1,9	1,9	1,9
Número de empresas atuantes	Unidades	NI	NI	840	795	872

NI – Não Informado Fonte: IBGE, Cadastro Central de Empresas 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012

Notar que houve aumento de 17% de empresas locais entre 2006 e 2010. O pessoal ocupado assalariado aumentou 20,90%, enquanto o volume total de salários aumentou em 86,31. Todavia, o salário médio passou de 1,8 salário mínimo para 1,9 salário mínimo, alta de 5,5%. Todavia, há de se considerar que o salário mínimo aumentou cerca de 46% no mesmo período.

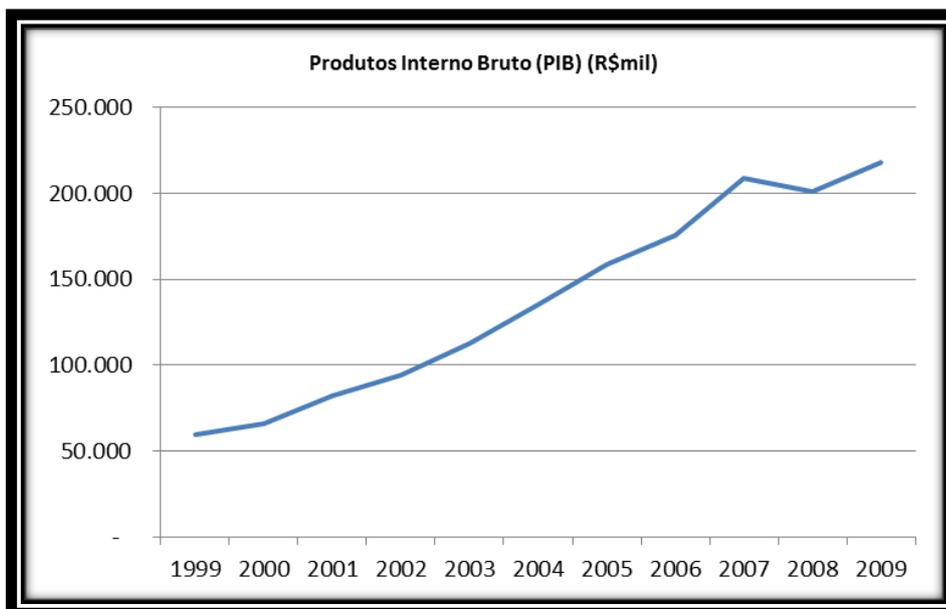
4.2.6 Produto Interno Bruto (PIB) e Valor Adicionado (VA)

O PIB – Produto Interno Bruto é um indicador que mede a produção de uma determinada divisão política, sejam eles, país, região, estado ou cidade, no caso desse Plano Municipal, foi o Município de Camanducaia. Para o cálculo desse indicador são considerados três grupos principais: i) Agropecuária (Agricultura, Extrativa Vegetal e Pecuária), ii) Indústria (Extrativa Mineral, Transformação, Serviços Industriais de Utilidade Pública e Construção Civil) e iii) Serviços (Comércio, Transporte, Comunicação, Serviços da Administração Pública e outros serviços). A Tabela 15 apresenta os valores do Produto Interno Bruto (PIB) de Camanducaia entre os anos de 1999 a 2009. Os dados também são apresentados na Figura 17.

Tabela 15. PIB, a preço de mercado corrente.

Ano	Produtos Interno Bruto (PIB) (R\$mil)	Evolução do PIB em relação ao ano anterior
1999	59.358	
2000	65.817	10,88%
2001	82.437	25,25%
2002	94.017	14,05%
2003	112.682	19,85%
2004	134.958	19,77%
2005	158.515	17,46%
2006	175.835	10,93%
2007	208.615	18,64%
2008	200.799	-3,75%
2009	217.758	8,45%
Média		14,15%

Fontes: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Coordenação de Contas Nacionais (Conac) - Fundação João Pinheiro (FJP), Centro de Estatística e Informações (CEI)



Fontes: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Coordenação de Contas Nacionais (Conac) - Fundação João Pinheiro (FJP), Centro de Estatística e Informações (CEI)

Figura 17. Evolução do PIB de 1999 a 2009.

Constata-se na Tabela 15 e na Figura 17 um aumento de 266,86% no PIB de 1999 para 2009, um período de 11 anos. Analisando a evolução ano-a-ano, nota-se variável, pois do ano de 2000 para 2001 aumentou 25,25% enquanto no ano de 2007 para 2008 reduziu 3,75%.

Nos aspectos econômicos, a prestação de serviços foi o fator que mais influenciou no Valor Adicionado Total. O valor adicionado é utilizado como um dos critérios para a

definição do índice de participação dos municípios na receita do Imposto sobre a circulação de mercadorias e Serviços – ICMS.

O Valor Adicionado é a diferença entre o **valor das saídas** de mercadorias e dos serviços de transporte e de comunicação prestados no seu território, e o **valor das entradas** de mercadorias e dos serviços de transporte e de comunicação adquiridos, em cada ano civil. Conclui-se que o Valor adicionado é igual o valor das entradas menos o valor das saídas. Observando o valor adicionado no período de 1999 a 2009 por setores de atividade (Tabela 16), conclui-se que o setor de serviços é o que mais participa na composição deste indicador, varia de 56% a 67%. No ano de 2009, o valor adicionado de serviços representava 63,85% do total municipal.

Tabela 16. Valor adicionado da agropecuária, indústria e serviços no município de Camanducaia.

Ano	Valor Adicionado da agropecuária (R\$mil)	Valor Adicionado da indústria (R\$mil)	Valor Adicionado dos serviços (R\$mil)	Valor Adicionado total (R\$mil)	Valor Adicionado da administração pública (R\$mil) *
1999	8.096	10.111	37.292	55.499	11.923
	14,59%	18,22%	67,19%	100,00%	21,48%
2000	10.725	13.422	35.689	59.836	12.874
	17,92%	22,43%	59,64%	100,00%	21,52%
2001	9.020	17.247	47.060	73.327	14.554
	12,30%	23,52%	64,18%	100,00%	19,85%
2002	10.462	19.822	54.277	84.562	17.507
	12,37%	23,44%	64,19%	100,00%	20,70%
2003	11.543	28.170	61.683	101.395	18.730
	11,38%	27,78%	60,83%	100,00%	18,47%
2004	13.157	37.588	70.916	121.661	21.041
	10,81%	30,90%	58,29%	100,00%	17,30%
2005	12.865	43.477	85.292	141.633	25.411
	9,08%	30,70%	60,22%	100,00%	17,94%
2006	12.768	49.386	97.589	159.743	28.152
	7,99%	30,92%	61,09%	100,00%	17,62%
2007	21.685	60.568	107.130	189.384	29.694
	11,45%	31,98%	56,57%	100,00%	15,68%
2008	22.057	48.978	111.268	182.303	34.650
	12,10%	26,87%	61,03%	100,00%	19,01%
2009	29.458	42.783	127.572	199.813	36.589
	14,74%	21,41%	63,85%	100,00%	18,31%

*Compõe o Valor Adicionado agregado pelos Serviços.

Fontes: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Coordenação de Contas Nacionais (Conac) - Fundação João Pinheiro (FJP), Centro de Estatística e Informações (CEI)

A Figura 18 apresenta o valor adicionado para o município de Camanducaia, para o ano de 2009.

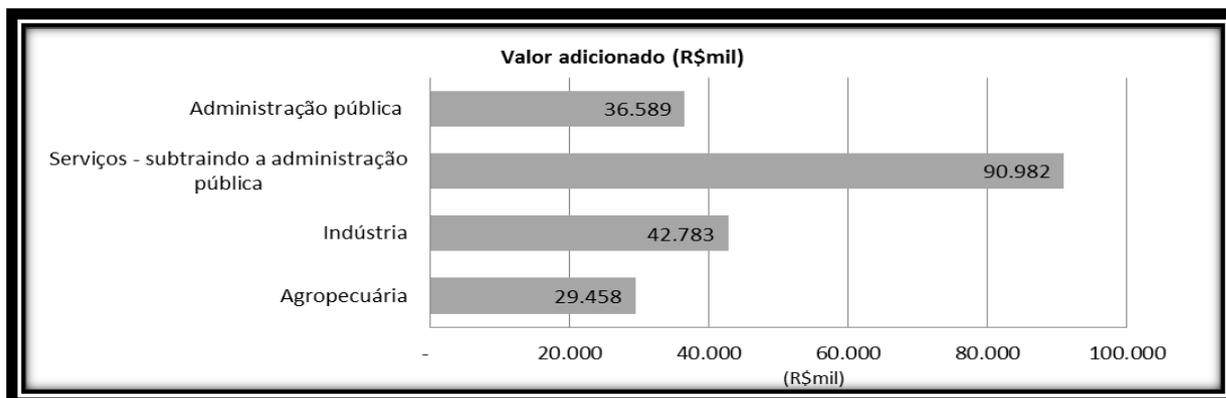


Figura 18. Valor adicionado do município de Camanducaia - 2009.

Segundo as estatísticas para o ano de 2012 do IBGE. Diretoria de Pesquisas - DPE - Coordenação de População e Indicadores Sociais - COPIS, o município de Camanducaia contém 0,11% da população do Estado de Minas Gerais (19.855.332 habitantes). O valor adicionado (VA) de 2009 do município de Camanducaia representava 0,08% do VA do Estado de Minas Gerais.

O PIB Municipal *per capita*, cresceu 225% nos 11 anos, passou de R\$3.322,58 no ano de 1999 para R\$10.081,48 no ano de 2009.

Tabela 17. PIB Municipal *per capita* de Camanducaia

Ano	Produtos Interno Bruto (PIB) <i>per capita</i> (R\$)	Evolução do PIB <i>per capita</i> em relação ao ano anterior
1999	3.322,58	
2000	3.168,70	-4,63%
2001	3.894,03	22,89%
2002	4.357,88	11,91%
2003	5.126,09	17,63%
2004	6.027,85	17,59%
2005	6.952,71	15,34%
2006	7.577,48	8,99%
2007	10.585,30	39,69%
2008	9.934,63	-6,15%
2009	10.801,48	8,73%
Média		13,20%

Fontes: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Coordenação de Contas Nacionais (Conac) - Fundação João Pinheiro (FJP), Centro de Estatística e Informações (CEI)

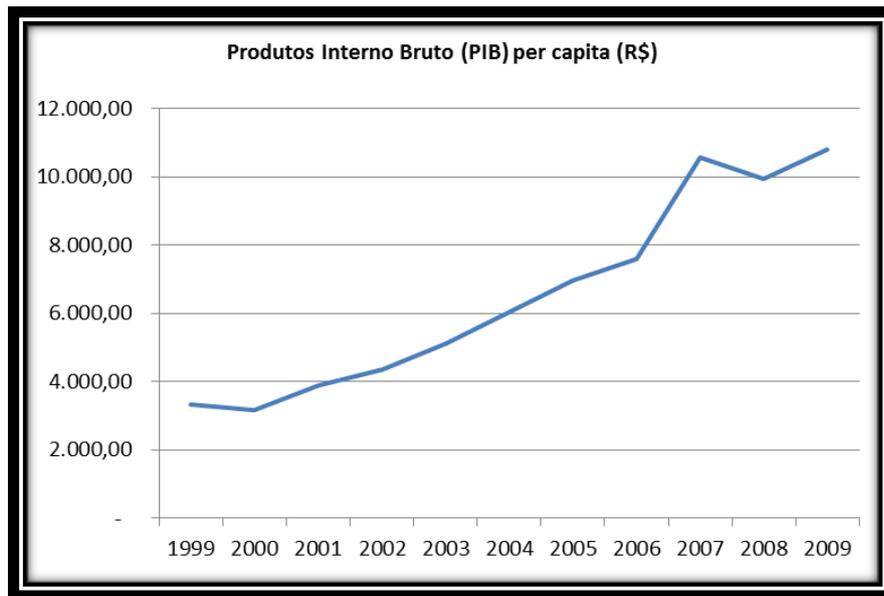


Figura 19. Evolução do PIB *per capita* de 1999 a 2009.

4.2.7 Arrecadação de tributos

O ICMS é o Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação. É de competência estadual e constitui uma das principais fontes de recurso para as contas públicas

A arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) no município de Camanducaia teve uma evolução variável do ano de 2008 para 2011, no primeiro ano de análise é possível constatar uma redução de 23,95%, enquanto nos anos de 2010 e 2011, aumento de 11,74% e 16,14% respectivamente. Desta forma o ICMS, em 2011 permaneceu com os mesmos valores de 2008. Não houve evolução e sim um processo de recuperação das perdas de valor real entre 2009 e 2010.

Tabela 18. Arrecadação do ICMS e outras receitas no município de Camanducaia – 2008 – 2011.

Ano	ICMS		Outras Receitas	Total Geral	
2008	R\$ 15.577.297,03	Δ%	R\$ 3.567.644,63	R\$ 19.144.941,66	Δ%
2009	R\$ 11.847.117,60	-23,95%	R\$ 3.803.482,99	R\$ 15.650.600,59	-18,25%
2010	R\$ 13.237.574,28	11,74%	R\$ 4.722.420,20	R\$ 17.959.994,48	14,76%
2011	R\$ 15.373.593,09	16,14%	R\$ 5.466.917,59	R\$ 20.840.510,68	16,04%

Fonte: Sistema Informatizado de Controle da Arrecadação e Fiscalização - DGI/DINF/SAIF/SEF-MG

4.2.8 Legislações existentes

O poder público municipal possui papel fundamental na conservação e na preservação ambiental, pois compete ao município definir limitações administrativas e jurídicas ao uso e ocupação do solo, através da definição do zoneamento, do controle específico do parcelamento do solo e da fixação de parâmetros urbanísticos.

A aplicação das leis complementares ao Plano Diretor de uma cidade pode contribuir para uma melhor utilização e conservação dos recursos naturais. A lei de zoneamento, bem como a lei de controle do parcelamento do solo, aliadas às outras leis que integram um Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, pode concorrer para o desenvolvimento sustentável de uma cidade, desde que sejam elaboradas com enfoque para a conservação do meio ambiente. (MOTA, 1999, p. 26).

A seguir são apresentadas algumas leis e planos pertinentes aos aspectos ambientais do município de Camanducaia (Tabela 20).

Tabela 19. Leis e planos de Camanducaia.

Referência	Data	Título
Lei Ordinária n.º 18/1993	22.11.1993	Dispõe sobre o Código de Obras do Município de Camanducaia-MG e dá outras providências
Lei Complementar n.º 019/2006	11.07.2006	Altera a Lei Municipal n.º 18/1993 que dispõe sobre o Código de Obras do Município de Camanducaia e dá outras providências.
Lei Complementar n.º 20/2006	10.10.2006	Institui o Plano Diretor Participativo do município de Camanducaia, nos termos do artigo 182 da Constituição da República Federativa do Brasil e do Capítulo III da Lei Federal 10.257 de 2001.
Lei Complementar n.º 033/2008	11.08.2008	Altera os anexos da Lei Complementar n.º 020/2006 e dá outras providências.
Projeto de Lei n.º 0523/2003	18.07.2003	Dispõe sobre a criação do Conselho Municipal de Meio Ambiente e dá outras providências.

O município de Camanducaia não possui uma Lei instituindo a Política Municipal de Gestão dos Recursos Hídricos. Esta legislação tem se tornada uma grande aliada na gestão dos recursos hídricos, uma vez que possui vários instrumentos, tais como o Plano Municipal de Gestão dos Recursos Hídricos, Relatório de Situação dos Recursos Hídricos, Fundo Municipal de Gestão de Recursos Hídricos, dentre outros.

Conforme apresentado no decorrer deste estudo, o município possui vastas áreas bastante preservadas, em um local estratégico para a produção de água. A criação da referida lei pode viabilizar novos investimentos no município no sentido de se preservar/melhorar as áreas de preservação.

4.3 Caracterização Ambiental

Este tópico apresenta os estudos desenvolvidos para a caracterização ambiental do município de Camanducaia.

4.3.1 Climatologia

A análise climatológica realizada para este estudo, foi baseada através de dados existentes no Estado de São Paulo, próximo a divisa com o estado de Minas Gerais. As condições de meio físico nestas áreas são bastante similares às encontradas nos municípios mineiros. Foram analisados dados referentes a precipitação e o balanço hídrico edafológico, com todas as suas variáveis envolvidas. Os dados a seguir caracterizam o clima local, que é classificado como Tropical de altitude Cwb.

4.3.1.1 Precipitação pluvial

O estudo da precipitação pluvial é uma das variáveis mais importantes em uma caracterização climática. Ela influi em vários fatores tais como: regime fluvial do local, disponibilidade de água no solo, erosão, etc.

Os dados de precipitação foram obtidos junto ao sítio eletrônico do SIGRH – Sistema de Informações sobre Gerenciamento em Recursos Hídricos. Foram identificados 03 (três) postos pluviométricos próximos a área em estudo. Todos os postos pluviométricos utilizados possuem uma série de dados de no mínimo 30 anos. A Tabela 20, apresenta as coordenadas em UTM 23K dos postos pluviométricos analisados.

Tabela 20. Coordenadas geográficas dos postos pluviométricos analisados.

Código SIGRH	Município	Geográficas		UTM 23K (m)	
		Latitude	Longitude	Norte	Leste
D2-001	Campos do Jordão	22° 43'	45° 34'	7.487.733	441.805
D3-054	Joanópolis	22° 56'	46° 16'	7.463.301	370.119
D3-018	Vargem	22° 54'	46° 25'	7.466.851	354.700

A seguir, a Tabela 21 e a Tabela 22 apresentam os valores das precipitações médias mensais e das precipitações máximas mensais, respectivamente, obtidos através de uma média aritmética realizada entre todos os postos pluviométricos citados na Tabela 20. Já a Figura 20 e a Figura 21 ilustram o comportamento desses parâmetros ao longo do ano, em forma de gráfico.

Tabela 21. Valores das precipitações médias mensais dos postos pluviométricos analisados.

Postos pluviométricos		D3-018	D3-054	D2-001	Média
Média Mensal	JAN	239,1	260,9	273,1	257,7
	FEV	213,3	206,6	229,2	216,3
	MAR	169,1	187,5	196,9	184,5
	ABR	92,5	94,6	104,8	97,3
	MAI	77,6	84,6	82,5	81,6
	JUN	52,1	48,6	54,3	51,7
	JUL	40,2	38,5	42,5	40,4
	AGO	39,2	35,3	43,2	39,2
	SET	93,3	96,6	98,6	96,2
	OUT	124,4	140,7	146,2	137,1
	NOV	166,0	154,8	176,1	165,6
	DEZ	236,1	217,9	271,0	241,6
Média Anual		128,6	130,6	143,2	134,1

Fonte: SIGRH

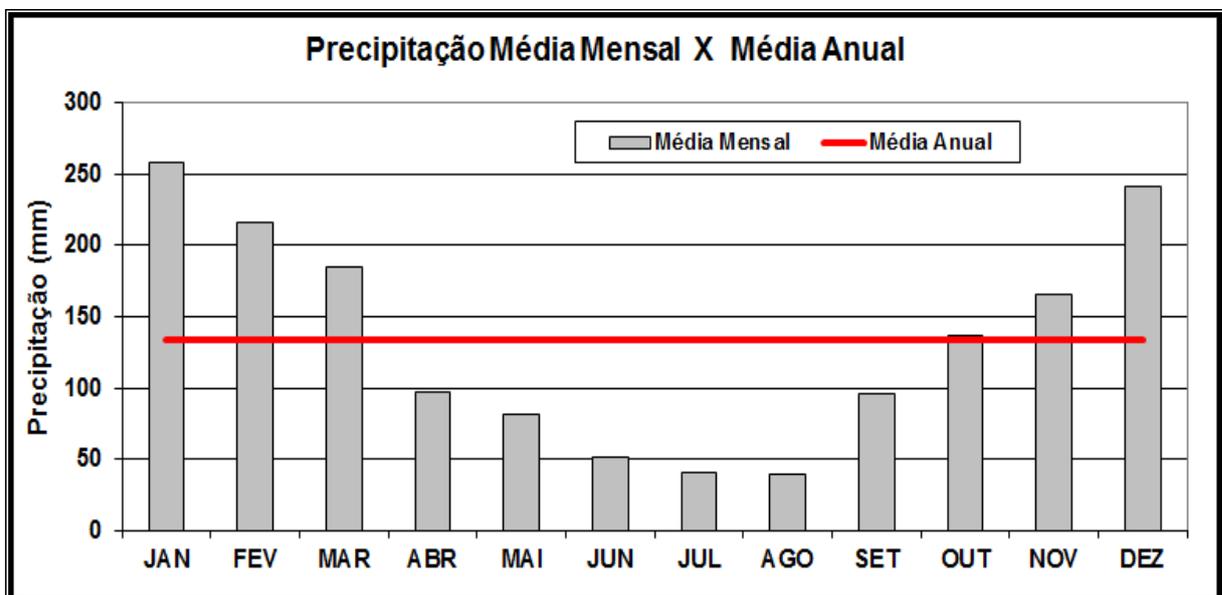


Figura 20. Precipitação média mensal comparada com a média anual dos postos pluviométricos analisados.

Tabela 22. Valores médios das precipitações máximas mensais dos postos pluviométricos analisados.

Postos pluviométricos		D3-018	D3-054	D2-001	Média
Média Mensal	JAN	52,5	54,8	48,0	51,8
	FEV	44,7	48,4	46,6	46,5
	MAR	43,6	45,1	42,9	43,9
	ABR	31,9	32,2	31,0	31,7
	MAI	29,0	34,4	29,3	30,9
	JUN	20,9	22,2	22,4	21,9
	JUL	18,4	17,3	18,2	18,0
	AGO	17,4	14,6	13,9	15,3
	SET	29,9	29,4	26,1	28,4
	OUT	38,5	37,5	40,6	38,9
	NOV	42,7	42,6	37,9	41,1
	DEZ	48,2	44,9	48,3	47,1
Valor Médio		34,8	35,3	33,8	34,6
Valor Máximo		52,5	54,8	48,3	51,8
Valor Mínimo		17,4	14,6	13,9	15,3

Fonte: SIGRH

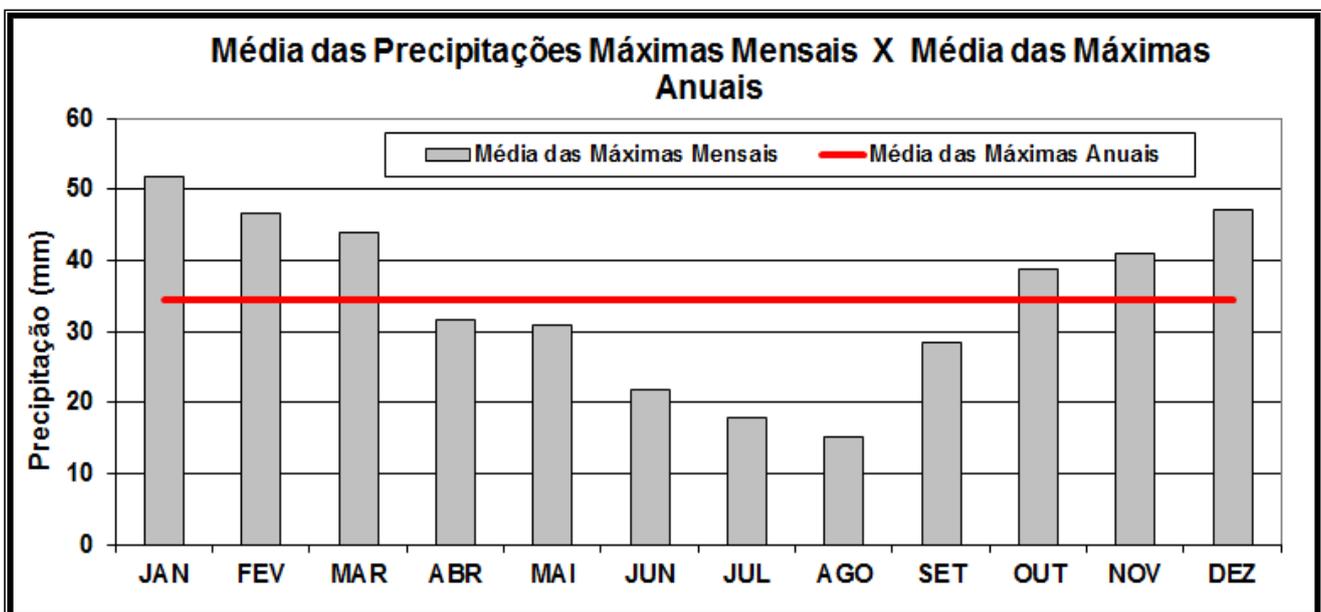


Figura 21. Média das precipitação máximas mensais comparado com a média máxima anual dos postos pluviométricos analisados.

Nota-se ao se caracterizar o regime pluvial da área em estudo, que, nos meses secos (abril a setembro) chove em média pouco mais de 406,40 mm, enquanto que no restante do ano, chamado de período úmido (outubro a março), chove em média um valor superior a 1.202,94 mm (aproximadamente 74,7% da precipitação anual), conforme apresentado na Figura 22.

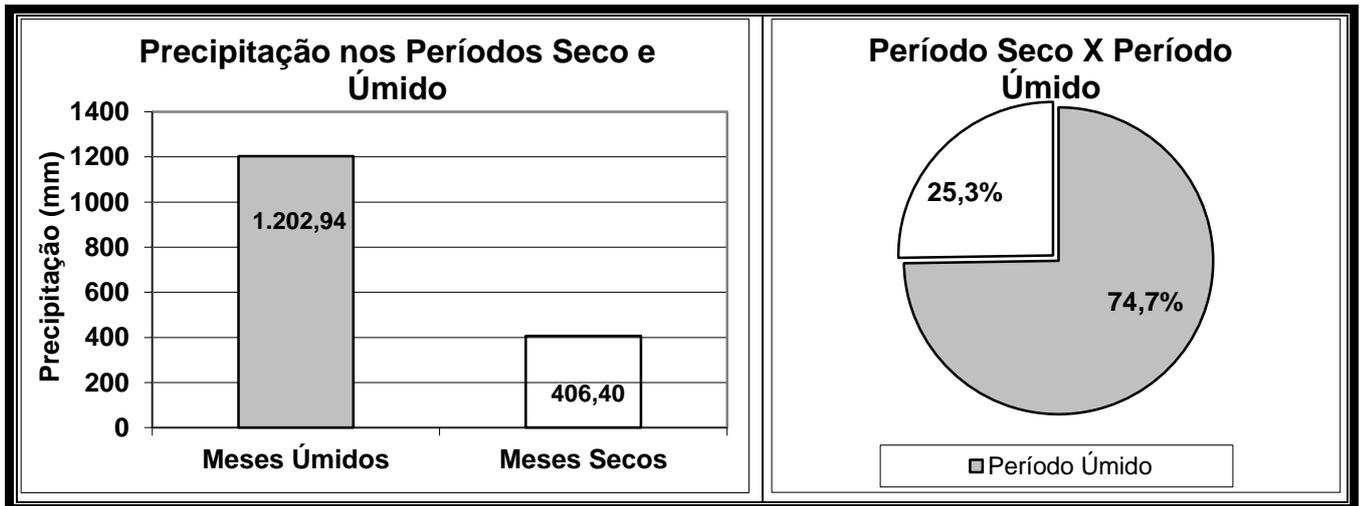


Figura 22. Precipitação nos períodos Seco e Úmido.

4.3.1.2 Balanço Hídrico Edafológico

Para o estudo do balanço hídrico foi utilizado dados referentes ao município de Vargem-SP, município mais próximo com dados obtidos do trabalho realizado por Sentelhas et al. (1999) junto ao NURMA – Núcleo de Monitoramento Agroclimático, pertencente ao Departamento de Física e Meteorologia ESALQ – USP. Segundo os autores, o município de Vargem-SP está localizado a uma altitude de 835 m, latitude sul 22° 55' 12" e longitude oeste 46° 25' 48".

O trabalho de Sentelhas et al. (1999) foi desenvolvido utilizando o método de Thornthwaite & Mather (1955) para uma capacidade de água disponível (CAD) de 100mm, com a evapotranspiração potencial (ETP) sendo estimada pelo método de Thornthwaite (1948). Os dados normais de temperatura média mensal do ar (TMED) e chuva total média mensal (P) utilizados neste trabalho são pertencentes às redes do INMET, IAC, IAPAR, DAEE/SP e ESALQ/USP. Como resultado, a Tabela 23 apresenta as estimativas da evapotranspiração real (ETR), armazenamento de água no solo (ARM), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC), na escala mensal para o município de Vargem-SP.

Tabela 23. Balanço hídrico realizado por Sentelhas para o município de Vargem-SP.

Meses	Temp.	Precipitação	ETP Thornthwaite (1948)	ARM	ETR	DEF	EXC
	(°C)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
JAN	22,60	264,00	107,78	100,00	107,78	0,00	156,22
FEV	22,70	221,00	98,96	100,00	98,96	0,00	122,04
MAR	22,20	183,00	100,10	100,00	100,10	0,00	82,90
ABR	20,00	68,00	73,21	94,92	73,08	0,13	0,00
MAI	17,70	51,00	55,14	91,08	54,85	0,29	0,00
JUN	16,30	51,00	42,90	99,17	42,90	0,00	0,00
JUL	16,20	30,00	43,40	86,73	42,44	0,96	0,00
AGO	17,80	33,00	54,70	69,82	49,92	4,78	0,00
SET	19,30	66,00	66,38	69,55	66,26	0,11	0,00
OUT	20,40	141,00	81,72	100,00	81,72	0,00	28,83
NOV	21,20	142,00	90,46	100,00	90,46	0,00	51,54
DEZ	21,80	216,00	102,59	100,00	102,59	0,00	113,41
Média Mensal	19,85	122,17	76,44	92,61	75,92	0,52	46,25
Total Anual	-	1.466,04	917,28	1111,32	911,40	6,24	555

Analisando o balanço hídrico de Vargem-SP, nota-se que o déficit hídrico ocorre nos meses de Abril a Setembro, exatamente nos meses onde há uma baixa precipitação. Para estes meses, de acordo com os registros históricos, a precipitação média é de 49,8 mm, enquanto que no restante do ano chove em média 194,5 mm, o que justifica o excedente que ocorre nos meses de Dezembro a Março. Deste modo, o município de Vargem-SP apresenta uma precipitação média anual de 122,17 mm.

Nota-se na Tabela 23, que a temperatura nas épocas mais quentes atinge os 22,7 °C e em época mais frias fica em torno dos 16,2°C, ocorrendo nos meses de Fevereiro e Julho, respectivamente.

Observa-se na Tabela 23 que conforme aumenta a temperatura e a precipitação, consequentemente aumenta a evapotranspiração potencial (ETP), onde os maiores valores foram registrados nos meses de Outubro a Março, apresentando uma evapotranspiração média de 96,93 mm. Esse valor é cerca de 94,52% superior a evapotranspiração dos meses de Abril a Setembro, que apresentaram uma evapotranspiração média de 49,83 mm.

A Figura 23, a Figura 24 e a Figura 25 ilustram o balanço hídrico do município de Vargem-SP elaborado por Sentelhas, PC et al (1999).

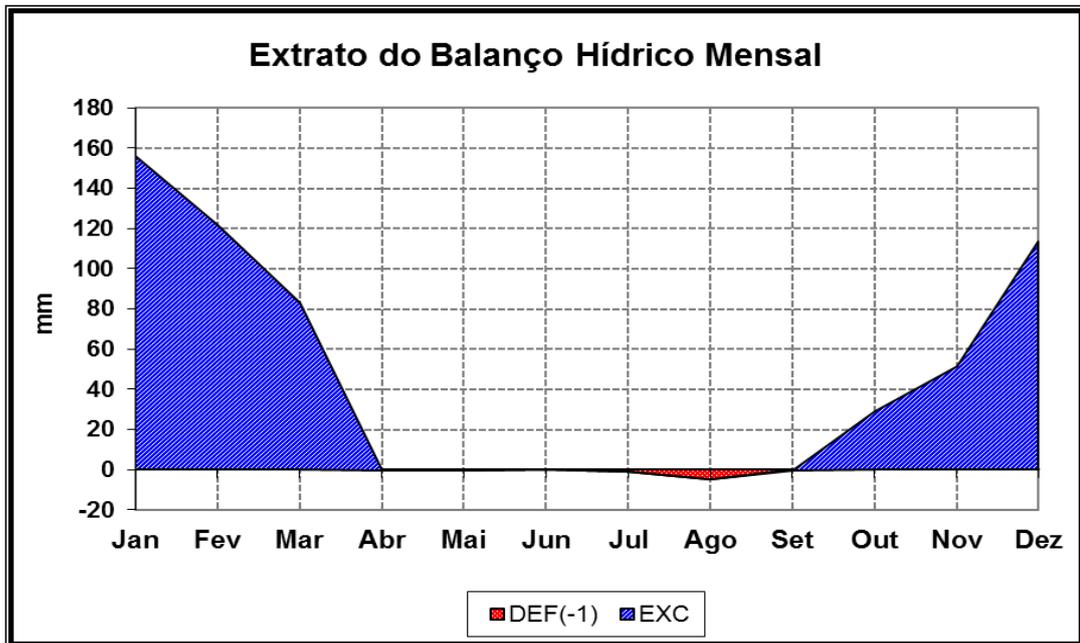


Figura 23. Extrato do balanço hídrico mensal para Vargem-SP.

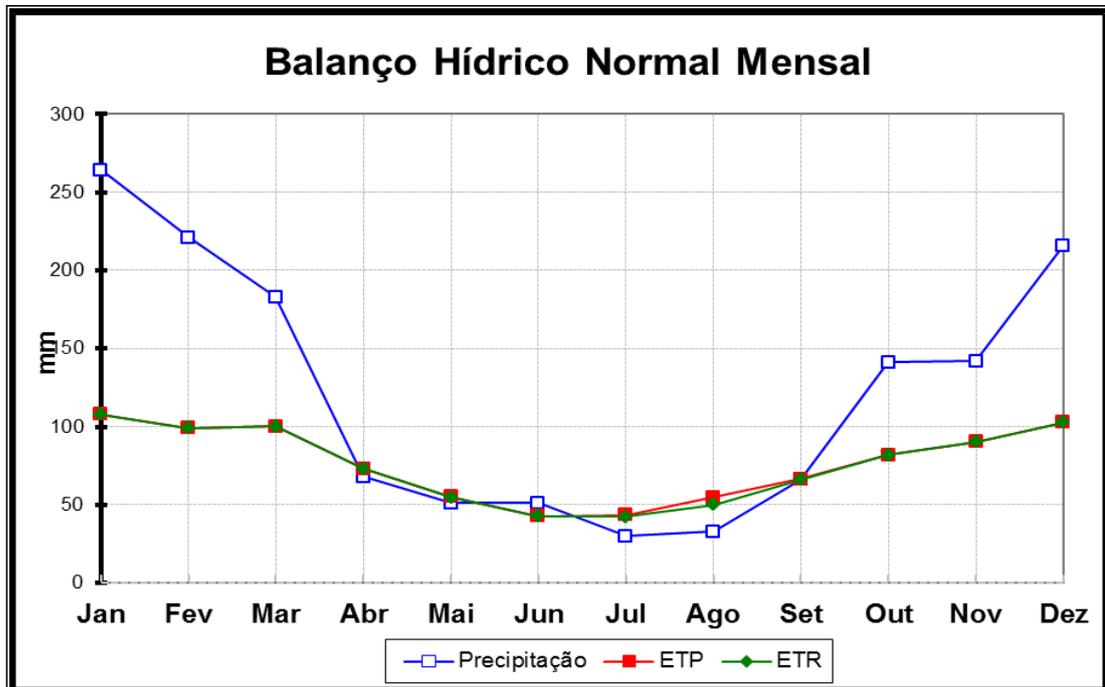


Figura 24. Balanço Hídrico Normal Mensal.

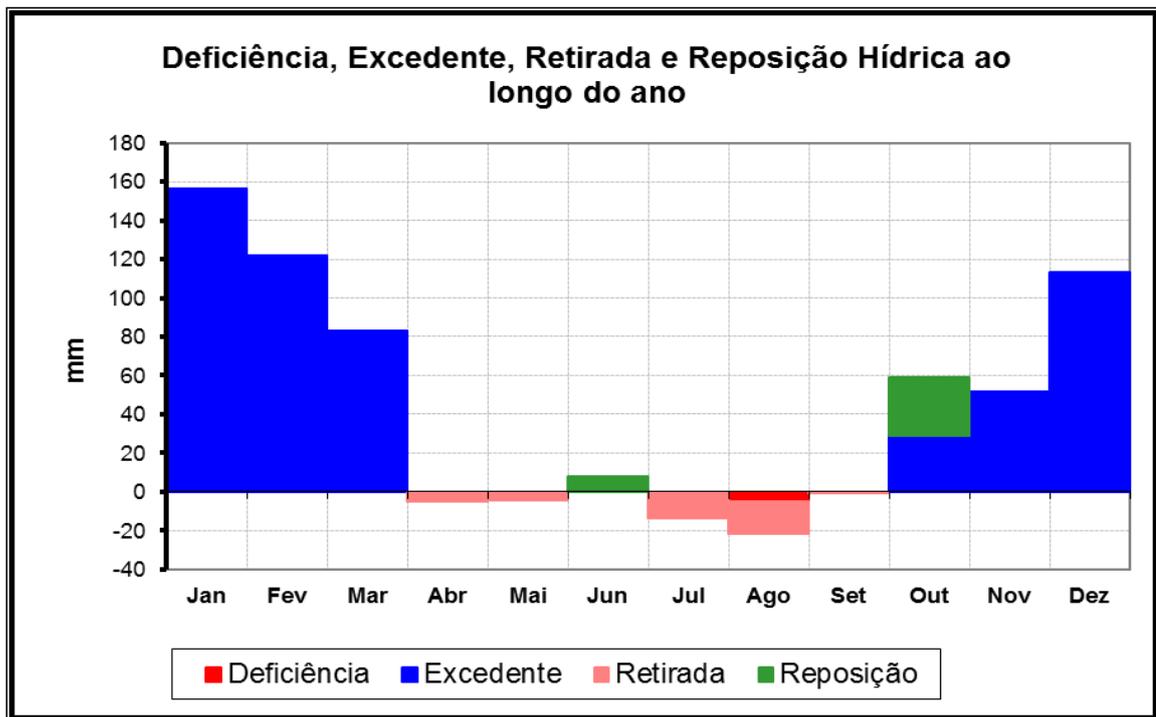


Figura 25. Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano.

Nota-se nas figuras apresentadas, que o excedente hídrico da região é da ordem de 555 mm/ano, representando cerca de 38% da precipitação total, é o volume de água escoado pelo solo, isto é, representa a precipitação que vai diretamente aos cursos d'água. No caso em questão, este volume de água contribui para o reservatório existente no Rio Jaguari (Sistema Cantareira), mas também contribui para os casos de enchente, bastante comum na área urbana do município, principalmente no Rio Camanducaia e no Córrego da Cachorra.

4.3.2 Geologia

Conforme apresentado, a caracterização geológica do município foi baseada no Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais (CPRN, 2003). Os dados do município foram compilados, conforme apresentado na Figura 26. O mapa geológico, em escala compatível com a interpretação pode ser observado no **Anexo 03.557/12**. A Tabela 24 apresenta a quantificação das unidades geológicas no município de Camanducaia. Estes mesmos dados são sintetizados na Figura 27.

Tabela 24. Unidades Geológicas no município de Camanducaia.

Unidade Geomorfológica	Área (km ²)	Área (%)
Granito Serra da Lapa	158,31	0,30%
Granito Piracaia - Granitóide Alcalino	413,13	0,78%
Ortognaisse Migmatítico	16.138,00	30,61%
Granito Gonçalves	19.344,80	36,70%
Paragnaisse Migmatizado	15.261,00	28,95%
Suite Bragança Paulista	1.401,84	2,66%

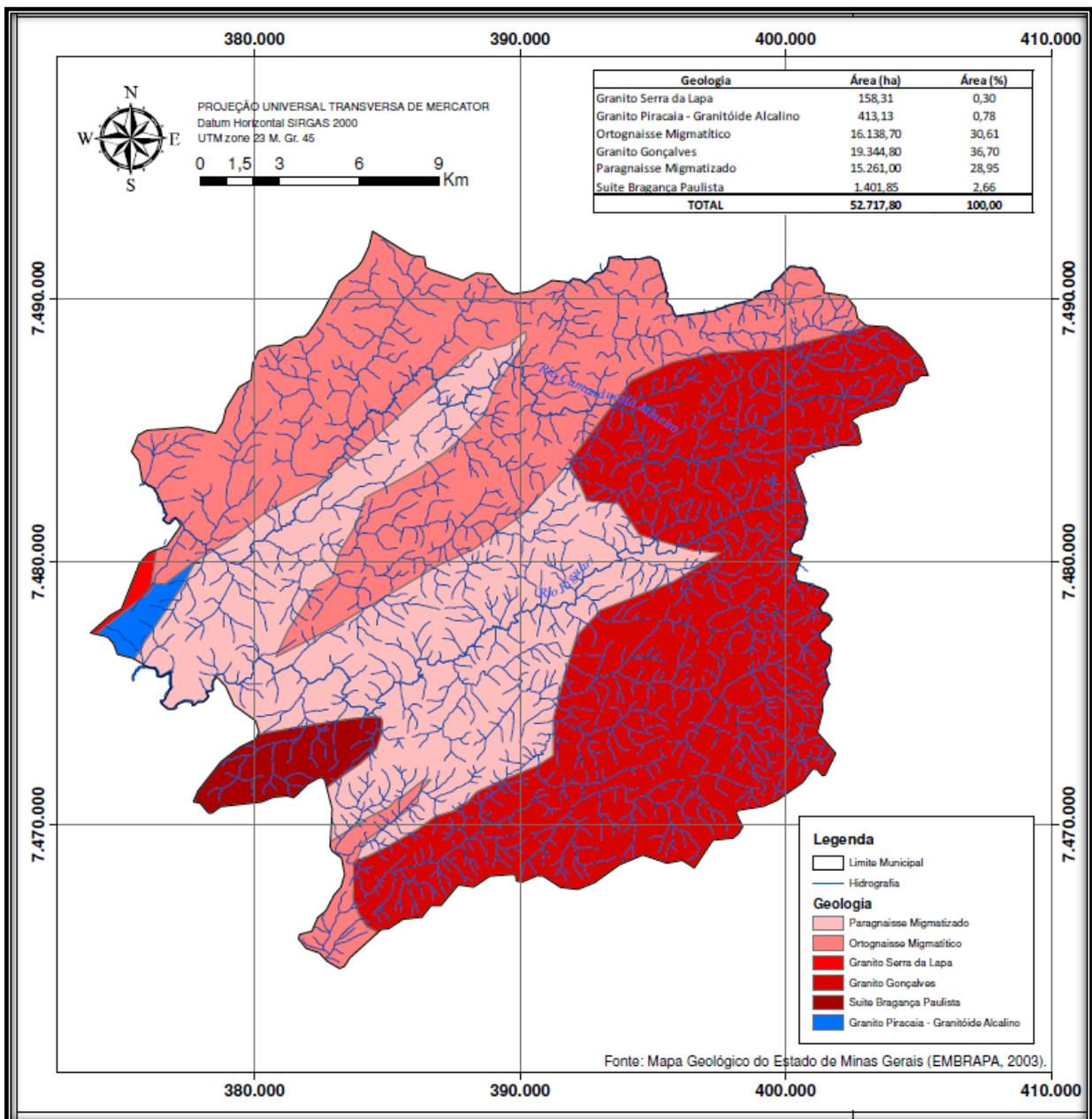


Figura 26. Mapa Geológico do município de Camanducaia-MG.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

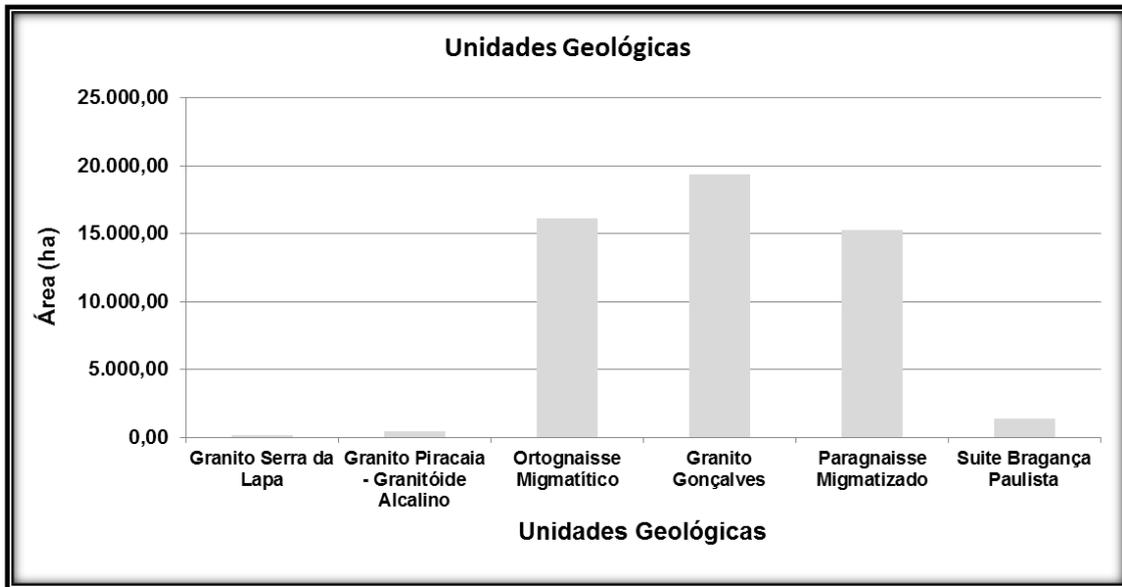


Figura 27. Distribuição das unidades geológicas no município de Camanducaia-MG.

Com base no mapa apresentado nos dados apresentados na Figura 27 e na Tabela 24, o município apresenta 06 formações geológicas distintas, sendo que a formação “Granito Gonçalves” ocupa a maior parte do município, com 36,70% da área, predominando sua ocorrência na região Leste do município.

O município de Camanducaia, em termos geológicos, abrange o domínio tectônico que corresponde aos maciços Medianos de Guaxupé e Socorro, com idades radiométricas arqueanas do Ciclo Transamazônico e do Ciclo Brasileiro, evidenciando uma evolução policíclica onde afloram rochas migmatíticas, graníticas e granulíticas, circundadas pela Faixa de Dobramento Canastra-Carrancas-Amparo e pelo Cinturão Móvel Atlântico. (IRRIGART, 2005).

O Complexo Socorro abrange o bloco tectônico homônimo, situando-se no extremo oeste da área, incluindo os municípios de Extrema e Itapeva. Em geral, seus principais tipos litológicos exibem contatos gradativos entre si, enquanto os limites dos sítios de predominância de um ou vários deles, intimamente estruturados, estabelecem-se em zonas de deformações cataclásticas. Na parte oriental limita-se com o Complexo Paraisópolis, através da Falha de Camanducaia. Em termos litológicos, apresenta marcante similaridade com o Complexo Varginha e com as rochas do Complexo Paraisópolis, separando-se deste por conveniência estrutural, já que existe continuidade litológica na sua porção ocidental.

Há uma gradação para granitóides e migmatitos com restitos granulíticos e anfíbolíticos, passa a ampliar-se no sentido leste até um confinamento na borda sul da serra de Santa Rita. Daí para o sul e sudoeste, forma o setor oriental, com granitos e granitóides porfiroblásticos. Dentre as localidades incluídas nesse setor estão Camanducaia, Itapeva e Extrema.

Na região de Camanducaia já se evidencia uma interferência das massas dioríticas da faixa de Joanópolis aí representadas por gnaisses dioríticos de indubitável filiação magmática, face às feições apresentadas pelo plagioclásio. Como particularidade da “série charnockítica” tem-se a massa rochosa aflorante a aproximadamente 5 km a oeste de Extrema, descrita como jotunito e caracterizada pela presença do plagioclásio em porcentagem entre 65% e 90% e o quartzo menor do que 20%.

Ocorrem migmatitos heterogêneos de paleossoma gnáissico e xistoso, segundo pequena faixa de direção nordeste até o sul da localidade de Campo da Onça, no município de Camanducaia. São em geral biotita-gnaisses de granulação média a fina, às vezes granatíferos com freqüentes intercalações de biotita-sericita-xistos e rochas básicas xistificadas. Encontram-se parcialmente migmatizados, fato registrado pela presença de veios quartzo-feldspáticos concordantes com a foliação da rocha e de pequenos e esparsos “augens” feldspáticos.

A direção mais proeminente dos fraturamentos é NE-SW, embora haja feições E-W e N-S. O Rio Jaguari está condicionado por uma feição de direção predominante leste-oeste, enquanto o Rio Sapucaí-Mirim possui orientação tanto E-W quanto N-S, sugerindo controle estrutural.

A Figura 28 apresenta alguns exemplos de contatos solo-rocha encontrados na zona rural de Camanducaia.



Figura 28. Exemplos de contato solo-rocha no município de Camanducaia-MG.

4.3.3 Geomorfologia

O mapa geomorfológico aqui apresentado foi baseado no mapa geomorfológico da “APA Fernão Dias”, porém a nomenclatura utilizada nesta classificação foi alterada, sendo compatibilizada com a utilizada no Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, publicado pelo IPT (1981), na escala 1:500.000. Na elaboração do mapa, foram feitas as seguintes associações:

Tabela 25. Associações das Unidades Geomorfológicas (adaptação).

Nomenclatura APA Fernão Dias	Nomenclatura IPT
Relevo variando de fortemente inclinado a montanhoso	252 – Montanhas
Relevo fortemente inclinado	245 – Morros com serras restritas
Relevo colinoso	241 – Morros arredondados
Relevo ondulado a colinoso	243 – Mar de morros

Conforme apresentado, a caracterização geológica do município foi baseada no Mapa Geomorfológico da APA Fernão Dias, adaptado para a nomenclatura utilizada no Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981), conforme apresentado na Figura 29. O mapa geomorfológico, em escala compatível com a interpretação pode ser observado no **Anexo 04.557/12**.

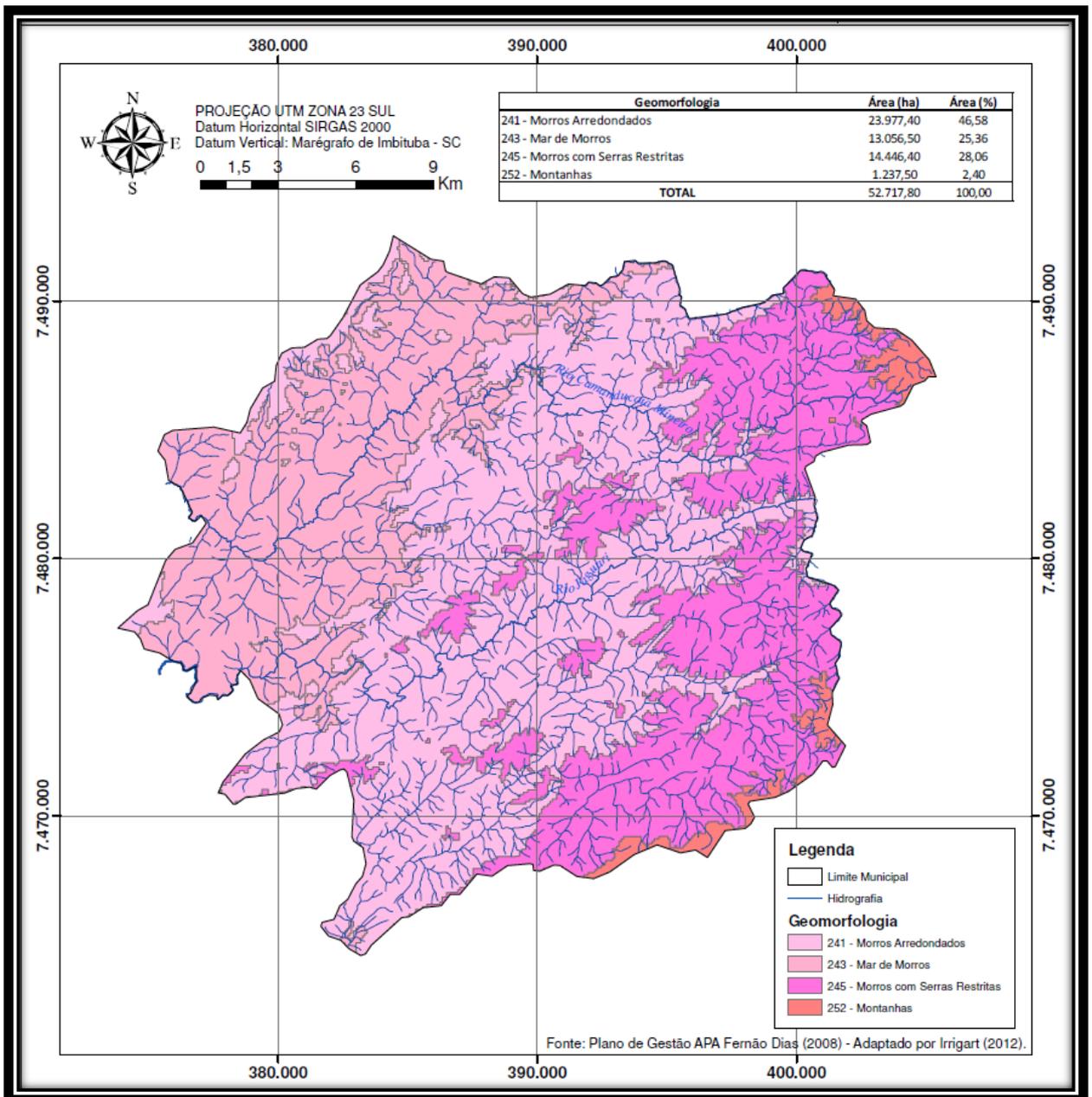


Figura 29. Mapa Geomorfológico do município de Camanducaia-MG.

Com base no mapa apresentado na Figura 29, foram levantadas 04 unidades geomorfológicas identificadas: 241, 243, 252 e 245, sendo predominante da área o relevo tipo 241 – Morros arredondados, que ocupa cerca de 46% da área. A Tabela 26 apresenta a quantificação das unidades geomorfológicas no município de Camanducaia.

Tabela 26. Unidades Geomorfológicas no município de Camanducaia.

Unidade Geomorfológica	Área (km ²)	Área (%)
241 - Morros Arredondados	23.977,40	45,48
243 - Mar de morros	13.056,50	24,77
252 – Montanhas	1.237,50	2,35
245 - Morros com serras restritas	14.446,40	27,40

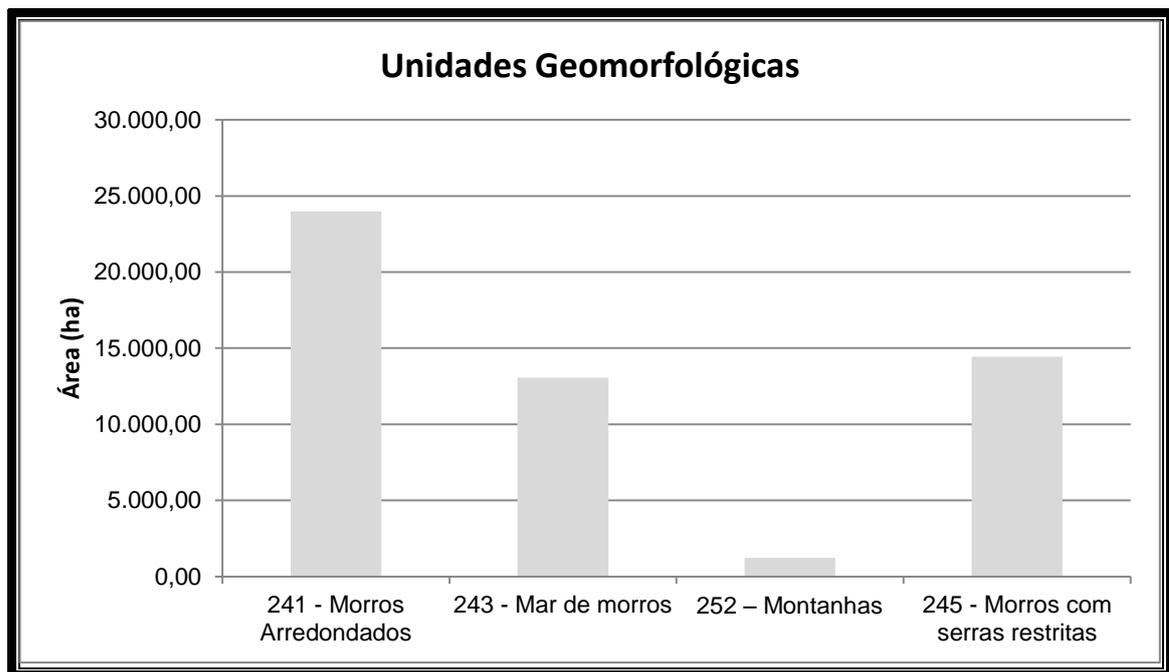


Figura 30. Distribuição das unidades geomorfológicas no município de Camanducaia-MG.

As características mineralógicas, texturais e estruturais dos corpos rochosos respondem diferentemente à ação dos processos exógenos, influenciando nas formas de relevo e tipos de solo (BOTELHO, 1999). Na Bacia do Rio Camanducaia predomina o relevo colinoso, fortemente inclinado e relevo ondulado à colinoso, com vales profundos nas zonas de drenagem dos rios.

Entre os condicionamentos geológico-geomorfológicos mais conspícuos, cita-se o relevo que abrange a serra de Itapeva, com altitudes em torno de 1.400 m (máxima de 1.475 m), onde predominam granulitos, granoblastitos e migmatitos. As falhas do sistema Camanducaia definem uma seqüência de serras orientadas a nordeste, tais como as serras do Lopo, da Forja, e de Itapeva. A Serra das Antas, localizada a sudeste de Camanducaia,

atinge cotas altimétricas em torno de 1.650 m, sendo composta basicamente por rochas migmatíticas. O Rio Jaguari passa a sudeste desta serra, em cotas altimétricas em torno de 1.280 m. A serra de São Domingos, a nordeste de São Mateus, atinge altitudes em torno de 1.900 m até encontrar-se com a serra do Juncal, de semelhante altitude. Ambas as serras estão no domínio dos granitos e granitóides porfiroblásticos.

Os relevos e as altitudes estão condicionados com a litologia onde o intemperismo químico é o fator predominante de meteorização das rochas sob condições de clima úmido. Outro importante fator para a determinação do relevo é a distribuição e densidade dos falhamentos. Assim, regiões com mais falhamentos possuem relevo mais acidentado, uma vez que há o encaixe das drenagens, como é o caso do arranjo estrutural condicionado pela extensa zona de falhas entre Extrema e Jaguari (120 km), conformando os vales dos Rios Itaim, Camanducaia, Jaguari e das Pedras.



Figura 31. Relevos típicos do município de Camanducaia-MG.

4.3.4 Pedologia

O levantamento pedológico foi baseado no mapa pedológico do Estado de Minas Gerais, elaborado pela Embrapa, conforme apresentado na Figura 32. O mapa pedológico, em escala compatível com a interpretação pode ser observado no **Anexo 05.557/12**.

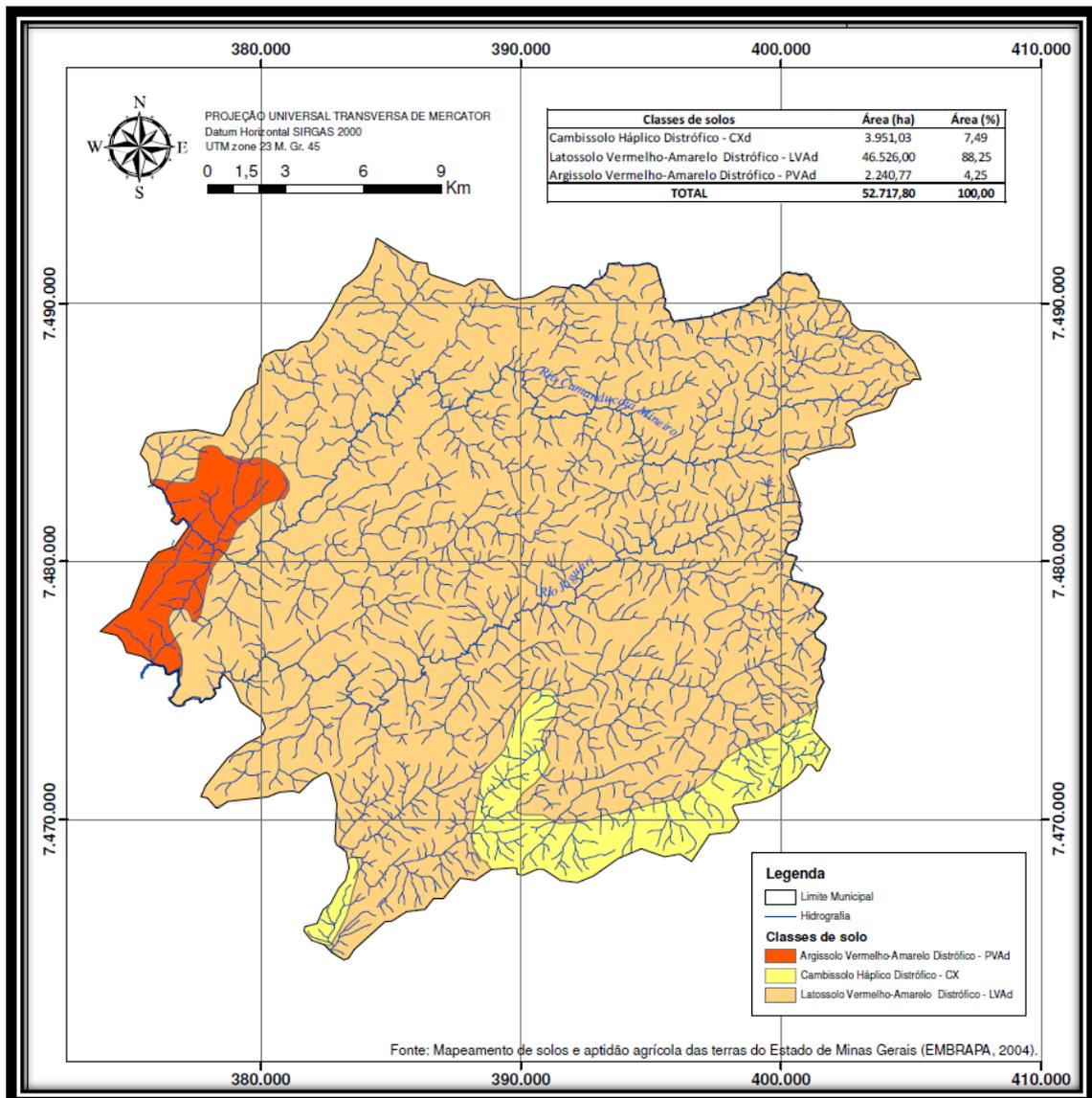


Figura 32. Mapa Pedológico do município de Camanducaia-MG.

Como pode ser observado na Figura 32, a unidade pedológica “Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico”, ocorrem em praticamente todo o município, conforme apresentado na Tabela 27.

Tabela 27. Unidades Pedológicas no município de Camanducaia.

Unidades Pedológicas	Área (km ²)	Área (%)
Cambissolo Háptico Distrófico (CXd)	3.951,03	7,49%
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd)	46.526,00	88,25%
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd)	2.238,95	4,25%

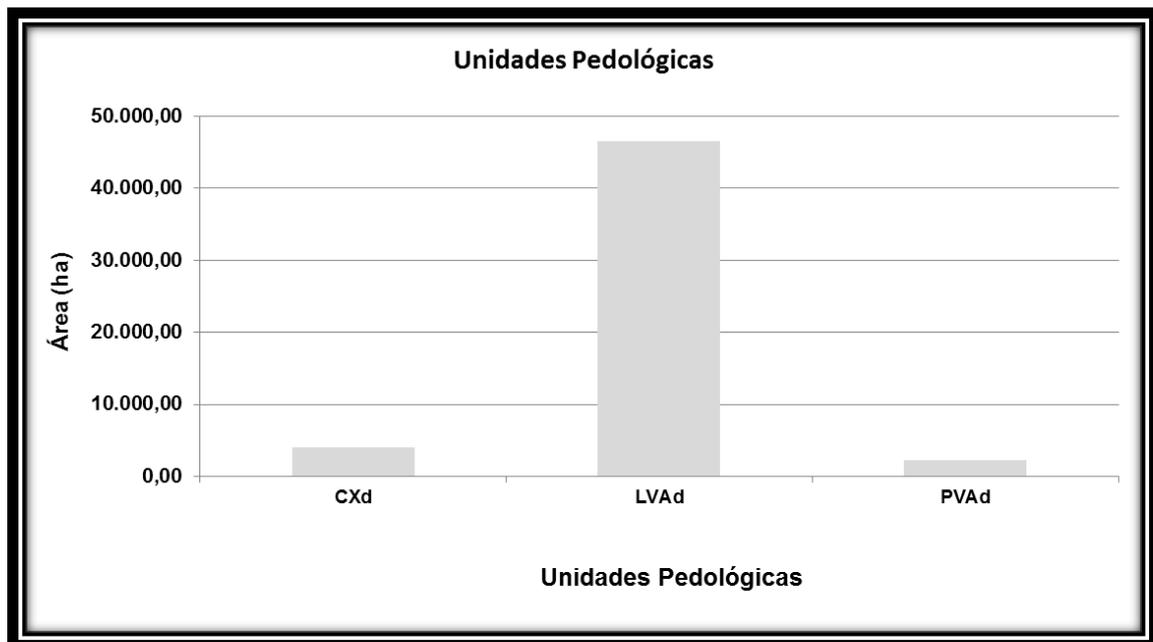


Figura 33. Distribuição das unidades pedológicas no município de Camanducaia-MG.

Os solos definem as quantidades de chuvas que se infiltram ou que excedem para escoar na superfície do terreno, sendo de fundamental importância na compreensão dos processos erosivos (COELHO NETTO in GUERRA e CUNHA, 1995, p 114).

Há três grandes grupos de solos (Latosolos, Argissolos e Cambissolos) no Município de Camanducaia, alternando-se nas superfícies mais elevadas de acordo com o relevo, e os solos aluviais aparecem nas planícies dos rios e córregos. (IRRIGART, 2005).

4.3.4.1 Latossolos (L)

Os Latossolos são solos bem desenvolvidos, característicos de regiões de climas tropicais úmidos. As altas temperaturas e abundantes chuvas atuam promovendo intensa intemperização dos mais variados tipos de rochas. Esses solos são constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta espessura superior a 150 cm.

Os Latossolos, quando possuem perfis completos, apresentam horizontes A, B e C e a transição entre os horizontes A e B é normalmente difusa ou gradual. Exibem evidência de um estágio avançado de intemperização, apresentando um horizonte B fruto de uma mistura de óxidos hidratados de ferro e alumínio, com variável proporção de argila 1:1 e minerais acessórios altamente resistentes (principalmente quartzo).

A classe dos Latossolos são, em geral, solos com boas propriedades físicas e situados, na maioria dos casos, em relevo favorável ao uso intensivo de máquinas agrícolas, exceção daqueles situados nas regiões serranas. Mesmo os Latossolos bastante argilosos, apresentam excepcional porosidade total sendo comuns valores de 50-60%. Sua elevada friabilidade permite que sejam facilmente preparados para o cultivo. O relevo, com exceção dos solos situados em região serrana é pouco movimentado, com declives inferiores a 5%, permitindo mecanização total das glebas. Sua principal limitação se prende à baixa disponibilidade de nutrientes nos solos distróficos e à toxicidade por Al^{3+} quando álicos. Nesses casos, praticamente, é impossível obter-se boas produções com baixo nível de manejo. Uma vez eliminada tais limitações tornam-se bastante produtivos. No município de Sapucaí-Mirim são encontrados os Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA).

➤ **Latossolos Vermelhos-Amarelos (LVA)**

Solos com matriz 5YR ou mais vermelhos e mais amarelos que 2,5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

São solos muito profundos, cuja diferenciação de horizontes é modesta, formados a partir de material de origem muito diversa, o que lhes confere certa variabilidade nas características morfológicas, especialmente textura e consistência, além de influir nas propriedades químicas. Possuem boa drenagem interna. Os latossolos de textura média, devido ao elevado teor de areias, confere-lhes uma geometria de poros onde os macroporos são preponderantes. Nesta situação e devido à ausência de impedimentos internos (coesão elevada ou frangipan), a permeabilidade da água através do solo é rápida.

A elevada quantidade de areias determina também uma retenção de água relativamente baixa. São, portanto, solos que secam rapidamente após a chuva ou irrigação; assim, nos períodos de veranico, apresentam maior possibilidade de estresse hídrico devido a sua baixa capacidade de retenção de água, menor do que 1mm/cm. Essa propriedade é acentuada quando se tem no horizonte A predominância de areia mais grossa sobre a areia fina. Citado por Oliveira, J.B. (1999), Manfredini, et. al. (1984) afirma que tanto em Latossolos de textura média como em Neossolos Quartzarênicos, há aumento de

aproximadamente 50% na capacidade de armazenamento de água e diminuição da condutividade hidráulica saturada com a diminuição do diâmetro médio ponderado das partículas de areia.

4.3.4.2 Argissolos (P)

Os Argissolos são solos bem intemperizados, característicos de regiões com climas tropicais úmidos. Esses solos são constituídos por material mineral com argila de atividade baixa e horizonte B textural imediatamente abaixo de horizonte A ou E e apresentando, ainda, os seguintes requisitos:

- horizonte plintico, se presente, não está acima nem é coincidente com a parte superficial do horizonte B;
- horizonte glei, se presente, não está acima nem é coincidente com a parte superficial do horizonte B.

Unidade formada por solos pouco profundos, moderadamente drenada, com espessura em torno de 1,50m. Seu perfil contém cascalhos e horizontes facilmente separáveis, tanto pela cor como pela textura. Quando completos possuem sequência A B e C e transição entre o horizonte A e B, normalmente clara ou abrupta, podendo ser eventualmente gradual.

Segundo VIEIRA (1988) estes solos são bem desenvolvidos, bem drenados, normalmente ácidos. Quando distróficos, a fertilidade natural é baixa, porém, os eutróficos caracterizam-se por uma fertilidade natural média e alta.

➤ **Argissolos Vermelhos-Amarelos (PVA)**

Segundo Oliveira (1999) existe duas subordens assinaladas, os Argissolos Vermelho-Amarelos, possuem matiz 5YR ou mais vermelho e mais amarelo que 2,5 YR na maior parte do horizonte B, inclusive BA; e Argissolos Vermelhos, que possuem matiz 2,5 YR ou mais vermelhos na maior parte do horizonte B, inclusive no B/A.

Apresentam em geral maior relação textural entre os horizontes A ou E e o horizonte B textural do que os argissolos vermelhos, sendo por isso, em igualdade de condições, de relevo, de cobertura vegetal e de manejo mais susceptíveis à erosão do que esses. Esse atributo assim como a presença do caráter arênico ou espessoarênico, que é representado pela presença de horizonte A+E de textura arenosa e com espessura respectivamente de 50-100cm e superior a 100cm é também mais comum entre os

Argissolos Vermelhos Amarelos. Esses solos são comuns do Planalto Ocidental entre os anteriormente denominados Podzolizados Lins e Marília, variação Marília, (OLIVEIRA, J.B. 1999).

4.3.4.3 Cambissolos (C)

Compreende solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, desde que em qualquer dos casos não satisfaçam os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Vertissolos, Chernossolos, Plintossolos, Organossolos. Têm sequência de horizontes A hístico, Bi, C, com ou sem R.

Devido a heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para outro. Assim, a classe comporta desde solos fortemente até imperfeitamente drenados, de rasos a profundos, de cor bruno ou bruno-amarelada até vermelho escuro, e de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração argila.

O horizonte B incipiente (Bi) tem textura franco-arenosa ou mais argilosa, e o solum, geralmente, apresenta teores uniformes de argila, podendo ocorrer ligeiro decréscimo ou um pequeno incremento de argila do A para o Bi. Admite-se diferença marcante de granulometria do A para o Bi, em casos de solos desenvolvidos de sedimentos aluviais ou outros casos em que há descontinuidade litológica ou estratificação do material de origem.

A estrutura do horizonte Bi pode ser em blocos, granular ou prismática, havendo casos, também, de solos com ausência de agregados, com estrutura em grãos simples ou maciça. Horizonte com presença de plintita ou com gleização pode estar presente em solos desta classe, desde que não satisfaça os requisitos exigidos para ser incluído nas classes dos Plintossolos ou Gleissolos. A Figura 34 apresenta o perfil de um Latossolo Vermelho-Amarelo, característico do município de Sapucaí-Mirim-MG.



Figura 34. Latossolo Vermelho Amarelo no município de Camanducaia-MG.

4.3.5 Declividade do terreno e Modelo Digital do Terreno (MDT)

O mapa de declividade do município foi gerado a partir do Modelo Digital do Terreno (MDT – **Anexo 06/557.12**), gerado através das cartas topográficas do IBGE, escala 1:50.000. A Tabela 28 apresenta a quantificação das classes de declividade encontrada para o município de Camanducaia.

Tabela 28. Classes de declividade por área (ha) e em porcentagem (%).

Classes de declividade	Área total (ha)	Área total (%)
0 a 3%	1.325,11	2,51
3 a 6%	2.961,27	5,62
6 a 12%	7.050,87	13,37
12 a 18%	7.694,58	14,60
> 18%	33.685,98	63,90
Total	52.717,80	100,00

Fonte: Mapa Digital – MDT

Analisando os dados da Tabela 28, nota-se que o relevo no município apresenta áreas muito declivosas, sendo que as áreas com declividade maior que 12% somam mais de 78%. Esta constatação demonstra que a maioria das terras de Camanducaia são aptas apenas para usos de conservação florestal e áreas de produção florestal, sem mecanização agrícola. O Mapa de declividade, pode ser observado, em escala adequada de interpretação no **Anexo 07/557.12**.

4.3.6 Fragilidade Ambiental natural do meio físico terrestre

O mapa de fragilidade ambiental do Município de Camanducaia aqui elaborado, consiste na sobreposição de mapas temáticos escolhidos de acordo com a finalidade do trabalho, isto é, dentre os dados georreferenciados disponíveis, os que apresentam uma maior relação com o meio físico terrestre serão utilizados. A interpolação e tabulação dos dados deverão ser realizadas dentro de um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Para a escolha dos mapas temáticos deve-se conhecer muito bem a ação proposta, isto é, qual o uso que se pretende fazer da área. No estudo em questão pretende-se promover a recuperação/manutenção da qualidade dos recursos hídricos. Devido a finalidade do projeto, foram identificados 4 temas importantes: geologia, geomorfologia, pedologia e declividade do terreno. Estes quatro termos já foram apresentados anteriormente, bem como a escala e origem dos dados. A Tabela 29 apresenta uma síntese dos dados utilizados no trabalho.

Tabela 29. Critérios do meio físico considerados na elaboração da carta de fragilidade natural.

Fatores	Definição/Observações	Faixa de avaliação	Nota	Peso
Pedologia	A pedologia foi considerada por ser o principal condicionante do meio físico a ser degradado, caso venha a ser ocupado de maneira imprópria.	Latosolos	1	2
		Argissolos	2	
		Cambissolos	3	
Geomorfologia	A geomorfologia representa as formas de relevo presentes no local. De acordo com as feições geomorfológicas presentes na área, pode-se estimar o papel de cada uma delas como condicionantes da fragilidade ambiental.	Planícies Aluviais (111)	1	1
		Relevo de Morros (243,245 e 241)	2	
		Relevo Montanhoso (252 e 253)	3	
Declividade	Fator relacionado ao relevo local. Importante condicionante para a susceptibilidade a erosão	< 3%	1	3
		3 a <6%	2	
		6 a < 12%	3	
		12 a 18%	4	
		> 18%	5	
Geologia	A geologia fornece dados sobre a capacidade de suporte do substrato rochoso aos processos de dinâmica superficial.	Granitos, Intrusivas Alcalinas e granitoide alcalinos	1	1
		Gnaiss, ortognaiss, orto migmatitos, migmatito e paragnaiss migmatizado	2	
		Suítes	3	

Na Tabela 29 os fatores avaliados possuem diferentes pesos quando se quantifica o meio físico terrestre em relação a sua fragilidade ambiental. Nesse estudo, priorizou-se, como fator de maior relevância a declividade do terreno atribuindo a esse fator o peso 3. Outro fator de maior importância, porém, de grande variabilidade espacial e susceptibilidade aos processos de dinâmica superficial é o tipo de solo, ou seja, a unidade pedológica, portanto, este fator recebeu peso 2. Por fim, a geomorfologia e a geologia receberam peso 1.

Para cada fator avaliado há uma série de unidades relacionadas a cada fator e que são diretamente compatíveis com o nível de mapeamento utilizado, por exemplo: os solos foram separados por extratos de unidades com base em mapeamento 1:500.000, por outro lado, a geologia em mapeamento realizado na escala 1:1.000.000 e a geomorfologia na escala 1:1.000.000. Cada classe dentro de cada fator recebeu uma nota de 0-5, referente ao seu grau de importância na fragilidade do meio físico terrestre. Na Figura 35 pode-se observar melhor o significado das notas (A) e pesos atribuídos (B).

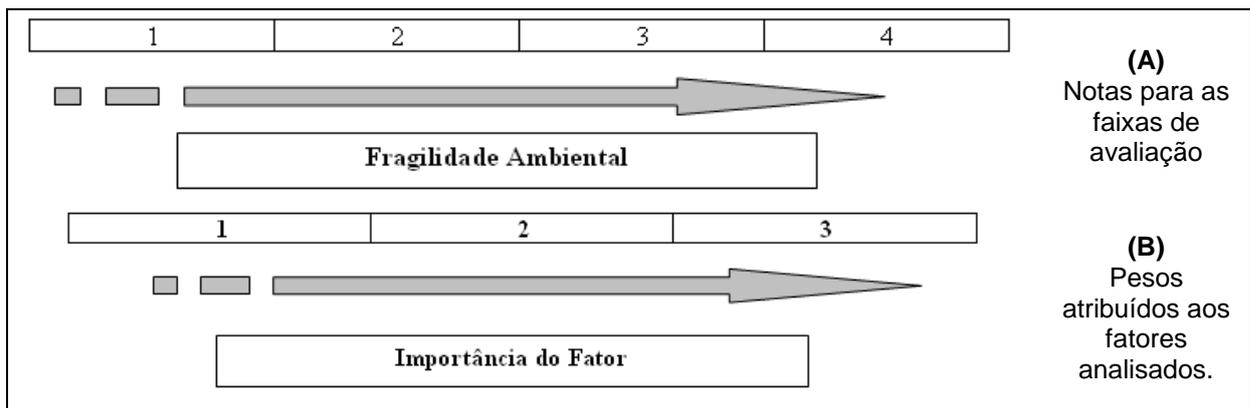


Figura 35. Indicativos do significado das notas e pesos atribuídos.

Como visto anteriormente, as notas e os pesos de cada fator foram determinados através das peculiaridades de cada fator. Estas características são fundamentadas no tipo de uso futuro que se pretende fazer. Esta atribuição é um tanto quanto subjetiva devido às várias características intrínsecas existentes para cada critério. Na Tabela 30 na sequência há uma justificativa mais detalhada da escolha dos fatores. Já na Tabela 31 estão as justificativas para a nota atribuída a cada faixa de avaliação.

Tabela 30. Justificativa para os critérios adotados para determinação do peso de cada fator.

Critério	Peso Atribuído	Justificativa
Pedologia	2	Representa o principal condicionante afetado por qualquer tipo de uso. Tem grande importância para a erosão. Pode se degradar com o uso intensivo, por isso atribuiu-se peso 2.
Geomorfologia	1	Como representa as formas de relevo presentes no local. É um dos condicionantes mais importantes o processo de erosão, justificando o peso 1 que lhe foi atribuído.
Declividade	3	Junto com a geomorfologia e aliado ao tipo de solo representa os principais problemas causadores de erosão, ou seja, tem grande importância para o meio físico.
Geologia	1	Substrato rochoso fornece o material de origem dos solos. Em função de sua natureza condiciona o relevo e a paisagem.

Tabela 31. Justificativa para os critérios adotados para determinação da nota de cada faixa de avaliação.

Critério	Faixa de Avaliação	Nota Atribuída	Justificativa
Geomorfologia	Planícies Aluviais (111)	1	Não sofre processos erosivos e sim assoreamento
	Relevo de Morros (243,245 e 241)	2	Altas declividades
	Relevo Montanhoso (252 e 253)	3	Altas declividades e altas amplitudes
Geologia	Granitos, Intrusivas Alcalinas e granitoide alcalinos	1	Rochas menos intemperizadas
	Gnaiss, ortognaiss, orto migmatitos, migmatito e paragnaisses migmatizado	2	Rochas com grau médio de intemperização
	Suítes	3	Áreas com vários contatos de rochas distintas.
Pedologia	Latosolos	1	Solos ocorrentes em declividades médias e com baixa susceptibilidade a erosão
	Argissolos	2	Solos ocorrentes em declividades médias a alta, com alto gradiente textural.
	Cambissolos	3	Solos rasos, ocorrentes em declividades altas, com alto gradiente textural.
Declividade	< 3%	1	Áreas planas
	3 a <6%	2	Áreas com baixa declividade
	6 a < 12%	3	Áreas com média declividade
	12 a 18%	4	Áreas com alta declividade
	> 18%	5	Áreas com declividade acentuada

Os mapas foram sobrepostos em ambiente SIG, utilizando o programa Arc View, sendo a vulnerabilidade natural o somatório do produto do critério de avaliação pelo peso estipulado para determinado fator, conforme exemplo abaixo.

Área cuja geomorfologia seja Colinas Amplas, Geologia Formação Serra Geral, Solo tipo Argissolo e Declividade de 7% terá uma fragilidade natural (FN) igual a 21 (grandeza adimensional), conforme apresentado na Equação 2.

Equação 2.							
FN=	2 x 1	+	1 x 1	+	3 x 2	+	3 x 3
	Fator Geomorfologia		Fator Geologia		Fator Pedologia		Fator Declividade

Onde,

FN = Fragilidade Natural do Meio Físico Terrestre.

Para facilitar a compreensão, e manter o caráter quantitativo e qualitativo, foram estipuladas classes de fragilidade. Com as características encontradas na área em estudo, a fragilidade natural pode variar de 5 até 27, de acordo com as características das áreas. Este intervalo foi dividido em 5 classes, conforme apresentado na Tabela 32.

Tabela 32. Classes de Fragilidade Natural.

Grau de Fragilidade	Faixa de Abrangência
Muito Baixa	7-12
Baixa	12-17
Média	17-22
Alta	22-27
Muito Alta	27-31

O critério qualitativo mostra-se mais didático e mais simplificado quando trabalhado em um recorte espacial, facilitando a interpretação dos resultados apresentados na forma de mapas temáticos, como no presente estudo.

Aplicando a metodologia apresentada no capítulo anterior em ambiente SIG, obteve-se, então, o mapa de fragilidade natural da área. Este mapa é apresentado na Figura 36.

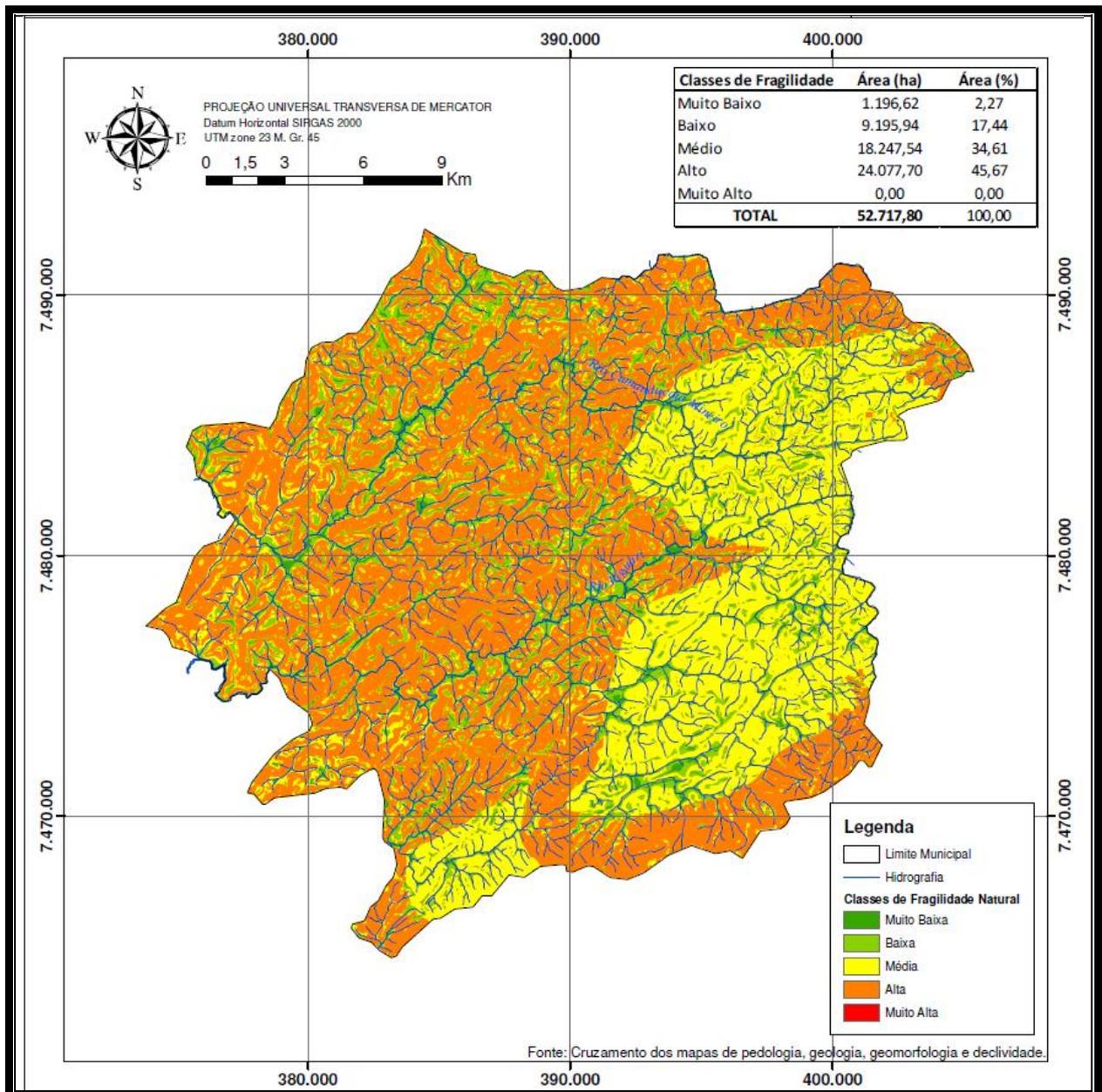


Figura 36. Mapa de Fragilidade Natural do meio físico terrestre no município de Camanducaia.

O Mapa de Fragilidade Ambiental Natural pode ser visto, em escala adequada, no **Anexo 08.557/12**. A Tabela 33 apresenta a quantificação das classes de fragilidade natural encontrada para o município de Camanducaia.

Tabela 33. Classes de fragilidade natural do meio físico terrestre no município de Camanducaia por área (ha) e em porcentagem (%).

Classes de fragilidade	Área total (ha)	Área total (%)
Muito Baixo	1.196,62	2,27
Baixo	9.195,94	17,44
Médio	18.247,54	34,61
Alto	24.077,70	45,67
Muito Alto	0,00	0,00
TOTAL	52.717,80	100,00

Analisando os dados da Tabela 33, nota-se que em grande parte do município (79%), a fragilidade natural do meio físico terrestre é de média a muito alta e 21% da área apresenta uma fragilidade baixa e muito baixa. As áreas de alta fragilidade estão associadas aos locais mais declivosos, e cabeceiras de drenagem.

4.3.7 Uso do solo

O uso do solo atual determina o potencial de ações a serem desenvolvidas nas ações do município onde há o conflito de uso, ou seja, nos locais onde o uso do solo está sendo realizado de forma inadequada pelas condições do meio físico terrestre existentes no local.

4.3.7.1 Metodologia

Na elaboração do mapa temático de uso e cobertura do solo foi utilizado um mosaico de cenas do satélite RapidEye (datadas de Junho, Setembro e Outubro de 2011), adquiridas pela empresa IRRIGART, exclusivamente para o desenvolvimento do projeto, através da empresa ENGESAT.

Estas cenas apresentam os valores de reflectância nos comprimentos de onda nas faixas do AZUL, VERDE, VERMELHO, RED-EDGE e INFRAVERMELHO PRÓXIMO. Na Tabela 34 estão apresentadas as informações sobre a imagem utilizada.

Tabela 34. Características da imagem utilizada.

Satélite / Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Resolução Radiométrica
REIS (RapidEye Earth Imaging System)	Azul	440 – 540 nm	5 m	24 horas	12 bits
	Verde	520 – 590 nm	5 m		
	Vermelho	630 – 690 nm			
	Red-Edge	690– 730 nm			
	Infravermelho próximo	760 – 880 nm	5 m		

Para a utilização no projeto, a empresa fornecedora da imagem de satélite disponibilizou uma composição colorida (cor natural – RGB 321).

Assim, importou-se essa composição colorida no software “SPRING” para ser realizada a segmentação da imagem. Neste processo, que antecede a classificação, divide-se a imagem em regiões que devem corresponder às áreas de interesse da aplicação. Entende-se por regiões um conjunto de pixels contíguos, que se espalham bidirecionalmente e que apresentam uniformidade.

Com a segmentação realizada, exportou-se essa camada para o software ArcGIS. Neste, as regiões foram classificadas utilizando o método manual de interpretação dos alvos. Para isso, utilizou-se das imagens do satélite RapidEye, adquiridas para o projeto e do software Google Earth para checagem de áreas em dúvida, já que as imagens do satélite IKONOS presente no programa Google Earth apresentam 1 metro de resolução espacial, sendo assim uma imagem com alvos muito mais nítidos.

A partir das características do trabalho e da área de estudo, as classes de uso do solo adotadas foram: Mata Nativa, Reflorestamento, Pastagem, Área Urbana/Industrial e Outros Usos.

Todas as imagens utilizadas e todos os mapas gerados tem as seguintes características: PROJEÇÃO UTM ZONA 23 SUL , DATUM SIRGAS 2000.

4.3.7.2 Resultados encontrados

O município de Camanducaia possui a maior extensão territorial dos municípios mineiros das Bacias PCJ. Em termos de uso do solo, as áreas de vegetação nativa se sobressaem aos outros usos, ocupando 43,43% da área do município, seguido pelas pastagens extensivas, que ocupam 31,45% da área do município

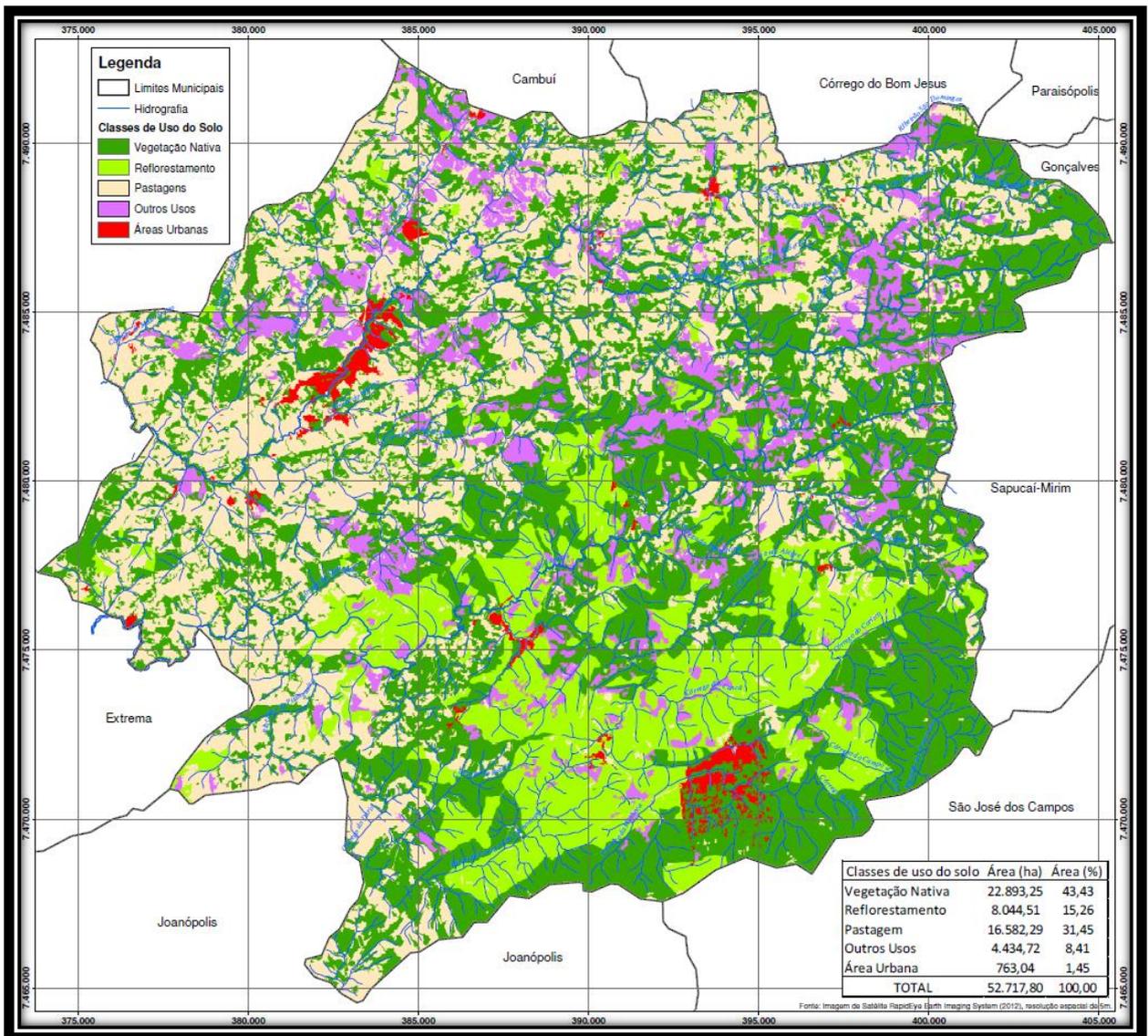


Figura 37. Mapa com o uso do solo para o município de Camanducaia-MG.

A Tabela 35 apresenta o uso do solo em todo o município de Camanducaia.

Tabela 35. Uso do solo no município de Camanducaia.

Classes de uso do solo	Área (ha)	Área (%)
Vegetação Nativa	22.893,25	43,43
Reflorestamento	8.044,51	15,26
Pastagem	16.582,29	31,45
Outros Usos	4.434,72	8,41
Área Urbana	763,04	1,45
TOTAL	52.717,80	100,00

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

Fone/Fax: 19 3432-7540 / 19 3301-8228

Como se nota na **Tabela 35**, a ocupação predominante no município é a vegetação nativa, ocupando 43,43%. Em segundo lugar encontram-se as pastagens, ocupando 31,45% do município. As áreas de reflorestamento ocupam 15,26% da área total do município. As demais categorias se referem às áreas urbanas (1,45%) e a categoria de outros usos, com 8,41% da área, conforme apresentado na Figura 38.

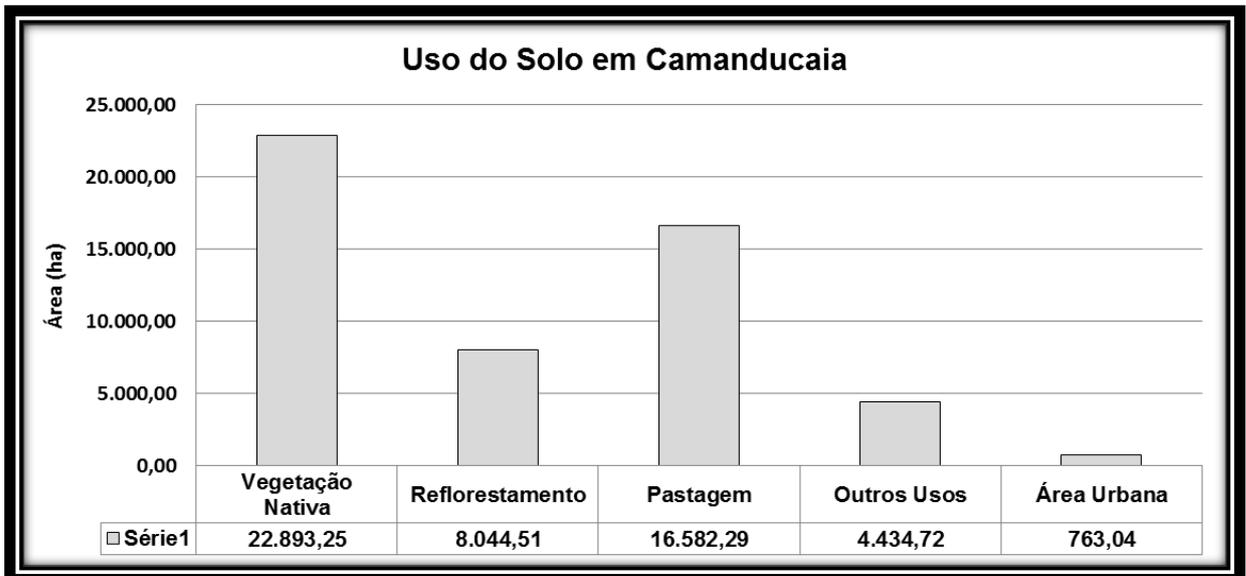


Figura 38. Uso do solo no município de Camanducaia.

O Mapa de Uso e ocupação do solo, pode ser visto, em escala adequada, no **Anexo 09.557/12**. A seguir são apresentados alguns exemplos de verdade terrestre encontrados nos trabalhos de campo.



(A) área ocupada com pastagens extensivas com árvores isoladas nas APP's



(B) área ocupada com cultivos de pinheiros (eucaliptos).



(C) área ocupada com vegetação nativa.

	<p>(D) área de cultivo de batata (outros usos).</p>
	<p>(E) área de cultivo de tomate (outros usos).</p>
	<p>(F) Distrito Industrial (área urbana).</p>

Figura 39. Categorias de uso do solo encontradas em Camanducaia.

Em relação ao uso e cobertura do solo do município de Camanducaia, pode-se tecer algumas considerações:

- As culturas classificadas em outros usos abrangem pequenas áreas de produção de batata, cenoura, tomate, hortaliças, dentre outras. Este tipo de produção são feitos com maior intensidade em alguns bairros do município, se destacando os bairros próximos ao distrito de São Mateus. Estas culturas são feitas, na maioria dos casos sem o uso das técnicas de conservação do solo, o que somado as altas declividades encontradas na área podem ocasionar processos erosivos.

- As áreas de pastagens são, na grande maioria dos casos, áreas extensivas, com baixa tecnologia embutida. Não são utilizadas técnicas de conservação do solo e o gado possui livre acesso as áreas de preservação permanente, incluindo nascentes.

- As áreas de reflorestamento são cultivadas, principalmente, com eucaliptos, araucárias e pinus. Estas áreas não são geométricas, isto é, estão encravadas ao meio de áreas de vegetação nativa, porém não há sinais de que a cultura invada as áreas de vegetação nativa. Nota-se uma tendência de que áreas de pastagens se convertam em áreas de produção florestal, para atender as serrarias e outras demandas do município.

- A área urbana do município se encontra, em grande parte inseridas nas áreas de preservação permanente e nos vales do Rio Camanducaia e Córrego da Cachorra (área urbana de Camanducaia), do Córrego do Cadete (Monte Verde) e Córrego da Cachoeira (Distrito de São Mateus).

4.3.7.3 Uso do solo nas Áreas de Proteção Permanente (APP's)

Dentro deste tópico, foram avaliados os usos atuais do solo nas áreas de preservação permanente. A definição legal das áreas de preservação permanente encontra-se atualmente, em discussão junto aos órgãos legais (Congresso Nacional, Presidencia e órgãos estaduais). Sendo assim, a classificação das APP's aqui apresentada refere-se a:

- faixa de 30 metros marginais aos cursos d'água.
- raio de 50 metros ao redor das nascentes identificadas na imagem de satélite.
- áreas com declividade maior que 100%, a partir de dados processados das curvas de nível do IBGE, escala 1:50.000.

Cruzando os dados de uso do solo do município de Camanducaia com a delimitação das APP, pode-se notar que a vegetação nativa ocupa 56,05% das APP's, tornando-se o uso predominante. Após a vegetação nativa, a pastagem é o maior uso do solo nas APP's do município, configurando um sério problema para a conservação dos recursos hídricos. Os dados encontrados são apresentados na **Tabela 36** e na **Figura 40**.

Tabela 36. Uso do solo nas APP's do município de Camanducaia.

Classes de uso do solo	Área (ha)	Área (%)
Vegetação Nativa	4.732,46	56,05
Reflorestamento	1.200,86	14,22
Pastagem	1.987,90	23,55
Outros Usos	434,59	5,15
Área Urbana	87,17	1,03
TOTAL	8.442,98	100,00

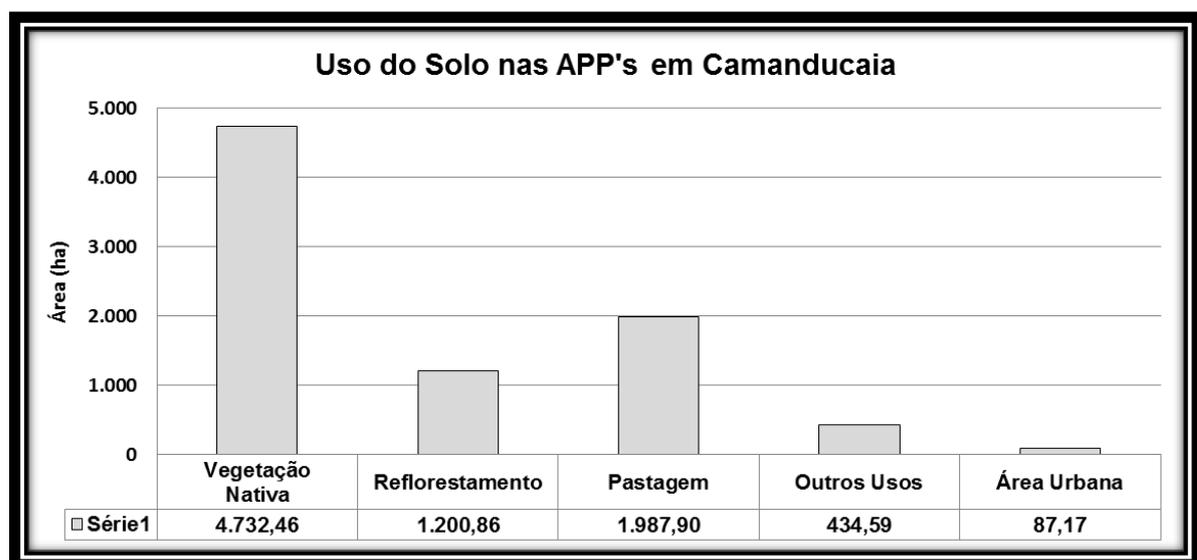


Figura 40. Uso do solo nas APP's do município de Camanducaia.

O Mapa de Uso nas APP's, pode ser visto, em escala adequada, no **Anexo 09.557/12**.

4.3.8 Fragilidade potencial do meio físico terrestre

O mapa de fragilidade potencial do meio físico terrestre difere do mapa de fragilidade natural principalmente por introduzir a figura do homem ao processo, ou seja, o mapa de fragilidade natural analisa somente os parâmetros naturais intrínsecos ao meio, isto é, a natureza em seu estado puro., porém, a fragilidade potencial demonstra como o meio físico terrestre é frágil frente as várias formas de ocupação do ser humano, classificando-o segundo está ótica.

Para a elaboração deste mapa deve-se conhecer o uso do solo na área de interesse e quais usos ajudam ou pioram os processos de dinâmica superficial do meio físico. Esta identificação deve levar em conta as características locais isto é, como é a realidade de cada uso numa determinada área como, por exemplo, se as pastagens são intensivas ou extensivas, se as culturas empregam uma alta tecnologia ou não.

Conhecendo estas características, foi criado um fator de ponderação para cada tipo de uso do solo, isto é, cada uso receberá uma nota (fator ponderador), sendo os usos que melhoram as condições naturais recebem notas menores que 1 e os usos que pioram as condições naturais recebem notas maiores que 1. A seguir são apresentados os fatores de ponderação definidos para cada classe de uso.

Vegetação: oferece uma alta proteção aos processos erosivos, protegendo o solo contra as chuvas, retendo a água no solo, além de uma série de outros benefícios – Nota 0,60.

Reflorestamento: áreas utilizadas para produção florestal. Apresentam grande proteção ao solo, com exceção da época da colheita, onde o solo fica desprotegido – Nota 0,80.

Pastagem: os pastos existentes são, em geral, bastante extensivos, isto é, não empregam muita tecnologia ao processo e, tampouco, práticas conservacionistas de solo. – NOTA 1,1.

Outros Usos: representa principalmente as áreas com culturas anuais, representada por pequenas áreas de cultivo.– NOTA 1,00.

Mancha Urbana: A área urbanizada é um grande problema para os processos de dinâmica superficial, uma vez que impermeabiliza grandes áreas, contribuindo para o aumento do escoamento superficial, que quando mal conduzido, provoca sérios problemas de erosão. – NOTA 1,25.

Com base nestes valores, os valores apresentados na Tabela 33 (Classes de Fragilidade Natural) foram reclassificados. A Figura 41 apresenta os resultados do mapa de fragilidade potencial. Este mesmo mapa pode ser visualizado em escala adequada, no Anexo VII.

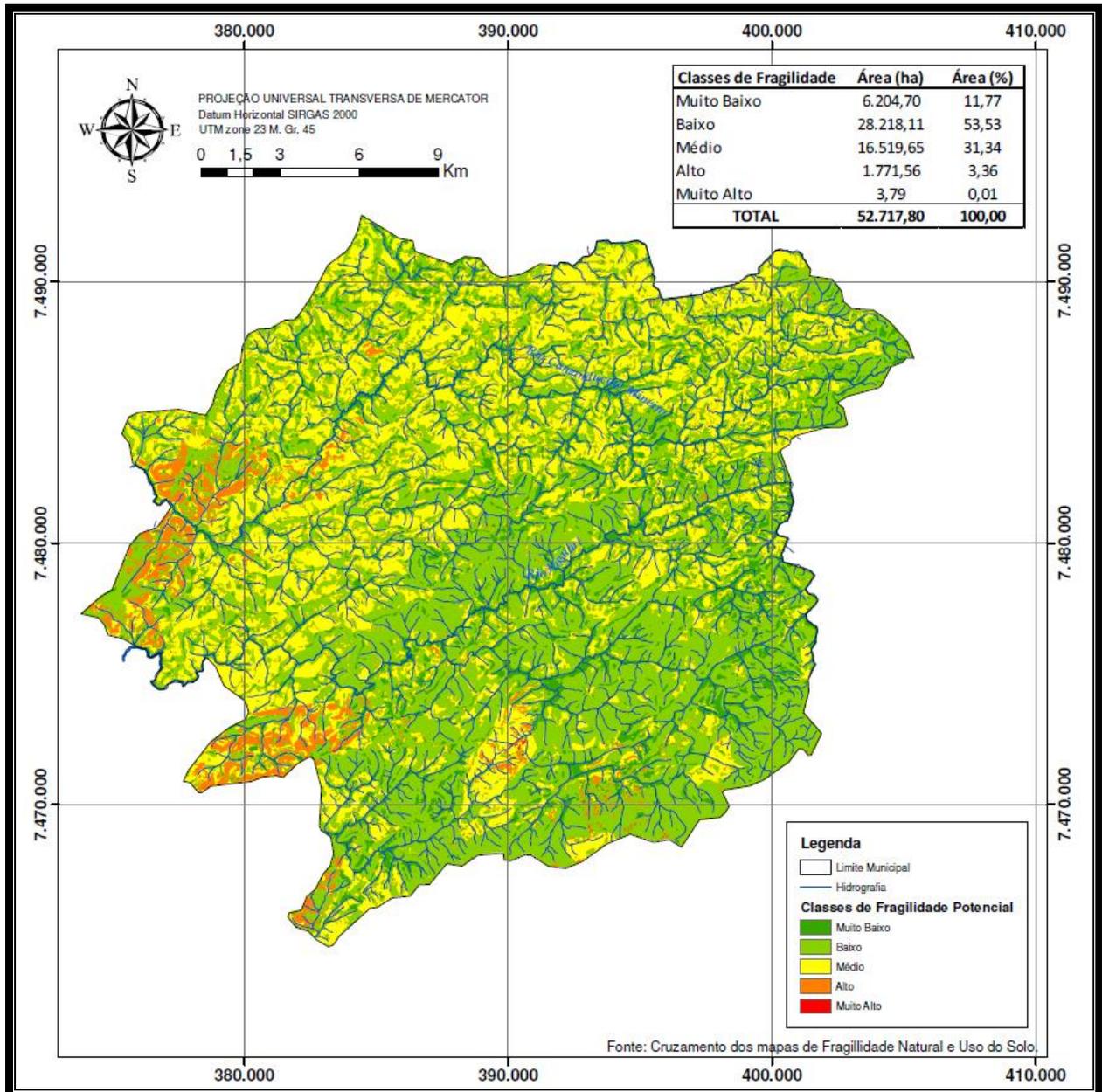


Figura 41. Mapa de Fragilidade Potencial do meio físico terrestre do município de Camanducaia.

A seguir, a Tabela 37 apresenta a distribuição das classes de fragilidade ambiental potencial no município.

Tabela 37. Distribuição das Classes de Fragilidade Ambiental Potencial.

Classes de Fragilidade Ambiental Potencial	Área	
	Hectares	%
Muito Baixo	6.204,70	11,77
Baixo	28.218,11	53,53
Médio	16.519,65	31,34
Alto	1.771,56	3,36
Muito Alto	3,79	0,01
TOTAL	52.717,80	100,00

Através da comparação dos valores apresentados na Tabela 33 com os valores apresentados na Tabela 37. Distribuição das Classes de Fragilidade Ambiental Potencial.), pode-se concluir que, no geral, a forma de utilização do solo nas bacias hidrográficas não prejudica sua fragilidade ambiental natural e, justamente pelo contrário, contribui para a conservação do solo nas bacias analisadas, haja visto que existe uma grande quantidade de vegetação nativa nas áreas mais declivosos (com maior fragilidade).

4.3.9 Aptidão Agrícola Potencial

O mapeamento da aptidão agrícola do município de Camanducaia foi baseado nos estudos do Plano de Gestão da APA Fernão Dias. A Figura 42 apresenta este mapeamento para o município de Camanducaia. Este mapa pode ser observado em escala adequada no **Anexo 14.557/12**. Os dados também estão quantificados na Tabela 38.

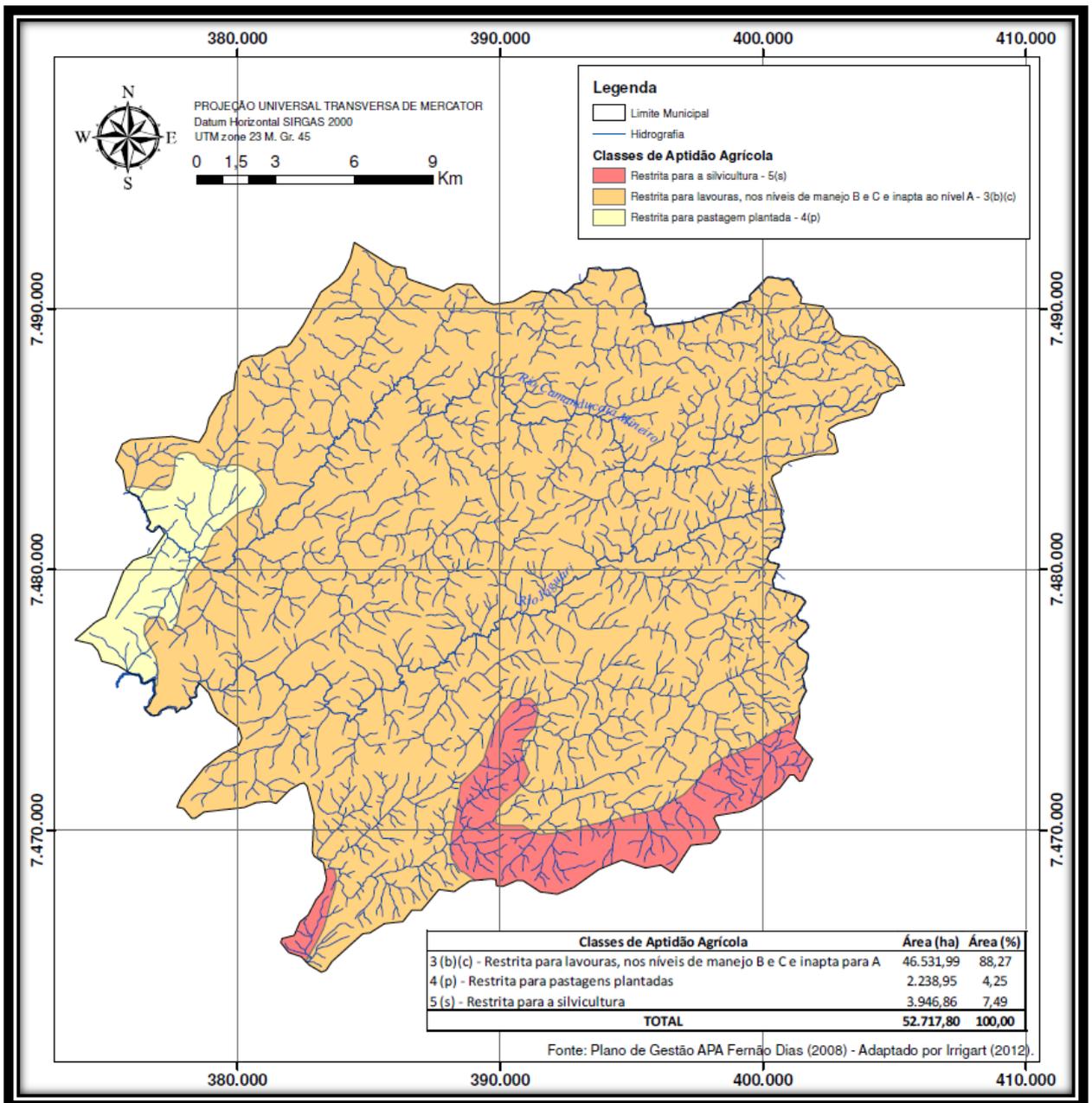


Figura 42. Mapa de Aptidão Agrícola do município de Camanducaia-MG.

Tabela 38. Distribuição das Classes de Fragilidade Ambiental Potencial.

Classes de Aptidão Agrícola	Área (ha)	Área (%)
3 (b)(c) - Restrita para lavouras, nos níveis de manejo B e C e inapta para A	46.531,99	88,27
4 (p) - Restrita para pastagens plantadas	2.238,95	4,25
5 (s) - Restrita para a silvicultura	3.946,86	7,49
TOTAL	52.717,80	100,00

Analisando os dados apresentados na Tabela 38, nota-se que a maior parte das áreas (88%) se enquadra na classe 3 (b)(c), classificadas com aptas a agricultura com baixa tecnologia envolvida, isto é, culturas de subsistência, sem o grande emprego de máquinas agrícolas e operações mecanizadas.

4.3.10 Produção de Sedimentos

A produção de sedimentos tem implicações importantes que acabam definindo a qualidade dos recursos hídricos (DOWNER e OGDEN, 2004) e perda de produtividade em terras agrícolas (LAL, 2006; PIMENTEL *et al.*, 1995), estando diretamente associada ao escoamento superficial, que é capaz de desagregar e transportar sedimentos, compostos químicos, matéria orgânica, sementes e agrotóxicos (PRUSKI *et al.*, 2004).

Neste tópico foi avaliada a questão da produção de sedimentos no município de Camanducaia. Esta análise foi feita sob dois aspectos: Potencial Natural Erosão (PNE), que trata da natureza do meio físico e Expectativa da Perda de Solo (EPS), que introduz o uso do solo e as técnicas de conservação adotadas.

4.3.10.1 Escolha do método de quantificação da Perda de solo

A estimativa de perdas de solo por erosão representa uma ferramenta importantíssima no planejamento do uso e ocupação do solo e de ações corretivas de caráter preservacionista em bacias hidrográficas (RANIERI *et al.*, 2002). Contudo, existem dificuldades para avaliar a precisa extensão, magnitude e taxas de erosão, assim como seus reais impactos ambientais e econômicos (MINGOTI, 2008). Além de variarem no espaço e no tempo, os processos erosivos são fortemente influenciados pelas variáveis físicas e de manejo, que determinam condições específicas para cada local (WEILL, 1999 *apud* MINGOTI, 2009).

Atualmente estão sendo criados modelos capazes de simular, através de modelagem numérica, os processos de produção de sedimentos, escoamento superficial e processos físicos controladores, sendo estes fundamentais para o planejamento e sustentabilidade das atividades agrosilvipastoris (DOWNER e OGDEN, 2004; MUNHOZ *et al.*, 2012). Tal premissa encontra subsídios em modelos como a Universal Soil Loss Equation (USLE; WISCHMEIER e SMITH, 1978), cujo objetivo de sua equação é a produção anual de sedimentos em rampas de declive, auxiliando no planejamento de práticas conservacionistas e minimizando as perdas de solo a níveis aceitáveis (ZHANG *et al.*, 2011).

Bertoni e Lombardi Neto (1990) estabeleceram faixas de tolerância de perdas para solos do Estado de São Paulo. Estas variam de acordo com o tipo de solo, pois possuem velocidades de formação (do solo) específicas e diferentes repostas aos processos erosivos. Parâmetros como profundidade do perfil e relação textural entre os horizontes superficiais e subsuperficiais são importantes para chegar a um número que aponte com precisão a tolerância de perdas para determinado solo. Os limites de tolerância não impõem restrições arbitrárias ao uso e manejo do solo, mas simplesmente estabelecem limites, os quais determinam as técnicas de manejo a serem adotadas.

Os mesmos autores, em outro trabalho mais recente (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999), conceituam a tolerância à perda de solo como sendo “a quantidade de terra que pode ser perdida por erosão, expressa em toneladas por unidade de superfície e por ano, mantendo ainda o solo com elevado nível de produtividade por longo período de tempo”.

Segundo Sparovek e Van Lier (1997), além dos valores totais de perda de solo, é importante observar que, nos casos onde a taxa de erosão é menor do que a taxa de incremento da profundidade do solo, os solos tornam-se mais profundos com o tempo. Esse é o caso para a maior parte dos solos bem drenados e cobertos por vegetação densa. No entanto, a agricultura pode modificar, substancialmente, as taxas de formação do solo e de erosão/sedimentação. Com a remoção da cobertura natural do solo e sua substituição por culturas, a proteção do solo contra a ação da chuva e do vento torna-se ausente ou menos eficiente. Como consequência, a taxa de erosão aumenta e pode tornar-se mais elevada que a taxa de incremento, resultando na perda de sua profundidade.

Com relação a estimativas de perdas de solo realizadas no Brasil através da USLE, tem-se a informação apresentada em Minoti (2006) de que este modelo tem sido largamente utilizado em trabalhos de gestão agrícola e de pesquisa. A equação foi adaptada às condições do Estado de São Paulo pelos trabalhos de Bertoni *et al.* (1975), Lombardi Neto e Bertoni (1975a) e Lombardi Neto e Moldenhauer (1980). Os trabalhos pioneiros desenvolvidos por esses autores estimularam o desenvolvimento de inúmeras pesquisas e projetos científicos, tanto para o estabelecimento dos parâmetros da equação para as diferentes regiões do país, como para a ampla aplicação da USLE no Brasil. Do mesmo modo, ao analisarmos a aplicação da USLE em outros países, existem mais de 400 (quatrocentos) artigos publicados, evidenciando a grande utilização deste método e sua confiabilidade na predição e quantificação de perdas de solo ao redor do mundo.

Comparada a outros modelos, a USLE requer à entrada de poucos parâmetros e possui extensiva base de dados disponível, caracterizando-se como a equação de predição de sedimentos mais difundida no mundo (Ranieri, 2002), o que justifica a adoção deste modelo no presente trabalho.

4.3.10.2 Metodologia para o cálculo da produção anual de sedimentos

Para a estimativa dos valores de erosão anual foi utilizada a Equação Universal de Perda de Solo (USLE) (WISCHMEYER; SMITH, 1978) descrita na Equação 3. Assim, torna-se possível identificar a Expectativa de Perda de Solo (EPS) para uma dada região (SILVA, 2005).

$$EPS = R * K * LS * C * P$$

Equação 3

Em que: EPS = expectativa de perda de solo ($Mg.ha^{-1}.ano^{-1}$); R = erosividade da chuva e enxurrada a ela associada ($MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}.ano^{-1}$); K = suscetibilidade natural do solo à erosão ($Mg.h.MJ^{-1}.mm^{-1}$); LS = associação do comprimento da rampa e percentagem do declive (adimensional); C = cobertura e manejo do solo (adimensional); e P = práticas conservacionistas de suporte (adimensional).

A USLE é um modelo empírico que possibilita estimar a perda média anual de solo por erosão hídrica, com base no conhecimento dos fatores locais que influenciam a erosão (R, K, LS, C e P) (WISCHMEIER; SMITH, 1978). O seu desenvolvimento baseou-se em resultados de perda de solo obtidos em parcelas experimentais no formato de rampas retangulares, espalhadas em diversos locais dos EUA e compostas de diversos tipos de solos, coberturas e práticas conservacionistas.

Uma forma de avaliar a susceptibilidade à erosão de uma região pode ser feita utilizando-se a USLE sem os fatores de cobertura e práticas conservacionistas (Equação 4). Neste caso, é possível identificar o Potencial Natural de Erosão (PNE), cuja estimativa de valores não considera a intervenção antrópica nem qualquer tipo de cobertura sobre o solo, isto é, estima-se a susceptibilidade de uma área especificamente em função de suas condições físicas (VALÉRIO FILHO, 1994).

$$PNE = R * K * LS$$

Equação 4

Em que: PNE = potencial natural de erosão ($Mg.ha^{-1}.ano^{-1}$).

A utilização da USLE, seja ela completa (Equação 1) ou no seu formato modificado (Equação 4), dependem da estimativa dos fatores locais R, K e LS, entretanto, para sua aplicação de forma completa, também devem ser considerados os fatores C e P.

4.3.10.3 Fator de erosividade da chuva (Fator R)

De acordo com Renard *et al.* (1997) o fator R, ou erosividade da chuva, foi proposto por Wischmeier e Smith (1978), sendo definido como um índice numérico que expressa a capacidade da chuva de erodir o solo de um terreno sem cobertura vegetal (LOMBARDI NETO e MOLDENHAUER, 1992; BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

A erosividade expressa o potencial da água da chuva em desagregar o solo e transportá-lo por meio do escoamento superficial subsequente. Este potencial da água da chuva é função de sua energia, que depende tanto do tamanho das gotas como da intensidade da precipitação (LAL e ELLIOT, 1994).

De acordo com Colodro *et al.* (2002), o índice EI30 desenvolvido nos EUA, tem sido calculado e testado em diversos países, porém sua representação tem sido questionada em países tropicais e subtropicais, como é o caso do Brasil. De acordo com Lal (1976), o índice EI30 pode subestimar a energia cinética das chuvas tropicais.

Aquino *et al.* (2006) também observam a dificuldade de utilização do EI30 como um índice de erosão para os trópicos, devido à escassez e mesmo à inexistência de dados pluviográficos necessários para a obtenção deste índice em muitos países em desenvolvimento, a exemplo do Brasil. O autor observa, ainda, a morosidade das análises dos pluviogramas para o cálculo da energia cinética e destaca a complexidade no cálculo do EI30, devido à necessidade de registros detalhados da precipitação.

Com o intuito de simplificar o método para o cálculo do fator de erodibilidade da chuva, Bertoni e Lombardi Neto (1999) apresentaram uma equação para determinação deste fator, levando em consideração os valores de precipitação média mensal (mm) e de precipitação média anual (mm).

O índice de erosividade média anual da precipitação (Fator R da USLE), de um dado local, pode ser obtido através do somatório dos valores dos índices médios mensais de erosividade (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999; BERTOL, 1993), como pode ser observado na Equação 5).

$$R = 67,355 * \left(\frac{r^2}{p} \right)^{0,85}$$

Equação 5

Em que: R é Média mensal do índice de erosão ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); r é a precipitação média mensal (mm); p é a precipitação média anual (mm).

O valor de erosividade foi obtido em Zolin (2010) e foi considerado constante para toda a área do município, pois não há postos suficientes na área de estudo que permitam a correta contabilização da variação espacial da chuva. Deste modo, o valor de R adotado foi de $9.083 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

4.3.10.4 Fator de erodibilidade dos solos (Fator K)

A erodibilidade do solo representa o efeito integrado dos processos que regulam a infiltração de água e a resistência do solo à desagregação e transporte de partículas subsequentes. Tais processos são influenciados pelas propriedades do solo, tais como: distribuição do tamanho das suas partículas; estabilidade estrutural; conteúdo de matéria orgânica; natureza dos minerais de argila e constituintes químicos, bem como os parâmetros do solo que afetam a sua estrutura, armazenamento e movimento da água em seu interior (LAL e ELLIOT, 1994). Em outras palavras, a erodibilidade dos solos refere-se à sua predisposição à erosão, e por ser governada pelos atributos intrínsecos do solo, sofrendo variações de acordo com o tipo de solo e com os diferentes tipos de manejo (SILVA et al. 2000).

No presente trabalho foram utilizados os valores propostos por Bertoni e Lombardi Neto (1990), apresentados na Tabela 39. Para tanto, o mapa pedológico das bacias foi reclassificado, em ambiente SIG, para os valores de erodibilidade.

Tabela 39. Valores de erodibilidade utilizados para as classes de solo encontradas na área de estudo

Classes de Solo	Erodibilidade ($\text{Mg.h.MJ}^{-1}.\text{mm}^{-1}$)
Latossolo Vermelho Amarelo, A moderado, textura média	0,0130
Argissolo Vermelho Amarelo, textura arenosa/média	0,0350
Cambissolo Háplico	0,0437

Fonte: Adaptado de Bertoni e Lombardi Neto (1990).

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
 Bairro Alto - Piracicaba - SP
 CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

4.3.10.5 Cálculo dos fatores comprimento de rampa (L) e graus de declive (S)

A intensidade da erosão hídrica é variável dependendo da rampa que a água percorre, através de suas características comprimento (L) e grau de declive (S). Esses dois efeitos são pesquisados separadamente, mas para aplicação na USLE, são analisados conjuntamente, constituindo o fator topográfico (LS) (FUJIHARA, 2002). O fator LS representa a relação esperada de perdas de solo por unidade de área, em um declive qualquer, comparada às perdas de solo correspondentes, em uma parcela unitária padrão de 25 metros de comprimento com 9% de declividade (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1990).

Para o cálculo do fator L foi utilizada a metodologia proposta em Desmet e Govers (1996). Nesta metodologia o cálculo do fator L é realizado em arquivos RASTER por meio de softwares de Sistema de Informação Geográfica (SIG) de acordo com as Equação 6.

$$L_{i,j} = \left[(A_{i,j} + D_2)^{m+1} - (A_{i,j})^{m+1} \right] / \left[X_{i,j}^m \cdot D^{m+2} \cdot (22,13)^m \right] \quad \text{Equação 6}$$

Em que:

$L_{i,j}$ = fator de comprimento de vertente de uma célula com coordenadas (i, j);

$A_{i,j}$ = área de contribuição de uma célula com coordenadas (i, j) (m^2);

D = tamanho da grade de células (m);

$x_{i,j}$ = valor da direção do fluxo; e, m: Coeficiente em função da declividade para grade de célula com coordenada (i,j).

O coeficiente “m” é obtido a partir de determinadas classes de declividade, como pode ser observado na Tabela 40.

Tabela 40. Valores do coeficiente “m” em função das classes de declive.

Declividade	m
S < 1%	0,2
1 < S < 3%	0,3
3 < S < 5%	0,4
S > 5%	0,5

O fator de declividade (S) foi obtido segundo a metodologia de Wischmeier e Smith (1978). A metodologia também foi aplicada em arquivos RASTER, em ambiente SIG, por meio da Equação 7.

$$S = 0,00654 \cdot s^2 + 0,0456 \cdot s + 0,065$$

Equação 7

Em que:

S é Fator de declividade (adimensional); e

s é Declividade média da vertente (%).

O fator topográfico (LS) foi então calculado pelo produto dos fatores L e S.

4.3.10.6 Elaboração dos mapas dos fatores de uso e manejo do solo (C) e práticas conservacionistas (P).

O fator de uso e manejo dos solos (Fator C) da USLE, expressa o quociente entre a perda de solo ocorrida em determinado sistema de manejo e aquela ocorrida num solo desprovido de cobertura (BERTOL *et al.* 2002). A densidade da cobertura vegetal é o princípio fundamental de toda proteção que se oferece ao solo, preservando-lhe a integridade contra os efeitos danosos da erosão. Portanto, a erosão do solo é tanto menor quanto mais densa for a vegetação que o recobre e protege (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1990).

No fator P estão incluídas as práticas conservacionistas de solo como, por exemplo, plantio em nível, plantio direto e terraceamento, refletindo os efeitos das práticas agrícolas que reduzem a quantidade e a taxa de escoamento de água superficial, isto é, a “enxurrada” e, assim, reduzem a quantidade de erosão.

Tanto o fator C como o fator P variam de zero a um, aproximando-se de zero, nos sistemas de manejo conservacionistas, e de um, nos sistemas não conservacionistas (BERTOL *et al.* 2002). Seguindo recomendações da Agência Nacional de Águas (ANA), constantes no manual operativo do “Programa Produtor de Água” (ANA, 2008), foram determinados os fatores C e P correspondentes a cada classe de uso e ocupação do solo,

cujo respectivo mapa temático foi reclassificado para os valores de Φ (produtório entre os fatores C e P) apresentados na Tabela 41.

Tabela 41. Fatores C e P considerados na USLE.

Classe de uso e ocupação do solo	Fator C	Fator P	Φ
Vegetação Nativa	0,005	1,000	0,005
Reflorestamento	0,050	1,000	0,050
Pastagem Degradada	0,250	1,000	0,250
Outros Usos (Culturas Anuais)	1,00	1,000	1,000
Área Urbana	0,000	0,000	0,000

Em que Φ representa a multiplicação dos Fatores C e P. Fonte: ANA (2008)

4.3.10.7 Classificação das perdas de solo por erosão

Seguindo a metodologia proposta por Zolin (2010) e buscando aprimorar o efeito didático dos mapas, os pixels de cada RASTER resultante foram divididos em “Classes de Tolerância de Perdas por Erosão”, nas quais os limites mínimos e máximos de tolerância a serem respeitados eram: Classe 1 (0 ton/ha/ano), Classe 2 (0,001 a 1 ton/ha/ano); Classe 3 (1 a 10 ton/ha/ano); Classe 4 (10 a 50 ton/ha/ano); Classe 5 (50 a 100 ton/ha/ano); e Classe 6 (100 a 1000 ton/ha/ano).

4.3.10.8 Cálculo do Potencial Natural de Erosão - PNE

Como dito anteriormente, o PNE consiste na determinação do potencial de erodibilidade do solo nu, ou seja, considera apenas os fatores inerentes ao meio físico, não contemplando a cobertura do solo e manejo (fator C) e o emprego de práticas de conservacionista (fator P). A seguir a Figura 6.1 apresenta o mapa de PNE, obtido através da aplicação da USLE em sua forma modificada (Equação 4) .

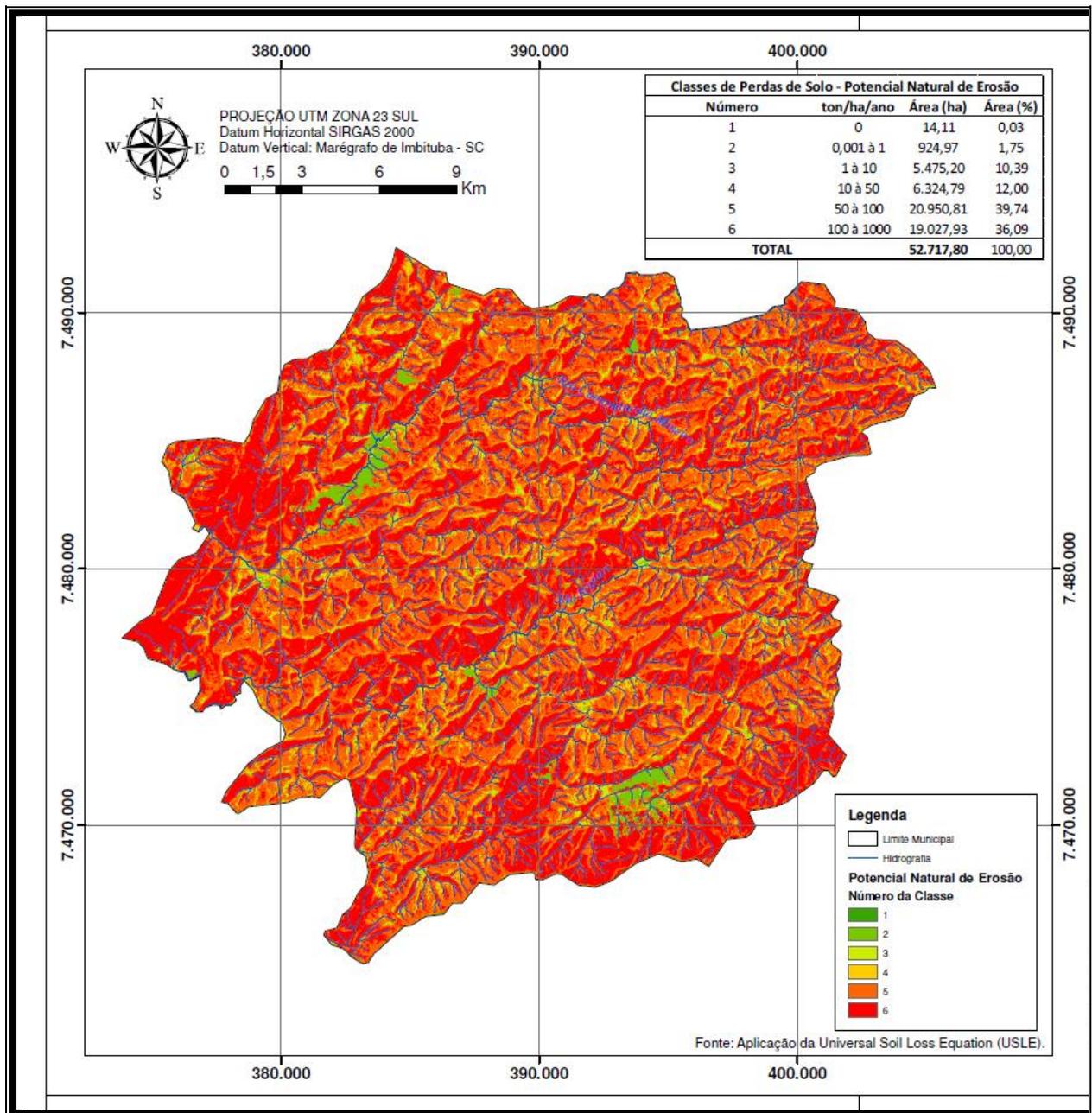


Figura 43. Mapa do Potencial Natural de Erosão no município de Camanducaia-MG.

4.3.10.9 Cálculo da Expectativa de Perda de solo

Ao inserirmos a figura do homem ao processo, buscamos entender não apenas o meio natural, mas, sim, o meio de acordo com um determinado uso que o homem faz dele. Nesse sentido, buscou-se determinar a Expectativa de Perda de Solo (EPS) através da

multiplicação dos valores de PNE pelos fatores de atenuação dos processos erosivos (C e P), determinando as reais perdas de solo do município.

O fator C é estimado com base na cobertura vegetal e representa o efeito combinado de todas as relações das variáveis de cobertura e manejo que incluem: tipo de vegetação, stande (população), desenvolvimento (estádio da cultura), época do ano e manejo cultural. Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1990), a densidade da cobertura vegetal é o princípio fundamental de toda proteção que se oferece ao solo, preservando-lhe a integridade contra os efeitos danosos da erosão. Já o fator de práticas conservacionistas (P) da USLE pretende refletir os efeitos de práticas conservativas na alteração do escoamento superficial e, conseqüentemente, na redução da erosão.

Para o cálculo da EPS em ambiente SIG, o RASTER de uso e ocupação do solo reclassificado foi cruzado com o RASTER de PNE. A seguir a Figura 44 apresenta o mapa de EPS para o município de Camanducaia.

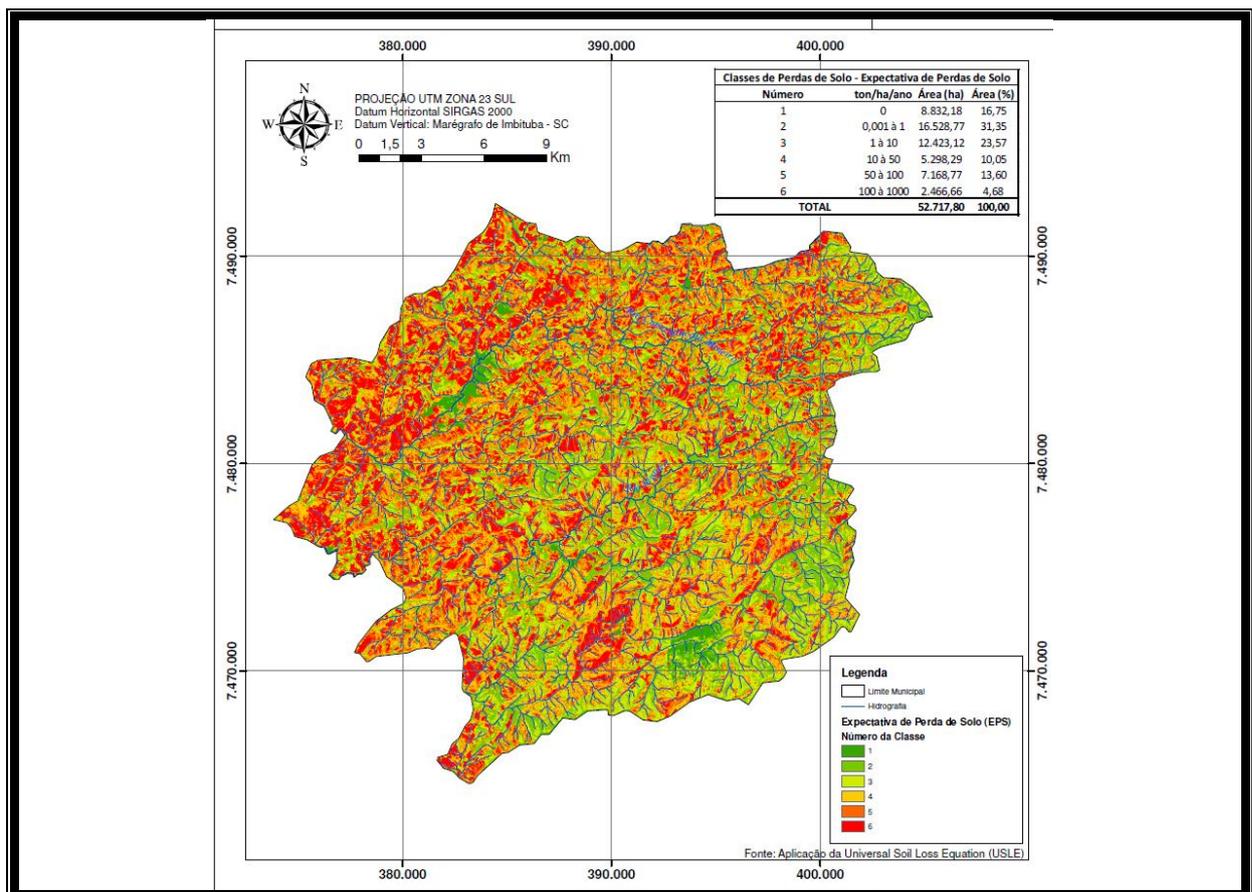


Figura 44. Mapa da Expectativa da Produção de Sedimentos na área do município de Camanducaia.

O conhecimento do efeito da variação no uso da terra sobre o movimento de sedimentos e água em bacias hidrográficas é muito importante para a tomada de decisões no meio agrícola, possibilitando a escolha pelo uso mais apropriado para a realidade de cada área e o emprego de técnicas de manejo específicas para cada situação.

Segundo Beuselinck (2000), parte do sedimento que é produzido durante os períodos de tormentas é parcialmente depositado nas sub-bacias, mas uma considerável parte é transportada para a foz (saída) pelo sistema de drenagem. O transporte de sedimentos para a rede de drenagem é complexo, devido à influência de muitos processos como a erosão do solo, transporte de sedimentos e deposição dentro da bacia (Gburek et al., 2000).

De acordo com Carvalho (1994), o comportamento de uma bacia em relação ao sedimento é muito variável desde as partes mais altas até as planícies, dependendo das rochas e solos, da cobertura vegetal, das declividades, do regime de chuvas, bem como de diversos outros fatores. De um modo geral, na parte alta da bacia há maior erosão e transporte de sedimentos. Na parte baixa da bacia, normalmente há menor taxa de erosão, ocorrendo formação de depósitos com forte processo de agradação.

A principal vantagem do uso do SIG para modelar a perda de solos é a habilidade para analisar a variabilidade espacial do potencial de erosão em bacia hidrográficas, com base na influência de fatores como a declividade, tipo de solo, uso da terra, precipitação, entre outros. Entretanto, é importante considerar algumas das limitações na representação e interpretação quantitativa dos resultados, com maior atenção devendo ser direcionada para os resultados qualitativos.

Essa integração de modelos e SIG pode servir como base para avaliar o potencial erosivo de bacias hidrográficas e, por meio da simulação de cenários, propor práticas alternativas de manejo que visem a conservação e manutenção do solo agrícola. Deste modo, com a atenuação dos processos erosivos, entende-se que a preservação dos recursos hídricos está garantida, uma vez que, os sedimentos oriundos de erosões hídricas constituem-se no pior contaminante de rios e lagos.

Em relação ao município de Camanducaia, o mapa da EPS indicou uma expectativa muito menor que o potencial, haja visto que o Mapa do Potencial Natural de erosão (PNE) indicou que cerca de 75% do município apresenta potencial natural para perdas maiores que 50 ton/ha/ano, enquanto que o mapa de expectativa indicou apenas 18,28% do município nesta faixa de perda de solo.

4.3.11 Qualidade do Ar

Não foram encontrados dados relativos a qualidade do ar na porção mineira das Bacias PCJ. Desta forma, a análise deste item fica prejudicada.

4.3.12 Biodiversidade

4.3.12.1 Flora

➤ Floresta Estacional Semidecidual

Esta região é conhecida por possuir formações originais de Floresta Estacional Semidecidual e cuja ocorrência se dá, principalmente, na região de Toledo, Itapeva, Extrema, nas porções centro-norte de Camanducaia e nas regiões de Luminosa e Paraisópolis, apesar de estes dois últimos municípios não pertencerem à Bacia PJ.

Esta formação se caracteriza pela caducifolia em 20 a 50% dos indivíduos durante o período de maior estiagem sendo grande a presença de lianas, enquanto as epífitas são menos freqüentes.

Dentre as espécies que caracterizam esta tipologia vegetal está o angico *Anadenanthera peregrina* e o jacarandá-tã *Machaerium villosum*, ambas pertencentes à família leguminosa que, de forma geral, está bem mais presente nas formações estacionais que nas demais.

Dentre as formações originais da região, a Floresta Estacional Semidecidual é a que se encontra mais impactada, por estar localizada sobre terrenos menos declivosos e em áreas de maior densidade humana. Os fragmentos remanescentes se concentram, em geral, nos topos de morros e encostas íngremes. Estes, em sua maioria, estão em estágios secundários, já tendo sido retirado grande volume de madeira, lenha e sofrido derrubadas para formação de áreas agrícolas no passado. Sua área de ocorrência é onde atualmente estão localizadas as propriedades agrícolas mais produtivas, relacionadas a bataticultura e pecuária.

➤ **Floresta Ombrófila Mista**

A Floresta Ombrófila Mista tem no pinheiro *Araucaria angustifolia* seu principal elemento, sendo por isto, também conhecida como mata de araucária. Sua principal área de ocorrência no Brasil é o planalto paranaense, mas existem indícios paleontológicos que em períodos de clima mais frio do Pleistoceno a araucária estendia-se até o nordeste. Nos tempos atuais, com a retração de sua zona de abrangência, restaram alguns pontos isolados onde o clima frio ainda persiste. Entre eles, está a serra da Mantiqueira.

Na Bacia PJ esta floresta ocorre de duas formas: Florestas naturais e florestas plantadas. Como muitos plantios podem ter ocorrido em tempos diferentes e em extensões que podem ter variado de poucas árvores a grandes áreas, incluindo diversas fileiras de araucárias observadas em divisas de terrenos e de pastagens, não se tem idéia precisa de seu limite original. Soma-se ainda a possibilidade de plantio por povos pré-coloniais e dispersões naturais a partir das árvores plantadas, o que resultou na grande quantidade de árvores. Ambientes naturais de floresta de araucária apenas foram observados em margens dos cursos d'água, constituindo as matas ribeirinhas, que neste caso recebem o nome de Floresta Ombrófila Mista Aluvial.

Em geral, a araucária está associada à elevada umidade e temperaturas baixas, características que predominam na serra da Bocaina e entre Monte Verde e Gonçalves, o que favorece a ocorrência deste tipo de floresta ao longo das margens dos cursos d'água desta região da bacia.

➤ **Reflorestamentos**

Os reflorestamentos ocupam, principalmente, a porção leste da bacia, próximo a Monte Verde, havendo ainda grandes agrupamentos na região das cabeceiras do rio Sapucaí-Mirim e áreas disjuntas formadas por pequenos plantios de eucaliptos em diversas propriedades agrícolas.

Todas as áreas de plantio de árvores situadas na região pertencem à empresa Melhoramentos, a qual produz polpa de celulose com esta matéria prima.

A principal espécie utilizada nestes plantios é o pinheiro *Pinus patula*, mas existem diversos talhões com outras árvores, a exemplo de *Araucaria angustifolia*, *Araucária bituillii*, *Cunninghamia laceolata*, *Pinus spp.*, *Cupressus sp.*, *Eucalyptus spp.*, etc.

Os pequenos plantios de eucaliptos existentes em diversas propriedades são resultantes de fomentos governamentais, através do IEF, e de parcerias com indústrias

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

interessadas em adquirir a madeira. Além de diversificar as fontes de renda da propriedade agrícola, dependendo da localização desses plantios, eles fornecem algum suporte à fauna e funcionam como corredores de ligação entre fragmentos de florestas nativas, permitindo a circulação de animais de extensa área de uso e a troca genética entre populações.

4.3.12.2 Fauna

➤ **Mastofauna**

A mastofauna da região conserva uma significativa fração de sua comunidade original de mamíferos, mesmo que inserida numa paisagem fragmentada. É certo que muitas destas espécies demonstram certa capacidade de se adequar ao ambiente fragmentado, indicando uma plasticidade no uso de todos os habitats de forma cumulativa (fragmentos florestais, monoculturas, pomares, pastagens, entre outras). Nesse sentido, toda e qualquer interferência nessas áreas pode acarretar diversas conseqüências negativas para mastofauna, sendo justo, por essa razão, que uma série de cuidados sejam tomados antes, durante e após a implantação de qualquer atividade impactante na região.

Das espécies registradas, consideram-se endêmicas do bioma Floresta Atlântica o bugio-ruivo (*Alouatta guariba*), sauá (*Callicebus nigrifrons*), sagüi (*Callithrix aurita*) e muriqui (*Brachyteles hypoxanthus*) (Fonseca et al., 1996; Fonseca et al., 1999). Em geral essas espécies possuem populações pequenas, destacando-se o fato de todas serem arborícolas.

Os mamíferos introduzidos, voluntária ou involuntariamente, pelo homem são um problema, pois tendem a serem espécies mais generalistas e vigorosas e sua entrada em sistemas não alterados pode levar a mudanças indesejáveis, incluindo a possível extinção local de animais indígenas que utilizem recursos similares.

➤ **Aves**

O sul de Minas Gerais é ainda pouco estudado do ponto de vista ornitológico ou avifaunístico. Especificamente na área da bacia, há o registro de uma espécie ameaçada citada para Camanducaia (Andrade 1991) e registros de 60 espécies para outra área, situada na região de Monte Verde (Bencke et al. 2006).

De acordo com os Relatórios Parciais do Plano de Gestão da APA “Fernão Dias”, existem na região 14 espécies ameaçadas de extinção. São elas: o uru (*Odontophorus*

capueira), jacuaçu (*Penelope obscura*), gavião-pega-macaco (*Spizaetus tyrannus*), apuim-de-costas-pretas (*Touit melanonotus*), cuiú-cuiú (*Pionopsitta pileata*), papagaio-de-peito-roxo (*Amazona vinacea*), sabiá-cica (*Trichloria malachitacea*), pica-pau-rei (*Campephilus robustus*), choquinha-da-serra (*Drymophila genei*), tropeiro-da-serra (*Lipaugus lanioides*), pavó (*Pyroderus scutatus*), caneleirinho-de-chapéu-preto (*Piprites pileata*), canário-da-terra-verdadeiro (*Sicalis flaveola*) e pixoxó (*Sporophila frontalis*).

➤ **Répteis**

Em se tratando de uma região com vocação turística e cuja visitação em ecossistemas naturais é intensa, merece destaque a existência de espécies peçonhentas de serpentes e outros animais. Dentre as primeiras, a principal espécie a ser mencionada compreende a jararaca comum (*Bothrops jararaca*) que, em conjunto com outra espécie do mesmo gênero (*Bothrops neuwiedi*), habita com certa frequência os remanescentes florestais regionais, sendo ambas as maiores responsáveis pela casuística de acidentes ofídicos existentes na porção sudeste do Brasil. Além dessas, outras espécies de grande interesse compreendem a cascavel (*Crotalus durissus*), encontrada principalmente nas regiões alteradas da floresta estacional e as corais-verdadeiras *Micrurus frontalis* e *M. corallinus*. Estas duas espécies, em particular, parecem segregar-se mutuamente na região, sendo que a primeira conta com registros para as porções mais elevadas da bacia e, a segunda, para áreas de remanescentes de floresta estacional das porções mais baixas.

➤ **Ictiofauna**

De acordo com um levantamento de campo realizado na elaboração do Relatórios Parciais do Plano de Gestão da APA “Fernão Dias” para identificação da ictiofauna presente nos rios da região, verificou-se a maior ocorrência das espécies lambari e barrigudinho. Essa ocorrência justifica-se por serem espécies generalistas que se adaptam bem a diferentes tipos de ambientes.

Os pontos que apresentaram maior riqueza de espécies foram os pontos localizados nos rios e córregos Jaguari (Extrema) e do Campestre (Toledo). No entanto, a baixa frequência dos mesmos sugere que os cursos d’água encontram-se profundamente alterados.

Esgotos lançados nos corpos d'água, lixo, descaracterização e perda de ecossistemas e introdução de espécies exóticas são alguns dos fatores que mais afetam a sustentabilidade da diversidade biótica do local.

Dentre o levantamento efetuado foi identificada apenas uma espécie migradora: a tabarana (*Salminus hilarii*).

A ictiofauna da bacia apresenta-se em um estado homogêneo de desgaste. Mesmo não tendo sido feito um levantamento rigoroso das espécies de peixes, o número de espécies encontradas, de indivíduos por espécies, de indivíduos por ponto e as espécies em si estão abaixo do esperado.

5 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO ATUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS.

Neste tópico do trabalho, os estudos são direcionados para o conhecimento das características das Bacias Hidrográficas existentes no município, que são apresentadas a seguir:

5.1 Apresentação das bacias hidrográficas

O município de Camanducaia foi dividido pela equipe de hidrologia da Irrigart em 10 Bacias Hidrográficas, conforme apresentado na Tabela 42 e ilustrada na Figura 45. O mapa em escala compatível com a interpretação pode ser observado no **Anexo 02.557/12**.

Tabela 42. Bacias Hidrográficas do município de Camanducaia.

Bacias Hidrográficas Municipais	Área (ha)
BH dos Afluentes do Rio Atibaia	493,85
BH do Ribeirão Cancã ou da Cachoeirinha	3.880,88
BH do Baixo Jaguari	5.115,38
BH do Ribeirão dos Poncianos	9.930,03
BH do Médio Jaguari	6.600,67
BH do Córrego do Paiolzinho	4.515,81
BH do Córrego dos Pericós	3.904,82
BH do Alto Camanducaia Mineiro	10.076,90
BH dos Afluentes do Rio Sapucaí-Mirim	2.955,55
BH do Córrego da Cachorra	5.243,91
TOTAL	52.717,80

Esta divisão hidrológica das bacias hidrográficas foi aprovada pelos técnicos da Prefeitura Municipal, durante reunião realizada no mês de Novembro/2012, no município de Camanducaia.

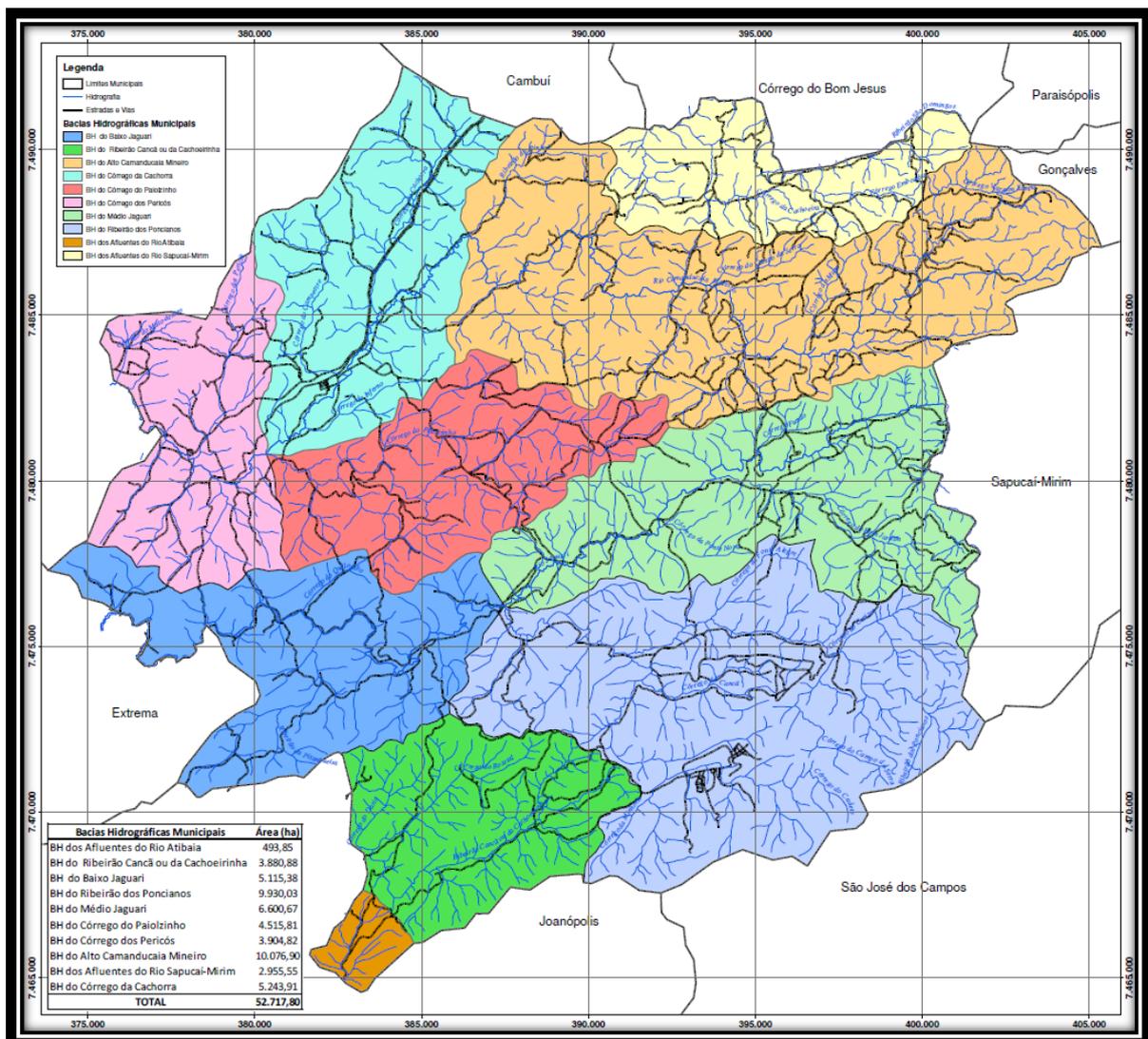


Figura 45. Mapa da divisão hidrológica do município de Camanducaia-MG.

5.1.1 Nascentes e APP's (Áreas de Preservação Permanente).

O estudo das nascentes e áreas de preservação permanente realizado nesta fase do trabalho, com precisão de 1:50.000 tem como objetivo principal indicar o grau de conservação destas áreas, fundamentais para a conservação dos recursos hídricos.

Ressalta-se que as drenagens e nascentes identificadas (identificação visual com maior precisão) e consideradas neste estudo referem-se às visíveis na imagem de satélite com resolução espacial de 5 metros, datada de Setembro e Outubro/2011 (Imagem RapidEye).

As áreas de preservação permanente aqui consideradas referem-se apenas a faixa marginal dos cursos d'água (30 metros, na grande maioria dos casos), raio de 50 metros

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

nas nascentes identificadas e áreas com declividade maiores que 45°. Não foram considerados neste estudo as APP's definidas por topo de morro. Com base na digitalização de toda a rede de drenagem no município de Camanducaia, chegou-se a alguns números:

- O município de Camanducaia possui aproximadamente 1.211 km lineares de cursos d'água.
- O município de Camanducaia possui (mapeados na escala 1:50.000) cerca de 1.432 nascentes, ou um índice de 2,71 nascentes por km².
- A área de preservação permanente inserida no município de Camanducaia soma aproximadamente 8.500 ha, ou cerca de 16% do território e do número de nascentes encontradas nas bacias hidrográficas.
-

Tabela 43. Síntese dos dados de comprimento do talvegue e nascentes nas bacias hidrográficas existentes no município de Camanducaia.

ID	Nome	AD (ha)	Comprimento do Talvegue (km)	Nascentes (N° Nascentes)
1	BH dos Afluentes do Rio Atibaia	493,85	16	17
2	BH do Ribeirão Cancã ou da Cachoeirinha	3.880,88	102	127
3	BH do Baixo Jaguari	5.115,38	103	121
4	BH do Ribeirão dos Poncianos	9.930,03	243	247
5	BH do Médio Jaguari	6.600,67	168	186
6	BH do Córrego do Paiolzinho	4.515,81	105	116
7	BH do Córrego dos Pericós	3.904,82	72	99
8	BH do Alto Camanducaia Mineiro	10.076,90	236	278
9	BH dos Afluentes do Rio Sapucaí-Mirim	2.955,55	70	99
10	BH do Córrego da Cachorra	5.243,91	97	142

As informações apresentadas na Tabela 43 estão sintetizadas na Figura 46 e na Figura 47. Analisando as figuras, nota-se que a Bacia Hidrográfica que apresenta a maior quantidade (absoluta) de cursos d'água, em termos de comprimento é a bacia hidrográfica do Ribeirão dos Poncianos. Já em relação ao número de nascentes, o Alto Camanducaia Mineiro apresentou o maior número de nascentes (278), seguido do Ribeirão dos Poncianos (247).

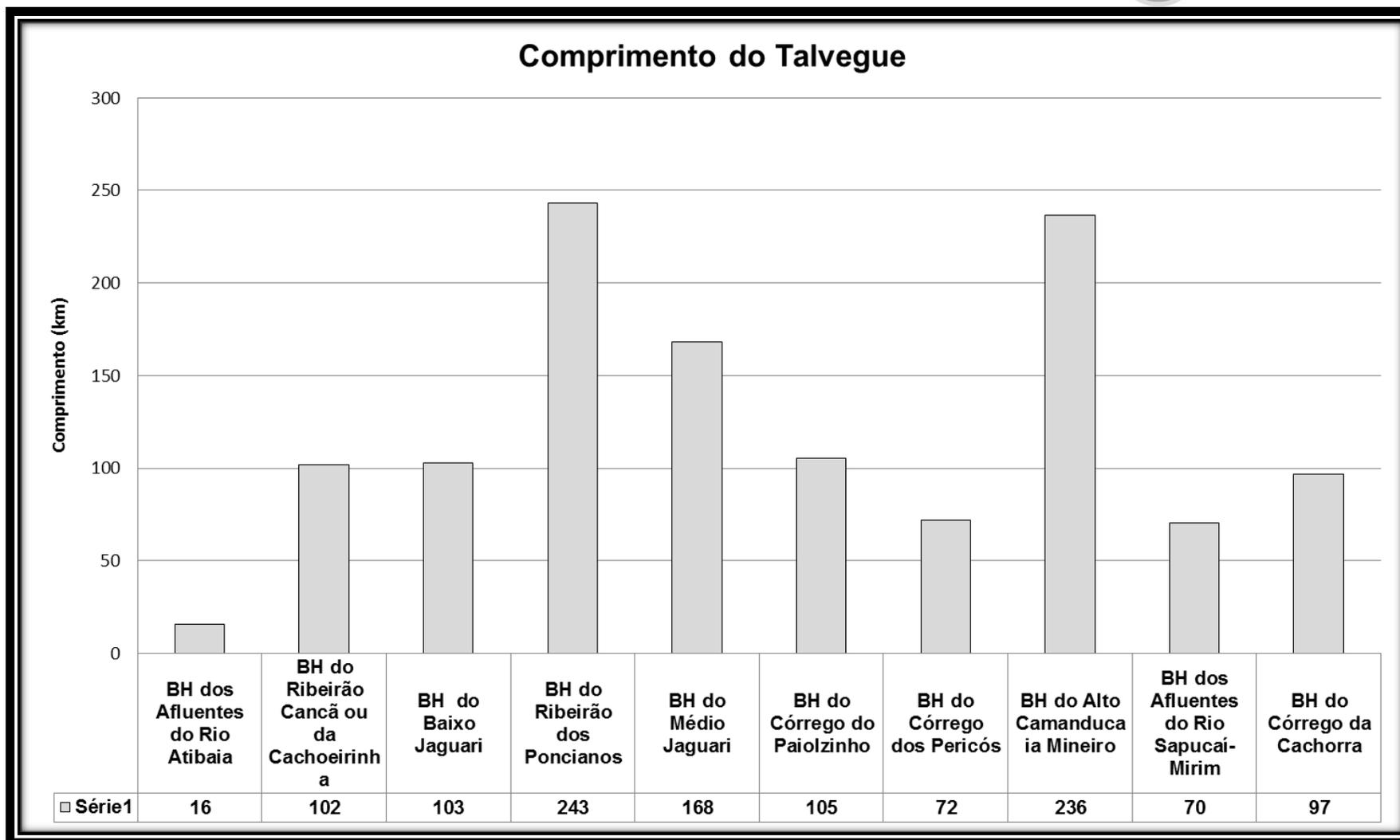


Figura 46. Comprimento de talvegue das Bacias Hidrográficas, em km.

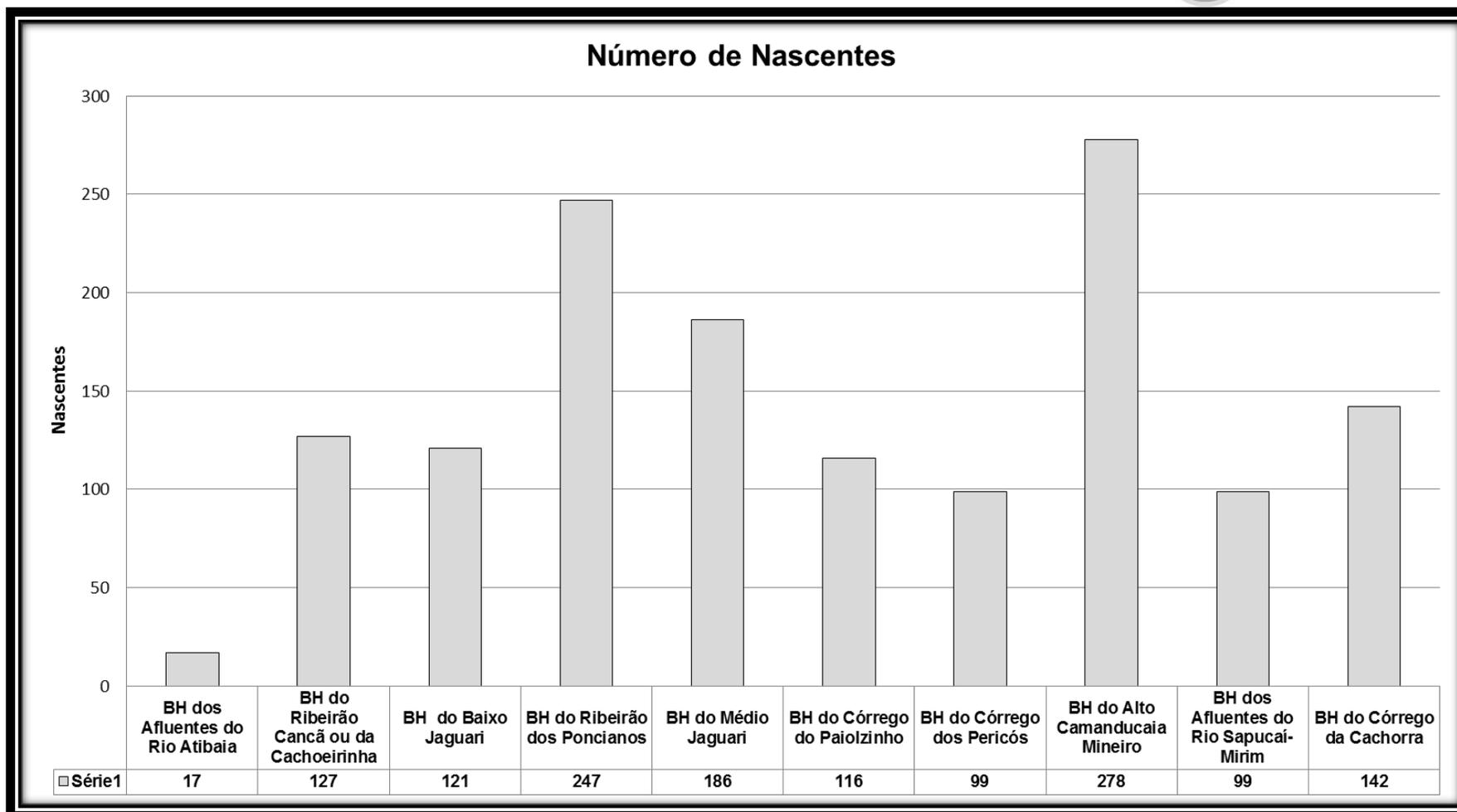


Figura 47. Número de nascentes nas Bacias Hidrográficas.

Além dos números absolutos de nascentes e do comprimento do talvegue, é fundamental relativizar estes dados, isto é, a partir de criação de alguns índices específicos podemos comparar as bacias, sem cometer erros devido ao tamanho das mesmas. Desta forma, foram estudados os seguintes parâmetros:

- Número específico de nascentes (n° Nascentes por km^2): estabelece a quantidade de nascentes por unidade de área, no caso, quilômetros quadrados.

- Relação Área de APP/Área Total: este índice tem por objetivo determinar um percentual de cada bacia hidrográfica em APP. Esta relação é intimamente ligada ao comprimento do talvegue, uma vez que quanto maior a quantidade de cursos d'água, maior serão as áreas de preservação permanente.

A Tabela 44 apresenta uma síntese das APP's por sub-bacia, bem como a relação entre a área de APP e a área total (no município). Estes dados são sintetizados na Figura 48.

Tabela 44. Áreas de Preservação Permanente divididas por bacia hidrográfica.

ID	Nome	Área total (ha)	Área de APP (ha)	Relação Área de APP / Área Total
1	BH dos Afluentes do Rio Atibaia	493,85	91,41	18,51%
2	BH do Ribeirão Cancã ou da Cachoeirinha	3.880,88	672,80	17,34%
3	BH do Baixo Jaguari	5.115,38	741,88	14,50%
4	BH do Ribeirão dos Poncianos	9.930,03	1584,04	15,95%
5	BH do Médio Jaguari	6.600,67	1105,45	16,75%
6	BH do Córrego do Paiolzinho	4.515,81	718,30	15,91%
7	BH do Córrego dos Pericós	3.904,82	575,60	14,74%
8	BH do Alto Camanducaia Mineiro	10.076,90	1655,17	16,43%
9	BH dos Afluentes do Rio Sapucaí-Mirim	2.955,55	519,55	17,58%
10	BH do Córrego da Cachorra	5.243,91	778,79	14,85%

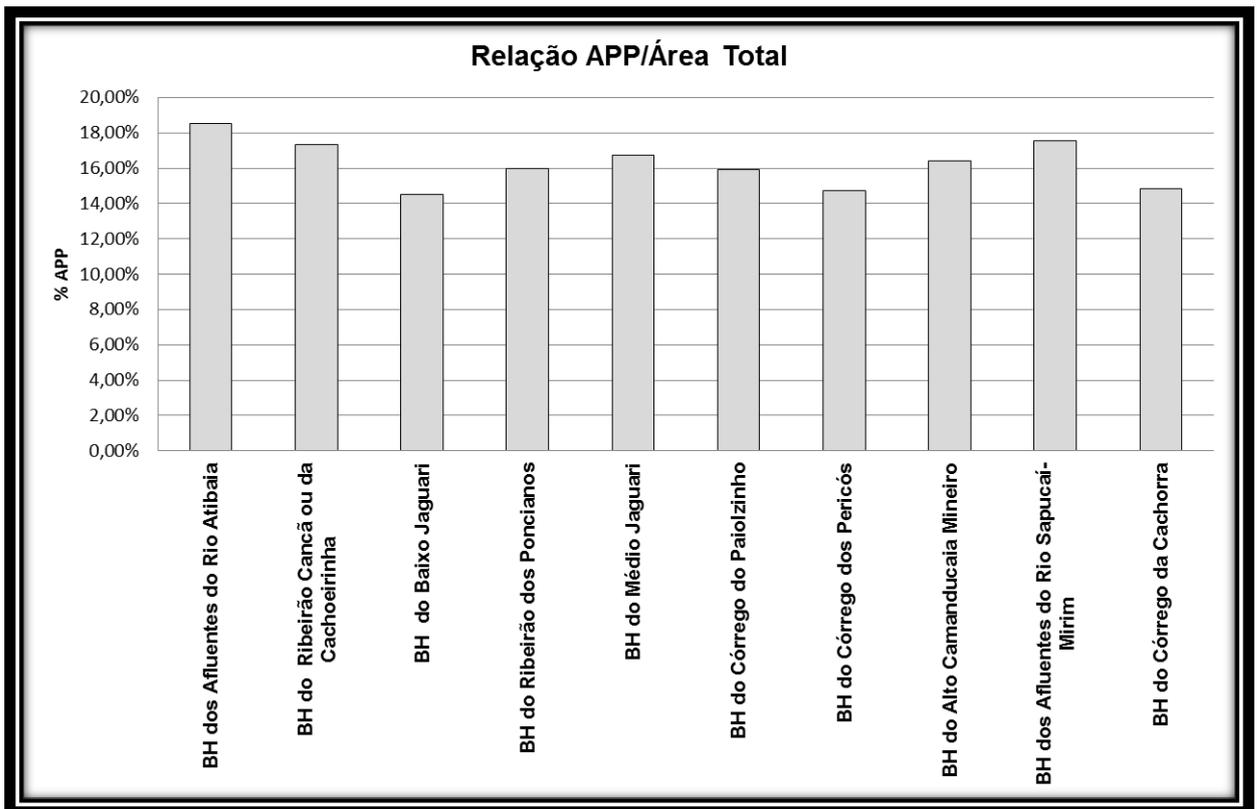


Figura 48. Relação de áreas de APP x Área Total.

Em termos relativos, a comportamento da bacias hidrográficas em relação às APP's é bastante similar, variando entre 14,50 e 18,50% da área.

A Figura 48 apresenta a relativização do número de nascentes, através do número específico de nascentes, conforme apresentado na **Tabela 45**.

Tabela 45. Áreas de preservação Permanente divididas por bacias hidrográficas.

ID	Nome	Nascentes no município	Total de nascentes na BH (nº/km ²)
1	BH dos Afluentes do Rio Atibaia	17	3,44
2	BH do Ribeirão Cancã ou da Cachoeirinha	127	3,27
3	BH do Baixo Jaguari	121	2,37
4	BH do Ribeirão dos Poncianos	247	2,49
5	BH do Médio Jaguari	186	2,82
6	BH do Córrego do Paiolzinho	116	2,57
7	BH do Córrego dos Pericós	99	2,54
8	BH do Alto Camanducaia Mineiro	278	2,76
9	BH dos Afluentes do Rio Sapucaí-Mirim	99	3,35
10	BH do Córrego da Cachorra	142	2,71

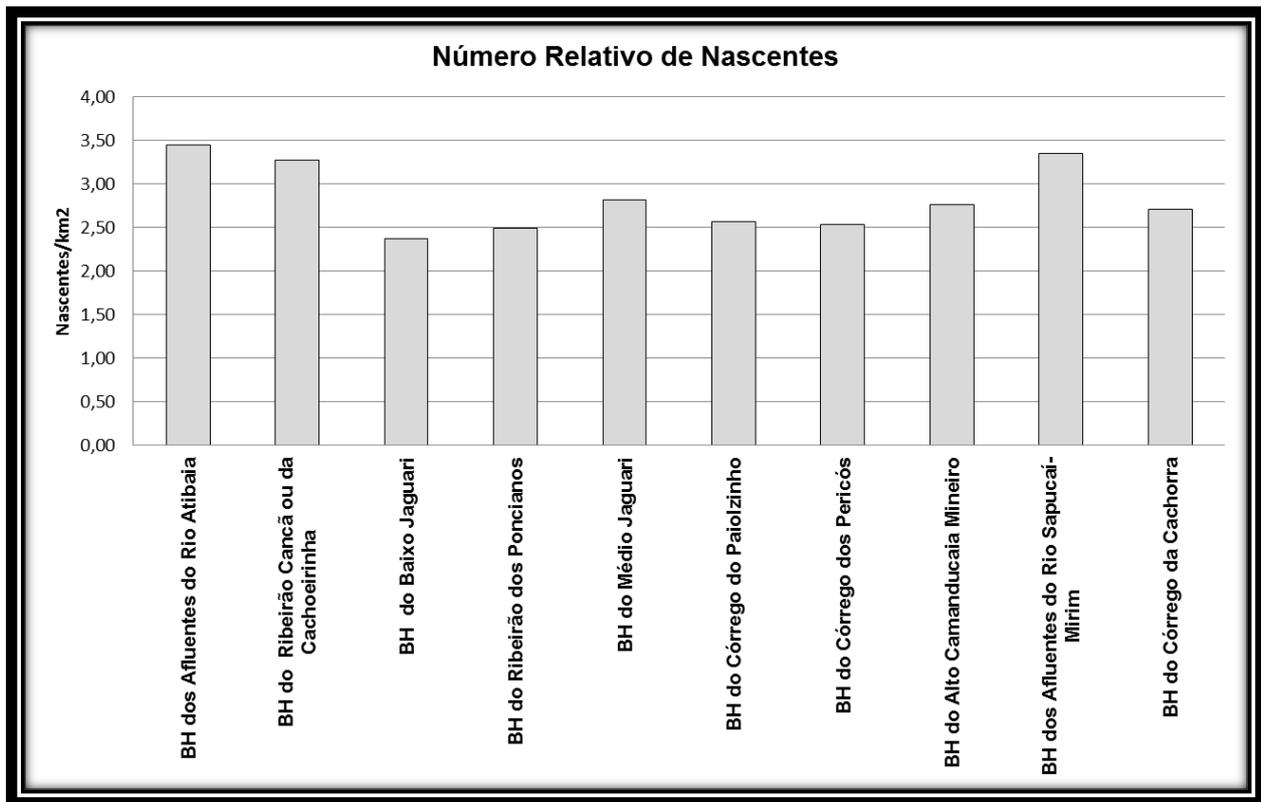


Figura 49. Numero relativo de nascentes.

Em termos relativos, as bacias hidrográficas que apresentam a maior quantidade de nascentes, são os afluentes do Rio Atibaia e os afluentes do Rio Sapucaí-Mirim. Isto se dá por representarem a região de cabeceiras destas duas bacias hidrográficas. De uma maneira geral, todas as bacias possuem valores de nascentes relativos próximos a média do município, de 2,71 nascentes/km².

5.1.2 Índices Fisiográficos da Bacia

Na Tabela 46 são apresentados os principais índices fisiográficos das bacias hidrográficas. Nota-se que para as bacias dos afluentes do Rio Atibaia e dos afluentes do Rio Sapucaí-Mirim, esta análise não foi realizada pois estas bacias unem vários pequenos tributários destes dois cursos d'água principais.

Tabela 46. Principais índices fisiográficos das bacias hidrográficas.

N° de ordem	Nome da Bacia Hidrográfica	AD (ha) ¹	P Bacia (km) ²	Comprimento L.Axial (km) ³	Índices Fisiográficos da Bacia		
					KF ⁴	KC ⁵	DD ⁶ (km.km ⁻²)
1	Afluentes do Rio Atibaia	493,85		-	-	-	-
2	Ribeirão Cancã ou da Cachoeirinha	3.880,88	45,9976	2,9685	0,779394	0,852589	2,6209
3	Baixo Jaguari	5.115,38	51,8736	20,9061	0,440028	1,814226	2,004882
4	Ribeirão dos Poncianos	9.930,03	48,6387	20,3156	0,6	1,468474	2,448332
5	Médio Jaguari	6.600,67	34,6846	20,5076	0,271436	1,688819	2,549296
6	Córrego do Paiolzinho	4.515,81	33,5672	16,1581	0,402505	1,456009	2,327056
7	Córrego dos Pericós	3.904,82	58,6297	8,65693	0,322937	1,727432	2,399882
8	Alto Camanducaia Mineiro	10.076,90	-	31,1977	0,277778	1,64759	2,345763
9	Afluentes do Rio Sapucaí-Mirim	2.955,55	34,1922	-	-	-	
10	Córrego da Cachorra	5.243,91	92,31	15,9403	0,472959	1,331968	1,840525

1) AD = Área de drenagem, em ha.
2) P.Bacia – Perímetro da bacia (km)
3) Comprimento L.Axial – Comprimento Axial do Talvegue principal. (km)
4) KF – fator de forma
5) KC – índice de compacidade da bacia
6) DD – Densidade de drenagem.

5.2 Uso do Solo nas bacias hidrográficas

Neste capítulo, os dados relativos ao uso do solo no município de Camanducaia, bem como nas APP's existentes no município são separados por bacias hidrográficas, isto é, elaborou-se um diagnóstico do uso do solo para cada uma das dez bacias hidrográficas existentes no município, conforme apresentado a seguir.

5.2.1 Afluentes do Rio Atibaia

A subbacia dos afluentes do Rio Atibaia estão localizados na região sul do município de Camanducaia (ver Figura 50). São afluentes da margem esquerda do Rio Atibaia. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia estão descritos na Tabela 47.

Tabela 47. Uso do solo na subbacia dos afluentes do rio Atibaia.

Sub-bacia	Afluentes do Rio Atibaia			
	Área total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	493,85		91,41	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	243,90	49,39	49,73	54,41
Reflorestamento	0,00	0,00	0,00	0,00
Pastagem	249,94	50,61	41,68	45,59
Outros Usos	0,00	0,00	0,00	0,00
Área Urbana	0,00	0,00	0,00	0,00

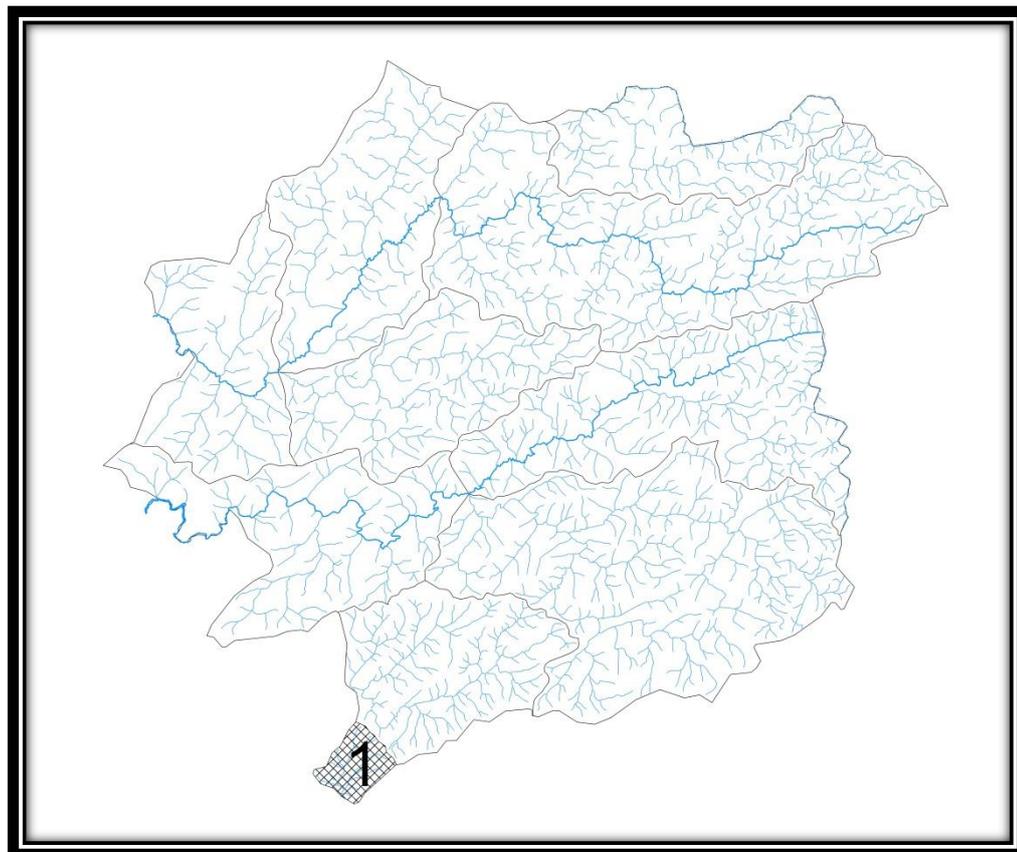


Figura 50. Localização da bacia hidrográfica dos Afluentes do Rio Atibaia em relação ao município de Camanducaia.

Como se nota na Tabela 47, esta bacia hidrográfica não possui nenhuma parcela de área de ocupação urbana, reflorestamento e outros usos. A ocupação predominante nesta bacia é a pastagem (50,61%), seguida de vegetação nativa (49,39%).

A Figura 51 e a Figura 52 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

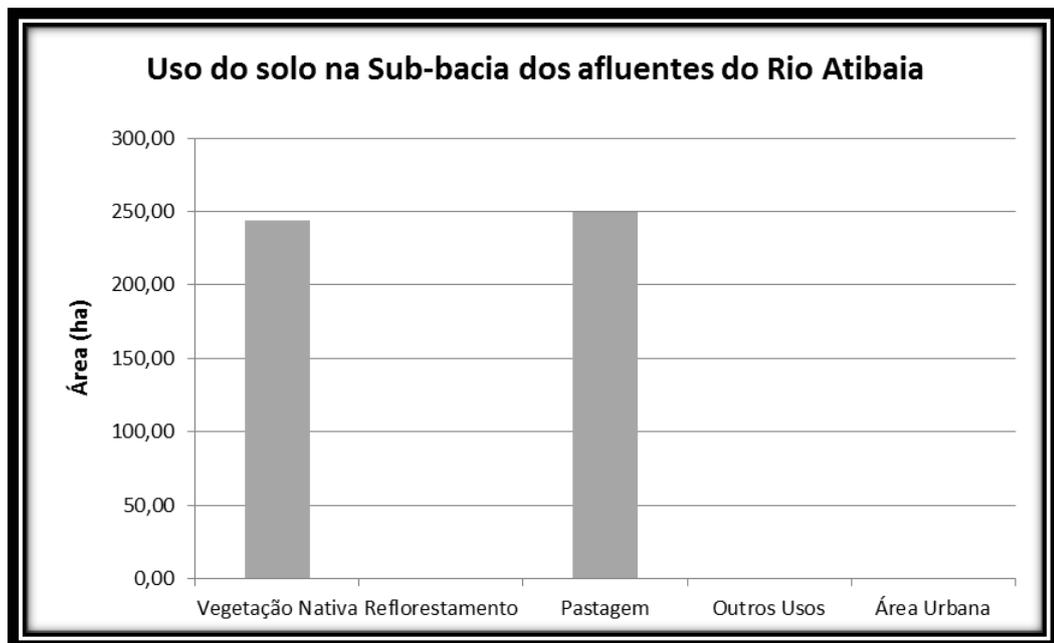


Figura 51. Uso do solo na Subbacia dos afluentes do rio Atibaia

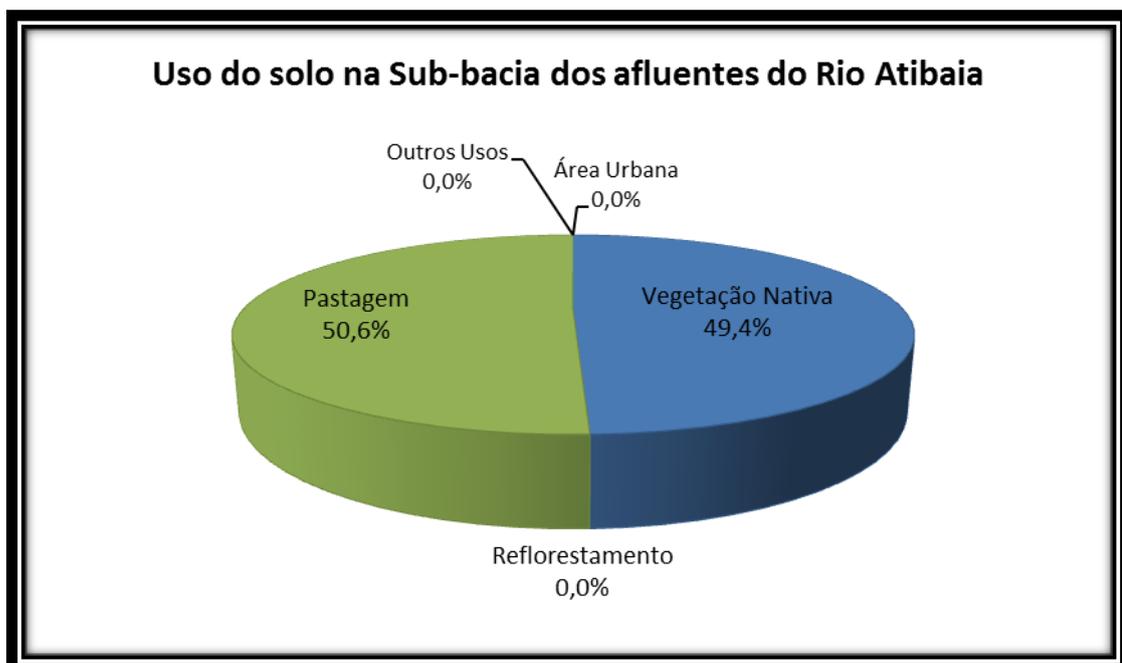


Figura 52. Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia dos afluentes do rio Atibaia

Os dados apresentados na Tabela 47 demonstram que as áreas de vegetação nativa representam quase 55% da APP total, seguida por áreas de pastagens, que ocupam 45% da APP desta bacia. Pode-se dizer que a bacia está em bom estado de conservação. A vegetação nativa é um dos principais indicadores a serem considerados no planejamento ambiental, pois “é a partir dela que muitos problemas serão amenizados ou resolvidos e, portanto, a cobertura vegetal, tanto em termos qualitativo como quantitativo e também sua distribuição espacial no ambiente urbano, devem ser cuidadosamente considerados na avaliação da qualidade ambiental”. (NUCCI, 2001, p.61). A Figura 53 e a Figura 54 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.

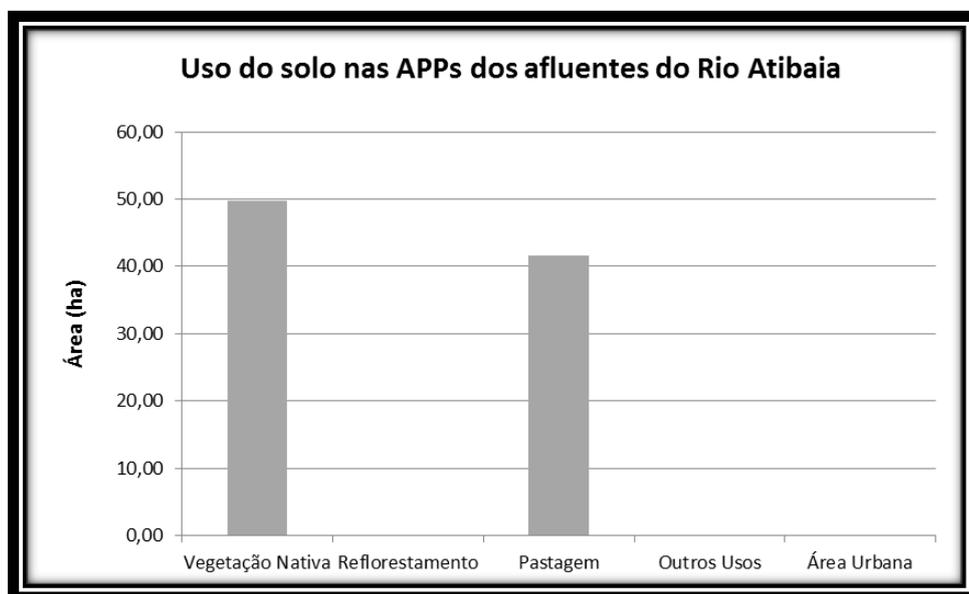


Figura 53. Uso do solo nas APPs dos afluentes do rio Atibaia

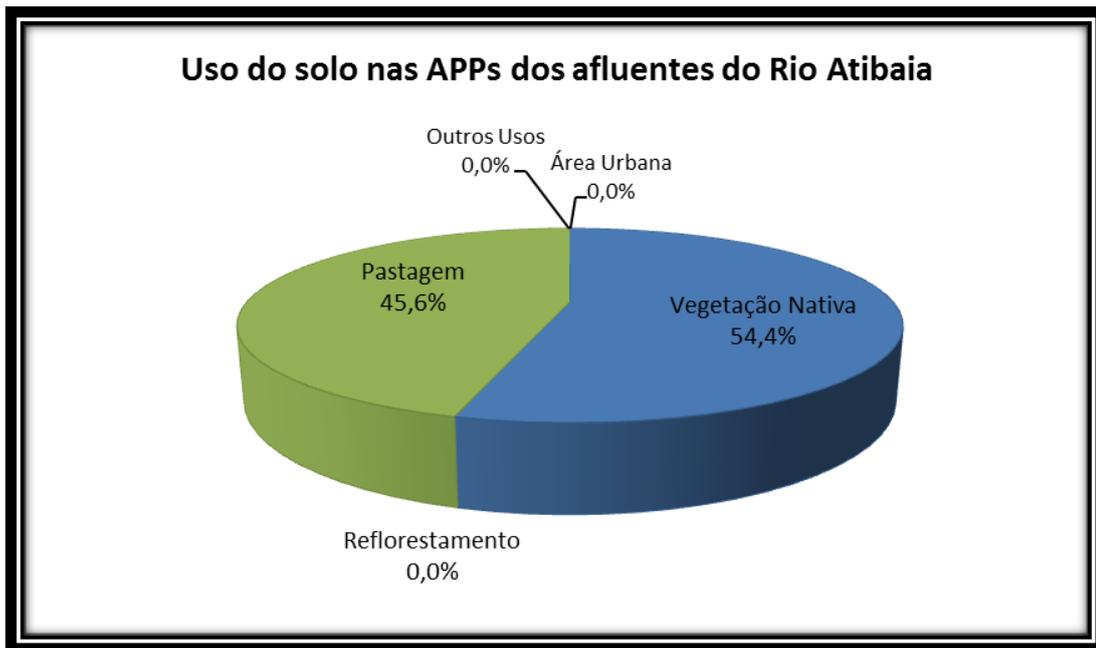


Figura 54. Uso do solo nas APPs dos afluentes do rio Atibaia

5.2.2 Ribeirão do Cancã ou da Cachoeira

A subbacia do Ribeirão do Cancã ou da Cachoeira se situa na região sul do município de Camanducaia (vide Figura 55). É afluente da margem direita do Rio Atibaia. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia estão descritos na Tabela 48.

Tabela 48 Uso do solo na subbacia do Ribeirão do Cancã ou da Cachoeira.

Subbacia	Ribeirão do Cancã ou da Cachoeirinha			
Área total	Área total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	3.880,88		672,8	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	1.703,15	43,89	307,02	45,63
Reflorestamento	1.381,28	35,59	241,42	35,88
Pastagem	692,05	17,83	113,95	16,94
Outros Usos	97,51	2,51	9,35	1,39
Área Urbana	6,90	0,18	1,07	0,16

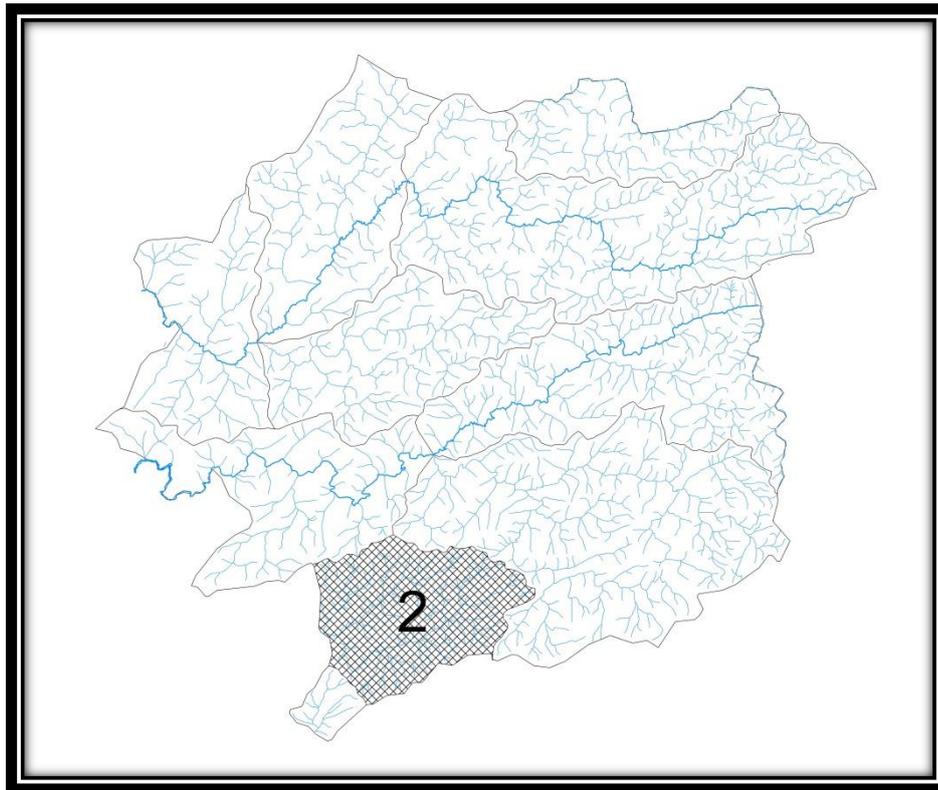


Figura 55. Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão do Cancã ou da Cachoeira em relação ao município de Camanducaia.

Observa-se na Tabela 48 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a vegetação nativa (43,89%), seguido por reflorestamento (35,59%). O percentual de pastagem é de 17,83% e uma pequena parcela representa a ocupação por área urbana (0,18%). A Figura 56 e a Figura 57 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

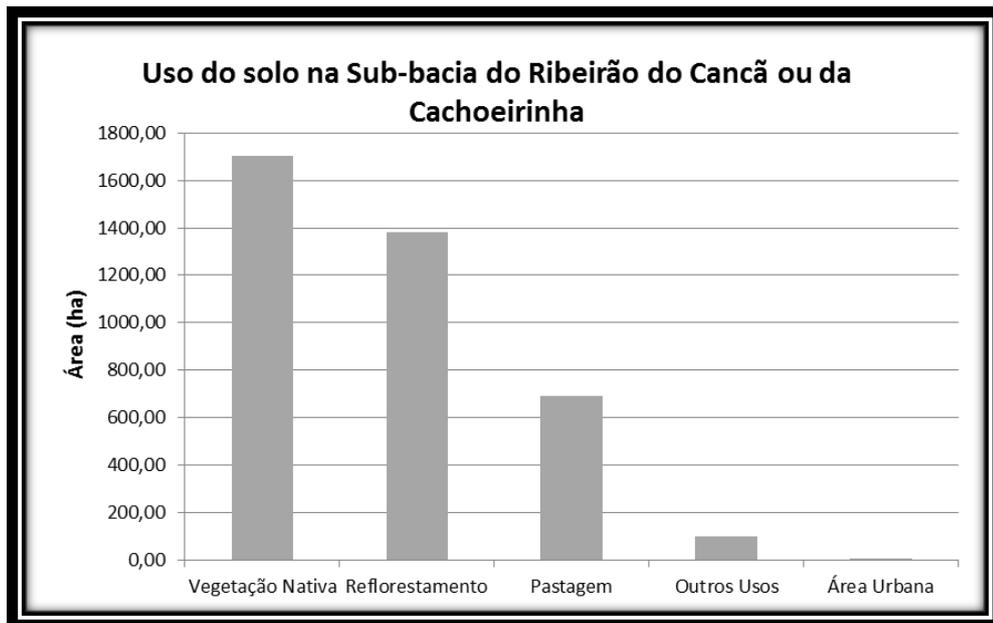


Figura 56 Uso do solo na Subbacia do Ribeirão do Cancã ou da Cachoeirinha

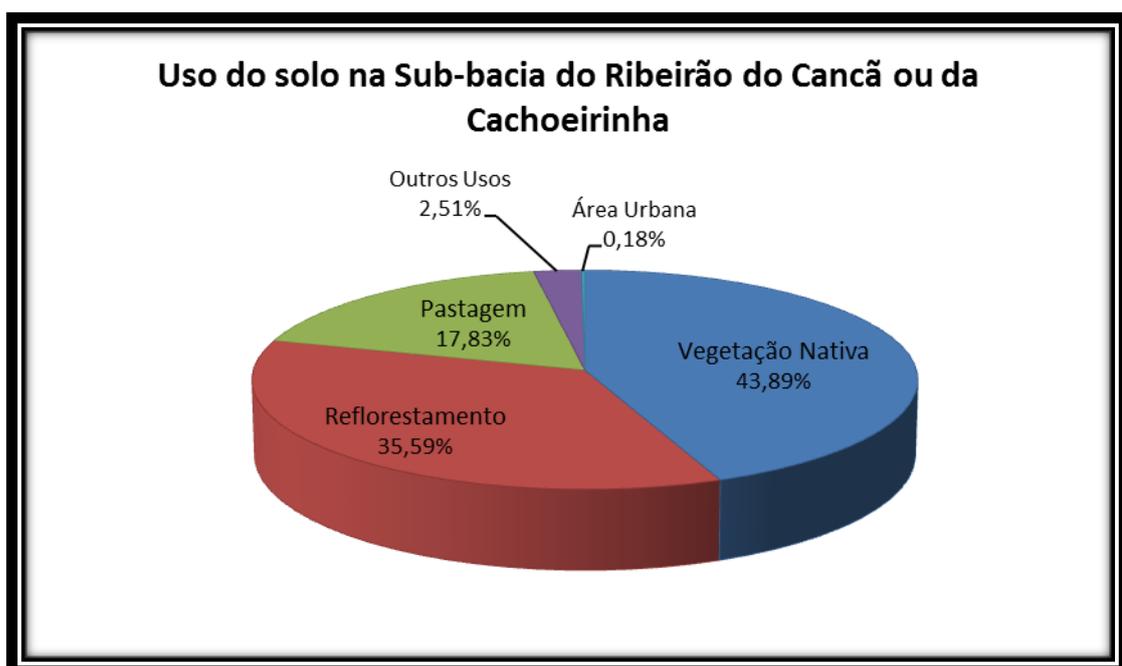


Figura 57 Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia do Ribeirão do Cancã ou da Cachoeirinha

Os dados apresentados na Tabela 48 demonstram que as áreas de vegetação nativa representam 45% da APP total, seguida por áreas de reflorestamento, que ocupam 35% da APP desta bacia. As áreas de pastagem ocupam aproximadamente 17% da APP da bacia e

a área urbana apenas 0,16%. A Figura 58 e a Figura 59 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.

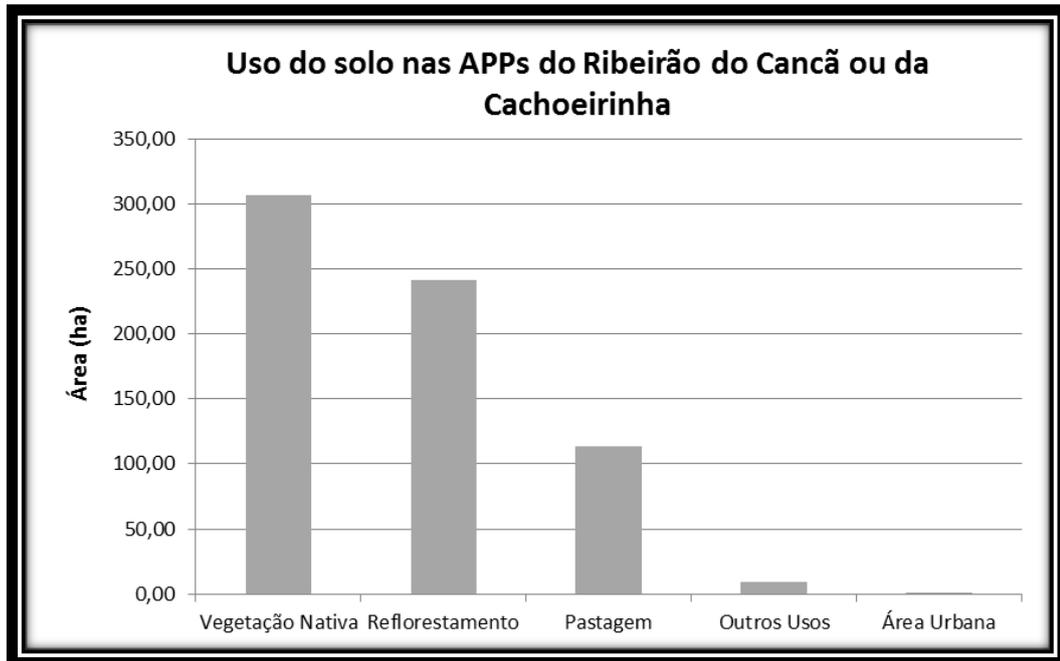


Figura 58 Uso do solo nas APPs do Ribeirão do Cancã ou da Cachoeirinha

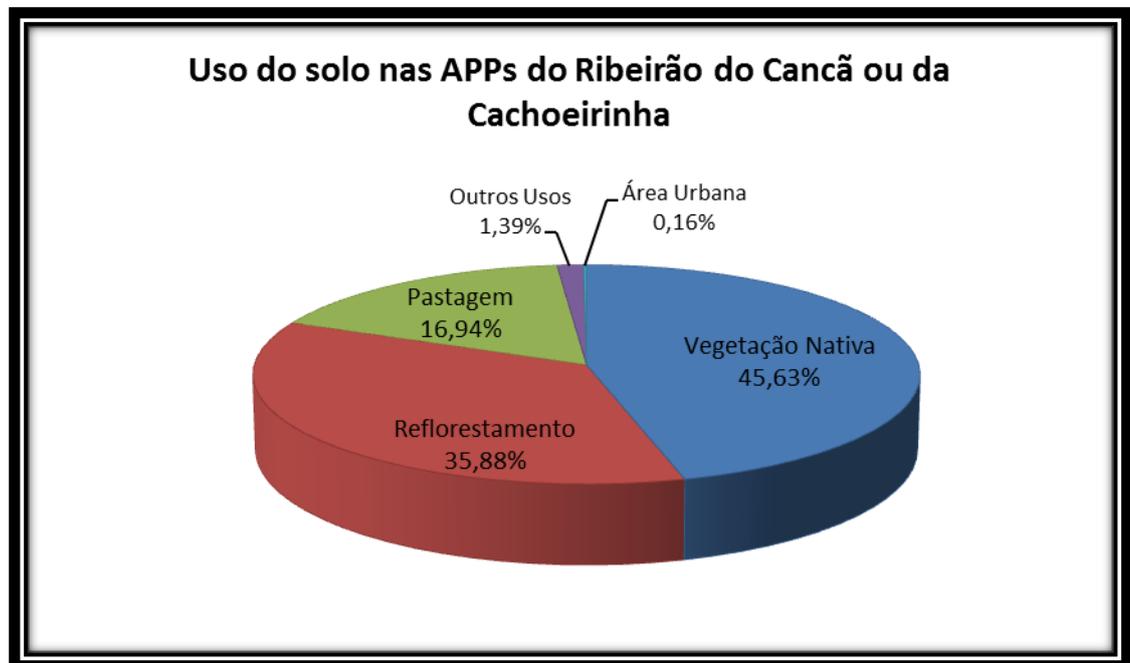


Figura 59 Uso do solo nas APPs do Ribeirão do Cancã ou da Cachoeirinha

A Figura 60 apresenta a documentação fotográfica registrada na Bacia do Ribeirão do Cancã ou da Cachoeira.

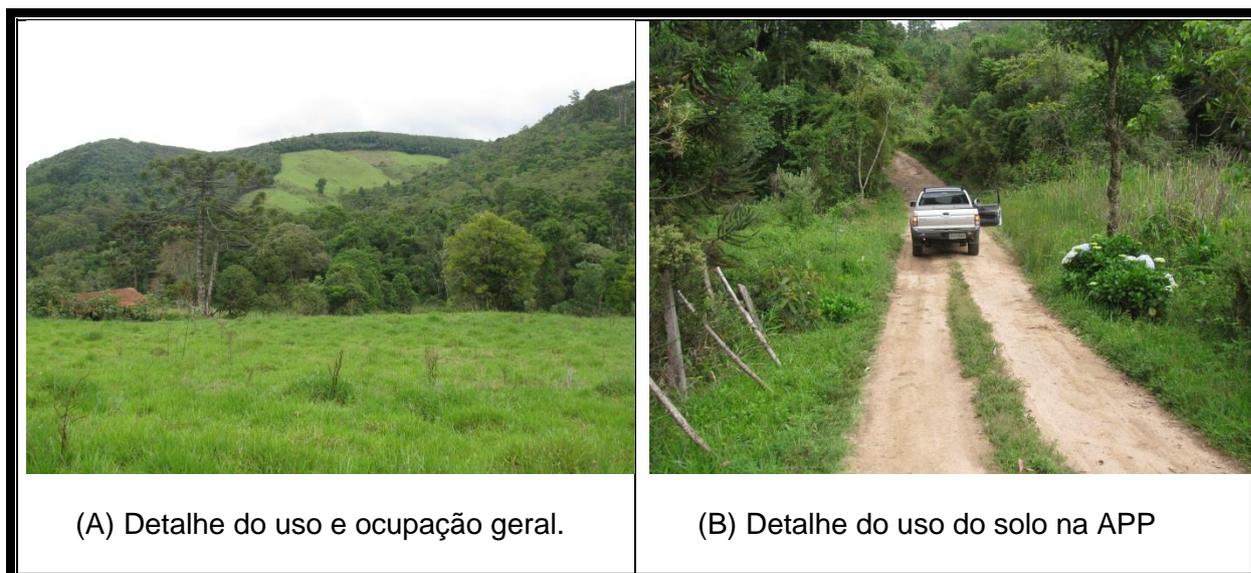


Figura 60. Exemplos de uso do solo na bacia do ribeirão Cancã ou da Cachoeira.

5.2.3 Baixo Jaguari

A subbacia do Baixo Jaguari se situa na região sudoeste do município de Camanducaia (vide Figura 61). Possui afluentes das margens direita e esquerda do Rio Jaguari. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia estão descritos na Tabela 49.

Tabela 49 Uso do solo na subbacia do Baixo Jaguari.

Sub-bacia	Baixo Jaguari			
Área total	Área total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	5.115,38		741,88	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	1.571,26	30,72	329,20	44,37
Reflorestamento	940,06	18,38	139,00	18,74
Pastagem	2.431,52	47,53	261,16	35,20
Outros Usos	154,21	3,01	11,69	1,58
Área Urbana	18,32	0,36	0,84	0,11

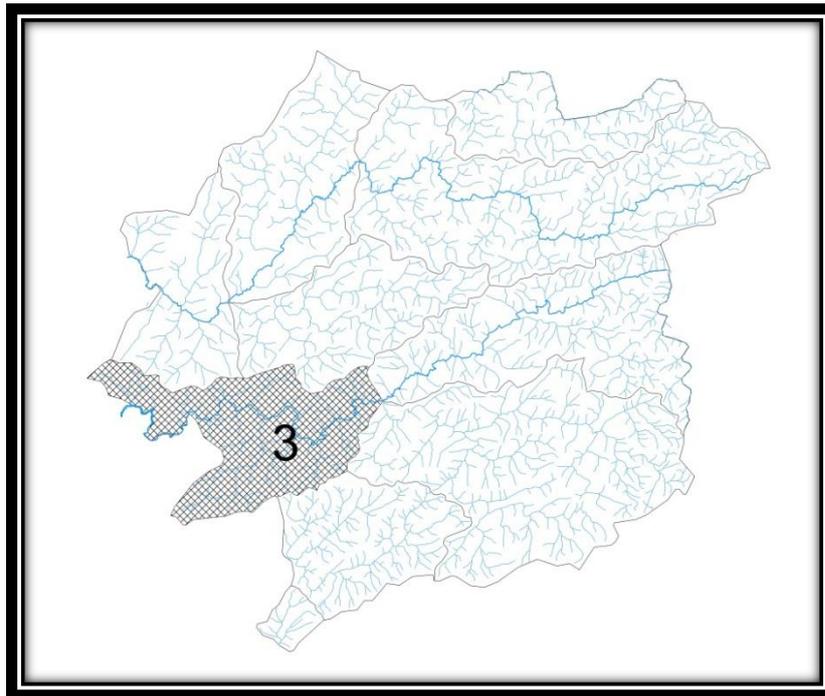


Figura 61. Localização da bacia hidrográfica do Baixo Jaguari.

Observa-se na Tabela 49 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a pastagem (47,53%), seguido por vegetação nativa (30,72%). O percentual de reflorestamento é de 18,38% e uma pequena parcela representa a ocupação por área urbana (0,36%). A Figura 62 e a Figura 63 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

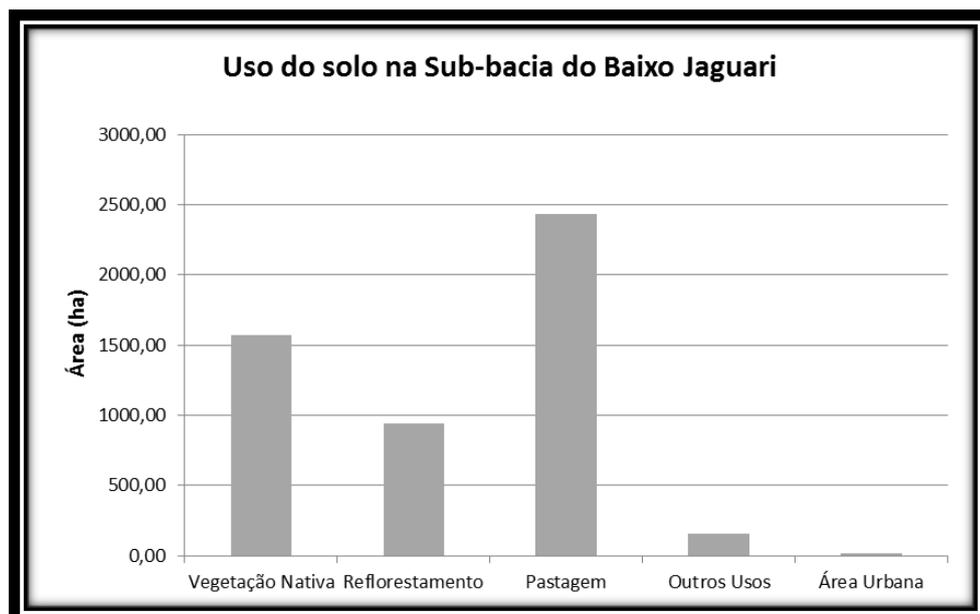


Figura 62 Uso do solo na Subbacia do Baixo Jaguari

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

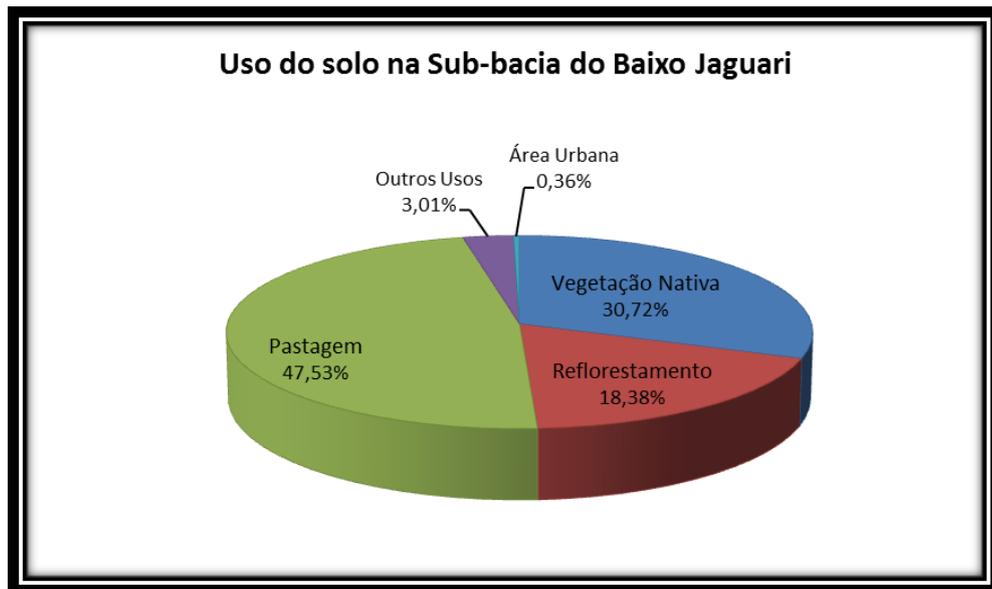


Figura 63. Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia do Baixo Jaguari

Os dados apresentados na Tabela 49 demonstram que nas APPs, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 44,3% das áreas totais, seguida por áreas de pastagem, que ocupam 35,2% da APP desta bacia. As áreas de reforestamento ocupam aproximadamente 19% da APP da bacia e a área urbana apenas 0,11%. A Figura 64 e a Figura 65 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.

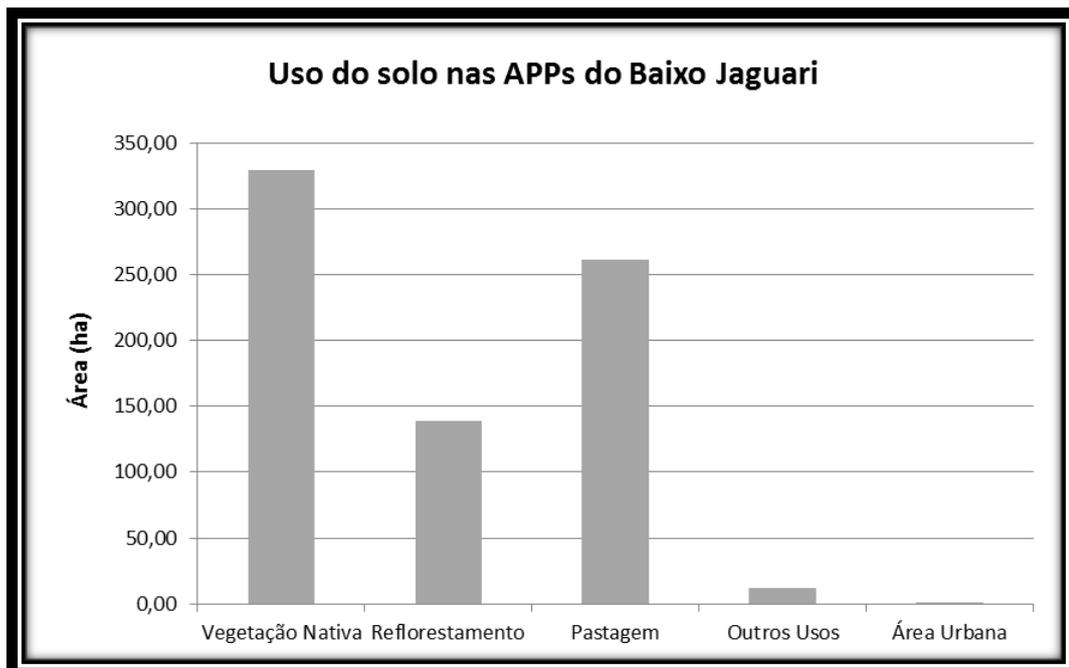


Figura 64 Uso do solo nas APPs do Baixo Jaguari

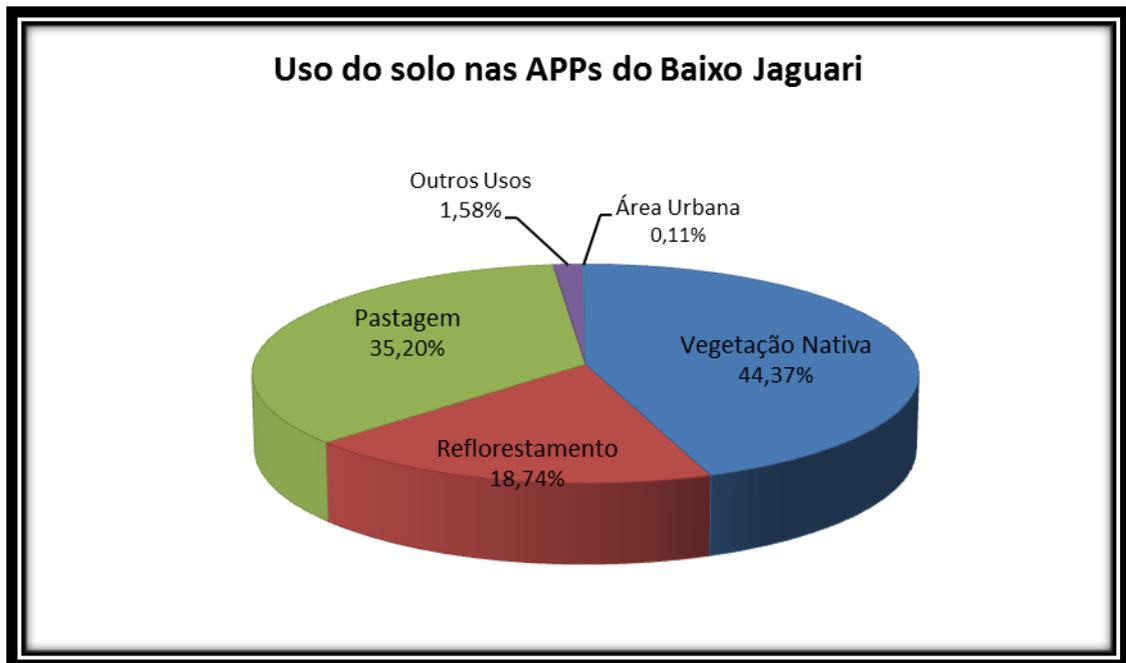


Figura 65 Uso do solo nas APPs do Baixo Jaguari

A Figura 66 apresenta a documentação fotográfica registrada na Bacia do Baixo Jaguari.

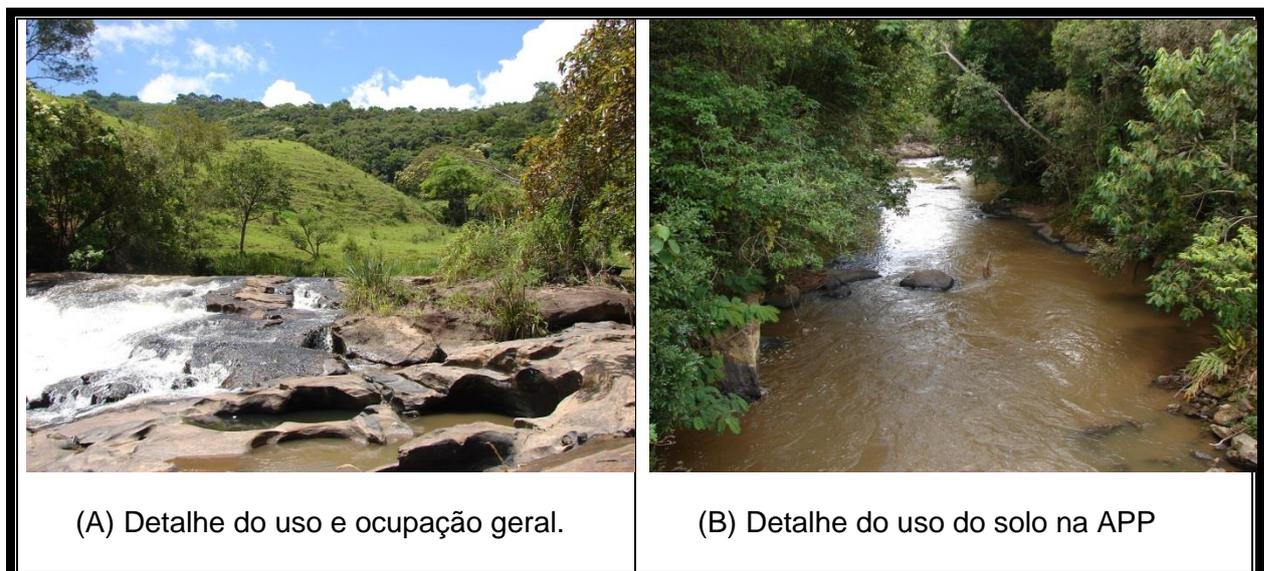


Figura 66. Exemplos de uso do solo na bacia do Baixo Jaguari.

5.2.4 Ribeirão dos Poncianos

A subbacia do Ribeirão dos Poncianos se situa na região sudeste do município de Camanducaia. É afluente da margem esquerda do Rio Jaguari. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia estão descritos na Tabela 50.

Tabela 50 Uso do solo na subbacia do Ribeirão dos Poncianos.

Sub-bacia	Ribeirão dos Poncianos			
Área total	Área total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	9.930,03		1.584,04	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	4.817,43	48,51	885,66	55,91
Reflorestamento	3.938,36	39,66	561,12	35,42
Pastagem	388,57	3,91	38,59	2,44
Outros Usos	463,74	4,67	55,01	3,47
Área Urbana	321,94	3,24	43,66	2,76

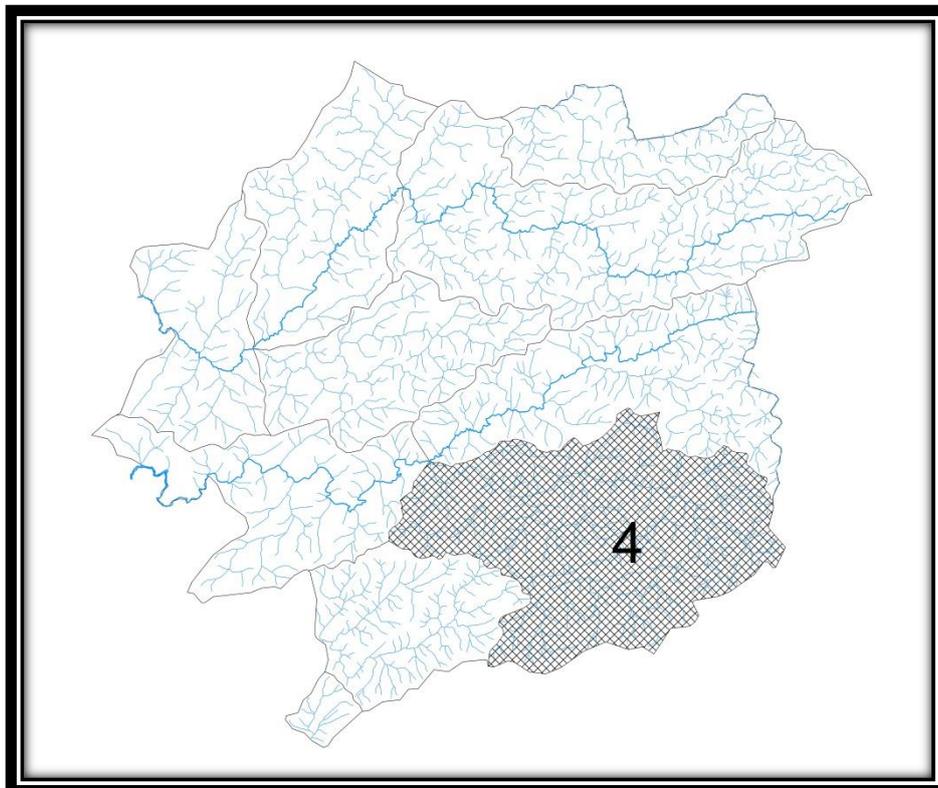


Figura 67. Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão do Ribeirão dos Poncianos.

Observa-se na Tabela 50 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a vegetação nativa e o reflorestamento, que juntos representam 88,17% da área total da bacia. O percentual de pastagens é de 3,91%, outros usos 4,67% e a ocupação por área urbana (3,24%). A Figura 68 e a Figura 69 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

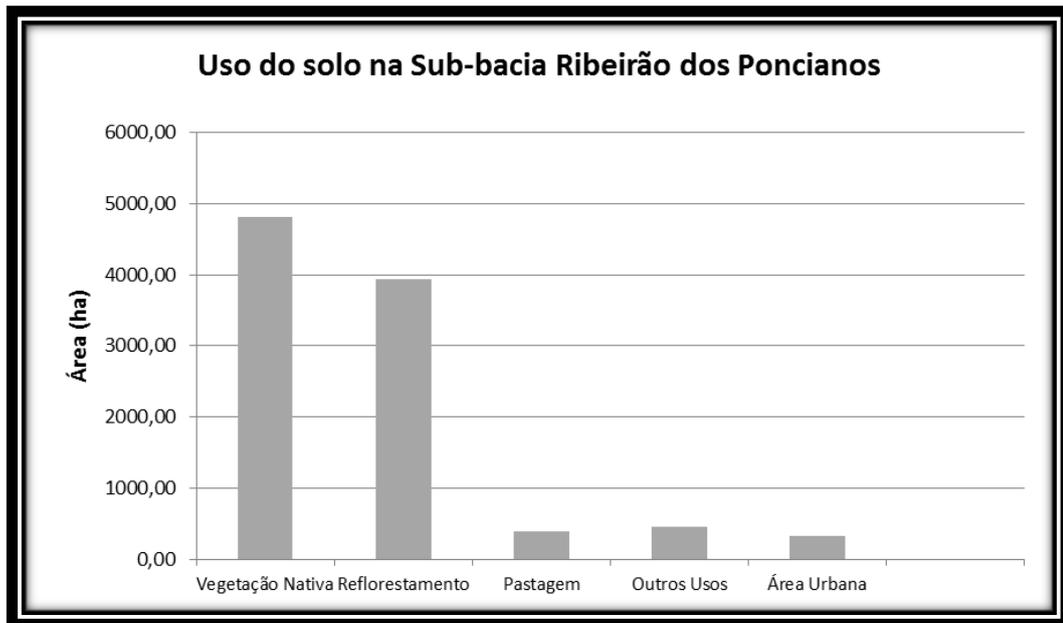


Figura 68. Uso do solo na Subbacia do Ribeirão dos Poncianos.

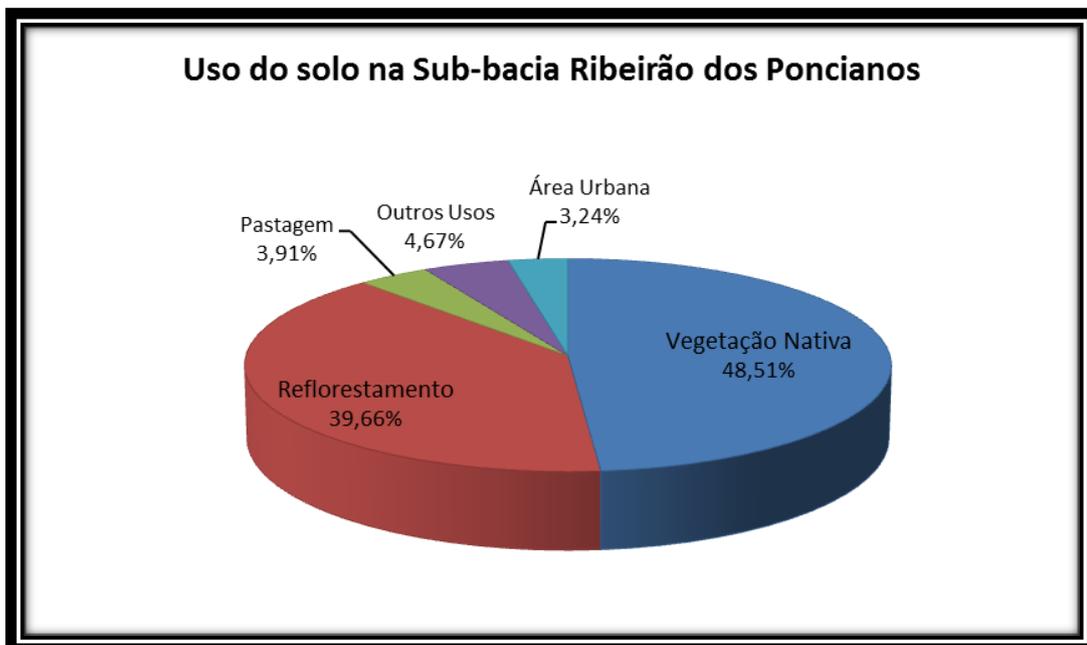


Figura 69. Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia do Ribeirão dos Poncianos

Os dados apresentados na Tabela 50 demonstram que nas APPs, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 55,9% das áreas totais, seguida por áreas de reflorestamento, que ocupam 35,4% da APP desta bacia. As áreas de pastagem ocupam aproximadamente 2,44% da APP da bacia, outros usos 3,47% e a área urbana apenas 2,76%. Pode-se considerar que essa bacia possui área de preservação permanente em bom estado de conservação. A Figura 70 e a Figura 71 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.

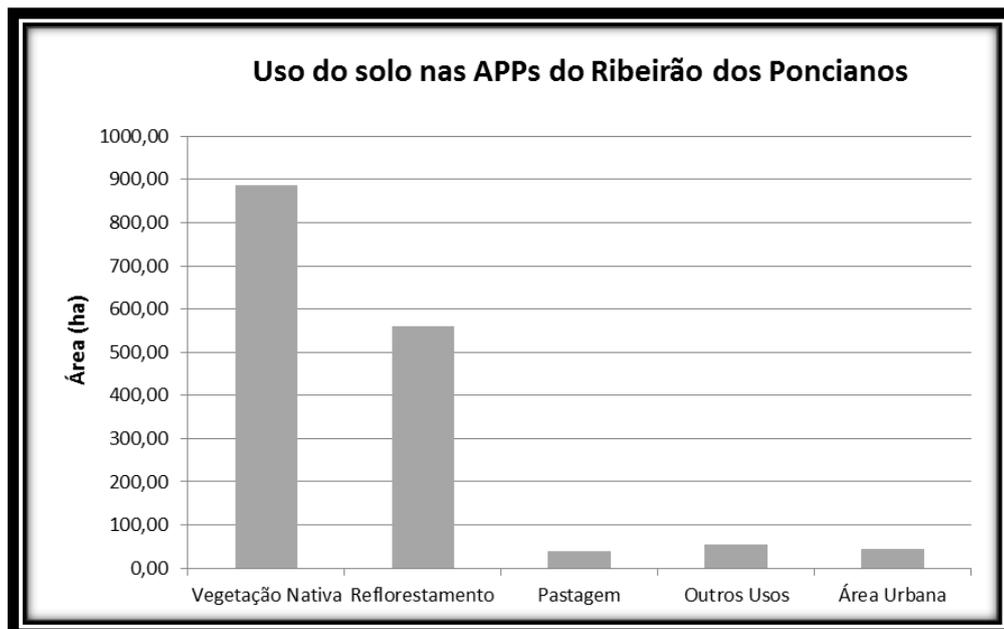


Figura 70. Uso do solo nas APPs do Ribeirão dos Poncianos

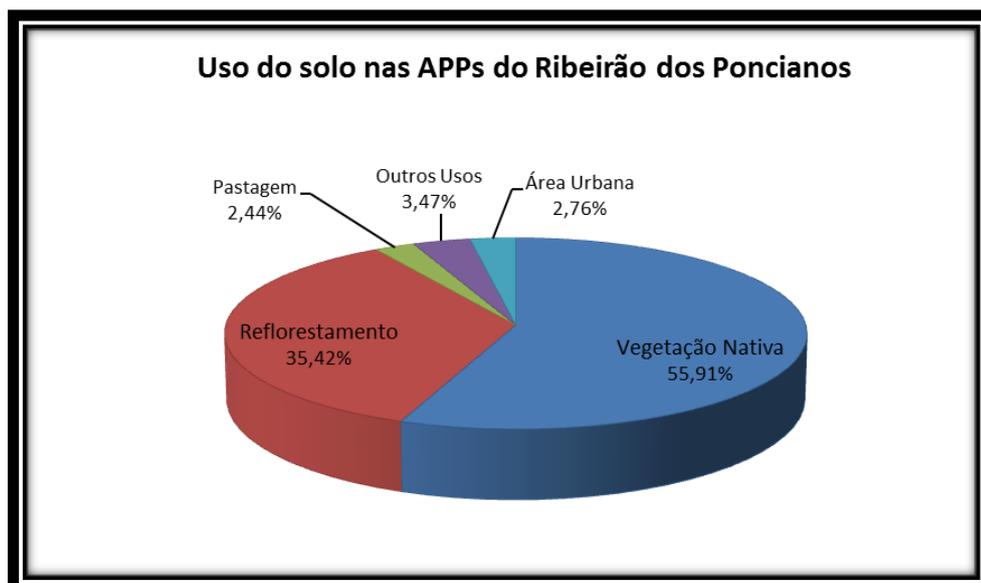


Figura 71. Uso do solo nas APPs do Ribeirão dos Poncianos

A Figura 72 apresenta a documentação fotográfica registrada na Bacia do Ribeirão dos Poncianos.

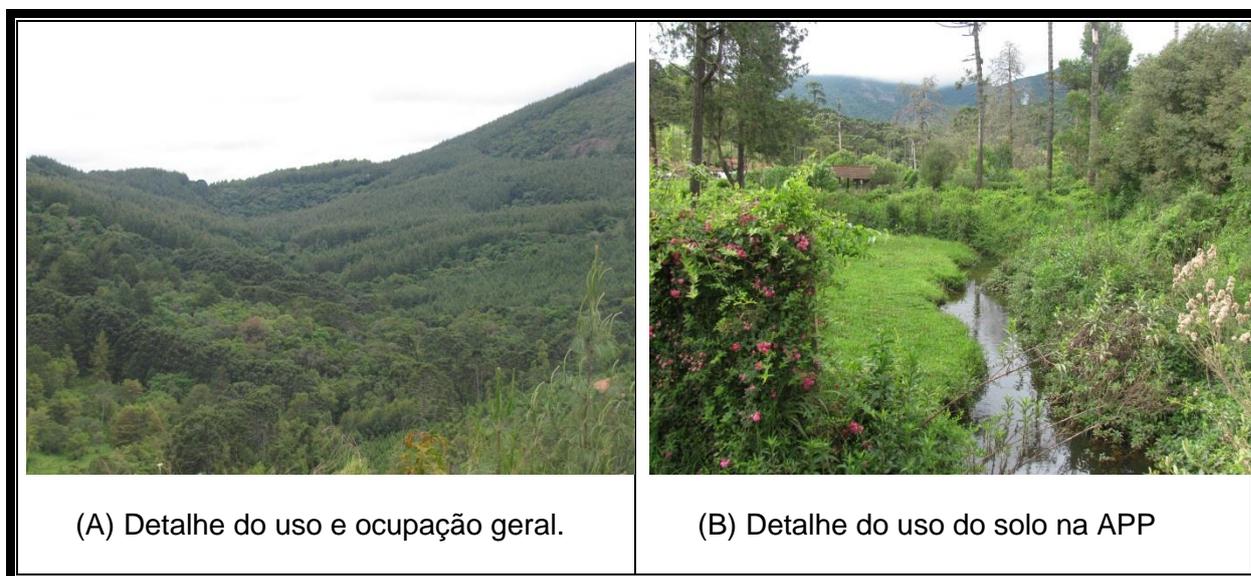


Figura 72. Exemplos de uso do solo na bacia do Ribeirão dos Poncianos.

5.2.5 Médio Jaguari

A subbacia do Médio Jaguari se situa na região leste do município de Camanducaia (.vide Figura 73). Agrega o Rio Jaguari e seus afluentes: Córrego Fundo, Córrego Ponte Nova e Córrego do Bom Jardim. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia estão descritos na Tabela 51.

Tabela 51 Uso do solo na subbacia do Médio Jaguari.

Sub-bacia	Médio Jaguari			
	Área total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	6.600,67		1.105,45	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	3.576,24	54,18	725,46	65,63
Reflorestamento	1.246,81	18,89	175,63	15,89
Pastagem	1.047,38	15,87	129,86	11,75
Outros Usos	706,38	10,70	72,82	6,59
Área Urbana	23,86	0,36	1,69	0,15

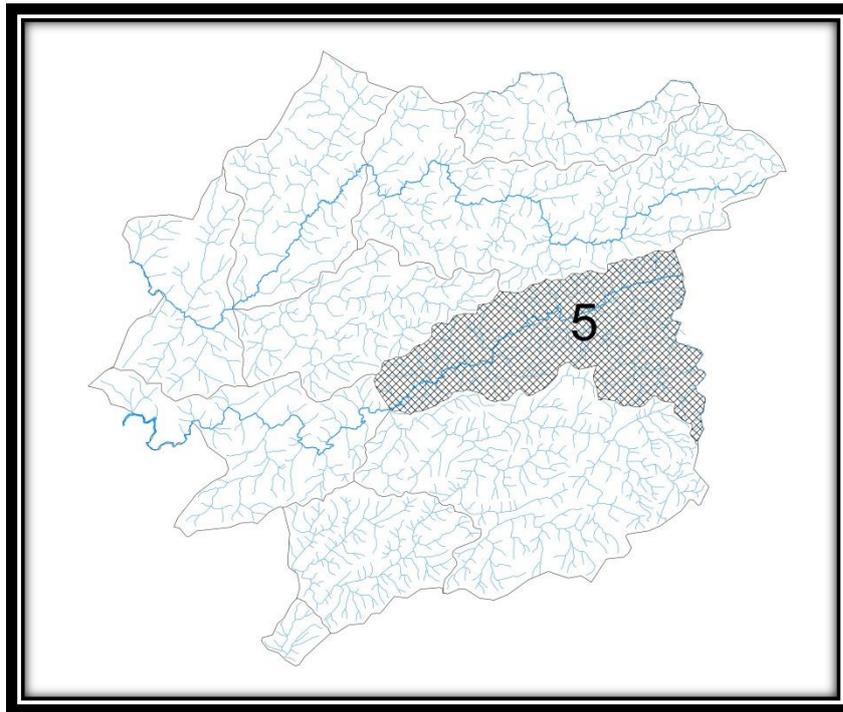


Figura 73. Localização da bacia hidrográfica do Médio Jaguari.

Observa-se na Tabela 51 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a vegetação nativa (54,18%), seguida de áreas de reflorestamento (18,89%). O percentual de pastagens é de 15,87%, outros usos 10,70% e a ocupação por área urbana (0,36%). A Figura 74 e a Figura 75 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

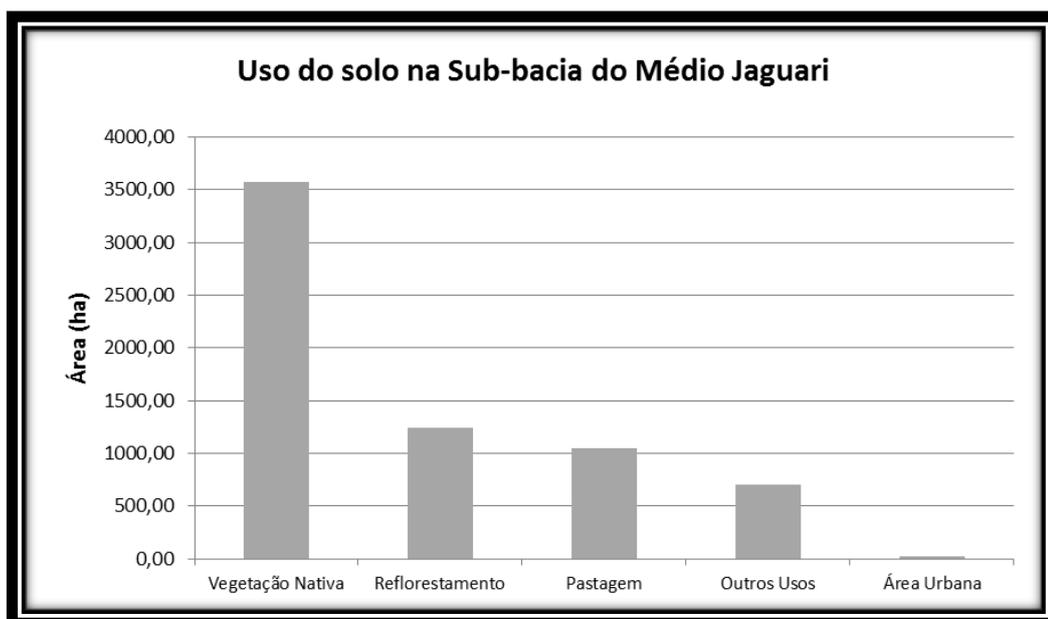


Figura 74. Uso do solo na Subbacia do Médio Jaguari.

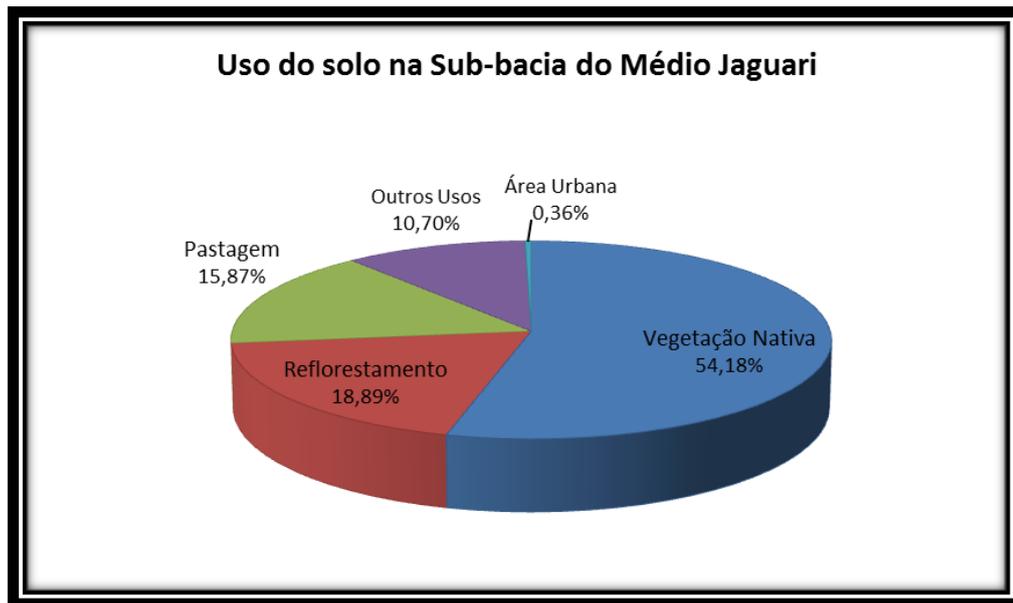


Figura 75. Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia do Médio Jaguari

Os dados apresentados na Tabela 51 demonstram que nas APPs da bacia do médio Jaguari, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 65,63% da área total, seguida por áreas de reflorestamento, que ocupam 15,89% da APP desta bacia. As áreas de pastagem ocupam aproximadamente 11,75%, outros usos 6,59% e a área urbana apenas 0,15%. Pode-se considerar que essa bacia possui área de preservação permanente em bom estado de conservação. A Figura 76 e a Figura 77 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.

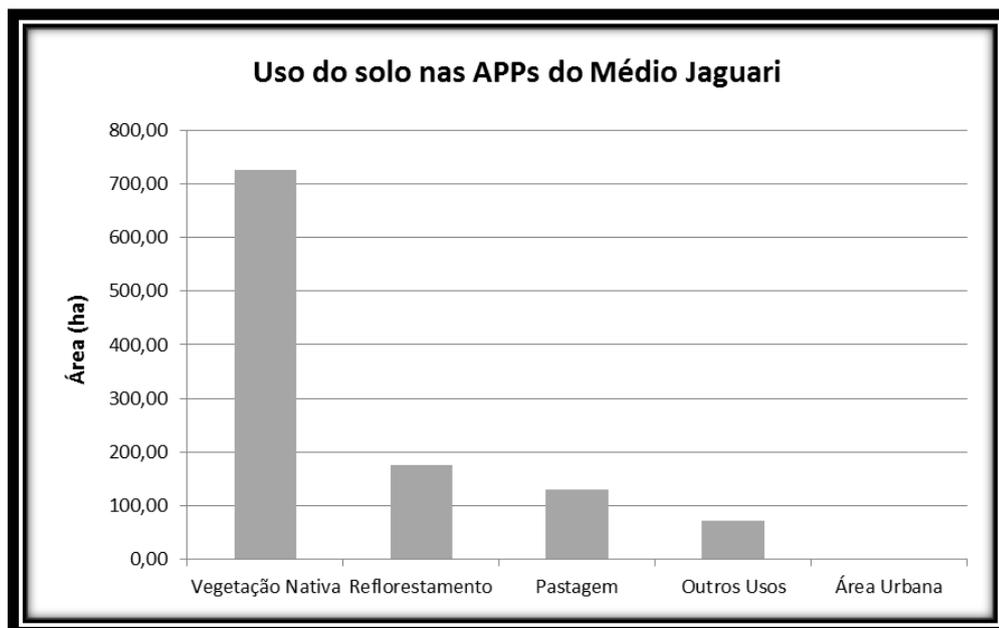


Figura 76. Uso do solo nas APPs do Médio Jaguari

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
 Bairro Alto - Piracicaba - SP
 CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

Fone/Fax: 19 3432-7540 / 19 3301-8228

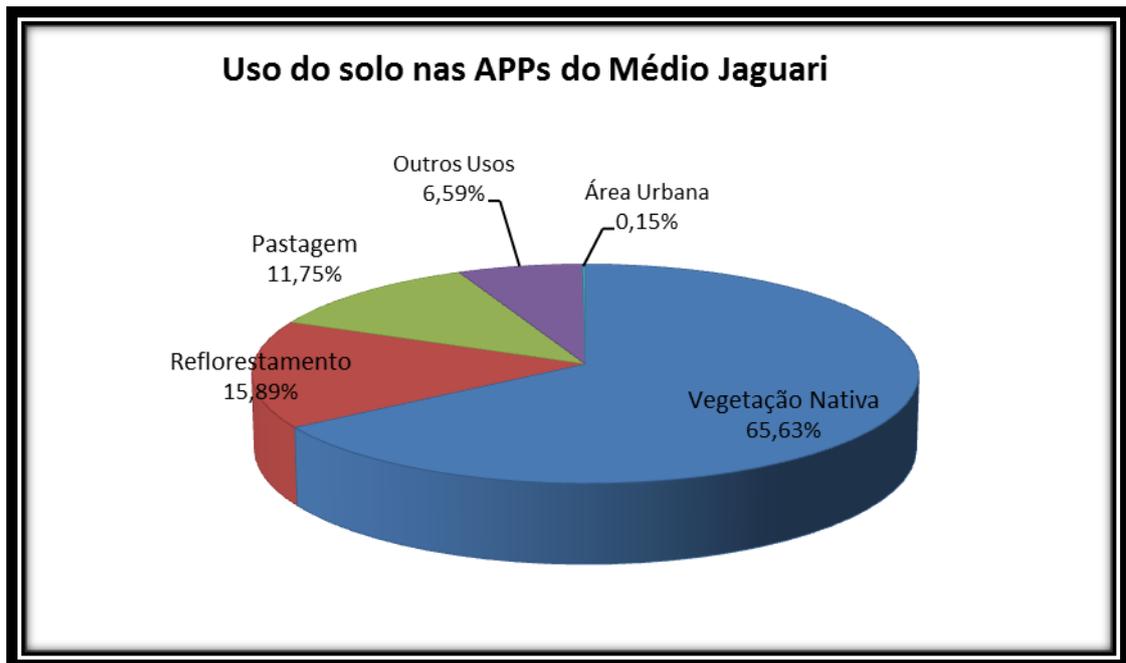


Figura 77. Uso do solo nas APPs do Médio Jaguari

A Figura 78 apresenta a documentação fotográfica registrada na Bacia do Médio Jaguari.

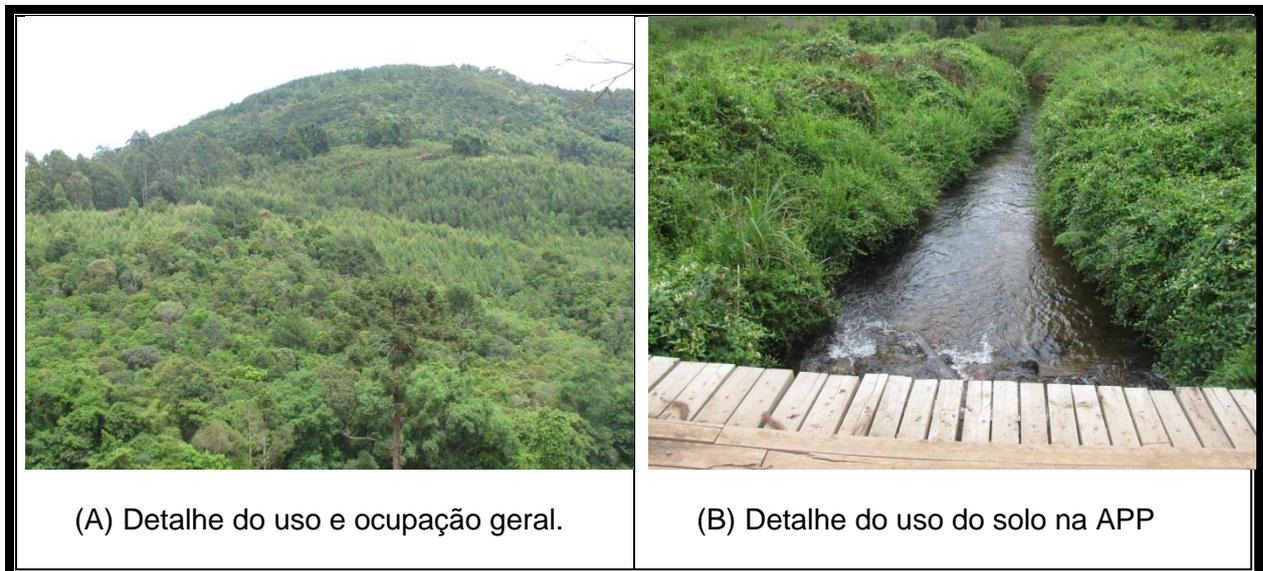


Figura 78. Exemplos de uso do solo na bacia do Médio Jaguari.

5.2.6 Córrego do Paiolzinho

A subbacia do Córrego do Paiolzinho se situa na região central do município de Camanducaia (vide Figura 79). É afluente da margem esquerda do Rio Camanducaia Mineiro. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia estão descritos na Tabela 52.

Tabela 52 Uso do solo na subbacia do Córrego do Paiolzinho.

Sub-bacia	Córrego do Paiolzinho			
	Área total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	4.515,81		718,30	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	2.035,42	45,07	388,56	54,09
Reflorestamento	263,56	5,84	41,12	5,72
Pastagem	1.671,93	37,02	227,83	31,72
Outros Usos	543,87	12,04	60,48	8,42
Área Urbana	1,03	0,02	0,32	0,04

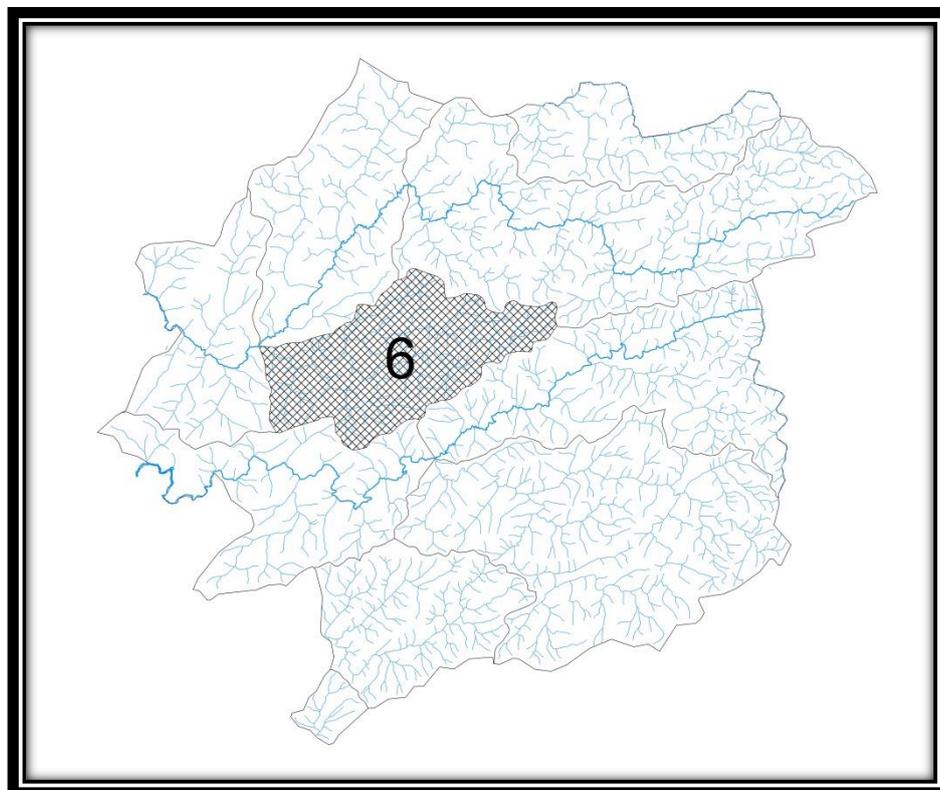


Figura 79. Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão do Paiolzinho.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

Observa-se na Tabela 52 e na Tabela 51 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a vegetação nativa (45,07%), seguida de áreas de pastagem ocupando 37,02% da área total da bacia. O percentual relacionado a outros usos é de 12,04% e a ocupação por reflorestamento e área urbana, de 5,84% e 0,02%, respectivamente. A Figura 80 e a Figura 81 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

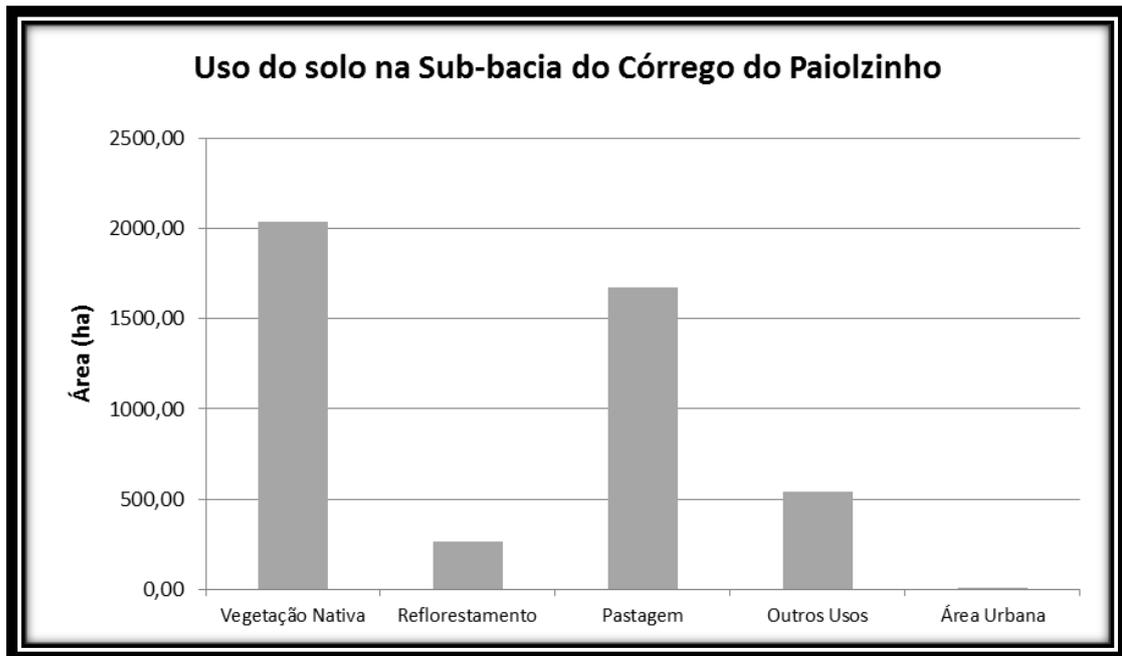


Figura 80 Uso do solo na Subbacia do Córrego do Paiolzinho.

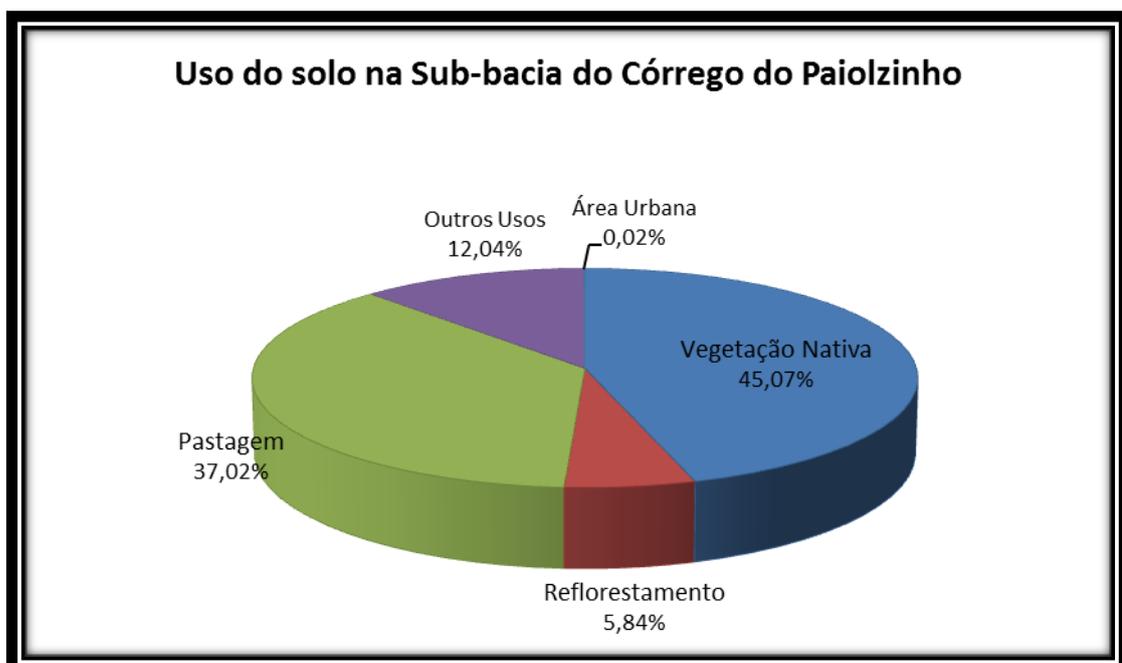


Figura 81 Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia do Córrego Paiolzinho

Os dados apresentados na Tabela 52 demonstram que nas APPs da bacia do Córrego do Paiolzinho, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 54,09% da área total, seguida por áreas de pastagem, que ocupam 31,72% da APP desta bacia. As áreas com outros usos ocupam aproximadamente 8,42%, reflorestamento 5,72% e a área urbana apenas 0,04%. A Figura 82 e a Figura 83 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.

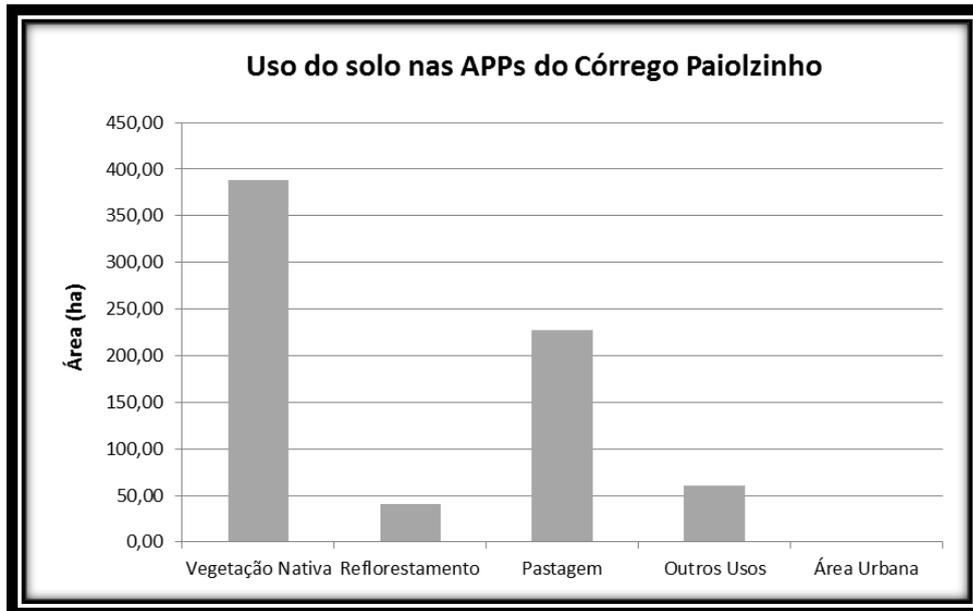


Figura 82 Uso do solo nas APPs do Córrego Paiolzinho

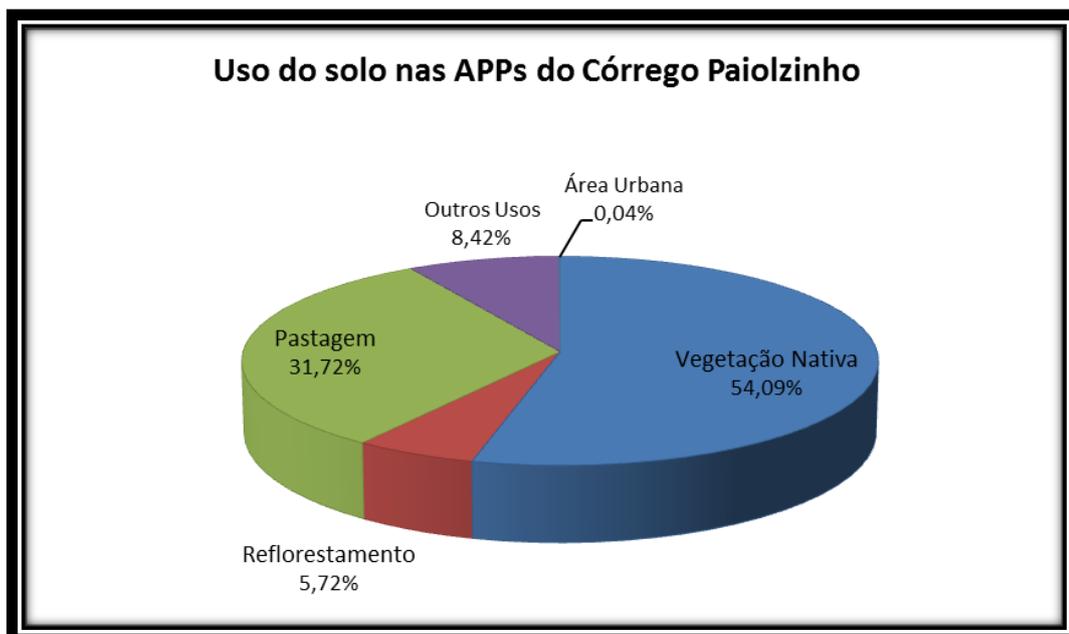


Figura 83 Uso do solo nas APPs do Córrego Paiolzinho

5.2.7 Córrego dos Pericós/Baixo Camanducaia

A subbacia do Córrego dos Pericós se situa na região oeste do município de Camanducaia (vide Figura 84). O Córrego dos Pericós é afluente da margem direita do Rio Camanducaia mineiro. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia estão descritos na Tabela 53.

Tabela 53 Uso do solo na subbacia do Córrego dos Pericós.

Sub-bacia	Córrego dos Pericós			
Área total	Área total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	3.904,82		575,60	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	1394,71	35,72	275,93	47,94
Reflorestamento	56,81	1,45	9,73	1,69
Pastagem	2224,52	56,97	265,74	46,17
Outros Usos	196,33	5,03	20,69	3,59
Área Urbana	32,46	0,83	3,52	0,61

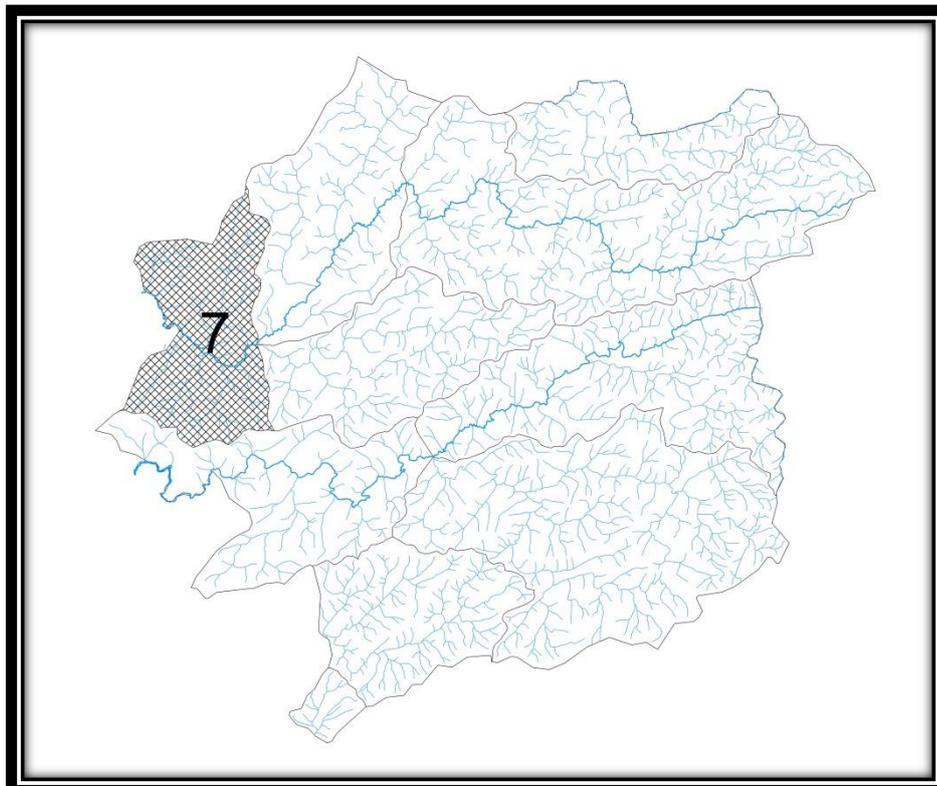


Figura 84. Localização da bacia hidrográfica do Córrego dos Pericós.

Observa-se na Tabela 53 Tabela 51 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a pastagem (56,97%), seguida de áreas de vegetação nativa ocupando 35,72% da área total da bacia. O percentual relacionado a outros usos é de 5,03% e a ocupação por reflorestamento e área urbana, de 1,45% e 0,83%, respectivamente.

A Figura 85 e a Figura 86 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

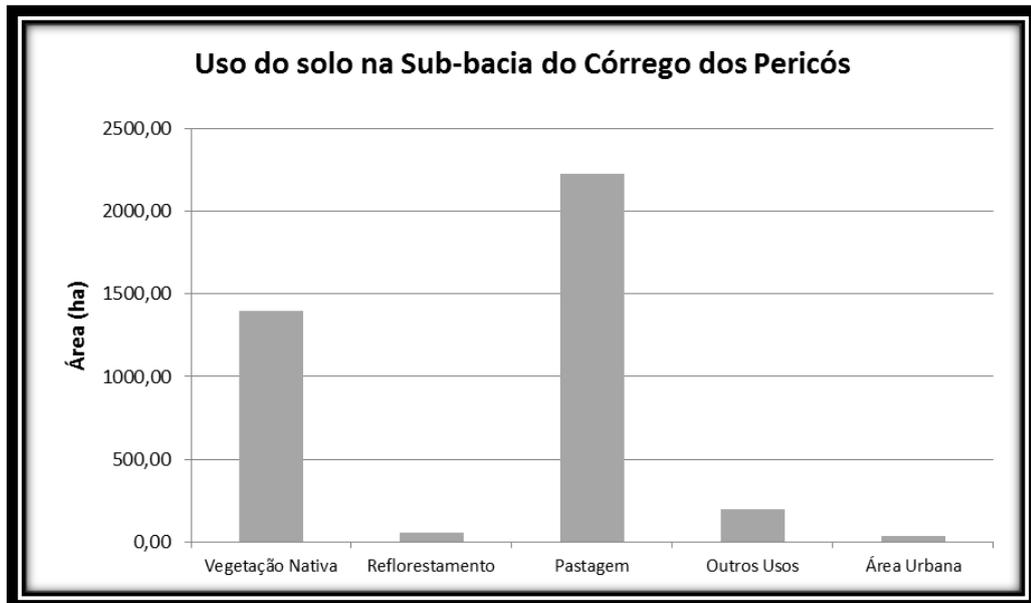


Figura 85 Uso do solo na Subbacia do Córrego dos Pericós.

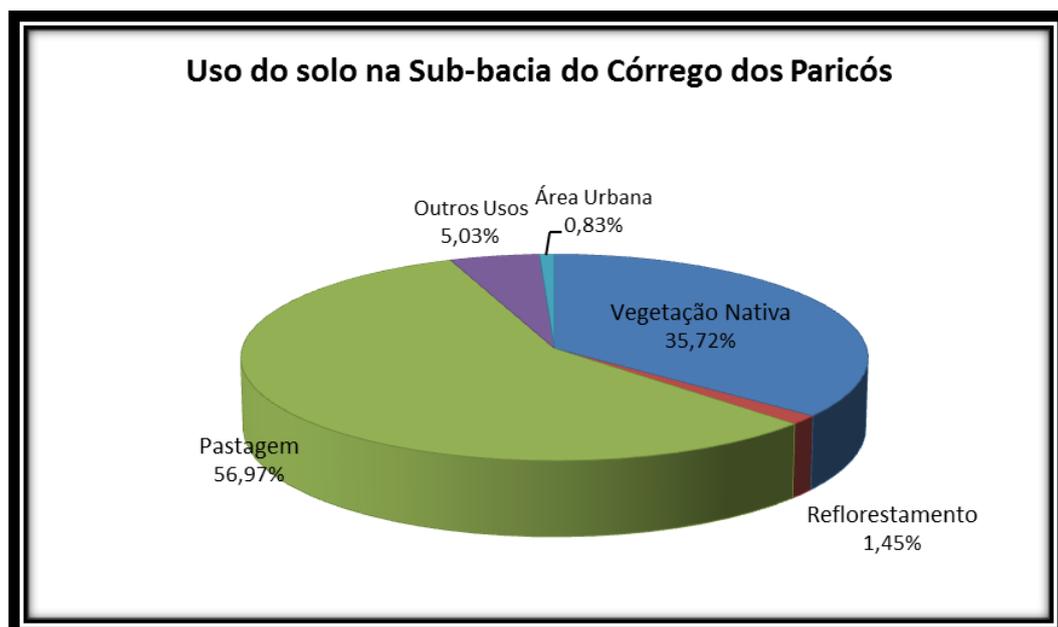


Figura 86 Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia do Córrego dos Pericós

Os dados apresentados na Tabela 53 demonstram que nas APPs, diferentemente da área total da bacia do Córrego dos Pericós, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 47,94% da área total, seguida por áreas de pastagem, que ocupam 46,17% da APP desta bacia. As áreas com outros usos ocupam aproximadamente 3,59%, reflorestamento 1,69% e a área urbana apenas 0,61%. A Figura 87 e a Figura 88 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.

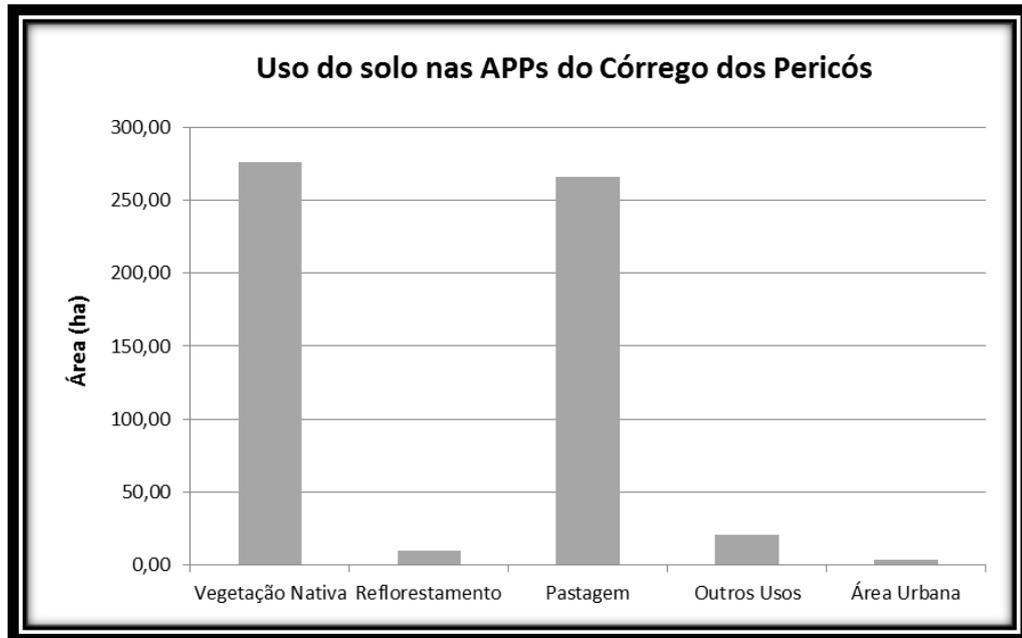


Figura 87 Uso do solo nas APPs do Córrego dos Pericós

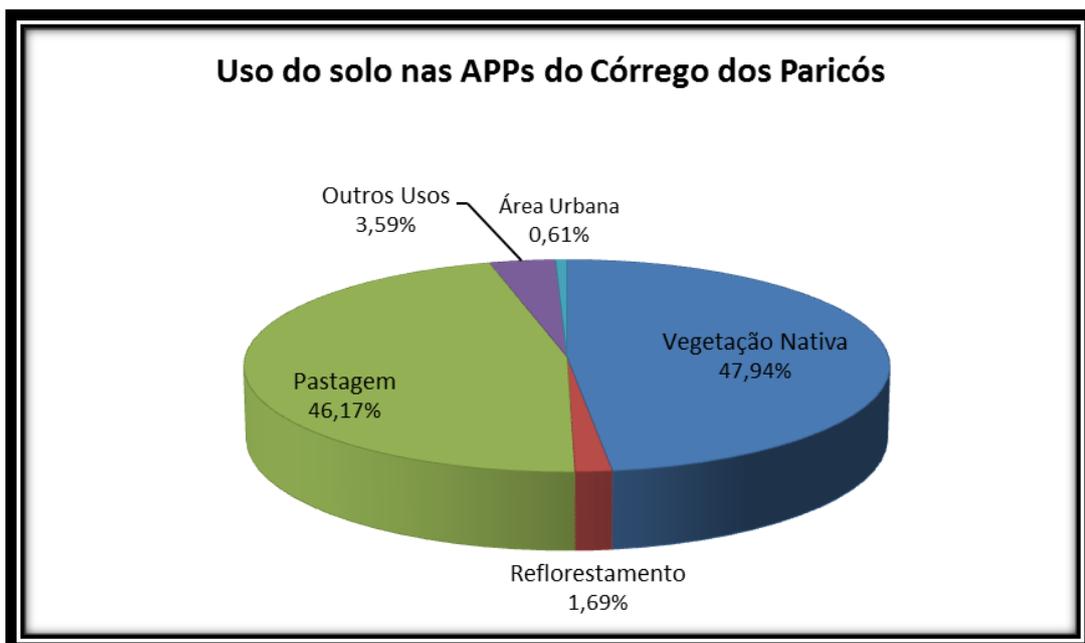


Figura 88 Uso do solo nas APPs do Córrego dos Pericós

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

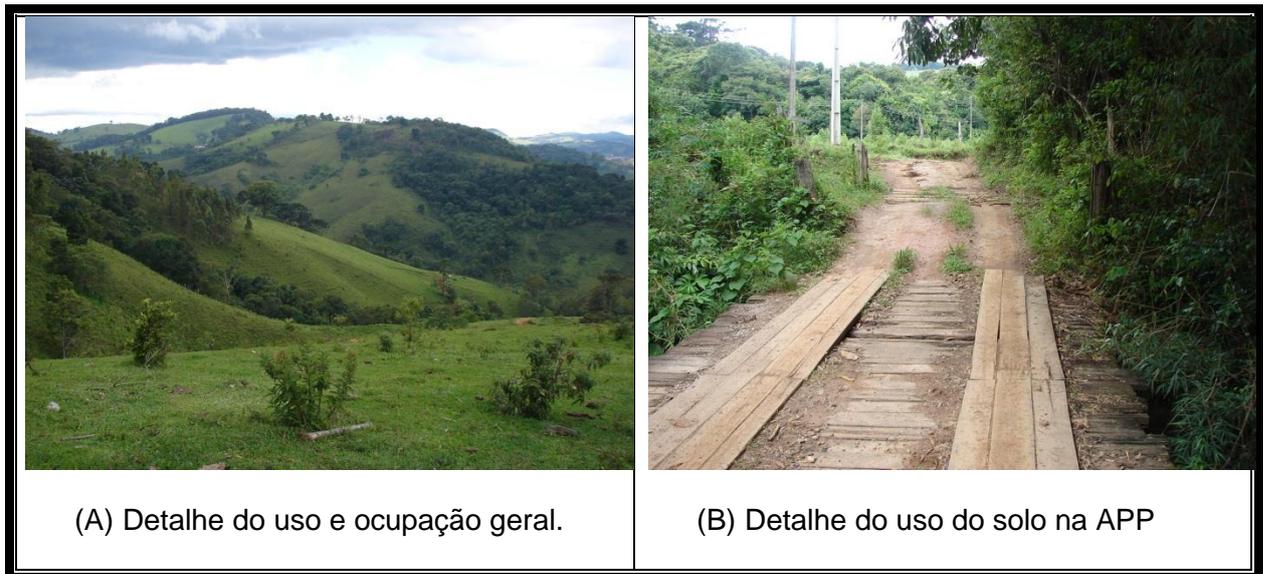


Figura 89. Exemplos de uso do solo na bacia do Córrego dos Pericós.

5.2.8 Alto Camanducaia Mineiro

A subbacia do Alto Camanducaia mineiro se situa na região nordeste do município de Camanducaia (vide Figura 90). Agrega o rio Camanducaia mineiro e seus afluentes das margens direita e esquerda: Córrego da Mata, Córrego do Campo da Serra, Córrego Vargem Limpa, Ribeirão do Pinhal. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia estão descritos na Tabela 54.

Tabela 54 Uso do solo na subbacia do Alto Camanducaia mineiro.

Sub-bacia	Alto Camanducaia Mineiro			
Área total	Área total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	10.076,90		1.655,17	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	4900,16	48,63	1111,77	67,17
Reflorestamento	120,69	1,20	18,44	1,11
Pastagem	3650,29	36,22	387,74	23,43
Outros Usos	1397,83	13,87	135,62	8,19
Área Urbana	7,93	0,08	1,61	0,10

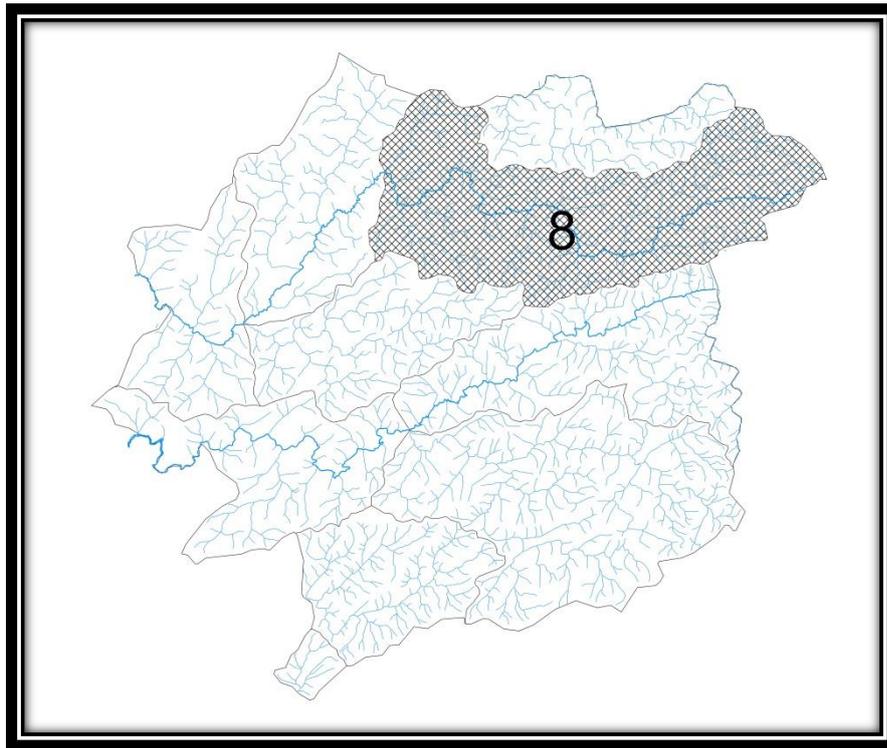


Figura 90. Localização da bacia hidrográfica do Alto Camanducaia Mineiro.

Observa-se na Tabela 54 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a pastagem (56,97%), seguida de áreas de vegetação nativa ocupando 35,72% da área total da bacia. O percentual relacionado a outros usos é de 5,03% e a ocupação por reflorestamento e área urbana, de 1,45% e 0,83%, respectivamente. A Figura 91 e a Figura 92 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

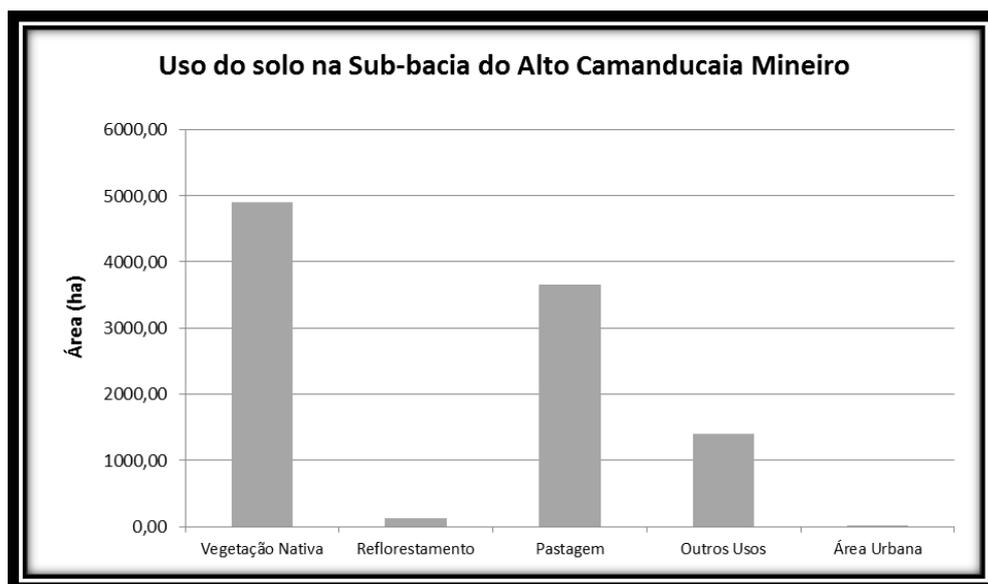


Figura 91 Uso do solo na Subbacia do Alto Camanducaia Mineiro.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

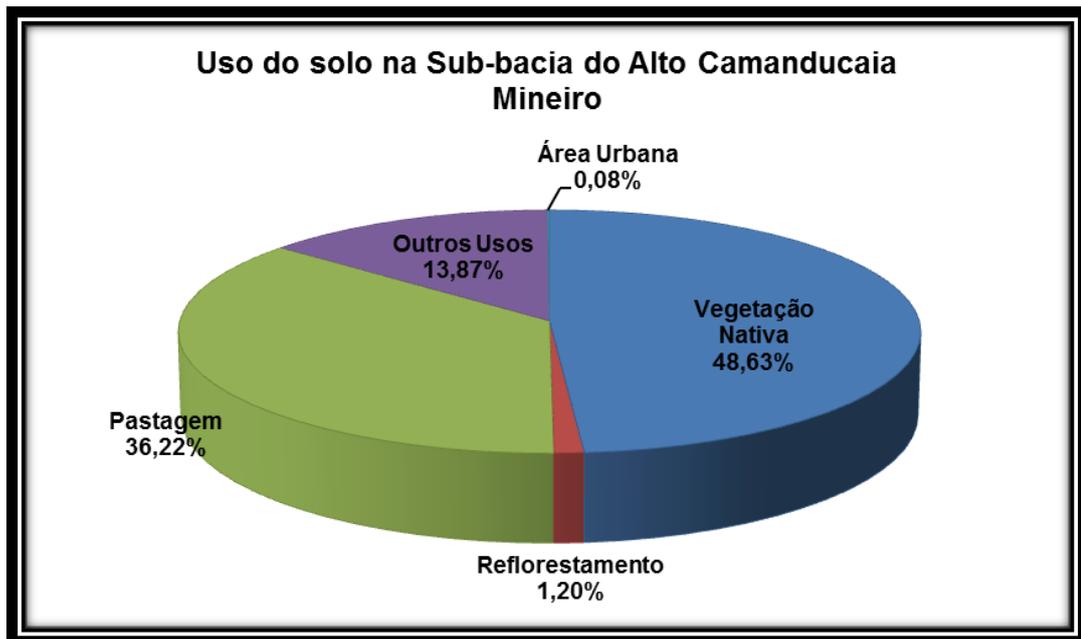


Figura 92 Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia Alto Camanducaia Mineiro

Os dados apresentados na Tabela 54 demonstram que nas APPs, da bacia do Alto Camanducaia Mineiro, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 67,17% da área total, seguida por áreas de pastagem, que ocupam 23,43% da APP desta bacia. As áreas com outros usos ocupam aproximadamente 8,19%, reflorestamento 1,11% e a área urbana apenas 0,10%. A Figura 93e a Figura 94 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.

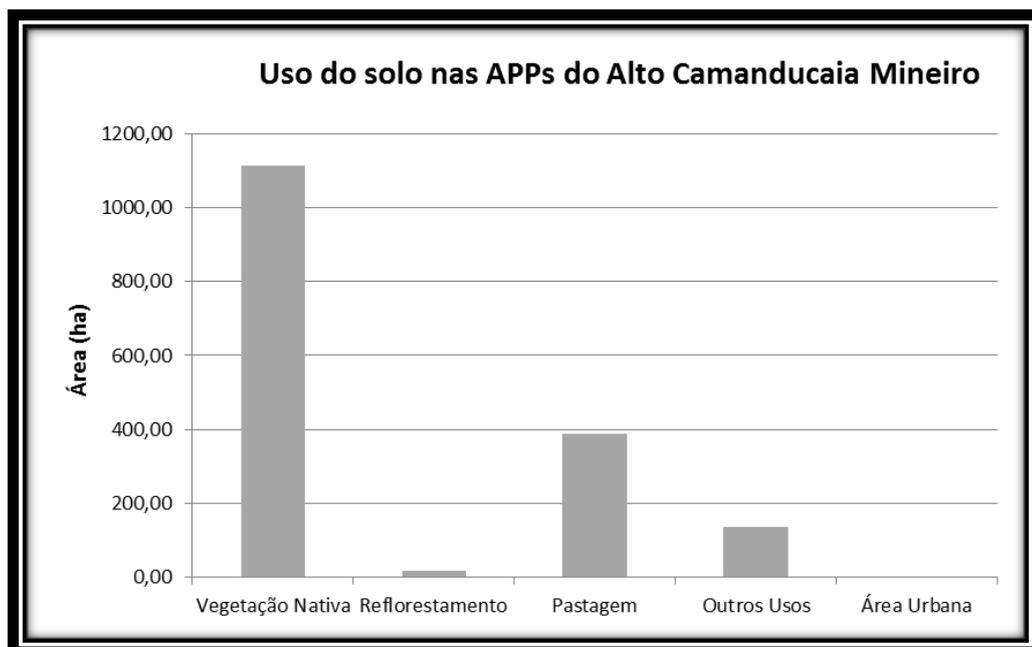


Figura 93 Uso do solo nas APPs do Alto Camanducaia Mineiro

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
 Bairro Alto - Piracicaba - SP
 CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

Fone/Fax: 19 3432-7540 / 19 3301-8228

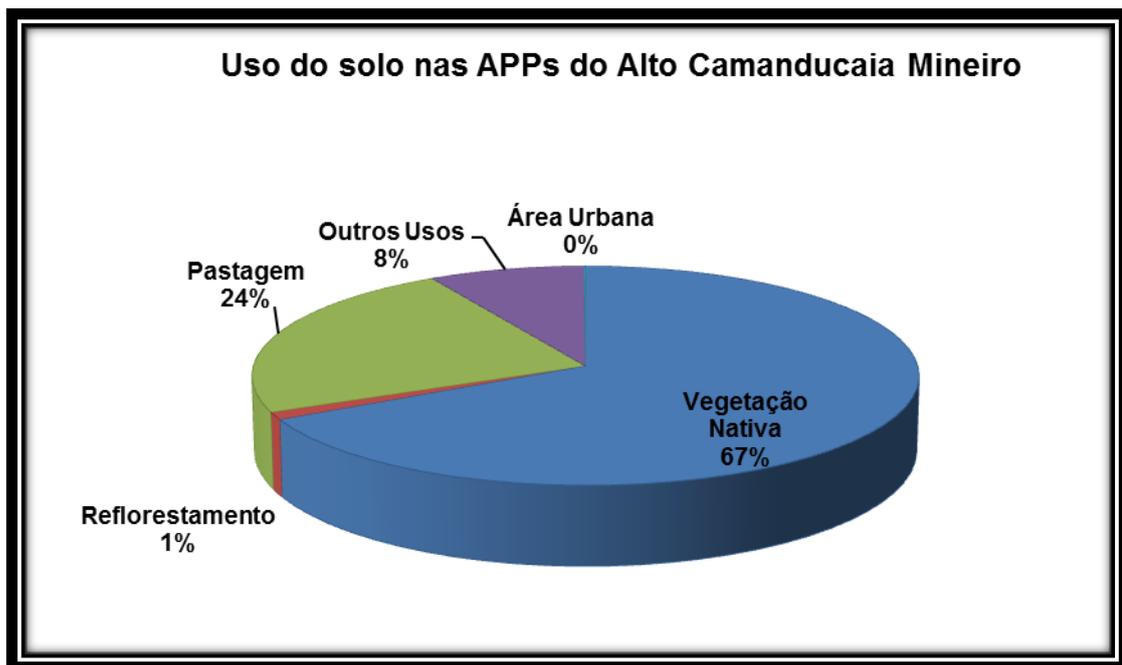


Figura 94 Uso do solo nas APPs Alto Camanducaia Mineiro

A Figura 95 apresenta a documentação fotográfica registrada na Bacia do Alto Camanducaia Mineiro.

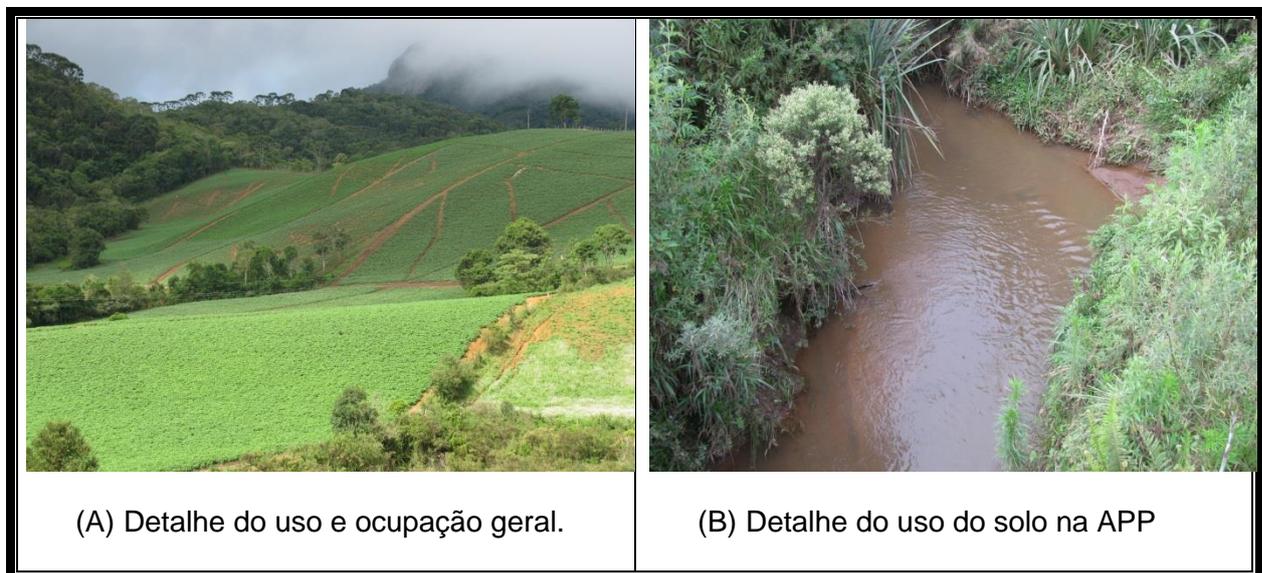


Figura 95. Exemplos de uso do solo na bacia do Alto Camanducaia Mineiro.

5.2.9 Afluentes do Rio Sapucaí Mirim

A subbacia dos afluentes do rio Sapucaí Mirim se situa na região norte do município de Camanducaia (vide Figura 96). É afluente da margem esquerda do Rio Sapucaí Mirim. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia estão descritos na Tabela 55.

Tabela 55 Uso do solo na subbacia dos Afluentes do rio Sapucaí Mirim.

Sub-bacia	Afluentes do rio Sapucaí-Mirim			
	Área total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	2.955,55		519,55	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	950,53	32,16	273,93	52,72
Reflorestamento	45,53	1,54	6,33	1,22
Pastagem	1.701,34	57,56	209,73	40,37
Outros Usos	233,34	7,89	23,83	4,59
Área Urbana	24,83	0,84	5,73	1,10

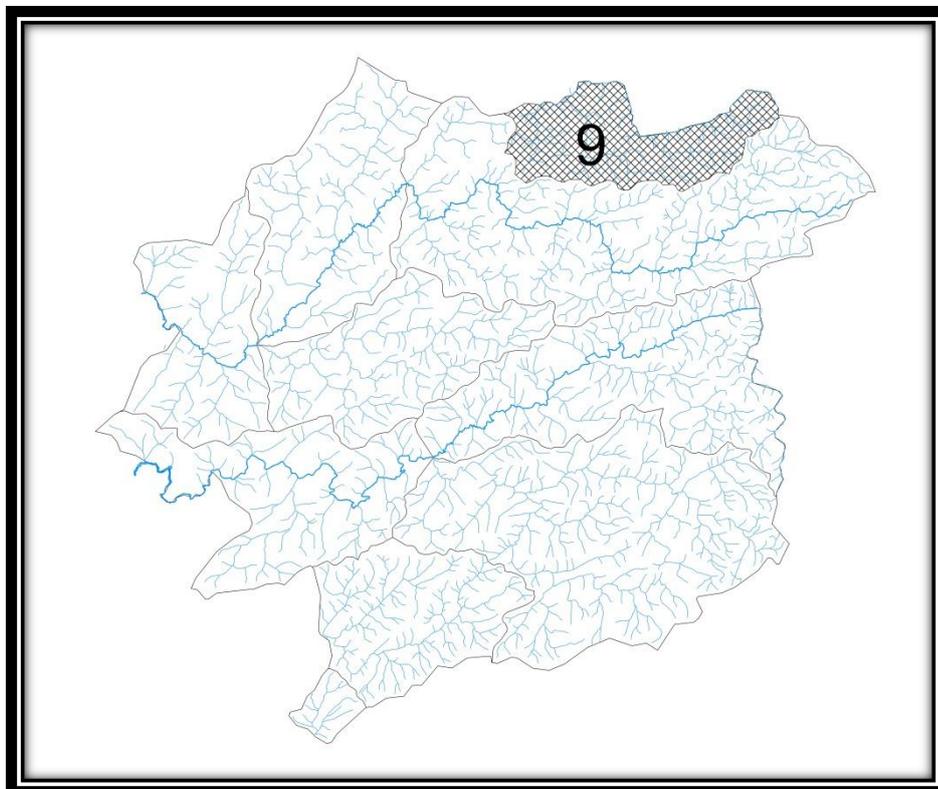


Figura 96. Localização da bacia hidrográfica dos Afluentes do Rio Sapucaí-Mirim

Observa-se na Tabela 55 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a pastagem (57,56%), seguida de áreas de vegetação nativa ocupando 32,16% da área total da bacia. O percentual relacionado a outros usos é de 7,89% e a ocupação por reflorestamento e área urbana, de 1,54% e 0,84%, respectivamente. A Figura 97 e a Figura 98 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

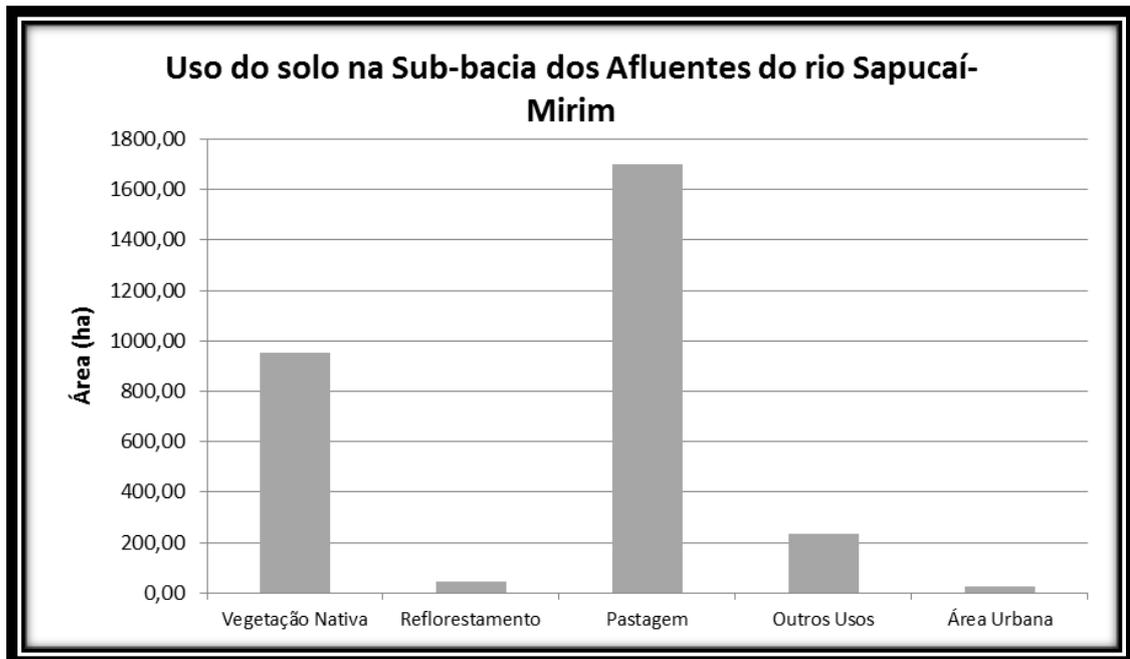


Figura 97 Uso do solo na Subbacia dos afluentes do rio Sapucaí Mirim.

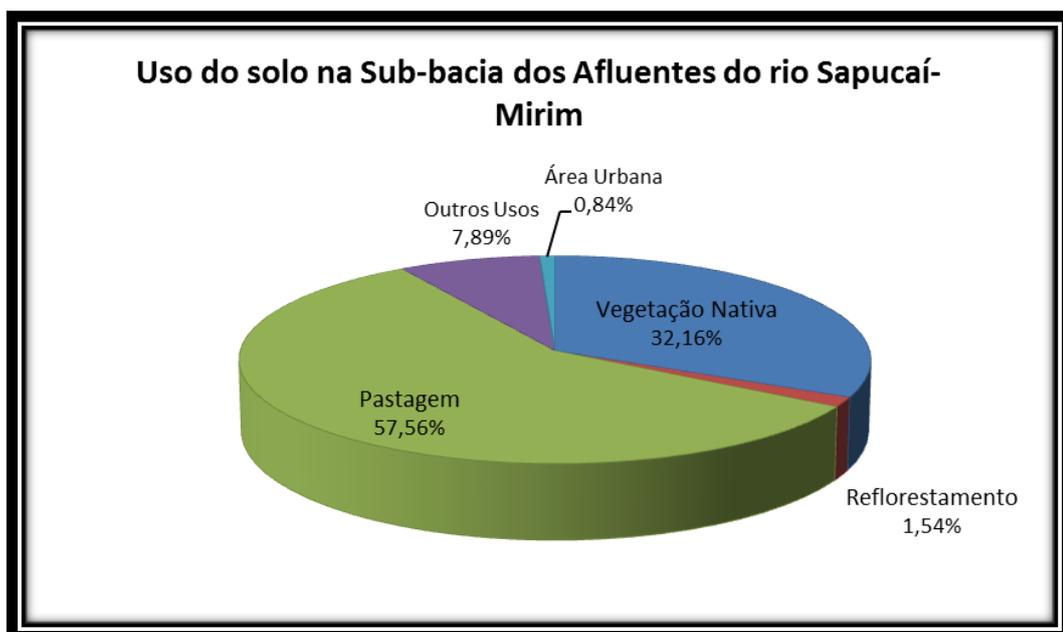


Figura 98 Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia dos afluentes do rio Sapucaí Mirim

Os dados apresentados na Tabela 55 demonstram que nas APPs da bacia dos afluentes do rio Sapucaí Mirim, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 52,72% da área total, seguida por áreas de pastagem, que ocupam 40,37% da APP desta bacia. As áreas com outros usos ocupam 4,59%, reflorestamento 1,22% e a área urbana 1,10%. A Figura 99 e a Figura 100 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.

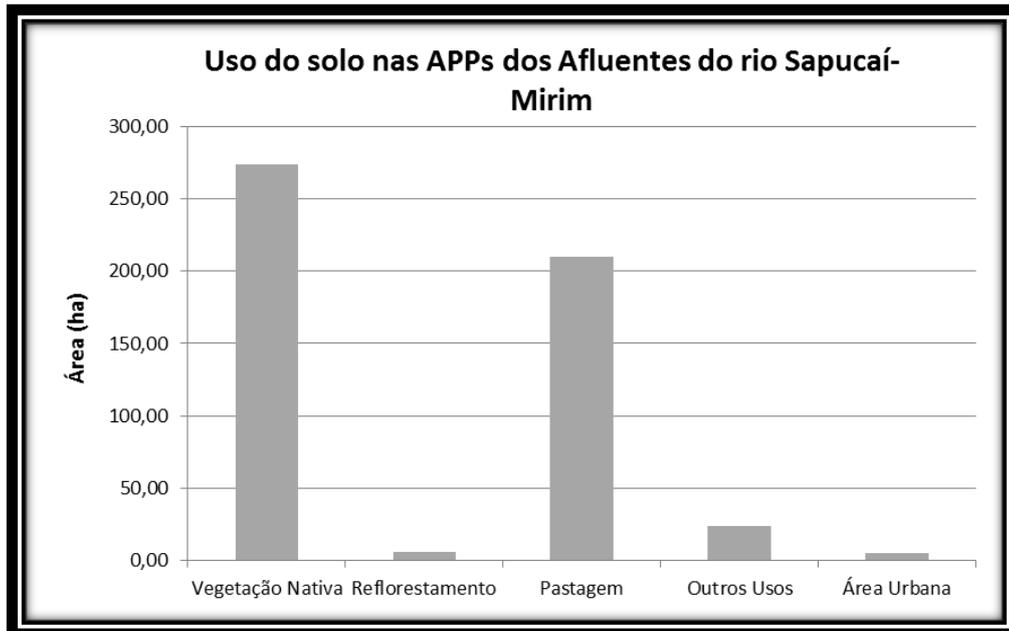


Figura 99 Uso do solo nas APPs dos afluentes do rio Sapucaí Mirim

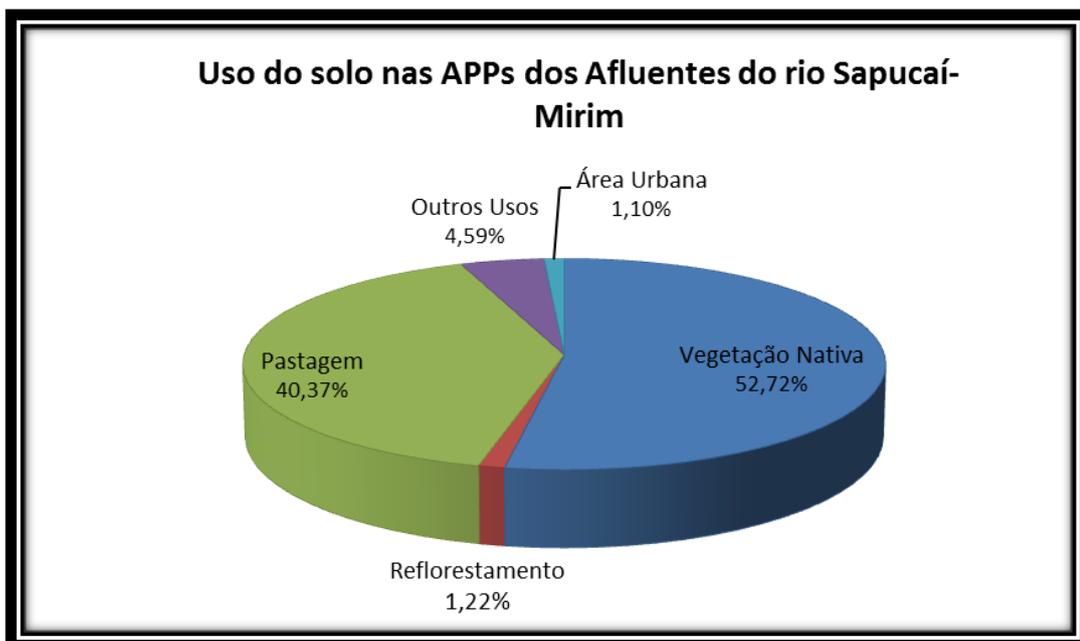


Figura 100 Uso do solo nas APPs dos afluentes do rio Sapucaí Mirim.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

A Figura 101 apresenta a documentação fotográfica registrada na Bacia dos Afluentes do Rio Sapucaí-Mirim.



Figura 101. Exemplos de uso do solo na bacia dos afluentes do Rio Sapucaí-Mirim.

5.2.10 Córrego da Cachorra/Médio Camanducaia

A subbacia do Córrego da Cachorra se situa na região noroeste do município de Camanducaia (vide Figura 102). A subbacia agrega o Córrego da Cachorra, que é afluente direto da margem direita do Rio Camanducaia mineiro. Está localizada nessa subbacia a área urbana do município de Camanducaia. Os índices de uso e ocupação do solo da subbacia estão descritos na Tabela 56.

Tabela 56 Uso do solo na subbacia do Córrego da Cachorra.

Sub-bacia	Córrego da Cachorra			
	Área total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	5.243,91		778,79	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	1.710,28	32,61	385,22	49,46
Reflorestamento	54,37	1,04	8,07	1,04
Pastagem	2.531,49	48,27	311,64	40,02
Outros Usos	641,46	12,23	45,11	5,79
Área Urbana	306,32	5,84	28,75	3,69

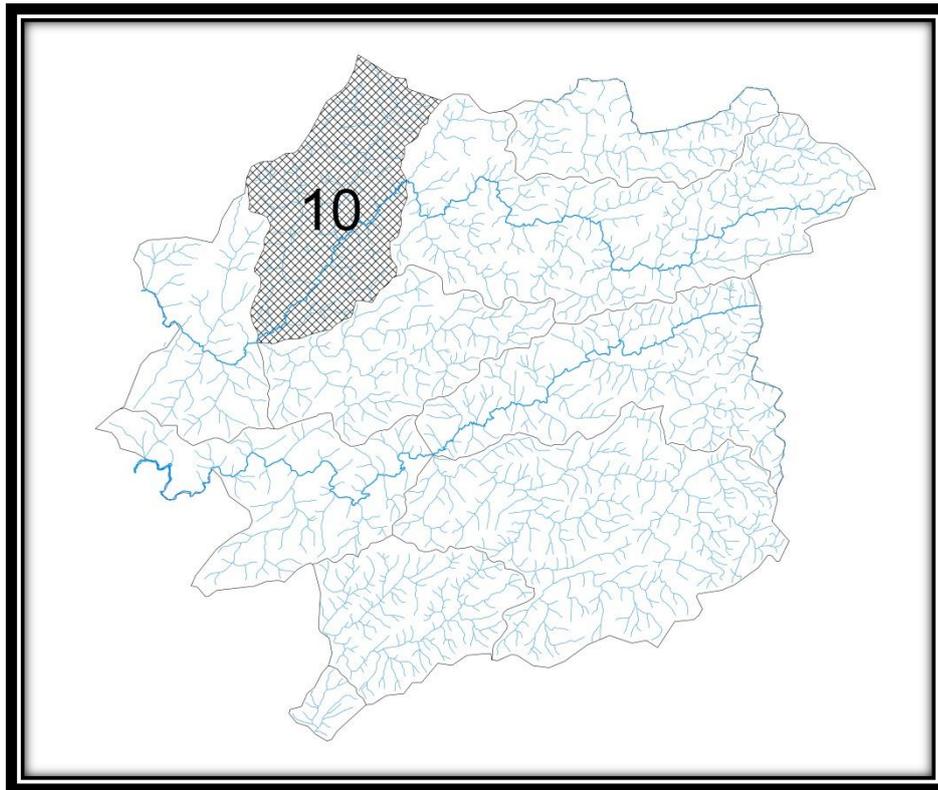


Figura 102. Localização da bacia hidrográfica do Córrego da Cachorra.

Observa-se na Tabela 56 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a pastagem (48,27%), seguida de áreas de vegetação nativa ocupando 32,61% da área total da bacia. O percentual relacionado a outros usos é de 12,23% e a ocupação por reflorestamento é de 1,04%. A ocupação urbana é um pouco maior para essa bacia em relação às demais, caracterizando-a como uma bacia mais urbanizada, representando 5,84% da área total da bacia. A Figura 103 e a Figura 104 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

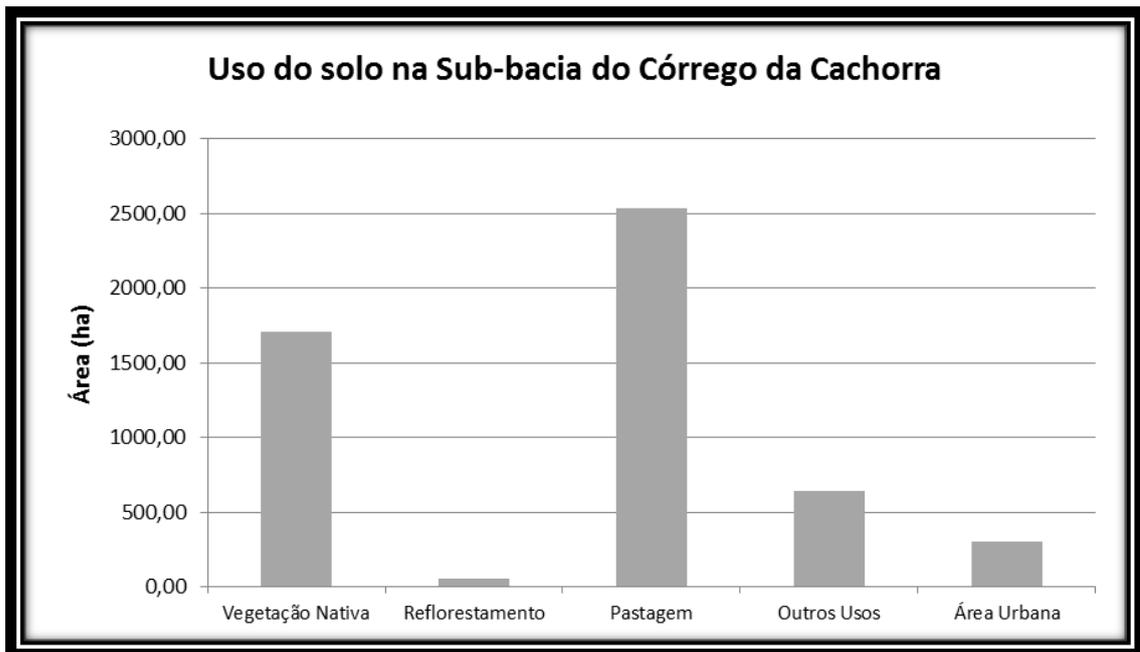


Figura 103 Uso do solo na Subbacia do Córrego da Cachorra.

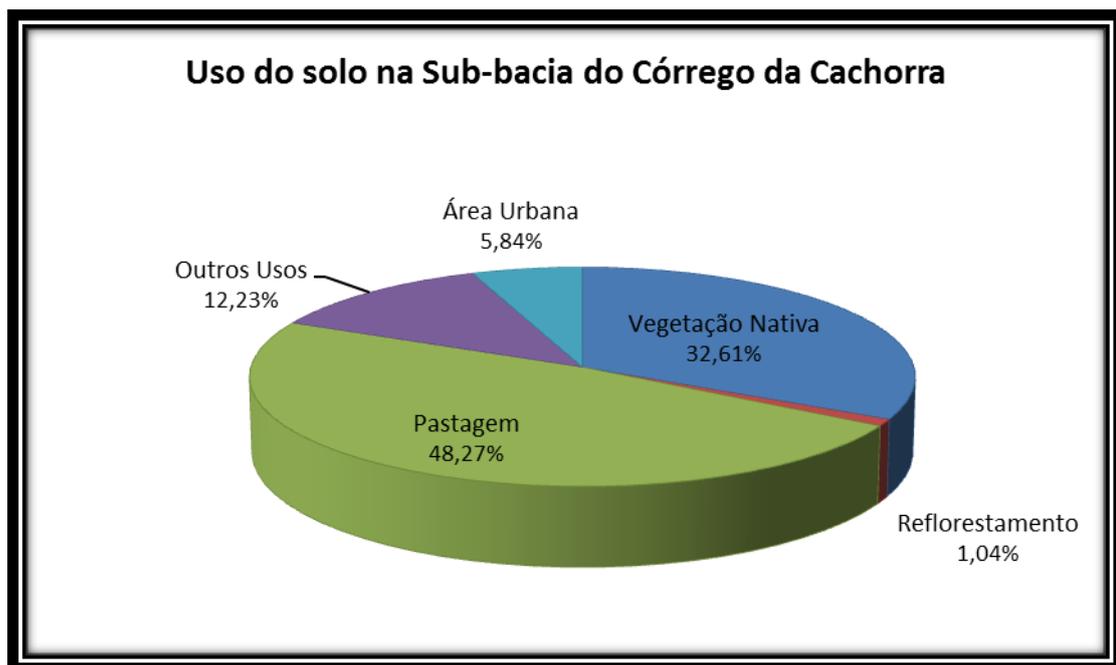


Figura 104 Distribuição relativa do uso do solo na Subbacia do Córrego da Cachorra

Os dados apresentados na Tabela 56 demonstram que nas APPs da bacia do Córrego da Cachorra, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 49,46% da área total, seguida por áreas de pastagem, que ocupam 40,02% da APP desta bacia. As áreas com outros usos ocupam 5,79%, reflorestamento 1,04% e a área urbana 3,69%.

A Figura 105 e a Figura 106 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.

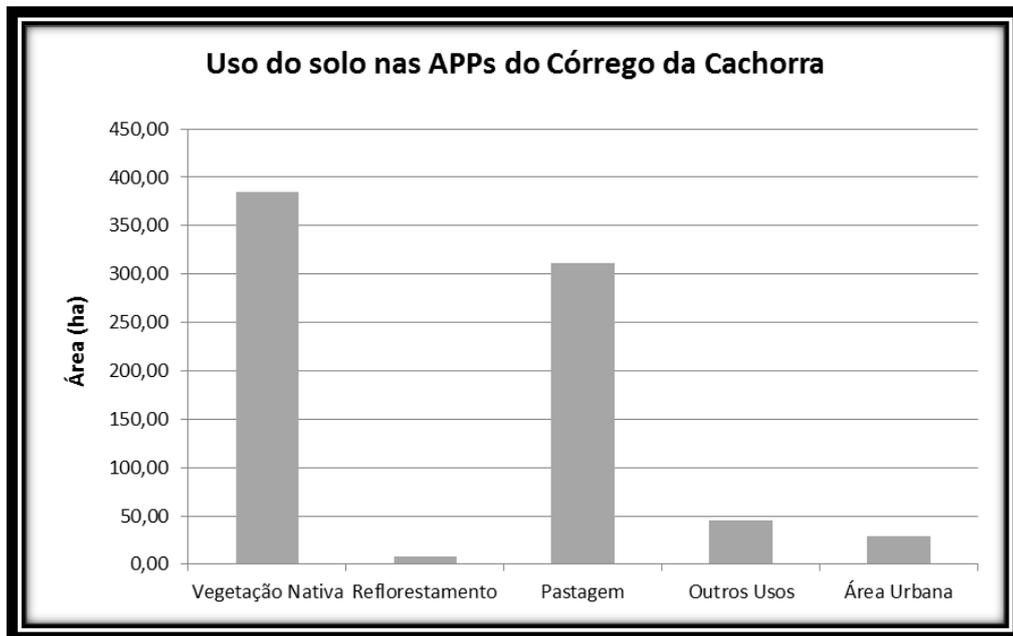


Figura 105 Uso do solo nas APPs do Córrego da Cachorra

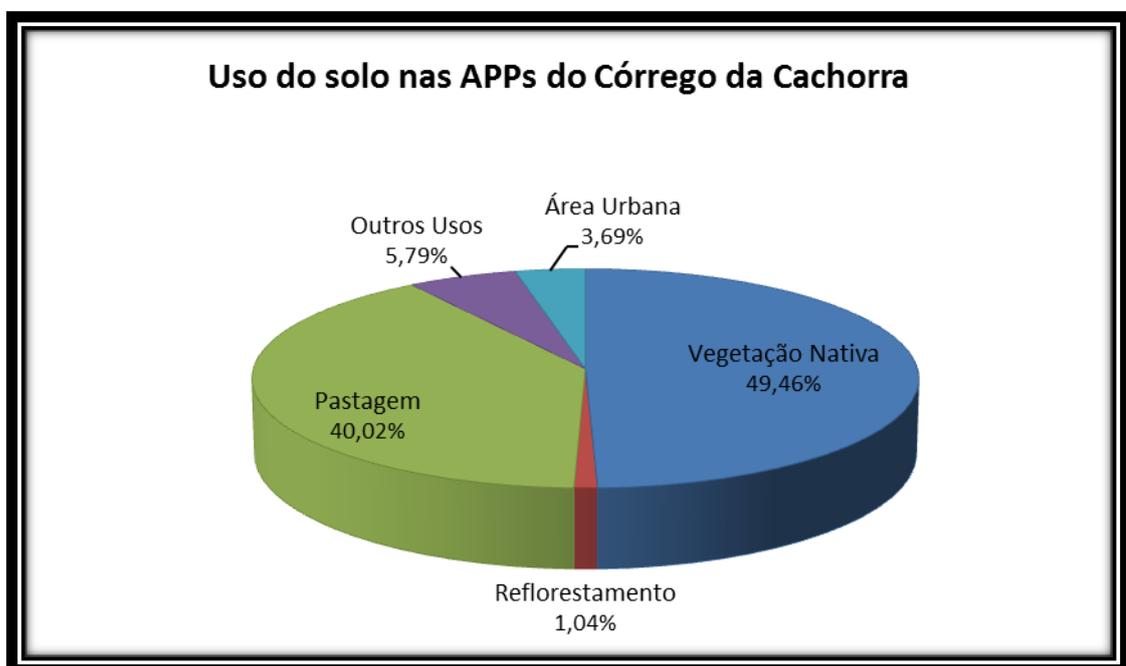


Figura 106 Uso do solo nas APPs do Córrego da Cachorra.

A Figura 107 apresenta a documentação fotográfica registrada na Bacia do Córrego da Cachorra.



Figura 107. Exemplos de uso do solo na bacia do Córrego da Cachorra.

5.3 Usos e Demandas da água

5.3.1 Os principais usos da água em Camanducaia

A água é fundamental para a existência humana e seu uso pode ser definido de duas formas distintas, ou seja: consuntivos e não consuntivos.

Consuntivo: referem-se aos usos que retiram a água de sua fonte natural diminuindo suas disponibilidades, espacial e temporalmente, ou como define o SIGRH_SP: *“como aquele no qual há perda entre o que é derivado e o que retorna ao curso de água, avalia-se neste item a situação da utilização dos recursos hídricos para o uso urbano,*

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

industrial e irrigação.”. Exemplos: Irrigação, onde a água que é utilizada para a produção de culturas agrícolas, é acumulada nos grãos (feijão, milho, soja) ou nas flores, folhas e frutos das hortaliças (couve-flor, pepino, berinjela, cenouras etc.), portanto, a água é evapotranspirada (deixa o estado líquido existente no solo e na planta e passa ao estado gasoso (vapor) indo até a atmosfera). Portanto, o retorno dessa água aos aquíferos ou aos cursos d’água terá um espaço de tempo muito longo, praticamente, não equilibra o balanço hídrico de uma unidade de planejamento no caso uma bacia hidrográfica.

Não-consuntivos: referem-se aos usos que retornam à fonte de suprimento, praticamente a totalidade da água utilizada, podendo haver alguma modificação no seu padrão temporal de disponibilidade. Exemplos: A água para a geração de energia elétrica, Navegação Interior, Recreação e Lazer, Aquicultura e Usos Ecológicos.

Os usos não consuntivos compreendem aquelas atividades que fazem uso dos mananciais, sem, no entanto, alterar significativamente a sua disponibilidade hídrica no tempo e no espaço. Os principais exemplos deste tipo de uso são: a pesca, a navegação fluvial, a recreação e o lazer que utilizam água sem modificação quantitativa. Neste mesmo tipo de consumo não-consuntivo pode ser incluída a geração de energia elétrica.

Uma característica da demanda não consuntiva de água para o lazer, recreação e pesca é que não depende de uma determinada quantidade de água, mas sim da manutenção das condições naturais do recurso hídrico.

Segundo o Cadastro de usuários de Minas Gerais da SEMAD, não há no município usos não consuntivos cadastrados no município.

Os usos consuntivos de água, nos quais há perdas entre o que é derivado e o que retorna ao curso natural, devem ser considerados para a elaboração do balanço entre a disponibilidade e a demanda. O levantamento dos usos consuntivos foi realizado através do cadastro de usuários de água do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM. A Tabela 57 apresenta o número de usuários existentes no cadastro de usuários de água do IGAM.

Tabela 57 Quantidade usuários no município de Camanducaia

Tipo de uso	Número de usuários
Industrial	12
Abastecimento Público	11
Outros	3
Total	26

Fonte: Cadastro de usuários de recursos hídricos de Minas Gerais da SEMAD.
Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

5.3.1.1 Uso da água no Saneamento ambiental.

Em municípios brasileiros o uso primordial da água superficial e/ou subterrânea é para o abastecimento humano, dessedentação animal e industrial, além de que, ela é o elemento fundamental para o afastamento dos esgotos domésticos e industriais, portanto, a base do saneamento ambiental de uma população.

Na grande maioria dos municípios os cursos d'água ou atravessam a área urbana, ou estão próximos a elas. As nascentes e/ou os aquíferos subterrâneos, também abastecem as populações, porém sob condições mais específicas. Portanto, tanto a água superficial como a água subterrânea deve ser preservada, para a sua utilização pelas gerações futuras. Nesse sentido, é de fundamental importância que as Cias. Estaduais de Saneamento, ou as Prefeituras Municipais e suas autarquias, tenham como prioridade básica de suas ações a proteção e a preservação de seus mananciais.

Para caracterizar os usos consuntivos de água é necessário um cadastro permanente atualizado dos usuários da água. O cadastro é um conjunto de informações sobre os usuários, usos e interferências nos recursos hídricos (captações de água, lançamento de efluentes líquidos) que tem por objetivo o conhecimento da situação dos múltiplos usos das águas nas bacias (como, onde, quando e para que usam) visando preservar às águas.

No município de Camanducaia, tanto os serviços de abastecimento de água, como o de esgotamento sanitário, são de responsabilidade da COPASA – Cia de Saneamento de Minas Gerais, que por sua vez, assumiu a responsabilidade recente pela questão do tratamento dos esgotos. Ressalta-se que no Distrito/Bairro de São Mateus somente a questão do abastecimento de água é de responsabilidade da COPASA, no entanto, em Monte Verde e na própria zona Urbana de Camanducaia a COPASA é responsável tanto pelo esgoto como pelo abastecimento de água. A seguir se apresenta uma breve descrição da situação atual do saneamento do Município:

Zona Urbana: O abastecimento de água do município é realizado através de uma captação direta do Rio Camanducaia, sob responsabilidade da COPASA. Neste ponto, a disponibilidade hídrica é satisfatória. Já em relação a coleta e ao tratamento de esgotos, a situação é mais crítica. Durante os trabalhos de campo, a equipe observou várias obras da COPASA para a implantação da rede coletora de esgoto no município, que segundo dados da Pesquisa de Saneamento realizada pelos técnicos da Agência PCJ, é da ordem de 65%, faltando, cerca de 35% para completar o atendimento total da zona Urbana municipal. Em

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

relação ao tratamento de esgoto, o mesmo é inexistente. Existe um projeto básico para uma ETE elaborado, bem como uma área disponível para a sua construção.

Distrito de Monte Verde No distrito de Monte Verde, os serviços de saneamento são de responsabilidade da COPASA. Existe uma Estação de Tratamento de água que abastece o distrito, conforme Figura 108. Em relação ao tratamento de esgoto, a COPASA já possui o terreno disponível para a construção e está finalizando as obras dos coletores tronco para interligar a rede e futura ETE.



Figura 108. Estação de Tratamento de Água Monte Verde.

- **Distrito de São Mateus.** A COPASA é responsável somente pelo abastecimento de água no distrito. Não há rede coletora de esgoto no local.

- **Outros bairros isolados.** Nestes pequenos bairros isolados, toda a questão do saneamento é feita pelos próprios moradores (recebendo apoio da Prefeitura), através de captações nas minas d'água, abundantes na região. Não há rede coletora de esgoto nestes bairros.



Figura 109. Abastecimento de água por poço tubular – Bairro de Ponte Nova-Camanducaia, MG.

A agência PCJ está procurando equacionar esta situação em vários bairros isolados do município, através dos recursos oriundos do Comitê PCJ. Como demonstrado nas fotos a seguir, alguns cursos d'água recebem lançamentos diretos dos bairros isolados.



Figura 110. Bairro isolado, com curso d'água funcionando como fonte de recebimento dos efluentes domésticos.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

Fone/Fax: 19 3432-7540 / 19 3301-8228 157



Figura 111. Bairro isolado, com curso d'água funcionando como fonte de recebimento dos efluentes domésticos.

5.3.1.2 Uso da água na Irrigação.

A irrigação de culturas agrícolas é uma prática utilizada de forma a complementar a necessidade de água, naturalmente promovida pela precipitação, proporcionando teor de umidade ao solo suficiente para o crescimento das plantas.

O Uso na Irrigação, também chamado de uso na agricultura ou uso rural, se caracteriza pela utilização do recurso hídrico para irrigação de lavouras, dessedentação de animais e abastecimento para comunidades rurais.

É o uso da água de maior consumo, demandando cuidados e técnicas especiais para o aproveitamento racional com o mínimo de desperdício. Quando utilizada de forma incorreta, além de problemas quantitativos, a irrigação pode afetar drasticamente tanto a qualidade dos solos quanto ados recursos hídricos superficiais e subterrâneos (fertilizantes corretivos e agrotóxicos).



Figura 112. Cultura de vagem irrigada em bairro rural de São Mateus, Camanducaia, MG.



Figura 113. Culturas temporárias irrigadas, bairro rural de São Mateus, Camanducaia, MG.



Figura 114. Encosta com preparo do solo para plantio de culturas irrigadas no bairro rural de São Mateus, Camanducaia, MG.

5.3.1.3 Uso industrial.

Há vários tipos de uso da água nos processos industriais, como para refrigeração e geração de vapor, incorporação aos produtos, higiene e limpeza. No município de Camanducaia duas grandes empresas são usuárias de recursos hídricos a Cia. Melhoramentos Florestais e a Uniminas, indústria têxtil.



Figura 115. Área de reflorestamento da Cia Melhoramentos Florestais.



Figura 116. Uso da água para combate a incêndios florestais - Área de reflorestamento da Cia Melhoramentos Florestais.

Na sequência se apresenta fotos ilustrando o transporte de água para uso das indústrias Melhoramentos Florestal – Fazenda Levantina, Camanducaia, MG.



5.3.2 Demandas de água superficial

A estimativa da demanda hídrica no município de Camanducaia foi realizada com base nos dados das outorgas emitidas pelo IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas e foram divididas em demanda urbana, demanda industrial e outros tipos de usos, correspondentes a usos no setor rural.

Tabela 58. Usuários de águas superficiais cadastrados em Camanducaia

Empreendimento	Latitude	Longitude	Curso D'água	Vazão [m ³ /h]	Finalidade de uso
Companhia de saneamento de minas gerais - copasa	22° 52' 59"	46° 0' 59"	Córrego da cachoeirinha	14,40	Abastecimento público
J.b.m beneficiadora e comércio de batatas ltda	22° 44' 5"	46° 8' 2"	Córrego j. Das montanhas	18,00	Consumo agroindustrial
COPASA / MG	22°53'00"	46°01'00"	Córrego j. Das montanhas	14,40	Abastecimento público,
COPASA / MG	22°53'00"	46°03'00"	Córrego recanto selado	18,00	Abastecimento público,
Companhia de saneamento de minas gerais	22° 52' 1"	46° 1' 10"	Córrego do cadete	1,04	Abastecimento público
Departamento de estradas de rodagem de minas gerais	22°52'1"	46° 3' 2"	Córrego da minhoca	0,11	Consumo industrial
Departamento de estradas de rodagem de minas gerais	22°49'52"	46° 7' 27"	Rio jaguari	0,11	Consumo industrial
M.v.v. Mineração comércio e indústria ltda.	387838	7480880	Corrego do toco	0,14	Consumo industrial
OSCAR JOSÉ FERREIRA	22° 41' 41"	46° 5' 59"	Nascente	0,54	Serviços
MELHORAMENTOS FLORESTAL S/A	22°49'19"	46° 5' 12"	Nascente	0,11	Industrial
COPASA / MG	22°45'00"	46°08'00"	Rio Camanducaia	180,00	Abastecimento Público
Total m³/h				246,82	

Tabela 59 Vazões utilizadas divididas por uso.

Tipo de uso	m ³ /s	%
Industrial	0,25	0,1
Abastecimento Público	226,80	91,9
Outros	19,77	8,0
Total	246,82	100

Fonte: Cadastro de usuários de recursos hídricos de Minas Gerais da SEMAD.

Como se nota na Tabela 58, a demanda total de água superficial no município de Camanducaia é de aproximadamente 250 m³/h. Em termos de uso, tem-se que 92% da demanda representando o uso urbano (abastecimento público). Outros usos representam 8% (usos rurais e irrigação), seguido pelo uso industrial, que representa apenas 0,1% da demanda total do município.

Os dados existentes no cadastro de usuários se mostram bastante escassos e não retratam algumas das observações feitas em campo pelo equipe técnica. A captação superficial cadastrada pelo companhia Melhoramentos, menor que 1 m³/h se mostra bem aquém do tamanho da empresa, fato este que deve se justificar por erros cadastrais.

5.3.3 Demanda de água subterrânea

A estimativa da demanda de água subterrânea foi calculada semelhante à demanda de água superficial, com base nos dados das outorgas emitidas pelo IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas e foram divididas em demanda urbana, demanda industrial e outros tipos de usos, correspondentes a usos no setor rural. É provável que os valores de demanda por água subterrânea estejam subestimados, uma vez que muitos usuários (sítios, chácaras, etc) não cadastram os poços no órgão fiscalizador (IGAM), de tal forma que fica desconhecido o valor dessa demanda.

Tabela 60. Usuários de águas subterrâneas cadastrados em Camanducaia

Empreendimento	Latitude	Longitude	Vazão [m ³ /s]
COPASA / MG	22°44'00"	46°07'00"	4,50
COPASA / MG	22°44'00"	46°07'00"	44,78
COPASA / MG	22°44'00"	46°07'00"	4,10
COPASA / MG	22°44'00"	46°07'00"	22,50
COPASA / MG	22°44'00"	46°07'00"	21,82
LEGGETT & PLATT DO BRASIL LTDA.	22° 45' 15"	46° 9' 12"	2,99
UNIMINAS AGROINDUSTRIAL LTDA.	22° 43' 3"	46° 7' 1"	6,98
UNIMINAS AGROINDUSTRIAL LTDA.	22° 43' 0"	46° 7' 8"	6,98
CHURRASCARIA COMETA LTDA	22° 41' 35"	46° 5' 59"	7,99
INDUSTRIA DE EMBALAGENS TOCANTINS LTDA	22°47'02"	46°10'40"	4,00
INDUSTRIA DE EMBALAGENS TOCANTINS LTDA	22°47'02"	46°10'40"	4,00
PLASCAR INDUSTRIAS DE COMPONENTES PLASTICOS	22°41'6"	46° 6'15"	285,12
AUTOPISTA FERNÃO DIAS S/A	22°45'15"	46° 8'56"	34,56
PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMANDUCAIA	22°47'37"	46° 3'15"	186,62
DEB MAQ DO BRASIL LTDA	22°41'12"	46° 6'6"	216,00
Total m³/h			853,56

Alguns dados apresentados na tabela acima devem ser analisados com ressalvas, pois apresentam vazões cadastradas muito superiores que o potencial dos aquíferos na região (rochas cristalinas). Por exemplo, o poço cadastrado pela Prefeitura Municipal de Camanducaia (0,05184 m³/s ou 183 m³/h) e o da Plascar Industrias (vazão de 0,07920 m³/s ou 285,12 m³/h) apresentam erros cadastrais.

Contando com as incoerências mencionadas acima, a vazão subterrânea cadastrada é da ordem de 853 m³/h no município.

5.4 Lançamentos

No cadastro de usuários da SEMAD não consta a existência de lançamentos cadastrados no município.

Todavia, fisicamente podemos considerar ao menos os lançamentos realizados na área urbana do município, e dos distritos/bairros isolados, que conforme já apresentado não possuem tratamento.

5.5 Disponibilidade Hídrica Superficial

As bacias hidrográficas PJ é uma das mais ricas em disponibilidade hídrica superficial do estado de Minas Gerais, com altas contribuições específicas (da ordem de 17 a 19 L/s km²) e elevado índice pluviométrico (cerca de 1.600 a 1.800 mm/ano).

A área de estudo inclui as bacias hidrográficas situadas no município de Camanducaia, as quais pertencem a três grandes bacias hidrográficas: Rios Atibaia e Jaguari (formadores do Rio Piracicaba) e do Rio Sapucaí-Mirim (Afluente Rio Grande). Estes três grandes cursos d'água possuem suas nascentes no Estado de Minas Gerais e “correm” em direção ao Estado de São Paulo. A Tabela 61 apresenta as 10 bacias hidrográficas do município, indicando às bacias principais a quais pertencem.

Tabela 61. Bacias Hidrográficas no município de Camanducaia-MG.

ID	Bacia Hidrográfica	Bacia Hidrográfica Principal
1	Médio Jaguari	Rio Jaguari
2	Baixo Jaguari	
3	Ribeirão dos Ponciano	
4	Alto Camanducia Mineiro	
5	Médio Camanducaia Mineiro/Córrego da Cachorra	
6	Baixo Camanducaia Mineiro/Córrego dos Pericós	
7	Córrego do Paiolzinho	
8	Ribeirão da Cancã ou da Cachoeirinha	Rio Atibaia
9	Afluentes do Córrego da Correnteza	Rio Sapucaí-Mirim
10	Afluentes do Ribeirão São Domingos	

Característica marcante da rede hidrográfica vertente da Serra da Mantiqueira é a sua densidade de drenagem. O próprio nome da serra dado pelos índios Puris era Aman-ty-kir, cujo significado – montanhas que choram – é uma alusão a este fato (APA “Fernão Dias”, 1998).

A Bacia PJ possui comportamento hidrológico bastante homogêneo e uma produção hídrica notável, expressada pela alta densidade de drenagem, típica desses ambientes serranos. Esta produção hídrica resulta de condicionantes climáticas favoráveis, balizadas pela posição geográfica e a relativa proximidade da costa Atlântica, em relação à circulação atmosférica regional.

As tipologias homogêneas verificadas no território da área de estudo relativo a pluviosidade, relevo e capacidade de infiltração de água no solo, individualizam, em escala regional, uma classe de comportamento hidrológico com as seguintes características:

- **Pluviosidade anual entre 1.600 e 1.800mm;**
- **Predominância de relevo forte ondulado a montanhoso (declividades superiores a 20%);**
- **Predominância de terrenos com baixa capacidade de infiltração (solo argiloso associado a substrato rochoso de baixa permeabilidade).**

Entretanto, a ausência de postos fluviométricos na área inviabilizou a estimativa da disponibilidade hídrica de forma direta. Como alternativa, buscaram-se metodologias de regionalização de vazões. Desta forma, adotou-se a regionalização proposta e utilizada no Estado de São Paulo, com os parâmetros para a região a montante do sistema Cantareira, cujo meio físico é semelhante ao encontrado no município de Camanducaia.

Para cada bacia hidrográfica foram estimadas as vazões: (i) média plurianual (Q_m); (ii) mínima com 95% de permanência (Q_{95}) e (iii) mínima com 7 dias de duração e tempo de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$).

Os valores apresentados foram calculados a partir do Método da “Regionalização Hidrológica” proposta pelo DAEE, utilizando-se as áreas de drenagem calculadas através de sistema computacionais, conforme apresentado na Tabela 62.

Tabela 62. Vazões totais para as Sub-Bacias de Camanducaia.

ID	Sub-Bacia	AD (km ²)	Vazões (m ³ /s)		
			Q _m	Q _{7,10}	Q _{95%}
1	Médio Jaguari	66,01	4.898,38	1.412,10	2.125,91
2	Baixo Jaguari	51,15	3.795,66	1.094,22	2.000,34
3	Ribeirão dos Ponciano	99,30	7.368,73	2.124,25	3.802,28
4	Alto Camanducia Mineiro	100,77	7.477,81	2.155,68	2.714,44
5	Médio Camanducaia Mineiro/Córrego da Cachorra	52,44	3.891,42	1.121,80	1.229,69
6	Baixo Camanducaia Mineiro/Córrego dos Pericós	39,05	2.897,78	835,38	915,70
7	Córrego do Paiolzinho	45,16	3.351,17	966,06	1.766,09
8	Ribeirão da Cancã ou da Cachoeirinha	38,81	2.879,96	830,23	1.333,44
9	Afluentes do Córrego da Correnteza	4,94	366,59	105,66	153,97
10	Afluentes do Ribeirão São Domingos	29,56	2.193,55	632,34	693,18
<p>Q_m = Vazão média de longo período.</p> <p>Q_{7,10} = Vazão mínima de 7 dias consecutivos e período de retorno de 10 anos.</p> <p>Q₉₅ = Vazão com tempo de permanência de 95% ou superior.</p>					

Fonte: IRRIGART (2007) e atualizações

Todavia, algumas das bacias hidrográficas aqui apresentadas constituem-se em segmentos de bacias, isto é, possuem áreas a montante enquadradas em outra bacia hidrográfica, mas que contribuem com a vazão disponível. Para tanto, foi elaborado um diagrama unifilar simplificado das bacias hidrográficas. A Figura 117 apresenta o diagrama para as bacias hidrográficas do Rio Atibaia. A Figura 118 apresenta o diagrama para a bacia hidrográfica do Rio Sapucaí-Mirim e a Figura 119 apresenta este diagrama para a bacia hidrográfica do Rio Jaguari.

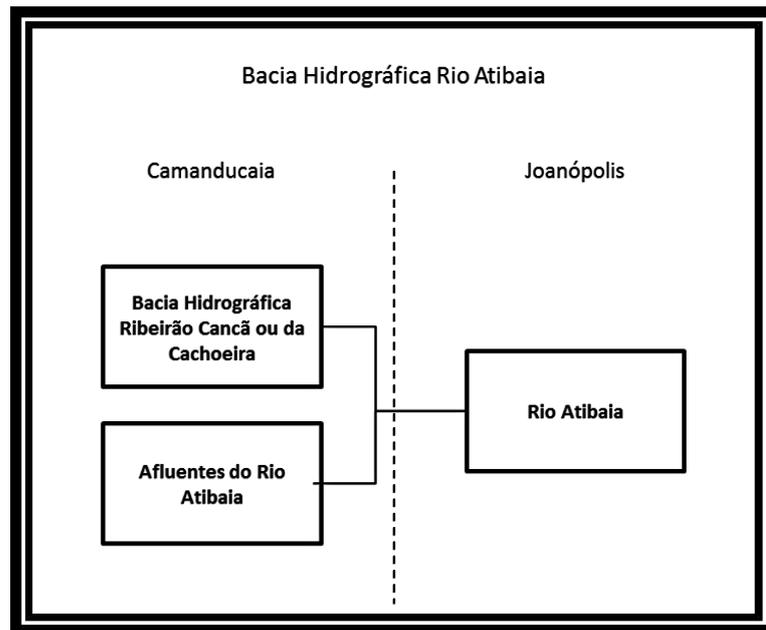


Figura 117. Diagrama das bacias hidrográficas Rio Atibaia, no município de Camanducaia-MG.

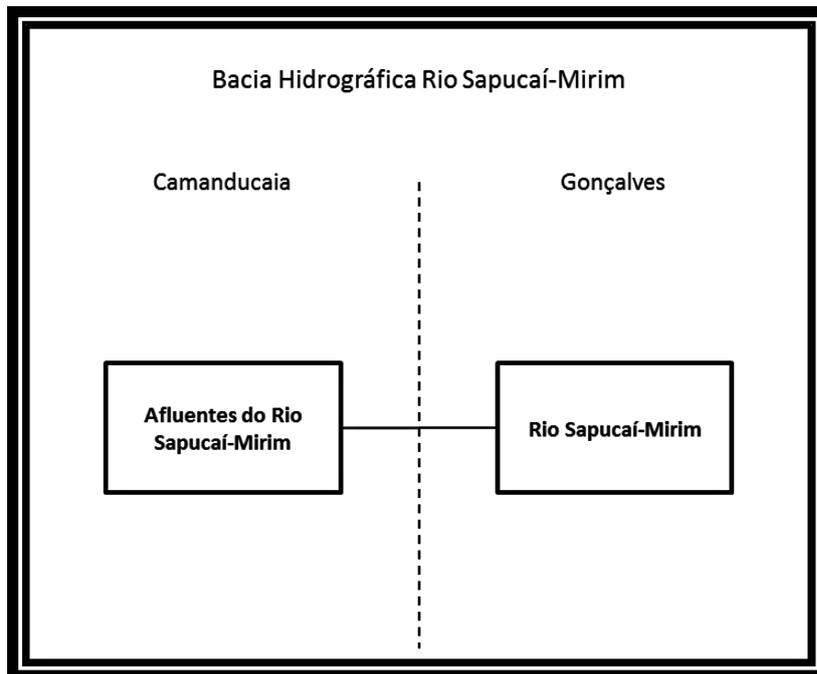


Figura 118. Diagrama das bacias hidrográficas Rio Sapucaí-Mirim, no município de Camanducaia-MG.

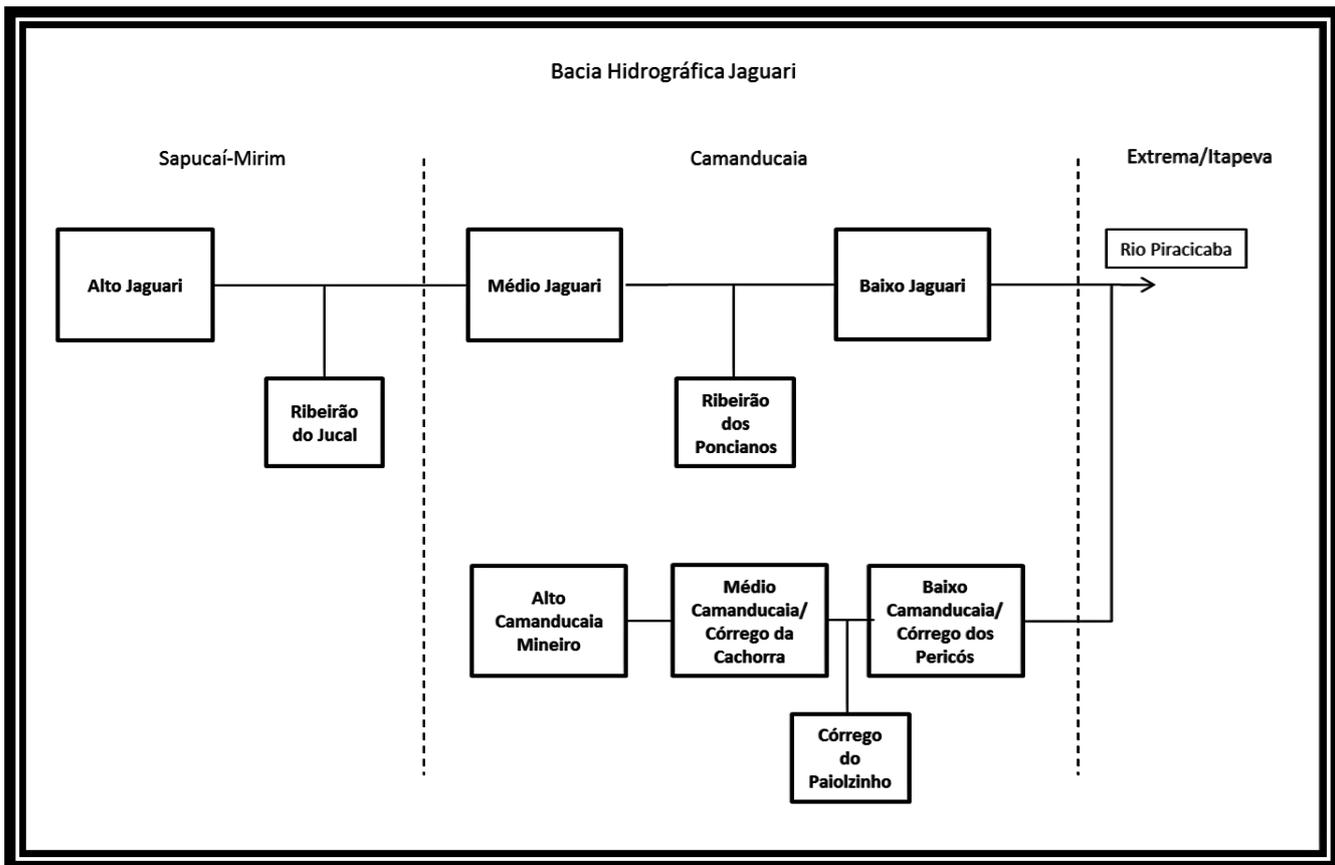


Figura 119. Diagrama das bacias hidrográficas Rio Jaguari, no município de Camanducaia-MG.

Tabela 63. Área de contribuição das bacias hidrográficas

ID	Sub-Bacia	AD (km2)	Bacias a montante	AD total (km2)	Qm (m ³ /h)	Q _{7,10} (m ³ /h)	Q _{95%} (m ³ /h)
1	Médio Jaguari	66,01	Alto Jaguari, e Ribeirão do Juca ¹	170,01	12.615,91	3.636,86	5.475,31
2	Baixo Jaguari	51,15	Alto Jaguari, Ribeirão do Juca ² , Médio Jaguari e Ribeirão dos Poncianos	320,46	23.780,30	6.855,34	12.532,21
3	Ribeirão dos Ponciano	99,30	-	99,3	7.368,73	2.124,25	3.802,28
4	Alto Camanducia Mineiro	100,77	-	100,77	7.477,81	2.155,68	2.714,44
5	Médio Camanducaia Mineiro/Córrego da Cachorra	52,44	Alto Camanducaia Mineiro	153,21	11.369,23	3.277,48	3.592,69
6	Baixo Camanducaia Mineiro/Córrego dos Pericós	39,05	Alto Camanducaia+ Médio Camanducaia + Córrego Paiolzinho	237,42	17.618,18	5.078,92	5.567,33
7	Córrego do Paiolzinho	45,16	-	45,16	3.351,17	966,06	1.766,09
8	Ribeirão da Cancã ou da Cachoeirinha	38,81	-	38,81	2.879,96	830,23	1.333,44
9	Afluentes do Rio Atibaia	4,94	-	4,94	366,59	105,66	153,97
10	Afluentes do Rio Sapucaí-Mirim	29,56	-	29,56	2.193,55	632,34	693,18

Fonte: IRRIGART (2007) e atualizações

¹ Bacias Hidrográficas localizadas no município de Sapucaí-Mirim, com área de drenagem total de 104 km².

² Bacias Hidrográficas localizadas no município de Sapucaí-Mirim, com área de drenagem total de

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

A disponibilidade hídrica superficial para cada uma das bacias hidrográficas do município de Camanducaia, foi considerada com a $Q_{7,10}$ calculada para cada uma delas, conforme apresentado na Tabela 63.

5.6 Disponibilidade Hídrica Subterrânea

Em rochas cristalinas, as principais estruturas favoráveis ao armazenamento e a circulação da água subterrânea são os fraturamentos (fraturas e falhas), sendo que alguns dos parâmetros hidráulicos responsáveis por esse fluxo estão estreitamente vinculados à frequência, abertura e interconexão da rede de fraturas com as zonas de recarga e acumulação, predominantemente associadas à espessura do manto de alteração, à presença da cobertura vegetal e aos tipos de material que compõem a cobertura intemperizada.

Constituído principalmente por granitos e migmatitos, a frequência de fraturas na região varia de baixa à média, por isso a exploração de águas subterrânea na região de Extrema, Camanducaia, Itapeva e Toledo são de potencialidade moderada.

Evidentemente, em zonas de sopé de encostas com depósitos de talus, o armazenamento das águas que vertem de infiltrações nos topos, ou mesmo escoam superficialmente, podem contribuir de forma significativa para o aumento da capacidade desses sedimentos coluvionares fornecerem quantidades apreciáveis de água, o que ocorrerá de forma tanto mais intensa quanto for o grau de intemperismo e de desagregação dos materiais transportados.

Como resultado dos processos de alteração do perfil geológico/morfológico de determinada área, a permeabilidade desses mantos de cobertura propiciarão um aporte considerável de fluxos por contato com o substrato rochoso mais impermeável, revelando verdadeiros mananciais de contribuição hídrica subsuperficial.

A disponibilidade hídrica deste aquífero foi estimado conforme metodologia apresentada no Relatório de Situação 2004/2006 das Bacias PCJ. Segundo esta metodologia, o Aquífero cristalino, presente em 100% da Bacia PJ, a disponibilidade hídrica subterrânea é da ordem de $1,25 \text{ m}^3/\text{s}$, ou $4.483 \text{ m}^3/\text{h}$

5.7 Balanço Hídrico Superficial

Os dados apresentados neste estudo indicaram uma disponibilidade hídrica no município de Camanducaia da ordem de 3.520 m³/h, distribuídos da seguinte forma:

- Bacias hidrográficas Rio Camanducaia: 1.410,81 m³/h.
- Bacias hidrográficas Rio Jaguari: 1.904,26 m³/h.
- Bacias hidrográficas Rio Sapucaí-Mirim: 175,65 m³/h.
- Bacias hidrográficas Rio Atibaia: 29,35 m³/h.

O consumo total de água superficial no município é da ordem de 250 m³/h e está concentrado na bacia do Rio Camanducaia (onde existe a captação superficial da COPASA). Desta forma, a utilização de água no município é de apenas 7,5% da disponibilidade total.

5.8 Balanço Hídrico Subterrâneo

Com base nas considerações metodológicas apresentadas no item 5.6 - Disponibilidade Hídrica Subterrânea, não é possível fazer o balanço hídrico subterrâneo por se uma área com rochas cristalinas.

5.9 Identificação das interferências de obras de engenharia nos recursos hídricos (lagos, barramentos e pontes)

Em função da grande discrepância dos dados encontrados no cadastro da SEMAD com os usos identificados em campo, a identificação das interferências nos recursos hídricos foi feita a partir de análises na imagem de satélite disponível na área.

Esta imagem, por ser de alta resolução, permite a identificação de lagos com superfície (espelhos d'água) maiores que 100 m².

Através desta análise foram encontradas 183 intervenções no município, sendo:

- 140 barramentos/lagos.
- 1 canal de desvio.
- 15 pontes.
- 27 travessias.

A visualização espacial destas intervenções podem ser observadas no **Desenho 16.572/12**, anexo a este relatório.

5.10 Qualidade dos Recursos Hídricos Superficiais

O estudo da qualidade das águas superficiais das bacias dos rios Piracicaba/Jaguari foi realizado com dados extraídos do Relatório de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais no Estado de Minas Gerais, elaborados no 1º e 2º Trimestre do ano de 2012 pelo IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

No referido trabalho, o estudo da qualidade da água superficial das bacias dos rios Piracicaba/Jaguari é realizada através do indicador IQA – Índice de Qualidade de Água, descrito a seguir.

5.10.1 IQA (Índice de Qualidade de Água)

O Índice de Qualidade de Água - IQA foi desenvolvido pela National Sanitation Foundation, dos Estados Unidos, através de pesquisa de opinião a vários especialistas da área ambiental, quando cada técnico selecionou, a seu critério, os parâmetros relevantes, para avaliar a qualidade das águas e estipulou, para cada um deles, um peso (IGAM, 2002), de acordo com sua importância relativa no cálculo do IQA (Tabela 64). Dos 35 (trinta e cinco) parâmetros indicadores de qualidade da água inicialmente propostos, 9 (nove) foram considerados relevantes para avaliação tendo como determinante principal sua utilização para abastecimento público: Oxigênio Dissolvido, Coliformes Fecais, pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Nitrogênio Nitrato, Fósforo Total, Temperatura da água, Turbidez e Resíduos Totais. Para cada parâmetro foram traçadas curvas médias de variação de qualidade das águas em função de sua concentração. (PHILIPPI JR., 2004 apud SEMA, 2006).

Tabela 64. Parâmetros selecionados para o cálculo do IQA e seus respectivos pesos.

Parâmetro	Peso - wi
Oxigênio Dissolvido - OD (% OD Sat)	0,17
Coliformes Termotolerantes - Fecais (NMP/100ml)	0,15
Potencial hidrogeniônico - pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (mg/L)	0,1
Nitratos (mg/L NO ₃)	0,1
Fósforos (mg/L PO ₄)	0,1
Turbidez (NTU)	0,08
Resíduos Totais (mg/L)	0,08

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

5.10.2 Descrição dos parâmetros do Índice de Qualidade de Água - IQA

Oxigênio dissolvido (OD): O oxigênio dissolvido é vital para a preservação da vida aquática, já que vários organismos (ex: peixes) precisam de oxigênio para respirar. As águas poluídas por esgotos apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido, pois o mesmo é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica. Por outro lado as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido mais elevadas, geralmente superiores a 5,0 mg/L, exceto se houverem condições naturais que causem baixos valores deste parâmetro.

As águas eutrofizadas (ricas em nutrientes) podem apresentar concentrações de oxigênio superiores a 10,0 mg/L, situação conhecida como supersaturação. Isto ocorre principalmente em lagos e represas em que o excessivo crescimento das algas faz com que durante o dia, devido a fotossíntese, os valores de oxigênio fiquem mais elevados. Por outro lado, durante a noite não ocorre a fotossíntese, e a respiração dos organismos faz com que as concentrações de oxigênio diminuam bastante, podendo causar mortandades de peixes.

Além da fotossíntese, o oxigênio também é introduzido nas águas através de processo físicos, que dependem das características hidráulicas dos corpos d'água (ex: velocidade da água).

Demanda bioquímica de oxigênio (DBO): A Demanda Bioquímica de Oxigênio representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água através da decomposição microbiana aeróbia. A DBO_{5,20} é a quantidade de oxigênio consumido durante 5 dias em uma temperatura de 20°C.

Valores altos de DBO_{5,20}, num corpo d'água são provocados geralmente pelo lançamento de cargas orgânicas, principalmente esgotos domésticos. A ocorrência de altos valores deste parâmetro causa uma diminuição dos valores de oxigênio dissolvido na água, o que pode provocar mortandades de peixes e eliminação de outros organismos aquáticos.

Coliformes fecais: As bactérias coliformes termotolerantes ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadoras de poluição por esgotos domésticos. Elas não são patogênicas (não causam doenças) mas sua presença em grandes números indicam a possibilidade da existência de microorganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (ex: desintéria bacilar, febre tifóide, cólera).

Temperatura: A temperatura influencia vários parâmetros físico-químicos da água, tais como a tensão superficial e a viscosidade. Os organismos aquáticos são afetados por temperaturas fora de seus limites de tolerância térmica, o que causa impactos sobre seu crescimento e reprodução.

Todos os corpos d'água apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano. No entanto, o lançamento de efluentes com altas temperaturas pode causar impacto significativo nos corpos d'água.

pH: O pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas. A Resolução CONAMA 357 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9.

Alterações nos valores de pH também podem aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados.

Nitrogênio total: Nos corpos d'água o nitrogênio pode ocorrer nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Os nitratos são tóxicos aos seres humanos, e em altas concentrações causa uma doença chamada metahemoglobinemia infantil, que é letal para crianças.

Pelo fato dos compostos de nitrogênio serem nutrientes nos processos biológicos, seu lançamento em grandes quantidades nos corpos d'água, junto com outros nutrientes tais como o fósforo, causa um crescimento excessivo das algas, processo conhecido como eutrofização, o que pode prejudicar o abastecimento público, a recreação e a preservação da vida aquática.

As fontes de nitrogênio para os corpos d'água são variadas, sendo uma das principais o lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais. Em áreas agrícolas, o escoamento da água das chuvas em solos que receberam fertilizantes também é uma fonte de nitrogênio, assim como a drenagem de águas pluviais em áreas urbanas.

Também ocorre a fixação biológica do nitrogênio atmosférico pelas algas e bactérias. Além disso, outros processos, tais como a deposição atmosférica pelas águas das chuvas também causam aporte de nitrogênio aos corpos d'água.

Fósforo total: Do mesmo modo que o nitrogênio, o fósforo é um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso pode causar a eutrofização das águas.

Entre as fontes de fósforo destacam-se os esgotos domésticos, pela presença dos detergentes superfosfatados e da própria matéria fecal. A drenagem pluvial de áreas agrícolas e urbanas também é uma fonte significativa de fósforo para os corpos d'água. Entre os efluentes industriais destacam-se os das indústrias de fertilizantes, alimentícias, laticínios, frigoríficos e abatedouros.

Sólidos totais: Os Sólidos Totais é a matéria que permanece após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água durante um determinado tempo e temperatura.

Quando os resíduos sólidos se depositam nos leitos dos corpos d'água podem causar seu assoreamento, que gera problemas para a navegação e pode aumentar o risco de enchentes. Além disso podem causar danos à vida aquática pois ao se depositarem no leito eles destroem os organismos que vivem nos sedimentos e servem de alimento para outros organismos, além de danificar os locais de desova de peixes.

Turbidez: A turbidez indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Esta atenuação ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão (silte, areia, argila, algas, detritos, etc.).

A principal fonte de turbidez é a erosão dos solos, quando na época das chuvas as água pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido para os corpos d'água.

Atividades de mineração, assim como o lançamento de esgotos e de efluentes industriais, também são fontes importantes que causam uma elevação da turbidez das águas.

O aumento da turbidez faz com que uma quantidade maior de produtos químicos (ex: coagulantes) sejam utilizados nas estações de tratamento de águas, aumentando os custos de tratamento. Além disso, a alta turbidez também afeta a preservação dos organismos aquáticos, o uso industrial e as atividades de recreação.

5.10.3 Metodologia de Cálculo do índice de Qualidade da Água - IQA

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: Oxigênio Dissolvido, Coliformes Fecais, pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Nitrogênio Nitrito, Fósforo Total, Temperatura da água, Turbidez e Resíduos Totais. Para isso utilizou-se a Equação 1.

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Equação 1.

onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração;

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Equação 2

em que:

n: número de parâmetros que entram no cálculo do IQA;

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, conforme a a seguir.

Tabela 65. Classificação da água bruta, segundo valor obtido para o IQA.

Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	91<IQA<100
Bom	71<IQA<90
Médio	51<IQA<70
Ruim	26<IQA<50
Muito Ruim	0<IQA<25

5.10.4 Estações de monitoramento da qualidade de água superficial

No Relatório de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais no Estado de Minas Gerais, elaborado pelo IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas, constam 7

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

(sete) estações de monitoramento da qualidade de águas superficiais, localizadas nas bacias Piracicaba/Jaguari. Destas, 1 (uma) encontra-se no município de Itapeva, 3 (três) no município de Camanducaia e 3 (três) no município de Toledo.

Na Tabela 66 é apresentada a localização e a descrição de cada estação de monitoramento da qualidade de água superficial encontrada nas bacias Piracicaba/Jaguari.

Tabela 66. Descrição das estações de monitoramento da qualidade de água superficial encontradas nas bacias Piracicaba/Jaguari.

Estação	Descrição	Município
PJ003	Rio Camanducaia, próximo a sua nascente, na localidade de Monte Azul.	Camanducaia
PJ006	Rio Camanducaia, a jusante da cidade de Camanducaia.	
PJ021	Rio Jaguari, a jusante da confluência com o ribeirão Poncianos no Distrito Monte Verde.	
PJ009	Rio Camanducaia, a jusante da cidade de Itapeva.	Itapeva
PJ012	Rio do Gardinha, a jusante da confluência com o córrego Tamanduá.	Toledo
PJ015	Rio do Gardinha, a montante da cidade de Toledo.	
PJ018	Rio do Gardinha, a jusante da cidade de Toledo.	

5.10.5 Apresentação e discussão dos resultados

A Tabela 67 apresenta os resultados obtidos para o índice de qualidade de água (IQA) para as 7 (sete) Estações de monitoramento de água superficial encontradas nas bacias Piracicaba/Jaguari.

Tabela 67. Resultados obtidos para o índice de qualidade de água (IQA) nos pontos monitorados nas bacias Piracicaba/Jaguari.

Corpo d'água	UPGRH	Estação	Classe	Parâmetros que não atenderam ao limite legal	Percentual de violação do parâmetro (%)		Amostragem 2012		Possíveis fontes de Poluição
				(DN COPAM / CERH - 01/2008)	1º Trimestre	2º Trimestre	1º Trimestre	2º Trimestre	
Rio Jaguari	PJ1	PJ021	Classe 2	Coliformes termotolerantes	15.900,0	10,0	160.000,0	1.100,0	Esgoto sanitário do Distrito de Monte Verde, Silvicultura.
				Fósforo Total	60,0	–	0,2	–	
Rio Camanducaia	PJ1	PJ003	Classe 2	Não houve violação	–	–	–	–	–
		PJ006	Classe 2	Alumínio Dissolvido	3,0	–	0,1	–	Esgoto sanitário de Camanducaia, Serralheria próximo ao ponto de coleta.
				Coliformes termotolerantes	3.400,0	400,0	35.000,0	5.000,0	
				Fenóis Totais	100,0	–	0,0	–	
				Fósforo Total	70,0	–	0,2	–	
		PJ009	Classe 2	Coliformes termotolerantes	1.200,0	1.200,0	13.000,0	13.000,0	Esgoto sanitário de Itapeva.
				Fenóis Totais	67,0	–	0,0	–	
Fósforo Total	60,0			–	0,2	–			
Rio do Gardinha	PJ1	PJ012	Classe 2	Alumínio Dissolvido	8,0	–	0,1	–	Silvicultura, Pecuária, esgoto sanitário.
				Coliformes termotolerantes	1.600,0	120,0	17.000,0	2.200,0	
				Fenóis Totais	33,0	–	0,0	–	
				Ferro Dissolvido	25,0	–	0,4	–	
		PJ015	Classe 2	Coliformes termotolerantes	1.300,0	70,0	14.000,0	1.700,0	Pecuária, Silvicultura.
				Fenóis Totais	33,0	–	0,0	–	
		PJ018	Classe 2	Coliformes termotolerantes	250,0	4.900,0	3.500,0	50.000,0	Esgoto sanitário de Toledo.

Nas figuras abaixo são apresentados os mapas com as bacias Piracicaba/Jaguari. Nesses mapas consta a localização das Estações de Monitoramento de águas superficiais, a classificação do curso d'água quanto ao Índice de Qualidade de Água – IQA e se há contaminação por Tóxicos.

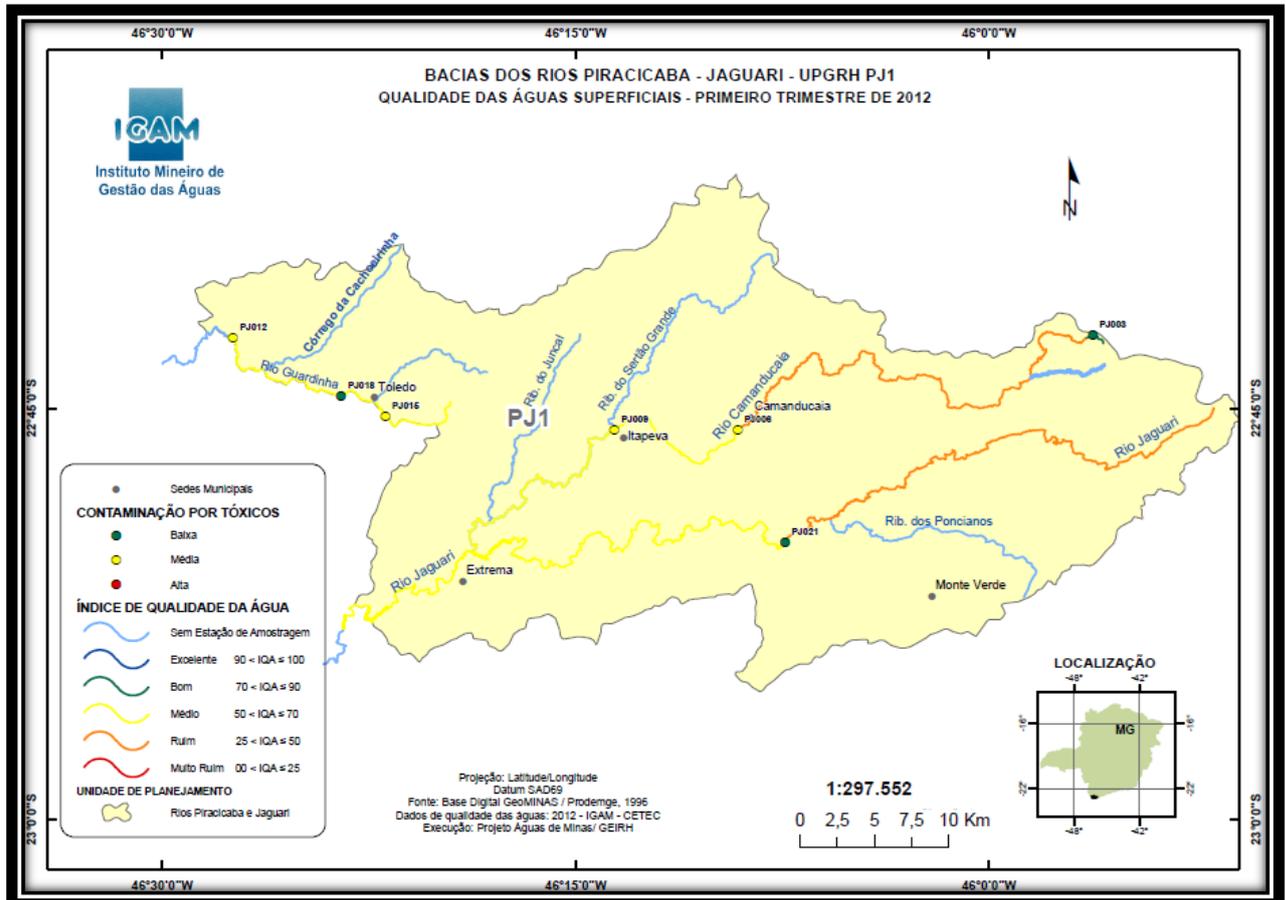


Figura 120. Mapa das bacias Piracicaba/Jaguari referente ao 1º TRIMESTRE DE 2012.

Observa-se que no 1º Trimestre do ano de 2012 (Figura 120) os Rios Jaguarí e Camanducaia foram classificados com um Índice de Qualidade de Água – IQA BOM na porção territorial do município de Extrema e ao adentrarem no município de Camanducaia, ambos os cursos d'água passam a ser classificados com um IQA RUIM. Outro curso d'água que apresenta um IQA classificado como MÉDIO foi o Rio Guardinha, localizado no município de Toledo.

Os cursos d'água: Ribeirão dos Poncianos, Ribeirão do Sertão Grande, Ribeirão do Juncal e o Córrego da Cachoeirinha não possuem estação de amostragem. Desta forma, não foram classificados em função do índice IQA.

Em relação à contaminação por tóxicos, nota-se que das 3 (três) estações de monitoramento localizadas no Rio Guardinha, 2 (duas) apresentaram MÉDIA contaminação por tóxicos (PJ012 e PJ016) enquanto que 1 (uma) apresentou BAIXA contaminação por tóxicos (PJ018). No Rio Camanducaia, a situação se repetiu, com 2 (duas) estações de monitoramento classificadas com MÉDIA contaminação por tóxicos (PJ008 e PJ009) e 1 (uma) apresentando BAIXA contaminação (PJ003). Já a estação de monitoramento localizada no Rio Jaguari apresentou BAIXA contaminação por tóxicos.

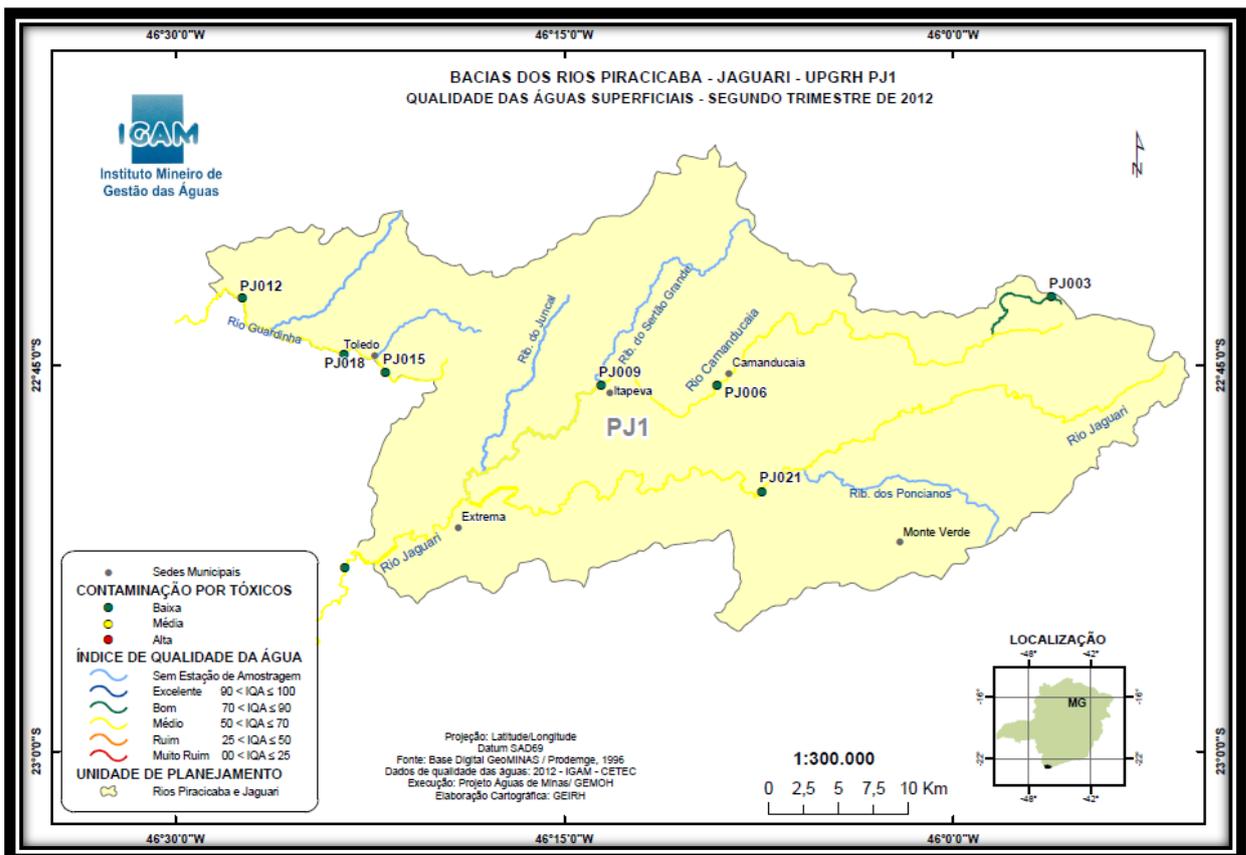


Figura 121. Mapa das bacias Piracicaba/Jaguari referente ao 2º TRIMESTRE DE 2012.

Observa-se que no 2º Trimestre do ano de 2012 (Figura 121) os Rios Jaguari, Camanducaia e Guardinha foram classificados com um Índice de Qualidade de Água – IQA BOM em todos os trechos analisados, apresentando uma melhoria em relação aos resultados apresentados no 1º Trimestre do mesmo ano, quando os Rios Jaguari e Camanducaia apresentaram um IQA RUIM ao adentrarem no município de Camanducaia.

No 2º Trimestre de 2012, os cursos d'água: Ribeirão dos Poncianos, Ribeirão do Sertão Grande, Ribeirão do Juncal e o Córrego da Cachoeirinha continuaram sem estação de amostragem. Desta forma, não foram classificados em função do índice IQA.

Em relação à contaminação por tóxicos, nota-se que no 2º Trimestre de 2012, todas as Estações de monitoramento apresentaram BAIXA contaminação por tóxicos.

Vale ressaltar que com os dados disponíveis no monitoramento do IGAM, não foi possível enquadrar os cursos d'água com base na resolução CONAMA 357/2005.

5.11 Identificação do grau de necessidade de recuperação da vegetação nas APP's.

A necessidade de recuperação de vegetação nas APP's do município de Camanducaia é bastante significativa. Segundo os dados levantados no estudo de Uso e Ocupação do Solo (Vide ítem 4.3.7-Uso do solo), o percentual de APP's ocupada por vegetação nativa no município é de 56%.

Das APP's ocupadas por outros usos (que representam 44% do total de APP's), predominam as áreas ocupadas por pastagens e por reflorestamento utilizado para a produção de madeiras.

Estas áreas, somam no município inteiro uma área de 3.710 ha, já incluídas as áreas urbanas que ocupam cerca de 90 ha de APP. Nesta área, ocupada principalmente pela área central de Camanducaia, a recuperação é praticamente impossível. A necessidade de recuperação das APP's também foi dividida por bacia hidrográfica, conforme apresentado.

Tabela 68. Necessidade de recuperação das APP's no município de Camanducia.

Bacia Hidrográfica	APP Total	Vegetação	Área a recuperar	% Área a recuperar
1 - BH dos Afluentes do Rio Atibaia	91,41	49,7325	41,68	46%
2 - BH do Ribeirão Cancão da Cachoeirinha	672,80	307,015	365,78	54%
3 - BH do Baixo Jaguari	741,88	329,195	412,68	56%
4 - BH do Ribeirão dos Poncianos	1584,04	885,66	698,38	44%
5 - BH do Médio Jaguari	1105,45	725,455	380,00	34%
6 - BH do Córrego do Paiolzinho	718,30	388,555	329,75	46%
7 - BH do Córrego dos Pericós	575,60	275,925	299,68	52%
8 - BH do Alto Camanducaia Mineiro	1655,17	1111,7675	543,41	33%
9 - BH dos Afluentes do Rio Sapucaí-Mirim	519,55	273,93	245,62	47%
10 - BH do Córrego da Cachorra	778,79	385,22	393,57	51%
Total no município	8.442,98	4732,46	3.710,52	44%

5.12 Identificação das áreas prioritárias para recomposição florestal.

Em função da elevada área a ser recuperado no município de Camanducaia (3.700 ha), o custo para a implantação de uma recuperação de toda a área, no curto prazo, torna-se inviável, pelos seguintes motivos:

- A um custo médio de R\$ 5.000,00/ha para o reflorestamento de APP's, o montante a ser investido é da ordem de 18,5 milhões de reais de investimentos.

- As App's se situam em áreas particulares e atualmente são utilizados na composição da renda da propriedade, no caso das pastagens e do reflorestamento.

- Nas áreas de pastagem, há ainda a necessidade de isolamento da área, através da construção de cercas, aumentando ainda mais o investimento a ser realizado.

Desta forma, as áreas prioritárias que receberão investimentos estão detalhadas neste Plano.

Sugere-se inicialmente uma atenção especial a bacia hidrográfica do Córrego da Cachorra, que apresenta menos da metade da APP preservada e seu trecho final de situa na área urbana do município, agravando os problemas relacionados a enchentes.

5.13 Hierarquização das bacias hidrográficas

O processo de hierarquização das bacias hidrográficas consiste numa classificação das 10 bacias hidrográficas, em uma ordem de importância, com base em alguns critérios definidos.

A proposta inicial considera que esta classificação leve em conta os seguintes aspectos:

- percentual de uso do solo ocupado pela mancha urbana.
- percentual de vegetação remanescente na bacia hidrográfica.
- percentual de vegetação existente nas APP's.
- relação nascentes/km².

Os tópicos apresentados a seguir apresentam a metodologia detalhada para a elaboração desta hierarquização.

5.13.1 Percentual de uso do solo ocupado pela mancha urbana (K1).

Este fator refere-se a porção da bacia hidrográfica ocupada pela mancha urbana do município. O peso atribuído a este fator é de 5, uma vez que para a equipe técnica se trata do fator mais importante. A Nota atribuída para este fator será $(K1 \times 5)$, onde $K1 = \%$ da bacia hidrográfica ocupada pela mancha urbana.

5.13.2 Percentual de vegetação remanescente na bacia hidrográfica (K2).

Este fator refere-se a porção da bacia hidrográfica ocupada pela floresta remanescente (vegetação natural). O peso atribuído a este fator é de 2, uma vez que para a vegetação remanescente ajuda para o equilíbrio ambiental da bacia hidrográfica. Porém ao analisarmos especificamente o recurso hídrico, os benefícios deste fator dependem intimamente da distribuição da vegetação, que será considerado no fator seguinte. A Nota atribuída para este fator será $(K2 \times 2)$, onde $K2 = (100 - \%$ da bacia hidrográfica ocupada pela floresta remanescente).

5.13.3 Percentual de vegetação remanescente nas Áreas de Preservação Permanente (K3).

Este fator refere-se a porção das Áreas de Preservação Permanente ocupadas por floresta remanescente (vegetação natural). O peso atribuído a este fator é de 3, uma vez que a conservação destas matas ciliares é de fundamental importância para a proteção dos cursos d'água. A Nota atribuída para este fator será $(K3 \times 3)$, onde $K3 = (100 - \%$ da APP ocupada pela floresta remanescente).

5.13.4 Número de nascentes/km² (K4).

Este fator refere-se a densidade de nascentes na bacia hidrográfica. Quanto maior este índice, mais prioritária para a conservação esta bacia deve ser. O peso atribuído a este fator é de 4. A Nota atribuída para este fator será $(K4 \times 4)$, onde $K4 =$ número de nascentes/km², considerando apenas a área e o número de nascentes no município.

5.13.5 Equação final

Com base nas descrições, notas e pesos atribuídos para cada um dos 4 fatores, a equação final para a classificação das bacias hidrográficas é:

$$\text{NOTA} = (K1 \times 5) + (K2 \times 2) + (K3 \times 3) + (K4 \times 4) \quad \text{Equação 8}$$

5.13.6 Resultados encontrados

Para esta hierarquização, considerou-se as 10 bacias hidrográficas existentes no município. A Tabela 69 apresenta o resultado da hierarquização da bacia hidrográfica, com base na metodologia acima descrita.

Tabela 69. Resultado da Hierarquização das Bacias Hidrográficas.

ID	Nome da Bacia Hidrográfica	Área (ha)	% Floresta reman.nte	% Floresta reman.nte na APP	% de área urbana	Nascentes /km2	Nota Final	Ranking
1	BH dos Afluentes do Rio Atibaia	493,85	49,39	54,41	0	3,44	252	3
2	BH do Ribeirão Cancã ou da Cachoeirinha	3.880,88	43,89	45,63	0,18	3,27	289	6
3	BH do Baixo Jaguari	5.115,38	30,72	44,37	0,36	2,37	316	9
4	BH do Ribeirão dos Poncianos	9.930,03	48,51	55,91	3,24	2,49	258	4
5	BH do Médio Jaguari	6.600,67	54,18	65,63	0,36	2,82	207	1
6	BH do Córrego do Paolzinho	4.515,81	45,07	54,09	0,02	2,57	258	5
7	BH do Córrego dos Pericós	3.904,82	35,72	47,94	0,83	2,54	298	8
8	BH do Alto Camanducaia Mineiro	10.076,90	48,63	67,17	0,08	2,76	213	2
9	BH dos Afluentes do Rio Sapucaí-Mirim	2.955,55	32,16	52,72	0,84	3,35	294	7
10	BH do Córrego da Cachorra	5.243,91	32,61	49,46	5,84	2,71	321	10

Os resultados apresentados na Tabela 69 também são apresentados na Figura 122, em ordem decrescente de conservação, conforme apresentado.

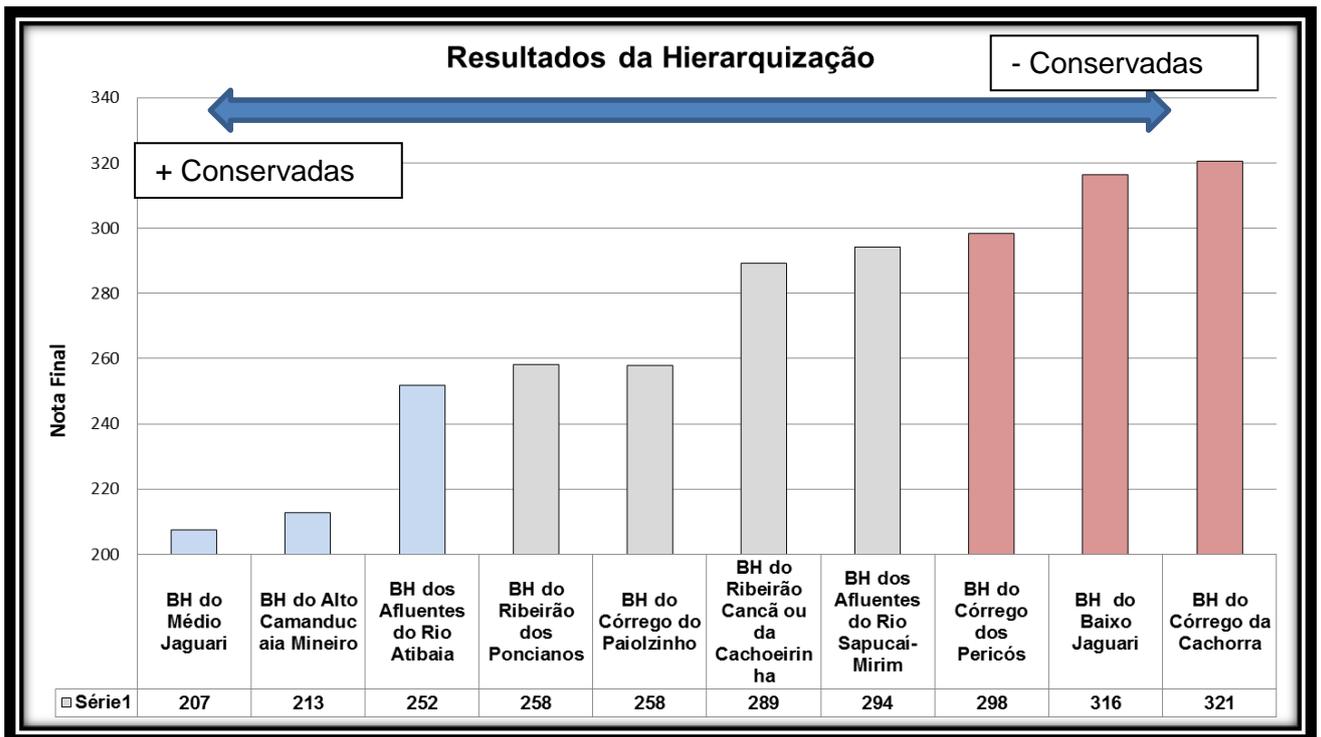


Figura 122. Resultados da hierarquização das bacias hidrográficas.

Com base nos dados apresentados na Tabela 69 e na Figura 122, nota-se que as bacias hidrográficas ambientalmente melhores do município são as bacias do Médio Jaguari (1); Alto Camanducaia Mineiro (2) e Afluentes do Rio Atibaia (3).

Já as bacias com maiores problemas são: Córrego da Cachorra (10); Baixo Jaguari (9) e Córrego dos Pericós (8).

A Figura 123 apresenta as 3 bacias mais bem classificadas na hierarquização (melhores) e as 3 bacias piores ranqueadas.

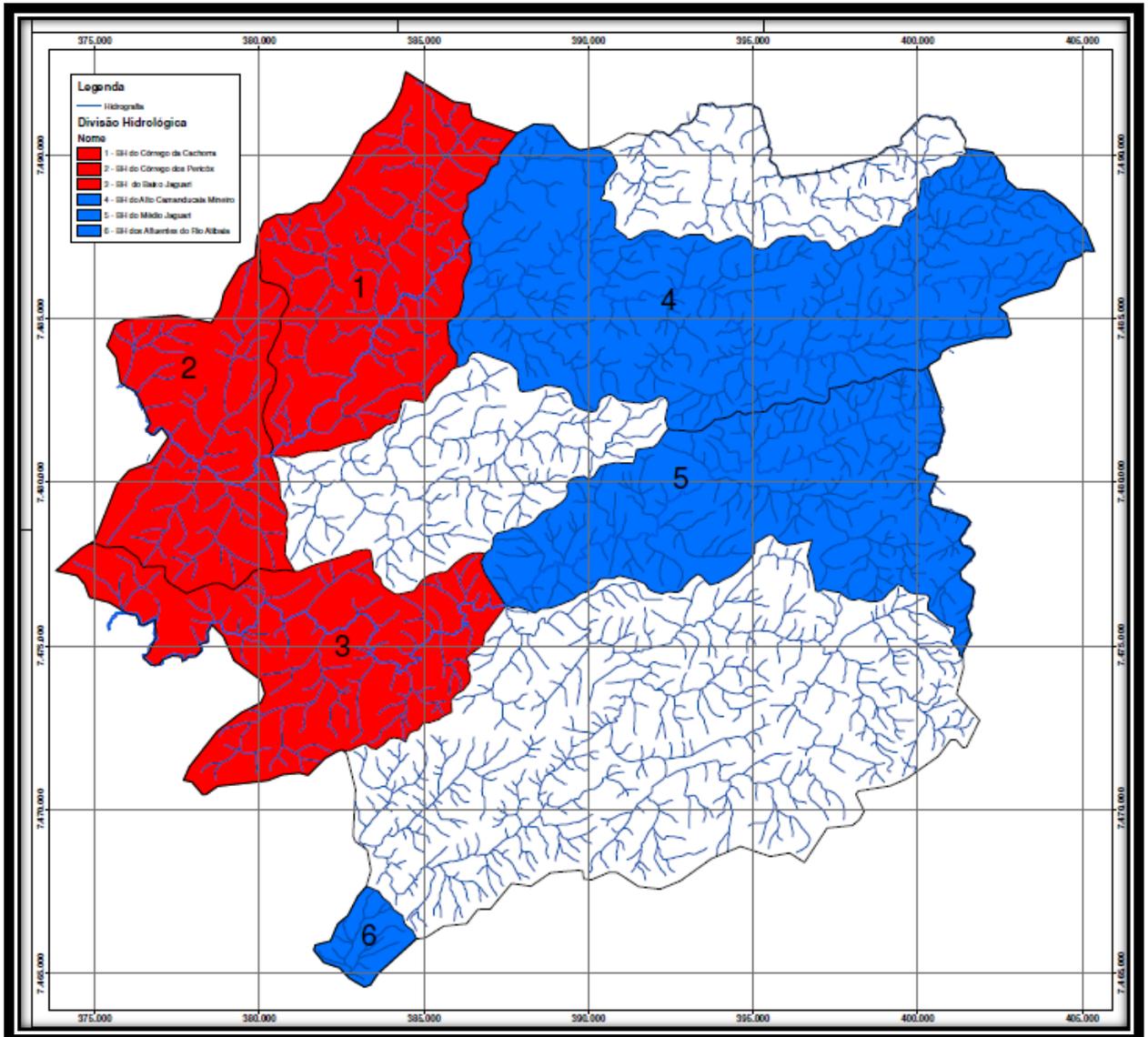


Figura 123. Localização espacial das 3 melhores (azuis) e 3 piores (em vermelho) bacias hidrográficas.

As metas e ações que foram elaboradas levaram em consideração esta hierarquização para um melhor planejamento das ações a serem implantadas no município.

6 PROGNÓSTICO

Para a elaboração deste relatório, é fundamental a fixação dos horizontes de planejamento, isto é, o período em que os programas e as ações serão desenvolvidos com o objetivo de atingir uma determinada meta.

Neste trabalho, o prognóstico foi estabelecido para dois períodos distintos: 2014-2020 (cenário provável) e para 2020-2035 (cenário tendencial). Para cada um dos cenários, os problemas encontrados na fase de diagnóstico serão projetados para o fim do período, com base nas ações a serem realizadas. Os horizontes de planejamento foram agrupados em dois, pelas dificuldades na implantação das metas, inviabilizando ações de curto prazo, uma vez que a maioria das ações previstas para o cenário provável, apesar de simples, não contam com financiamentos já aprovados.

Com base nas informações levantadas no diagnóstico apresentam-se no capítulo seguinte as projeções elaboradas para cada um dos cenários.

As projeções elaboradas seguiram as diferentes tendências apresentadas no Plano Mineiro de Desenvolvimento 2011-2030, conforme apresentado a seguir:

TENDÊNCIAS MUNDIAIS	<ol style="list-style-type: none">1. Consolidação do conhecimento como principal motor da economia mundial.2. Aumento das pressões por ajustes fiscais e políticas públicas mais eficazes.3. Novo padrão de competitividade em nível global: larga escala de produção, baixo custo e alta densidade tecnológica.
TENDÊNCIAS NACIONAIS	<ol style="list-style-type: none">1. Emergência da nova classe média brasileira.2. Inserção do Brasil na economia mundial e maior visibilidade internacional.3. Preocupações crescentes com a erradicação da pobreza e inclusão social e produtiva
TENDÊNCIAS MINEIRAS	<ol style="list-style-type: none">1. Urbanização e maior demanda por infraestrutura.2. Inserção externa crescente e grande relevância do setor minerometalúrgico e do agronegócio.3. Emergência de atividades de densidade técnico-científicas e articuladas com a Economia do Conhecimento.

Fonte: **Plano Mineiro de Desenvolvimento 2011-2030.**

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

Como pode ser visualizado no quadro de tendências, fica claro que em primeiro lugar a tendência de desenvolvimento até os anos 2030, está voltada em Minas Gerais, para a URBANIZAÇÃO E INFRAESTRUTURA. Essa tendência prioritária de URBANIZAÇÃO E INFRAESTRUTURA ficou evidente e muito claramente diagnosticada no trabalho apresentado no R1 – Levantamento das informações básicas, análise e diagnóstico geral dos recursos hídricos e Sistema Municipal de Informações Ambientais.

Portanto, o município de Camanducaia deverá desenvolver-se economicamente até 2030, pensando em consolidar toda a infraestrutura de saneamento ambiental, educacional, agronegócio, incluindo as energias limpas e renováveis, transporte e comunicações, respeitando as condições naturais e culturais do município.

A Figura 124 apresenta a Visão de Futuro que os mineiros desejam para Minas Gerais – construída durante o PMDI em 2003, projetada para 2023 e afirmada novamente para 2030. Alcançá-la será uma conquista estratégica que repercutirá sobre a vida de todos os cidadãos – mineiros e brasileiros.

Essa visão é o ponto de partida para a construção da agenda de iniciativas estratégicas que contribuirá para que Minas Gerais empreenda uma trajetória de desenvolvimento ainda mais pujante nos próximos anos. O melhor lugar para se viver incorpora quatro atributos fundamentais: prosperidade, qualidade de vida, cidadania e sustentabilidade.



Fonte: Plano Mineiro de Desenvolvimento 2011-2030.

Figura 124. A visão de futuro inserida no Plano Mineiro de Desenvolvimento 2011-2030.

A população brasileira nas últimas três décadas segue a tendência da evolução populacional dos países desenvolvidos e de alguns em desenvolvimento. A estrutura etária em sua maior parte é caracterizada pela população adulta, ocasionada pela redução da fecundidade, e um crescimento da população idosa, consequência da elevada expectativa de vida e redução na taxa de mortalidade.

O Estado de Minas Gerais acompanha essa evolução, é possível identificá-la comparando a Figura 125 (2010), a Figura 126 (2020) e a Figura 127 (2035) elaboradas a partir de dados da Projeção Populacional, por sexo e grupos de idades quinquenais – Mesorregiões e total de Minas Gerais, 2010– 2050 (Fígoli, 2009).

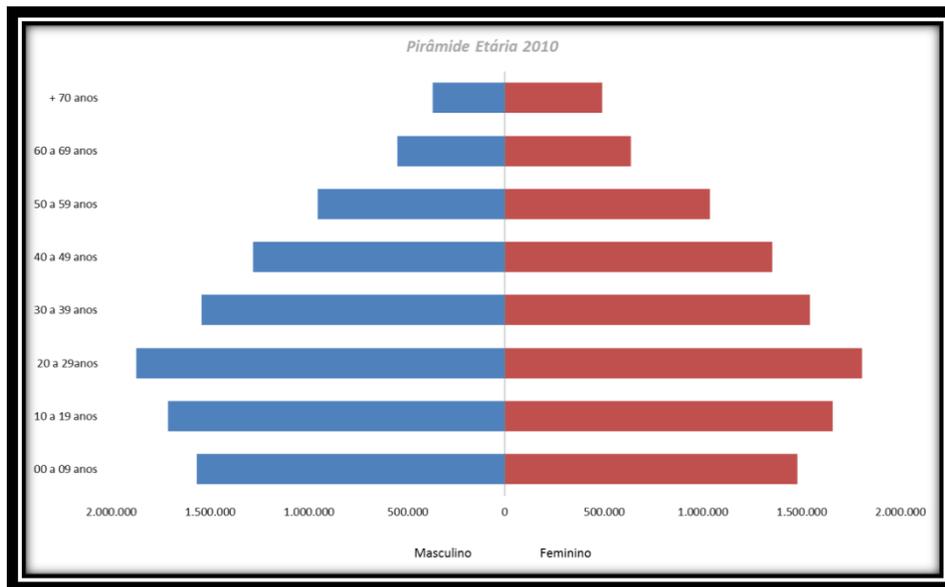


Figura 125. Projeção populacional (2010)

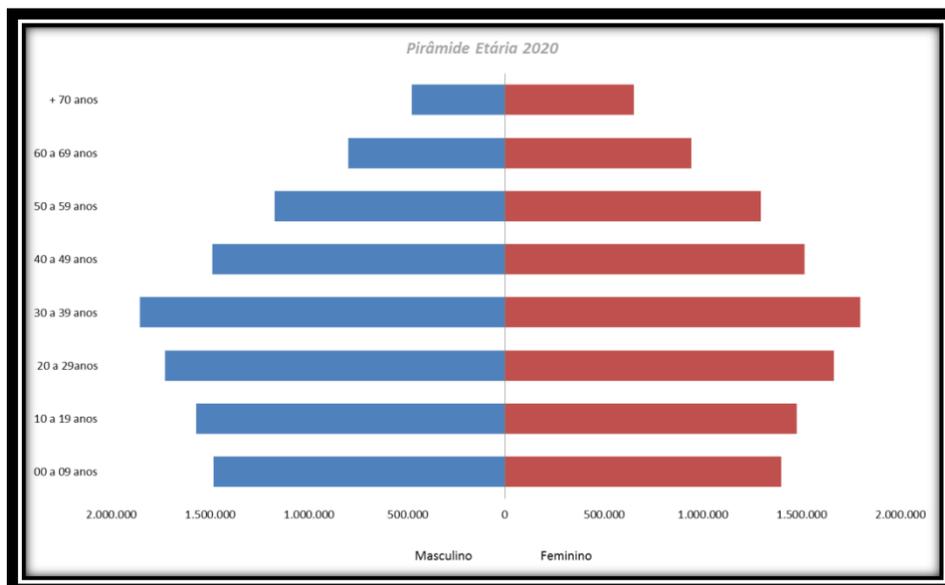


Figura 126. Projeção populacional (2020)

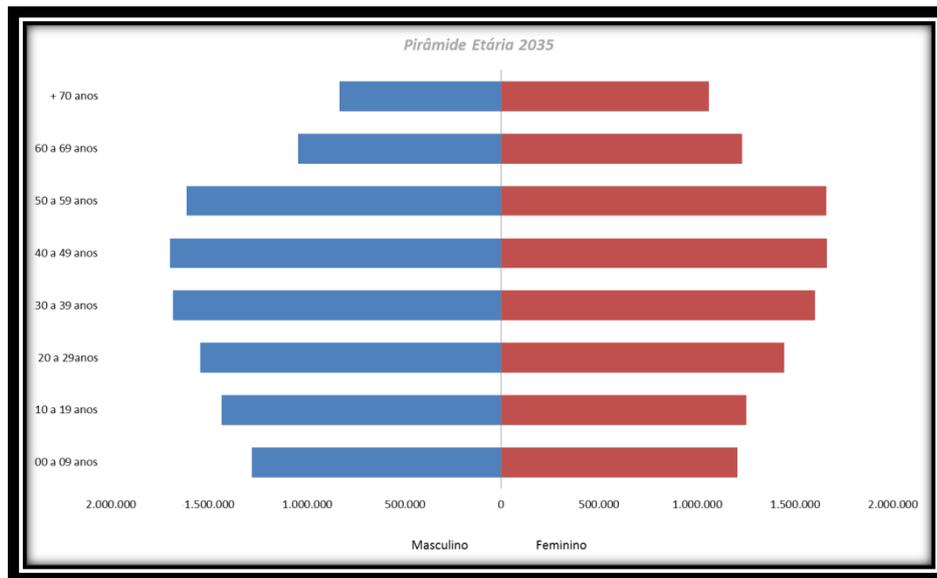


Figura 127. Projeção populacional (2035)

Segundo Carvalho (2004) a Projeção Populacional tem levado a reformas sociais, particularmente, no sistema previdenciário em diversos países do mundo, já que o envelhecimento da população obriga o Estado a destinar boa parte de seus recursos econômicos para a aposentadoria.

A educação é fundamental no processo de crescimento econômico de um país, um exemplo aplicado é o da Coreia do Sul, considerando o envelhecimento da população e tendo como objetivo o desenvolvimento econômico, além de outras providencias, implementaram a educação de base, esse sistema de educação faz com que os alunos estudem muito e se tornem adultos mais competentes, mais produtivos e com mais habilidades para desenvolvimento da ciência e tecnologia, o resultado dessa produção supriria a necessidade previdenciária futura. Isso resume a importância do capital humano ao crescimento econômico.

6.1 Caracterização dos cenários: Cenário Provável (2014-2020)

O cenário proposto neste tópico corresponde, em sua fase final, ao ano de 2020, coincidindo com o final de mandato da futura administração pública municipal que, juntamente com a gestão atual, será responsável pela implantação das ações previstas para atingir o cenário proposto.

6.1.1 Projeções socioeconômicas

A seguir são apresentadas as projeções estimadas para o ano de 2020 para os tópicos relacionados ao tema socioeconômico.

6.1.1.1 Projeções populacionais

Com base nas projeções apresentadas no relatório anterior (Relatório 557/13), observa-se a redução no índice de crescimento da população do município de Camanducaia. Este índice passou de 21,33% no período de 1991-2000, para 2,64% no período de 2000-2010. Esta redução deve-se principalmente ao fluxo migratório interestadual e vem sendo acompanhada por uma tendência concentradora da população, uma vez que 6,25% da população não é originária da Região Sudeste, sendo 6,00 % de outras regiões do Brasil e 0,25% de outros países. Esta redução também é observada como uma tendência em toda a Bacia PCJ.

Para estimativas futuras da população, foram realizadas estimativas de crescimento adotando uma taxa média geométrica calculada (TGCA). A partir dessa média foi possível estimar o número da população rural e urbana para o período de 2013 a 2020, mantendo-se a mesma taxa de urbanização atual.

Estas estimativas indicam que para 2020 a população de Camanducaia será de 23.041 habitantes, aumento de 7,8% em relação ao ano de 2013, considerando a atual TGCA. Nesta simulação, o percentual de população urbana e rural se manteve, com um índice de urbanização de 73,34%, conforme apresentado na Tabela 70 e na Figura 128.

Tabela 70. Projeção da população para 2020.

Ano	População Total	TGCA (%a.a)*	População Urbana	% urbana	População Rural	% rural
2013	21.388	1,07%	15.686	73,34%	5.702	26,66%
2014	21.617	1,07%	15.854	73,34%	5.763	26,66%
2015	21.848	1,07%	16.023	73,34%	5.825	26,66%
2016	22.081	1,07%	16.195	73,34%	5.887	26,66%
2017	22.318	1,07%	16.368	73,34%	5.950	26,66%
2018	22.556	1,07%	16.543	73,34%	6.013	26,66%
2019	22.797	1,07%	16.719	73,34%	6.078	26,66%
2020	23.041	1,07%	16.898	73,34%	6.143	26,66%

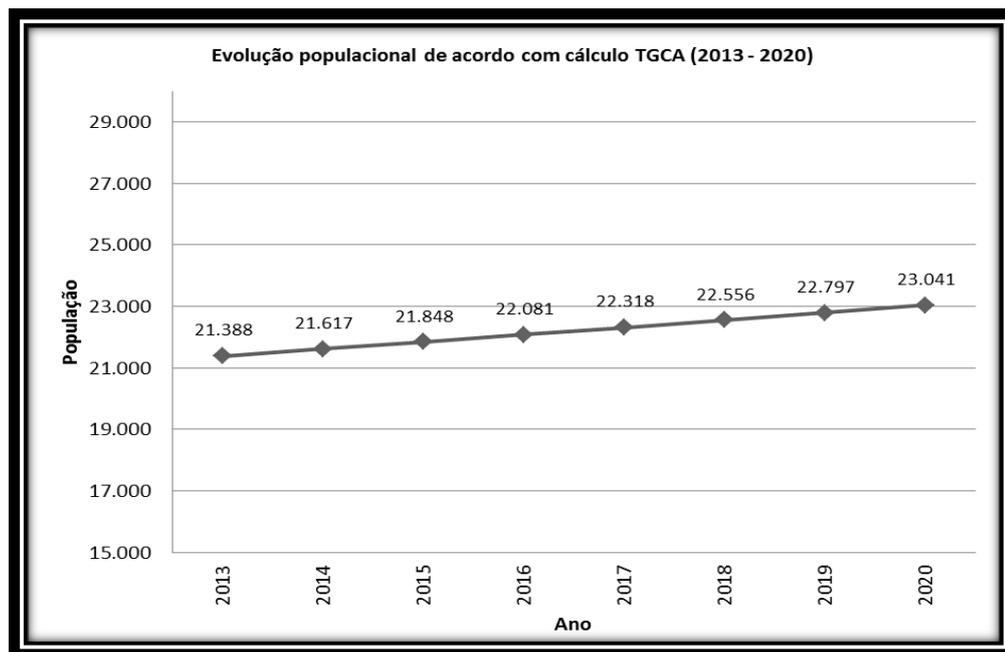


Figura 128. Evolução populacional (2013-2020)

6.1.1.2 Projeções de desenvolvimento econômico

Neste tópico, são apresentadas as projeções/tendências em relação às atividades econômicas do município, com impacto nos recursos hídricos.

6.1.1.2.1 Industrialização

O desenvolvimento industrial no município de Camanducaia ainda é bastante reduzido, com atenção especial a Companhia Melhoramentos, instalada no município desde 1942, e algumas empresas localizadas no eixo da BR-381 – Rodovia Fernão Dias.

A indústria, atualmente, é o setor que mais emprega no município, conforme pode ser observado na Tabela 12.

Tabela 71. Número de empregos formais em 31 de dezembro de 2011.

Total das Atividades						
IBGE Setor	Masculino		Feminino		Total	
1 - EXTRATIVA MINERAL	4	0,16%	0	0,00%	4	0,09%
2 - INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO	976	38,81%	416	22,56%	1.392	31,93%
3 - SERV INDUSTRIAL DE UTILIDADE PÚBLICA	15	0,60%	0	0,00%	15	0,34%
4 - CONSTRUÇÃO CIVIL	15	0,60%	0	0,00%	15	0,34%
5 - COMERCIO	377	14,99%	315	17,08%	692	15,88%
6 - SERVICOS	541	21,51%	566	30,69%	1.107	25,40%
7 - ADM PUBLICA	240	9,54%	493	26,74%	733	16,82%
8 - AGROPECUARIA	347	13,80%	54	2,93%	401	9,20%
Total	2.515	100,00%	1.844	100,00%	4.359	100,00%

Fonte: RAIS/MTE

Todavia, nós últimos ano, o setor de serviços tem sido o setor que mais gera empregos no município, conforme observado na Tabela 13.

Tabela 72. Variação do emprego formal entre os anos de 2010 e 2011.

Total das Atividades	
IBGE Setor	Total
1 - EXTRATIVA MINERAL	3
2 - INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO	77
3 - SERV INDUSTRIAL DE UTILIDADE PÚBLICA	0
4 - CONSTRUÇÃO CIVIL	3
5 - COMERCIO	55
6 - SERVIÇOS	134
7 - ADM PUBLICA	-106
8 - AGROPECUÁRIA	39
Total	205

Fonte: RAIS/MTE

Durante a fase de diagnóstico, não foi constatada uma tendência de aumento significativo do nível de industrialização no município. Desta forma, pode-se esperar para o ano de 2020 um aumento pequeno, porém gradativo da atividade industrial no município.

Ainda assim, juntamente com o setor de turismo e lazer (serviços), manterá sua importância para a geração de renda para o município.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

6.1.1.2.2 Mineração

A atividade mineradora é incipiente no município. Não há sinais e/ou aptidões para desenvolvimento desta atividade no município.

6.1.1.2.3 Agropecuária

A agricultura desenvolvida no município de Camanducaia está baseada em duas atividades principais: silvicultura e pecuária, conforme dados apresentados na Tabela 35.

Tabela 73. Uso do solo no município de Camanducaia.

Classes de uso do solo	Área (ha)	Área (%)
Vegetação Nativa	22.893,25	43,43
Reflorestamento	8.044,51	15,26
Pastagem	16.582,29	31,45
Outros Usos	4.434,72	8,41
Área Urbana	763,04	1,45
TOTAL	52.717,80	100,00

Como se nota na Tabela 35, a ocupação predominante no município é a vegetação nativa, ocupando 43,43%. Em segundo lugar encontram-se as pastagens, ocupando 31,45% do município. As áreas de reflorestamento ocupam 15,26% da área total do município. As demais categorias se referem às áreas urbanas (1,45%) e a categoria de outros usos, com 8,41% da área, conforme apresentado na Figura 129.

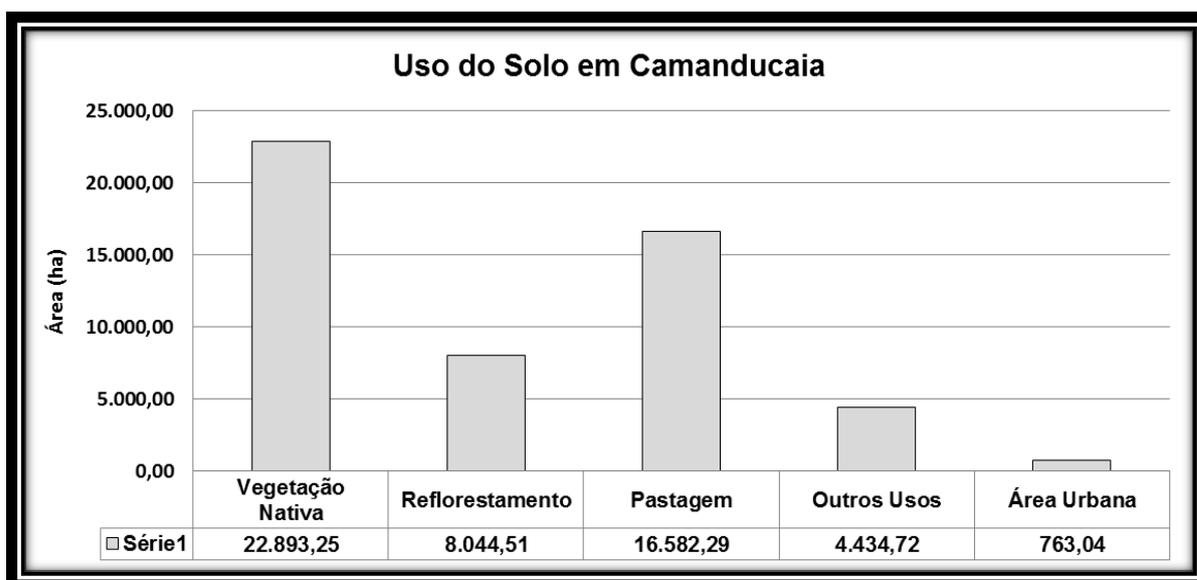


Figura 129. Uso do solo no município de Camanducaia.

A silvicultura vem ganhando espaço sobre as áreas de pecuária, uma vez que proporciona melhores rendimentos para o proprietário da terra.

Outras culturas (batatas, hortaliças, etc) são cultivados em menor escala no município e, geralmente, com baixo emprego de tecnologia, arrendamento de terras, etc. O crescimento ou redução destas culturas estão intimamente ligados com o preço de mercado, uma vez que são culturas temporárias e que não demandam grandes investimentos em infraestrutura.

Espera-se que cada vez mais esta atividade seja reduzida no município, uma vez que as condições naturais da área não favorecem este tipo de cultura.

6.1.1.2.4 Aquicultura

A atividade de aquicultura na região é pouco desenvolvida, porém apresenta grande potencial para desenvolvimento, uma vez que há abundância de recursos hídricos, além do grande potencial turístico da região.

6.1.1.2.5 Turismo e Lazer

A Atividade turística no município, em especial no Distrito de Monte Verde, já está consolidada entre os destinos mais comuns dos turistas da região metropolitana de São Paulo (em sua maioria), bem como de outras localidades mais próximas.

O turismo está alicerçado nas temáticas gastronômicas e belezas naturais da região aliados a uma rede hoteleira com grande estrutura.

A recuperação da Rodovia que liga o distrito de Monte Verde ao município de Camanducaia também contribui para a melhoria nas condições de acesso ao turista.

O impacto causado pelo turismo no município se dá pela construção de novos hotéis, pousadas e residências, além da geração de resíduos sólidos e efluentes sanitários.

Este setor vem ganhado destaque na geração de empregos do município, sendo o setor que mais gerou emprego nos últimos anos.

Até 2020, estima-se que o setor mantenha um crescimento sustentável, com um maior nível de profissionalização e qualificação dos prestadores de serviços, agregando valor para o município.

6.1.1.2.6 PSA

Devido às características naturais do município, com vocação especial para a conservação ambiental, aliado a importância dos mananciais existentes na região, utilizados para o abastecimento de grande parte da Região Metropolitana de São Paulo, bem como das cidades localizadas ao longo do Rio Piracicaba e seus formadores (Campinas, Piracicaba, etc), o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) torna-se uma alternativa bastante plausível para remunerar o produtor rural que mantém as nascentes e áreas de preservação permanentes (APP's) preservadas.

Durante o cenário prioritário (até 2020), estima-se que o município já esteja com todo o programa formatado, cadastro de produtores, cronograma físico-financeiro, projetos de recomposição para áreas não preservadas, etc, bem como a implantação do programa em uma bacia piloto, que na concepção da equipe técnica da Irrigart deveria ser a bacia hidrográfica do Alto Camanducaia Mineiro, que já apresenta um bom nível de conservação. A implantação do programa nesta bacia, além de propiciar uma melhora na conservação ambiental, pode contribuir para a diminuição das enchentes na área urbana de Camanducaia.

6.1.2 Aspectos Ambientais

6.1.2.1 Saneamento Ambiental

O saneamento ambiental está intimamente ligado aos recursos hídricos, uma vez que todo o abastecimento e afastamento dos esgotos são planejados a partir dos recursos hídricos. A seguir são apresentadas as projeções para as diferentes áreas do saneamento.

6.1.2.1.1 Resíduos Sólidos

Estima-se que até 2020 os resíduos sólidos do município sejam destinados no aterro sanitário construído no município. Este aterro ainda possui alguns problemas pontuais, de ordem legal que precisam ser resolvidos.

6.1.2.1.2 Abastecimento de água

O abastecimento de água para a área urbana de Camanducaia é feito através de uma captação direta no Rio Camanducaia. Este manancial possui capacidade para atender a demanda projetada até 2020.

A administração pública deverá finalizar até 2020 um projeto de melhorias da rede de abastecimento público dos bairros isolados do município, através do financiamento de obras que possam ser utilizadas pelos moradores do local.

6.1.2.1.3 Coleta de Esgoto

Para o cenário de 2020, estima-se que o município contará com 100% da coleta de esgoto concluída na área urbana e no distrito de Monte Verde.

Os problemas relacionados a esgotamento sanitário dos bairros isolados também deverão estar solucionados.

6.1.2.1.4 Tratamento de Esgoto

Para o cenário de 2020, estima-se que o município contará com 100% de tratamento de esgoto na área urbana e no distrito de Monte Verde.

Os demais bairros também deverão ser atendidos através de estações de tratamento compactas, evitando a contaminação dos recursos hídricos.

6.1.2.2 Áreas contaminadas

Devido à baixa industrialização do município, não há indícios de áreas contaminadas no município, sendo que o principal foco de contaminação consiste nos postos de combustível existentes na área urbana.

6.1.2.3 Erosão e assoreamento

Os problemas de erosão e assoreamento no município são bastante raros, ocorrendo apenas em locais onde são realizadas atividades agrícolas sem técnicas de conservação. Durante os trabalhos de campo, o principal problema identificado ocorreu na cultura da batata. Não há tendência de aumento deste problema.

6.1.2.4 Inundação em áreas urbanas

O problema de inundações no município de Camanducaia é bastante recorrente e de difícil resolução.

Já foi elaborada a primeira etapa do Plano de Macrodrenagem do município, sendo necessária a finalização da segunda etapa para a definição dos principais projetos a serem implantados no município a fim de resolver ou mesmo minimizar esta problemática.

Espera-se que até o ano de 2020, o Plano de macrodrenagem esteja concluído, com as principais obras já com projetos executivos e licenças ambientais, quando necessárias.

6.1.3 Projeções institucionais e legais

Atualmente, o município de Camanducaia possui a seguinte legislação relacionada ao meio ambiente e aos recursos hídricos.

Tabela 74. Leis e planos de Camanducaia.

Referência	Data	Título
Lei Ordinária n.º 18/1993	22.11.1993	Dispõe sobre o Código de Obras do Município de Camanducaia-MG e dá outras providências
Lei Complementar n.º 019/2006	11.07.2006	Altera a Lei Municipal n.º 18/1993 que dispõe sobre o Código de Obras do Município de Camanducaia e dá outras providências.
Lei Complementar n.º 20/2006	10.10.2006	Institui o Plano Diretor Participativo do município de Camanducaia, nos termos do artigo 182 da Constituição da República Federativa do Brasil e do Capítulo III da Lei Federal 10.257 de 2001.
Lei Complementar n.º 033/2008	11.08.2008	Altera os anexos da Lei Complementar n.º 020/2006 e dá outras providências.
Projeto de Lei n.º 0523/2003	18.07.2003	Dispõe sobre a criação do Conselho Municipal de Meio Ambiente e dá outras providências.

Até o ano de 2020, o município deverá possuir uma legislação específica sobre recursos hídricos (Política Municipal da Gestão dos Recursos Hídricos), com seus

respectivos instrumentos implantados (Plano Diretor, Relatórios de Situação, SMIA e Fundo específico para este tema).

Além disso, após a conclusão do Plano Diretor de Macrodrenagem, o Plano Diretor do município deverá ser revisto, englobando as recomendações do plano.

6.2 Caracterização Dos Cenários: Cenário Tendencial (2020-2035)

O cenário proposto neste tópico compreende, em sua fase final o ano de 2035, compreendendo com o final de mandato da administração pública municipal, que será responsável pela implantação das ações previstas para atingir o cenário estabelecido.

6.2.1 Projeções socioeconômicas

A seguir são apresentadas as projeções estimadas para o ano de 2035 para os tópicos relacionados ao tema socioeconômico.

6.2.1.1 Projeções populacionais

Com base nas projeções apresentadas no trabalho, a população estimada para 2035 é na ordem de 27.025 habitantes, aumento de 26% em relação ao ano de 2013, considerando a atual TGCA. Nesta simulação, o percentual de população urbana e rural se manteve, com um índice de urbanização de 73,34%, conforme apresentado na Tabela 75 e na Figura 130.

Tabela 75. Projeção da população para 2035.

Ano	População Total	TGCA (%a.a)*	População Urbana	% urbana	População Rural	% rural
2013	21.388	1,07%	15.686	73,34%	5.702	26,66%
2014	21.617	1,07%	15.854	73,34%	5.763	26,66%
2015	21.848	1,07%	16.023	73,34%	5.825	26,66%
2016	22.081	1,07%	16.195	73,34%	5.887	26,66%
2017	22.318	1,07%	16.368	73,34%	5.950	26,66%
2018	22.556	1,07%	16.543	73,34%	6.013	26,66%
2019	22.797	1,07%	16.719	73,34%	6.078	26,66%
2020	23.041	1,07%	16.898	73,34%	6.143	26,66%
2021	23.287	1,07%	17.079	73,34%	6.208	26,66%
2022	23.536	1,07%	17.261	73,34%	6.275	26,66%
2023	23.788	1,07%	17.446	73,34%	6.342	26,66%
2024	24.042	1,07%	17.632	73,34%	6.410	26,66%
2025	24.299	1,07%	17.821	73,34%	6.478	26,66%
2026	24.559	1,07%	18.011	73,34%	6.547	26,66%
2027	24.821	1,07%	18.204	73,34%	6.617	26,66%
2028	25.087	1,07%	18.399	73,34%	6.688	26,66%
2029	25.355	1,07%	18.595	73,34%	6.760	26,66%
2030	25.626	1,07%	18.794	73,34%	6.832	26,66%
2031	25.900	1,07%	18.995	73,34%	6.905	26,66%
2032	26.177	1,07%	19.198	73,34%	6.979	26,66%
2033	26.457	1,07%	19.403	73,34%	7.053	26,66%
2034	26.739	1,07%	19.611	73,34%	7.129	26,66%
2035	27.025	1,07%	19.820	73,34%	7.205	26,66%

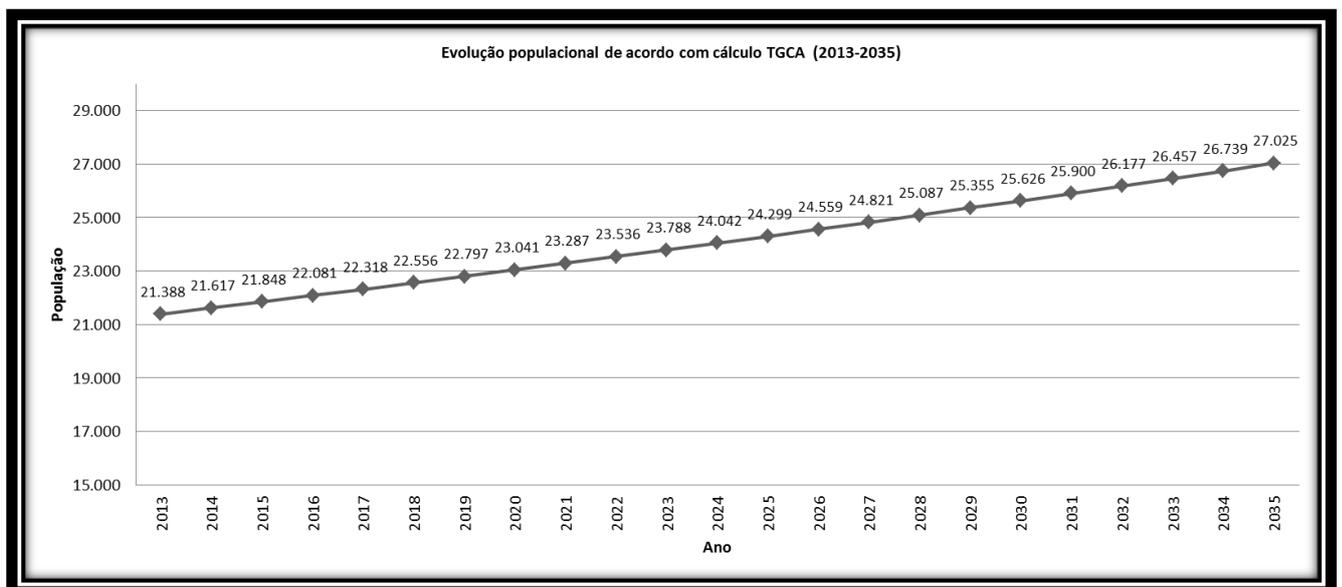


Figura 130. Evolução populacional (2013-2035).

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

6.2.2 Projeções desenvolvimento econômico

A tendência para o desenvolvimento econômico do município de Camanducaia está na combinação de indústrias (de baixo potencial poluidor), silvicultura (adaptadas às condições naturais) e o setor de serviços ligados ao turismo e lazer.

O município pode ser atrativo para diversas indústrias por oferecer algumas vantagens, tais como: boa localização logística do município, as margens da BR-381 e próximo à divisa com o Estado de São Paulo, bem como grande disponibilidade de áreas.

As atividades ligadas à silvicultura tendem a se manter com uma importante atividade agrícola no município. A tendência é que até o ano de 2035, o PSA já seja uma realidade na zona rural do município de Camanducaia, remunerando os produtores rurais pela conservação das nascentes e áreas de preservação permanentes.

6.2.3 Aspectos Ambientais

6.2.3.1 Saneamento Ambiental

Até o ano de 2035, o município de Camanducaia já deverá estar com todos os problemas relativos ao saneamento equacionados, tais quais: abastecimento, coleta e tratamento de esgoto na área urbana e nos distritos. Nos bairros isolados, deverão estar implantados sistemas alternativos para uma correta disposição dos efluentes domésticos.

6.2.3.2 Inundação em áreas urbanas

Até o ano de 2035, as ações previstas no Plano Diretor de macrodrenagem deverão estar implementadas, minimizando os problemas de enchentes no município.

7 PROPOSIÇÃO DO PLANO DE METAS E AÇÕES

Como já é do conhecimento de boa parte da população, dos meios de comunicação e dos organismos responsáveis pela gestão ambiental, tanto do município como do estado, a ocupação humana foi o vetor indutor de vários problemas relacionados aos recursos hídricos. Esses problemas são de várias origens, tais como, a supressão da vegetação em áreas de preservação permanente – APP's, a erosão superficial do solo e a sua consequência e o assoreamento dos corpos d'água.

Devido a suas características naturais, o processo de degradação do município foi bem mais ameno que em municípios vizinhos. A presença de uma grande empresa florestal do município (que ocupa cerca de 20% do município) também foi bastante benéfica para o município, devido às ações desenvolvidas nessas áreas (preservação ambiental e silvicultura).

Em suma, sistematizam-se os principais problemas identificados nas bacias hidrográficas nas seguintes categorias:

- Ocupação de áreas de preservação nas áreas rurais, principalmente por pastagens extensivas.
- Problemas de enchentes na área urbana devido à localização da área urbana (as margens do Rio Camanducaia) e a ocupação sem controle realizada no passado.
- Infraestrutura urbana relacionada ao saneamento bastante precária, com ausência de tratamento de esgoto em todo o município. O problema do esgoto é agravado pela grande dispersão de bairros isolados

O Capítulo a seguir, trata de uma síntese dos programas a serem desenvolvidos para que se possa alcançar melhorias necessárias no município de Camanducaia, conforme o prognóstico apresentado no capítulo anterior, para o horizonte prioritário (2014-2020) e horizonte tendencial (2014-2035), conforme apresentado.

7.1 Elaboração do Plano de Metas para o cenário provável (2014-2020).

A seguir são apresentados os Planos de Metas com as respectivas ações para o horizonte provável (2014-2020).

7.1.1 Programas de Comunicação com a população (M.1)

7.1.1.1 Sinalização de Transito

O Programa de sinalização de trânsito, objetiva identificar aos motoristas e pedestres que usam das várias pontes e travessias do município sobre o curso d'água em questão em qual bacia hidrográfica se encontra. Este programa objetiva, novamente, criar uma identidade da população para com os cursos d'água existentes no município.

A sinalização deve ser intensificada nas estradas municipais que são rotas escolares, visando inserir nas crianças a identificação com os cursos d'água.

A Prefeitura Municipal deverá fazer gestões junto às concessionárias de rodovias, Departamento Estadual, e outros órgãos para que tomem a mesma iniciativa nas vias de transito as quais são responsáveis.

Cronograma de Implantação: De acordo com a disponibilidade de recursos financeiros e humanos dos órgãos envolvidos.

Custos Envolvidos: Os valores são estimados em R\$ 100.000,00 (cem mil reais).

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Meta: Possuir até o final do ano de 2020, 100% das pontes e travessias sinalizadas, tanto na área urbana como rural (M.1.1).

7.1.2 Projetos e Obras de Drenagem (M.2)

7.1.2.1 Finalização do Plano de Macrodrenagem

A área mais crítica, em termos de enchentes no município de Camanducaia, se encontra na área central, ao longo do Rio Camanducaia e do Córrego da Cachorra, que deságua no Rio Camanducaia na área urbana do município.

A primeira etapa do Plano de Macrodrenagem foi finalizada no ano de 2010 (Relatório Técnico Irrigart nº 343/10), sendo necessária a contratação da segunda etapa para finalizar os trabalhos.

Já houve duas tentativas por parte da Prefeitura Municipal em contratar a obra, mas não houveram empresas interessadas para a mesma.

Desta forma, o presente estudo prevê como prazo final para a conclusão desta segunda fase do projeto até o ano de 2014.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

Cronograma de Implantação: A prefeitura deverá buscar fazer gestões junto a COPASA, para que a mesma busque os recursos necessários para a contratação no ano de 2013/2014, para iniciar a construção da ETE em 2015/2016.

Custos Envolvidos: Os valores são estimados em R\$ 250.000,00 (Duzentos e cinquenta mil reais).

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Meta: possuir até o final do ano de 2014, 100% do Plano Diretor de macrodrenagem finalizado (**M.1.2**).

7.1.2.2 Elaboração de projetos executivos das obras indicadas no Plano de Macrodrenagem

Conforme estabelecido na Meta M.2.1, a Prefeitura Municipal de Camanducaia deverá finalizar o Plano de Macrodrenagem até o ano de 2014. Após a finalização deste plano, todas as obras indicadas deverão ter seus projetos detalhados (básico e executivo, para posterior licitação e contratação). Esta ação é fundamental, uma vez que com os projetos executivos prontos a Prefeitura poderá buscar estes recursos nos diversos programas do Ministério das Cidades ou programas estaduais.

Cronograma de Implantação: Após a finalização do Plano Diretor de Macrodrenagem previsto para o fim de 2014.

Custos Envolvidos: Estima-se um valor de R\$ 500.000,00 para a elaboração dos projetos básicos e executivos.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Meta: Elaborar os projetos básico-executivos das obras previstas do Plano de Macrodrenagem, a partir do ano de 2012 (**M.2.2**).

7.1.3 Ações relacionadas a Saneamento (M.3)

7.1.3.1 Atingir o índice de 100% de coleta de esgotos na área urbana e no Distrito de Monte Verde

O distrito de Monte Verde é o grande indutor do turismo em Camanducaia, concentrando a rede hoteleira do município. Um grande atrativo do local são as belezas

naturais, com vários fragmentos florestais conservados. Desta maneira, o local possui um grande atrativo ambiental, sendo injustificável que o distrito não possua coleta e tratamento de esgoto satisfatório.

As obras de coleta de esgoto já foram iniciadas, coletando os efluentes lançados no curso d'água que corta a área central do distrito. Segundo informações, o bairro conhecido como "Vila Operária", que concentra as residências dos moradores locais. A COPASA vem realizando uma série de investimentos no distrito.

Na área urbana, a COPASA, já iniciou a construção da rede coletora do município, para posterior tratamento. O prazo final para a finalização da obra é Outubro/2013.

Cronograma de Implantação: 100% dos esgotos do município deverão ser coletados até 2014, incluindo o distrito de Monte Verde.

Custos Envolvidos: Segundo estimativas, os custos envolvidos nesta meta são da ordem de 4 milhões de reais.

Coordenação: COPASA.

Meta: 100% de coleta dos esgotos gerados na área urbana e no distrito de Monte Verde do município até o ano de 2014 **(M.3.1)**.

7.1.3.2 Atingir o índice de 100% de tratamento de esgoto na área urbana e no Distrito de Monte Verde

Esta meta prevê que 100% do esgoto coletado na área urbana do município e no Distrito de Monte Verde passem por tratamento prévio antes de serem lançadas nos cursos d'água. No distrito de Monte Verde, a COPASA está instalando uma ETE móvel que funcionará enquanto durar a construção da ETE no local. Já no município, não há obras em andamento relativas ao tratamento, uma vez que o sistema de coleta ainda está em implantação.

Cronograma de Implantação: Até 2016, deverão ser tratados 100% dos esgotos gerados na área urbana e no Distrito de Monte Verde.

Custos Envolvidos: Estima-se um valor de R\$ 10.000.000,00 para a construção das estações de tratamento de esgotos necessárias para atingir a meta proposta.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal, através de gestões junto a COPASA, responsável pelo saneamento no município.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

Meta: Tratar 100% do esgoto coletado na área urbana de Camanducaia e no Distrito de Monte Verde até o ano de 2016. **(M.3.2).**

7.1.3.3 Elaborar projetos executivos para a implantação de solução para a coleta e tratamento de esgotos no distrito de São Mateus.

Esta meta prevê que a prefeitura contrate uma empresa de engenharia que elabore os projetos básicos e executivos para a solução de coleta e tratamento de esgoto no distrito de São Mateus. Este bairro, por se situar fora das Bacias PCJ (Bacia do Rio Sapucaí-Mirim) não poderá ser financiado junto aos Comitês PCJ.

Cronograma de Implantação: Até 2016, a Prefeitura deverá possuir os projetos básicos e executivos para a solução da questão de coleta e tratamento de esgotos no distrito de São Mateus.

Custos Envolvidos: Estima-se um valor de R\$ 300.000,00 para a elaboração dos projetos básicos e executivos para o esgotamento sanitário no distrito de São Mateus.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Meta: Possuir, até 2016 os projetos básicos e executivos para a solução da questão do esgotamento sanitário no distrito de São Mateus. **(M.3.3).**

7.1.3.4 Implantação de projetos executivos para a implantação de solução para a coleta e tratamento de esgotos no distrito de São Mateus

Esta meta prevê que a prefeitura implante os projetos elaborados através da Meta **M.3.3**, isto é, as soluções indicadas e projetadas para a temática do esgotamento sanitário deverão ser implantadas e construídas neste distrito.

Cronograma de Implantação: Até 2020, a Prefeitura deverá executar os projetos básicos e executivos para a solução da questão de coleta e tratamento de esgotos no bairro isolado de São Mateus.

Custos Envolvidos: Estima-se um valor de R\$ 1.500.000,00 para a implantação das soluções no distrito de São Mateus.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Meta: Possuir, até 2020 os projetos de coleta e tratamento de esgotos implantado no distrito de São Mateus. **(M.3.4).**

7.1.3.5 Implantação de sistemas alternativos de esgotamento sanitário nos demais bairros isolados de Camanducaia

Esta meta prevê que a prefeitura implante nos bairros isolados do município, sistemas alternativos de tratamento de esgotos, através da construção de fossas sépticas individuais, seguindo critérios pré-definidos pela Prefeitura Municipal. As características dos bairros isolados (residências isoladas ao longo de estradas municipais) dificulta a implantação de soluções convencionais (coleta e tratamento), resultando em investimentos elevados, com baixo ganho ambiental.

Cronograma de Implantação: Até 2020, a Prefeitura deverá executar fossas sanitárias para a solução da questão de coleta e tratamento de esgotos nos bairros isolados do município.

Custos Envolvidos: Estima-se um valor de R\$ 2.500.000,00 para a implantação das fossas sanitárias no município.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Meta: Possuir, até 2020 os projetos de coleta e tratamento (fossas sanitárias) de esgotos implantado nos bairros isolados. **(M.3.5).**

7.1.3.6 Iniciar o funcionamento adequado do Aterro Sanitário de Camanducaia

Esta meta prevê que a prefeitura resolva os entraves técnicos e legais para que o Aterro Sanitário construído no município passe a operar normalmente, minimizando os custos do município para a destinação final do lixo coletado, além de possibilitar um melhor gerenciamento do lixo reciclável.

Cronograma de Implantação: Até 2014, a Prefeitura deverá iniciar as operações no Aterro Sanitário construído.

Custos Envolvidos: Estima-se um valor de R\$ 500.000,00 para a implantação das alterações necessárias no projeto do Aterro Sanitário.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

Meta: Iniciar, até 2014, as operações no Aterro Sanitário do município **(M.3.6)**.

7.1.3.7 Elaboração de Plano Diretor de Saneamento do Município

A Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico no Brasil. A referida legislação aborda a importância de cada município possuir o Plano Municipal de Saneamento que deve abordar os seguintes aspectos: (i) Abastecimento de Água, (ii) Esgotamento Sanitário, (iii) Resíduos Sólidos e (iv) Drenagem Urbana.

No âmbito do Comitê de Bacias do PCJ, o qual o município de Camanducaia faz parte, já se discute a importância deste instrumento desde a aprovação da Lei, sendo pré-requisito, inclusive, para o financiamento de obras para saneamento.

O município já possui este recurso assegurado, pelos recursos da Cobrança Federal através da Agencia PCJ.

Cronograma de Implantação: A Prefeitura deverá realizar a contratação da empresa tão logo os recursos sejam liberados. Isso é estimado para o ano de 2013.

Custos Envolvidos: Estima-se um valor de R\$ 100.000,00 para realização do Plano Municipal de Saneamento Básico com os recursos da Cobrança Federal através da Agencia das Bacias PCJ.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Meta: Possuir, até o início do ano de 2014 o Plano Finalizado. **(M.3.7)**.

7.1.4 Programa de Recuperação de Nascentes e APP's (M.4)

7.1.4.1 Elaboração de um estudo técnico sobre a viabilidade de implantação do programa conservador de águas, até o ano de 2014, com elaboração de projeto piloto em uma micro-bacia do Rio Camanducaia Mineiro (M.4.1).

Esta ação propõe que a Prefeitura Municipal de Camanducaia, através de ações conjuntas entre as Secretarias de Meio Ambiente e Agricultura, realize estudos de viabilidade técnica e econômica para adoção de uma política de pagamento por serviços ambientais realizados em bacias prioritárias.

Entende-se por serviços ambientais a manutenção das nascentes, das áreas de preservação permanente, reserva legal, técnicas de conservação de solo, etc.

Este tipo de compensação servirá de incentivo para que os produtores invistam na recuperação ambiental de suas propriedades ou mesmo incentivando a preservação em áreas não degradadas. Este estudo deverá ser direcionado, primeiramente, para as bacias mais degradadas e que estão a montante da área urbana do município, objetivando reduzir os efeitos das enchentes no Rio Camanducaia.

Cronograma de Implantação: Até o ano de 2014, a Prefeitura Municipal deverá finalizar os estudos de viabilidade da implantação deste programa.

Custos Envolvidos: Estima-se um valor de R\$ 180.000,00 para a contratação de uma consultoria para a elaboração dos estudos.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Meta: Elaboração de um estudo técnico sobre a viabilidade de implantação do programa conservador de águas, até o ano de 2014 **(M.4.1)**.

7.1.4.2 Implantação de um projeto piloto com base nas orientações elencadas pelo estudo técnico (M.4.2).

Finalizado o Estudo Técnico sobre a viabilidade de implantação do programa conservador de águas **(Meta M.4.1)**, a prefeitura deverá iniciar a implantação de um programa piloto em uma sub-bacia a ser indicada pelo estudo, no início do ano de 2015.

Este projeto Piloto deverá ser conduzido até o ano de 2019, quando deverá ser realizado um balanço dos investimentos e dos benefícios obtidos, avaliando a viabilidade da expansão do projeto para outras bacias hidrográficas do município, além da disponibilidade de recursos.

Cronograma de Implantação: Iniciar, no ano de 2015, um Projeto Piloto de Pagamento por Serviços Ambientais no Município.

Custos Envolvidos: Estima-se um valor de R\$ 2.000.000,00 para o desenvolvimento do projeto em 05 anos, isto é, um custo estimado de R\$ 400.000,00 ao ano.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

Meta: Implantação de um projeto piloto de Pagamento por Serviços Ambientais nos anos de 2015-2019 **(M.4.2)**.

7.1.5 Coordenação Institucional (M5)

7.1.5.1 Manter um arquivo documental com todos os planos, estudos, seminários e reuniões realizadas após a publicação deste plano.

Esta ação refere-se à necessidade de se manter um acompanhamento e gestão de todas as informações relativas às ações em recursos hídricos realizadas no município, mantendo-se assim um banco de dados de informações que venham a auxiliar a elaboração dos outros Planos de Recursos Hídricos.

Cronograma de Implantação: Imediatamente após a finalização do Plano.

Custos Envolvidos: O programa deverá ser desenvolvido pela própria equipe técnica da Prefeitura.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Secretaria de meio Ambiente de Camanducaia.

Meta: Manter um arquivo documental com todos os planos, estudos, seminários e reuniões realizadas após a publicação deste plano. **(M.5.1)**

7.1.5.2 Manter um arquivo das informações georreferenciadas (mapeamentos, levantamentos, etc) realizadas após a publicação deste plano.

Esta ação refere-se à necessidade de se manter um acompanhamento e gestão de todas as ações realizadas que podem ser georreferenciadas, tais como: plantios em APP's, construções e/ou reformas de pontes, galerias de águas pluviais, etc, mantendo-se assim um banco de dados de informações georreferenciadas que venham a auxiliar a elaboração dos outros Planos de Recursos Hídricos.

Cronograma de Implantação: Imediatamente após a finalização do Plano.

Custos Envolvidos: O programa deverá ser desenvolvido pela própria equipe técnica da Prefeitura.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Secretaria de meio Ambiente de Camanducaia.

Meta: Manter um arquivo documental com todos os planos, estudos, seminários e reuniões realizadas após a publicação deste plano. **(M.5.2)**

7.1.5.3 Elaboração de legislação relacionada a Recursos Hídricos no município – Política Municipal de Gestão dos Recursos Hídricos

Esta ação, de natureza institucional advém da necessidade de se criar no município uma legislação específica para os recursos hídricos, instituindo a Política Municipal de Gestão dos Recursos Hídricos, que estabelece os instrumentos básicos para a implantação da política. Sugere-se como modelo de legislação para orientar a Prefeitura Municipal a legislação do município de Camanducaia. Esta política deverá prever monitoramentos qualitativos e quantitativos de indicadores ambientais do município.

Cronograma de Implantação: Imediatamente após a finalização do Plano.

Custos Envolvidos: O programa deverá ser desenvolvido pela própria equipe técnica da Prefeitura/Câmara Municipal.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá ao departamento jurídico da Prefeitura

Meta: Aprovar no município, até o ano de 2013, de Lei Municipal que institui a Política Municipal de Gestão dos Recursos Hídricos. **(M.5.3)**

7.1.5.4 Atualização do Plano Diretor do Município contemplando as recomendações apresentadas no Plano de Macrodrenagem.

Esta ação propõe que a Prefeitura Municipal de Camanducia, através do setor competente realizem uma revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento, incluindo os limites das bacias hidrográficas na divisão das zonas urbanas, bem como as recomendações constantes no Plano Diretor de Macrodrenagem, que deve estar finalizado até 2014. Esta ação deverá ocorrer após a finalização do Plano de Drenagem, isto é, no início do ano de 2015.

Cronograma de Implantação: De acordo com a disponibilidade técnica e de recursos financeiros e humanos da Prefeitura Municipal de Camanducaia, a partir de 2015.

Custos Envolvidos: Esta ação deverá ser realizada pela própria equipe técnica da Prefeitura Municipal.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal, através das secretarias competentes.

Meta: Revisão do plano diretor de desenvolvimento, incluindo os limites hidrográficos como unidade de planejamento urbano e rural e as diretrizes do Plano Diretor de Macrodrenagem **(M.5.4)**.

7.1.5.5 Implementar, em parceria com a EMATER um programa de manejo de solo e água.

Esta ação propõe que a Prefeitura Municipal de Camanducaia, em parceria com a EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais, um programa de extensão rural aos agricultores do município visando a adoção de técnicas de manejo de solo e água na agricultura que minimizem os impactos causados pela agricultura na área do município, em especial as culturas de batata.

Cronograma de Implantação: De acordo com a disponibilidade técnica e de recursos financeiros e da EMATER, a partir de 2014.

Custos Envolvidos: Esta ação deverá ser realizada pela própria equipe técnica da Prefeitura Municipal e da EMATER.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal, através de parceria e cooperação com a EMATER.

Meta: Implantação de um Plano de Manejo de água e solo no município de Camanducaia, em conjunto com a EMATER no ano de 2014. **(M.5.5)**.

7.1.6 Resumo das metas para o cenário provável.

A Tabela 76 apresenta uma síntese do Plano de Metas e Ações estabelecido para o cenário provável, isto é, para o período de 2014-2020. A execução total do Plano de Metas e Ações para o cenário provável está orçada em 23,03 milhões de reais.

Tabela 76. Proposição de Metas e Ações - Cenário Provável.

Ações		Metas		Custo Estimado (R\$)	Desenvolvimento / Coordenação
M.1	Programas de Comunicação com a população	M.1.1	Possuir até o final do ano de 2016 100% das pontes e travessias sinalizadas, tanto na área urbana como rural	100.000,00	PM Camanducaia
M.2	Projetos e Obras de Drenagem	M.2.1	Realização da Segunda Etapa do Plano de Macrodrenagem do município – Até fim 2014	250.000,00	PM Camanducaia
		M.2.2	Elaboração de projetos executivos das obras indicadas no Plano de Macrodrenagem	500.000,00	PM Camanducaia
M.3	Saneamento	M.3.1	Atingir o índice de 100% de coleta de esgotos na área urbana e no Distrito de Monte Verde	4.000.000,00	COPASA
		M.3.2	Atingir o índice de 100% de tratamento de esgoto na área urbana e no Distrito de Monte Verde	10.000.000,00	COPASA
		M.3.3	Elaborar projetos executivos para a implantação de solução para a coleta e tratamento de esgotos no bairros de São Mateus	300.000,00	PM Camanducaia
		M.3.4	Implantar os projetos de tratamento na coleta e tratamento de esgoto no bairro de São Mateus	1.500.000,00	PM Camanducaia
		M.3.5	Implantar solução alternativa de coleta e tratamento (fossas) nos demais bairros isolados	2.500.000,00	PM Camanducaia
		M.3.6	Iniciar o funcionamento adequado do Aterro Sanitário de Camanducaia	500.000,00	PM Camanducaia
		M.3.7	Elaboração de Plano Diretor de Saneamento do município	100.000,00	PM Camanducaia
M.4	Recuperação de nascentes e APP's	M.4.1	Elaboração de um estudo técnico sobre a viabilidade de implantação do programa conservador de águas, até o ano de 2014, com elaboração de projeto piloto em uma micro-bacia do Rio Camanducaia Mineiro.	180.000,00	PM Camanducaia
		M.4.2	Implantação de um projeto piloto com base nas orientações elencadas pelo estudo técnico.	2.000.000,00	PM Camanducaia

Ações		Metas		Custo Estimado (R\$)	Desenvolvimento / Coordenação
M.5	Coordenação Institucional	M.5.1	Manter um arquivo documental com todos os planos, estudos, seminários e reuniões realizadas após a publicação deste plano.	--	PM Camanducaia
		M.5.2	Manter um arquivo das informações georreferenciadas (mapeamentos, levantamentos, etc) realizadas após a publicação deste plano.	-	PM Camanducaia
		M.5.3	Elaboração de legislação relacionada a Recursos Hídricos no município – Política Municipal de Gestão dos Recursos Hídricos	-	PM Camanducaia
		M.5.4	Atualização do Plano Diretor do Município contemplando as recomendações apresentadas no Plano de Macrodrenagem.	-	PM Camanducaia
		M.5.5	Implementar, em parceria com a EMATER um programa de manejo de solo e água.	-	PM Camanducaia/EMATER

7.2 Elaboração do Plano de Metas para o cenário tendencial (2020-2035).

O cenário tendencial traçado pela equipe técnica responsável pelo estudo corrobora para a tendência natural à preservação ambiental do município de Camanducaia, haja visto a importância da produção de água nestas áreas para o abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, através do Sistema Cantareira e do Aglomerado Urbano de Piracicaba.

Sendo assim, prevê-se duas grandes ações para combater os grandes problemas do município: as recorrentes enchentes na calha do Rio Camanducaia, na área urbana, e a remuneração dos produtores rurais que preservem suas propriedades, aliando a geração de renda com a preservação ambiental.

Tabela 77. Proposição de Metas e Ações - Cenário Tendencial.

Ações		Metas		Custo Estimado Total no período indicado (R\$)	Desenvolvimento/Coordenação
MT.1	Projetos e Obras de Drenagem	MT.1.1	Execução de 100% das obras de intervenção previstas do Plano de Macrodrenagem do município.	25.000.000,00	Prefeitura Municipal
MT.2	Nascentes e APP's	MT.2.1	Implantação plena do programa de PSA – “Pagamentos por serviços Ambientais”, que deverá ser estruturado com base nos resultados no Projeto Piloto.	20.000.000,00	Prefeitura Municipal

8 SÍNTESE DOS CUSTOS ENVOLVIDOS NO PLANO DE METAS E AÇÕES

Conforme os dados apresentados na Figura 131 e na Figura 132, o investimento total nas metas estabelecidas para o cenário provável neste PMRH soma 21,93 milhões de reais.

De acordo com o Plano de Investimentos definidos para alcançar as metas propostas, o montante empregado em esgotamento sanitário corresponde a 86,84% do total (M.3). A composição dos custos de metas e ações para implantação do PMRH-Camanducaia deflagra o alto investimento necessário para a questão dos esgotos sanitários (M.3 – Esgotamento Sanitário), cuja responsabilidade é da COPASA. Outra área que merece destaque é a Recuperação de Nascentes e APP's (M.4) que irá consumir 10% dos recursos.



Figura 131. Valores de investimento para o cumprimento das metas do PMRH.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

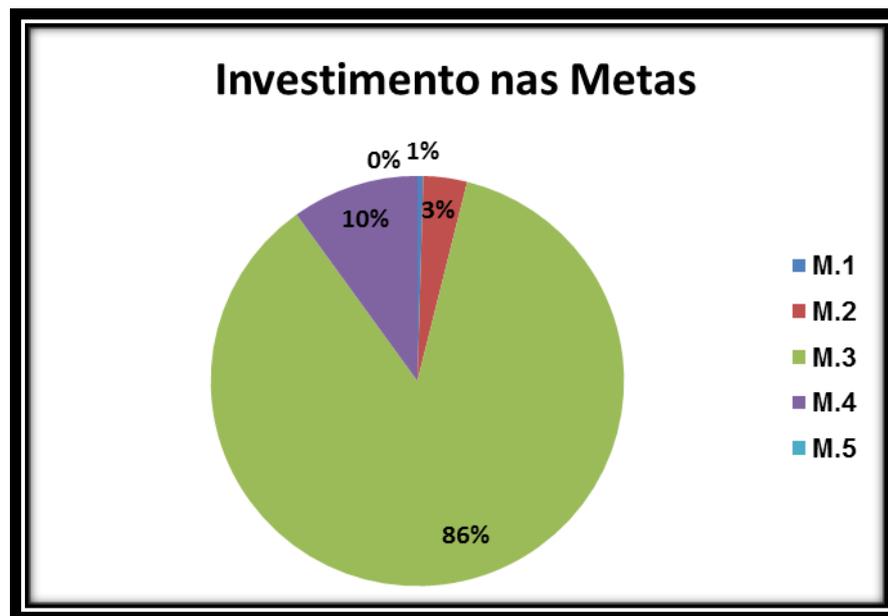


Figura 132. Percentual de investimento para o cumprimento das metas do PMRH.

Já para o cenário tendencial, o plano apresenta uma estimativa de investimento da ordem de 45 milhões de reais, sendo 25 milhões para a elaboração de obras de combate a enchentes no município, que se apresenta como um problema crônico. Este valor se refere a uma estimativa e deverá ser mais bem detalhado e orçado quando da finalização do Plano Diretor de Macrodrenagem do município, que faz parte do plano de metas do cenário provável (Meta M.2.1).

Outro grande investimento previsto é a implantação plena do PSA, com investimentos estimados em 20 milhões de reais. Este valor também é estimado. A efetiva implantação deste programa no cenário tendencial dependerá dos resultados encontrados no projeto piloto, prevista para no Plano de Metas para o cenário provável (M.4.2), bem como da disponibilidade de recursos para este fim, uma vez que os maiores beneficiários deste programa são os proprietários de terras e os usuários que estão a jusante da área do município, principalmente a SABESP, que é a maior consumidora de água.

9 FONTES DE FINANCIAMENTO.

As possíveis fontes de recursos financeiros para a implementação do programa de investimentos proposto no Plano de Metas e Ações são a seguir elencadas:

- Recursos orçamentários oriundos do governo do Estado;
- Recursos oriundos do governo federal, em geral através de Convênios de cooperação mútua, ou contratos de gestão;
- Recursos orçamentários dos Municípios, como contrapartida aos projetos e ações que estão propostos no Plano Diretor, em geral através de cessão de máquinas, terreno, pessoal, combustível, escritórios e infra-estrutura de apoio, sub-contratações, etc.;
- Recursos de investimentos do setor privado ou de empresas do Estado, em geral com o suporte de receitas próprias mediante tarifas de prestação de serviços, como os da COPASA;
- Recursos do FHIDRO - Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais.
- Recursos da Cobrança pelo Uso da Água PCJ Federal e os recursos da cobrança a ser implantada no âmbito mineiro
- Recursos de financiamentos, nacionais e/ou internacionais, e outras fontes não enquadráveis nas descrições acima.

As metas e ações neste plano propostas ainda não possuem fonte de recursos definida. O Programa de Investimentos limita-se apenas a propor que determinadas ações tenham as suas despesas cobertas pelas fontes indicadas, não havendo nenhuma relação de compromisso. Os recursos disponíveis através dos Comitês PCJ se configuram, atualmente, como um grande aliado dos municípios para o financiamento de obras e projetos relacionados a gestão dos recursos hídricos. Todavia, este recurso é bastante limitado devido as grandes somas de recursos envolvidas em obras de saneamento, em especial de tratamento de esgotos, que é o principal problema de grande parte dos municípios presentes nesta Bacia, tanto os paulistas quanto os mineiros.

Desta forma, sugere-se que o município faça uso deste recurso para a contratação de bons projetos de engenharia, básicos e executivos que possibilitem o acesso a outras formas de recursos que maiores somas disponíveis, em especial os recursos da União através do Ministério das Cidades.

A COPASA, que é responsável pela maior parte dos investimentos necessários, possui planos de investimentos robustos e também possui acesso a financiamentos no mercado de capitais, uma vez que é uma empresa com ações negociadas em bolsa de valores, portanto deve prestar contas aos seus acionistas não só por sua rentabilidade, mas também pela melhoria no serviço proposto.

9.1 Recursos investidos/assegurados entre 2007 a 2012.

Neste tópico são apresentados os valores assegurados para investimento para o município durante o período de 2007 a 2012, conforme apresentado na Tabela 78.

Tabela 78. Recursos assegurados 2007 - 2012.

Área	Sub-Área	Valor (R\$)	Valor (R\$)
ESGOTO	Tratamento (ETE, SES)	4.322.239,20	5.032.698,59
	Rede coletora		
	PMSB, Projetos básico e executivo	710.459,39	
	Transporte (emissários, elevatória, coletor tronco, interceptores, linhas de recalque)	-	
PERDAS	Macro e Micro medição, setorização,	100.000,00	100.000,00
	Uso racional e Plano	-	
ÁGUA (Sist. Abastecim.)	ETA, Reservatórios, captações, adutoras, estação elevatórias, redes, PMRH)	-	-
RESÍDUO	Aterros, tratamento, coleta, drenagem, equipamentos para triagem,	-	-
DRENAGEM	Canalização, Pq. Linear, GAP,	-	-
TOTAL		5.132.698,59	5.132.698,59

Fonte: Fundação Agência PCJ.

Com base nos valores apresentados na Tabela 78, nota-se que o município teve acesso a linhas de financiamento de R\$ 5.132.698,59 (cinco milhões, cento e trinta e dois mil, seiscentos e noventa e oito reais e cinquenta e nove centavos) no período analisado.

A maior parte deste recurso (R\$ 4.322.239,20) se refere à um projeto com o objetivo de implantar um sistema de tratamento de esgoto no município através da COPASA que é a tomadora do recurso. Este projeto ainda não foi executado, e está incluído na meta **M.3 – Saneamento**, cujo montante orçado neste plano é de aproximadamente 20 milhões

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

de reais até o ano de 2020. Desta forma, somente com este recurso já assegurado, o município pode executar ao menos 20% dos investimentos previstos até 2020.

Todos os demais recursos obtidos pela prefeitura foram aplicados na elaboração de projetos, o que deve facilitar o acesso a verbas para a execução das obras/serviços.

10 ELABORAÇÃO DO SMIA – SISTEMA MUNICIPAL DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

O trabalho de planejamento ambiental depende, fundamentalmente, da disponibilidade e consistência dos dados. A organização dos dados é fundamental para o entendimento completo da temática do meio ambiente. Para tanto, foi elaborado uma base de dados georreferenciado que tem por finalidade auxiliar a gestão ambiental nos municípios abordados pelo presente projeto.

Banco de dados, muitas vezes também chamado de base de dados, é um conjunto de arquivos estruturados, de forma a facilitar o acesso a algumas informações que descrevem determinadas entidades do mundo real. Para entender a diferença básica entre banco de dados e banco de dados georreferenciado (BDG), pode-se citar como exemplo, um banco de dados de municípios de um determinado Estado que contém pelo menos três tipos de arquivos: dados de identificação (nome, data da fundação, etc.), dados censitários (população, natalidade, educação, etc.) e dados econômicos (renda per capita, atividades econômicas, exportação, etc.). Por este banco de dados não ter nenhuma referência geográfica ele é chamado de banco de dados convencional.

O BDG difere do convencional por armazenar, além dos dados alfanuméricos, dados sobre a localização das entidades. No exemplo anterior, o banco de dados convencional pode ser transformado em BDG se for introduzido mais um arquivo que associe a cada informação disponível uma localização geográfica, ou seja, é necessário introduzir uma referência geográfica em termos de pares de coordenadas geográficas.

Além da forma de armazenamento (referenciado), as diferenças entre o banco de dados comum e o BDG abrangem o tipo de operação que pode ser realizada. No caso do banco de dados convencional, é possível fazer consulta para saber a identificação de um determinado município X e Y. Já no BDG é possível saber o nome do Município X e Y, além da distância entre suas sedes, porque este comporta dados de localização.

Paralelamente a este Relatório, com o objetivo de realizar consultas de forma espacializada, foi então desenvolvido um BDG em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). A vantagem da utilização deste banco de dados é a possibilidade de disponibilizar geograficamente as informações de cada município, facilitando a leitura e a posterior interpretação dos dados, bem como promovendo um melhor entendimento da área de estudo.

Muitas vezes os limites políticos não coincidem com os limites geográficos, gerando problemas na utilização, interpretação e espacialização dos dados. Com o BDG é possível

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

cruzar informações, obter dados isolados, interpretar dados de ordem física, política e socioeconômica de uma forma muito mais simplificada do que através de mapas isolados. Na Figura 133 é apresentada a estrutura de um BDG.

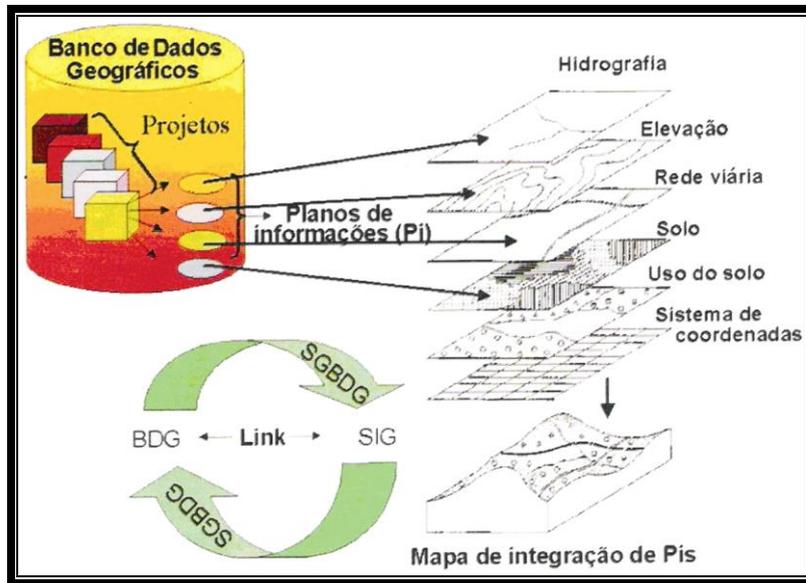


Figura 133. Exemplo de estrutura e organização de um BDG (Câmara, 1994).

Segundo Câmara (1994), um sistema de gerência de banco de dados georreferenciado (SGBDG) é um componente fundamental de um SIG, responsável por armazenar, manipular e recuperar os diferentes tipos de dados geográficos. O SGBDG deve garantir que as propriedades fundamentais de banco de dados convencionais sejam aplicáveis a dados geográficos. Estas propriedades incluem três requisitos importantes: eficiência (acesso e modificações de grandes volumes de dados); integridade (controle de acesso por múltiplos usuários); e persistência (manutenção de dados por longo tempo, independentemente dos aplicativos que acessam o dado).

Neste sentido, o software ArcView 10.1 é extremamente eficiente em gerar BDG, pois além de preservar as propriedades fundamentais do dados, possibilita a visualização destas informações através da interface com o software livre ArcReader. Deste modo, é possível manipular os dados de acordo com as preferências do usuário, sendo que este pode habilitar apenas as informações que serão úteis para a execução de um determinado trabalho.

Por exemplo, se o usuário pretende fazer um diagnóstico ambiental sobre as ocupações urbanas próximas aos cursos d'água, basta ativar apenas as informações de área urbana e hidrografia, de modo que o layout final do software exibirá um mapa contendo

apenas as informações de interesse. A Figura 134 apresenta a estrutura e o conteúdo do BDG elaborado paralelamente a este projeto.

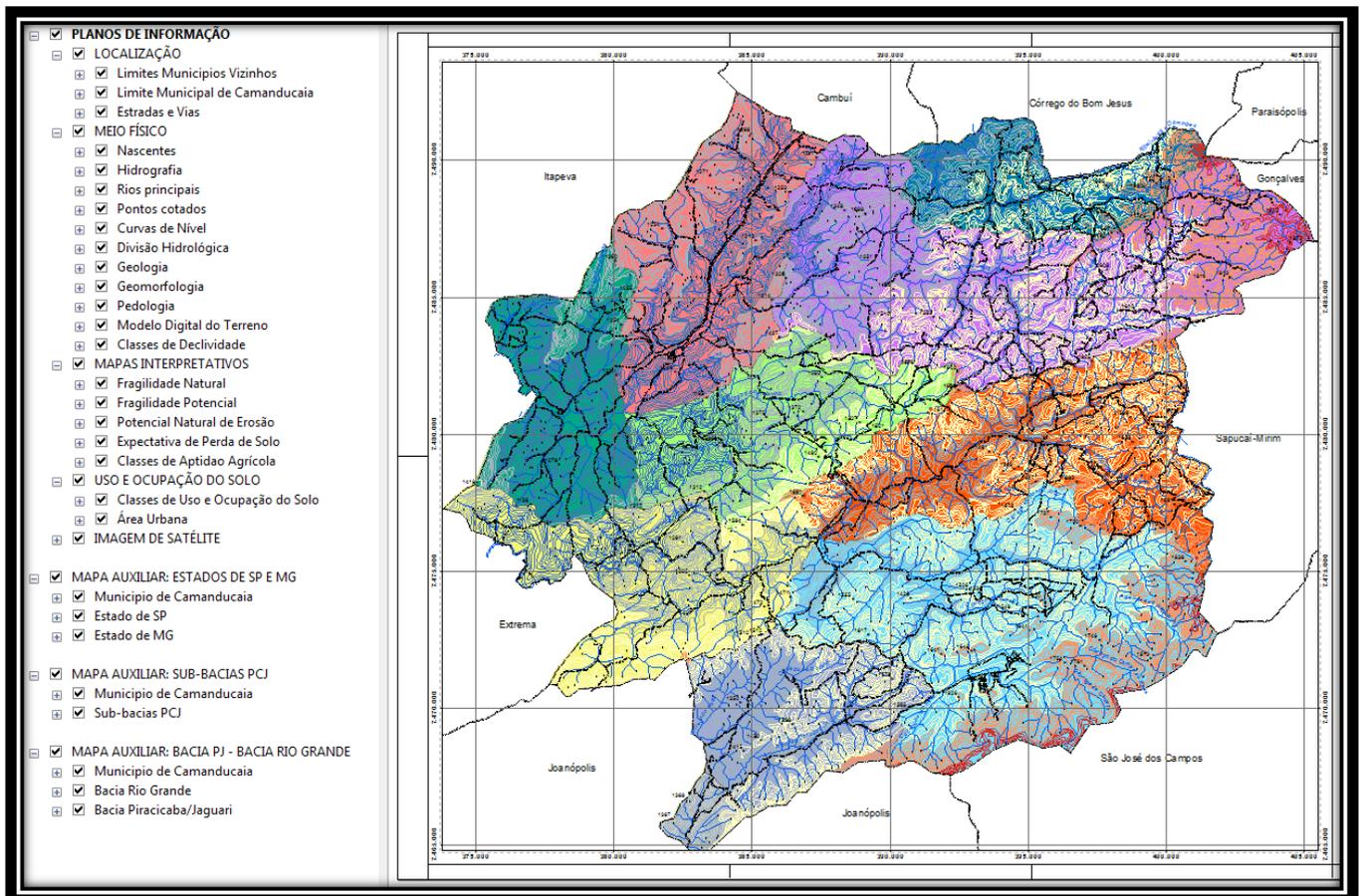


Figura 134. Estrutura e organização do BDG do município de Camanducaia

Nota-se que há cinco grandes grupos de informações ou Planos de Informação (Localização, Meio Físico, Mapas Interpretativos, Uso e Ocupação do Solo e Imagem de Satélite). Para facilitar o entendimento do usuário, existem outros três mapas auxiliares que apresentam a localização do município com relação aos Estados de São Paulo e Minas Gerais, a localização hidrológica perante as Sub-bacias do Sistema PCJ e a localização hidrológica perante as UPGRH do Rio Grande e Piracicaba/Jaguari. Entretanto, devido a escala do mapa e o tamanho reduzido do documento Word, os mapas auxiliares apenas estarão visíveis através da interface com o software ArcReader. Os tópicos a seguir apresentam uma breve descrição das informações contidas em cada PI.

10.1 Localização

Neste Plano de Informação (PI), tem-se a indicação da localização geográfica do município através de seu limite municipal, limites dos municípios vizinhos e estradas municipais, além da grade de coordenadas UTM (Datum Sirgas 2000, UTM 23 Sul). A Figura 135 apresenta um exemplo de visualização deste PI.

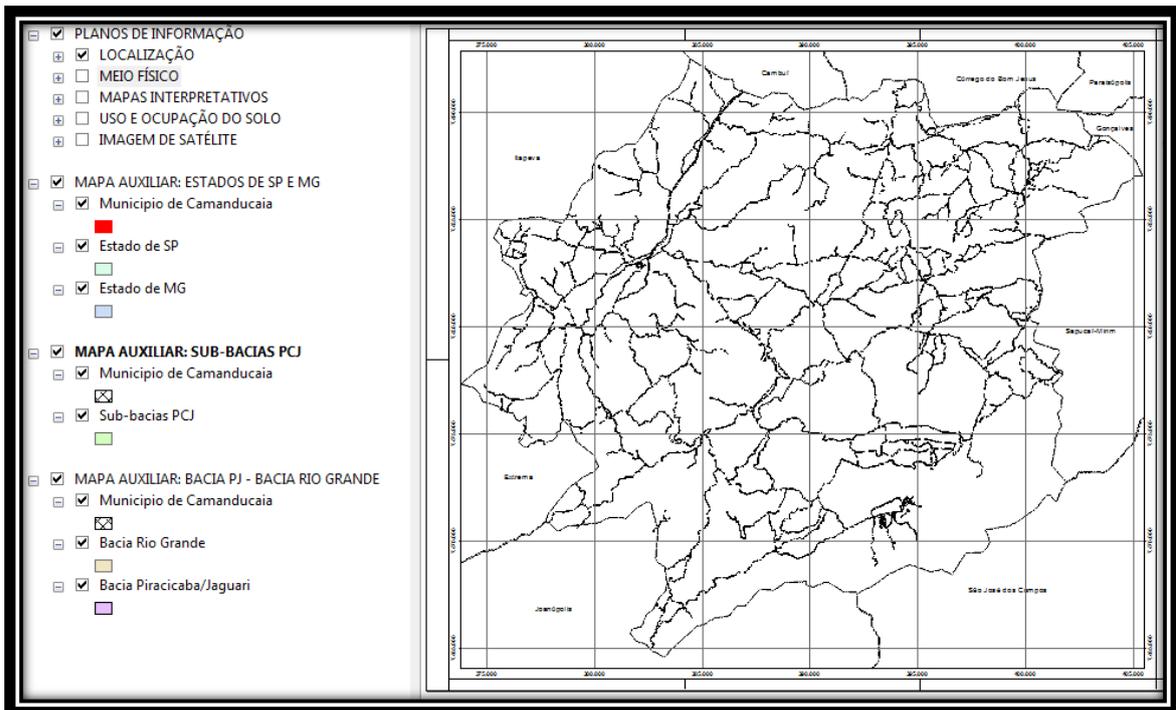


Figura 135. Exemplo de visualização do PI Localização.

10.2 Meio Físico

Neste Plano de Informação encontram-se todas as informações inerentes ao meio físico do município, a saber, hidrografia, pontos cotados, curvas de nível, Modelo Digital do Terreno, Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Declividade.

Em posse das informações disponibilizadas por este PI, os usuários podem, por exemplo, sobrepor os mapas de solos e declividades, de modo a identificar se uma região de interesse estaria apta a receber o plantio de determinada cultura e se, devido à declividade do local, seria possível realizar a colheita mecanizada nesta área. A Figura 136 apresenta um exemplo de visualização deste PI.

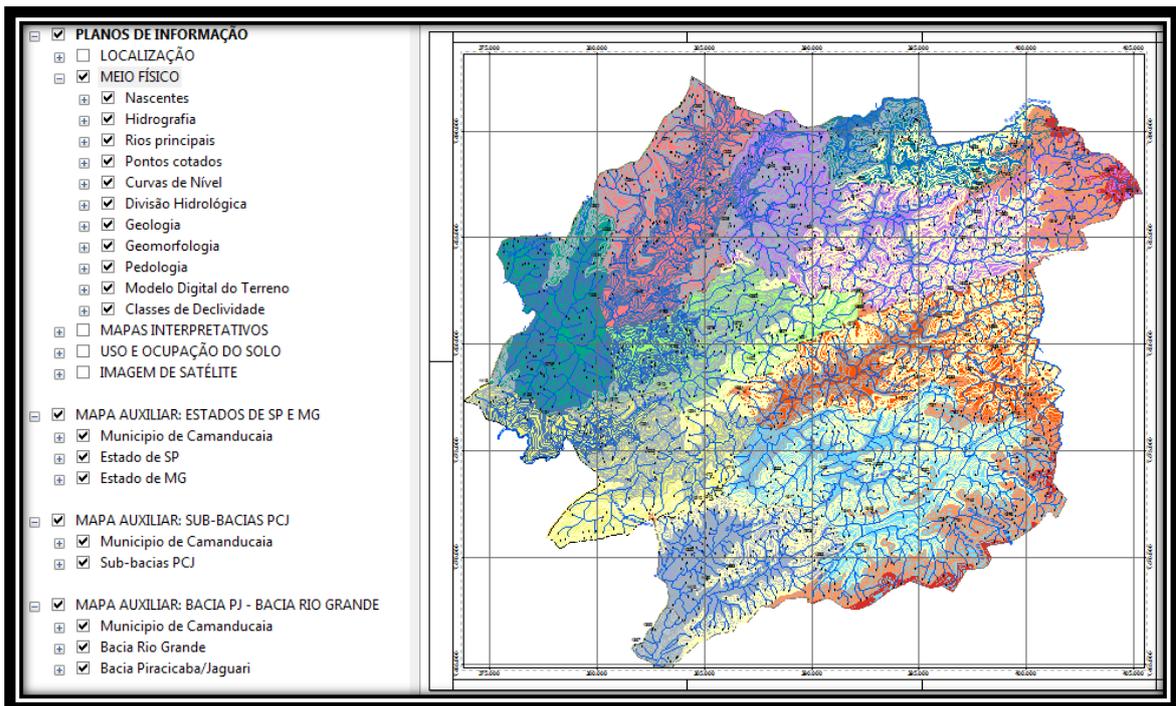


Figura 136. Exemplo de visualização do PI Meio Físico.

10.3 Mapas Interpretativos

Neste PI estão contidos todos os mapas originados através do cruzamento de informações, ou seja, que foram concebidos a partir da interpretação de mais de uma variável ambiental. Exemplo disso são os mapas de Fragilidade Natural, Fragilidade Potencial, Potencial Natural de Erosão, Expectativa de Perda de Solo e Aptidão Agrícola.

A interpretação das informações contidas neste PI permite aos tomadores de decisão identificar as áreas do município mais suscetíveis à erosão e qual seria a aptidão agrícola destas áreas. Com isso, torna-se possível diagnosticar os eventuais focos de erosão do município e propor medidas conservacionistas de solo, além de restringir o uso e ocupação da terra nestes locais. A Figura 137 apresenta os detalhes deste PI.

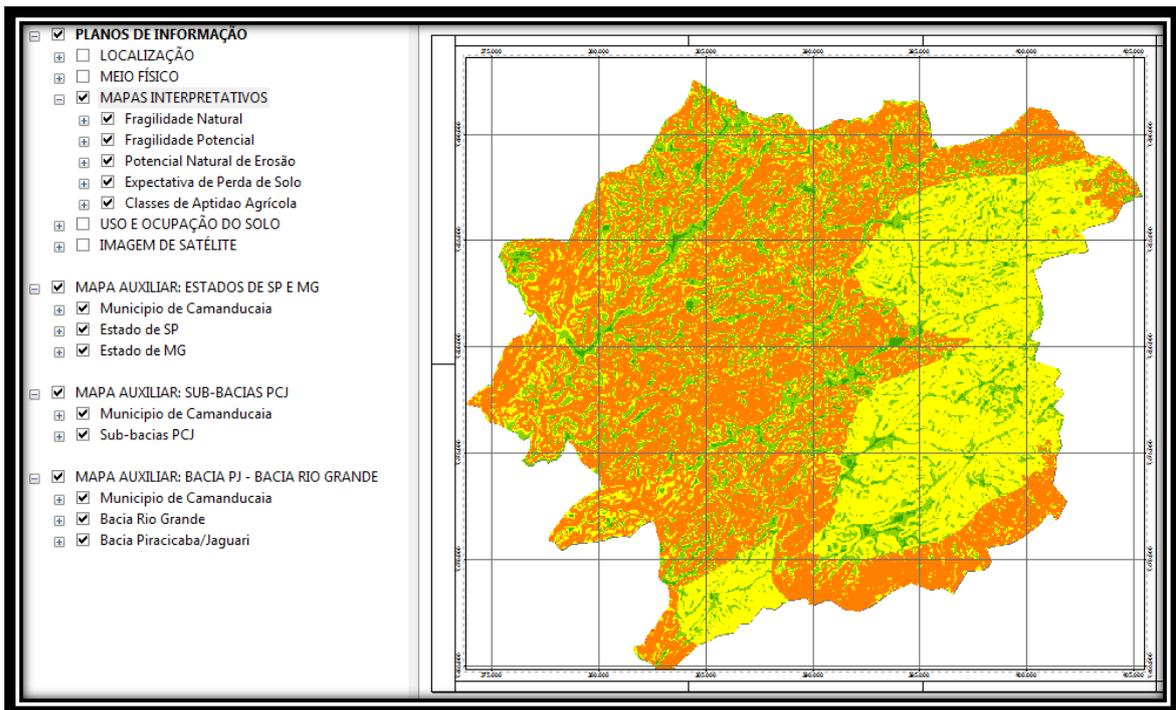


Figura 137. Exemplo de visualização do PI Mapas Interpretativos.

10.4 Uso e Ocupação do Solo

Neste PI estão representadas as classes de uso e ocupação do solo existentes no município, sendo que a correta interpretação deste mapa permite aos tomadores de decisão identificar vertentes de expansão urbana, possíveis áreas de expansão rural e áreas onde a conservação da vegetação nativa é acentuada.

Com isso, torna-se possível desenvolver um plano de ordenamento territorial para o município, por exemplo, através de um Zoneamento Ecológico-Econômico, de modo a planejar a ocupação do uso da terra, promover a conservação da biodiversidade e identificar os potenciais produtivos do meio agrícola. A Figura 138 apresenta os detalhes deste PI.

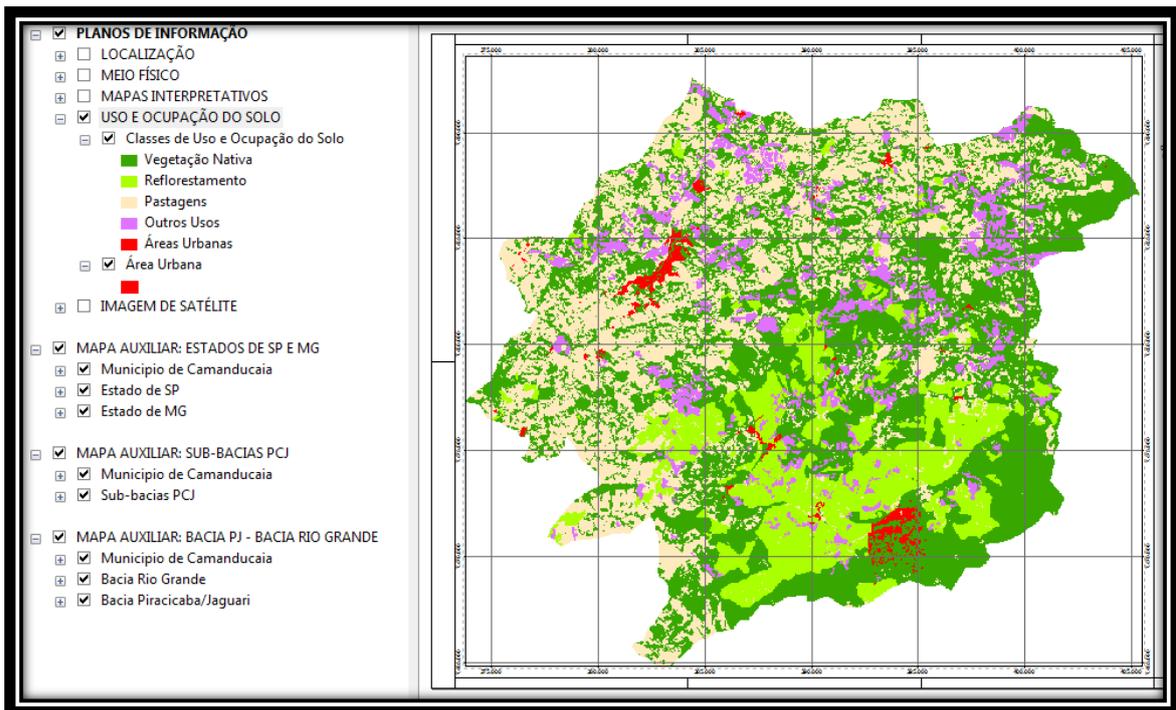


Figura 138. Exemplo de visualização do PI Uso do Solo.

10.5 Imagem de Satélite

Neste PI é apresentado a imagem de satélite de alta resolução do ano de 2012 (RapidEye Earth Imaging System, resolução espacial de 5m), a qual foi utilizada na digitalização das classes de uso do solo.

Através da interatividade do software ArcReader é possível aproximar ou afastar o zoom da imagem, permitindo ao usuário analisar o município em diferentes escalas (Figura 139 e Figura 140).

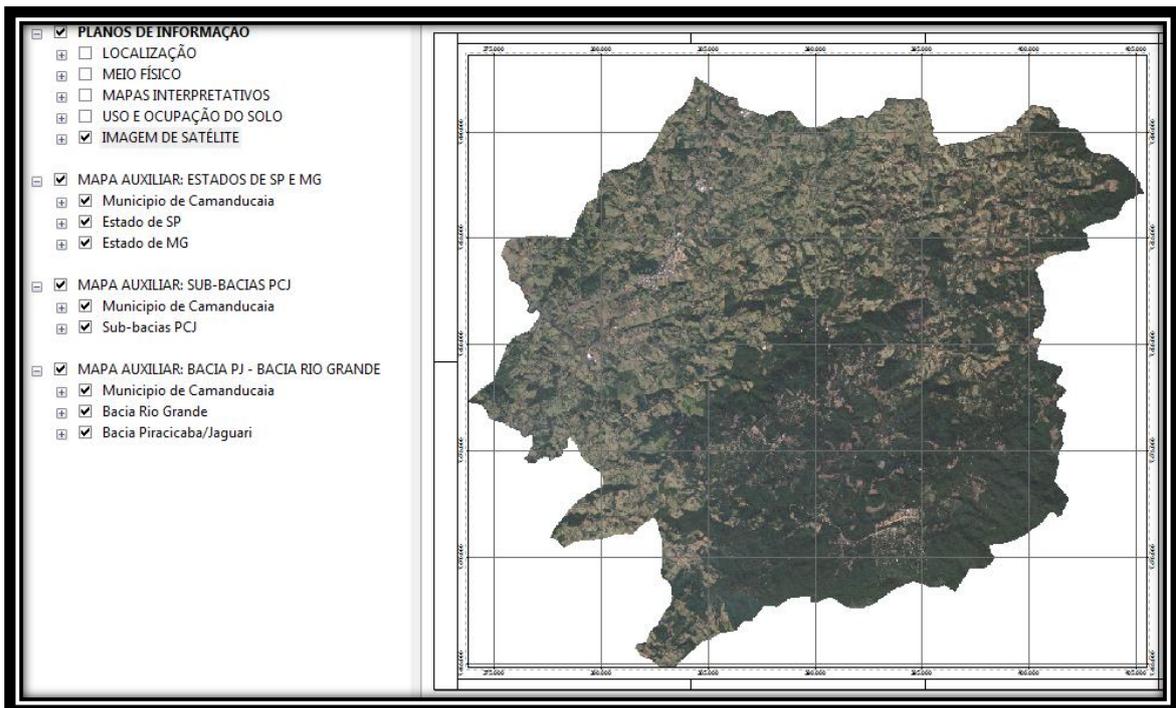


Figura 139. Exemplo de visualização do PI Imagem de Satélite (pouca aproximação).

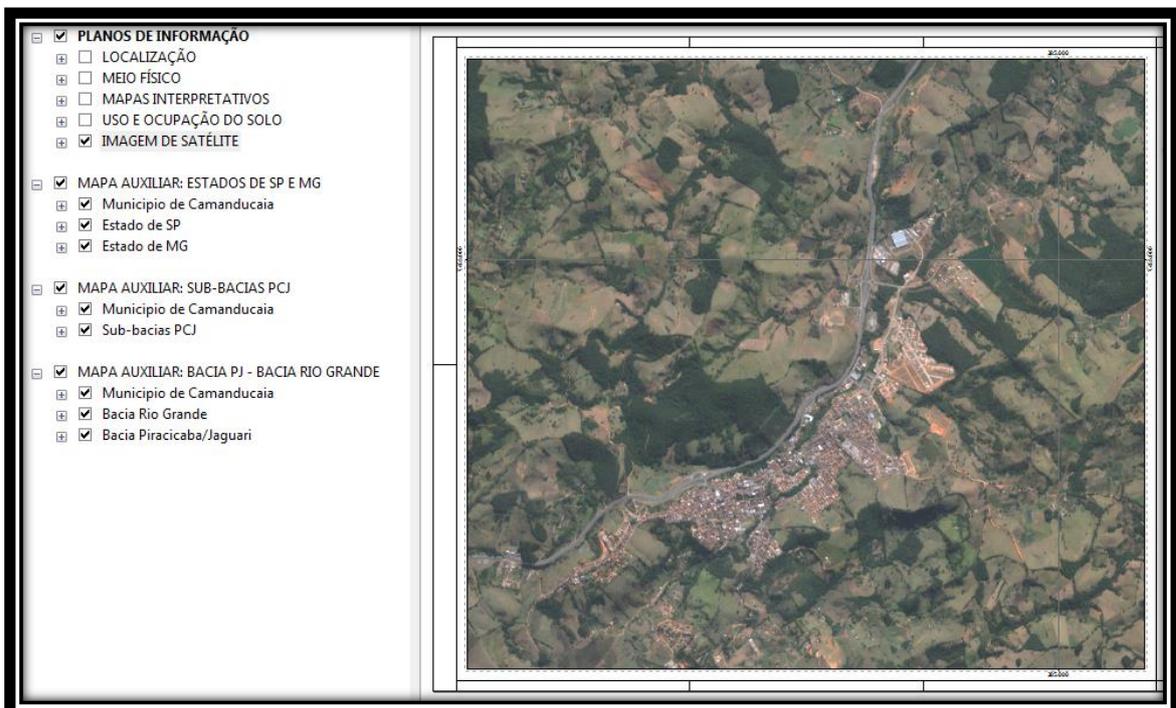
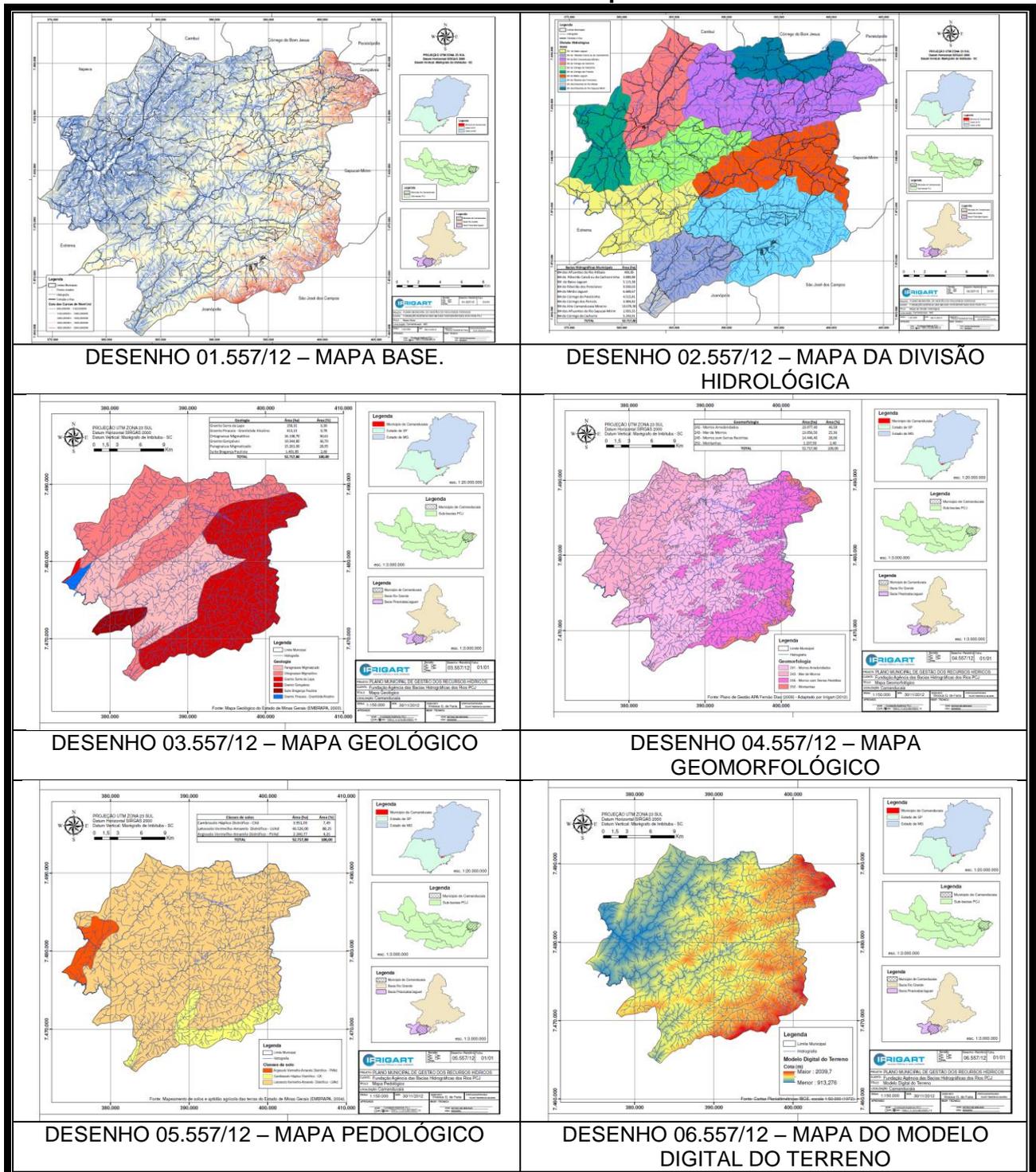


Figura 140. Exemplo de visualização do PI Imagem de Satélite (média aproximação).

11 RELAÇÃO DE DESENHOS E ANEXOS

Neste capítulo serão apresentados todos os Desenhos produzidos neste relatório, totalizando 26 mapas diversos. A Tabela 79 apresenta um resumo dos desenhos e anexos a serem apresentados neste trabalho.

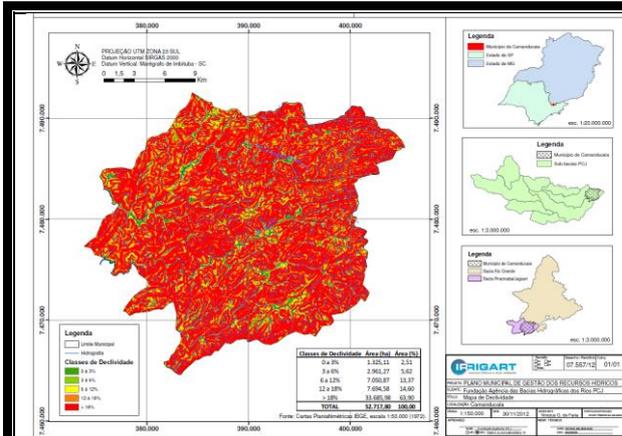
Tabela 79. Resumo dos Desenhos e Anexos apresentados neste volume.



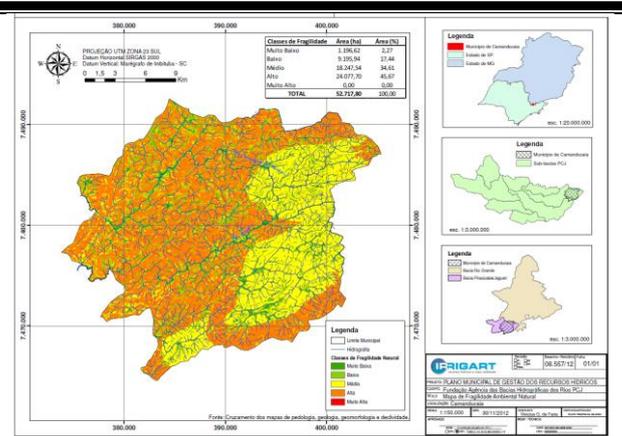
Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

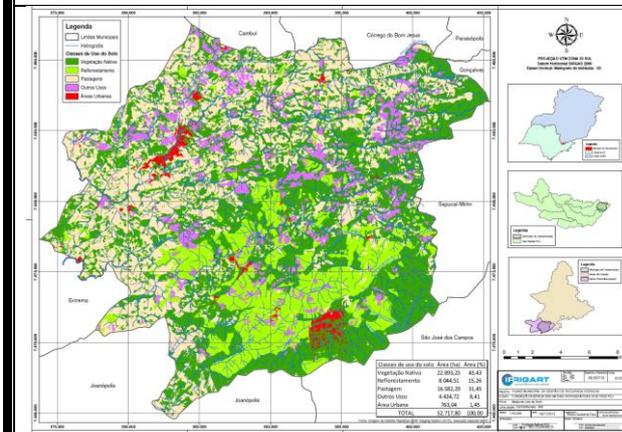
Fone/Fax: 19 3432-7540 / 19 3301-8228 230



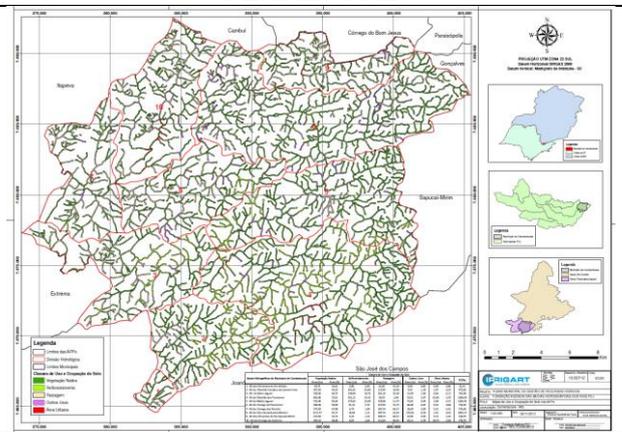
DESENHO 07.557/12 – MAPA DE DECLIVIDADE



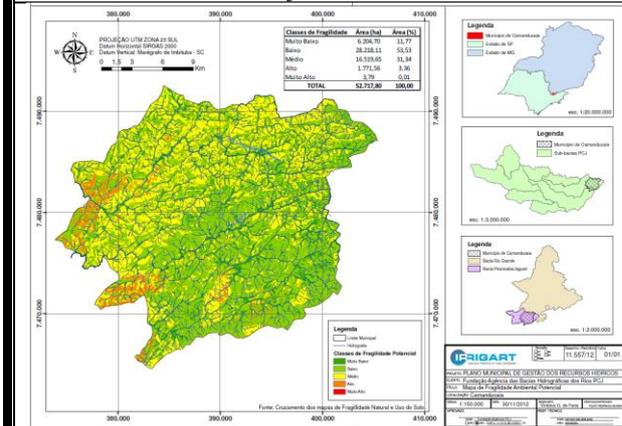
DESENHO 08.557/12 – MAPA DA FRAGILIDADE NATURAL DO MEIO FÍSICO TERRESTRE



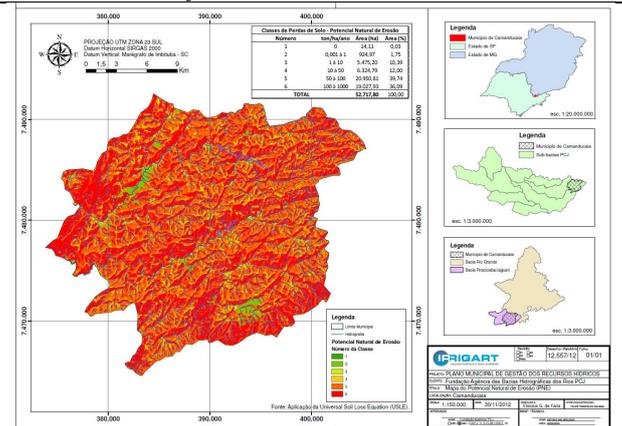
DESENHO 09.557/12 – MAPA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO



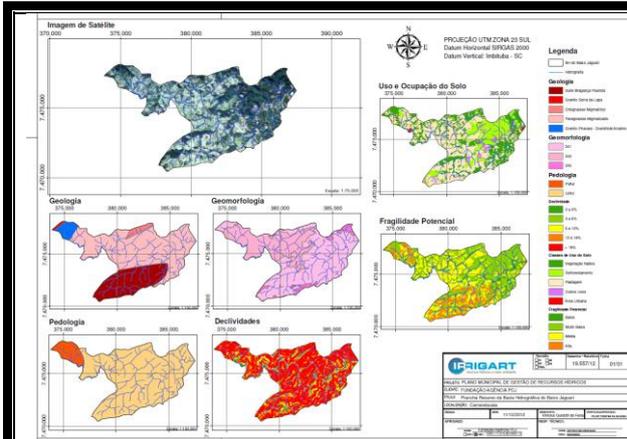
DESENHO 10.557/12 – MAPA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS APP'S



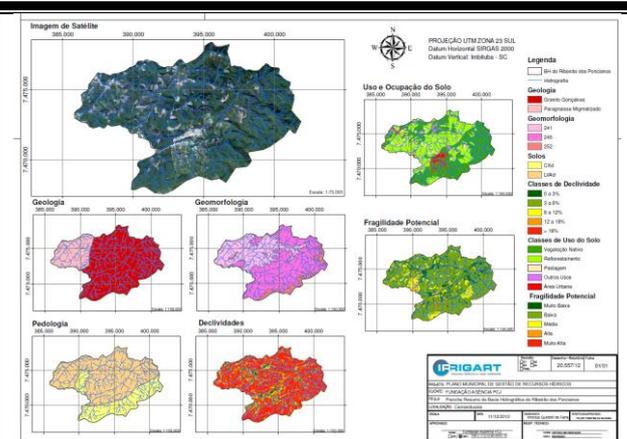
DESENHO 11.557/12 – MAPA DA FRAGILIDADE POTENCIAL DO MEIO FÍSICO TERRESTRE



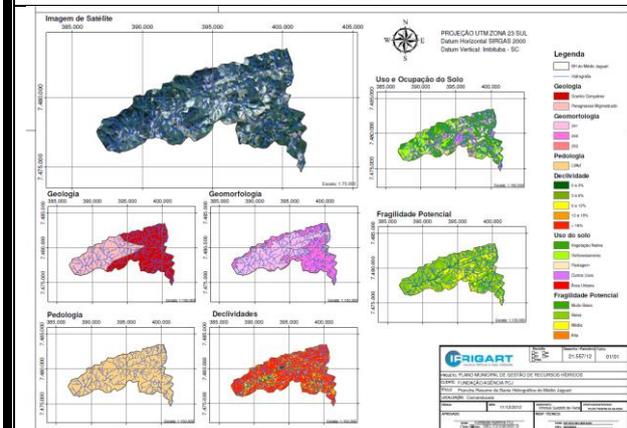
DESENHO 12.557/12 – MAPA DO POTENCIAL NATURAL A EROSIÃO



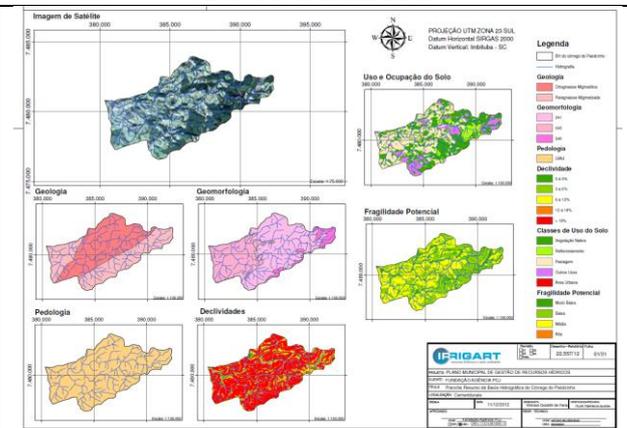
DESENHO 19.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO BAIXO JAGUARI



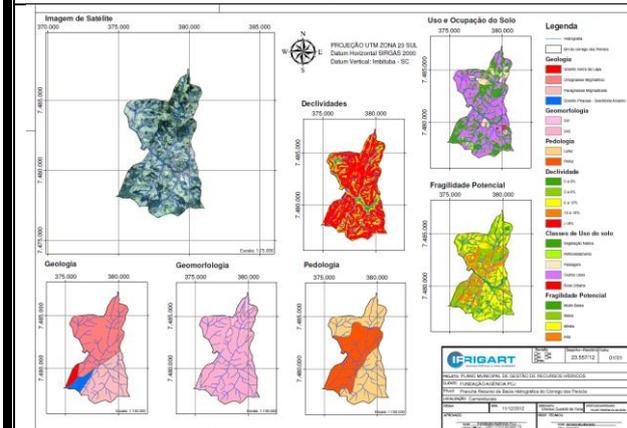
DESENHO 20.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DOS PONCIANO



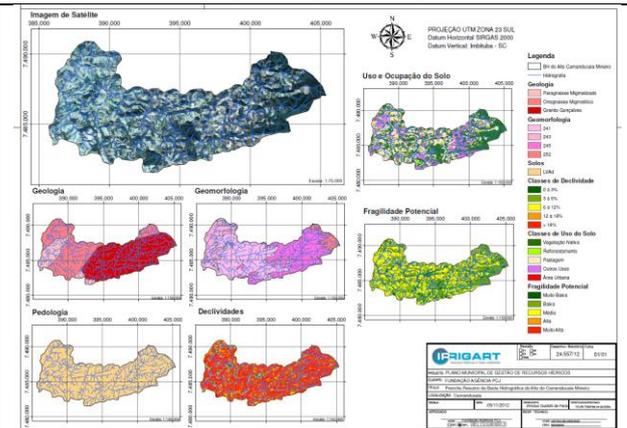
DESENHO 21.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO JAGUARI



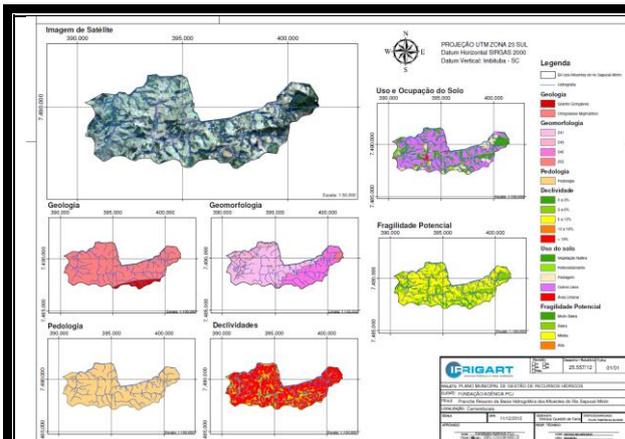
DESENHO 22.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO PAIOLZINHO



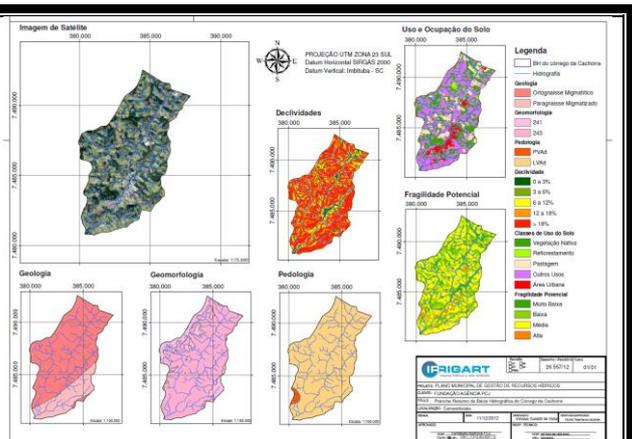
DESENHO 23.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DOS PERICÓS



DESENHO 24.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CAMANDUCAIA MINEIRO



DESENHO 25.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES DO RIO SAPUCAÍ-MIRIM



DESENHO 26.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA CACHORRA/CAMANDUCAIA MINEIRO

12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. GEO Brasil: recursos hídricos. Brasília: MMA; ANA, 2007. 60 p. (Resumo executivo). ANA. Programa Produtor De Água: Manual Operativo. Brasília: ANA, 2008.
- AQUINO, C.M.S.; OLIVEIRA, J.G.B.; SALES, M.C.L.; Estimativa da Erosividade das chuvas (R) nas terras secas do Estado do Piauí. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 37, n. 3, p. 287-291, 2006.
- BERTOL, I.; SCHICK, J.; BATISTELA, O. Razão de perdas de solo e fator c para milho e aveia em rotação com outras culturas em três tipos de preparo de solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.26, p.45-552, 2002.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI, J.R. Equação de perdas de solo. Campinas: Instituto Agronômico, 1975. 25 p. (IAC. Boletim Técnico, 21).
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo, Ícone, 1990. 355p.
- CARVALHO, J. A. M de. Crescimento populacional e estrutura demográfica no Brasil.- Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR, 2004.
- _____. Conservação do solo. São Paulo, Ícone, 1999. 355p.
- COLODRO, G.; CARVALHO, M.P.; ROQUE, C.G.; PRADO, R.M. Erosividade da chuva: distribuição e correlação com a precipitação pluviométrica de Teodoro Sampaio (SP). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.26, p.809-818, 2002.
- DESMET, P.J.J. ;GOVERS, G. A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. Journal of Soil and Water Conservation, Ankeny, v.51, n.5, p. 427-43, 1996.
- DOWNER, C. W.; OGDEN, F. L. Appropriate vertical discretization of Richards' equation for two-dimensional watershed-scale modeling. Hydrol. Process. v.18, p. 1–22, 2004.
- FÍGOLI, M. G. B, et. Al.. Projeção Populacional, por sexo e grupos de idades Quinquenais – Mesorregiões e total de Minas Gerais, 2010-2050.- Belo Horizonte CEDEPLAR/UFMG. 2009. Acesso em novembro de 2012.
- FUJIHARA, A.K. Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do oeste paulista com suporte de geoprocessamento. 2002. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado – PMDI 2011-2030 – Gestão para a Cidadania. 2010. Acesso em novembro de 2012.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Projeção da população municipal de Minas Gerais 2009-2020 – Fundação João Pinheiro. Acesso em novembro de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=31&dados=0>. Acesso em novembro de 2012.

LAL, R. Soil erosion on alfisols in western Nigeria. III. Effects of rainfall characteristics. *Geoderma*, Amsterdam, v.16, p.389-401, 1976.

LAL, R.; ELLIOT, W. Erodibility and erosivity. In: LAL, R. Soil erosion research methods. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1994. p. 180–208.

LAL, R. Managing soils for feeding a global population of 10 billion. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 86, n. 14, p. 2273-2284, 2006.

LOMBARDI NETO, F.; BERTONI, J. Erodibilidade dos solos paulistas. Campinas: Instituto Agrônomo, 1975a. 12 p. (IAC. Boletim Técnico, 27).

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W.C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solos em Campinas. SP. *Bragantia*, Campinas, v. 51, n. 2, p. 189-196, 1992.

MINGOTI, R. Produção de sedimentos em microbacias hidrográficas em função do relevo e da cobertura florestal. Piracicaba, 2009. 102 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. CAGED. RAIS Disponível em: http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged_isper/index.php#. Acesso em novembro de 2012.

MINOTI, R.T. Abordagens qualitativa e quantitativa de microbacias hidrográficas e áreas alagáveis de um compartimento do Médio Mogi-Superior/SP. 2006. 231 p. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

MUNHOZ, J. S. B.; MINGOTI, R.; FERRAZ, S. F. DE B.; RODRIGUES, C. B.; VOIGTLANDER, M.; LIMA, W. P. Efeitos de uso do solo alternativo aos plantios florestais nas vazões máximas de riachos da região central do Estado do Paraná. In: X Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal. Anais... Piracicaba, São Paulo, p. 37- 47 2012.

PIMENTEL, D.; HARVEY, C.; RESOSUDARMO, P.; SINCLAIR, K.; KURZ, D.; MCNAIR, M.; CRIST, S.; SPHPRITZ, L.; FITTON, L.; SAFFOURI, R.; BLAIR, R. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, v. 267, n. 5201, p. 1117-1123, 1995.

PORTAL ODM – ACOMPANHAMENTO MUNICIPAL DOS OBJETIVOS DO MILÊNIO. Disponível em: <http://www.portalodm.com.br/sistemas>. Acesso em novembro de 2012.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO- PNUD - BRASIL. Atlas do Desenvolvimento urbano no Brasil 2003. Disponível em: www.atlasbrasil.org.br. Acesso em novembro de 2012.

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. Escoamento superficial. 2. ed. [S.l.]: Editora UFV, 2004. 87 p.

RANIERI, S. B. L.; Q. DE JONG VAN LIER, G. SPAROVEK, AND D. C. FLANAGAN. 2002. Erosion database interface (EDI): A computer program for georeferenced application of erosion prediction models. *Computers and Geosci.* 28(5): 661-668.

SILVA, A.M.; Ranzini, M.; Guandique, M.E.G.; Arcova, F.C.S. e Cicco, V. (2005). "Estudo integrado do processo erosivo numa microbacia experimental localizada no município de Cunha – SP", *Geociências*, Vol. 24, p. 43-54.

SILVA, M.L.N.; CURI, N.; LIMA, J.M.; FERREIRA, M.M. Avaliação de métodos indiretos de determinação da erodibilidade de latossolos brasileiros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.6, p. 1208-1220, jun. 2000.

Sistema Informatizado de Controle da Arrecadação e Fiscalização - DGI/DINF/SAIF/SEF-MG. Disponível em:

http://www.fazenda.mg.gov.br/governo/receita_estado/evolucaoreceita/2010/receitaconsolidadamunicipio/icmsoutrasreceitas/marco-pagprincarrecc10.htm. Acesso em novembro de 2012.

SPAROVEK, G.; VAN LIER, Q.J. Definition of tolerable soil erosion values. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 21, p. 467-471, 1997.

VALÉRIO FILHO, M. Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicadas ao estudo integrado de Bacias Hidrográficas. In: *Solos Altamente Suscetíveis à Erosão*. Jaboticabal: Faculdade Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP - Jaboticabal e Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1994, p. 223-242.

ZHANG, C.; XIE, G.; LIU, C.; LU, C. Assessment of soil erosion under woodlands using USLE in China. *Front. Earth Sci.* v.5, n.2, p. 150–161, 2011.

ZOLIN, C. A. Análise e otimização de projetos de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) utilizando Sistemas de Informações Geográficas (SIG) – o caso do município de Extrema, MG. Piracicaba, 2010. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Science and Education Administration United States Department of Agriculture, Supersedes Agriculture Handbook, 1978, n. 282, 58 p.

RELAÇÃO DE ANEXOS

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

DESENHO 01.557/12 – MAPA BASE.

DESENHO 02.557/12 – MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS (DIVISÃO HIDROLÓGICA)

DESENHO 03.557/12– MAPA GEOLÓGICO.

DESENHO 04.557/12– MAPA GEOMORFOLÓGICO.

DESENHO 05.557/12– MAPA PEDOLÓGICO.

DESENHO 06.557/12 – MAPA DO MODELO DIGITAL DO TERRENO.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

DESENHO 07.557/12 – MAPA DE DECLIVIDADE

**DESENHO 08.557/12 – MAPA DE FRAGILIDADE
NATURAL DO MEIO FÍSICO TERRESTRE.**

DESENHO 09.557/12 – MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

DESENHO 10.557/12 – MAPA DE USO DO SOLO NAS APP'S.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

DESENHO 11.557/12 – MAPA DE FRAGILIDADE POTENCIAL DO MEIO FÍSICO TERRESTRE

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

DESENHO 12.557/12 – MAPA DO POTENCIAL NATURAL DE EROSÃO.

DESENHO 13.557/12 – MAPA DA EXPECTATIVA DA PERDA DE SOLO.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

DESENHO 14.557/12 – MAPA DE APTIDÃO AGRÍCOLA.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

DESENHO 15.557/12 – MAPA DAS ÁREAS PROTEGIDAS POR LEI.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

DESENHO 16.557/12 – MAPA DAS INTERVENÇÕES EM RECURSOS HÍDRICOS.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

**DESENHO 17.557/12 – PRANCHA RESUMO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES DO RIO
ATIBAIA.**

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

**DESENHO 18.557/12 – PRANCHA RESUMO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO CANCÃ OU
DA CACHOEIRA.**

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

DESENHO 19.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO BAIXO JAGUARI.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

**DESENHO 20.557/12 – PRANCHA RESUMO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DOS
PONCIANOS.**

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

DESENHO 21.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO JAGUARI.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

**DESENHO 22.557/12 – PRANCHA RESUMO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO
PAIOLZINHO.**

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

**DESENHO 23.557/12 – PRANCHA RESUMO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DOS
PERICÓS.**

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

**DESENHO 24.557/12 – PRANCHA RESUMO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CAMANDUCAIA
MINEIRO.**

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

**DESENHO 25.557/12 – PRANCHA RESUMO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES DO RIO
SAPUCAÍ-MIRIM.**

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

**DESENHO 26.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BAIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA
CACHORRA/CAMANDUCAIA MINEIRO.**

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

SISTEMA MUNICIPAL DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS - SMIA

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709
Bairro Alto - Piracicaba - SP
CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br