

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

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



Nº 625/13

**PLANO MUNICIPAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO  
MUNICÍPIO DE SAPUCAÍ MIRIM**

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) 3232-7540 / (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

# ÍNDICE GERAL

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	Município de Sapucaí-Mirim no contexto estadual.....	17
1.2	Município de Sapucaí-Mirim no contexto das UGRHI's.....	20
2	OBJETIVOS .....	23
2.1	Objetivos Gerais .....	23
2.2	Objetivos Específicos .....	23
3	METODOLOGIA.....	24
4	LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES BÁSICAS.....	25
4.1	Cartografia utilizada.....	25
4.1.1	Bases Topográficas IBGE escala 1:50.000.....	25
4.1.2	Mapas Temáticos.....	26
4.1.2.1	Apresentação dos mapas.....	26
4.2	Caracterização Socioeconômica.....	27
4.2.1	Histórico.....	27
4.2.2	Demografia .....	32
4.2.3	Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) .....	38
4.2.4	Fatores sócio ambientais .....	39
4.2.5	Educação.....	42
4.2.6	Indicadores econômicos .....	44
4.2.7	Produto Interno Bruto (PIB) e Valor Adicionado (VA) .....	45
4.2.8	Arrecadação de tributos .....	49
4.2.9	Legislações existentes .....	50
4.3	Caracterização Ambiental.....	50
4.3.1	Climatologia .....	50
4.3.1.1	Precipitação Pluvial.....	51
4.3.1.2	Balanço Hídrico Edafológico .....	54
4.3.2	Geologia .....	57
4.3.3	Geomorfologia .....	61
4.3.4	Pedologia.....	65
4.3.4.1	Latossolos (L).....	67
4.3.4.2	Cambissolos (C).....	68
4.3.5	Declividade e Modelo Digital do Terreno (MDT).....	70

4.3.6	Fragilidade Ambiental natural do meio físico terrestre.....	71
4.3.7	Uso do solo.....	77
4.3.7.1	Metodologia .....	77
4.3.7.2	Resultados encontrados.....	78
4.3.7.3	Uso do solo nas Áreas de Preservação Permanente (APP's) .....	82
4.3.8	Fragilidade potencial do meio físico terrestre .....	85
4.3.9	Aptidão Agrícola Potencial .....	87
4.3.10	Produção de Sedimentos.....	89
4.3.10.1	Escolha do método de quantificação da Perda de solo .....	89
4.3.10.2	Metodologia para o cálculo da produção anual de sedimentos.....	91
4.3.10.3	Fator de erosividade da chuva (Fator R) .....	92
4.3.10.4	Fator de erodibilidade dos solos (Fator K).....	93
4.3.10.5	Cálculo dos fatores comprimento de rampa (L) e graus de declive (S) .....	93
4.3.10.6	Elaboração dos mapas dos fatores de uso e manejo do solo (C) e práticas conservacionistas (P).....	95
4.3.10.7	Classificação das perdas de solo por erosão .....	95
4.3.10.8	Cálculo do Potencial Natural de Erosão - PNE.....	96
4.3.11	Qualidade do Ar.....	99
4.3.12	Biodiversidade .....	99
4.3.12.1	Flora.....	99
4.3.12.2	Fauna.....	101
5	ANÁLISE E DIAGNÓSTICO ATUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS .....	104
5.1	Apresentação das bacias hidrográficas .....	104
5.1.1	Nascentes e APP's. ....	105
5.1.2	Índices Fisiográficos da Bacia .....	111
5.2	Uso do Solo por bacia hidrográfica .....	111
5.2.1	Uso e Ocupação do solo na sub-bacia do Alto Sapucaí Mirim .....	111
5.2.2	Uso e Ocupação do solo na sub-bacia do Alto Jaguari .....	115
5.2.3	Uso e Ocupação do solo na sub-bacia do ribeirão do Paiol .....	118
5.2.4	Uso e Ocupação do solo na sub-bacia do Baixo Sapucaí Mirim ....	122
5.2.5	Uso e Ocupação do solo na sub-bacia do ribeirão do Juncal.....	125
5.2.6	Uso e Ocupação do solo na sub-bacia do ribeirão dos Pires .....	129
5.3	Usos e Demandas da água .....	133
5.3.1	Os principais usos da água em Sapucaí-Mirim .....	133



6.1.1.2.2	Mineração.....	167
6.1.1.2.3	Agropecuária.....	167
6.1.1.2.4	Aquicultura.....	168
6.1.1.2.5	Turismo e Lazer.....	168
6.1.1.2.6	PSA.....	169
6.1.2	Aspectos Ambientais.....	169
6.1.2.1	Saneamento Ambiental.....	169
6.1.2.1.1	Resíduos Sólidos.....	170
6.1.2.1.2	Abastecimento de água.....	170
6.1.2.1.3	Coleta de Esgoto.....	170
6.1.2.1.4	Tratamento de Esgoto.....	170
6.1.2.2	Áreas contaminadas.....	171
6.1.2.3	Erosão e assoreamento.....	171
6.1.2.4	Inundação em áreas urbanas.....	171
6.1.3	Projeções institucionais e legais.....	171
6.2	Caracterização dos Cenários: Cenário Tendencial (2020-2035).....	172
6.2.1	Projeções socioeconômicas.....	172
6.2.1.1	Projeções populacionais.....	172
6.2.2	Projeções desenvolvimento econômico.....	173
6.2.3	Aspectos Ambientais.....	173
6.2.3.1	Saneamento Ambiental.....	173
6.2.3.2	Inundação em áreas urbanas.....	174
7	PROPOSIÇÃO DO PLANO DE METAS E AÇÕES.....	175
7.1	Elaboração do Plano de Metas para o cenário provável (2014-2020).....	175
7.1.1	Programas de Comunicação com a população (M.1).....	176
7.1.1.1	Sinalização de Transito (M.1.1).....	176
7.1.2	Ações relacionadas a Saneamento (M.2).....	176
7.1.2.1	Atingir o índice de 100% de tratamento de esgoto na área urbana (M.2.1).....	176
7.1.2.2	Elaboração de Plano Diretor de Saneamento do Município (M.2.2).....	177
7.1.2.3	Implantar os Projetos de Coleta e Tratamento de Esgoto nos Bairros Isolados (M.2.3).....	178
7.1.2.4	Implantação de coleta seletiva e usina de triagem (M.2.4) ...	178
7.1.3	Recuperação de Nascentes e APP's (M.3).....	179

7.1.3.1	Elaboração de um estudo técnico sobre a viabilidade de implantação do programa conservador de águas (M.3.1) .....	179
7.1.3.2	Implantação de um projeto piloto com base nas orientações elencadas pelo estudo técnico (M.3.2). .....	180
7.1.4	Coordenação Institucional (M.4) .....	180
7.1.4.1	Manter um arquivo documental com todos os planos, estudos, seminários e reuniões realizadas após a publicação deste plano (M.4.1). .....	180
7.1.4.2	Manter um arquivo das informações georreferenciadas (mapeamentos, levantamentos, etc) realizadas após a publicação deste plano (M.4.2). .....	181
7.1.4.3	Elaboração de legislação relacionada a Recursos Hídricos no município – Política Municipal de Gestão dos Recursos Hídricos (M.4.3) .....	182
7.1.4.4	Elaboração de um Plano Diretor de Desenvolvimento contemplando as recomendações apresentadas no Plano Municipal de Saneamento (M.4.4). .....	182
7.1.4.5	Implementar, em parceria com a EMATER, um programa de manejo de solo e água. ....	183
7.1.5	Resumo das metas para o cenário provável. ....	183
7.2	Elaboração do Plano de Metas para o cenário tendencial (2020-2035). .....	185
8	SÍNTESE DOS CUSTOS ENVOLVIDOS NO PLANO DE METAS E AÇÕES .....	186
9	FONTES DE FINANCIAMENTO. ....	188
9.1	Recursos investidos/assegurados entre 2007 a 2012. ....	189
10	ELABORAÇÃO DO SMIA – SISTEMA MUNICIPAL DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS. ....	191
10.1	Localização .....	195
10.2	Meio Físico .....	196
10.3	Mapas Interpretativos .....	197
10.4	Uso e Ocupação do Solo .....	198
10.5	Imagem de Satélite .....	199
11	RELAÇÃO DE DESENHOS E ANEXOS .....	200
12	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	205

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localização de Sapucaí-Mirim em relação ao Estado de Minas Gerais. ....	17
Figura 2. Localização de Sapucaí-Mirim em relação às mesoregiões do Estado de Minas Gerais.....	18
Figura 3. Localização de Sapucaí-Mirim em relação as microregiões do Estado de Minas Gerais.....	20
Figura 4. Município de Sapucaí-Mirim em relação às Bacias PCJ. ....	21
Figura 5. Município de Sapucaí-Mirim em relação às Bacias PCJ, UPGRH Piracicaba/Jaguari e GD05. ....	22
Figura 6. Fluxograma metodológico do projeto. ....	24
Figura 7. Mosaico das cartas do IBGE 1:50.000 no município de Sapucaí-Mirim-MG.....	25
Figura 8. Evolução populacional. Fonte: IBGE.....	32
Figura 9. Bairro Juncal, na bacia do Rio Jaguari.....	33
Figura 10. Evolução da Projeção da população de Sapucaí-Mirim, (2013- 2021). ....	35
Figura 11. Evolução da Projeção da população do Município de Sapucaí-Mirim, de 2009 a 2020.....	36
Figura 12. Comparação da Projeção da evolução populacional por João Pinheiro e TGCA.....	36
Figura 13. Pirâmide populacional no Município de Sapucaí-Mirim (IBGE 2010).....	37
Figura 14. Índice de Desenvolvimento Humano. Fonte: PNUD Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2012.....	39
Figura 15. Atividades relacionadas ao saneamento. ....	41
Figura 16. Evolução do PIB de 1999 a 2009.....	46
Figura 17. Valor adicionado do município de Sapucaí-Mirim - 2009.....	48
Figura 18. Evolução do PIB <i>per capita</i> de 1999 a 2009. ....	49
Figura 19. Precipitação média mensal comparada com a média anual dos postos pluviométricos analisados. ....	52
Figura 20. Média das precipitações máximas mensais comparadas com a média máxima anual dos postos pluviométricos analisados. ....	53
Figura 21. Precipitação nos períodos Seco e Úmido.....	54
Figura 22. Extrato do balanço hídrico mensal para Vargem-SP.....	56
Figura 23. Balanço Hídrico Normal Mensal.....	56
Figura 24. Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano. ....	57
Figura 25. Mapa Geológico do município de Sapucaí-Mirim-MG. ....	58
Figura 26. Distribuição das unidades geológicas no município de Sapucaí-Mirim-MG.....	59

Figura 27. Exemplos de contato solo-rocha no município de Sapucaí-Mirim-MG.....	60
Figura 28. Mapa Geomorfológico do município de Sapucaí-Mirim-MG. ....	62
Figura 29. Distribuição das unidades geomorfológicas no município de Sapucaí-Mirim-MG.....	63
Figura 30. Relevos típicos do município de Sapucaí Mirim-MG. ....	65
Figura 31. Mapa Pedológico do município de Sapucaí-Mirim-MG.....	66
Figura 32. Distribuição das unidades pedológicas no município de Sapucaí-Mirim-MG.....	67
Figura 33. Latossolo Vermelho Amarelo similar aos existentes no município de Sapucaí-Mirim-MG.....	69
Figura 34. Mapa de declividade do município de Sapucaí-Mirim-MG.....	70
Figura 35. Indicativos do significado das notas e pesos atribuídos. ....	73
Figura 36. Mapa de Fragilidade Natural do meio físico terrestre no município de Sapucaí-Mirim.....	76
Figura 37. Mapa com o uso do solo para o município de Sapucaí-Mirim. ....	79
Figura 38. Uso do solo no município de Sapucaí-Mirim. ....	80
Figura 39. Categorias de uso do solo encontradas em Sapucaí-Mirim. ....	82
Figura 40. Mapa com o uso do solo nas APP's do município de Sapucaí-Mirim. ....	83
Figura 41. Uso do solo nas APP's do município de Sapucaí-Mirim. ....	84
Figura 42. Mapa de Fragilidade Potencial do meio físico terrestre do município de Sapucaí-Mirim.....	86
Figura 43. Mapa de Aptidão Agrícola do município de Sapucaí-Mirim-MG. ....	88
Figura 44. Mapa do Potencial Natural de Erosão no município de Sapucaí-Mirim-MG.....	96
Figura 45. Mapa da Expectativa da Produção de Sedimentos na área do município de Sapucaí-Mirim.....	98
Figura 46. Mapa da divisão hidrológica do município de Sapucaí-Mirim-MG. ....	104
Figura 47. Comprimento de talvegue das Bacias Hidrográficas, em km.....	107
Figura 48. Número de nascentes nas Bacias Hidrográficas. ....	108
Figura 49. Relação de áreas de APP x Área Total. ....	109
Figura 50. Numero relativo de nascentes no município de Sapucaí-Mirim. ....	110
Figura 51. Localização da bacia hidrográfica do Alto Sapucaí-Mirim em relação ao município de Sapucaí-Mirim.....	112
Figura 52. Uso do solo na sub-bacia Alto Sapucaí Mirim .....	113
Figura 53. Distribuição relativa do uso do solo na sub-bacia Alto Sapucaí Mirim.....	113
Figura 54 Uso do solo nas APPs Alto Sapucaí Mirim.....	114
Figura 55 Uso do solo nas APPs Alto Sapucaí Mirim.....	114

Figura 56. Localização da bacia hidrográfica do Alto Jaguari em relação ao município de Sapucaí-Mirim.....	115
Figura 57. Uso do solo na sub-bacia do Alto Jaguari .....	116
Figura 58. Distribuição relativa do uso do solo na sub-bacia do Alto Jaguari .....	116
Figura 59. Uso do solo nas APPs do Alto Jaguari.....	117
Figura 60. Uso do solo nas APPs do Alto Jaguari.....	117
Figura 61. Exemplos de uso do solo na bacia do Alto Jaguari. ....	118
Figura 62. Localização da bacia hidrográfica do ribeirão do Paiol em relação ao município de Sapucaí-Mirim.....	119
Figura 63 Uso do solo na sub-bacia do ribeirão do Paiol .....	119
Figura 64 Distribuição relativa do uso do solo na sub-bacia do ribeirão do Paiol .....	120
Figura 65 Uso do solo nas APPs do ribeirão do Paiol.....	120
Figura 66 Uso do solo nas APPs do ribeirão do Paiol.....	121
Figura 67. Exemplos de uso do solo na bacia do ribeirão do Paiol. ....	121
Figura 68. Localização da bacia hidrográfica do Baixo Sapucaí-Mirim em relação ao município de Sapucaí-Mirim.....	122
Figura 69 Uso do solo na sub-bacia do Baixo Sapucaí Mirim. ....	123
Figura 70 Distribuição relativa do uso do solo na sub-bacia do Baixo Sapucaí Mirim.....	123
Figura 71. Uso do solo nas APPs do Baixo Sapucaí Mirim .....	124
Figura 72. Uso do solo nas APPs do Baixo Sapucaí Mirim .....	124
Figura 73. Exemplos de uso do solo na bacia do Baixo Sapucaí-Mirim. ....	125
Figura 74. Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Juncal em relação ao município de Sapucaí-Mirim.....	126
Figura 75. Uso do solo na sub-bacia do ribeirão do Juncal.....	126
Figura 76. Distribuição relativa do uso do solo na sub-bacia do ribeirão do Juncal.....	127
Figura 77. Uso do solo nas APPs do ribeirão do Juncal.....	128
Figura 78. Uso do solo nas APPs do ribeirão do Juncal.....	128
Figura 79. Exemplos de uso do solo na bacia do ribeirão do Juncal. ....	129
Figura 80. Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Pires em relação ao município de Sapucaí-Mirim.....	130
Figura 81 Uso do solo na sub-bacia do ribeirão dos Pires. ....	131
Figura 82 Distribuição relativa do uso do solo na sub-bacia do ribeirão dos Pires .....	131
Figura 83 Uso do solo nas APPs do ribeirão dos Pires .....	132
Figura 84 Uso do solo nas APPs do ribeirão dos Pires .....	132
Figura 85. Exemplos de uso do solo na bacia do ribeirão dos Pires. ....	133
Figura 86. Outorga de uso para a captação do Ribeirão das Posses.....	136

Figura 87. Bairro isolado (Juncal), sem acesso a saneamento público. ....	137
Figura 88. Culturas temporárias na zona rural de Sapucaí-Mirim.....	138
Figura 89. Encosta com preparo do solo para plantio de hortaliças. ....	138
Figura 90. Diagrama das bacias hidrográficas Rio Sapucaí-Mirim, no município de Sapucaí-Mirim-MG.....	143
Figura 91. Diagrama das bacias hidrográficas Rio Jaguari, no município de Sapucaí-Mirim-MG.....	143
Figura 92. Mapa das bacias Piracicaba/Jaguari referente ao 1º TRIMESTRE DE 2012. ....	153
Figura 93. Mapa das bacias Piracicaba/Jaguari referente ao 2º TRIMESTRE DE 2012. ....	154
Figura 94. Resultados da hierarquização das bacias hidrográficas.....	158
Figura 95. Localização espacial das 3 melhores (azuis) e 3 piores (em vermelho) bacias hidrográficas. ....	159
Figura 96. A visão de futuro inserida no Plano Mineiro de Desenvolvimento 2011-2030. ....	162
Figura 97. Projeção populacional (2010).....	163
Figura 98. Projeção populacional (2020).....	163
Figura 99. Projeção populacional (2035).....	164
Figura 100. Evolução populacional (2013-2020). ....	166
Figura 101. Uso do solo no município de Sapucaí-Mirim. ....	168
Figura 102. Evolução populacional (2013-2020). ....	173
Figura 103. Valores de investimento para o cumprimento das metas do PMRH. ....	186
Figura 104. Percentual de investimento para o cumprimento das metas do PMRH.....	187
Figura 105. Exemplo de estrutura e organização de um BDG (Câmara, 1994).....	192
Figura 106. Estrutura e organização do BDG do município de Sapucaí-Mirim. ....	194
Figura 107. Exemplo de visualização do PI Localização.....	195
Figura 108. Exemplo de visualização do PI Meio Físico. ....	196
Figura 109. Exemplo de visualização do PI Mapas Interpretativos.....	197
Figura 110. Exemplo de visualização do PI Uso do Solo. ....	198
Figura 111. Exemplo de visualização do PI Imagem de Satélite (pouca aproximação).....	199
Figura 112. Exemplo de visualização do PI Imagem de Satélite (média aproximação).....	199

## INDICE DE TABELAS

Tabela 1. População dos municípios da mesorregião de Pouso Alegre.....	19
Tabela 2. Mapas temáticos elaborados com as respectivas escalas de apresentação.....	26
Tabela 3. Projeções demográficas.....	34
Tabela 4. Projeções demográficas.....	34
Tabela 5. Projeção da população do Município de Sapucaí-Mirim, de 2009 a 2020. ....	35
Tabela 6. Natalidade e mortalidade do Município de Sapucaí-Mirim.....	38
Tabela 7. Proporção de domicílios particulares permanentes por tipo de saneamento.....	40
Tabela 8. Proporção de domicílios particulares permanentes por tipo de saneamento e divisão por localização .....	40
Tabela 9. Numero de matriculas, docentes e escolas no Município de Sapucaí-Mirim.....	42
Tabela 10. Quantidade e percentual da população alfabetizada residente no Município de Sapucaí-Mirim.....	43
Tabela 11. Nível de instrução para pessoas com 10 anos ou mais.....	43
Tabela 12. Número de empregos formais em 31 de dezembro de 2011.....	44
Tabela 13. Variação do emprego formal entre os anos de 2010 e 2011. ....	45
Tabela 14. Estatísticas do Cadastro Central de Empresas 2010 .....	45
Tabela 15. PIB, a preço de mercado corrente.....	46
Tabela 16. VA da agropecuária, indústria e serviços no município de Sapucaí-Mirim.....	47
Tabela 17. PIB Municipal <i>per capita</i> de Sapucaí-Mirim.....	48
Tabela 18. Arrecadação do ICMS e outras receitas de Sapucaí-Mirim – 2008 – 2011. ....	49
Tabela 19. Coordenadas geográficas dos postos pluviométricos analisados. ....	51
Tabela 20. Valores das precipitações médias mensais dos postos pluviométricos analisados. ....	52
Tabela 21. Valores médios das precipitações máximas mensais dos postos pluviométricos analisados.....	53
Tabela 22. Balanço hídrico realizado por Sentelhas para o município de Vargem-SP.....	55
Tabela 23. Unidades Geológicas no município de Sapucaí-Mirim.....	58
Tabela 24. Associações das Unidades Geomorfológicas.....	61
Tabela 25. Unidades Geomorfológicas encontradas no município de Sapucaí-Mirim.....	63

Tabela 26. Formas de Relevo e suas principais características.....	64
Tabela 27. Unidades Pedológicas no município de Sapucaí-Mirim.....	66
Tabela 28. Classes de declividade por área (ha) e em porcentagem (%). .....	71
Tabela 29. Critérios do meio físico considerados na elaboração da carta de fragilidade natural. ....	72
Tabela 30. Justificativa para os critérios adotados para determinação do peso de cada fator.....	73
Tabela 31. Justificativa para os critérios adotados para determinação da nota de cada faixa de avaliação. ....	74
Tabela 32. Classes de Fragilidade Natural. ....	75
Tabela 33. Classes de fragilidade natural do meio físico terrestre no município de Sapucaí-Mirim por área (ha) e em porcentagem (%). ....	77
Tabela 34. Características da imagem utilizada.....	77
Tabela 35. Uso do solo no município de Sapucaí-Mirim. ....	79
Tabela 36. Uso do solo nas APP's do município de Sapucaí-Mirim. ....	84
Tabela 37. Distribuição das Classes de Fragilidade Ambiental Potencial.....	87
Tabela 38. Distribuição das Classes de Aptidão Agrícola. ....	87
Tabela 39. Valores de erodibilidade utilizados para as classes de solo encontradas na área de estudo .....	93
Tabela 40. Valores do coeficiente “m” em função das classes de declive. ....	94
Tabela 41. Fatores C e P considerados na USLE.....	95
Tabela 42. Bacias Hidrográficas do município de Sapucaí-Mirim.....	105
Tabela 43. Síntese dos dados de comprimento do talvegue e nascentes nas bacias hidrográficas existentes no município de Sapucaí-Mirim. ....	106
Tabela 44. Áreas de Preservação Permanente divididas por bacia hidrográfica.....	109
Tabela 45. Número relativo de nascentes no município de Sapucaí-Mirim. ....	110
Tabela 46. Principais índices fisiográficos das bacias hidrográficas.....	111
Tabela 47. Uso do solo na sub-bacia do Alto Sapucaí Mirim. ....	112
Tabela 48. Uso do solo na sub-bacia do Alto Jaguari. ....	115
Tabela 49. Uso do solo na sub-bacia do ribeirão do Paiol. ....	118
Tabela 50. Uso do solo na sub-bacia do Baixo Sapucaí Mirim.....	122
Tabela 51. Uso do solo na sub-bacia do ribeirão do Juncal. ....	125
Tabela 52. Uso do solo na sub-bacia do ribeirão dos Pires. ....	129
Tabela 53. Quantidade usuários no município de Sapucaí-Mirim.....	134
Tabela 54. Usuários de águas superficiais cadastrados em Sapucaí-Mirim.....	139
Tabela 55. Vazões utilizadas divididas por uso.....	139
Tabela 56. Usuários de águas subterrâneas cadastrados em Sapucaí-Mirim.....	140

Tabela 57. Vazões utilizadas divididas por uso.....	140
Tabela 58. Bacias Hidrográficas no município de Sapucaí-Mirim-MG.....	141
Tabela 59. Vazões totais para as Sub-Bacias do município de Sapucaí-Mirim.....	142
Tabela 60. Área de contribuição das bacias hidrográficas .....	144
Tabela 61. Parâmetros selecionados para o cálculo do IQA e seus respectivos pesos.....	146
Tabela 62. Classificação da água bruta, segundo valor obtido para o IQA. ....	150
Tabela 63. Descrição das estações de monitoramento da qualidade de água superficial encontradas nas bacias Piracicaba/Jaguari. ....	151
Tabela 64. Resultados obtidos para o índice de qualidade de água (IQA) nos pontos monitorados nas bacias Piracicaba/Jaguari. ....	152
Tabela 65. Necessidade de recuperação das APP's no município de Sapucaí-Mirim.....	155
Tabela 66. Resultado da Hierarquização das Bacias Hidrográficas. ....	158
Tabela 67. Projeção da população para 2020.....	165
Tabela 68. Número de empregos formais em 31 de dezembro de 2011.....	166
Tabela 69. Variação do emprego formal entre os anos de 2010 e 2011. ....	167
Tabela 70. Uso do solo no município de Sapucaí-Mirim. ....	167
Tabela 71. Projeção da população para 2035.....	172
Tabela 72. Proposição de Metas e Ações - Cenário Provável.....	184
Tabela 73. Proposição de Metas e Ações - Cenário Tendencial. ....	185
Tabela 74. Recursos assegurados 2007 - 2012.....	189
Tabela 75. Resumo dos Desenhos e Anexos apresentados neste volume. ....	200

## INDICE DE ANEXOS/DESENHOS

DESENHO 01.560/12 – MAPA BASE.....	209
DESENHO 02.560/12 – MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS (DIVISÃO HIDROLÓGICA) .....	210
DESENHO 03.560/12– MAPA GEOLÓGICO.....	211
DESENHO 04.560/12– MAPA PEDOLÓGICO.....	212
DESENHO 05.560/12– MAPA GEOMORFOLÓGICO.....	213
DESENHO 06.560/12 – MAPA DO MODELO DIGITAL DO TERRENO.....	214
DESENHO 07.560/12 – MAPA DE DECLIVIDADE .....	215
DESENHO 08.560/12 – MAPA DE FRAGILIDADE NATURAL DO MEIO FÍSICO TERRESTRE.....	216
DESENHO 09. 560/12 – MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO .....	217
DESENHO 10. 560/12 – MAPA DE USO DO SOLO NAS APP'S. ....	218
DESENHO 11. 560/12 – MAPA DE FRAGILIDADE POTENCIAL DO MEIO FÍSICO TERRESTRE .....	219
DESENHO 12. 560/12 – MAPA DO POTENCIAL NATURAL EROSÃO.....	220
DESENHO 13. 560/12 – MAPA DA EXPECTATIVA DA PERDA DE SOLO. ....	221
DESENHO 14. 560/12 – MAPA DE APTIDÃO AGRÍCOLA.....	222
DESENHO 15. 560/12 – MAPA DAS ÁREAS PROTEGIDAS POR LEI. ....	223
DESENHO 16. 560/12 – MAPA DAS INTERVENÇÕES EM RECURSOS HÍDRICOS.....	224
DESENHO 17. 560/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO SAPUCAÍ-MIRIM. ....	225
DESENHO 18. 560/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARI.....	226
DESENHO 19. 560/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO PAIOL.....	227
DESENHO 20. 560/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO BAIXO SAPUCAÍ-MIRIM. ....	228
DESENHO 21. 560/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JUNCAL.....	229
DESENHO 22. 560/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DOS PIRES. ....	230
SISTEMA MUNICIPAL DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS .....	231

## RELATÓRIO 625.13

**TÍTULO:** Plano Municipal de Recursos Hídricos de Sapucaí-Mirim: 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 552.12:** R0 – Elaboração do Plano de Trabalho
- **Relatório 560.12 - R1** – Levantamento das informações básicas, análise e diagnóstico geral dos recursos hídricos e Sistema Municipal de Informações Ambientais.
- **Relatório 591.12:** 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 Sapucaí-Mirim no contexto estadual

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

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

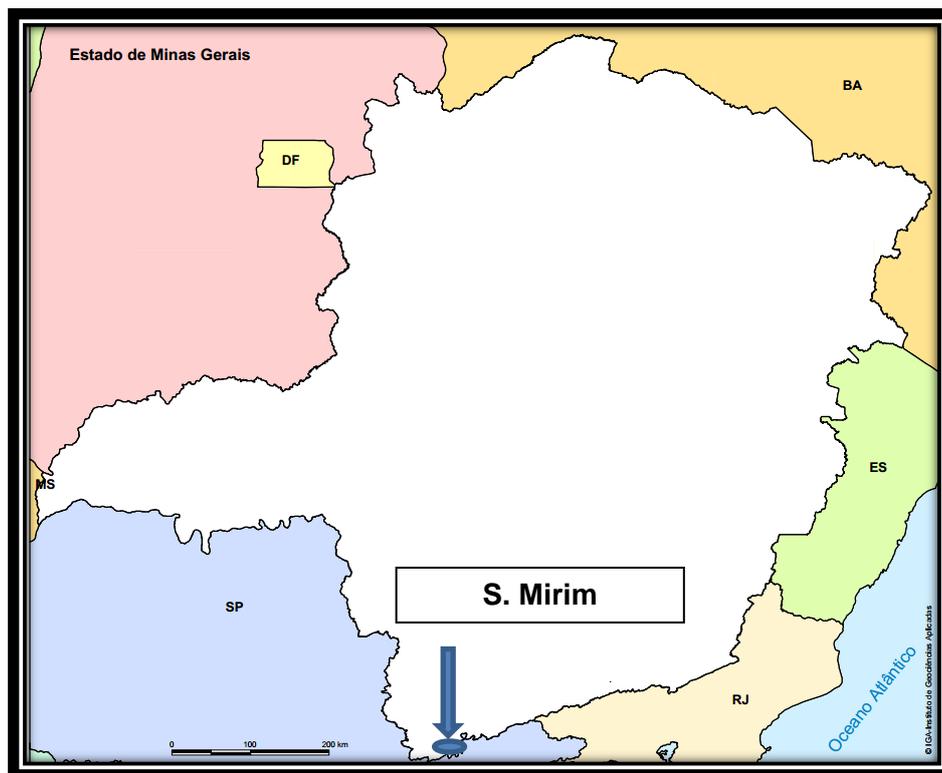
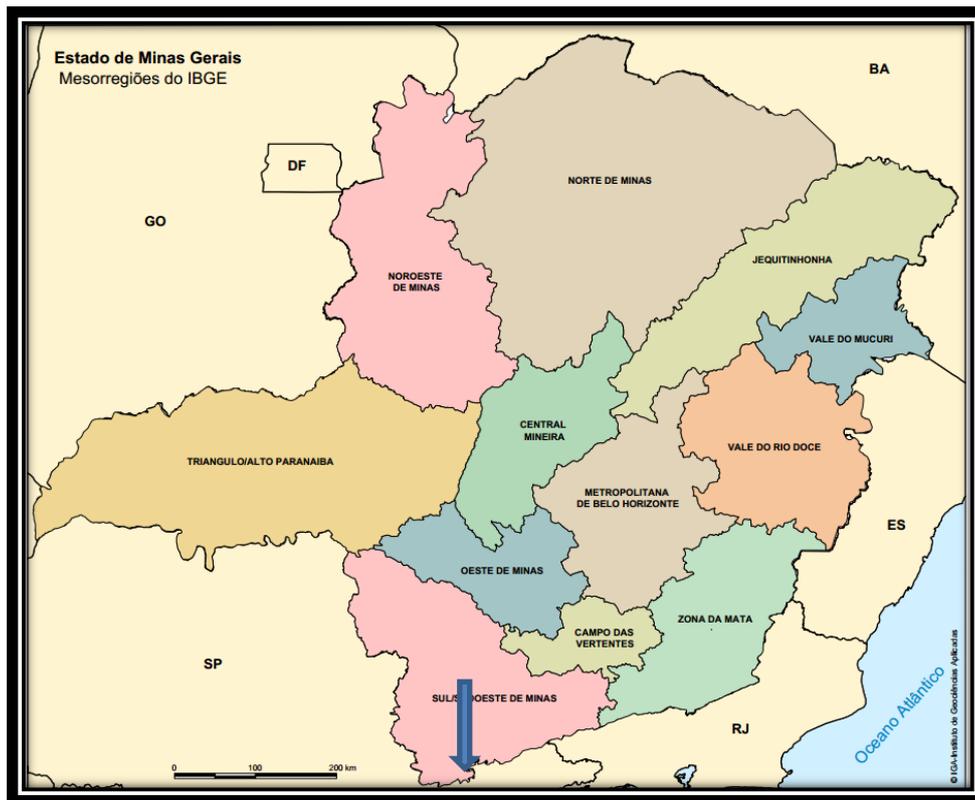


Figura 1. Localização de Sapucaí-Mirim em relação ao Estado de Minas Gerais.



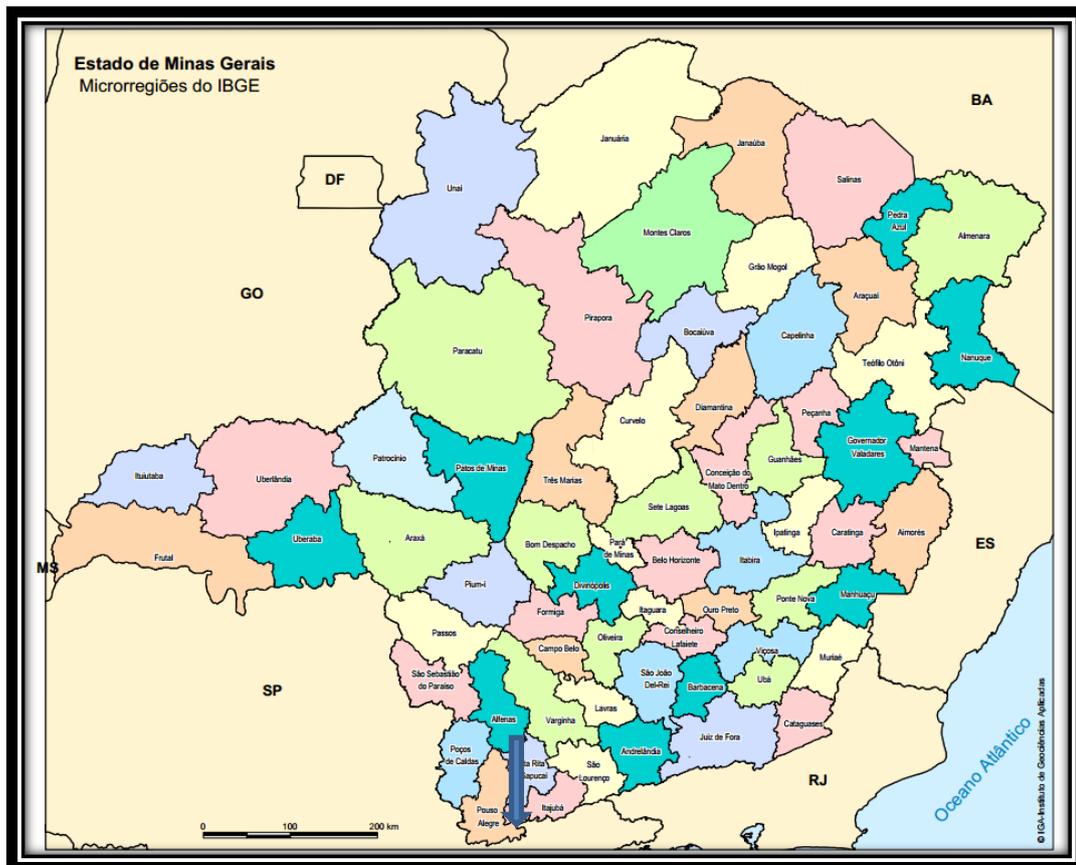
**Figura 2. Localização de Sapucaí-Mirim em relação às mesorregiões do Estado de Minas Gerais.**

Outra divisão administrativa adotada no Estado de Minas Gerais é a divisão em microrregiões. Com base nesta divisão, o município de Sapucaí-Mirim pertence a microrregião 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 km<sup>2</sup>. A Figura 3 apresenta a localização de Sapucaí-Mirim em relação a microrregião de Pouso Alegre.

**Tabela 1. População dos municípios 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
Gonçalves	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
<b>Total Microrregião de Pouso Alegre</b>	<b>326.425</b>



**Figura 3. Localização de Sapucaí-Mirim em relação as microrregiões do Estado de Minas Gerais.**

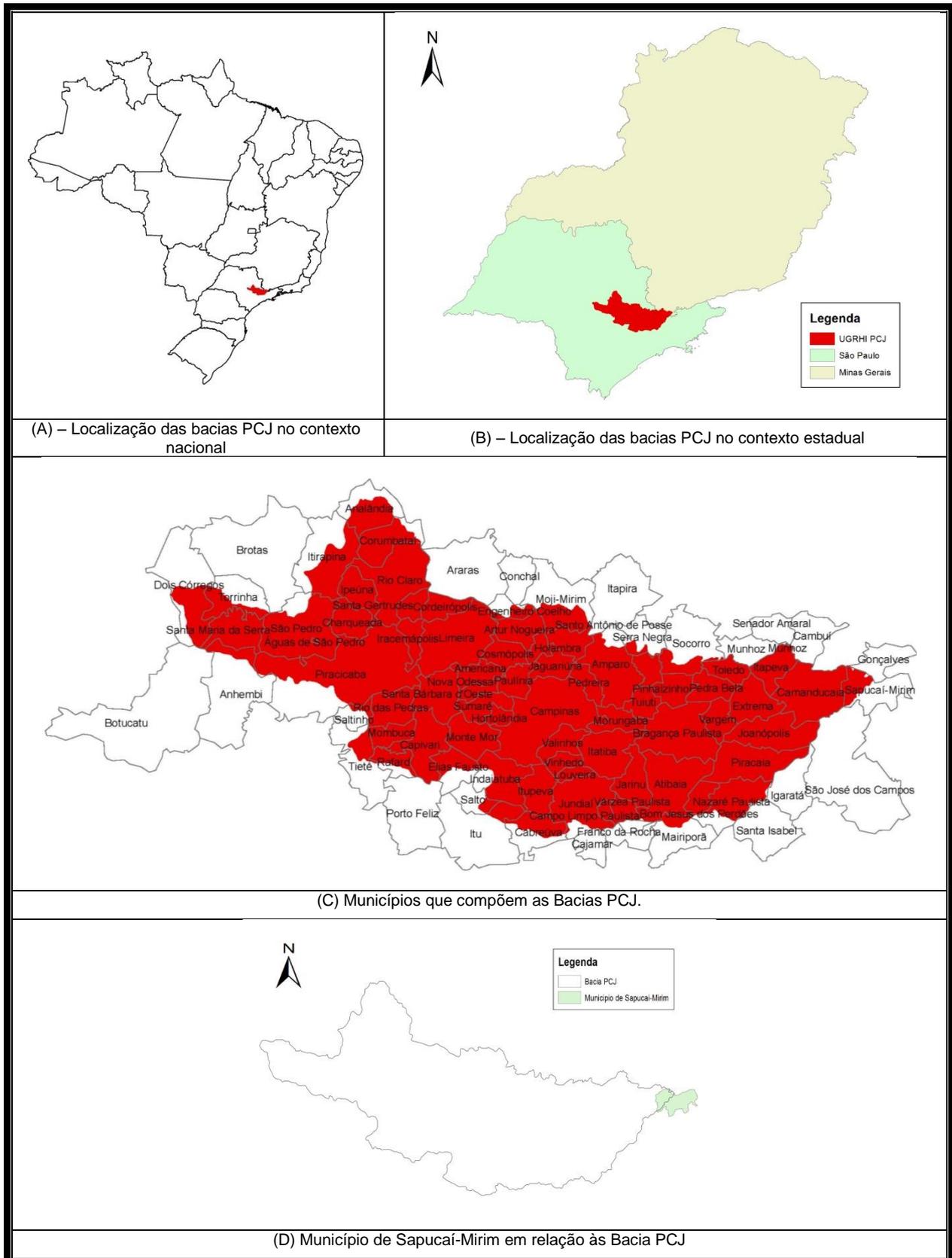
## 1.2 Município de Sapucaí-Mirim no contexto das UGRHI's

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 Sapucaí-Mirim 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 Sapucaí-Mirim 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 Sapucaí-Mirim em relação às Bacias PCJ. Como pode ser observado na Figura 4, a maior parte do município de Sapucaí-Mirim (incluindo a área urbana) se encontra inserido na UGRH GD-5, conforme divisão hidrológica do Estado de Minas Gerais (Figura 5).

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

email: [irrigart@irrigart.com.br](mailto:irrigart@irrigart.com.br)

Fone/Fax: 19 3432-7540 / 19 3301-8228 20



**Figura 4. Município de Sapucaí-Mirim em relação às Bacias PCJ.**

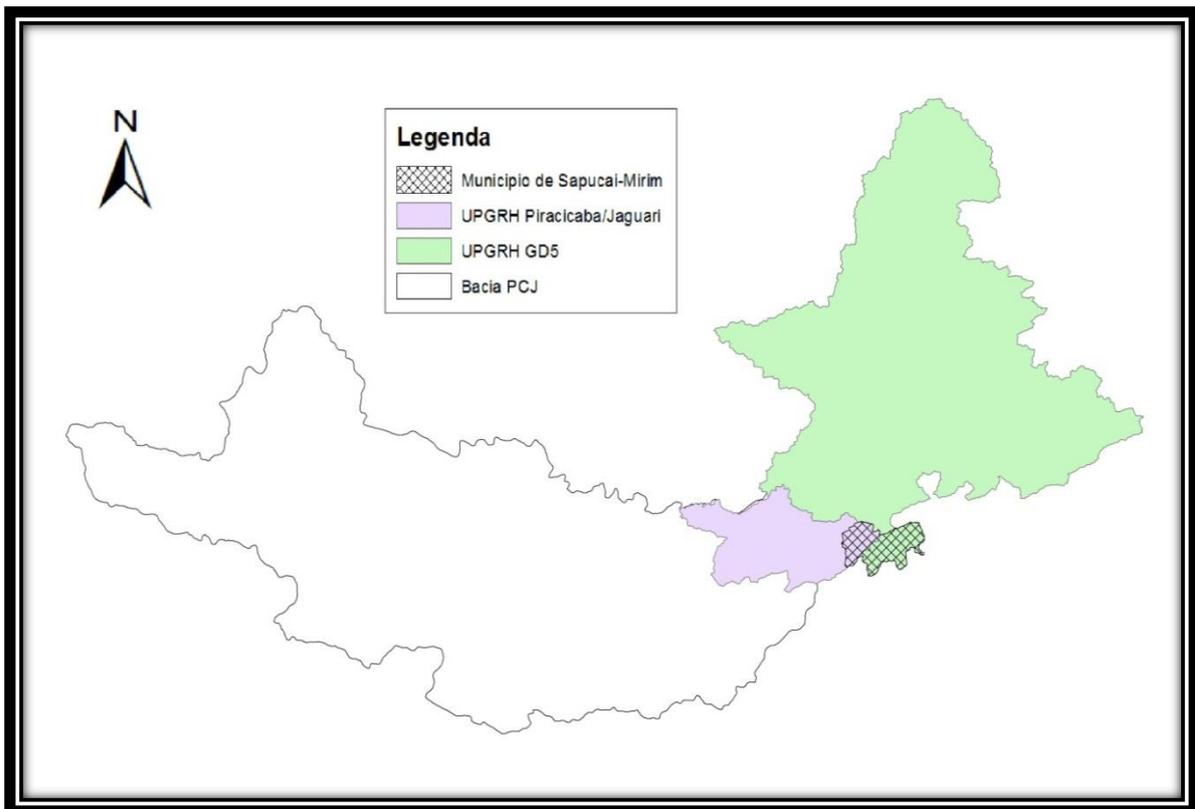
Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: [irrigart@irrigart.com.br](mailto:irrigart@irrigart.com.br)

Fone/Fax: 19 3432-7540 / 19 3301-8228 21



**Figura 5. Município de Sapucaí-Mirim 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 Sapucaí-Mirim.

### 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);**

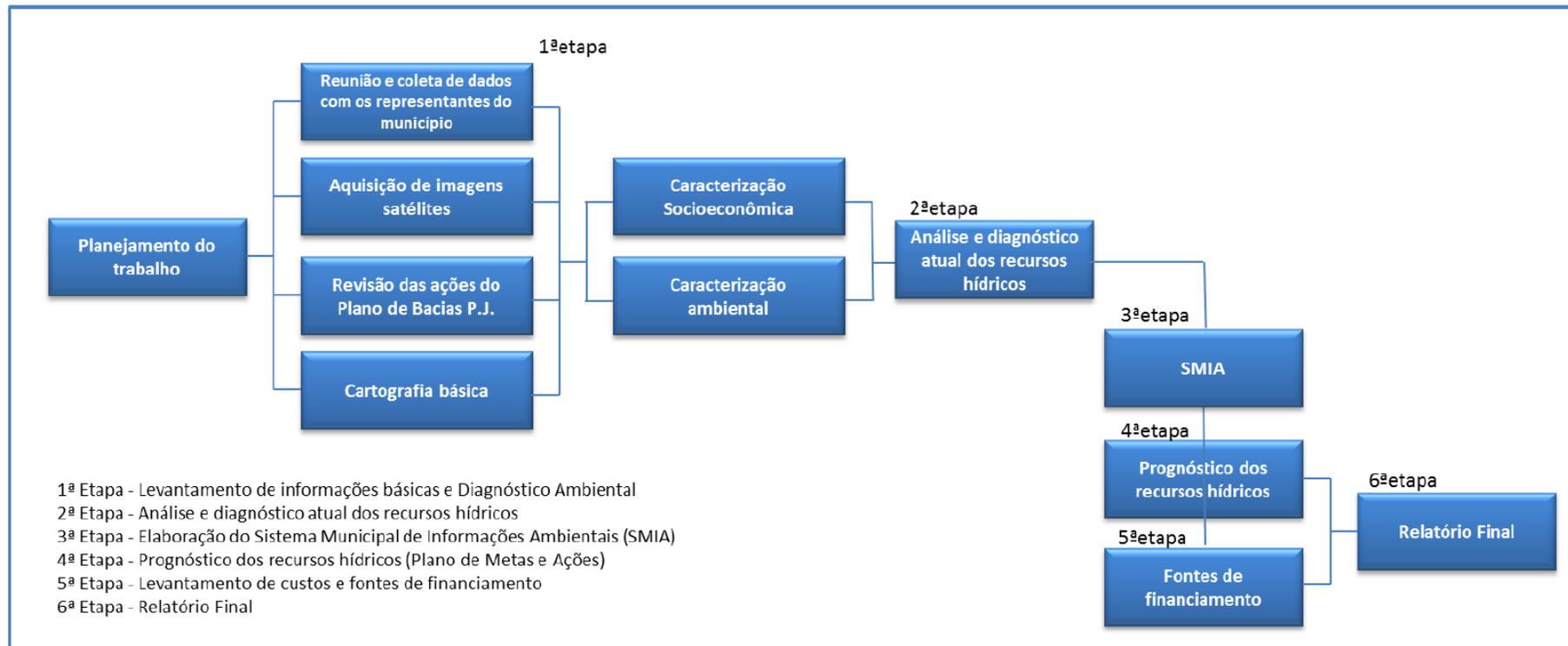
### 2.2 Objetivos Específicos

São considerados objetivos específicos deste Relatório:

- Levantamento de informações básicas: caracterização física, socioeconômica, ambiental e dos recursos hídricos, de cada município participante deste;
- 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. Este relatório (Relatório 1) abrange as etapas 1, 2 e 3.



**Figura 6. Fluxograma metodológico do projeto.**

## 4 LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES BÁSICAS

### 4.1 Cartografia utilizada

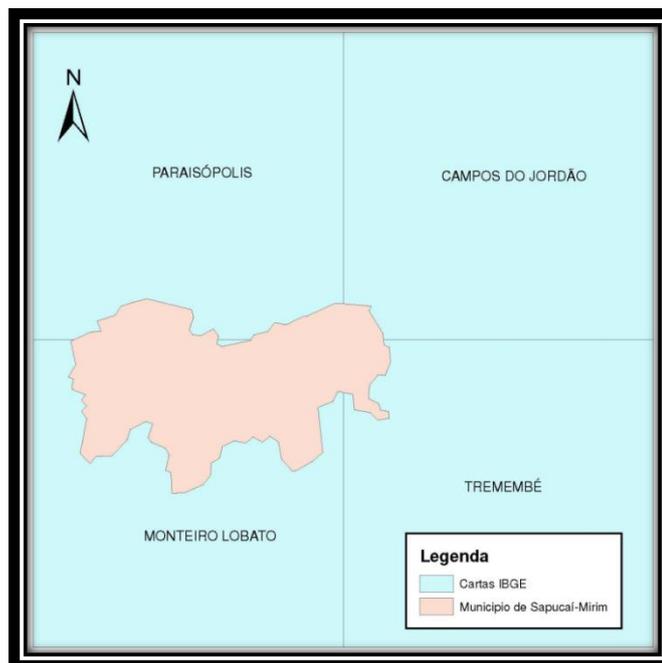
Neste tópico são apresentadas as bases cartográficas utilizadas no estudo.

#### 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 Sapucaí-Mirim, foram utilizadas 4 (quatro) folhas topográficas, conforme apresentado:

- Folha “Campos do Jordão”      **SF-23-Y-B-V-2**
- Folha “Paraisópolis”      **SF-23-Y-B-V-1**
- Folha “Monteiro Lobato”      **SF-23-Y-B-V-3**
- Folha “Tremembé”      **SF-23-Y-B-V-4**

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



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

A partir dos dados levantados através das cartas do IBGE 1:50.000, foram elaborados o Mapa Base do município de Sapucaí-Mirim e o Mapa da divisão hidrológica, que podem ser consultados, em escala compatível no **DESENHO 01.560/12** e **DESENHO 02.560/12**, respectivamente.

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

#### 4.1.2 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
01.5607/12	Mapa Base	1:50.000
02.560/12	Mapa da Divisão Hidrológica	1:50.000
03.560/12	Mapa Geologia	1:100.000
04.560/12	Mapa Geomorfológico	
05.560/12	Mapa Pedológico	
06.560/12	Mapa do Modelo Digital do Terreno	
07.560/12	Mapa de Declividade	
08.560/12	Fragilidade Ambiental Natural	
09.560/12	Uso do Solo	1:50.000
10.560/12	Definição das APP	
11.560/12	Uso do Solo nas APP's	
12.560/12	Fragilidade Potencial	1:100.000
13.560/12	Potencial Natural de Erosão	
14.560/12	Expectativa de perda de solo	
15.560/12	Potencial Agrícola	
16.560/12	Áreas protegidas por Lei.	

## 4.2 Caracterização Socioeconômica

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 do Autor Eugênio Pacelli Moraes Rennó da Prefeitura Municipal de Sapucaí Mirim:

*As primeiras notícias acerca da região datam do início do século XVIII e devem sua origem a penetração de bandeirantes à procura do ouro das Minas Gerais. Sapucaí Mirim, como as demais cidades da região, tem como desbravador o bandeirante Gaspar Vaz da Cunha, "O Oyaguara".*

*No começo do século XIX, as terras férteis e o ótimo clima atraíam os colonos, que se dedicavam à lavoura e pecuária. Além disto, o rio Sapucaí Mirim, onde a pesca era farta e variada, fez com que ali se originasse os primeiros núcleos de população.*

*Dando origem ao povoado que logo se denominou "SANT'ANA do Paraíso", tendo como padroeira a Nossa Senhora Sant'Ana. Dada a crescente povoação, vários outros residentes, fizeram a doação do patrimônio para formação do arraial, mandando edificar uma matriz em honra à padroeira Sant'Ana e ao rio Sapucaí Mirim, em cujo vale está localizada a atual cidade.*

#### **O Histórico Detalhado de 30/12/1958**

*Sapucaí Mirim, primeiramente denominada Santana do Paraíso e posteriormente Sant'Ana do Sapucaí Mirim, deve sua origem a penetração dos antigos bandeirantes em sua demanda a busca de minérios na região de Minas Geris, segundo reza a tradição.*

*Está situada no vale do Rio Sapucaí Mirim, o qual lhe empresta o nome. Os seus fundadores ,Bandeirantes,que partiram do município paulista de Taubaté, isto é, precisamente em 1853, tão logo aqui chegados localizaram -se no local denominado "Guarda Velha". Como o local confinava com o município mineiro de Camanducaia (então denominado Jaguari), existiam no referido local muitos posseiros vindos desses Municípios confinantes, e não tardou que se originassem disputas entre os possantes de Camanducaia e os desbravadores paulistas, questões essas certamente motivadas pelas divisas de terrenos apossados. Não obstante essas disputas, os bandeirantes aqui conseguiram se fixar, dando dessa forma origem ao povoado que logo se denominou Sant'Ana do Paraíso, tendo como padroeira do lugar a Nossa Senhora de Santana, construindo também a Matriz de Sant'Ana, dada a crescente povoação do lugar. Uma das coisas que até hoje tem intrigado todos os que aqui passam é a denominação do lugar. Ninguém até a presente data conseguiu explicar e definir a etimologia do nome do lugar. Sabe-se somente que o nome é de origem indígena, nome esse dado ao rio que corta o município e a cidade, sem que ninguém, entretanto consiga dar o seu significado.*

*Antes da vinda dos exploradores paulistas, o local era habitado por tribos indígenas, conforme provas as descobertas de diversos utensílios utilizados pelos mesmos. Entre essas descobertas citamos uma panela de barro, tipicamente indígena, descoberta pelo Senhor Miguel Luiz Moliterno em terrenos de sua propriedade, o que vem mais uma vez comprovar a antiga existência da vida indígena na localidade. Não se pode precisar qual a tribo a que pertenciam, mas supõe-se, segundo diversos estudiosos do assunto locais, que seja uma tribo desgarrada da raça dos coianazes, que habitava as beiras da serra da Mantiqueira, linha divisória entre Minas e São Paulo nesta região. Não se pode igualmente presumir a que classe de atividade se dedicava, porquanto não se encontraram quaisquer indícios que orientasse o pesquisador nesse sentido, Supõe-se no entanto, que tenham se dedicado a lavoura, embora não seja a atividade predominante no município atualmente, levando-se a tal crença o estado cansativo das terras do município todo. Ignora-se ainda a data em que registrou o desaparecimento total da raça indígena que habitava a localidade.*

*Conforme já ficou esclarecido, a origem do município se deve a penetração dos antigos bandeirantes, oriundos do município paulista de Taubaté. Segundo documentos existentes na Paróquia de Santana, deste município, os desbravadores paulistas aqui se fixaram em 1853, e tinham como objetivo a procura de minérios preciosos, fixando-se no local*

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: [irrigart@irrigart.com.br](mailto:irrigart@irrigart.com.br)

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

*denominado Guarda-Velha. Com a sua fixação no local, surgiram, em consequência, os núcleos e pequenas povoações em determinada área, notando-se maior agrupamento nas margens do Rio Sapucaí Mirim (como era então conhecido o rio cuja denominação conserva-se até hoje). Isto teve como resultado a formação da vila, ou como era mais conhecida, da Capela Santana. Como sempre acontecia, como aqueles desbravadores paulistas, assim como possantes de Camanducaia que aqui existiam e mais tarde se imiscuíram, e se solidarizaram-se pela formação do lugar a par com a sua valentia, coragem e vontade férrea para o trabalho e outros misteres, possuíam também o espírito religioso, tinham suas virtudes e eram tementes ao seu principio religioso. Assim é que com a crescente povoação do lugar, eis que um dos residentes e posseiros dirigiu, no ano de 1871, uma carta, ou melhor, um requerimento a Câmara de São Paulo, autoridade eclesiástica superior que dirigia o local na ocasião na parte religiosa, em que manifestava o seu desejo de constituir um patrimônio para a Capela de Santana, no que foi atendido. Esse posseiro de nome Ladislau Pereira de Carvalho, fala em nome de diversos outros devotos, e a área destinada ao patrimônio, doada pelos mesmos devotos era estimada em mais de 10 alqueires (mineiros).*

*Segundo a tradição os desbravadores que aqui se fixaram e que posteriormente organizaram fazendas, tinham como atividade principal a lavoura. Como atividade secundária, a pecuária. Os instrumentos eram primitivos e não possuíam escravos. Pelo menos nenhum indício foi encontrado de que os mesmos possuíssem escravos. As casas em sua maioria eram construídas de material e estilo típicos da região, isto é, de madeira rolição cruzada formando quadrados, recobertas de barro, formando as paredes e cobertas algumas de sapé, e outras cobertas de telhas comuns. Estas casas eram conhecidas como casas de pau-a-pique. Existiam também as casas construídas de barro socado (taipa). Ambos os tipos descritos eram cobertos, em sua maioria de capim (sapé). Eram numerosas também as casas de tijolos, estas ultimas cobertas somente de telhas coloniais, sendo que estas casas pertenciam àqueles mais remediados e de maiores recursos. Não havia propriamente uma urbanização. As casas eram construídas conforme o desejo do seu proprietário, sem obediência a quaisquer alinhamentos, abrindo-se posteriormente as ruas, seguindo alinhamento das construções.*

*Como tinha de acontecer, a localidade foi se desenvolvendo. Embora a população não se multiplicasse muito, contudo o local aumentou, redobrando a atividade. Assim é que, graças a lei provincial n° 2.385, de 13 de outubro de 1877, a localidade foi elevada à categoria de Freguezia e Distrito Santana do Sapucaí Mirim. Tal elevação teve a sua*

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: [irrigart@irrigart.com.br](mailto:irrigart@irrigart.com.br)

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

*consequência. Não tardou que, com crescente desenvolvimento do lugar o mesmo começasse a apresentar condições de capacidade para a vida política e sobretudo autonomia administrativa. Já se notava entre os residentes o sentimento de liberdade e emancipação político-administrativa. Entre esses podemos destacar os seguintes residentes: Rufino Teodoro da Cunha, Domingos Pereira Machado, Candido Justino Pereira, Donato Vita, Zeferido Brandino Pereira, Manoel Rodrigues de Azevedo, Paulino Jose Tiburcio e Renato Gorgulho Nogueira. Tal fato se deu, mais ou menos por volta do ano de 1901. Data dessa época o incentivo dos esforços, essa continua, para a emancipação administrativa do lugar. Os residentes e filhos do lugar tomaram mesmo a peito a batalha. Não obstante, somente quase 36 anos após, viram os mesmo sonhos concretizados, com a criação do Município de Sapucaí Mirim, pela lei Estadual n° 15, de 17 de dezembro de 1937, com formação do município de Sapucaí Mirim. Finalmente concretizava-se o sonho dourado dos habitantes de Sapucaí Mirim, podemos citar os seguintes: Lamartine José de Faria, Vitruvio Marcondes Pereira e João de Almeida Caldas. É digna de nota, igualmente, a pronta e direta intervenção do Sr. Dr. Benedito Quintino dos Santos, DD. Diretor do Serviço Geográfico do Estado.*

*Finalmente, a 1° de janeiro de 1938, instalou-se solenemente o município de Sapucaí Mirim, cuja data havia sido previamente fixada pelo Decreto-Lei Estadual n° 15, de 17 de dezembro de 1937. A instalação fez-se com a máxima solenidade, assim rezam os documentos, referindo-se a época. Além dos fundadores do município, estiveram presentes à solenidade diversos representantes de outros municípios os quais citamos: Dr. Joubert Guimarães, representando o município de Paraisópolis: Dr. Venceslau Milton, representando o município de São Gonçalo do Sapucaí: Cap. Maximiano Ribeiro da Luz, representando o município paulista de São Bento do Sapucaí: Sr. José Vieira de Souza, representando o distrito de Gonçalves, do município de Paraisópolis: Sr. Lorival Fontes, representando o Sr. Dr. Orlando Murgel, DD, Diretor da Estrada de Ferro de Campos do Jordão. Discursaram na ocasião os senhores: Capitão Maximiano Ribeiro da Luz, o jovem acadêmico Milton Pereira, ilustre filho de Sapucaí Mirim, Dr. Venceslau Milton e Dr. Jorbert Guimarães, falando por seus respectivos municípios. Em seguida discursou o Sr. Vitruvio Marcondes Pereira, seu primeiro Prefeito Municipal, nomeado. Em prosseguimento, falaram ainda os seguintes oradores: Lamartine José de Faria, representando a Lavoura: Benedito Silva Barreto, representando o comércio: João de Almeida Caldas, representando as autoridades do novo município.*

Os Prefeitos Municipais de Sapucaí Mirim são os seguintes: 1° - Vitruvio Marcondes Pereira, nomeado; 2° - Joaquim Simões Almeida, nomeado; 3° - José Wilson Menegale, nomeado; 4° - Francisco Pinto de Carvalho, nomeado; 5° - Lamartine José de Faria, 1° Prefeito eleito; 6° - novamente Joaquim Simões de Almeida, 2° Prefeito eleito; 7° - e finalmente Vicente Claudino Barbosa, 3° Prefeito eleito, e atual dirigente da comuna.

O distrito de Santana de Sapucaí Mirim deve a sua criação á Lei provincial n° 2.385, de 13 de outubro de 1877, que o elevou a condição de Freguezia, tendo sido tal ato conformado pela Lei Estadual n° 2, de 14 de setembro de 1891. A Divisão Administrativa, em 1911 apresenta-o sob a designação simples de Sapucaí Mirim, e subordinado ao município de São José do Paraíso (hoje Paraisópolis). Segundo os quadros de apuração do Recenseamento Geral de 1920, o distrito novamente denominado de Santana do Sapucaí Mirim, permanece jurisdicionado ao município de Paraisópolis (antigo São José do Paraíso).

Por força da Lei Estadual n° 843, de 7 de setembro de 1923, o distrito na divisão administrativa relativo a 1933, contido no Boletim do Ministério do Trabalho, Industria e comercio, na divisão territorial datado de 31 de dezembro de 1936.

Pela Lei Estadual n° 155, de 3 de novembro de 1936, destacando-se os seus artigos 1° e 6°, em que também se aprovava o convenio de limites entre Minas e São Paulo, foi autorizado o desmembramento de grande área do município de Camanducaia, e a desanexação do distrito de Sapucaí Mirim no município de Paraisópolis, para a consequente formação do novo município. E finalmente, pela Lei Estadual n° 15, de 17 de dezembro de 1937, foi criado oficialmente o município de Sapucaí Mirim, fixando-se na mesma Lei a data para a sua instalação, que seria a 1° de janeiro de 1938. No quadro divisões territoriais, datadas de 31/13/1937, o distrito de Sapucaí Mirim ainda está subordinado ao município de Paraisópolis. De acordo com o quadro anexo ao Decreto Lei Estadual n° 88, de 30 de março de 1938, o município de Sapucaí Mirim compõe-se de um único distrito, o da sede, o que igualmente se observa nas divisões territoriais do Estado, vigentes nos quinquênios 1939-1943, estabelecidas, respectivamente, pelos Decretos-Leis ns. 148, de 17 de dezembro de 1938, e 1.058, de 31 de dezembro de 1943.

Os elementos existentes para o estudo da situação do lugar, no passado, são muito escasso, poucos se podendo deduzir, que os antepassados do lugar se dedicaram com afinco à agricultura, a qual era praticado com instrumentos o mais rudimentar então existentes. Segundo ainda se pode deduzir, a produção principal era constituído pelo milho, batatinha, arroz, feijão. Em segundo plano de atividade podemos citar a pecuária.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

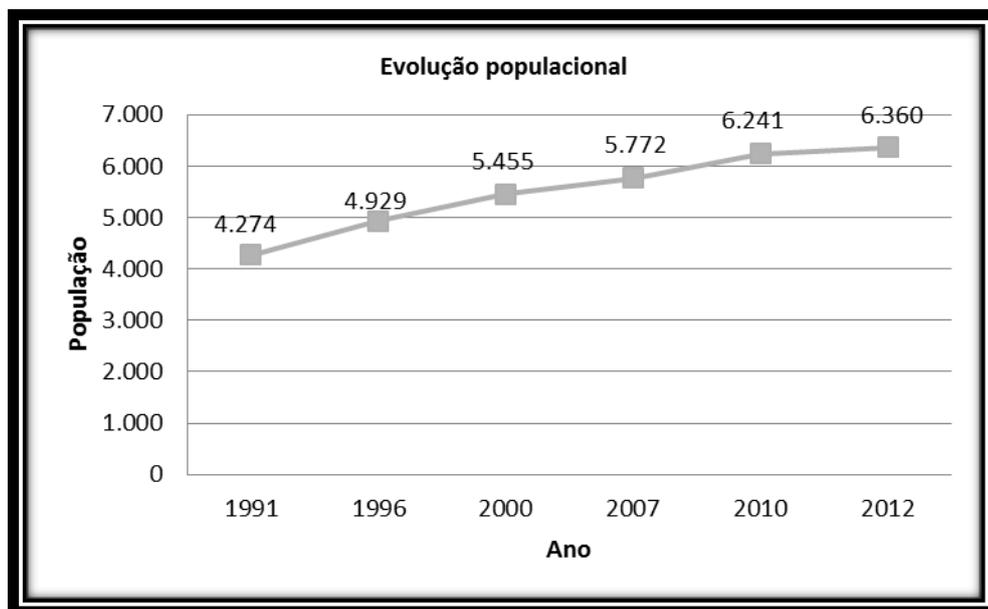
email: irrigart@irrigart.com.br

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

#### 4.2.2 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 Sapucaí-Mirim, segundo dados obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Conforme os dados pesquisados o ritmo do crescimento da população do município de Sapucaí-Mirim tem se reduzido ao longo do tempo, passando de 27,63%, no período de 1991-2000, para 14,41%, 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 5,27% da população não são da Região Sudeste, sendo 5,16% das outras regiões do Brasil e 0,11% de outros países. A tendência na redução do crescimento observada em Sapucaí-Mirim 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 6.360 habitantes para 2012. A densidade demográfica em 2010 de 21,89 hab/km<sup>2</sup> e a taxa de urbanização em 60,62%, 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 bairros do Juncal e Ponte Nova. A Figura 9 apresenta o exemplo do bairro Juncal, já na Bacia PCJ.



**Figura 9. Bairro Juncal, na bacia do Rio Jaguari.**

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.

$$r = \left[ \left( \sqrt[n]{\frac{P_t}{P_0}} \right) - 1 \right] \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

r – taxa geométrica (TGCA)

n – tempo (número de anos no período)

$P_f$  – População final

$P_0$  – População inicial

**Tabela 3. Projeções demográficas.**

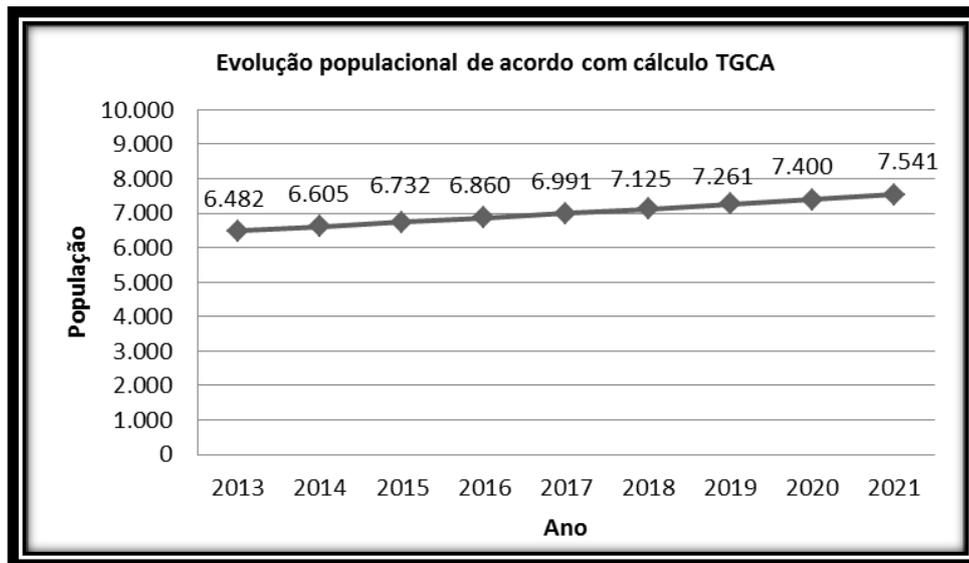
Ano	População Total
1991	16.927
1996	16.982
2000	20.537
2007	19.708
2010	21.080
2012 (Estimativa IBGE)	21.162*

Com base na Equação 1 e nos valores apresentados na Tabela 3, o valor encontrado para a TGCA foi 1,91%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.**

Ano	População Total	TGCA (%a.a)*	População Urbana	% urbana	População Rural	% rural
2013	6.482	1,91%	3.929	60,62%	2.552	39,38%
2014	6.605	1,91%	4.004	60,62%	2.601	39,38%
2015	6.732	1,91%	4.081	60,62%	2.651	39,38%
2016	6.860	1,91%	4.159	60,62%	2.702	39,38%
2017	6.991	1,91%	4.238	60,62%	2.753	39,38%
2018	7.125	1,91%	4.319	60,62%	2.806	39,38%
2019	7.261	1,91%	4.402	60,62%	2.859	39,38%
2020	7.400	1,91%	4.486	60,62%	2.914	39,38%
2021	7.541	1,91%	4.571	60,62%	2.970	39,38%

\*TGCA – Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População.



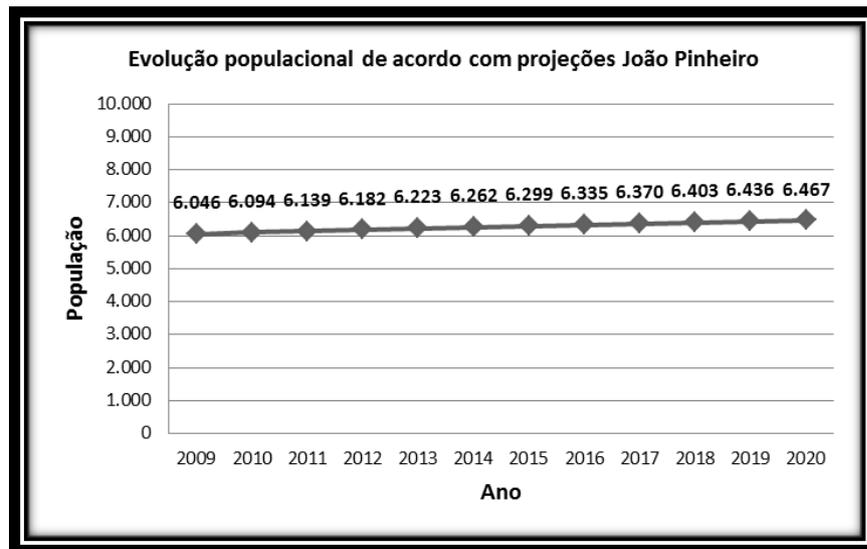
**Figura 10. Evolução da Projeção da população de Sapucaí-Mirim, (2013- 2021).**

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 pequeno e positivo 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 Sapucaí-Mirim, de 2009 a 2020.**

Ano	População (número de pessoas)
2009	6.046
2010	6.094
2011	6.139
2012	6.182
2013	6.223
2014	6.262
2015	6.299
2016	6.335
2017	6.370
2018	6.403
2019	6.436
2020	6.467

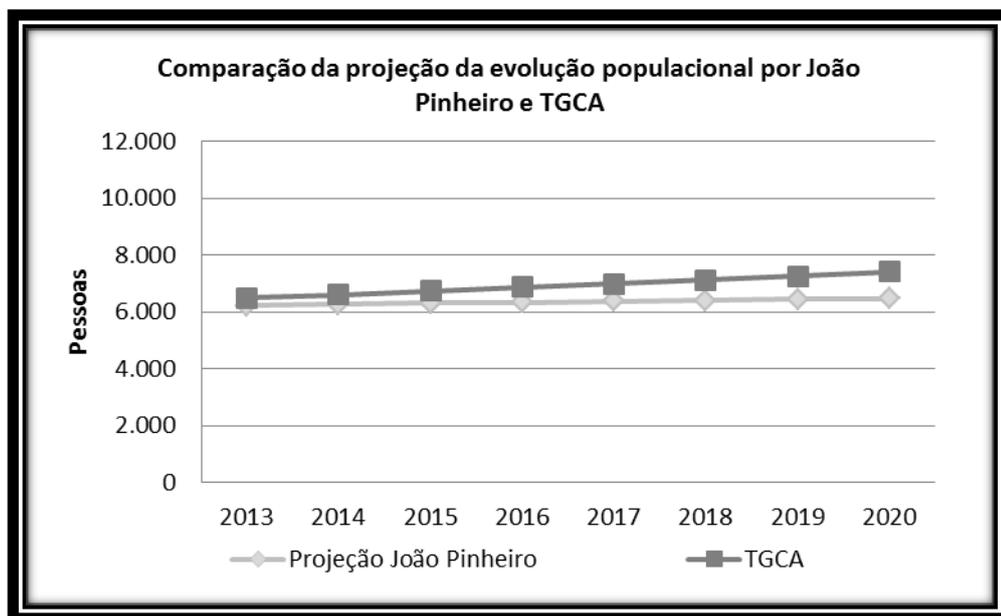
Fonte: Fundação João Pinheiro (FJP).



Fontes: Fundação João Pinheiro (FJP).

**Figura 11. Evolução da Projeção da população do Município de Sapucaí-Mirim, de 2009 a 2020.**

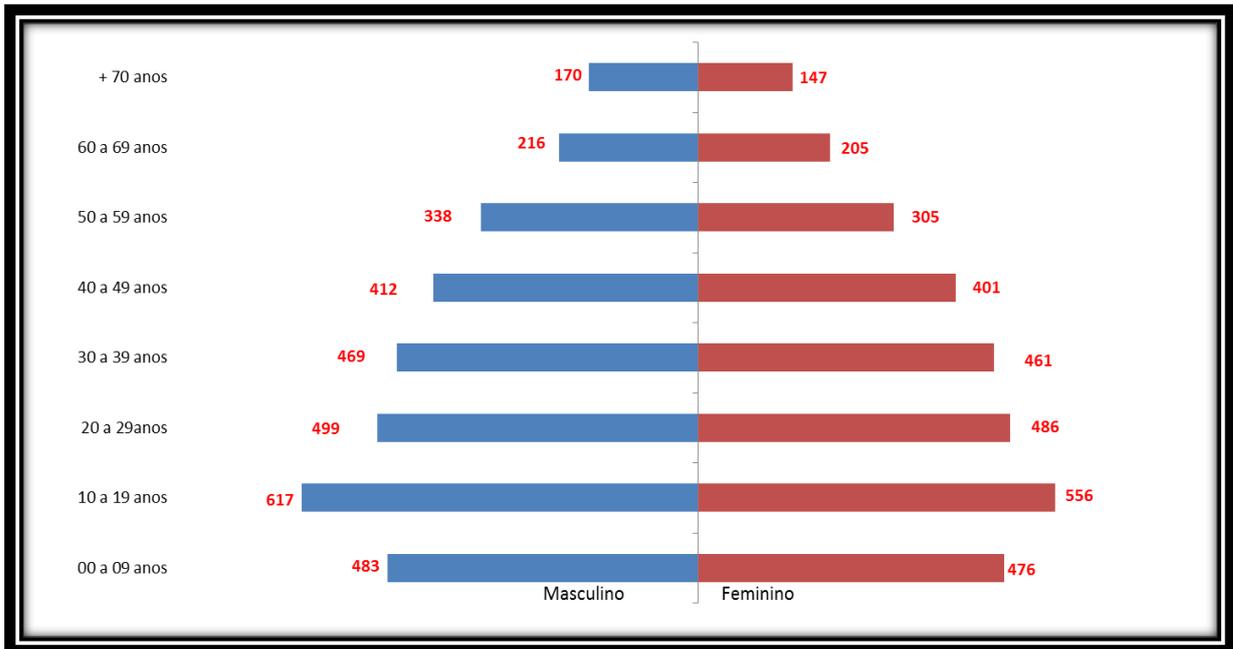
A Figura 12 representa a comparação da evolução populacional resultado do Estudo da Fundação João Pinheiro e pela TGCA – Taxa Geométrica de Crescimento Anual.



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 encontra-se 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, baseado em dados do IBGE para o ano de 2010.



Fonte: IBGE, 2011.

**Figura 13. Pirâmide populacional no Município de Sapucaí-Mirim (IBGE 2010).**

Os números de habitantes por faixa etária para Sapucaí-Mirim 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 infantil. Atualmente com o aumento da qualidade de vida, os brasileiros estão morrendo com mais idade, com isso continuam trabalhando até mais tarde, por este motivo 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 e para o feminino, o pico da pirâmide se dá na faixa dos 10 a 19 anos. Isso significa uma grande oferta de mão de obra que atuará nos próximos anos.

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

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: [irrigart@irrigart.com.br](mailto:irrigart@irrigart.com.br)

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

(saúde, educação e emprego e trabalho), principalmente no que diz respeito a população de baixa renda.

**Tabela 6. Natalidade e mortalidade do Município de Sapucaí-Mirim.**

Variáveis	2008	2009	2010
Natalidade (nascidos vivos)(pessoas)	33	50	59
Mortalidade infantil (pessoas)	-	-	2
Óbitos gerais (pessoas)	26	36	41

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

A natalidade aumentou em 55,93% do ano de 2008 para o ano de 2010, indicando claramente um aumento na taxa de crescimento da população. A mortalidade infantil aumentou, passando no período de 2008 a 2010 de 0 para 2 crianças nascidas vivas.

#### 4.2.3 Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

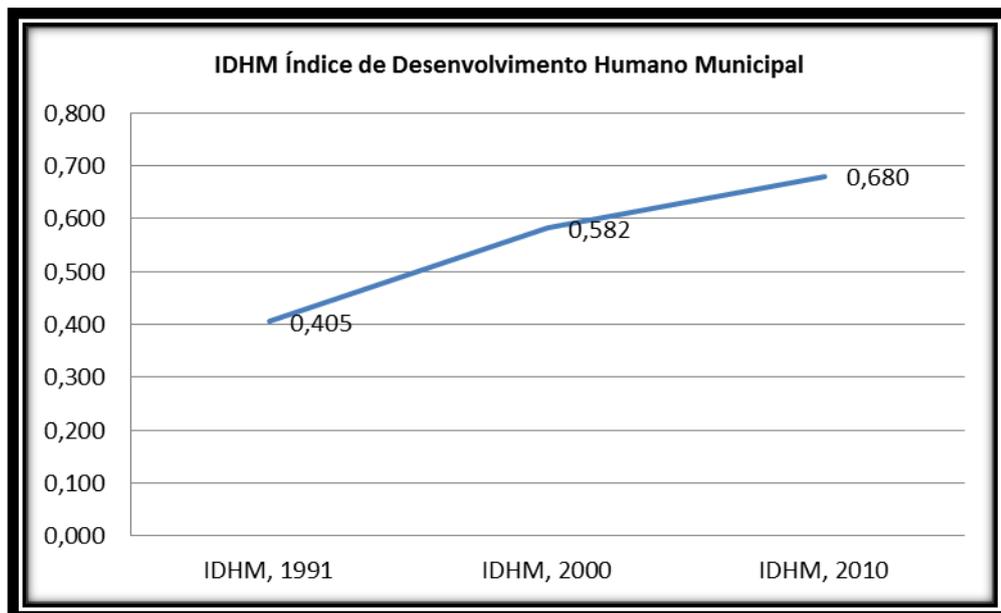
Em 1990, o Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento (PNUD) introduziu em todo o mundo o conceito de desenvolvimento humano sustentável, que promove a adoção de políticas públicas que consideram as pessoas como propósito de desenvolvimento.

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, Sapucaí-Mirim apresentou uma taxa de crescimento de 43,70% no Índice de Desenvolvimento Humano, passando de 0,405 em 1991 para 0,582 em 2000. Entre 2000 e 2010 apresentou uma taxa de crescimento de 16,84%, passando de 0,582

para 0,680. Mesmo com esse aumento no índice o Município de Sapucaí-Mirim se encontra entre as regiões consideradas de médio desenvolvimento humano – IDH.

O ranking do IDH-M mostra a sequencia das cidades brasileiras de acordo com o resultado, do maior para o menor, Sapucaí-Mirim está em 2439º 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.**

#### 4.2.4 Fatores sócio ambientais

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

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: [irrigart@irrigart.com.br](mailto:irrigart@irrigart.com.br)

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

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	45,6%	57,5%
semi-adequado	29,4%	40,1%
inadequado	24,9%	2,4%

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

O ideal do tipo de saneamento é adequado. Constata-se na Tabela 7 que do ano 2000 para 2010 o saneamento inadequado reduziu 22,5%, o saneamento adequado aumentou 11,9% e o semi-adequado também aumentou 10,7%, demonstrando uma melhora nos serviços.

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

Domicílios particulares	urbano		rural		total	
Total	1206		784		1990	
Saneamento adequado	94,4%	1138	0,9%	7	57,5%	1145
Saneamento semi-adequado	5,6%	67	93,1%	730	40,1%	798
Saneamento inadequado	0,1%	1	6%	47	2,4%	47

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

A Tabela 8 divide o número de domicílios particulares permanentes por tipo de saneamento e localização. Nota-se que 60% do total localizam-se em área urbana, desses, 94,4% são considerados adequados e 5,6% de semi-adequados. Na área rural, o tipo de saneamento mais encontrado foi o semi-adequado, com 93,1%.

O IBGE constata que 1.918 domicílios tem lixo coletado, sendo 1200, coletado por serviço de limpeza e 718, coletado em caçamba de serviço de limpeza, o que representa um atendimento a 96% do total dos municípios. A rede geral de distribuição de água atende 1.183 domicílios permanentes em áreas urbanas e 3.702 pessoas, esse resultado mostra que atende 98% dos domicílios em área urbana. Os domicílios particulares permanentes do município tem o abastecimento de água dividido da seguinte forma: 1.205 de rede geral, 359 de poço ou nascente na propriedade, 419 de poço ou nascente fora da propriedade, 1 de rio, açude ou igarapé e 6 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 de 1443 unidades. O Volume de água tratada por dia é 620 metros cúbicos. Não há tratamento de esgoto no município.

Atualmente, a gestão do saneamento do município de Sapucaí-Mirim é responsabilidade da COPASA. O abastecimento de água já atinge toda a área urbana do município, e está sendo levado ao distrito da Ponte Alta.

Em relação ao tratamento dos esgotos, os trabalhos iniciais já estão todos concluídos (projetos e licenciamentos). Falta apenas o início das obras, que está previsto ainda este ano.



**Figura 15. Atividades relacionadas ao saneamento.**

#### 4.2.5 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 Sapucaí-Mirim.**

Variável	2005	2007	2009
Matrícula - Ensino pré-escolar	127	171	136
Matrícula - Ensino fundamental	994	1.164	1.119
Matrícula - Ensino médio	168	187	230
<b>TOTAL DE MATRÍCULAS</b>	<b>1.289</b>	<b>1.522</b>	<b>1.485</b>
Docentes - Ensino pré-escolar	6	11	7
Docentes - Ensino fundamental	64	59	67
Docentes - Ensino médio	15	11	22
<b>TOTAL DE DOCENTES</b>	<b>85</b>	<b>81</b>	<b>96</b>
Escolas - Ensino pré-escolar	2	4	4
Escolas - Ensino fundamental	6	6	7
Escolas - Ensino médio -	1	1	1
<b>TOTAL DE ESCOLAS</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>12</b>

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

Analisando os dados apresentados na Tabela 9, nota-se um significativo aumento no número de matrículas realizadas no município entre os anos de 2005 e 2009 (+15%). Além disso, o número total de professores no município também foi ampliado no mesmo período (+13%). Desta forma, o número relativo de alunos/professor se manteve estável no período.

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 Sapucaí-Mirim.**

<b>População residente alfabetizada</b>			
	Homens	Mulheres	Total
Urbana	1.620	1.605	3.225
	31%	31%	61%
Rural	1.091	946	2.037
	21%	18%	39%
TOTAL	2.711	2.551	5.262
	52%	48%	100%
5 a 9 anos	230	230	460
10 a 14 anos	344	288	632
15 anos ou mais	2.137	2.033	4.170
TOTAL	2.711	2.551	5.262

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

É possível identificar que 61% do número de pessoas alfabetizadas residem em área urbana, enquanto 39% 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 4.170 alfabetizados, isto é, 89,7% do total da população com a mesma idade. Dessa forma é possível constatar que a taxa de analfabetismo dos adultos é de 10,4%, enquanto em 2000 essa porcentagem era de 16,5%, nesses 10 anos houve uma redução nessa taxa de 6,1%. 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.**

<b>Pessoas de 10 anos ou mais de idade, por nível de instrução.</b>	<b>Pessoas</b>	<b>%</b>
Sem instrução e fundamental incompleto	3.456	65,43%
Fundamental completo e médio incompleto	830	15,71%
Médio completo e superior incompleto	753	14,26%
Superior completo	226	4,28%
Não determinado	17	0,32%
<b>Total</b>	<b>5.282</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

Observa-se na Tabela 11 que a maior parte da população no município de Sapucaí-Mirim com 10 anos ou mais está no nível sem instrução e fundamental incompleto com 65,43%.

#### 4.2.6 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	3	0,44%	0	0,00%	3	0,23%
2 - INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO	254	37,46%	248	40,99%	502	<b>39,13%</b>
4 - CONSTRUÇÃO CIVIL	1	0,15%	0	0,00%	1	0,08%
5 - COMERCIO	57	8,41%	33	5,45%	90	7,01%
6 - SERVICOS	147	21,68%	136	22,48%	283	<b>22,06%</b>
7 - ADM PUBLICA	101	14,90%	151	24,96%	252	19,64%
8 - AGROPECUARIA	115	16,96%	37	6,12%	152	11,85%
<b>Total</b>	<b>678</b>	100,00%	<b>605</b>	100,00%	<b>1.283</b>	100,00%

Fonte: RAIS/MTE

Observa-se que o setor indústria de transformação é o maior fornecedor de empregos formais com 39,13%, seguido pelo setor de serviços com 22,06%. Na contramão, com os menores números de empregos formais ficam os setores: Extrativa mineral e construção civil. No setor que mais empresa, se destacam as pequenas serrarias que existem no município e são responsáveis por grande parte destes empregos.

A Tabela 13 apresenta a variação do emprego formal entre os anos de 2010 e 2011, no município de Sapucaí-Mirim.

**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	62
4 - CONSTRUÇÃO CIVIL	0
5 - COMERCIO	17
6 - SERVICOS	51
7 - ADM PUBLICA	-5
8 - AGROPECUARIA	8
Total	136

Fonte: RAIS/MTE

Notar que a variação do emprego formal entre 2010 e 2011 teve uma redução de 5 empregos na administração pública enquanto aumentou 62 empregos no setor indústria de transformação e 51 no setor de serviços, resultando na criação de 136 vagas no período analisado. A Tabela 14 apresenta o resumo do Cadastro Central de Empresas no período de 2006 a 2010.

**Tabela 14. Estatísticas do Cadastro Central de Empresas 2010**

Variáveis		2006	2007	2008	2009	2010
<b>Número de unidades locais</b>	<b>Unidades</b>	<b>267</b>	<b>219</b>	<b>204</b>	<b>212</b>	<b>216</b>
Pessoal ocupado total	Pessoas	1.041	1.139	1.252	1.114	1.223
Pessoal ocupado assalariado	Pessoas	836	930	1.056	933	1.018
Salários e outras remunerações	Mil Reais	6.245	6.617	8.600	8.833	10.638
Salário médio mensal	Salários mínimos	1,7	1,5	1,5	1,6	1,6
Número de empresas atuantes	Unidades	NI	NI	199	208	213

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

Notar que houve redução de 19% de empresas locais entre 2006 e 2010. O pessoal ocupado assalariado aumentou 17,50%, enquanto o volume total de salários aumentou em 70,35. Todavia, o salário médio passou de 1,7 salário mínimo para 1,6 salário mínimo, redução de 5,5%. Todavia, há de se considerar que o salário mínimo aumentou cerca de 46% no mesmo período.

#### **4.2.7 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, seja ela um país, uma região, estado ou cidade, no caso desse Plano Municipal, foi o Município de Sapucaí-Mirim. Para o cálculo desse indicador são

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

email: irrigart@irrigart.com.br

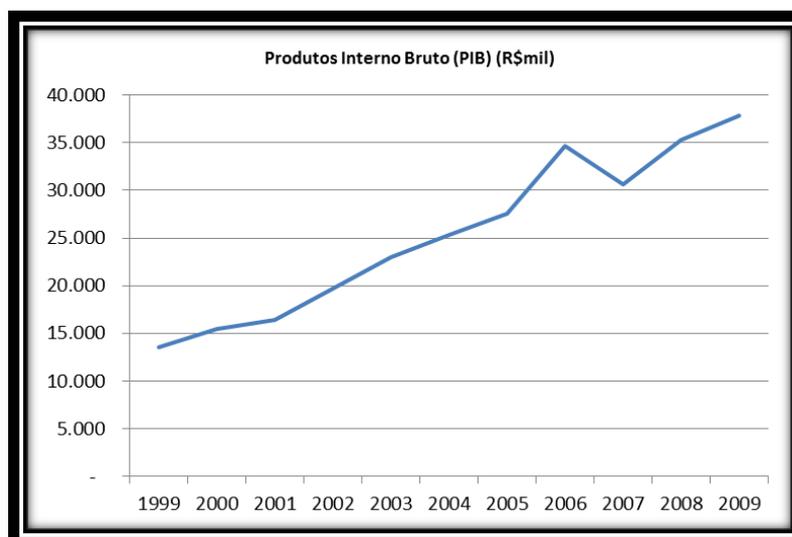
Fone/Fax: 19 3432-7540 / 19 3301-8228

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 a evolução do PIB de Sapucaí-Mirim entre 1999 e 2009. A Figura 16 apresenta a evolução do PIB de Sapucaí-Mirim entre 1999 e 2009.

**Tabela 15. PIB, a preço de mercado corrente.**

Ano	Produtos Interno Bruto (PIB) (R\$mil)	Evolução do PIB em relação ao ano anterior
1999	13.583	
2000	15.420	13,53%
2001	16.398	6,34%
2002	19.688	20,06%
2003	22.938	16,50%
2004	25.288	10,25%
2005	27.536	8,89%
2006	34.720	26,09%
2007	30.593	-11,89%
2008	35.346	15,54%
2009	37.891	7,20%
<b>Média</b>		<b>11,25%</b>

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 16. Evolução do PIB de 1999 a 2009.**

Constata-se na Tabela 15 e na Figura 16 um aumento de 178,96% no PIB de 1999 para 2009, um período de 11 anos. Analisando a evolução ano-a-ano, nota-se variável, pois do ano de 2005 para 2006 aumentou 26,09% enquanto no ano de 2007 para 2008 reduziu 11,89%. 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 61% a 68%. No ano de 2009, o valor adicionado de serviços representava 66,13% do total municipal. A Figura 17 apresenta o valor adicionado para o município de Sapucaí-Mirim, para o ano de 2009.

**Tabela 16. VA da agropecuária, indústria e serviços no município de Sapucaí-Mirim.**

Ano	VA agropecuária (R\$mil)	VA indústria (R\$mil)	VA serviços (R\$mil)	VA total (R\$mil)	VA administração pública (R\$mil)*
1999	2.358	2.558	7.745	12.661	3.693
	18,62%	20,21%	61,17%	100,00%	29,17%
2000	2.202	2.633	9.324	14.159	3.798
	15,55%	18,60%	65,85%	100,00%	26,82%
2001	2.460	2.321	10.209	14.990	4.248
	16,41%	15,49%	68,10%	100,00%	28,34%
2002	3.252	2.857	12.010	18.119	5.251
	17,95%	15,77%	66,28%	100,00%	28,98%
2003	4.098	3.388	13.478	20.964	5.621
	19,55%	16,16%	64,29%	100,00%	26,81%
2004	4.235	3.904	15.054	23.193	6.186
	18,26%	16,83%	64,91%	100,00%	26,67%
2005	4.299	3.919	16.729	24.948	6.858
	17,23%	15,71%	67,06%	100,00%	27,49%
2006	3.783	6.535	20.709	31.027	7.723
	12,19%	21,06%	66,74%	100,00%	24,89%
2007	4.272	4.980	18.547	27.798	8.593
	15,37%	17,91%	66,72%	100,00%	30,91%
2008	5.971	5.053	21.416	32.439	10.563
	18,41%	15,58%	66,02%	100,00%	32,56%
2009	6.879	5.018	23.227	35.123	11.389
	19,58%	14,29%	66,13%	100,00%	32,43%

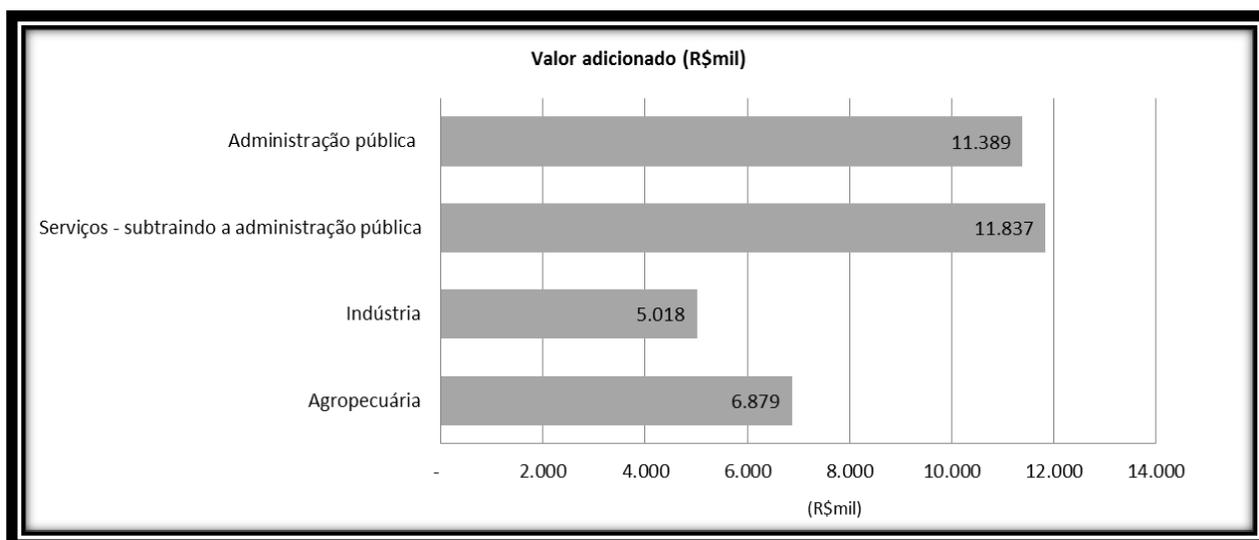
\*Compõe o Valor Adicionado agregado pelos Serviços.

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

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



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. Valor adicionado do município de Sapucaí-Mirim - 2009.**

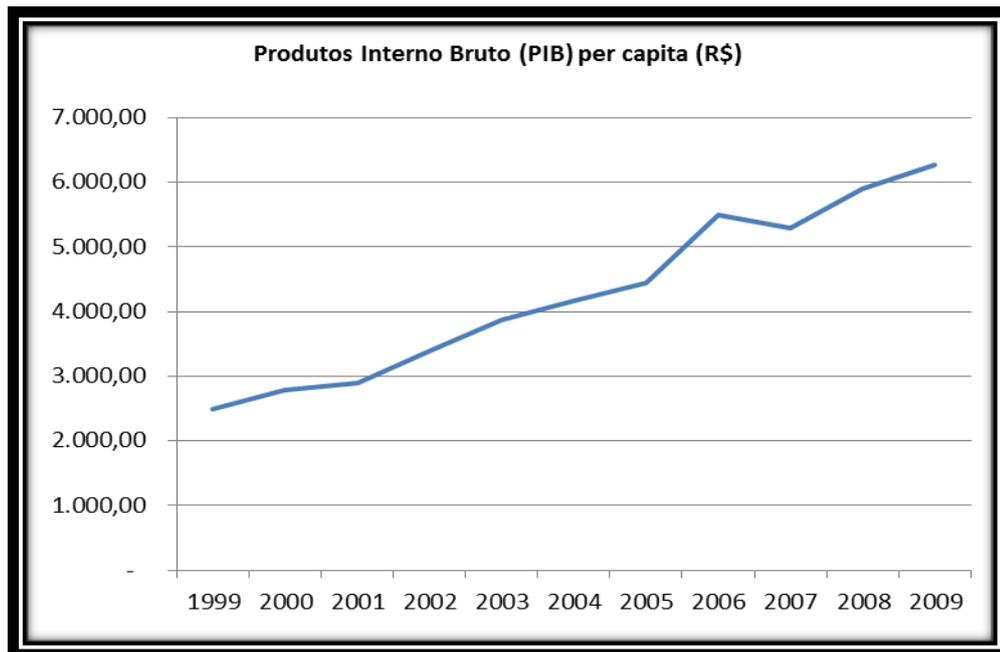
Segundo as estatísticas para o ano de 2012 do IBGE (Diretoria de Pesquisas - DPE - Coordenação de População e Indicadores Sociais – COPIS), o município de Sapucaí-Mirim contém 0,03% da população do Estado de Minas Gerais (19.855.332 habitantes). O valor adicionado (VA) de 2009 do município de Sapucaí-Mirim representava 0,02% do VA do Estado de Minas Gerais.

O PIB Municipal *per capita*, cresceu 150% nos 11 anos, passou de R\$2.498,23 no ano de 1999 para R\$6.267,09 no ano de 2009.

**Tabela 17. PIB Municipal *per capita* de Sapucaí-Mirim**

Ano	PIB <i>per capita</i> (R\$)	Evolução PIB <i>per capita</i> em relação ao ano anterior
1999	2.498,23	
2000	2.787,99	11,60%
2001	2.896,17	3,88%
2002	3.398,05	17,33%
2003	3.869,37	13,87%
2004	4.172,22	7,83%
2005	4.444,91	6,54%
2006	5.486,71	23,44%
2007	5.300,20	-3,40%
2008	5.894,88	11,22%
2009	6.267,09	6,31%
<b>Média</b>		<b>9,86%</b>

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



**Figura 18. Evolução do PIB *per capita* de 1999 a 2009.**

#### 4.2.8 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 Sapucaí-Mirim teve uma evolução variável do ano de 2008 para 2011, no primeiro ano de análise é possível constatar uma redução de 11,31%, enquanto nos anos de 2010 e 2011, aumento de 40,84% e 294,74% respectivamente.

**Tabela 18. Arrecadação do ICMS e outras receitas de Sapucaí-Mirim – 2008 – 2011.**

Ano	ICMS		Outras Receitas	Total Geral	
	R\$	Evolução ao ano anterior (%)r		R\$	Evolução ao ano anterior (%)r
2008	R\$ 514.874,04		R\$ 616.805,08	R\$ 1.131.679,12	
2009	R\$ 456.627,30	-11,31%	R\$ 665.063,77	R\$ 1.121.691,07	-0,88%
2010	R\$ 643.109,36	40,84%	R\$ 702.674,69	R\$ 1.345.784,05	19,98%
2011	R\$ 2.538.586,74	294,74%	R\$ 733.450,80	R\$ 3.272.037,54	143,13%

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

#### **4.2.9 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).

O município de Sapucaí-Mirim possui apenas a Lei Orgânica Municipal, pertinentes aos aspectos ambientais do município.

O município de Sapucaí-Mirim 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 Sapucaí-Mirim.

#### **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 à 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 à área em estudo. Todos os postos pluviométricos utilizados possuem uma série de dados de no mínimo 30 anos. A Tabela 19, apresenta as coordenadas em UTM 23K dos postos pluviométricos analisados.

**Tabela 19. Coordenadas geográficas dos postos pluviométricos analisados.**

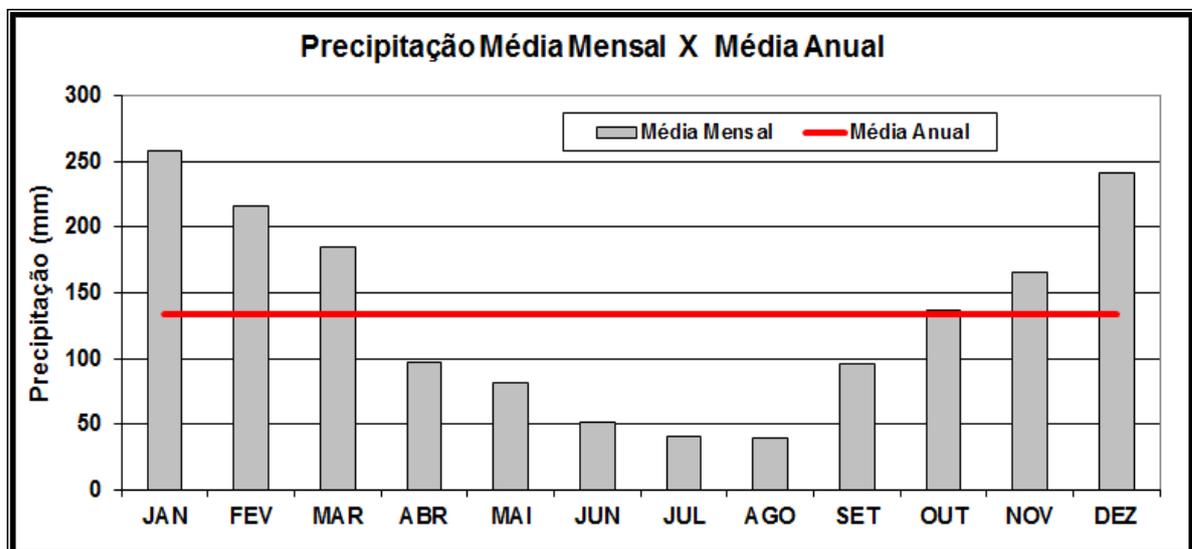
Código SIGRH	Município	Geográficas		UTM 23K (m)	
		Latitude	Longitude	Norte	Leste
D2-001	Campos do Jordão	22° 43'	45° 34'	7.487.733	441.805
D3-054	Joanópolis	22° 56'	46° 16'	7.463.301	370.119
D3-018	Vargem	22° 54'	46° 25'	7.466.851	354.700

A seguir, a Tabela 20 e a Figura 19 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 19. Já a Figura 20 e a Tabela 21 ilustram o comportamento desses parâmetros ao longo do ano, em forma de gráfico.

**Tabela 20. 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
<b>Média Anual</b>		<b>128,6</b>	<b>130,6</b>	<b>143,2</b>	<b>134,1</b>

Fonte: SIGRH



**Figura 19. Precipitação média mensal comparada com a média anual dos postos pluviométricos analisados.**

Tabela 21. 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
<b>Valor Médio</b>		<b>34,8</b>	<b>35,3</b>	<b>33,8</b>	<b>34,6</b>
<b>Valor Máximo</b>		<b>52,5</b>	<b>54,8</b>	<b>48,3</b>	<b>51,8</b>
<b>Valor Mínimo</b>		<b>17,4</b>	<b>14,6</b>	<b>13,9</b>	<b>15,3</b>

Fonte: SIGRH

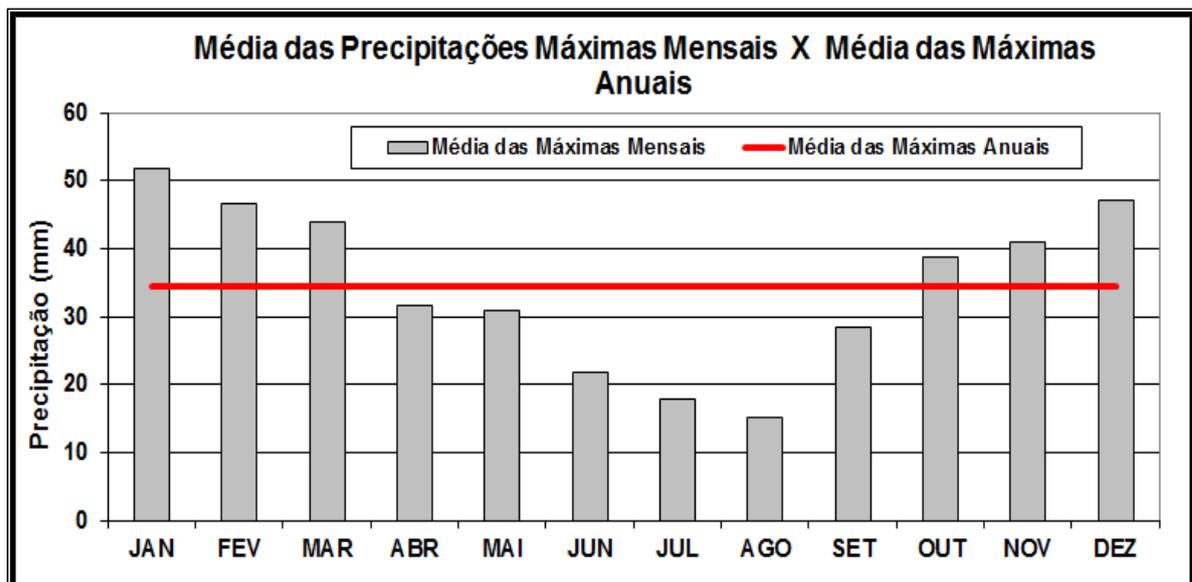
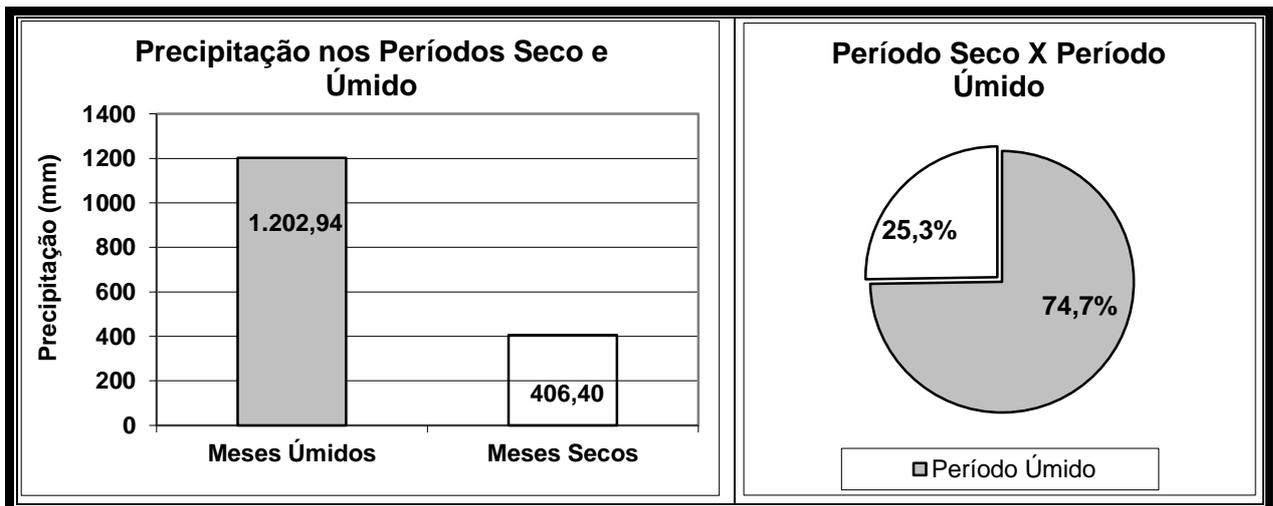


Figura 20. Média das precipitações máximas mensais comparadas com a média máxima anual dos postos pluviométricos analisados.

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 21.



**Figura 21. 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, DAAE/SP e ESALQ/USP. Como resultado, a Tabela 22 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 22. 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
<b>Total Anual</b>	-	<b>1.466,04</b>	<b>917,28</b>	<b>1111,32</b>	<b>911,40</b>	<b>6,24</b>	<b>555</b>

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 22, 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 22 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 22, Figura 23 e a Figura 24 ilustram o balanço hídrico do município de Vargem-SP elaborado por Sentelhas, PC et al (1999).

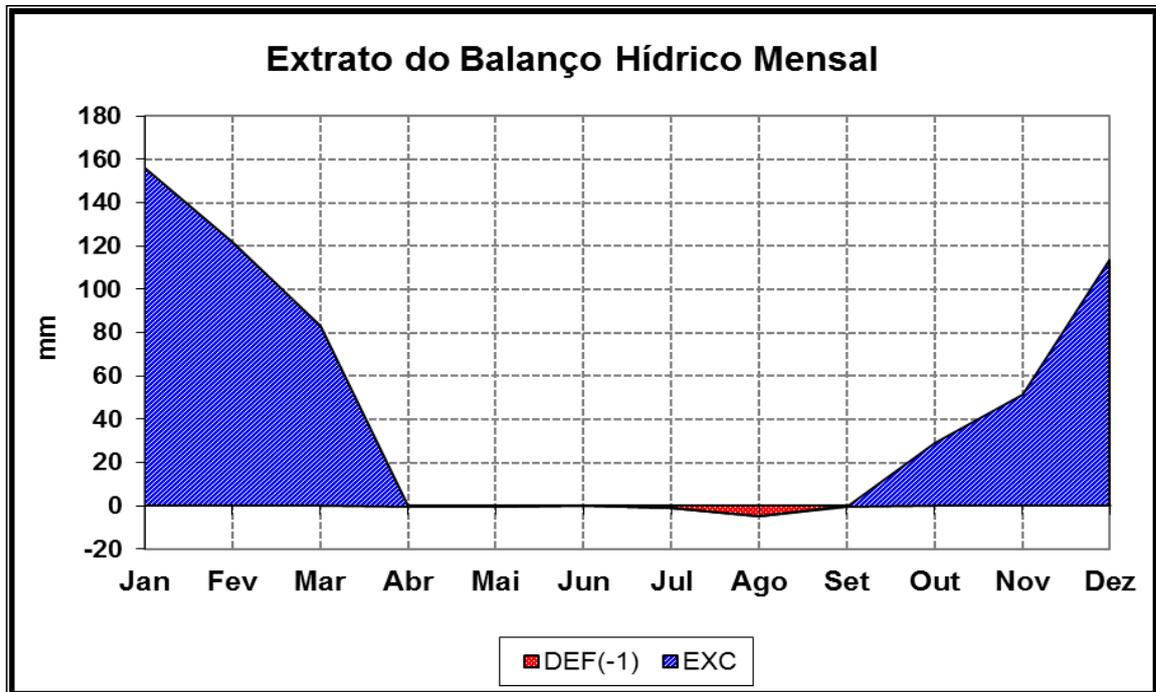


Figura 22. Extrato do balanço hídrico mensal para Vargem-SP.

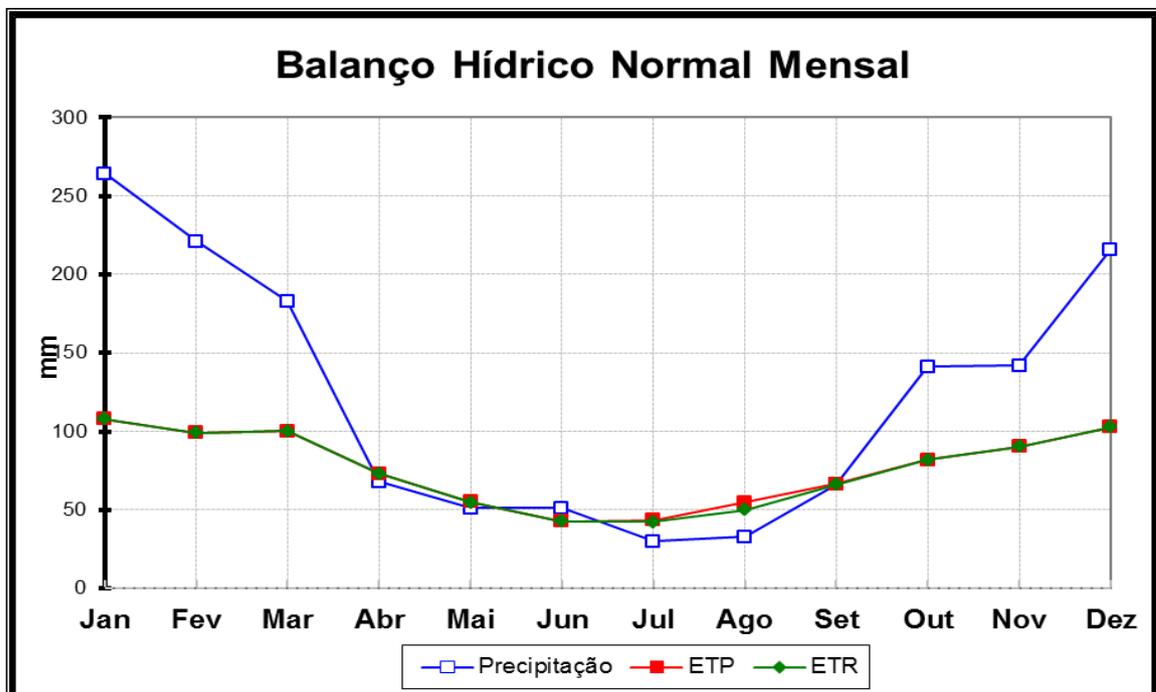
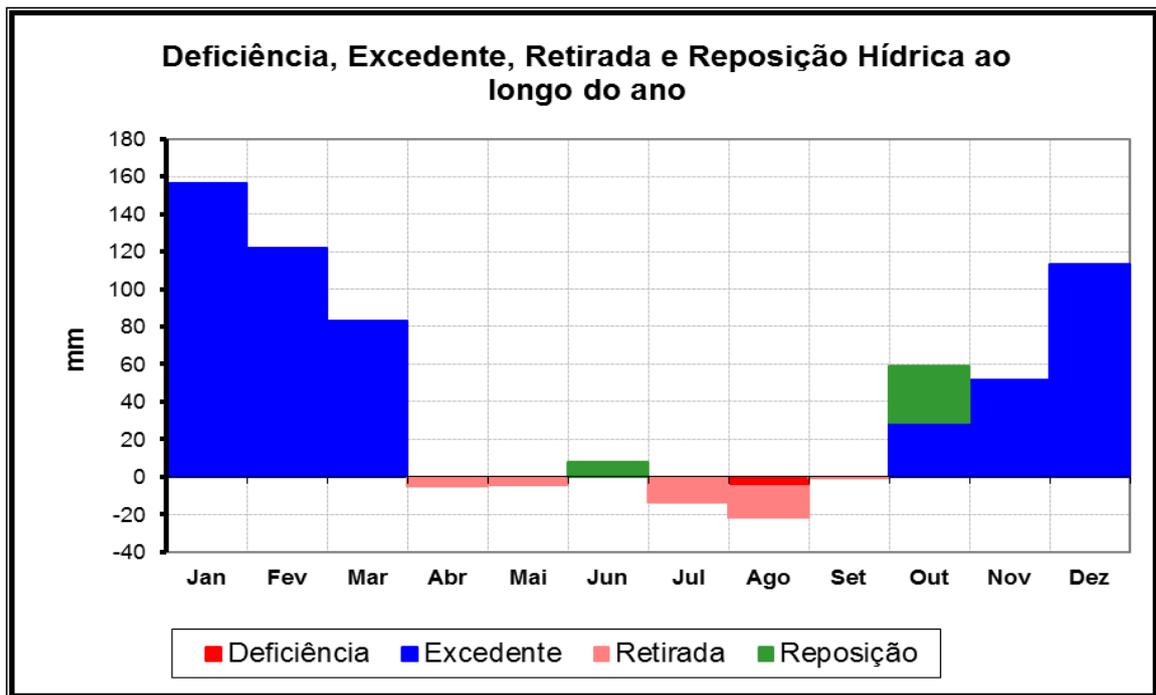


Figura 23. Balanço Hídrico Normal Mensal.



**Figura 24. 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) e para o Rio Sapucaí-Mirim, mas também contribui para os casos de enchente no Rio Sapucaí-Mirim.

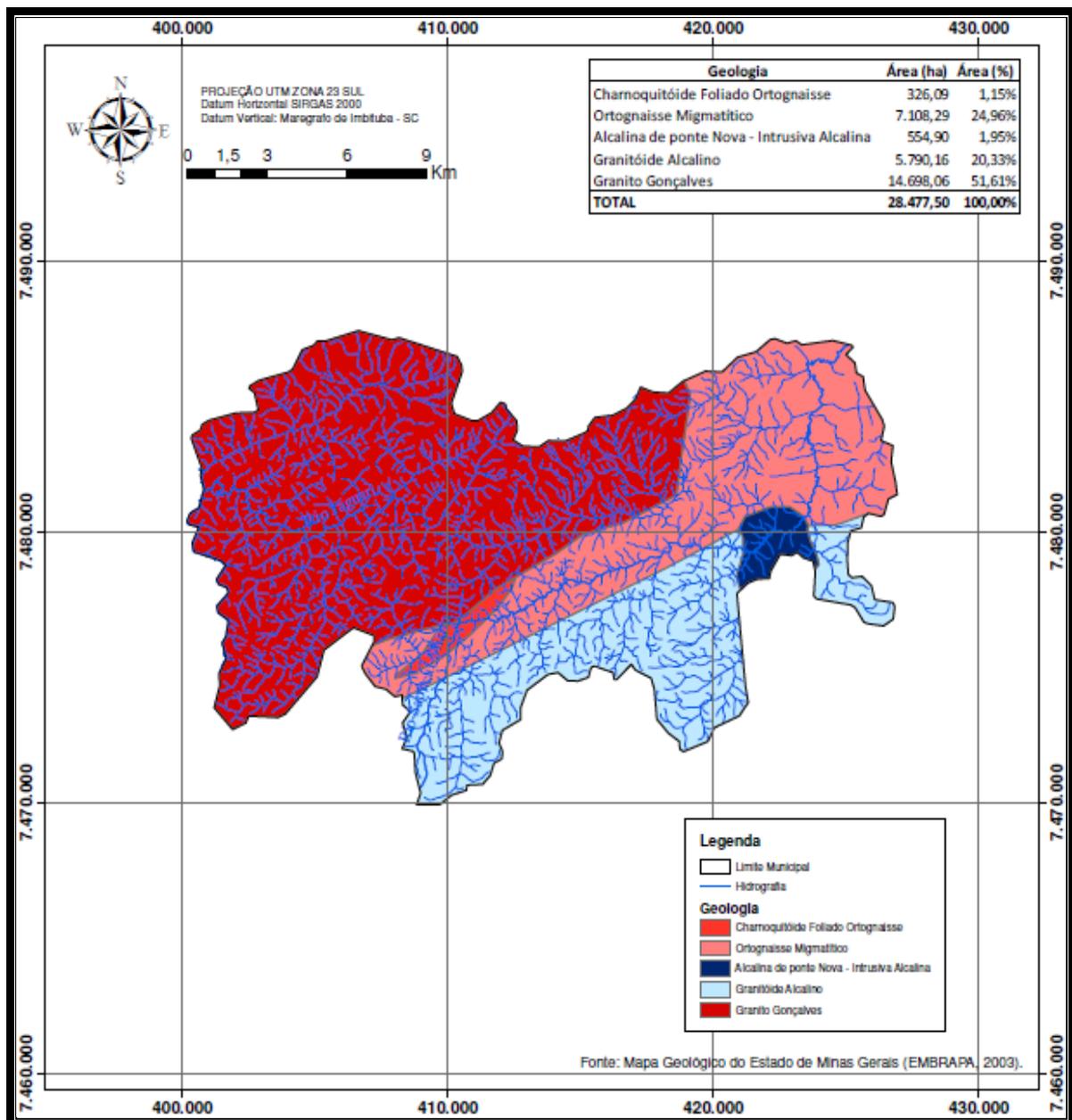
#### 4.3.2 Geologia

A caracterização geológica do município de Sapucaí-Mirim foi baseada no Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais (CPRN, 2003), conforme apresentado na Figura 25. O mapa geológico, em escala compatível com a interpretação pode ser observado no **DESENHO 03.560/12**.

A Tabela 23 apresenta a quantificação das unidades geológicas no município de Sapucaí-Mirim. Estes mesmos dados são sintetizados na Figura 26.

**Tabela 23. Unidades Geológicas no município de Sapucaí-Mirim.**

Geologia	Área (ha)	Área (%)
Charnoquitóide Foliado Ortognaisse	326,09	1,15
Ortognaisse Migmatítico	7.108,29	24,96
Alcalina de Ponte Nova - Intrusiva Alcalina	554,90	1,95
Granitóide Alcalino	5.790,16	20,33
Granito Goncalves	14.698,06	51,61
<b>TOTAL</b>	<b>28.477,50</b>	<b>100,00</b>

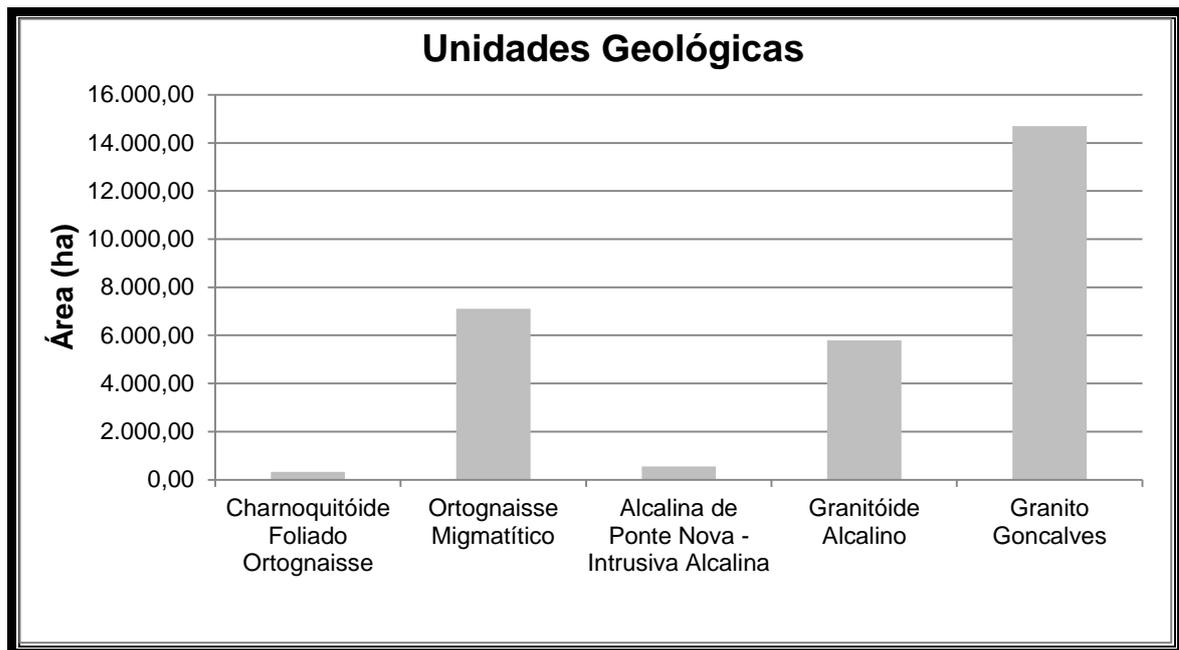


**Figura 25. Mapa Geológico do município de Sapucaí-Mirim-MG.**

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 26. Distribuição das unidades geológicas no município de Sapucaí-Mirim-MG.**

Com base no mapa e nos dados apresentados na Figura 25 e na Tabela 23, o município apresenta 05 formações geológicas distintas, sendo que a formação “Granito Gonçalves” ocupa a maior parte do município, com 14.698,06 ha ou 51,61% da área, predominando sua ocorrência na região Noroeste do município.

O município de Sapucaí Mirim, 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 anfibolíticos, 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 Sapucaí-Mirim 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 frequentes 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 27 apresenta alguns exemplos de contatos solo-rocha encontrados na zona rural de Sapucaí-Mirim.



**Figura 27. Exemplos de contato solo-rocha no município de Sapucaí-Mirim-MG.**

### 4.3.3 Geomorfologia

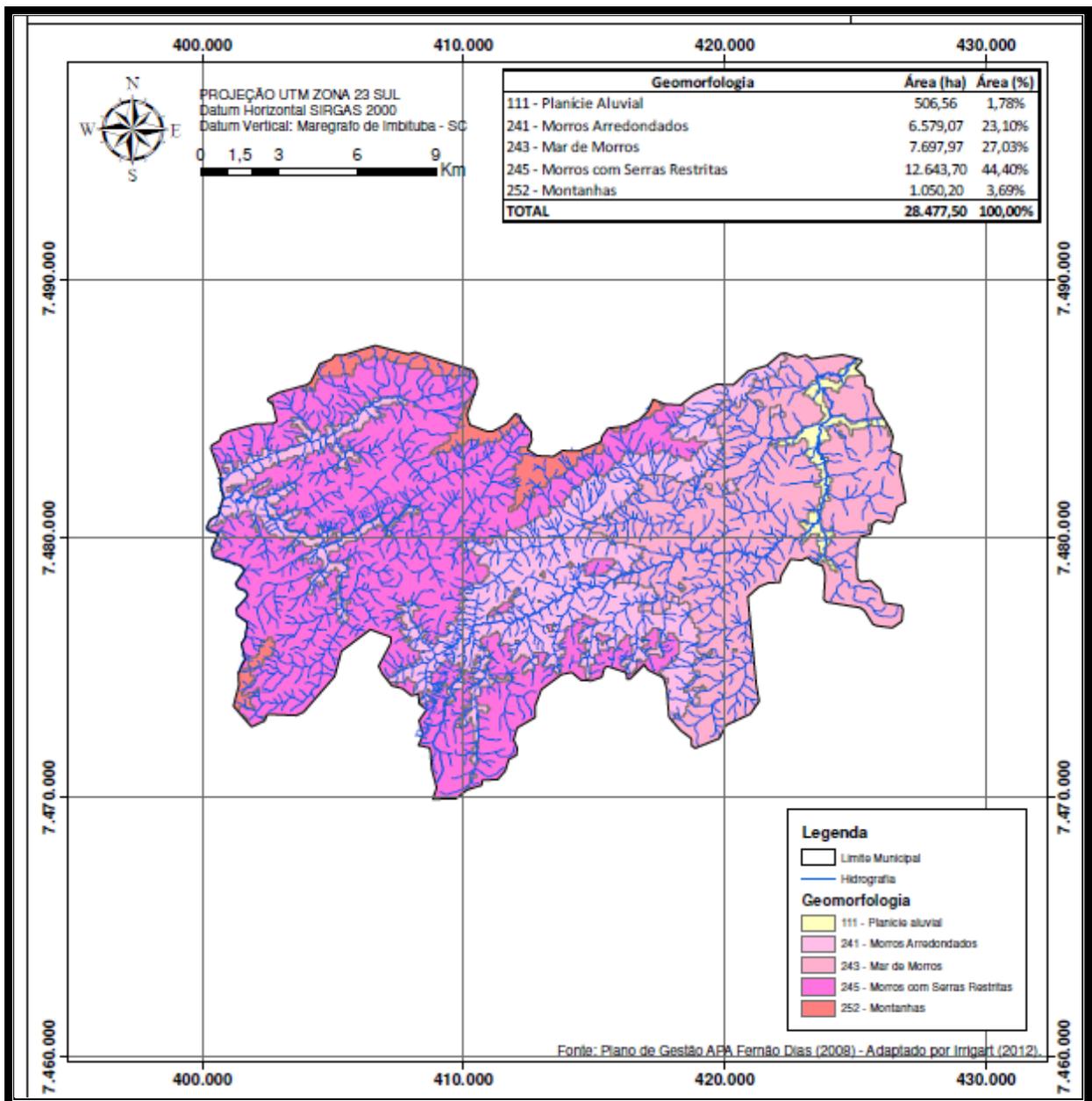
O mapa geomorfológico aqui apresentado foi baseado no mapa geomorfológico da “APA Fernão Dias”, porém a nomenclatura utilizada nesta classificação foi alterada, sendo compatibilizada com a utilizada no Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, publicado pelo IPT (1981), na escala 1:500.000. Na elaboração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

**Tabela 24. Associações das Unidades Geomorfológicas.**

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 28. O mapa geomorfológico, em escala compatível com a interpretação pode ser observado no **DESENHO 04.560/12**.

Com base no mapa apresentado na Tabela 25, foram levantadas 05 unidades geomorfológicas identificadas: 111, 241, 243, 245 e 252.

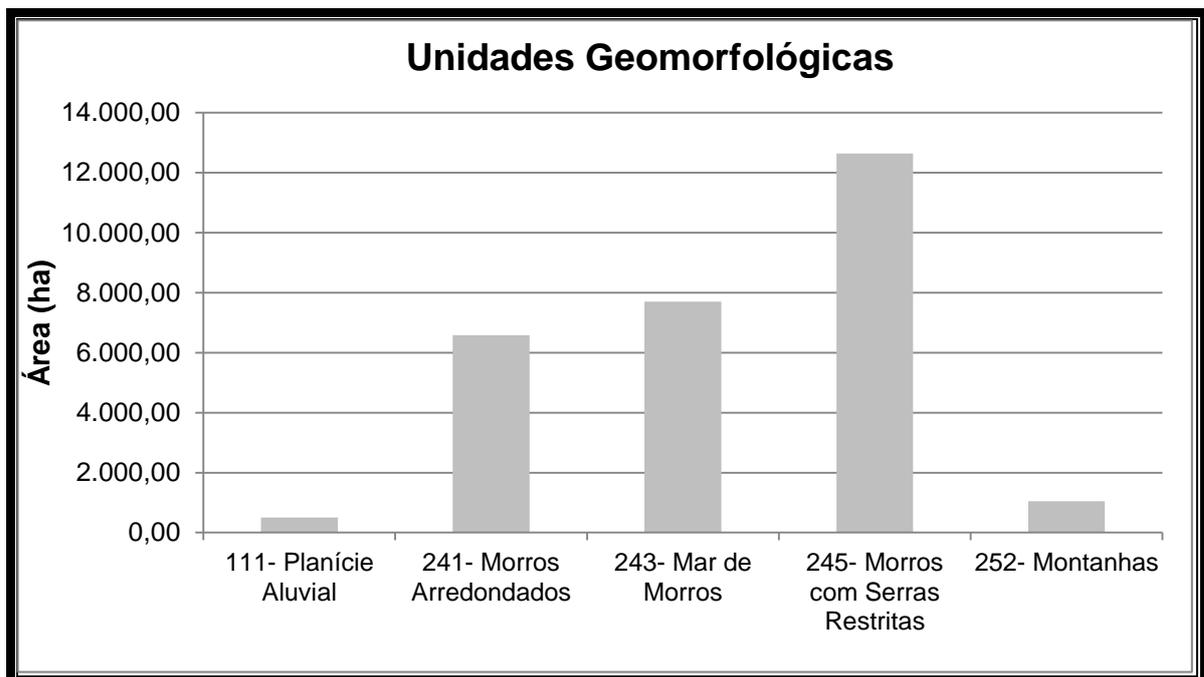


**Figura 28. Mapa Geomorfológico do município de Sapucaí-Mirim-MG.**

No município de Sapucaí-Mirim, a unidade geomorfológica predominante é o relevo de Morros com Serras Restritas - 245, que ocupam cerca de 44,4% da área. A Figura 28 apresenta a quantificação das unidades geomorfológicas no município de Sapucaí-Mirim.

**Tabela 25. Unidades Geomorfológicas encontradas no município de Sapucaí-Mirim.**

Geomorfologia	Área (ha)	Área (%)
111- Planície Aluvial	506,56	1,78
241- Morros Arredondados	6.579,07	23,10
243- Mar de Morros	7.697,97	27,03
245- Morros com Serras Restritas	12.643,70	44,40
252- Montanhas	1.050,20	3,69
<b>TOTAL</b>	<b>28.477,50</b>	<b>100,00</b>



**Figura 29. Distribuição das unidades geomorfológicas no município de Sapucaí-Mirim-MG.**

Com base nos dados apresentados na Figura 29 e na Tabela 25, o município de Sapucaí-Mirim apresenta 05 tipos de relevo, sendo que Relevo Fortemente Inclinado – 245 é predominante no município, com 12.643,70 ha ou 44,40% da área.

As 5 (cinco) unidades de sistemas de relevo e as principais características registradas no município de Sapucaí-Mirim-MG são apresentadas na Tabela 26.

**Tabela 26. Formas de Relevo e suas principais características.**

Convenção	Características gerais
<b>1. Relevos de Agradação</b>	
<b>1.1. Continentais</b>	
<b>111</b>	<b>Planícies Aluviais-</b> Terrenos baixos e mais ou menos planos, junto às margens dos rios, sujeitos periodicamente a inundações.
<b>2. Relevos de Degradação, em Planaltos Dissecados</b>	
<b>2.4. Relevo de Morros</b>	
(Predominam declividades médias a altas – acima de 15% e amplitudes locais de 100 a 300 metros)	
<b>241</b>	<b>Morros Arredondados-</b> Topos arredondados e localmente achatados, vertentes com perfis convexos e retilíneos, localmente ravinados. Exposições locais de rocha. Presença de espigões curtos locais. Drenagem de média densidade, padrão dendrítico a subdendrítico, vales fechados.
<b>243</b>	<b>Mar de Morros -</b> Topos arredondados, vertentes com perfis convexos a retilíneos. Drenagem de alta densidade, padrão dendrítico a retangular, vales abertos a fechados, planícies aluvionares interiores desenvolvidas. Constitui geralmente um conjunto de formas em "meia laranja".
<b>245</b>	<b>Morros com Serras Restritas -</b> Morros de topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos, por vezes abruptas, presença de serras restritas. Drenagem de alta densidade, padrão dendrítico a pinulado, vales fechados, planícies aluvionares interiores restritas.
<b>2.5. Relevo Montanhoso</b>	
(Predominam declividades médias a altas – acima de 15% e amplitudes locais acima de 300 metros)	
<b>252</b>	<b>Montanhas-</b> Topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis côncavo-convexos. Drenagem de média a alta densidade, padrão dendrítico, vales fechados. Podem ocorrer isoladas nas planícies costeiras.

As formas de relevo registrados no município de Sapucaí-Mirim são apresentados na Figura 30.



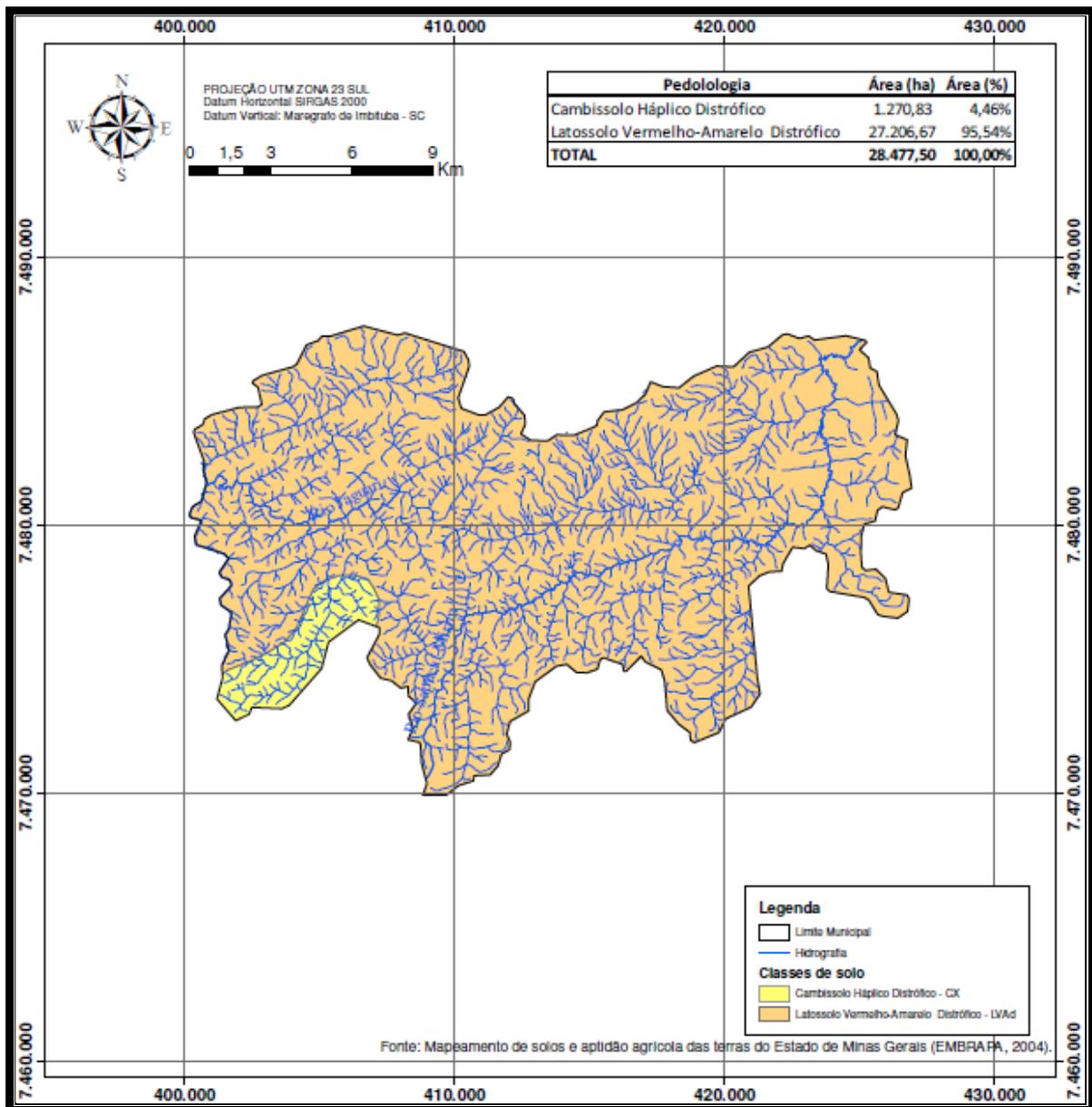
**Figura 30. Relevos típicos do município de Sapucaí Mirim-MG.**

#### **4.3.4 Pedologia**

O levantamento pedológico foi baseado no mapa pedológico do Estado de Minas Gerais, elaborado pela Embrapa, conforme apresentado na Figura 31.

O mapa pedológico, em escala compatível com a interpretação pode ser observado no **DESENHO 05.560/12**.

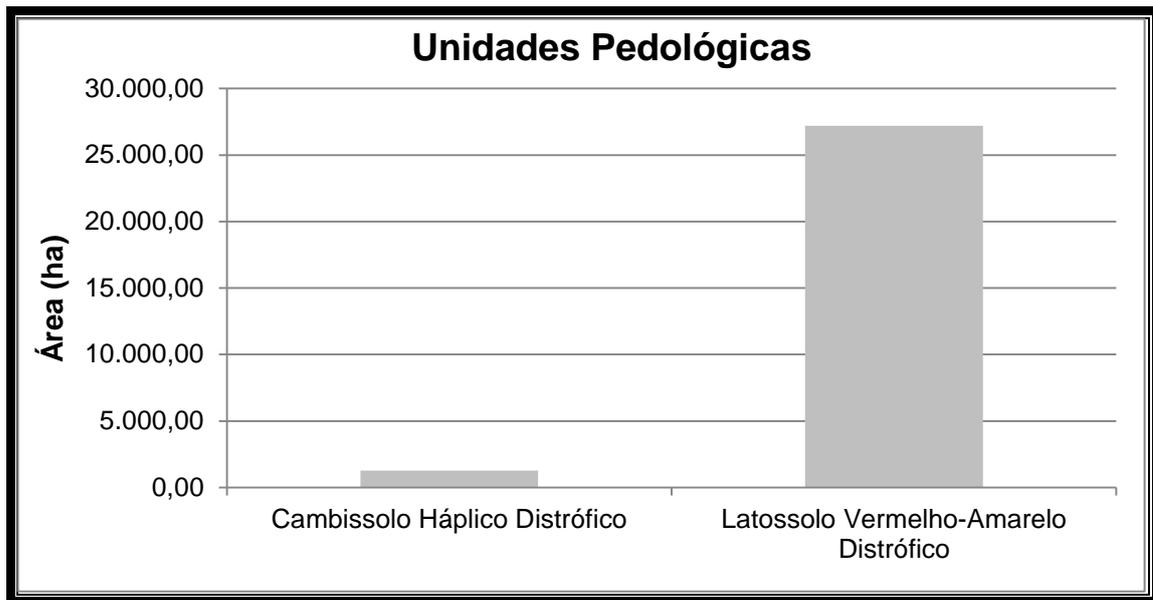
Como pode ser observado na Figura 31, a unidade pedológica predominante no município de Sapucaí-Mirim é a do “Latosolo Vermelho-Amarelo Distrófico”. Na Tabela 27 é apresentado as unidades pedológicas encontradas no município de Sapucaí-Mirim.



**Figura 31. Mapa Pedológico do município de Sapucaí-Mirim-MG.**

**Tabela 27. Unidades Pedológicas no município de Sapucaí-Mirim.**

Pedologia	Área (ha)	Área (%)
Cambissolo Háplico Distrófico	1.270,83	4,46
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	27.206,67	95,54
<b>TOTAL</b>	<b>28.477,50</b>	<b>100,00</b>



**Figura 32. Distribuição das unidades pedológicas no município de Sapucaí-Mirim-MG.**

As 2 (duas) unidades pedológicas encontradas no município de Sapucaí-Mirim-MG, são descritas a seguir.

#### **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 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 33 apresenta o perfil de um Latossolo Vermelho-Amarelo, característico do município de Sapucaí-Mirim-MG.



**Figura 33. Latossolo Vermelho Amarelo similar aos existentes no município de Sapucaí-Mirim-MG.**

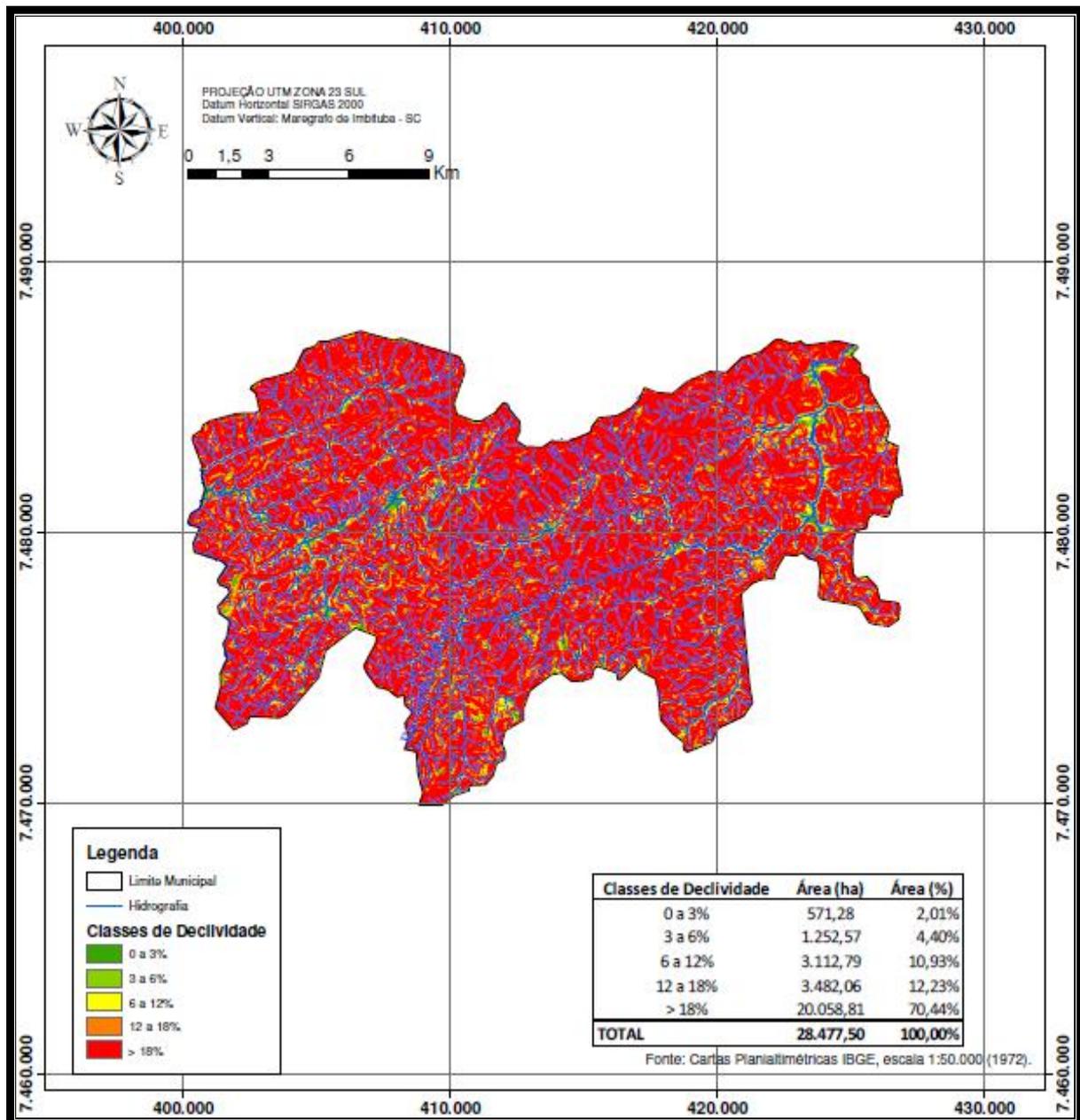
Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709  
Bairro Alto - Piracicaba - SP  
CEP 13416-901

email: [irrigart@irrigart.com.br](mailto:irrigart@irrigart.com.br)

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

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

O mapa de declividade do município de Sapucaí-Mirim é apresentado na Figura 34, gerado a partir do Modelo Digital do Terreno (MDT – **DESENHO 06.560/12**), utilizando as cartas topográficas do IBGE, escala 1:50.000.



**Figura 34. Mapa de declividade do município de Sapucaí-Mirim-MG.**

A Tabela 28 apresenta a quantificação das classes de declividade encontrada para o município de Sapucaí-Mirim-MG.

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

Classes de declividade	Área total (ha)	Área total (%)
0 a 3%	571,28	2,01
3 a 6%	1.252,57	4,40
6 a 12%	3.112,79	10,93
12 a 18%	3.482,06	12,23
> 18%	20.058,81	70,44
Total	28.477,50	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 18% somam mais de 70%. Esta constatação demonstra que a maioria das terras de Sapucaí-Mirim 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 **DESENHO 07.560/12**.

#### **4.3.6 Fragilidade Ambiental natural do meio físico terrestre**

O mapa de fragilidade ambiental do Município de Sapucaí-Mirim-MG 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 (quatro) 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.

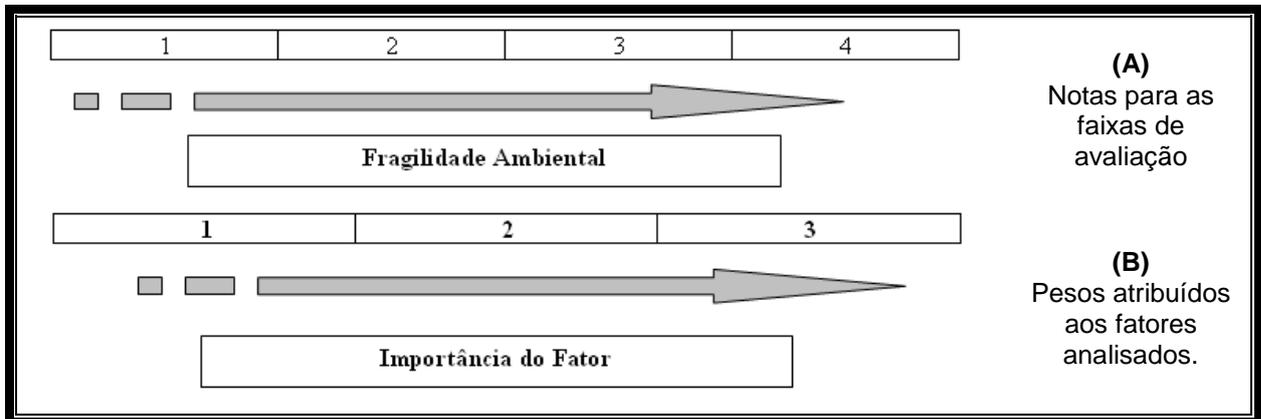
**Tabela 29. Critérios do meio físico considerados na elaboração da carta de fragilidade natural.**

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.	Latossolos	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
		Gnaisses, ortognaisses, orto migmatitos, migmatito e paragnaisses 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.**

<b>Critério</b>	<b>Peso Atribuído</b>	<b>Justificativa</b>
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.**

<b>Critério</b>	<b>Faixa de Avaliação</b>	<b>Nota Atribuída</b>	<b>Justificativa</b>
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
	Gnaise, ortognaise, orto migmatitos, migmatito e paragnaisses migmatizado	2	Rochas com grau médio de intemperização
	Suítes	3	Áreas com vários contatos de rochas distintas.
Pedologia	Latossolos	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 declividdade
	> 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, a Geologia, Formação Serra Geral, o Solo tipo Argissolo e Declividade de 7% terá uma fragilidade natural (FN) igual a 21 (grandeza adimensional), conforme apresentado na Tabela 32.

<b>Equação 2.</b>							
FN=	$\frac{2 \times 1}{\text{Fator Geomorfologia}}$	+	$\frac{1 \times 1}{\text{Fator Geologia}}$	+	$\frac{3 \times 2}{\text{Fator Pedologia}}$	+	$\frac{3 \times 3}{\text{Fator Declividade}}$

Onde,

**FN** = Fragilidade Natural do Meio Físico Terrestre.

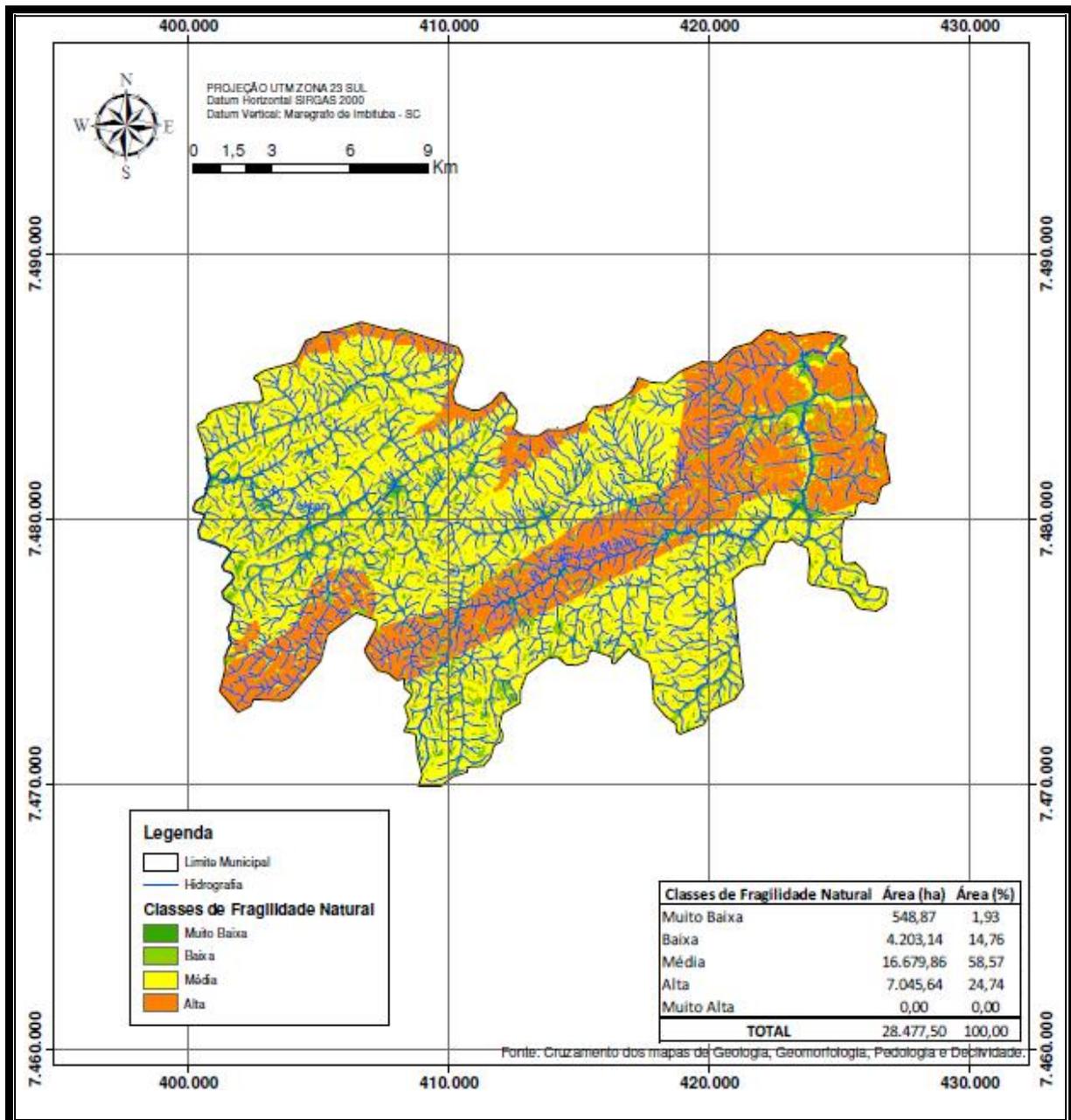
Para facilitar a compreensão, e manter o caráter quantitativo e qualitativo, foram estipuladas classes de fragilidade. Com as características encontradas na área em estudo, a fragilidade natural pode variar de 5 até 27, de acordo com as características das áreas. Este intervalo foi dividido em 5 classes,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

O Mapa de Fragilidade Ambiental Natural pode ser visto, em escala adequada, no **DESENHO 08.560/12**. A Tabela 33 apresenta a quantificação das classes de fragilidade natural encontrada para o município de Sapucaí-Mirim.

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

Classes de fragilidade	Área total (ha)	Área total (%)
Muito Baixo	548,87	1,93
Baixo	4.203,14	14,76
Médio	16.679,86	58,57
Alto	7.045,64	24,74
Muito Alto	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>28.477,50</b>	<b>100,00</b>

Analisando os dados da Tabela 33, nota-se que em grande parte do município (83,0%), a fragilidade natural do meio físico terrestre é de média a muito alta e 16,7% 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

##### 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.

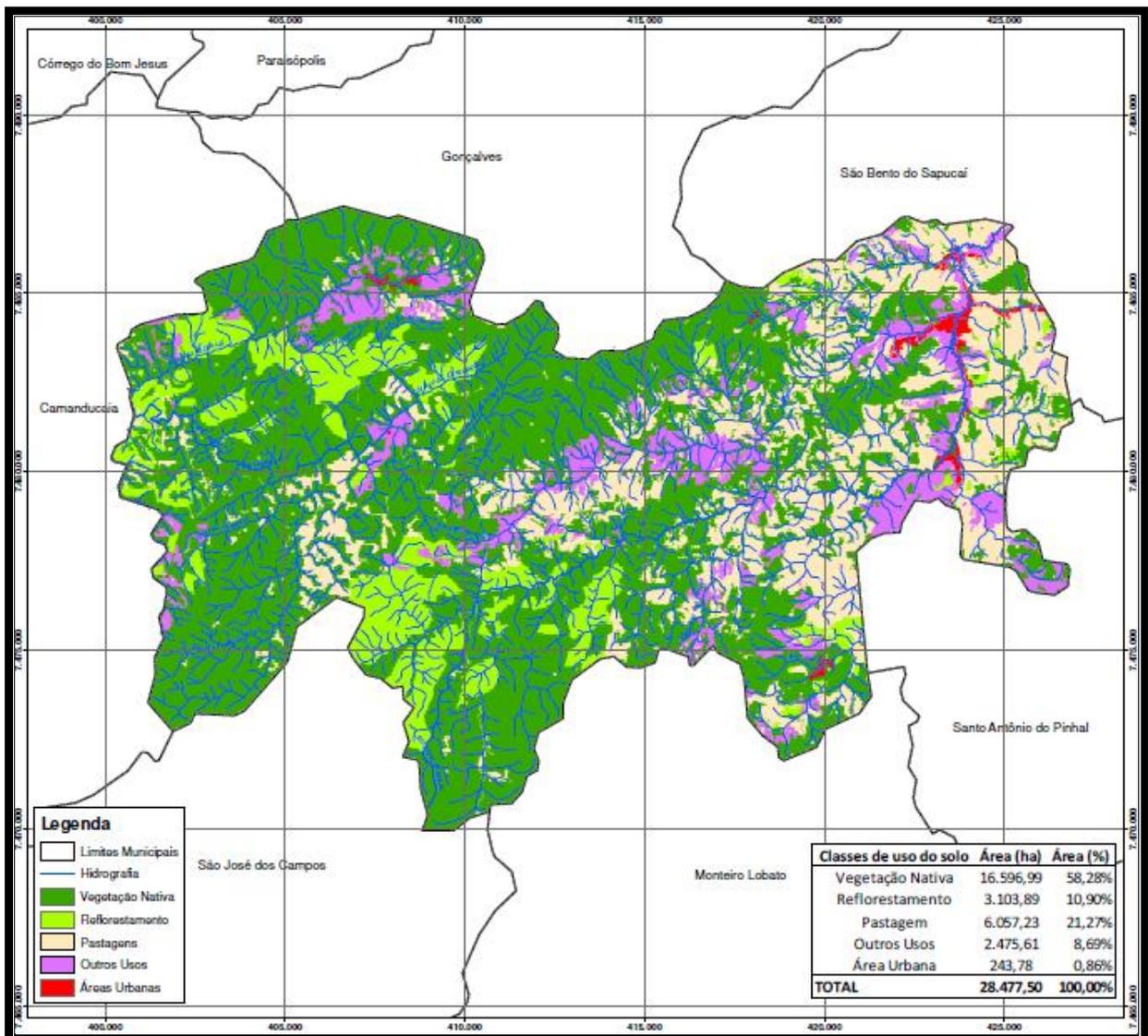
Com a segmentação realizada, exportou-se essa camada para o software ArcGIS. Neste, as regiões foram classificadas utilizando o método manual de interpretação dos alvos. Para isso, utilizou-se das imagens do satélite RapidEye, adquiridas para o projeto e do software Google Earth para checagem de áreas 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 Sapucaí-Mirim apresenta vegetação nativa em 16.596,99 ha ou 58,28 % da sua extensão territorial, seguido por áreas utilizadas como pastagem, ocupando 6.057,23 ha ou 21,27 % da sua área. As áreas de reflorestamentos somam 10,90 % de sua extensão territorial. Já a área urbana do município é de apenas 243,78 ha, o que correspondente a 0,86 % da sua área. Os outros usos somam 2.475,61 ha ou 8,69 % da área. A Figura 37 apresenta o mapa de uso do solo do município de Sapucaí-Mirim.



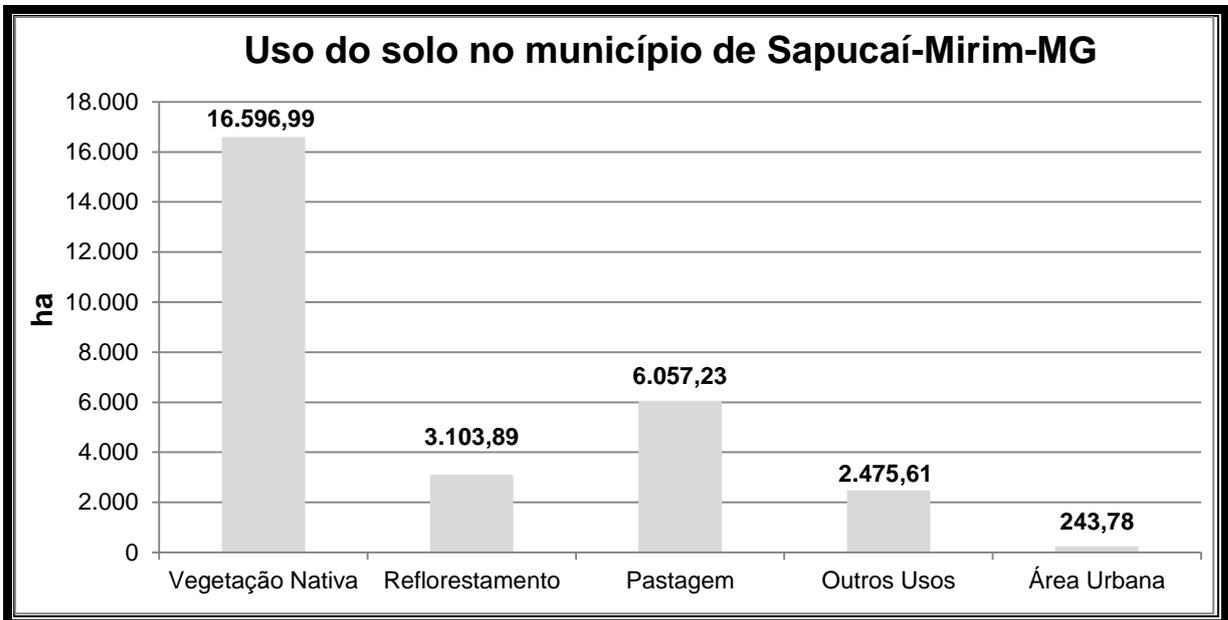
**Figura 37. Mapa com o uso do solo para o município de Sapucaí-Mirim.**

A Tabela 35 apresenta a quantificação do uso do solo para o município de Sapucaí-Mirim.

**Tabela 35. Uso do solo no município de Sapucaí-Mirim.**

Classes de uso do solo	Área (ha)	Área (%)
Vegetação Nativa	16.596,99	58,28
Reflorestamento	3.103,89	10,90
Pastagem	6.057,23	21,27
Outros Usos	2.475,61	8,69
Área Urbana	243,78	0,86
<b>TOTAL</b>	<b>28.477,50</b>	<b>100,00</b>

Os dados tecidos na Tabela 35 são apresentados na Figura 38 em forma de gráfico.



**Figura 38. Uso do solo no município de Sapucaí-Mirim.**

O Mapa de Uso do solo pode ser visto, em escala adequada, no **DESENHO 09.560/12**. A seguir são apresentados alguns exemplos de verdade terrestre encontrados nos trabalhos de campo.





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



**(C)** área ocupada com vegetação nativa.



**(D)** área destinada ao cultivo de hortaliças.



**Figura 39. Categorias de uso do solo encontradas em Sapucaí-Mirim.**

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

- As culturas classificadas em outros usos abrangem pequenas áreas de produção de batata, hortaliças, dentre outras.

- 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 Sapucaí-Mirim.

#### **4.3.7.3 Uso do solo nas Áreas de Preservação 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, Presidência 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 Sapucaí-Mirim com a delimitação das Áreas de Preservação Permanente - APP, temos o uso do solo nas APP's, conforme apresentado na Figura 40.

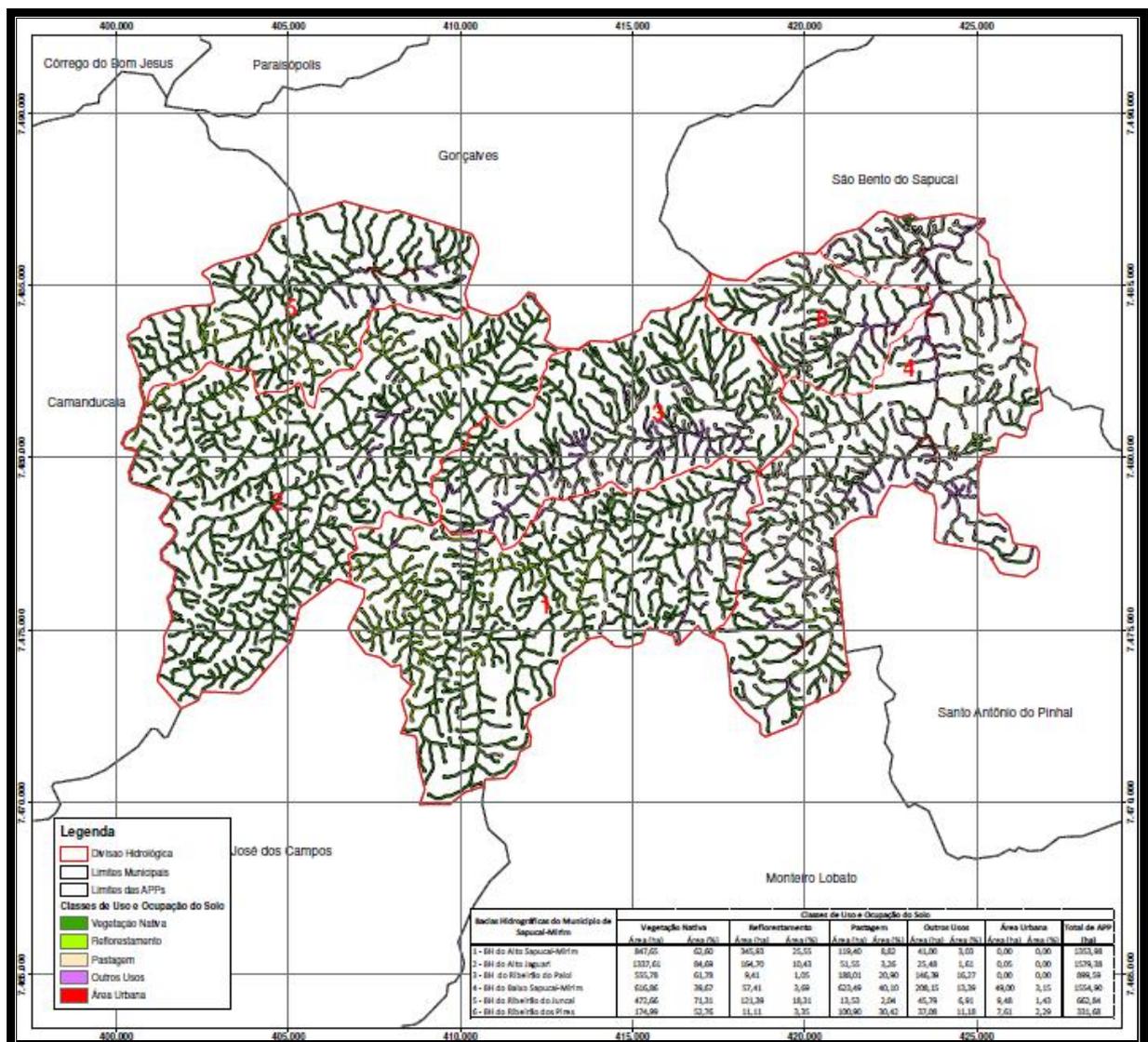


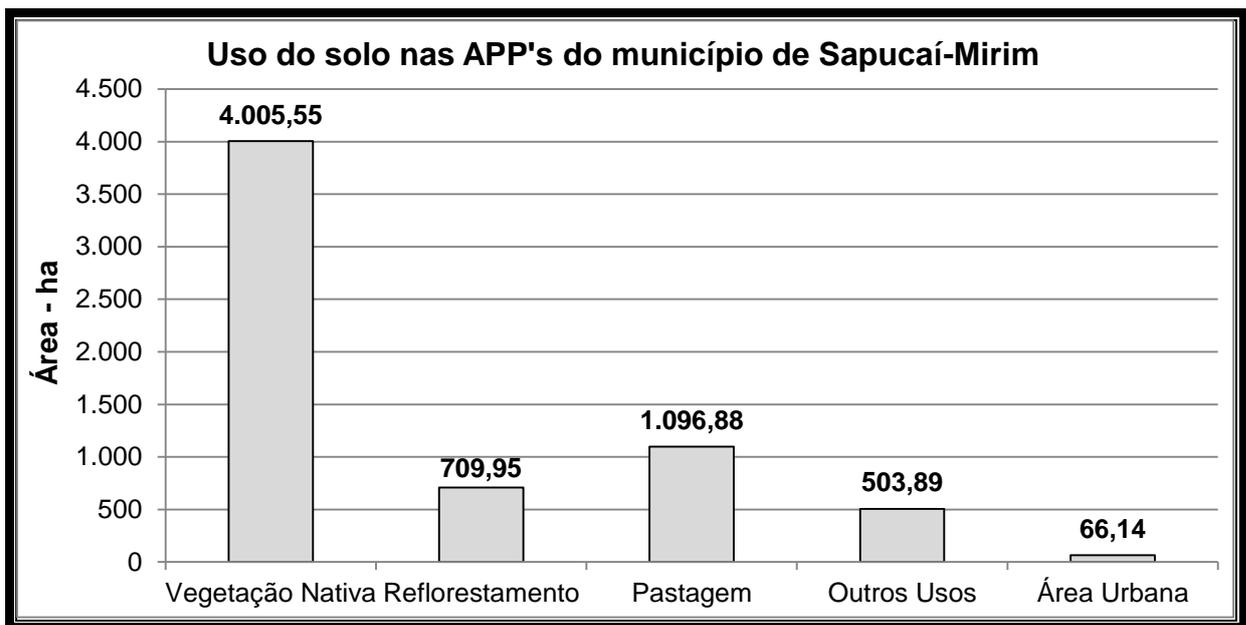
Figura 40. Mapa com o uso do solo nas APP's do município de Sapucaí-Mirim.

A Tabela 36 apresenta a quantificação do uso do solo nas APP's do município de Sapucaí-Mirim.

**Tabela 36. Uso do solo nas APP's do município de Sapucaí-Mirim.**

Classes de uso do solo nas APP's	Área (ha)	Área (%)
Vegetação Nativa	4.005,55	62,76%
Reflorestamento	709,95	11,12%
Pastagem	1.096,88	17,19%
Outros Usos	503,89	7,89%
Área Urbana	66,14	1,04%
<b>TOTAL</b>	<b>6.382,41</b>	<b>100,00%</b>

Os dados tecidos na Tabela 36 são apresentados na Figura 41 em forma de gráfico.



**Figura 41. Uso do solo nas APP's do município de Sapucaí-Mirim.**

O Mapa de Uso nas APP's, pode ser visto, em escala adequada, no **DESENHO 10.560/12**.

#### 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.

No mapa de fragilidade potencial, o uso do solo (ação antrópica) é adicionado ao modelo de tal forma a entender não só o meio natural, mas, sim, o meio para um determinado uso que o homem faz dele.

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 excessão da época da colheita, onde o solo fica desprotegido – Nota 0,80.

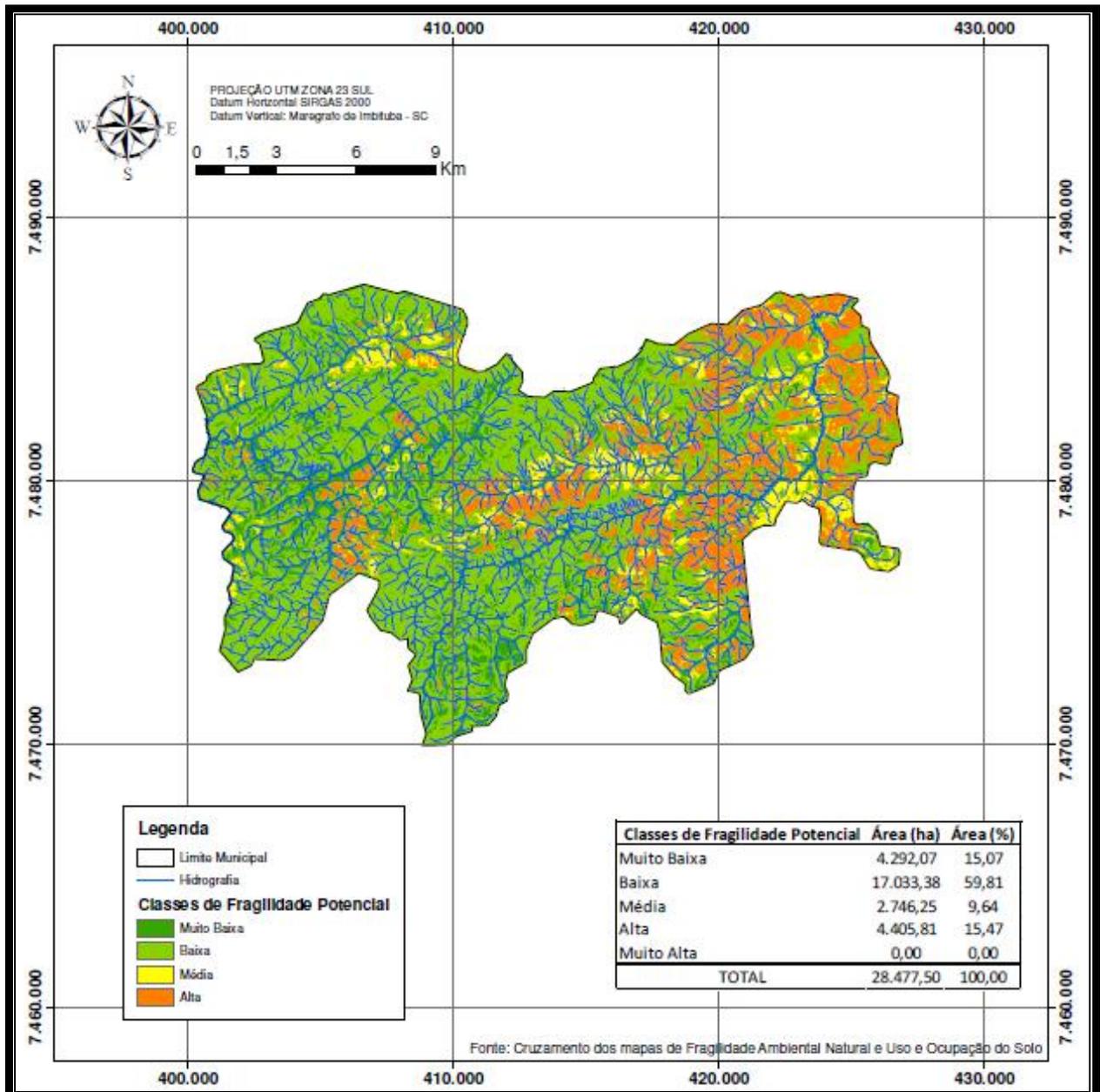
**Pastagem:** os pastos existentes são, em geral, bastante extensivos, isto é, não empregam muita tecnologia ao processo e, tampouco, práticas conservacionistas de solo. – NOTA 1,1.

**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 42 apresenta os resultados do mapa de fragilidade potencial. Este mesmo mapa pode ser visualizado em escala adequada, no **DESENHO 11.560/12**.



**Figura 42. Mapa de Fragilidade Potencial do meio físico terrestre do município de Sapucaí-Mirim.**

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	
	ha	%
Muito Baixo	4.292,07	15,07
Baixo	17.033,38	59,81
Médio	2.746,25	9,64
Alto	4.405,81	15,47
Muito Alto	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>28.477,50</b>	<b>100,00</b>

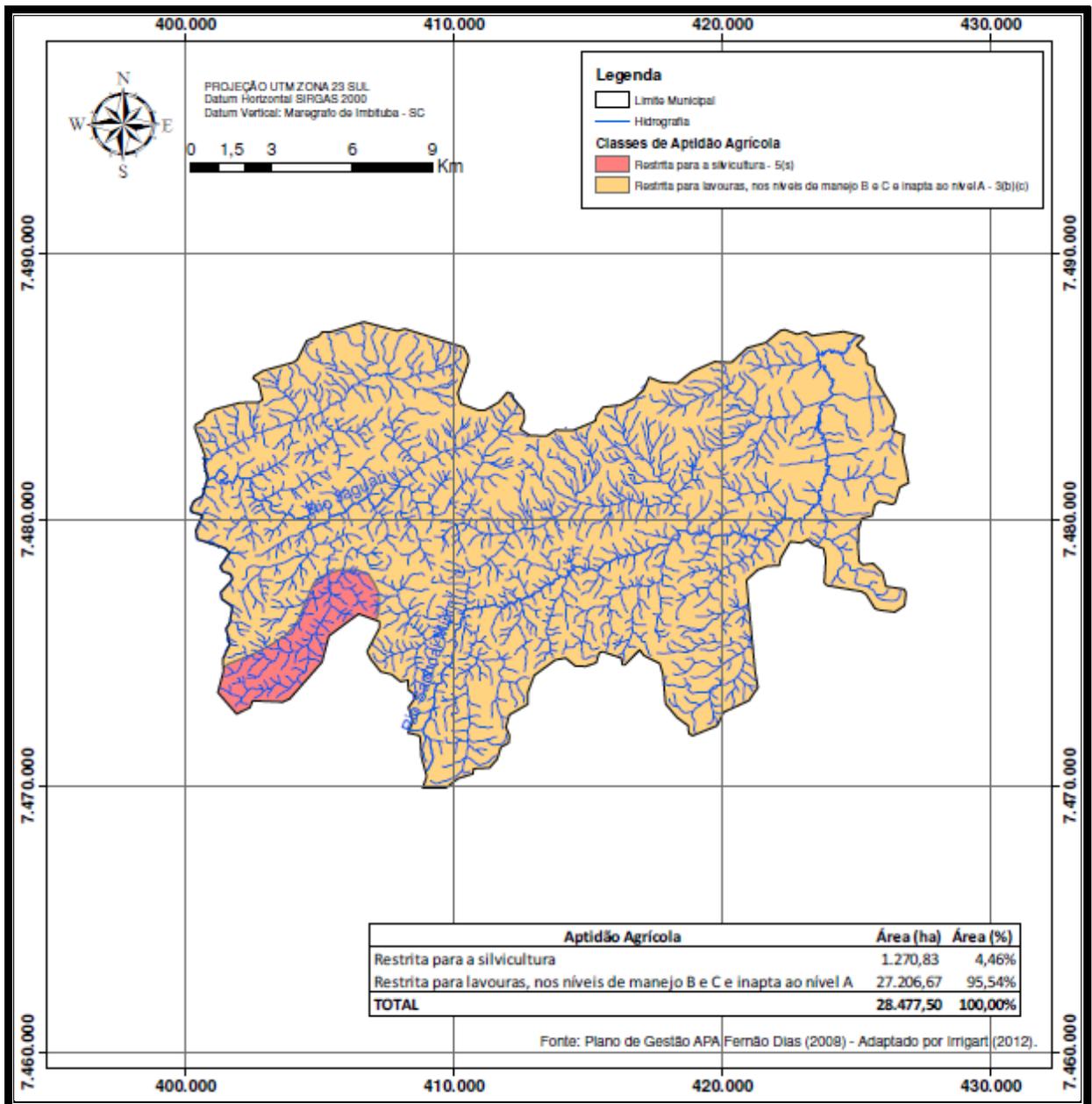
Através da comparação dos valores apresentados na Tabela 33 (Classes de Fragilidade Natural) com os valores apresentados na Tabela 37, pode-se concluir que, no geral, a forma de utilização do solo nas bacias hidrográficas não prejudica sua fragilidade ambiental natural e, justamente pelo contrário, contribui 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 Sapucaí-Mirim foi baseado nos estudos do Plano de Gestão da APA Fernão Dias. A Figura 43 apresenta este mapeamento para o município. Este mapa pode ser observado em escala adequada no **DESENHO 14.560/12**. Os dados também estão quantificados na Tabela 38.

**Tabela 38. Distribuição das Classes de Aptidão Agrícola.**

Classes de Aptidão Agrícola	Área (ha)	Área (%)
3 (b)(c) - Restrita para lavouras, nos níveis de manejo B e C e inapta para A	27.206,67	95,54
5 (S) - Restrita para a silvicultura	1.270,83	4,46
<b>TOTAL</b>	<b>28.477,50</b>	<b>100,00</b>



**Figura 43. Mapa de Aptidão Agrícola do município de Sapucaí-Mirim-MG.**

Analisando os dados apresentados na Figura 43, nota-se que a maior parte da área do município (95,54%) enquadra-se na classe 3 (b)(c), classificadas como Restrita para lavouras, nos níveis de manejo B e C e inapta para A. O restante da área é classificada como Restrita para a silvicultura.

#### 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 Sapucaí-Mirim. 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 respostas 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 Mingoti (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**

Onde:

**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**

Onde:

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

A utilização da USLE, seja ela completa (Equação 3) 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.

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

#### 4.3.10.3 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).

$$R = 67,355 * \left( \frac{r^2}{p} \right)^{0,85} \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

**R**= média mensal do índice de erosão ( $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ );

**r**= precipitação média mensal (mm);

**p**= precipitação média anual (mm).

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

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 Distrófico	0,0130
Cambissolo Háplico	0,0437

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

#### 4.3.10.5 Cálculo dos fatores comprimento de rampa (L) e grau 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.

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

Onde:

$L_{i,j}$  = 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.

$$S = 0,00654 \cdot s^2 + 0,0456 \cdot s + 0,065 \quad \text{Equação 7}$$

Onde:

$S$  = fator de declividade (adimensional); e

$s$  = 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  $\Phi$  apresentados na Tabela 41.

**Tabela 41. Fatores C e P considerados na USLE.**

Classe de uso e ocupação do solo	Fator C	Fator P	$\Phi$
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  $\Phi$  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 44 apresenta o mapa de PNE, obtido através da aplicação da USLE em sua forma modificada (Equação 4).

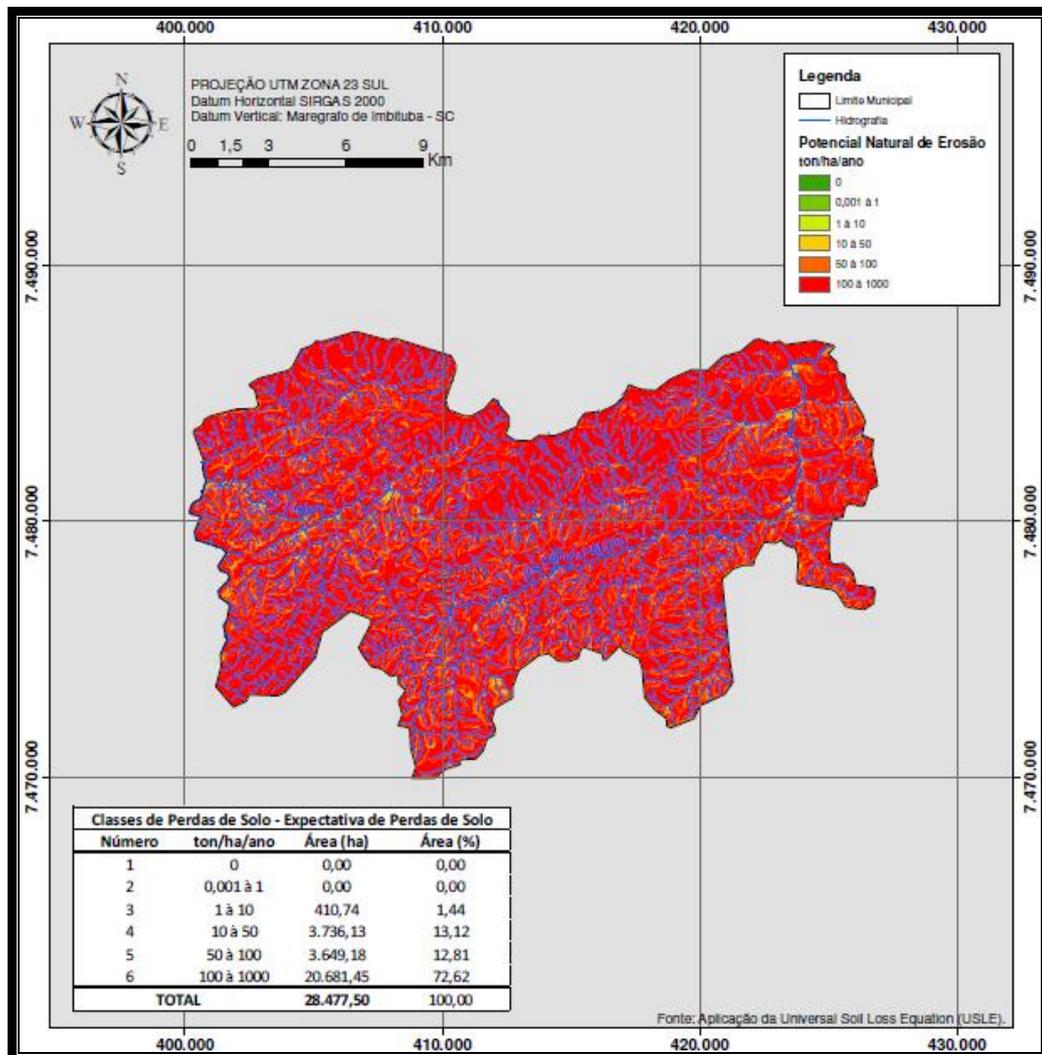


Figura 44. Mapa do Potencial Natural de Erosão no município de Sapucaí-Mirim-MG.

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 Figura 45 apresenta o mapa de EPS para o município de Sapucaí-Mirim.

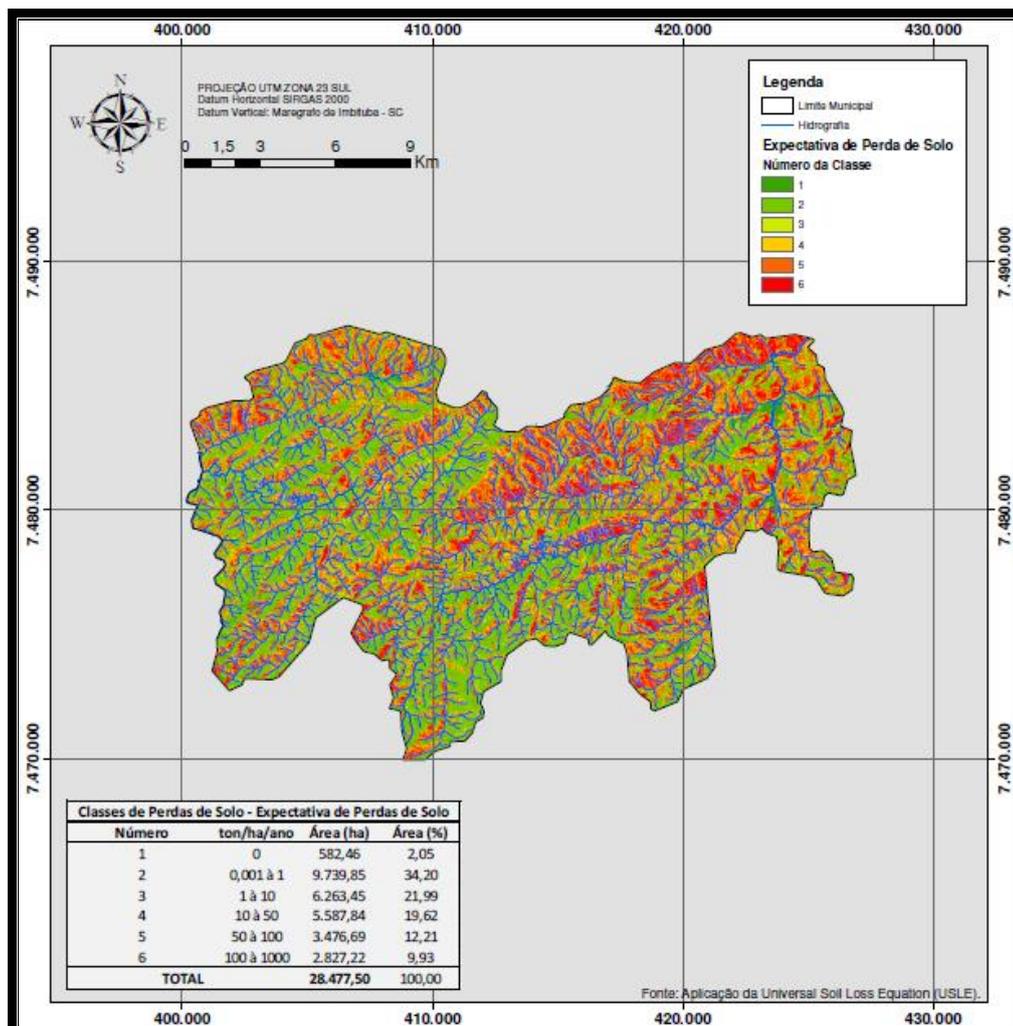
O conhecimento do efeito da variação no uso da terra sobre o movimento de sedimentos e água em bacias hidrográficas é muito importante para a tomada de decisões no meio agrícola, possibilitando a escolha pelo uso mais apropriado para a realidade de cada área e o emprego de técnicas de manejo específicas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



**Figura 45. Mapa da Expectativa da Produção de Sedimentos na área do município de Sapucaí-Mirim.**

#### 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 ideia 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 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 consequências negativas para mastofauna, sendo justo, por essa razão, que uma série de cuidados devem ser 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

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: [irrigart@irrigart.com.br](mailto:irrigart@irrigart.com.br)

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

(*Amazona vinacea*), sabiá-cica (*Tricharia 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*).

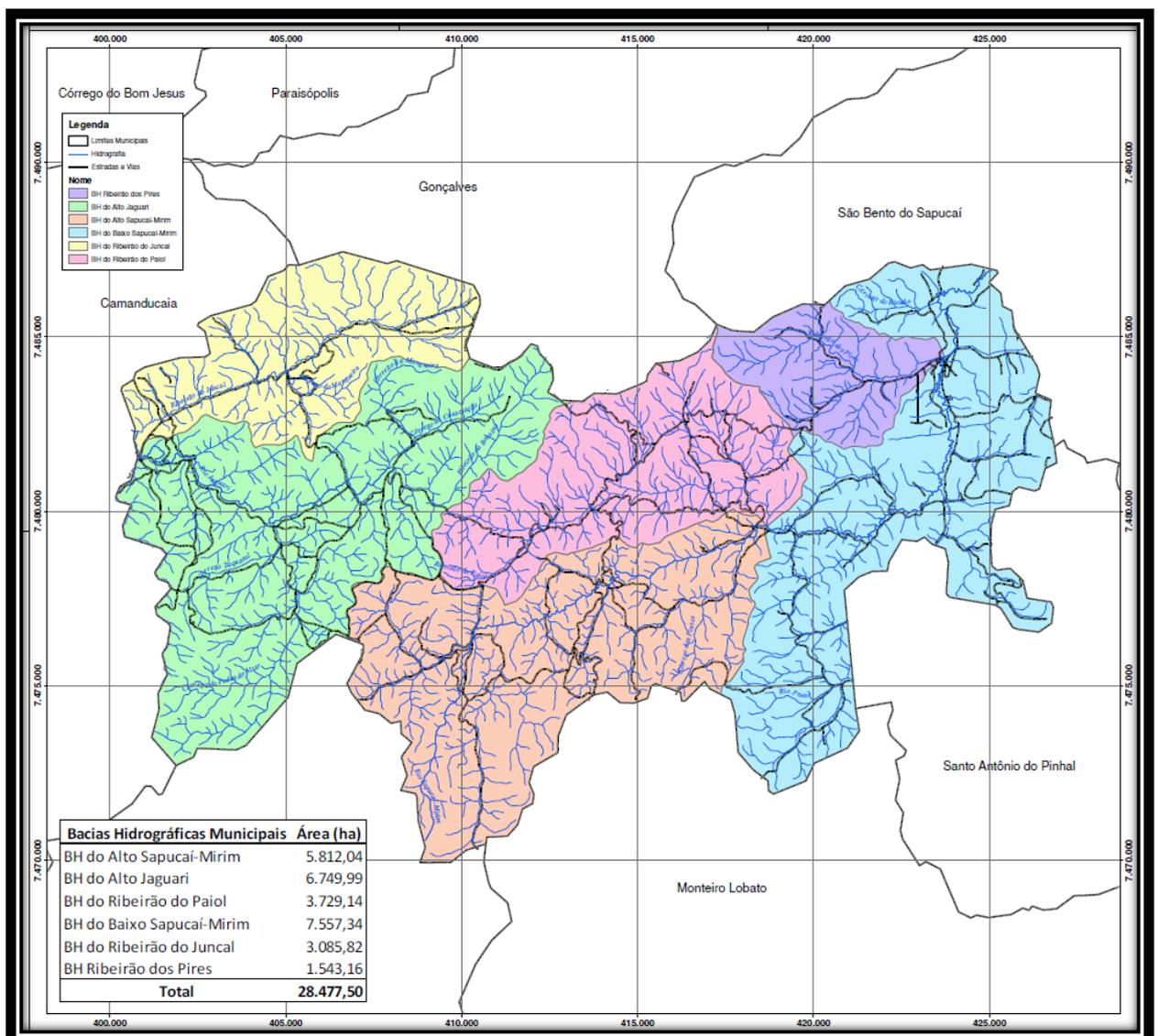
A ictiofauna da bacia apresenta-se em um estado homogêneo de desgaste. Mesmo não tendo sido feito um levantamento rigoroso das espécies de peixes, o número de espécies encontradas, de indivíduos por espécies, de indivíduos por ponto e as espécies em si estão abaixo do esperado.

## 5 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO ATUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

Neste tópico do trabalho, os estudos são direcionados para as Bacias Hidrográficas existentes no município, que são apresentadas e diagnosticadas a seguir:

### 5.1 Apresentação das bacias hidrográficas

O município de Sapucaí-Mirim foi dividido em 06 Bacias Hidrográficas, conforme apresentado na Tabela 42 e ilustrada na Figura 46. O mapa em escala compatível com a interpretação pode ser observado no **DESENHO 02.560/12**.



**Figura 46. Mapa da divisão hidrológica do município de Sapucaí-Mirim-MG.**

**Tabela 42. Bacias Hidrográficas do município de Sapucaí-Mirim.**

Bacias Hidrográficas Municipais	Área (ha)
BH do Alto Sapucaí-Mirim	6.145,03
BH do Alto Jaguari	7.136,68
BH do Ribeirão do Paiol	3.942,80
BH do Baixo Sapucaí-Mirim	6.358,80
BH do Ribeirão do Juncal	3.262,62
BH Ribeirão dos Pires	1.631,57
Total	28.477,50

### 5.1.1 Nascentes e APP's.

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.

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 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 Sapucaí-Mirim, chegou-se a alguns números:

- O município de Sapucaí-Mirim possui aproximadamente 950 km lineares de cursos d'água.
- O município de Sapucaí-Mirim possui (mapeados na escala 1:50.000) cerca de 1.214 nascentes, ou um índice de 4,26 nascentes por km<sup>2</sup>.
- A área de preservação permanente inserida no município de Sapucaí-Mirim soma aproximadamente 6.400 ha, ou cerca de 21% do território.

**Tabela 43. Síntese dos dados de comprimento do talvegue e nascentes nas bacias hidrográficas existentes no município de Sapucaí-Mirim.**

ID	Nome	AD (ha)	Comprimento do Talvegue (km)	Nascentes (Nº Nascentes)
1	BH do Alto Sapucaí-Mirim	6.145,03	211,33	284
2	BH do Alto Jaguari	7.136,68	247,12	342
3	BH do Ribeirão do Paiol	3.942,80	141,07	177
4	BH do Baixo Sapucaí-Mirim	6.358,80	192,67	232
5	BH do Ribeirão do Juncal	3.262,62	104,98	120
6	BH Ribeirão dos Pires	1.631,57	52,55	59
<b>Total</b>		<b>28.477,50</b>	<b>949,72</b>	<b>1214</b>

As informações apresentadas na Tabela 43 estão sintetizadas na Figura 47 e na Figura 48. 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 Alto Jaguari. Já em relação ao número de nascentes, a Bacia do Alto Jaguari apresentou o maior número de nascentes (342), seguido do Alto Sapucaí-Mirim (284).

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 (nº Nascentes por km<sup>2</sup>): 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.

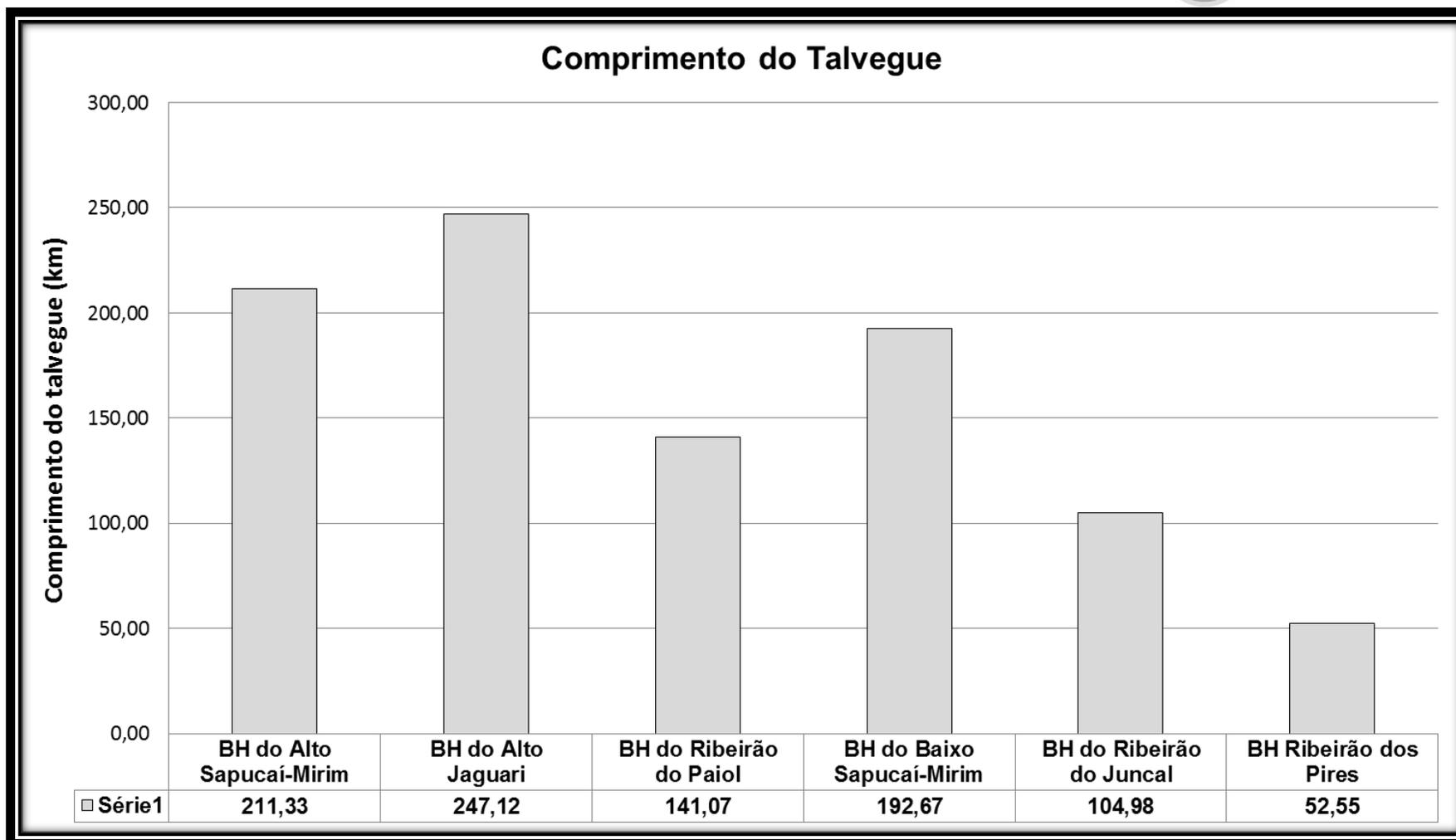
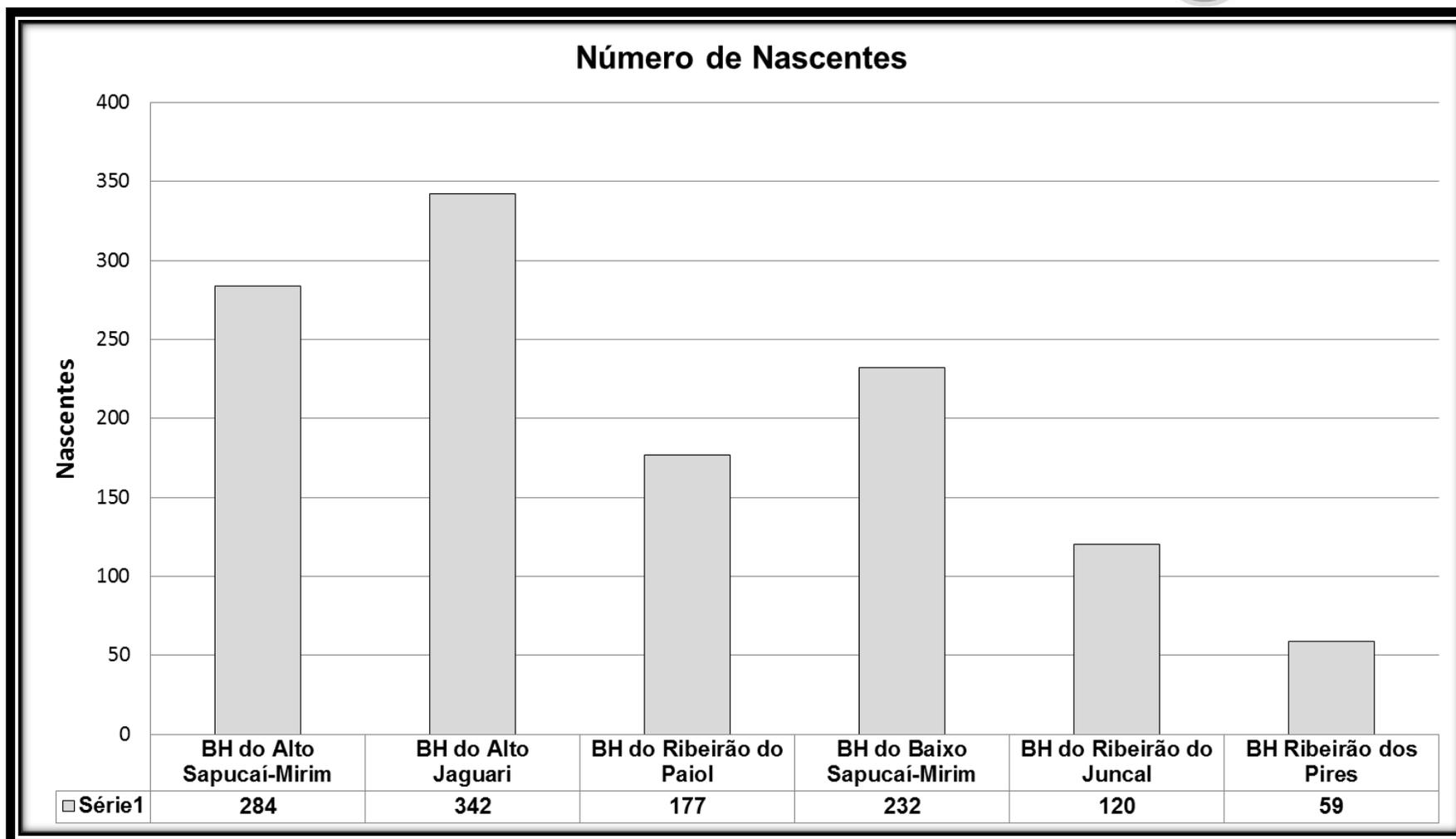


Figura 47. Comprimento de talvegue das Bacias Hidrográficas, em km.

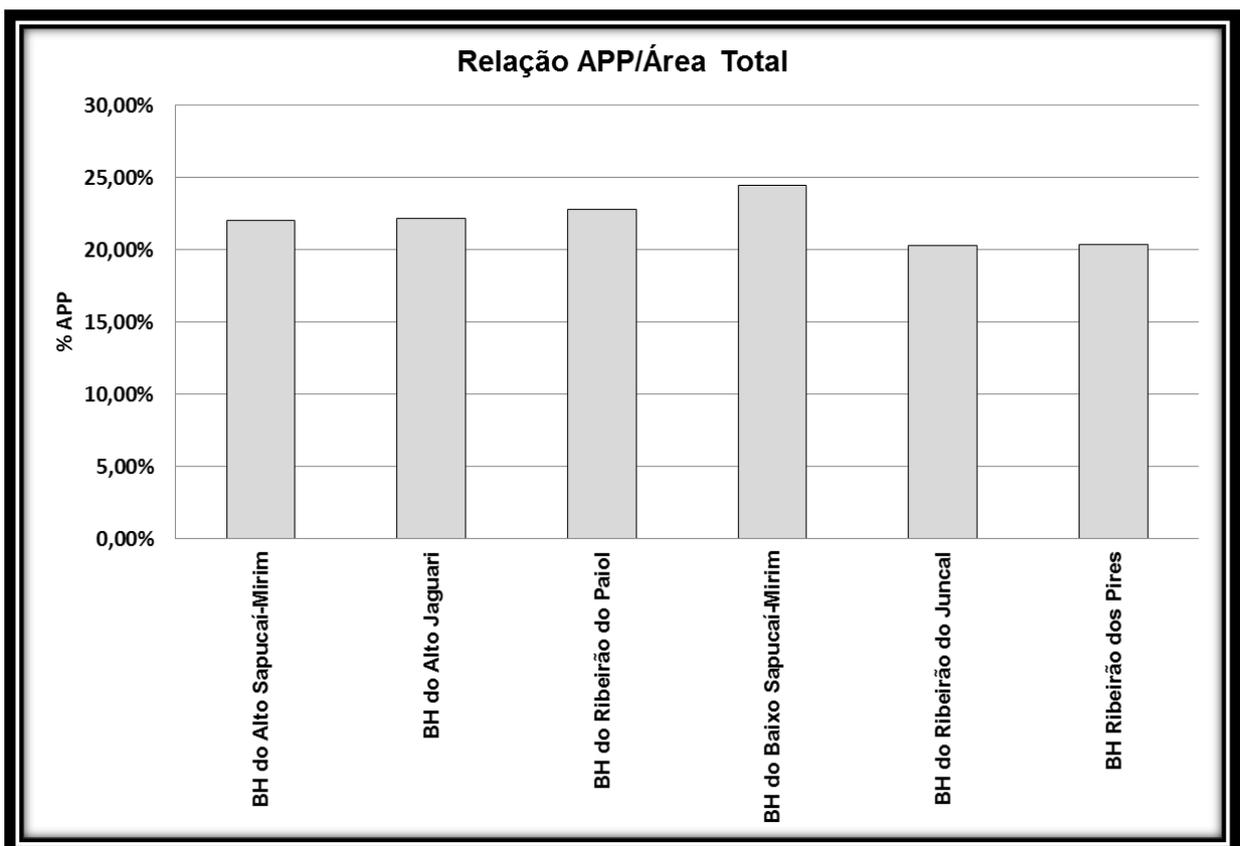


**Figura 48. Número de nascentes nas Bacias Hidrográficas.**

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 49.

**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 do Alto Sapucaí-Mirim	6.145,03	1353,98	22,03%
2	BH do Alto Jaguari	7.136,68	1579,38	22,13%
3	BH do Ribeirão do Paiol	3.942,80	899,59	22,82%
4	BH do Baixo Sapucaí-Mirim	6.358,80	1554,90	24,45%
5	BH do Ribeirão do Juncal	3.262,62	662,84	20,32%
6	BH Ribeirão dos Pires	1.631,57	331,68	20,33%
Total		28.477,50	6382,37	22,41%



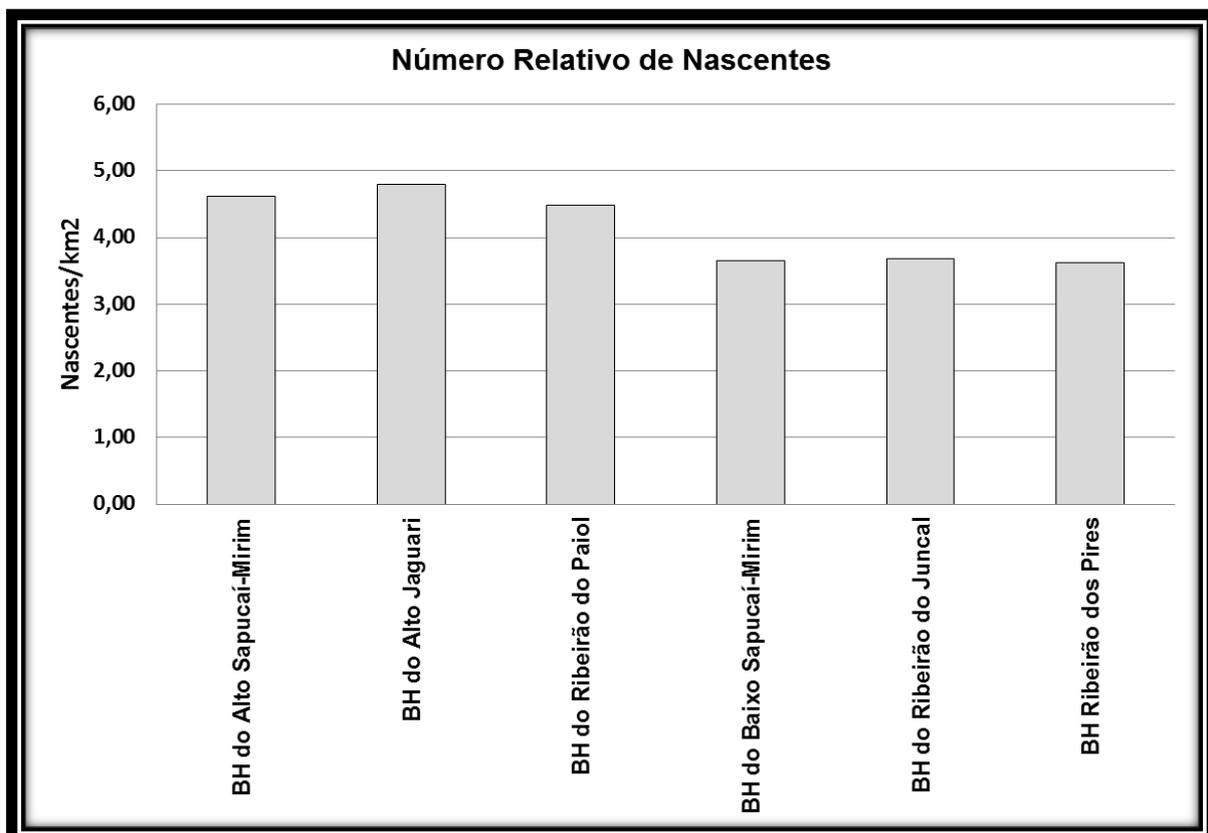
**Figura 49. Relação de áreas de APP x Área Total.**

Em termos relativos, a comportamento da bacas hidrográficas em relação às APP's é bastante similar, variando entre 20 e 24,5 % da área.

A Figura 49 apresenta a relativização do número de nascentes, através do número específico de nascentes, conforme apresentado na Tabela 45.

**Tabela 45. Número relativo de nascentes no município de Sapucaí-Mirim.**

ID	Nome	Nascentes no município	Total de nascentes na BH (nº/km <sup>2</sup> )
1	BH do Alto Sapucaí-Mirim	284	4,62
2	BH do Alto Jaguari	342	4,79
3	BH do Ribeirão do Paiol	177	4,49
4	BH do Baixo Sapucaí-Mirim	232	3,65
5	BH do Ribeirão do Juncal	120	3,68
6	BH Ribeirão dos Pires	59	3,62



**Figura 50. Numero relativo de nascentes no município de Sapucaí-Mirim.**

Em termos relativos, as bacias hidrográficas que apresentam a maior quantidade de nascente, são as bacias do Alto Jaguari e do Alto 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 4,26 nascentes/km<sup>2</sup>.

### 5.1.2 Índices Fisiográficos da Bacia

Na Tabela 46 são apresentados os principais índices fisiográficos das bacias hidrográficas. As bacias hidrográficas estudadas apresentam um Fator de Forma que varia de 0,29 a 0,56, um coeficiente de compacidade que varia de 1,27 a 1,81 e uma densidade de drenagem variando de 2,41 a 3,57 km/km<sup>2</sup>.

**Tabela 46. Principais índices fisiográficos das bacias hidrográficas.**

ID	Bacia	AD	P. Bacia <sup>(1)</sup>	Comprimento (km)	Índices Fisiográficos da Bacia		
			(km)		KF	KC	DD <sup>(6)</sup>
		(ha)	(km)	L.Axial <sup>(2)</sup>	-3	-4	(km.km <sup>-2</sup> )
1	BH do Alto Sapucaí-Mirim	6.145,03	43	26,32	0,29598	1,5474	3,4390561
2	BH do Alto Jaguari	7.136,68	50,3567	15,83	0,28939	1,681524	3,4626551
3	BH do Ribeirão do Paiol	3.942,80	32,227	12,98	0,38571	1,447813	3,5779142
4	BH do Baixo Sapucaí-Mirim	6.358,80	57,44	15,95	0,34615	1,812705	2,4112896
5	BH do Ribeirão do Juncal	3.262,62	30,47	13,6	0,40688	1,504819	3,2176594
6	BH Ribeirão dos Pires	1.631,57	18,3000	8,0800	0,56061	1,278037	3,2208241

<sup>(1)</sup> P.Bacia – Perímetro da bacia; <sup>(2)</sup> L.Axial – Comprimento Axial do Talvegue; <sup>(3)</sup> KF – fator de forma; <sup>(4)</sup> KC – índice de compacidade da bacia; <sup>(5)</sup> Ext. Média – extensão média do escoamento superficial na bacia até a seção em estudo; <sup>(6)</sup> DD – Densidade de drenagem.

## 5.2 Uso do Solo por bacia hidrográfica

Neste capítulo, os dados relativos ao uso do solo no município de Sapucaí-Mirim, 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 seis bacias hidrográficas existentes no município, conforme apresentado.

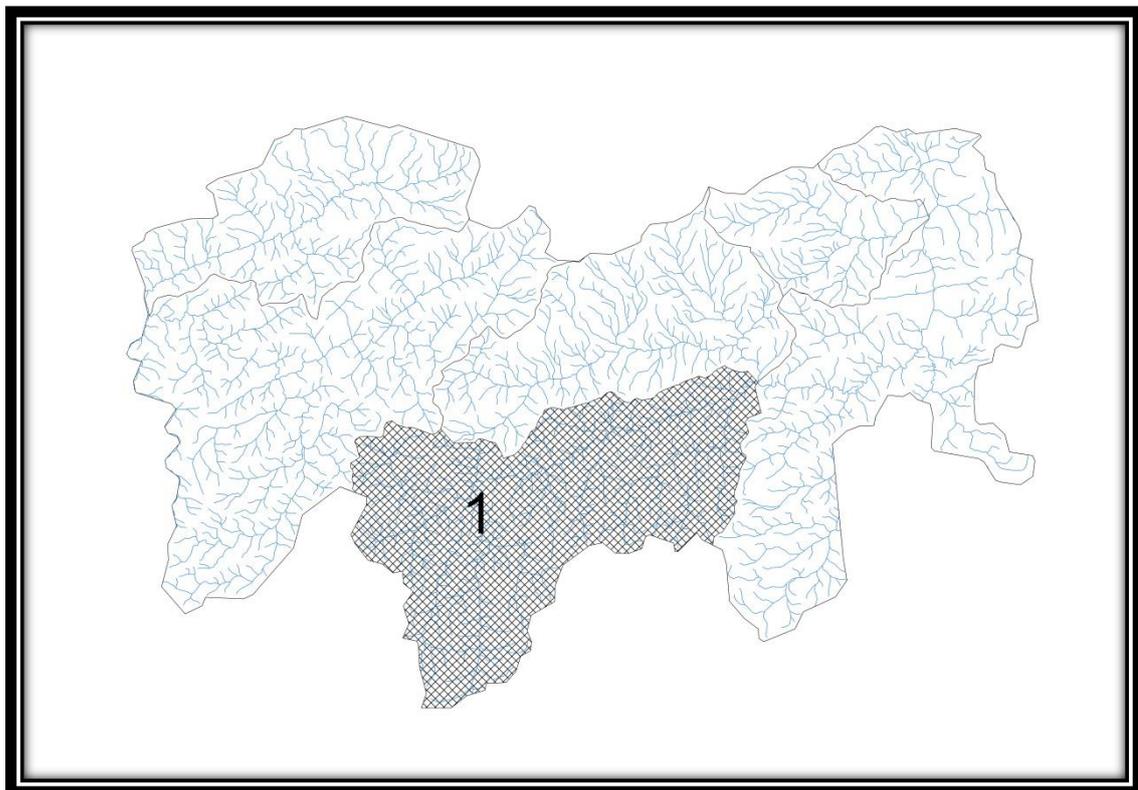
### 5.2.1 Uso e Ocupação do solo na sub-bacia do Alto Sapucaí Mirim

A sub-bacia do Alto Sapucaí Mirim está localizada na região sul do município de Sapucaí Mirim (vide Figura 51). Esta sub-bacia abrange a nascente do rio Sapucaí Mirim e

alguns afluentes, entre eles, o córrego das Posses. Os índices de uso e ocupação do solo da sub-bacia estão descritos na Tabela 47.

**Tabela 47. Uso do solo na sub-bacia do Alto Sapucaí Mirim.**

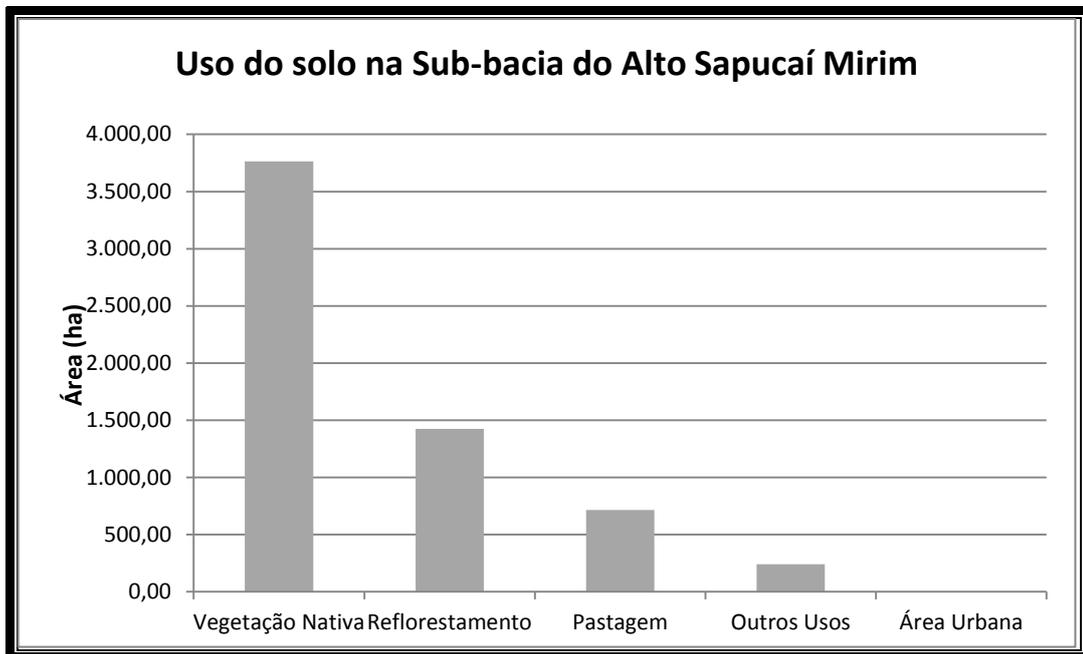
Sub-bacia	Alto Sapucaí Mirim			
	Área total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	6.145,03		1.353,93	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	3.764,98	61,27	847,65	62,60
Reflorestamento	1.423,96	23,17	345,93	25,55
Pastagem	714,37	11,63	119,40	8,82
Outros Usos	241,72	3,93	41,00	3,03
Área Urbana	0,00	0,00	0,00	0,00



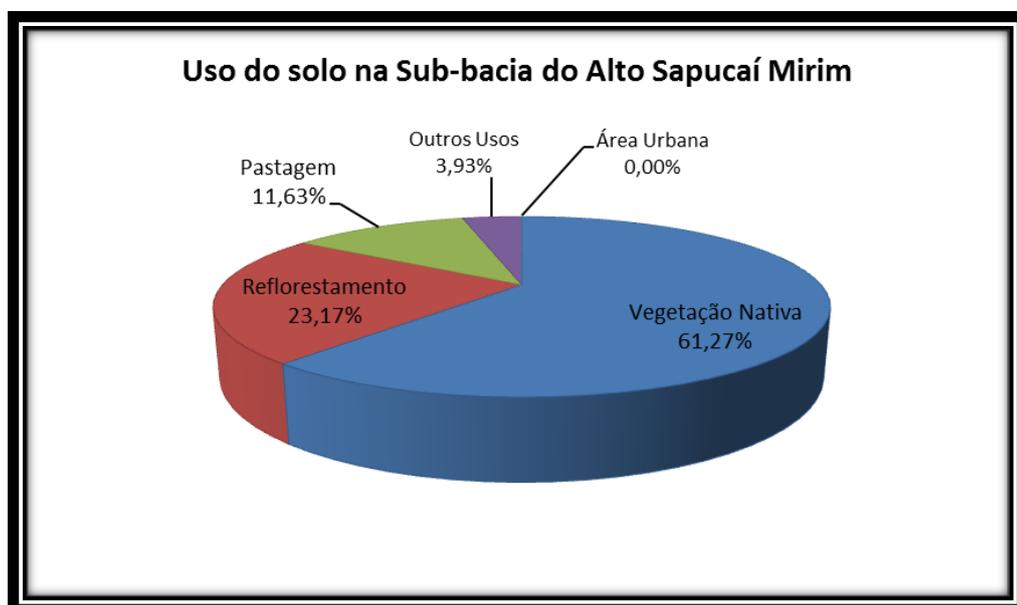
**Figura 51. Localização da bacia hidrográfica do Alto Sapucaí-Mirim em relação ao município de Sapucaí-Mirim.**

Como se nota na Tabela 47, esta bacia hidrográfica não possui nenhuma parcela de área de ocupação urbana. A ocupação predominante nesta bacia é a vegetação nativa, que representa 61,27%, seguida de áreas de reflorestamento (23,17%). As áreas de pastagem ocupam 11,63% e outros usos, 3,93%.

A Figura 52 e a Figura 53 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.



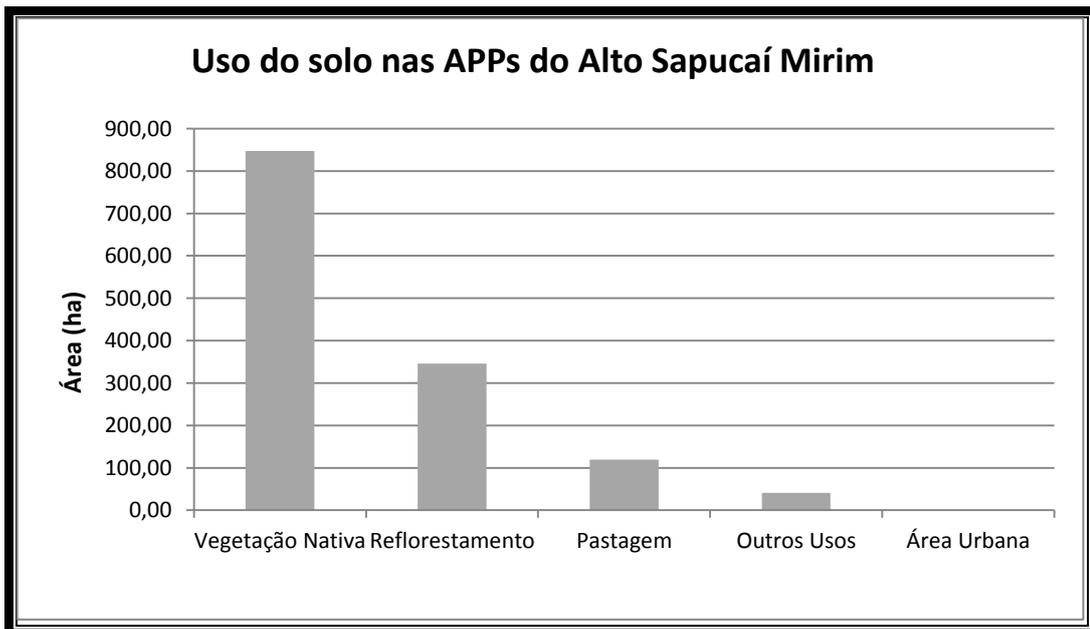
**Figura 52. Uso do solo na sub-bacia Alto Sapucaí Mirim**



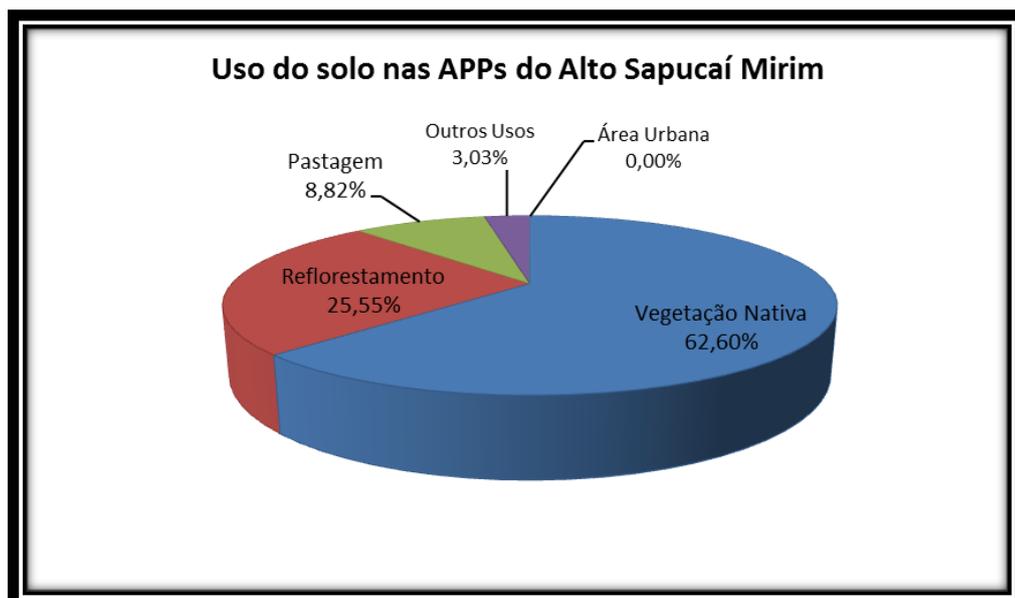
**Figura 53. Distribuição relativa do uso do solo na sub-bacia Alto Sapucaí Mirim**

Os dados apresentados na Figura 53 demonstram que as áreas de vegetação nativa representam 62,60% da APP total, seguida por áreas de reflorestamento, que ocupam 25,55% da APP desta bacia. As áreas de pastagem ocupam 8,82% da APP da bacia e outros usos 3,03%.

Pode-se dizer que a bacia está em bom estado de conservação. A vegetação nativa é um dos principais indicadores a ser considerado 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, deve ser cuidadosamente considerada na avaliação da qualidade ambiental”. (NUCCI, 2001, p.61). A Figura 54 e a Figura 55 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.



**Figura 54 Uso do solo nas APPs Alto Sapucaí Mirim**



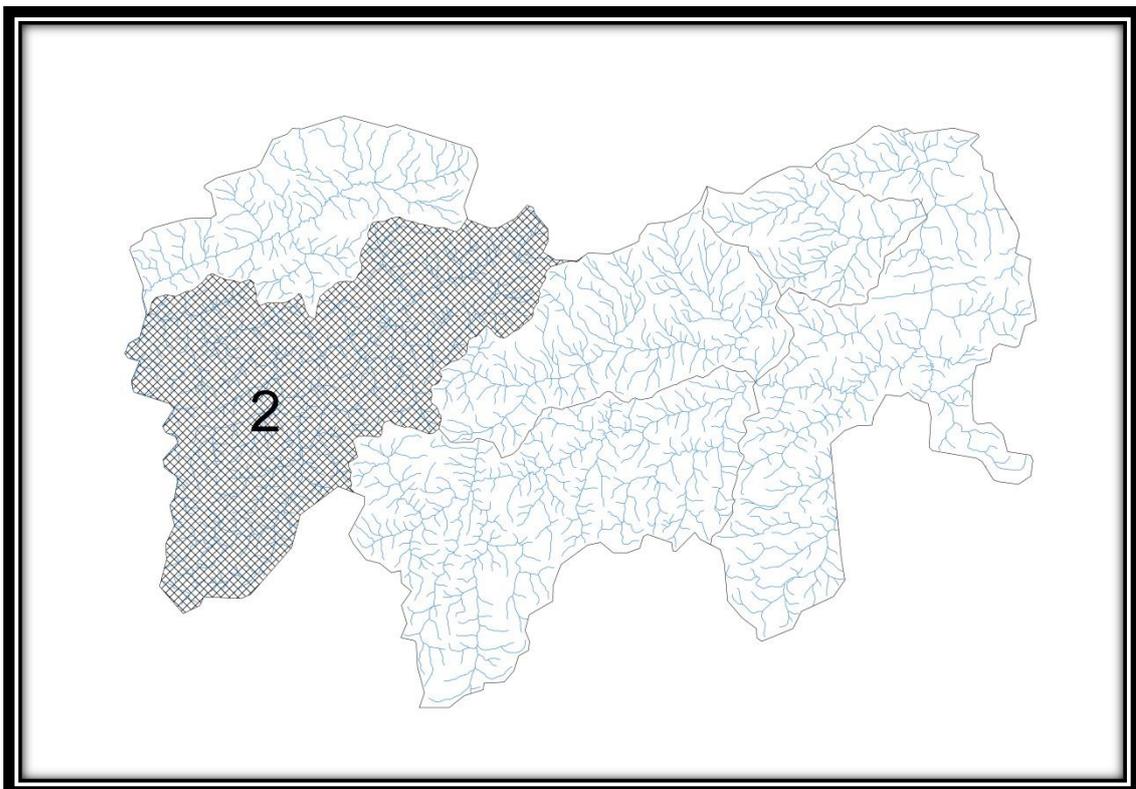
**Figura 55 Uso do solo nas APPs Alto Sapucaí Mirim**

### 5.2.2 Uso e Ocupação do solo na sub-bacia do Alto Jaguari

A sub-bacia do Alto Jaguari se situa na região oeste do município de Sapucaí Mirim (vide Figura 56). Essa sub-bacia abrange as nascentes do rio Jaguari e afluentes, como o córrego Taquaral, córrego da Mangueira, córrego da Consolação e ribeirão da Bocaina. Os índices de uso e ocupação do solo da sub-bacia estão descritos na Tabela 48.

**Tabela 48. Uso do solo na sub-bacia do Alto Jaguari.**

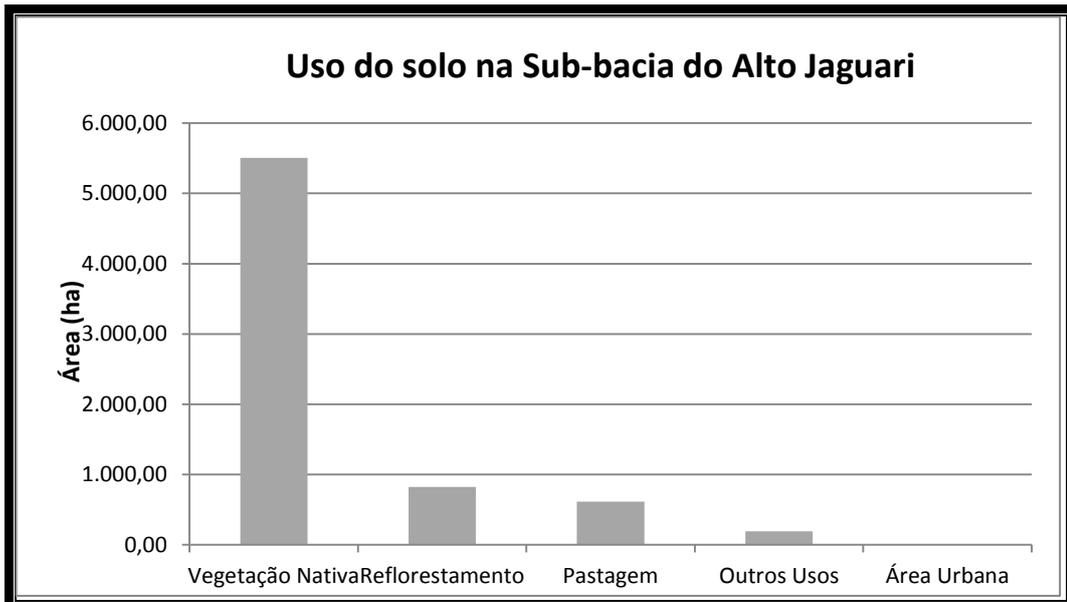
Sub-bacia	Alto Jaguari			
	Área total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	7.136,68		1.579,38	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	5.504,98	77,14	1.337,61	84,69
Reflorestamento	822,82	11,53	164,70	10,43
Pastagem	613,53	8,60	51,55	3,26
Outros Usos	194,30	2,72	25,48	1,61
Área Urbana	1,06	0,01	0,05	0,00



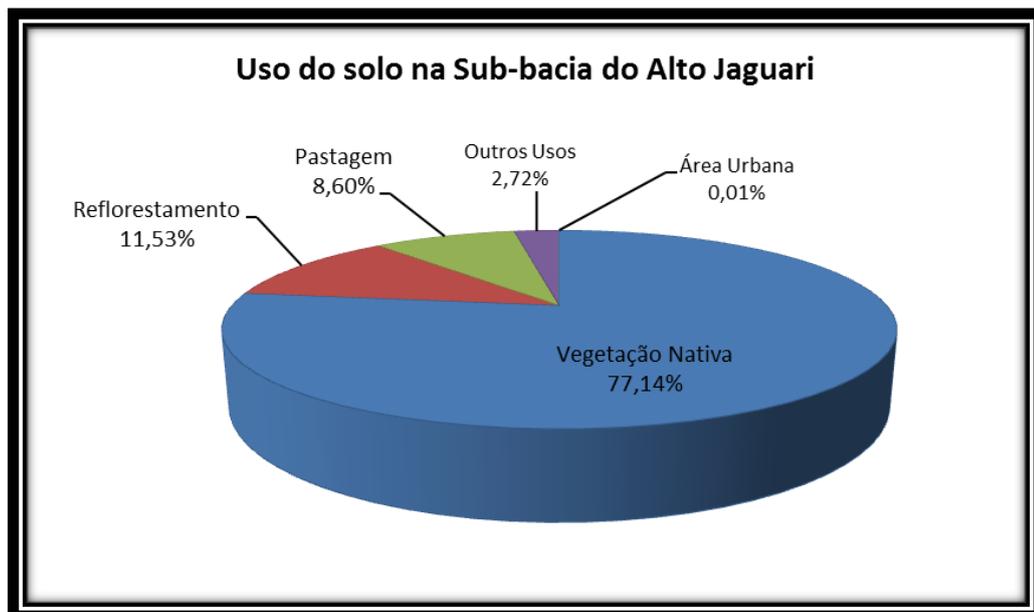
**Figura 56. Localização da bacia hidrográfica do Alto Jaguari em relação ao município de Sapucaí-Mirim.**

Observa-se na Tabela 48 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a vegetação nativa (77,14%), seguido por reflorestamento (11,53%). O percentual de pastagem é de 8,60% e uma pequena parcela representa a ocupação por outros usos e área urbana, 2,72% e 0,01%, respectivamente.

A Figura 57 e a Figura 58 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.



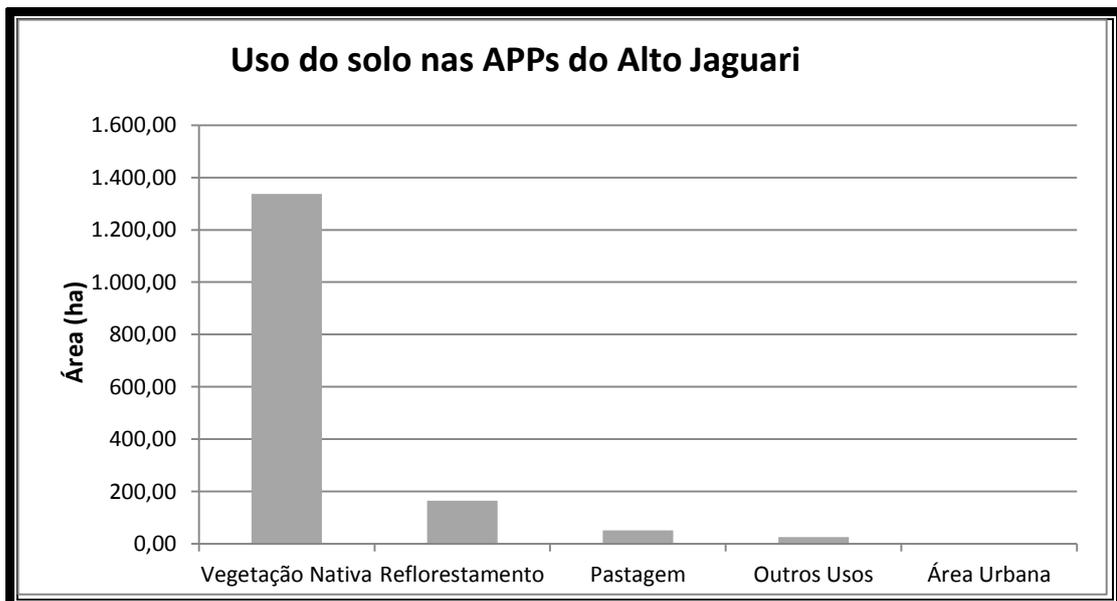
**Figura 57. Uso do solo na sub-bacia do Alto Jaguari**



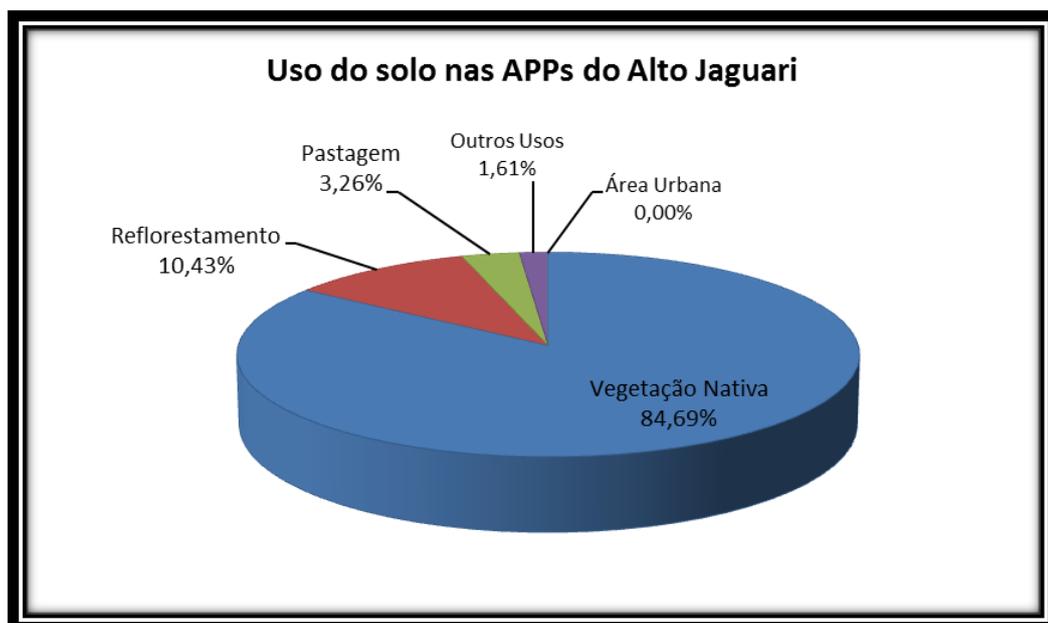
**Figura 58. Distribuição relativa do uso do solo na sub-bacia do Alto Jaguari**

Os dados apresentados na Tabela 48 demonstra que as áreas de vegetação nativa representam 84,69% da APP total, seguida por áreas de reflorestamento, que ocupam 10,43% da APP desta bacia. As áreas de pastagem ocupam 3,26% da APP da bacia e outros usos, apenas 1,61%. Não há ocupação de área urbana na APP dessa sub-bacia. Pode-se dizer que a bacia está em bom estado de conservação, pois aproximadamente 95% é ocupada por áreas de vegetação nativa e reflorestamento.

A Figura 59 e a Figura 60 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.

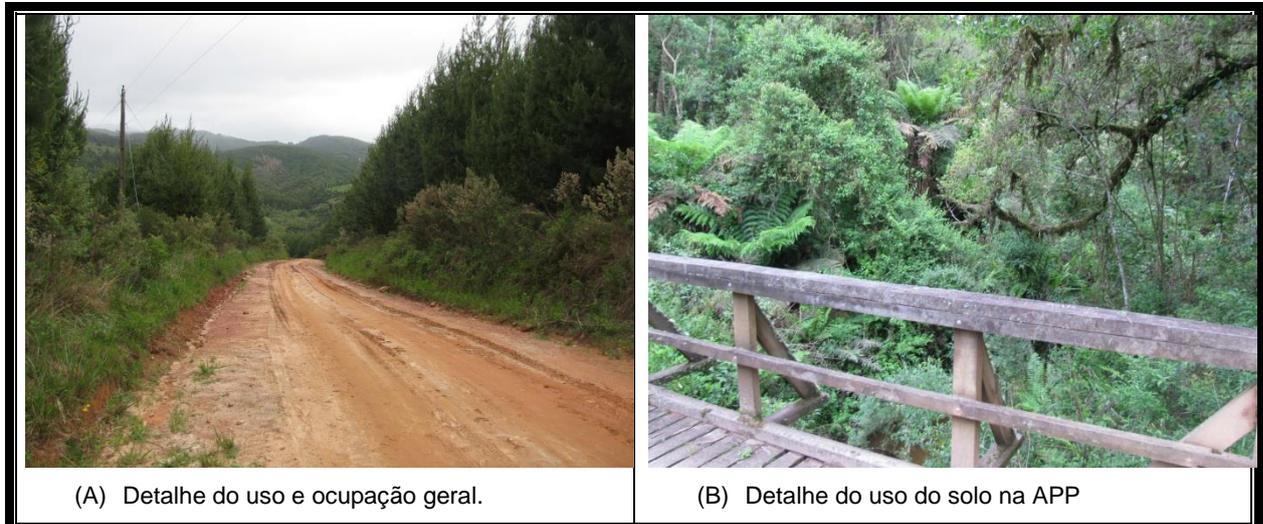


**Figura 59. Uso do solo nas APPs do Alto Jaguari**



**Figura 60. Uso do solo nas APPs do Alto Jaguari**

A Figura 65 apresenta a documentação fotográfica registrada na Bacia do Alto Jaguari.



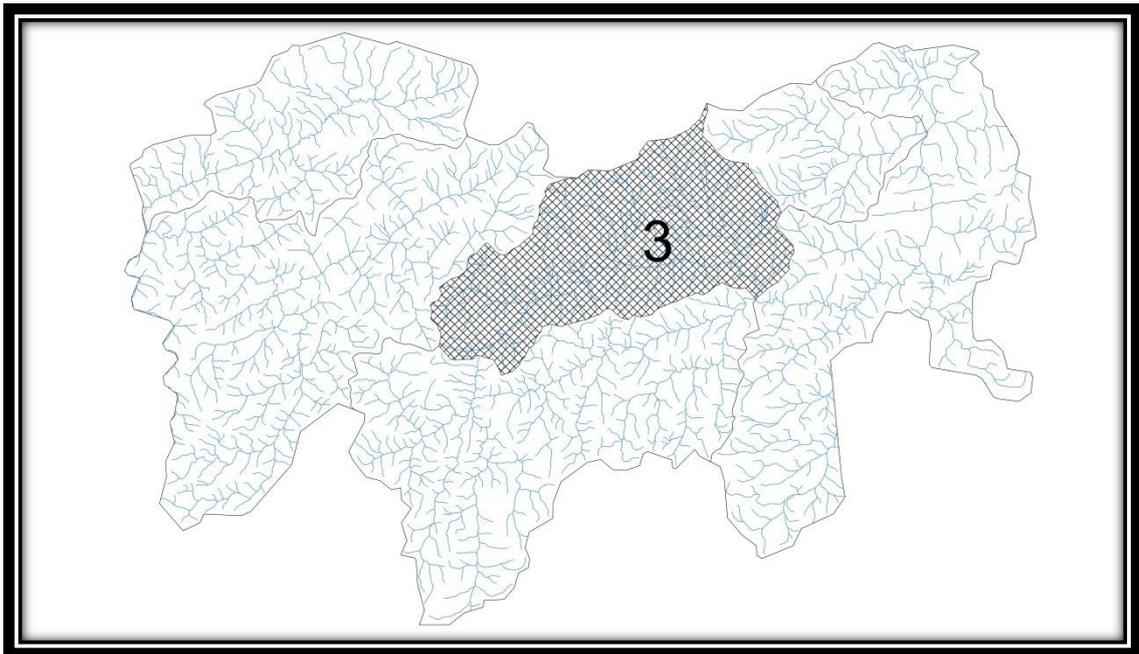
**Figura 61. Exemplos de uso do solo na bacia do Alto Jaguari.**

### 5.2.3 Uso e Ocupação do solo na sub-bacia do ribeirão do Paiol

A sub-bacia do ribeirão do Paiol se situa na região norte do município de Sapucaí Mirim (vide Figura 62), e é formada por afluentes das margens esquerda do Sapucaí Mirim. Os índices de uso e ocupação do solo da sub-bacia estão descritos na Tabela 49.

**Tabela 49 Uso do solo na sub-bacia do ribeirão do Paiol.**

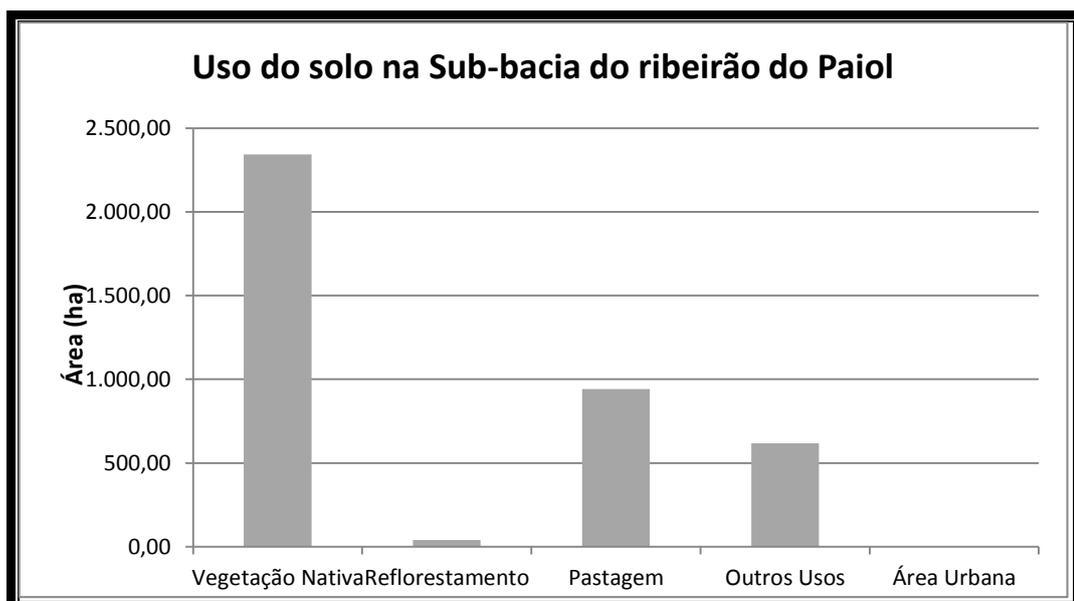
Sub-bacia	Ribeirão do Paiol			
	Área total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	3.942,80		899,59	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	2.343,71	59,44	555,78	61,78
Reflorestamento	40,27	1,02	9,41	1,05
Pastagem	941,74	23,88	188,01	20,90
Outros Usos	617,08	15,65	146,39	16,27
Área Urbana	0,00	0,00	0,00	0,00



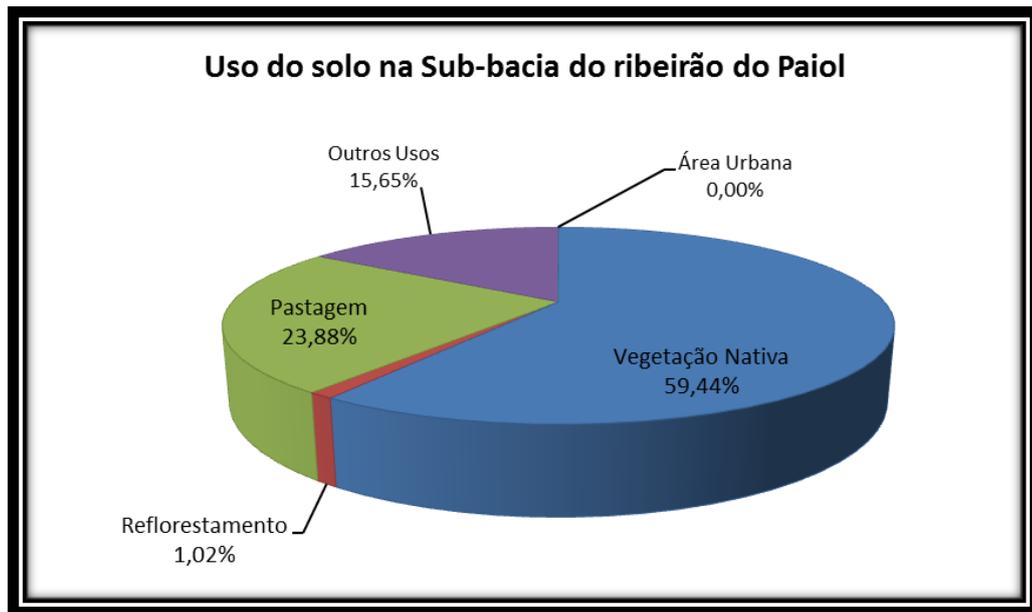
**Figura 62. Localização da bacia hidrográfica do ribeirão do Paiol em relação ao município de Sapucaí-Mirim.**

Observa-se na Tabela 49 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a vegetação nativa (59,44%), seguido por áreas de pastagem (23,88%). A ocupação por outros usos é de 18,38% e uma pequena parcela representa a ocupação por área de reflorestamento (1,02%). Nesta sub-bacia não há ocupação por área urbana.

A Figura 63 e a Figura 64 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

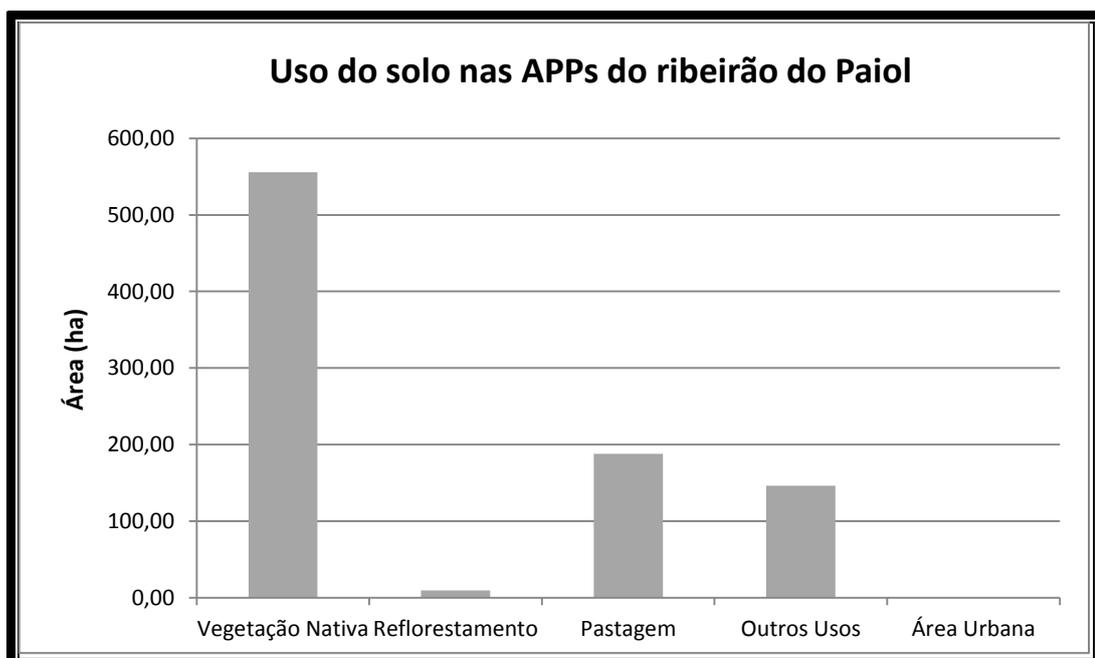


**Figura 63 Uso do solo na sub-bacia do ribeirão do Paiol**

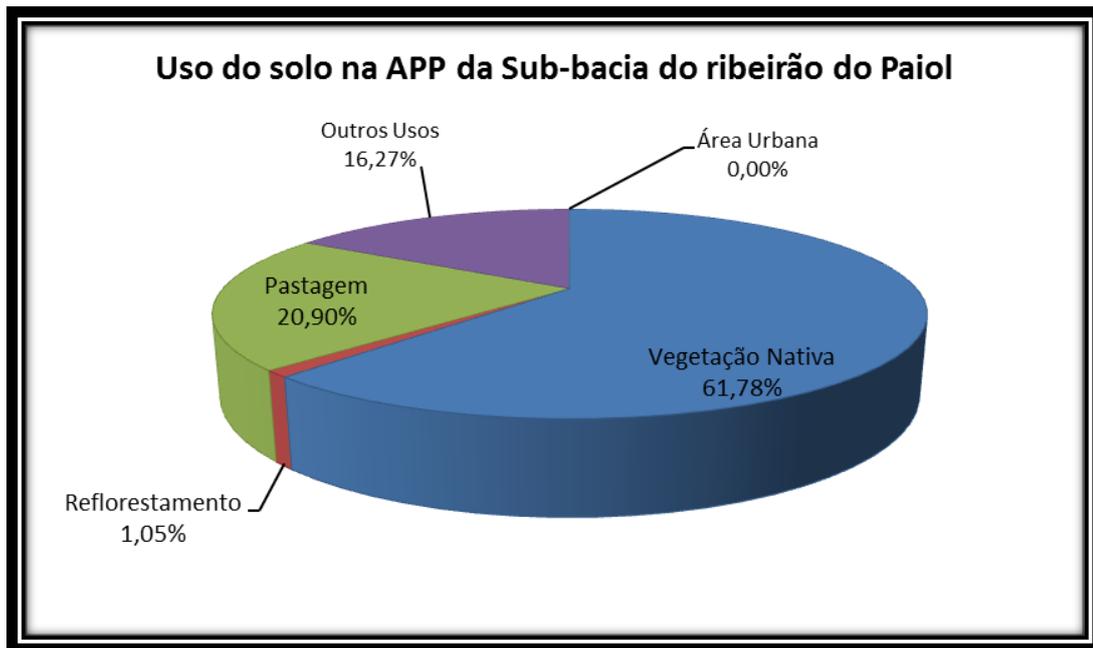


**Figura 64 Distribuição relativa do uso do solo na sub-bacia do ribeirão do Paiol**

Os dados apresentados na Tabela 49 demonstra que nas APPs, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 61,78% das áreas totais, seguida por áreas de pastagem, que ocupam 20,90% da APP desta bacia. As áreas de outros usos ocupam 16,27% da APP da bacia e áreas de reflorestamento apenas 1,05%. Não há ocupação por área urbana na APP desta sub-bacia. A Figura 65 e a Figura 66 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.



**Figura 65 Uso do solo nas APPs do ribeirão do Paiol**



**Figura 66 Uso do solo nas APPs do ribeirão do Paiol**

A Figura 67 apresenta a documentação fotográfica registrada na Bacia do Ribeirão do Paiol.



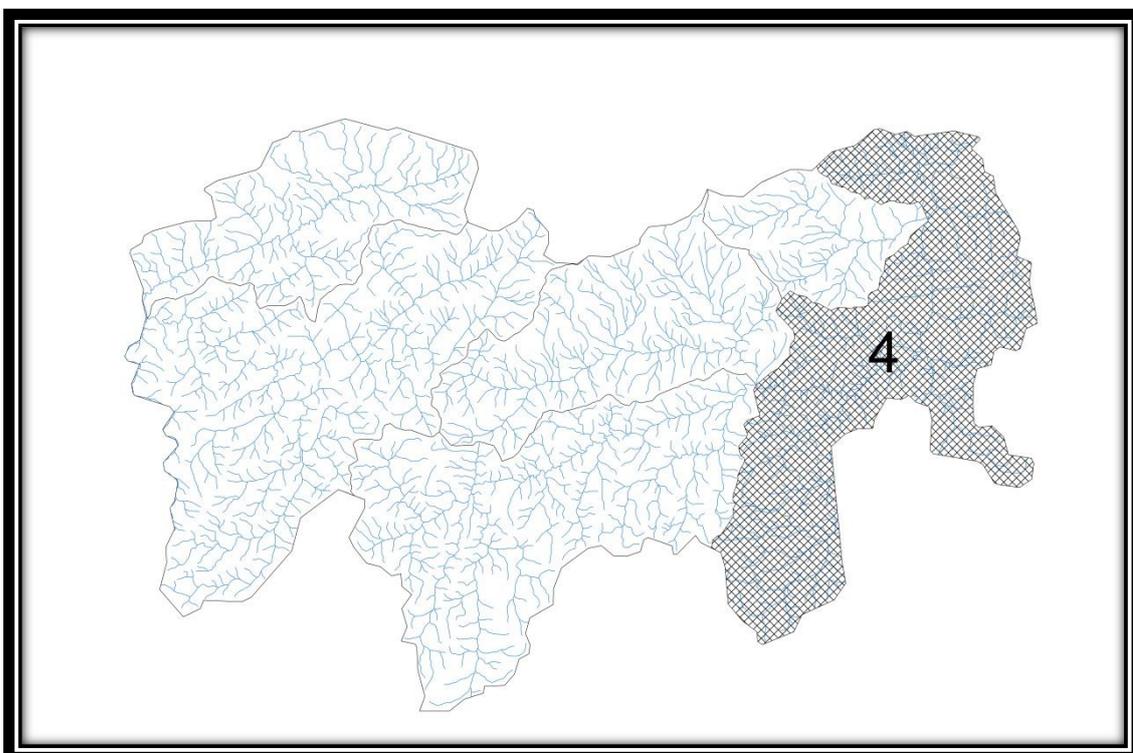
**Figura 67. Exemplos de uso do solo na bacia do ribeirão do Paiol.**

#### 5.2.4 Uso e Ocupação do solo na sub-bacia do Baixo Sapucaí Mirim

A sub-bacia do Baixo Sapucaí Mirim se situa na região leste do município de Sapucaí Mirim (vide Figura 68), onde se encontra a área urbana do município. É formada pelo rio Sapucaí Mirim e seus afluentes das margens direita e esquerda, com destaque para o córrego do Bicudo. Os índices de uso e ocupação do solo da sub-bacia estão descritos na Tabela 50.

**Tabela 50** Uso do solo na sub-bacia do Baixo Sapucaí Mirim.

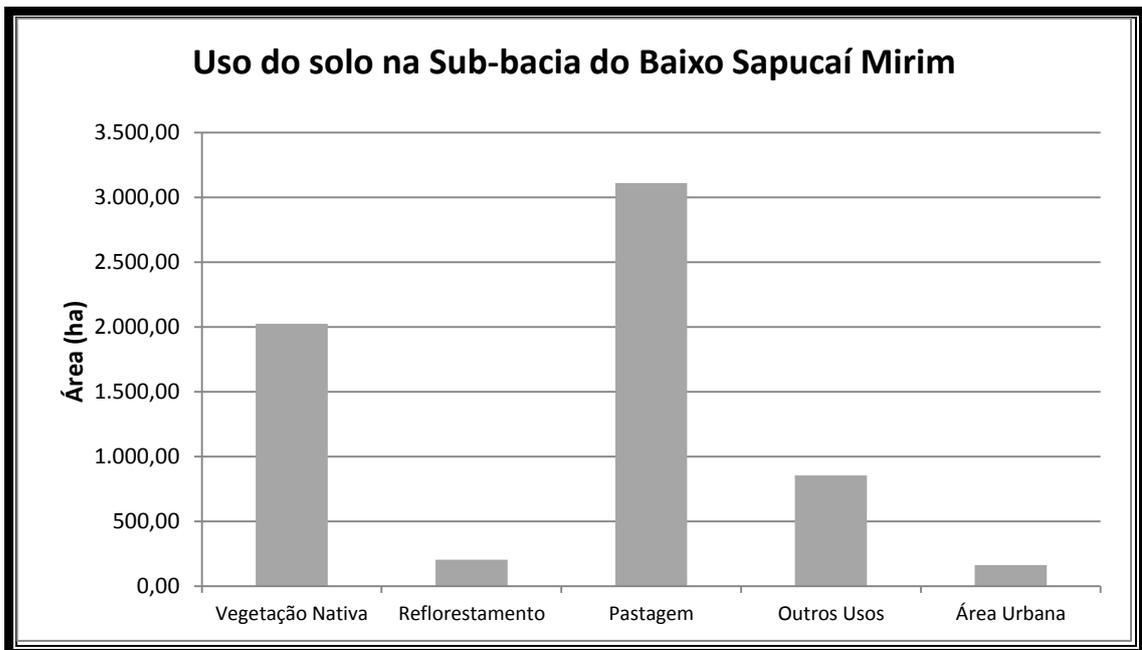
Sub-bacia	Baixo Sapucaí Mirim			
Área total	Área total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	6.358,80		1.554,90	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	2.024,31	31,83	616,86	39,67
Reflorestamento	204,79	3,22	57,41	3,69
Pastagem	3.112,28	48,94	623,49	40,10
Outros Usos	855,17	13,45	208,15	13,39
Área Urbana	162,25	2,55	49,00	3,15



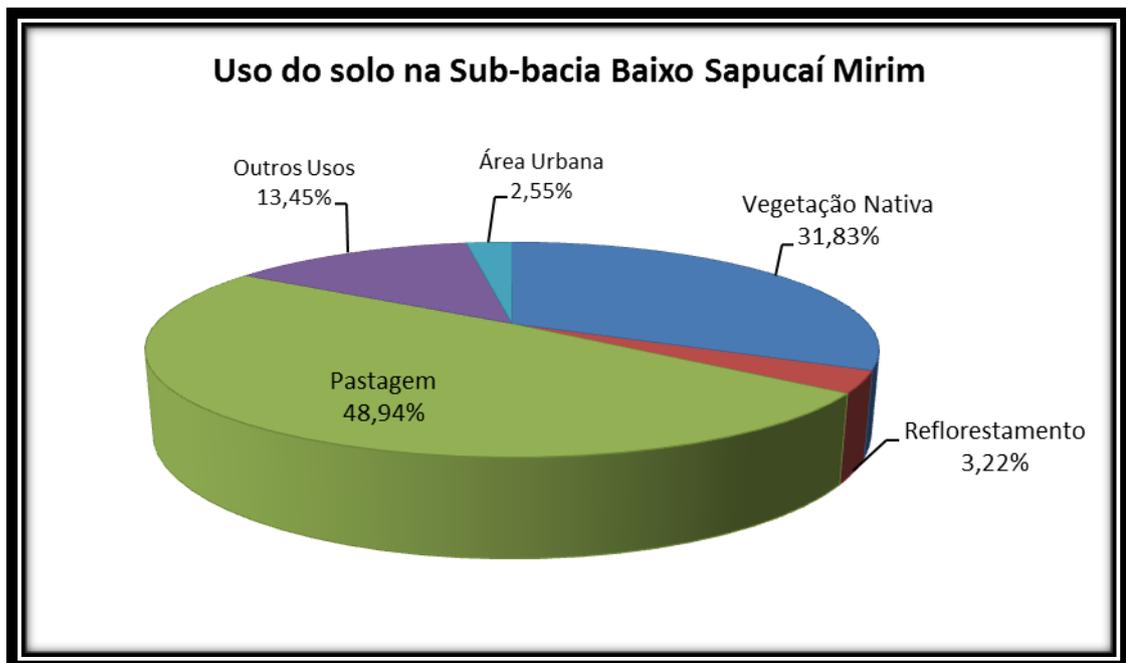
**Figura 68.** Localização da bacia hidrográfica do Baixo Sapucaí-Mirim em relação ao município de Sapucaí-Mirim.

Observa-se na Tabela 50 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a pastagem (48,94%), seguida por vegetação nativa (31,83%). O percentual de outros usos é de 13,45%, áreas de reflorestamento 3,22% e a ocupação por área urbana (2,55%).

A Figura 69 e a Figura 70 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.



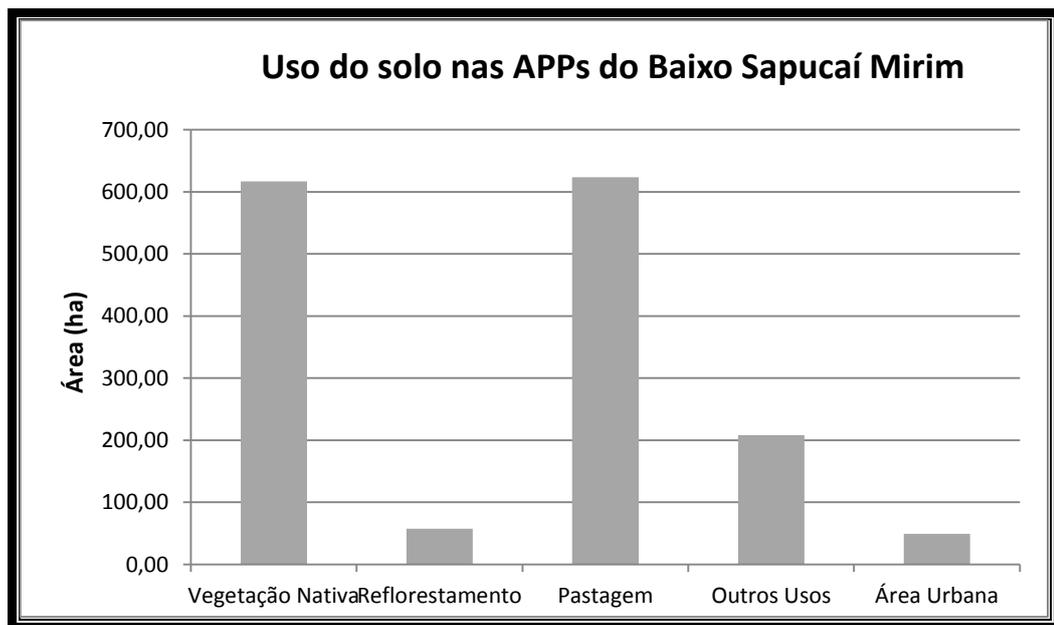
**Figura 69** Uso do solo na sub-bacia do Baixo Sapucaí Mirim.



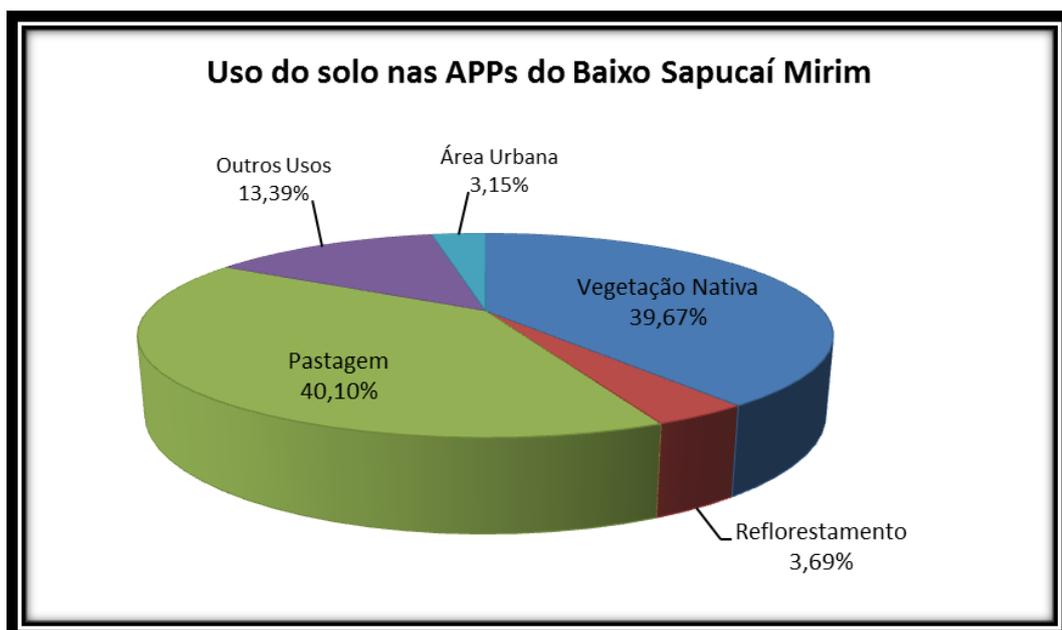
**Figura 70** Distribuição relativa do uso do solo na sub-bacia do Baixo Sapucaí Mirim

Os dados apresentados na Tabela 50 demonstra que nas APPs desta sub-bacia, predominam as áreas de pastagem, que representam 40,10% das áreas totais, seguida por áreas de vegetação nativa, que ocupam 39,67% da APP desta bacia. As áreas de outros usos ocupam 13,39% da APP da bacia, áreas de reflorestamento 3,69% e a área urbana 3,15%.

A Figura 71 e a Figura 72 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.



**Figura 71. Uso do solo nas APPs do Baixo Sapucaí Mirim**



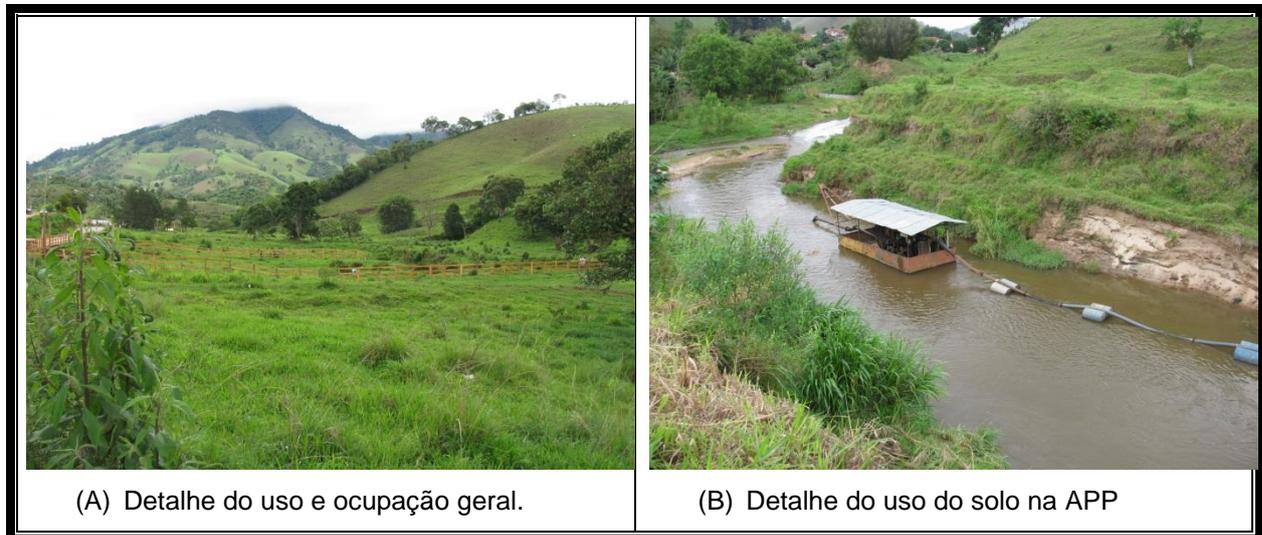
**Figura 72. Uso do solo nas APPs do Baixo Sapucaí Mirim**

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

email: [irrigart@irrigart.com.br](mailto:irrigart@irrigart.com.br)

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

A Figura 73 apresenta a documentação fotográfica registrada na Bacia do Baixo Sapucaí-Mirim.



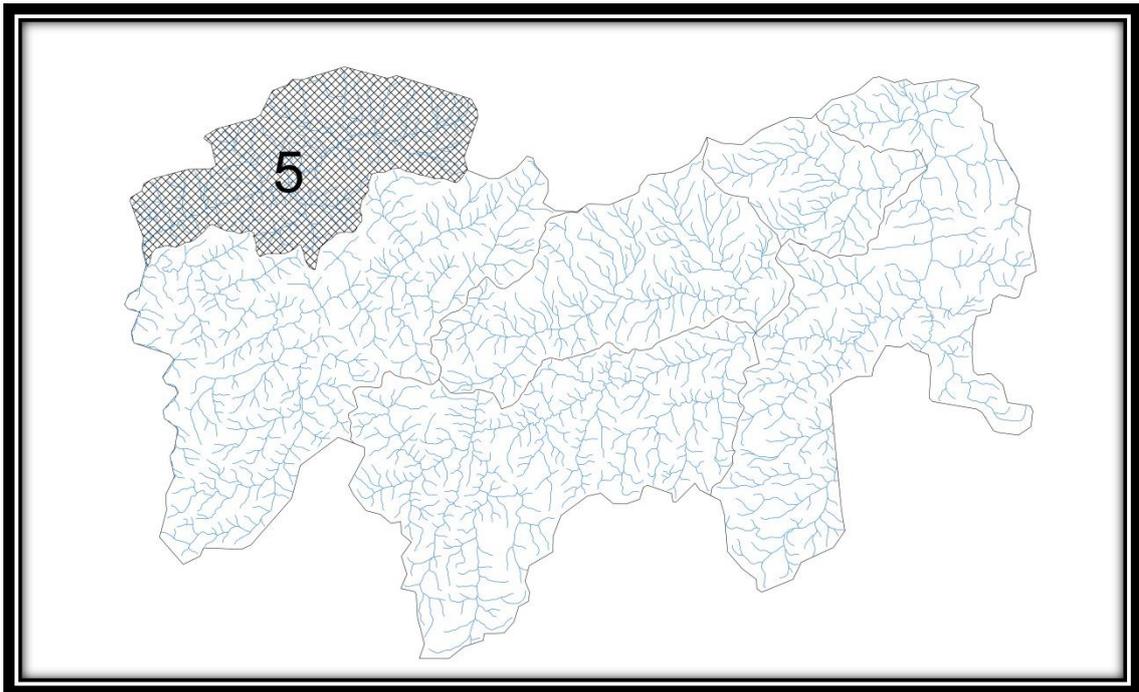
**Figura 73. Exemplos de uso do solo na bacia do Baixo Sapucaí-Mirim.**

### 5.2.5 Uso e Ocupação do solo na sub-bacia do ribeirão do Juncal

A sub-bacia do ribeirão do Juncal se situa na região noroeste do município de Sapucaí Mirim (vide Figura 74). Agrega ribeirão do Juncal (afluente direto do rio Jaguari) e seus afluentes, entre eles o córrego da Mangueira. Os índices de uso e ocupação do solo da sub-bacia estão descritos na Tabela 51.

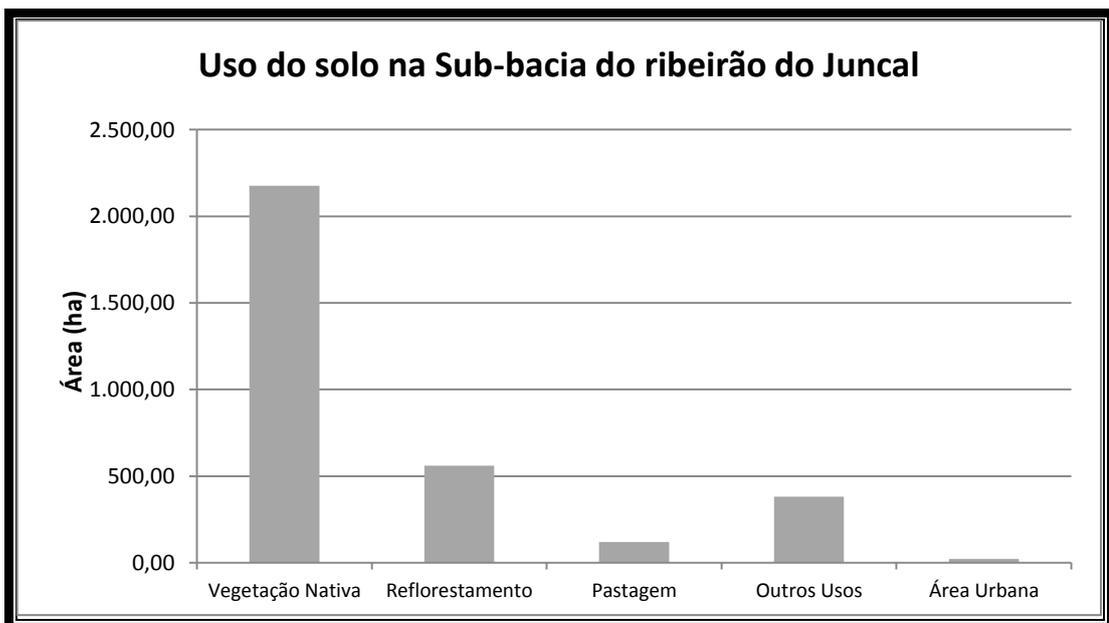
**Tabela 51 Uso do solo na sub-bacia do ribeirão do Juncal.**

Sub-bacia	Ribeirão do Juncal			
	Área total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	3.262,62		662,84	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	2.176,75	66,72	472,66	71,31
Reflorestamento	560,90	17,19	121,39	18,31
Pastagem	120,18	3,68	13,53	2,04
Outros Usos	382,00	11,71	45,79	6,91
Área Urbana	22,80	0,70	9,48	1,43

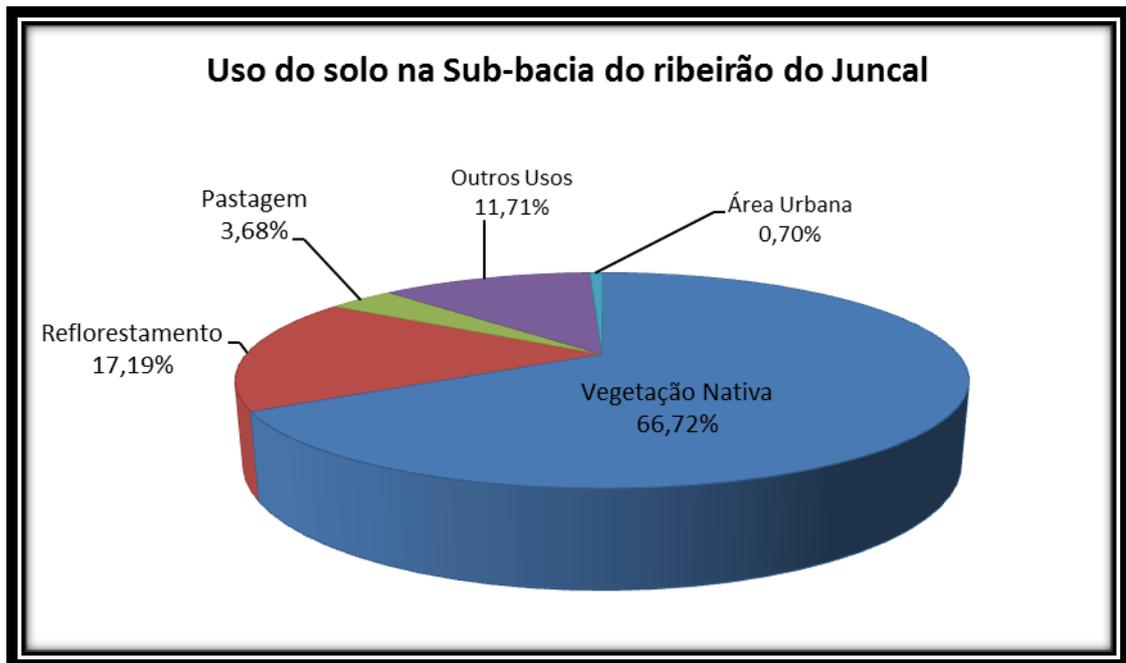


**Figura 74. Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Juncal em relação ao município de Sapucaí-Mirim.**

Observa-se na Tabela 51 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a vegetação nativa (66,72%), seguida de áreas de reflorestamento (17,19%). O percentual de outros usos é de 11,71%, pastagem 3,68% e a ocupação por área urbana (0,70%). A Figura 75 e a Figura 76 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

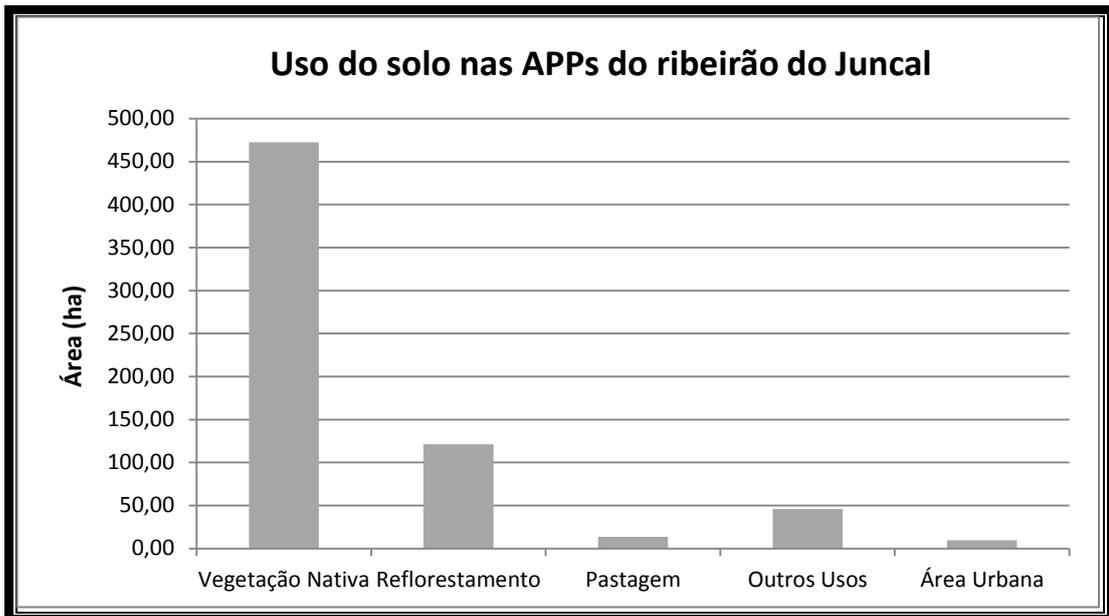


**Figura 75. Uso do solo na sub-bacia do ribeirão do Juncal.**

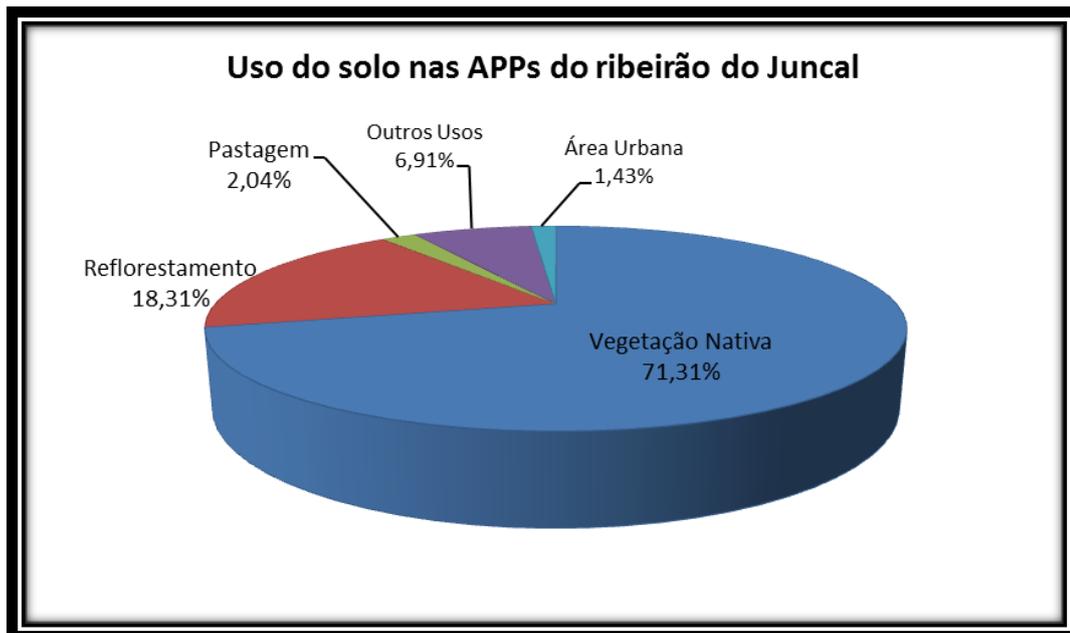


**Figura 76. Distribuição relativa do uso do solo na sub-bacia do ribeirão do Juncal**

Os dados apresentados na Tabela 51 demonstra que nas APPs da bacia do ribeirão do Juncal, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 71,31% da área total, seguida por áreas de reflorestamento, que ocupam 18,31% da APP desta bacia. As áreas de pastagem ocupam 2,04%, outros usos 6,91% e a área urbana 1,43%. Pode-se considerar que essa bacia possui área de preservação permanente em bom estado de conservação, levando-se em consideração que as áreas de reflorestamento e vegetação nativa, representam aproximadamente 90% da APP total. A Figura 77 e a Figura 78 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.

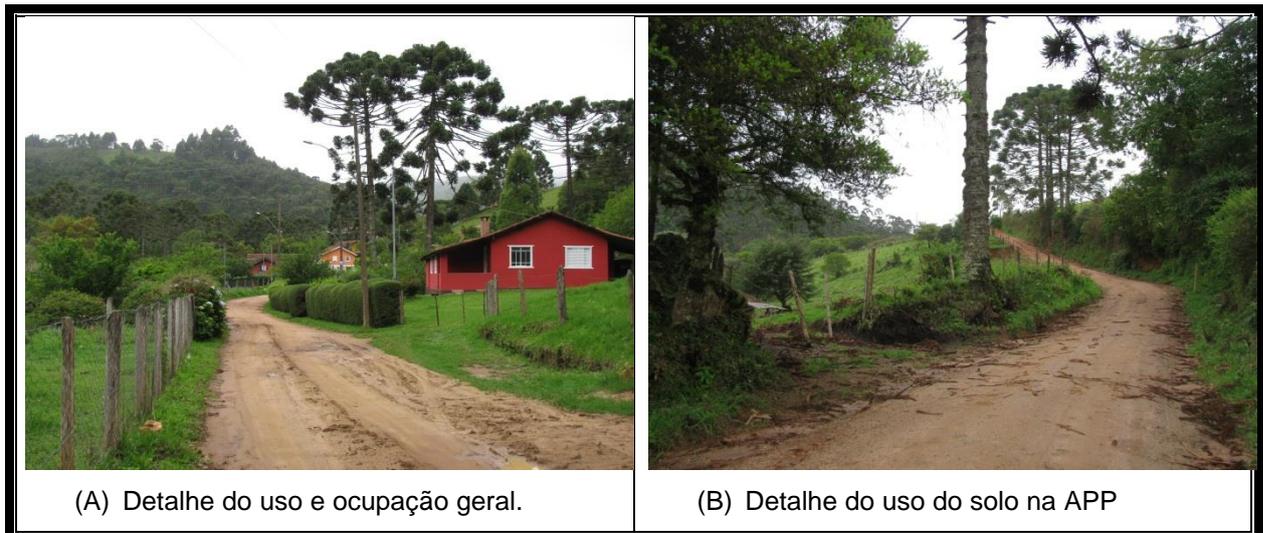


**Figura 77. Uso do solo nas APPs do ribeirão do Juncal.**



**Figura 78. Uso do solo nas APPs do ribeirão do Juncal.**

A Figura 79 apresenta a documentação fotográfica registrada na Bacia do Ribeirão do Juncal.



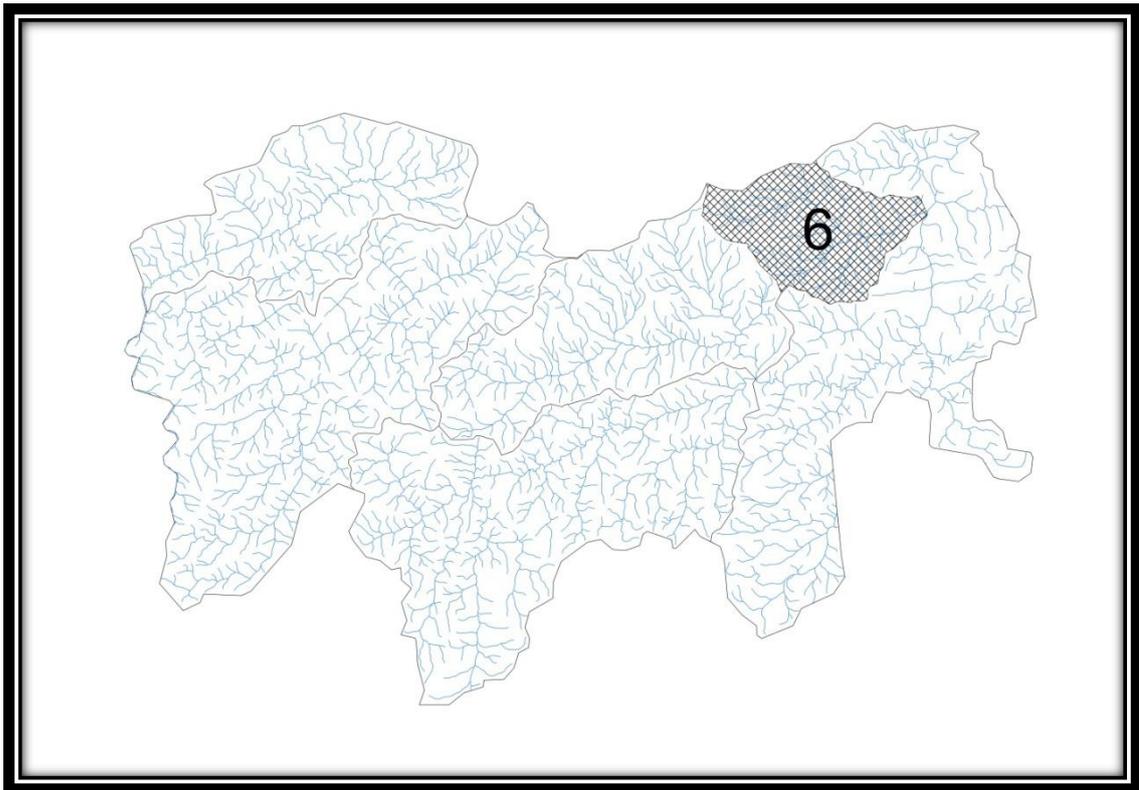
**Figura 79. Exemplos de uso do solo na bacia do ribeirão do Juncal.**

### 5.2.6 Uso e Ocupação do solo na sub-bacia do ribeirão dos Pires

A sub-bacia do ribeirão dos Pires se situa na região nordeste do município de Sapucaí Mirim (vide Figura 80). É afluente da margem esquerda do rio Sapucaí Mirim, sendo que o principal curso d'água é o ribeirão dos Pires. Os índices de uso e ocupação do solo da sub-bacia estão descritos na Tabela 52.

**Tabela 52 Uso do solo na sub-bacia do ribeirão dos Pires.**

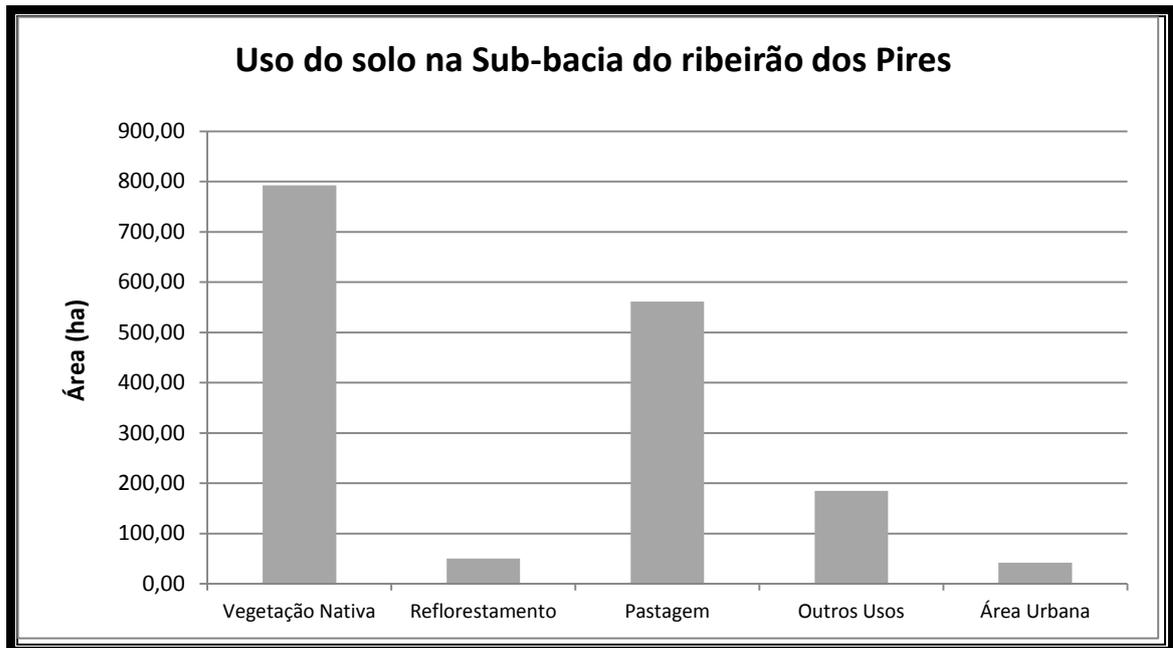
Sub-bacia	Ribeirão dos Pires			
	Área total		Área de APP	
Área total da sub-bacia ou da APP (ha)	1.631,57		331,68	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	792,48	48,57	174,99	52,76
Reflorestamento	50,57	3,10	11,11	3,35
Pastagem	561,23	34,40	100,90	30,42
Outros Usos	185,11	11,35	37,08	11,18
Área Urbana	42,19	2,59	7,61	2,29



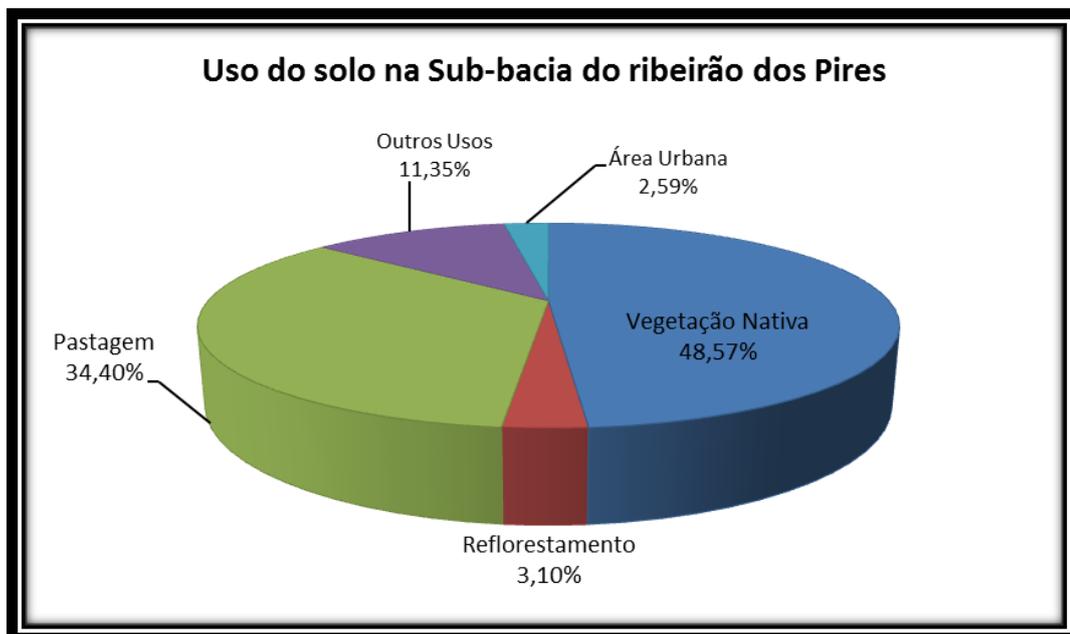
**Figura 80. Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Pires em relação ao município de Sapucaí-Mirim.**

Observa-se na Tabela 52 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a vegetação nativa (48,57%), seguida de áreas de pastagem ocupando 34,40% da área total da bacia. O percentual relacionado a outros usos é de 11,35% e a ocupação por reflorestamento e área urbana, de 3,10% e 2,59%, respectivamente.

A Figura 81 e a Figura 82 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

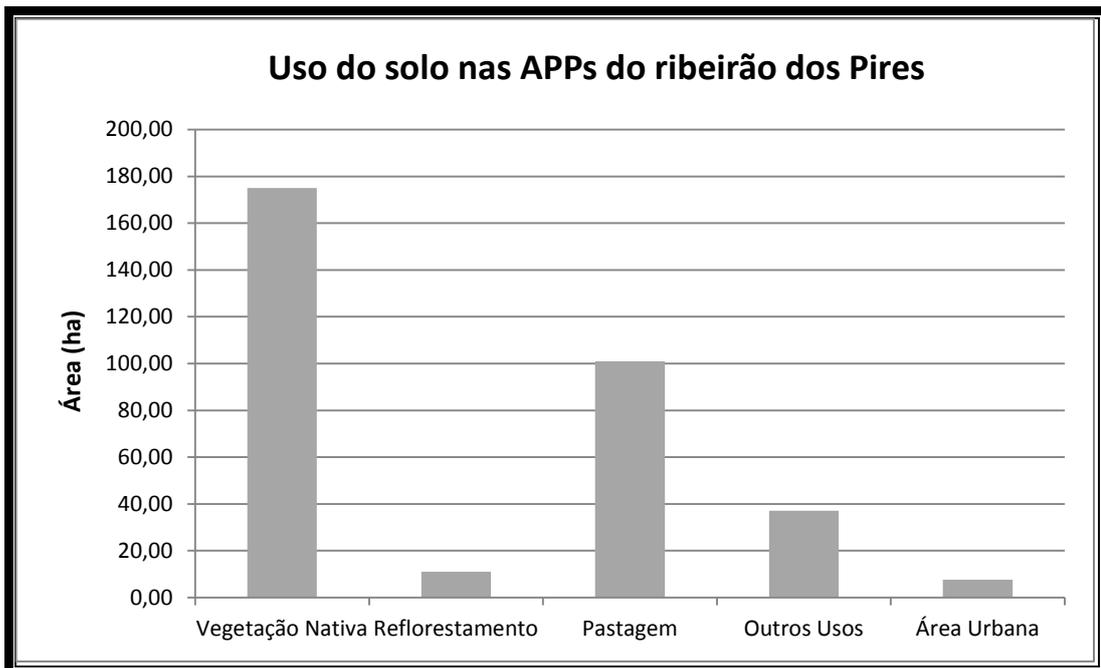


**Figura 81** Uso do solo na sub-bacia do ribeirão dos Pires.



**Figura 82** Distribuição relativa do uso do solo na sub-bacia do ribeirão dos Pires

Os dados apresentados na Tabela 52 demonstra que nas APPs da bacia do ribeirão dos Pires, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 52,76% da área total, seguida por áreas de pastagem, que ocupam 30,42% da APP desta bacia. As áreas com outros usos ocupam aproximadamente 11,18%, reflorestamento 3,35% e a área urbana 2,29%. A Figura 83 e a Figura 84 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a APP da bacia hidrográfica.

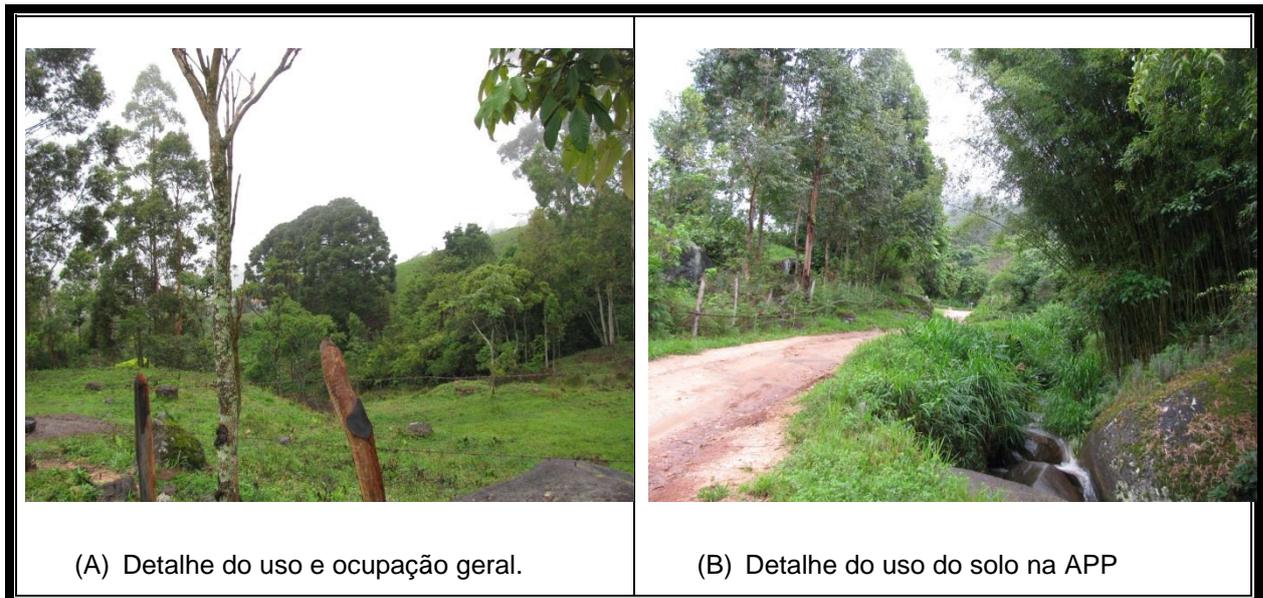


**Figura 83** Uso do solo nas APPs do ribeirão dos Pires



**Figura 84** Uso do solo nas APPs do ribeirão dos Pires

A Figura 85 apresenta a documentação fotográfica registrada na Bacia dos Pires, no município de Sapucaí-Mirim.



**Figura 85. Exemplos de uso do solo na bacia do ribeirão dos Pires.**

### 5.3 Usos e Demandas da água

#### 5.3.1 Os principais usos da água em Sapucaí-Mirim

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, 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 53 apresenta o número de usuários existentes no cadastro de usuários de água do IGAM.

**Tabela 53. Quantidade usuários no município de Sapucaí-Mirim.**

<b>Tipo de uso</b>	<b>Número de usuários</b>
Industrial	1
Abastecimento Público	1
Outros	0
<b>Total</b>	<b>2</b>

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

### 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 Sapucaí-Mirim, 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 nos bairros isolados a responsabilidade pelo saneamento é dos próprios moradores, com apoio da Prefeitura. 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 Ribeirão das Posses, sob responsabilidade da COPASA. Neste ponto, a COPASA possui outorga para captação de 20,2 litros/segundo, equivalentes a 73 m<sup>3</sup>/h, que atende a demanda atual, bem como as previsões futuras, dado ao baixo aumento da população estimado para o município. A Figura 86 apresenta a outorga de uso para captação do município.

Já em relação ao esgotamento sanitário, o município já atingiu aproximadamente 90% de coleta. O tratamento ainda é inexistente, mas já está prevista a construção da ETE para o ano de 2013, com conclusão até 2014.



**Figura 86. Outorga de uso para a captação do Ribeirão das Posses.**

**Bairros isolados:** Nestes pequenos bairros isolados, toda a questão do saneamento e 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.

Está em trâmite uma licitação para a contratação de Projetos para equacionar esta situação em vários bairros isolados do município, através dos recursos oriundos do Comitê PCJ.

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 87. Bairro isolado (Juncal), sem acesso a saneamento público.**

#### **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 88. Culturas temporárias na zona rural de Sapucaí-Mirim.**



**Figura 89. Encosta com preparo do solo para plantio de hortaliças.**

### 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 Sapucaí-Mirim, não há grandes indústrias consumidoras de água instaladas.

### 5.3.2 Demandas de água superficial

A estimativa da demanda hídrica no município de Sapucaí Mirim 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. A Tabela 54 apresenta os usos cadastrados em Sapucaí-Mirim.

**Tabela 54. Usuários de águas superficiais cadastrados em Sapucaí-Mirim.**

Empreendimento	Latitude	Longitude	Curso D'água	Vazão [m <sup>3</sup> /h]	Finalidade de uso
COPASA MG	22° 44' 43"	45° 46' 14"	Ribeirão dos Pires	73,00	Ab. público
<b>Total m<sup>3</sup>/h</b>				<b>73,00</b>	

**Tabela 55. Vazões utilizadas divididas por uso.**

Tipo de uso	M <sup>3</sup> /h	%
Industrial	0,000	0,0
Abastecimento Público	73,00	100,0
Outros	0,0	0,0
Total	73,00	100,0

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

Como se nota na Tabela 54 e na Tabela 55, a demanda total de água superficial no município de Sapucaí Mirim é de 0,02 m<sup>3</sup>/s ou 73 m<sup>3</sup>/h. Em termos de uso, tem-se que 100% da demanda representa o uso urbano (abastecimento público). Não há demandas cadastradas para os usos industriais e outros.

### 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. A Tabela 56 e a Tabela 57 apresenta os usos subterrâneos divididos por finalidade de uso.

**Tabela 56. Usuários de águas subterrâneas cadastrados em Sapucaí-Mirim**

Empreendimento	Latitude	Longitude	Vazão [m <sup>3</sup> /h]
CONDIMENTOS KARINA LTDA	22° 44' 35"	45° 44' 2"	2,50
<b>Total m<sup>3</sup>/h</b>			<b>2,50</b>

**Tabela 57. Vazões utilizadas divididas por uso.**

Tipo de uso	m <sup>3</sup> /h	%
Industrial	2,50	100,0
Abastecimento Público	0,0000	0,0
Outros	0,000	0,0
Total	2,50	100,0

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

Como se nota na Tabela 57, a demanda total de água subterrânea no município de Sapucaí Mirim é de 2,50 m<sup>3</sup>/h. Em termos de uso, tem-se que 100% da demanda representa o uso industrial. Não há demandas cadastradas para o abastecimento público e outros usos.

## 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 da região são 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 km<sup>2</sup>) 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 Sapucaí-Mirim, as quais pertencem a duas grandes bacias hidrográficas: Rios Jaguari (formador do Rio Piracicaba) e do Rio Sapucaí-Mirim (Afluente Rio Grande). Estes dois grandes cursos d'água possuem suas nascentes no Estado de Minas Gerais e “correm” em direção ao Estado de São Paulo. A Tabela 58 apresenta as 06 bacias hidrográficas do município, indicando às bacias principais a quais pertencem.

**Tabela 58. Bacias Hidrográficas no município de Sapucaí-Mirim-MG.**

ID	Bacia Hidrográfica	Bacia Hidrográfica Principal
1	BH do Alto Sapucaí-Mirim	Rio Sapucaí-Mirim
2	BH do Alto Jaguari	Rio Jaguari
3	BH do Ribeirão do Paiol	Rio Sapucaí-Mirim
4	BH do Baixo Sapucaí-Mirim	Rio Sapucaí-Mirim
5	BH do Ribeirão do Juncal	Rio Jaguari
6	BH Ribeirão dos Pires	Rio Sapucaí-Mirim

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 Sapucaí-Mirim.

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 59.

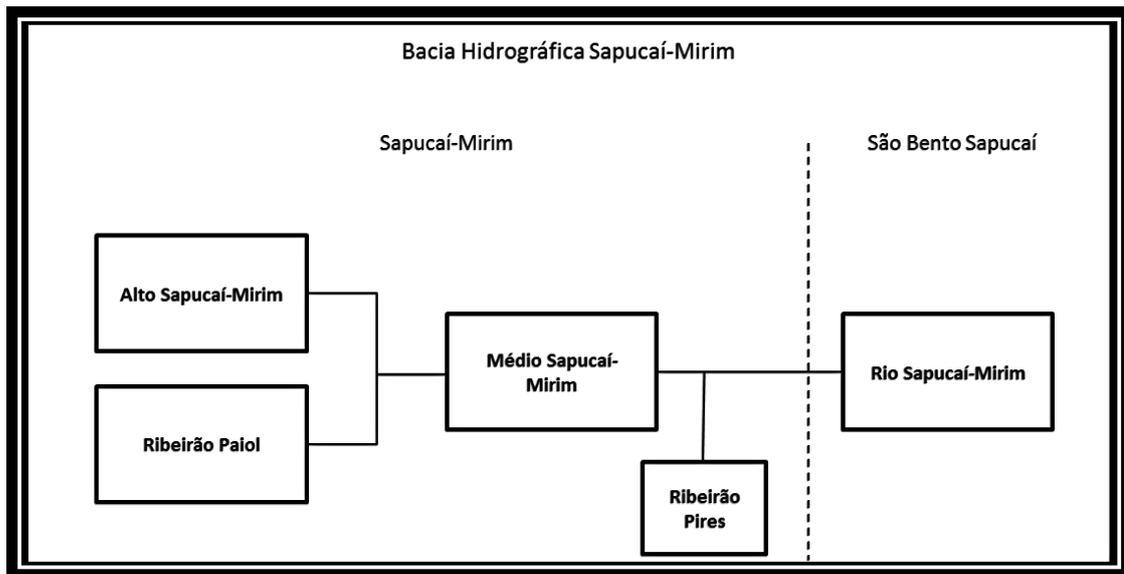
**Tabela 59. Vazões totais para as Sub-Bacias do município de Sapucaí-Mirim.**

ID	Sub-Bacia	AD (km <sup>2</sup> )	Vazões (m <sup>3</sup> /s)		
			$Q_m$	$Q_{7,10}$	$Q_{95\%}$
1	BH do Alto Sapucaí-Mirim	61,45	4.560,03	1.314,55	1.979,05
2	BH do Alto Jaguari	71,37	5.295,90	1.526,69	2.298,42
3	BH do Ribeirão do Paiol	39,43	2.925,83	843,45	1.269,81
4	BH do Baixo Sapucaí-Mirim	63,59	4.718,66	1.360,28	2.047,90
5	BH do Ribeirão do Juncal	32,63	2.421,09	697,94	1.050,75
6	BH Ribeirão dos Pires	16,32	1.210,74	349,03	525,46

$Q_m$  = Vazão média de longo período.  
 $Q_{7,10}$  = Vazão mínima de 7 dias consecutivos e período de retorno de 10 anos.  
 $Q_{95}$  = Vazão com tempo de permanência de 95% ou superior.

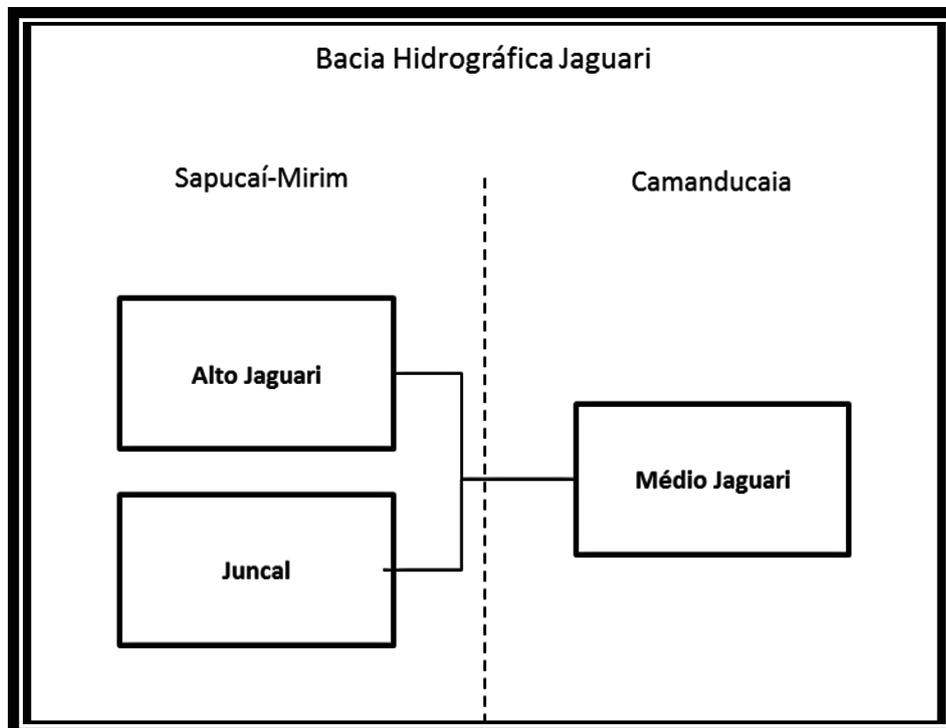
Fonte: Irrigart (2007) e atualizações.

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 90 apresenta o diagrama para a bacia hidrográfica do Rio Sapucaí-Mirim e a Figura 91 apresenta este diagrama para a bacia hidrográfica do Rio Jaguari.



**Figura 90. Diagrama das bacias hidrográficas Rio Sapucaí-Mirim, no município de Sapucaí-Mirim-MG.**

A disponibilidade hídrica superficial para cada uma das bacias hidrográficas do município de Sapucaí-Mirim, foi considerada com a  $Q_{7,10}$  calculada para cada uma delas, conforme apresentado na Tabela 60.



**Figura 91. Diagrama das bacias hidrográficas Rio Jaguari, no município de Sapucaí-Mirim-MG.**

**Tabela 60. Área de contribuição das bacias hidrográficas**

ID	Sub-Bacia	AD (km <sup>2</sup> )	Bacias a montante	AD total (km <sup>2</sup> )	Q <sub>m</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>7,10</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>95%</sub> (m <sup>3</sup> /h)
1	BH do Alto Sapucaí-Mirim	61,45	-	4.560,03	4.560,03	1.314,55	1.979,05
2	BH do Alto Jaguari	71,37	-	71,37	5.295,90	1.526,69	2.298,42
3	BH do Ribeirão do Paiol	39,43	-	39,43	2.925,83	843,45	1.269,81
4	BH do Baixo Sapucaí-Mirim	63,59	Alto Sapucaí-Mirim e Ribeirão do Paiol	164,47	12.204,52	3.518,29	5.296,76
5	BH do Ribeirão do Juncal	32,63	-	32,63	2.421,09	697,94	1.050,75
6	BH Ribeirão dos Pires	16,32	-	16,32	1.210,74	349,03	525,46

Fonte: IRRIGART (2007) e atualizações

## 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 estimada conforme metodologia apresentada no Relatório de Situação 2004/2006 das Bacias PCJ. Segundo esta metodologia, o Aquífero cristalino, presente em 100% do município, a disponibilidade hídrica subterrânea é da ordem de 1,25 m<sup>3</sup>/s, ou 4.483 m<sup>3</sup>/h

### **5.7 Balanço Hídrico Superficial**

Os dados apresentados neste estudo indicaram uma disponibilidade hídrica no município de Sapucaí-Mirim da ordem de 6.000 m<sup>3</sup>/h, distribuídos da seguinte forma:

- Bacias hidrográficas Rio Jaguari: 2.250,00 m<sup>3</sup>/h.
- Bacias hidrográficas Rio Sapucaí-Mirim: 3.750 m<sup>3</sup>/h.

O consumo total de água superficial no município é da ordem de 73 m<sup>3</sup>/h e está concentrado na bacia do Ribeirão dos Pires (onde existe a captação superficial da COPASA). Desta forma, a utilização de água no município é de apenas 0,12% 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 m<sup>2</sup>.

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

- 43 barramentos/lagos.
- 06 pontes.
- 09 travessias.

A visualização espacial destas intervenções podem ser observadas no **DESENHO 16.560/12**, 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 61). 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 61. 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 <sub>3</sub> )	0,1
Fósforos (mg/L PO <sub>4</sub> )	0,1
Turbidez (NTU)	0,08
Resíduos Totais (mg/L)	0,08

### 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<sub>5,20</sub> é a quantidade de oxigênio consumido durante 5 dias em uma temperatura de 20°C.

Valores altos de DBO<sub>5,20</sub>, 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 ser 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 águas 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 Nitrato, 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 seguir.

**Tabela 62. 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 (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 63 é apresentada a localização e a descrição de cada estação de monitoramento da qualidade de água superficial encontrada nas bacias Piracicaba/Jaguari.

**Tabela 63. 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.	

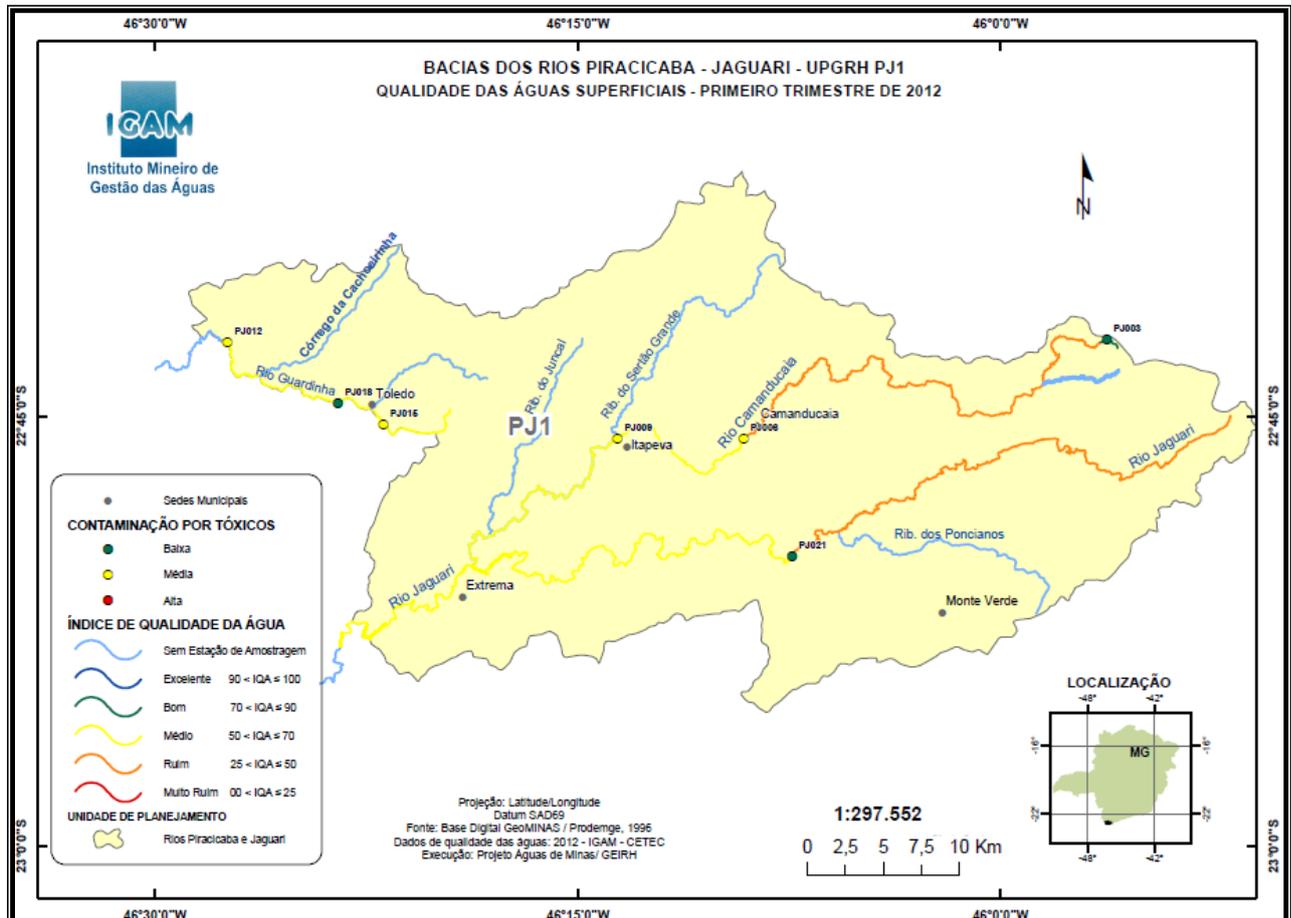
#### 5.10.5 Apresentação e discussão dos resultados

A Tabela 64 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 64. 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.

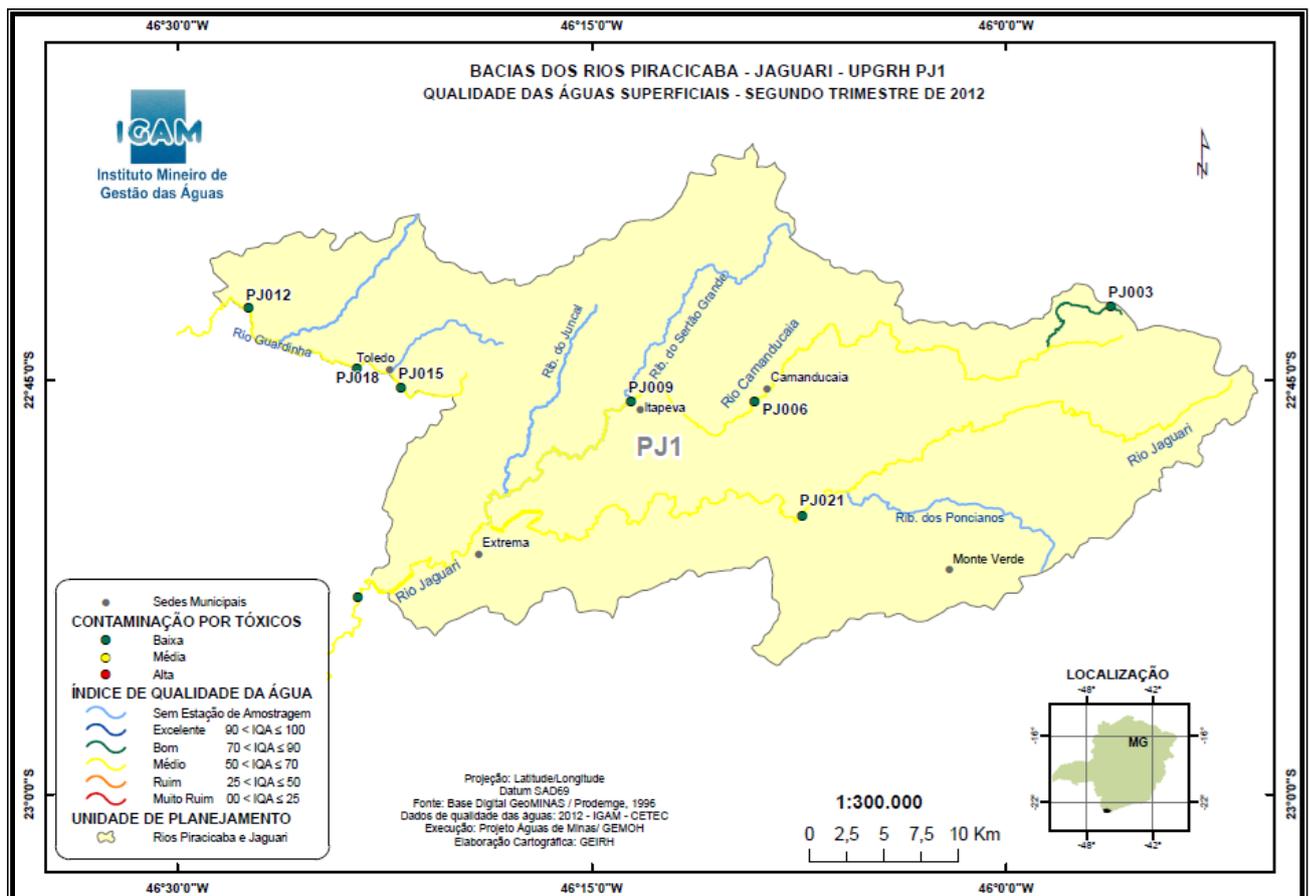


**Figura 92. Mapa das bacias Piracicaba/Jaguari referente ao 1º TRIMESTRE DE 2012.**

Observa-se que no 1º Trimestre do ano de 2012 (Figura 92) os Rios Jaguari 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 93. Mapa das bacias Piracicaba/Jaguari referente ao 2º TRIMESTRE DE 2012.**

Observa-se que no 2º Trimestre do ano de 2012 (Figura 93) os Rios Jaguari, Camanducaia e Guardinha foram classificados com um Índice de Qualidade de Água – IQA BOM em todos os trechos analisados, apresentando uma melhora em relação aos resultados apresentados no 1º Trimestre do mesmo ano, quando os Rios Jaguari e Camanducaia apresentou 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 Sapucaí-Mirim é bastante significativa. Segundo os dados levantados no estudo de Uso e Ocupação do Solo (Vide item 4.3.7), o percentual de APP's ocupada por vegetação nativa no município é de 63%.

Das APP's ocupadas por outros usos (que representam 37% 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 2.400 ha, já incluídas as áreas urbanas que ocupam cerca de 60 ha de APP. Nesta área, ocupada principalmente pela área central do município, a recuperação é praticamente impossível. A necessidade de recuperação das APP's também foi dividida por bacia hidrográfica, conforme apresentado.

**Tabela 65. Necessidade de recuperação das APP's no município de Sapucaí-Mirim.**

Bacia Hidrográfica	APP Total	Vegetação	Área a recuperar	% Área a recuperar
1 - BH do Alto Sapucaí-Mirim	1.353,98	847,65	506,33	37%
2 - BH do Alto Jaguari	1.579,38	1.337,61	241,77	15%
3 - BH do Ribeirão do Paiol	899,59	555,78	343,81	38%
4 - BH do Baixo Sapucaí-Mirim	1.554,90	616,86	938,04	60%
5 - BH do Ribeirão do Juncal	662,84	472,66	190,19	29%
6 - BH do Ribeirão dos Pires	331,68	174,99	156,70	47%

### **5.12 Identificação das áreas prioritárias para recomposição florestal.**

Em função da elevada área a ser recuperado no município de Sapucaí-Mirim (2.400 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 12,0 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 Alto Jaguari e do Ribeirão do Juncal, uma vez que estas bacias hidrográficas se situam na área de contribuição do sistema Cantareira, importante manancial para a região metropolitana de São Paulo e para toda a bacia do Rio Piracicaba.

### **5.13 Hierarquização das bacias hidrográficas**

O processo de hierarquização das bacias hidrográficas consiste numa classificação das 06 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/km<sup>2</sup>.

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 x 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  $K2 = (100 - \% \text{ da bacia hidrográfica ocupada pela floresta remanescente})$ .

### 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  $K3 = (100 - \% \text{ da APP ocupada pela floresta remanescente})$ .

### 5.13.4 Número de nascentes/km<sup>2</sup> (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  $K4 = \text{número de nascentes/km}^2$ , 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:

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

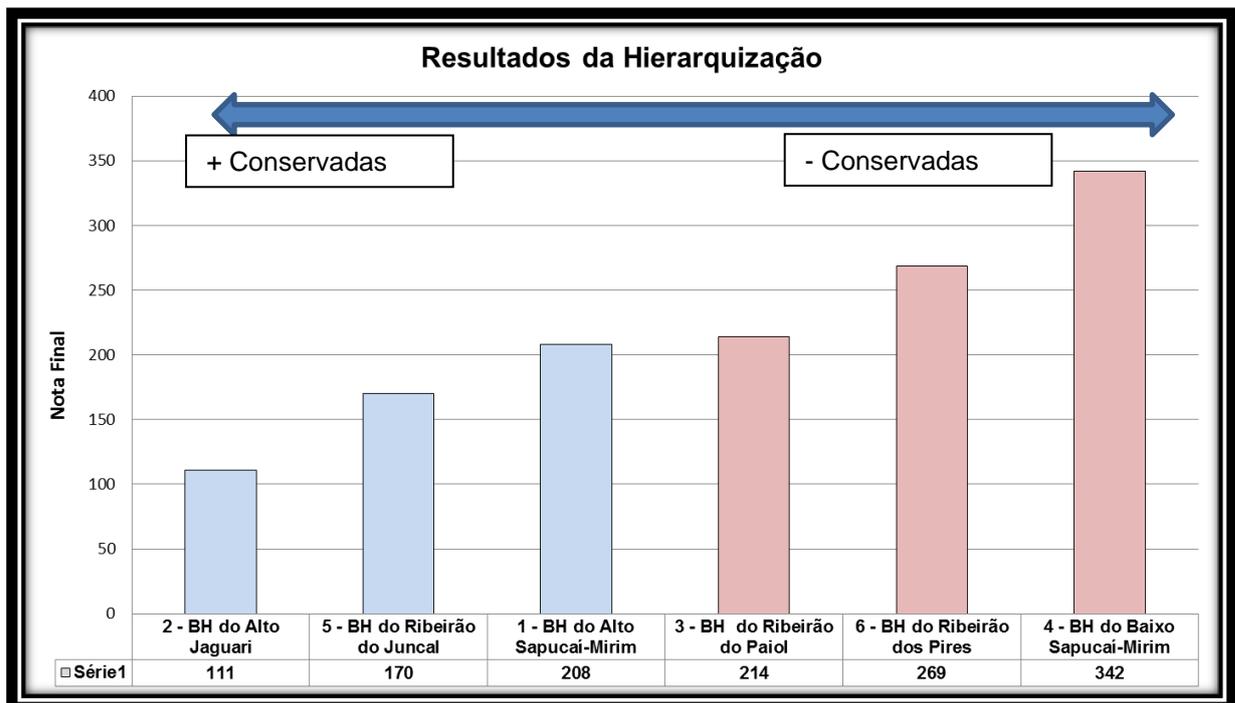
### 5.13.6 Resultados encontrados

Para esta hierarquização, considerou-se as 10 bacias hidrográficas existentes no município. A Tabela 66 apresenta o resultado da hierarquização da bacia hidrográfica, com base na metodologia acima descrita.

**Tabela 66. Resultado da Hierarquização das Bacias Hidrográficas.**

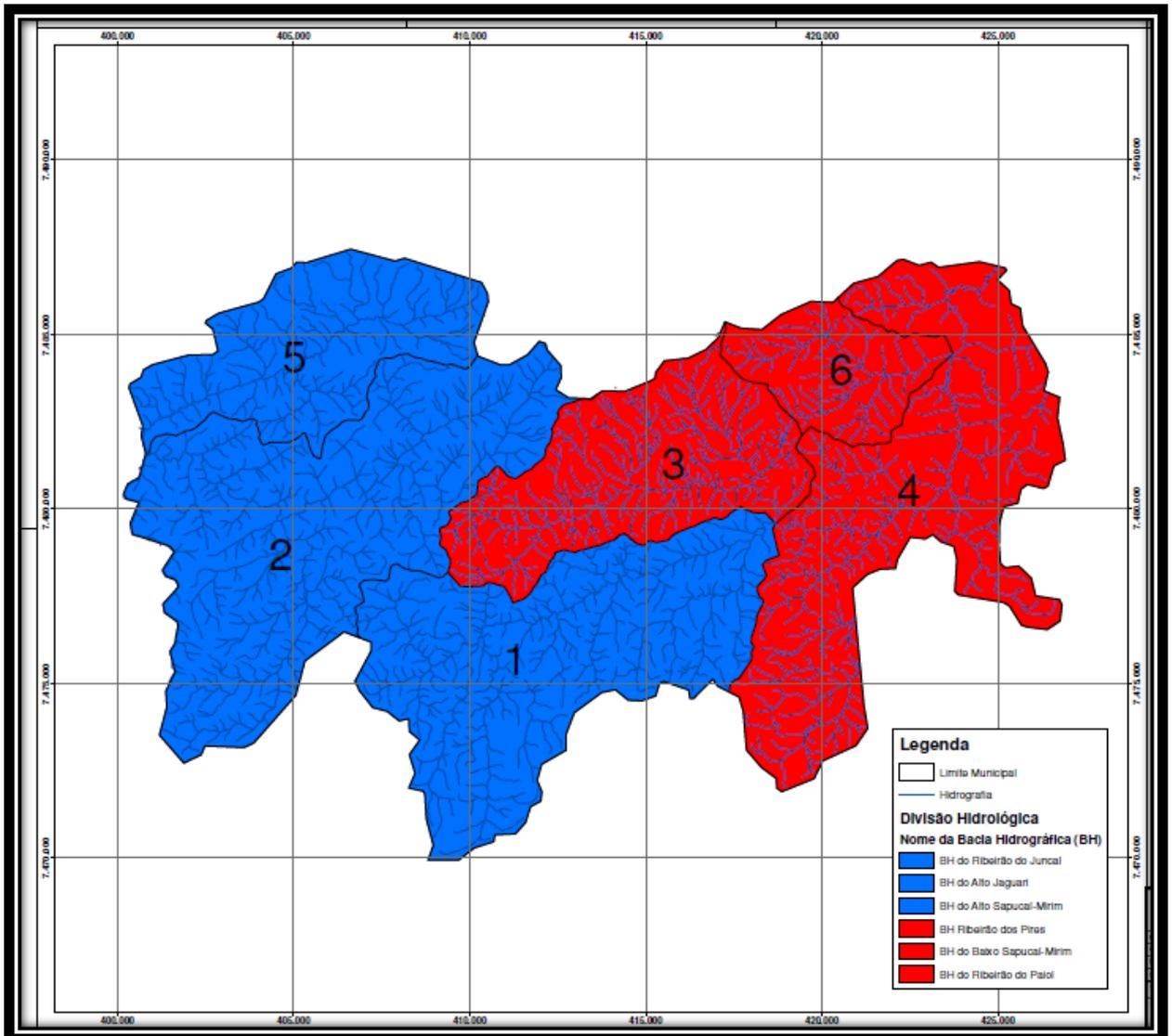
ID	Nome da Bacia Hidrográfica	Área (ha)	% Floresta reman.	% Floresta reman. na APP	% de área urbana	Nascentes /km2	Nota Final	Ranking
1	BH do Alto Sapucaí-Mirim	6.145,03	61,27	62,60	0	3,44	208	3
2	BH do Alto Jaguari	7.136,68	77,14	84,69	0,18	3,27	111	1
3	BH do Ribeirão do Paiol	3.942,80	59,44	61,78	0,36	2,37	214	4
4	BH do Baixo Sapucaí-Mirim	6.358,80	31,83	39,67	3,24	2,49	342	6
5	BH do Ribeirão do Juncal	3.262,62	66,72	71,31	0,36	2,82	170	2
6	BH do Ribeirão dos Pires	1.631,57	48,57	52,76	0,02	2,57	269	5

Os resultados apresentados na Tabela 66 também são apresentados na Figura 94, em ordem decrescente de conservação, conforme apresentado.



**Figura 94. Resultados da hierarquização das bacias hidrográficas.**

Com base nos dados apresentados na Tabela 66 e na Figura 94, nota-se que as bacias hidrográficas ambientalmente melhores do município são as bacias do Alto Sapucaí-Mineiro (1); Alto Jaguari (2) e Ribeirão do Juncal (5). Já as bacias com maiores problemas são: Ribeirão do Paiol (3), Ribeirão dos Pires (6) e Baixo Sapucaí-Mirim (4). A Figura 95 apresenta as 3 bacias mais bem classificadas na hierarquização (melhores) e as 3 bacias piores ranqueadas.



**Figura 95. 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:

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

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

Como pode ser visualizado no quadro de tendências, fica claro e evidente 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 Sapucaí-Mirim 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 96 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.

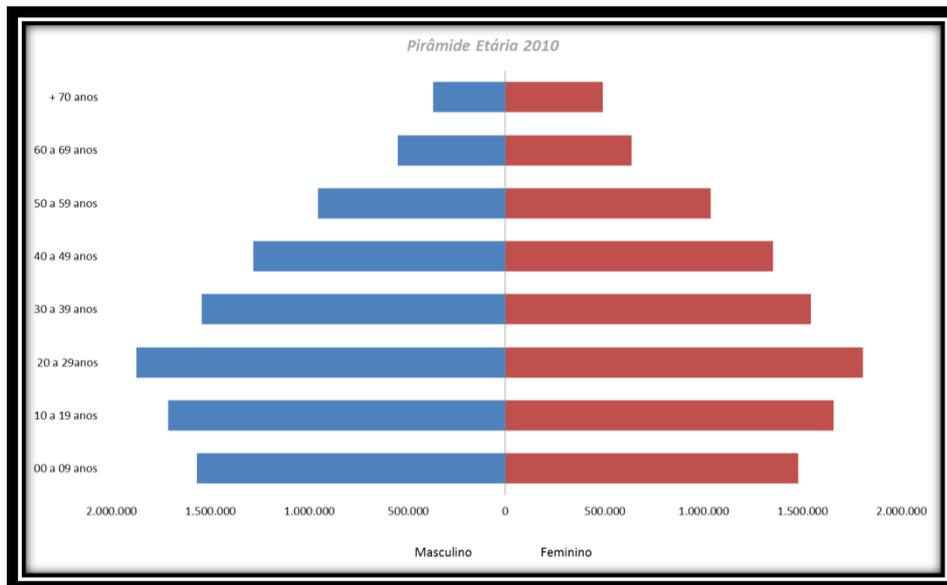


Fonte: Plano Mineiro de Desenvolvimento 2011-2030.

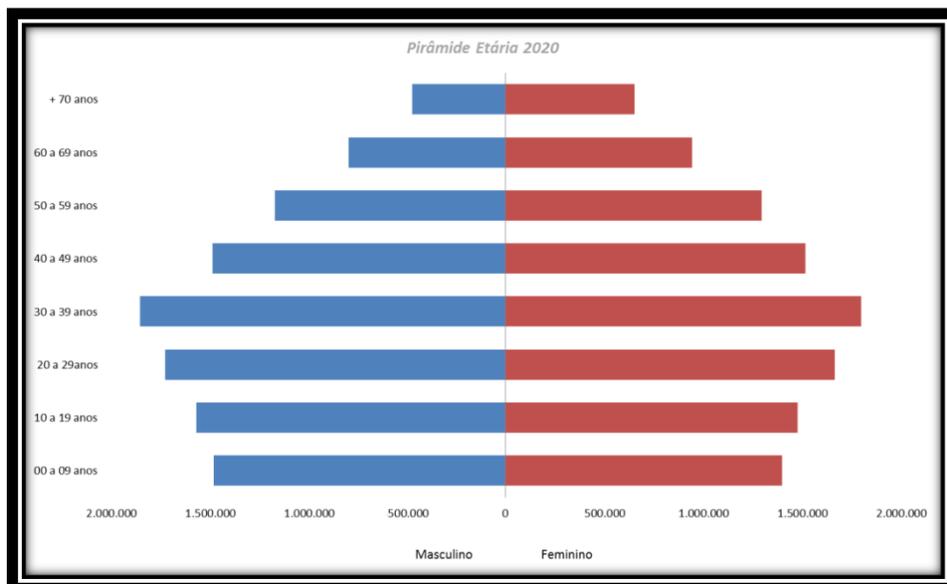
**Figura 96. A visão de futuro inserida no Plano Mineiro de Desenvolvimento 2011-2030.**

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

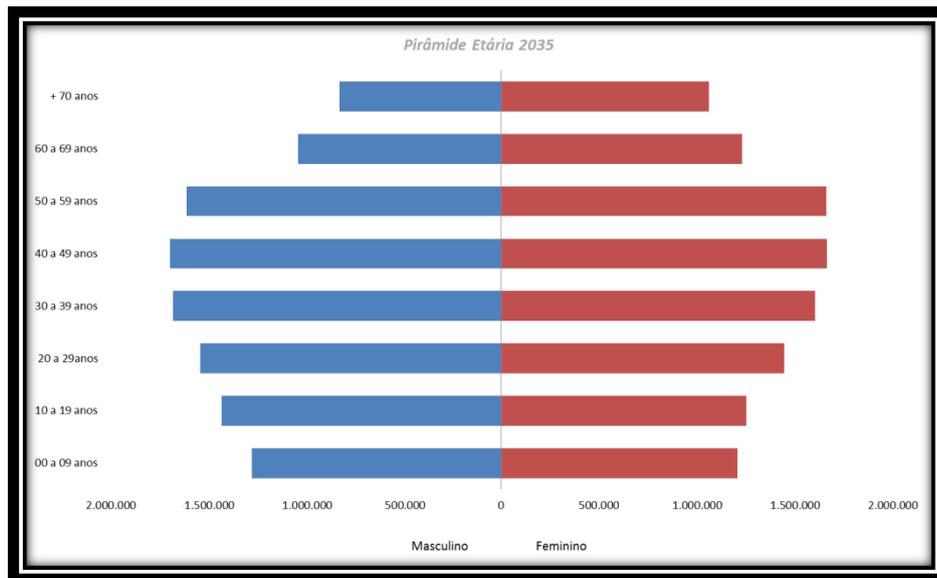
O Estado de Minas Gerais acompanha este tipo de desenvolvimento demográfico, sendo possível identificá-lo através da comparação entre a Figura 97 (2010), a Figura 98 (2020) e a Figura 99 (2035), elaboradas a partir de dados da Projeção Populacional por sexo e grupos de idades quinquenais – Mesorregiões e total de Minas Gerais, 2010– 2050 (Fígola, 2009).



**Figura 97. Projeção populacional (2010)**



**Figura 98. Projeção populacional (2020)**



**Figura 99. Projeção populacional (2035)**

Segundo Carvalho (2004), a Projeção Populacional tem levado a reformas sociais em diversos países do mundo, particularmente no sistema previdenciário, 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 socioeconomia.

#### 6.1.1.1 Projeções populacionais

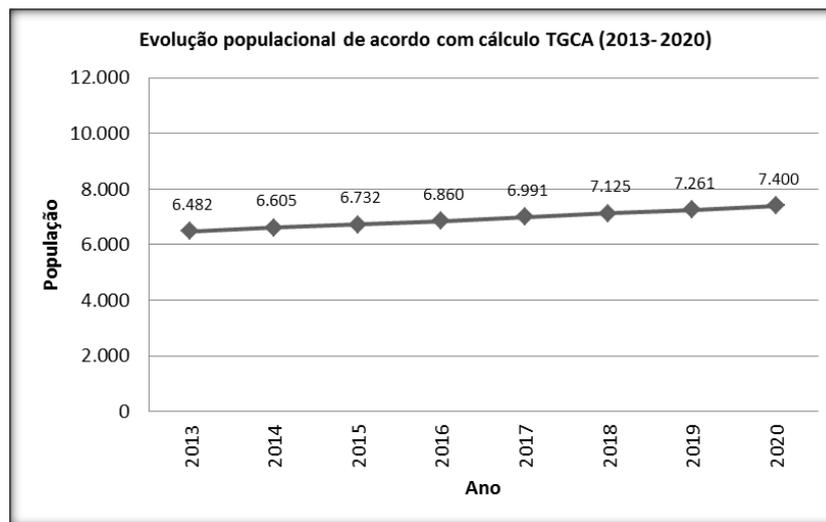
Com base nas projeções apresentadas no relatório anterior (Relatório 560/13), observa-se a redução no índice de crescimento da população do município de Sapucaí-Mirim. Este índice passou de 27,63% no período de 1991-2000, para 14,41% no período de 2000-2010. Esta redução deve-se principalmente ao fluxo migratório interestadual e vem sendo acompanhada por uma tendência concentradora da população, uma vez que 5,27% da população não é originária da Região Sudeste, sendo 5,16% de outras regiões do Brasil e 0,11% 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 Sapucaí-Mirim será de 7.400 habitantes, aumento de 14,16% 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 60,62%, conforme apresentado na Tabela 67 e na Figura 100.

**Tabela 67. Projeção da população para 2020.**

Ano	População Total	TGCA (%a.a)*	População Urbana	% urbana	População Rural	% rural
2013	6.482	1,91%	3.929	60,62%	2.552	39,38%
2014	6.605	1,91%	4.004	60,62%	2.601	39,38%
2015	6.732	1,91%	4.081	60,62%	2.651	39,38%
2016	6.860	1,91%	4.159	60,62%	2.702	39,38%
2017	6.991	1,91%	4.238	60,62%	2.753	39,38%
2018	7.125	1,91%	4.319	60,62%	2.806	39,38%
2019	7.261	1,91%	4.402	60,62%	2.859	39,38%
2020	7.400	1,91%	4.486	60,62%	2.914	39,38%



**Figura 100. Evolução populacional (2013-2020).**

### 6.1.1.2 Projeções 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 setor industrial de transformação é o maior fornecedor de empregos formais no município com 39,13%, seguido pelo setor de serviços com 22,06%. Devido à aptidão florestal do município, a indústria de transformação é composta basicamente por pequenas serrarias. A Tabela 68 indica o número de empregos formais em 31 de dezembro de 2011 e a Tabela 69 apresenta a variação de emprego em Sapucaí-Mirim entre os anos de 2010 e 2011.

**Tabela 68. Número de empregos formais em 31 de dezembro de 2011.**

Total das Atividades						
IBGE Setor	Masculino		Feminino		Total	
1 - EXTRATIVA MINERAL	3	0,44%	0	0,00%	3	0,23%
2 - INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO	254	37,46%	248	40,99%	502	<b>39,13%</b>
3 - CONSTRUÇÃO CIVIL	1	0,15%	0	0,00%	1	0,08%
4 - COMERCIO	57	8,41%	33	5,45%	90	7,01%
5 - SERVICOS	147	21,68%	136	22,48%	283	<b>22,06%</b>
6 - ADM PUBLICA	101	14,90%	151	24,96%	252	19,64%
7 - AGROPECUARIA	115	16,96%	37	6,12%	152	11,85%
<b>Total</b>	<b>678</b>	100,00%	<b>605</b>	100,00%	<b>1.283</b>	100,00%

Fonte: RAIS/MTE

**Tabela 69. Variação do emprego formal entre os anos de 2010 e 2011.**

<b>Total das Atividades</b>	
<b>IBGE Setor</b>	<b>Total</b>
1 - EXTRATIVA MINERAL	3
2 - INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO	62
4 - CONSTRUÇÃO CIVIL	0
5 - COMERCIO	17
6 - SERVICOS	51
7 - ADM PUBLICA	-5
8 - AGROPECUARIA	8
<b>Total</b>	<b>136</b>

Fonte: RAIS/MTE

Durante a fase de diagnóstico, não foi constatada nenhuma tendência de aumento significativo do nível de industrialização no município. No entanto, juntamente com o setor de turismo e lazer (serviços), a atividade industrial deverá manter a sua importância na geração de renda para o município.

#### 6.1.1.2.2 Mineração

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

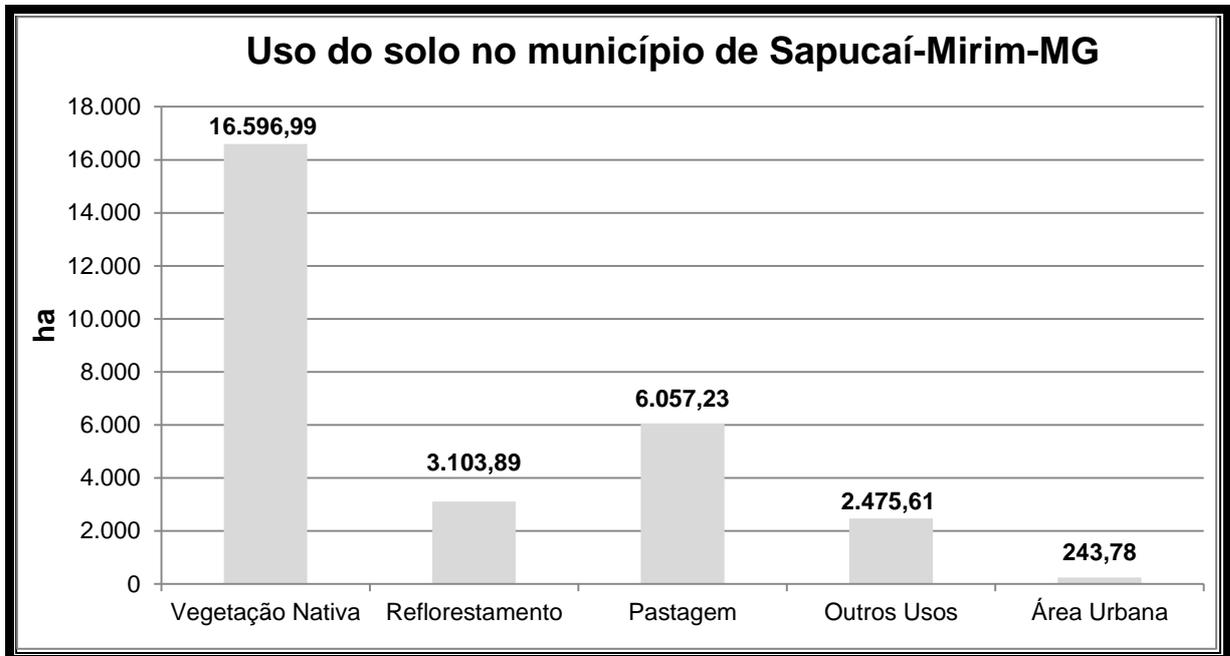
#### 6.1.1.2.3 Agropecuária

A atividade agrícola desenvolvida no município de Sapucaí-Mirim está baseada principalmente na hortifruticultura (batata, rabanete, brócolis, couve, vagem e tomate) e pecuária. A silvicultura também representa uma importante atividade do setor agrícola, com grandes plantios florestais das empresas Klabin e Fibria, conforme dados apresentados na Tabela 70.

**Tabela 70. Uso do solo no município de Sapucaí-Mirim.**

<b>Classes de uso do solo</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Vegetação Nativa	16.596,99	58,28
Reflorestamento	3.103,89	10,90
Pastagem	6.057,23	21,27
Outros Usos	2.475,61	8,69
Área Urbana	243,78	0,86
<b>TOTAL</b>	<b>28.477,50</b>	<b>100,00</b>

Analisando a Tabela 70, nota-se que o uso do solo predominante no município corresponde à vegetação nativa, ocupando 58,28% da área total, seguido de pastagens com 21,27% e reflorestamento com 10,90%. As demais categorias se referem às áreas urbanas (0,86%) e a categoria de outros usos (8,69%), conforme apresentado na Figura 101.



**Figura 101. Uso do solo no município de Sapucaí-Mirim.**

As áreas caracterizadas como outros usos abrange pequena área de produção de hortaliças, dentre outras. As pastagens são, na grande maioria, áreas extensivas com baixa tecnologia embutida e não utilizam técnicas de conservação do solo. As áreas de reflorestamento são cultivadas, principalmente, com eucalipto, araucária e pinus. Este tipo de cultivo tem ganhado cada vez mais espaço sobre as áreas de pecuária, uma vez que proporciona melhores rendimentos para o proprietário da terra.

#### **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.

#### **6.1.1.2.5 Turismo e Lazer**

A atividade turística no município de Sapucaí-Mirim ainda é incipiente quando comparada aos municípios vizinhos de Camanducaia e Gonçalves. No entanto, o turismo vem ganhando destaque nos últimos anos e, juntamente com a indústria de transformação, foi o setor que mais gerou empregos no biênio 2010-2011.

Atualmente, o turismo municipal está ligado principalmente a trilhas que levam a cachoeiras, como a cachoeira da Amizade, e outra que leva a um ponto com 2.050 metros de altitude, proporcionando uma visão panorâmica da região e do Vale do Paraíba. Destaque para atividades de acampamento no local, como a NR Acampamentos.

Outro tipo de turismo no município é o turismo religioso, com a visitação de igrejas como a Igreja do Bom Jesus e Igreja Matriz de Santana.

Devido principalmente as belezas naturais da região, ao clima temperado e ao apelo gastronômico inerente ao Estado de Minas Gerais, estima-se que a atividade turística apresente crescimento para os próximos anos, desde que sejam realizados investimentos em infraestrutura turística e qualificação profissional dos prestadores de serviços.

#### **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 e projetos de recomposição para áreas não preservadas, bem como a implantação do programa de PSA em bacias-piloto que, na concepção da equipe técnica da Irrigart, deveriam ser as bacias hidrográficas do Alto Jaguari e do Ribeirão do Juncal, uma vez que estas bacias hidrográficas já apresentam um bom nível de conservação e situam-se na área de contribuição do Sistema Cantareira - importante conjunto de mananciais para a região metropolitana de São Paulo e para toda a bacia do rio Piracicaba.

### **6.1.2 Aspectos Ambientais**

#### **6.1.2.1 Saneamento Ambiental**

O saneamento ambiental está intimamente ligado com os recursos hídricos, uma vez que todo o abastecimento e afastamento dos esgotos são planejados a partir dos

169

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: [irrigart@irrigart.com.br](mailto:irrigart@irrigart.com.br)

recursos hídricos existentes. A seguir são apresentadas as projeções para as diferentes áreas do saneamento.

#### **6.1.2.1.1 Resíduos Sólidos**

Atualmente, cerca de 50% dos resíduos sólidos são coletados por serviço de limpeza especializado, 22% é coletado em caçambas, 19% é queimado e cerca de 9% não recebem nenhum tipo de tratamento, sendo jogado em terrenos baldios, lagos, rios, etc.

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 urbano do município é feito pela captação direta do Ribeirão das Posses. A COPASA possui outorga para captação de 20,2 litros /segundo, equivalente a 73 m<sup>3</sup>/h, que atende a demanda atual bem como as previsões futuras, dado o baixo aumento populacional. O abastecimento de água já atinge toda a área urbana do município.

Nos bairros isolados toda a questão de saneamento é feita pelos próprios moradores através da captação de água subterrânea, porém está em trâmite uma licitação para a contratação de Projetos para equacionar esta situação em vários bairros isolados através dos recursos oriundos do Comitê PCJ. Assim até 2020 estima-se que a administração pública deva finalizar os projetos de melhorias no abastecimento nesses bairros.

#### **6.1.2.1.3 Coleta de Esgoto**

Com relação ao esgotamento sanitário, o município já atingiu aproximadamente 90% de coleta. Para o cenário de 2020, estima-se que o município contará com 100% da coleta de esgoto concluída na área urbana.

Os problemas relacionados ao esgotamento sanitário dos bairros isolados também deverão ser solucionados, especialmente no bairro do Juncal que possui grande adensamento populacional.

#### **6.1.2.1.4 Tratamento de Esgoto**

A COPASA assumiu recentemente a responsabilidade sobre a questão do tratamento do esgoto. O tratamento ainda é inexistente, mas já está prevista a construção da ETE para o ano de 2013, com conclusão até 2014. Sendo assim, estima-se que até 2020 o município já tenha 100% de esgoto tratado.

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

#### **6.1.2.2 Áreas contaminadas**

Devido à baixa industrialização do município, não há indícios de áreas contaminadas.

#### **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 adequadas de conservação do solo. Durante os trabalhos de campo, os principais problemas identificados foram observados nas áreas destinadas à hortifruticultura e pecuária. Não há tendência de aumento deste problema, visto que a maioria dos solos do município são bastante profundos e pouco suscetíveis à erosão.

#### **6.1.2.4 Inundação em áreas urbanas**

Os problemas relacionados à enchente no município estão ligados ao Rio Sapucaí-Mirim, devido ao excedente hídrico da região na ordem de 555 mm/ano, representando cerca de 38% da precipitação total, que é o volume de água escoado pelo solo, isto é, representa a precipitação que vai diretamente aos cursos d'água. São problemas pontuais, de difícil recorrência, que atingem apenas pequena parte do município.

### **6.1.3 Projeções institucionais e legais**

Atualmente o município possui apenas a Lei Orgânica Municipal relacionada aos aspectos ambientais do município e não possui Lei Municipal de Gestão de Recursos Hídricos.

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).

## 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

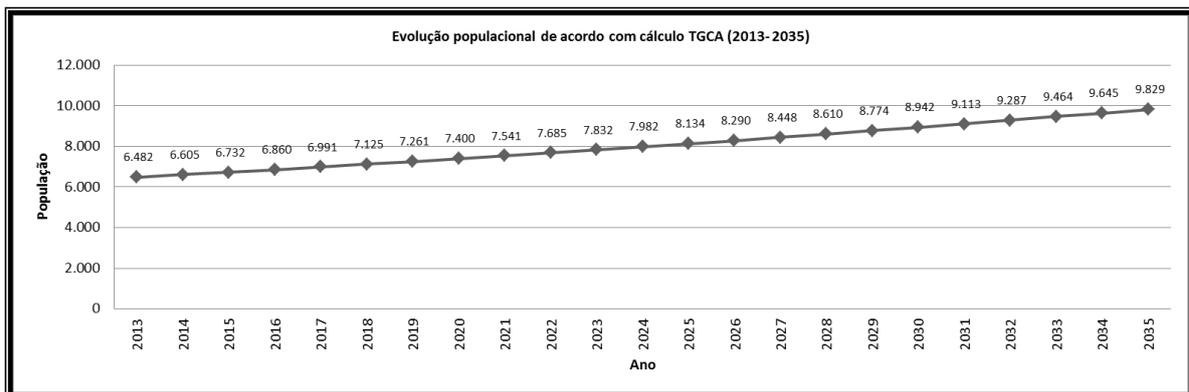
A seguir são apresentadas as projeções estimadas para o ano de 2035 para os tópicos relacionados ao tema socioeconomia.

#### 6.2.1.1 Projeções populacionais

Com base em nas projeções apresentadas neste trabalho, a população estimada para 2035 é da ordem de 9.829 habitantes, aumento de 51% 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 60,62%, conforme apresentado na Tabela 71 e na Figura 102.

**Tabela 71. Projeção da população para 2035.**

Ano	População Total	TGCA (%a.a)*	População Urbana	% urbana	População Rural	% rural
2013	6.482	1,91%	3.929	60,62%	2.552	39,38%
2014	6.605	1,91%	4.004	60,62%	2.601	39,38%
2015	6.732	1,91%	4.081	60,62%	2.651	39,38%
2016	6.860	1,91%	4.159	60,62%	2.702	39,38%
2017	6.991	1,91%	4.238	60,62%	2.753	39,38%
2018	7.125	1,91%	4.319	60,62%	2.806	39,38%
2019	7.261	1,91%	4.402	60,62%	2.859	39,38%
2020	7.400	1,91%	4.486	60,62%	2.914	39,38%
2021	7.541	1,91%	4.571	60,62%	2.970	39,38%
2022	7.685	1,91%	4.659	60,62%	3.026	39,38%
2023	7.832	1,91%	4.748	60,62%	3.084	39,38%
2024	7.982	1,91%	4.839	60,62%	3.143	39,38%
2025	8.134	1,91%	4.931	60,62%	3.203	39,38%
2026	8.290	1,91%	5.025	60,62%	3.264	39,38%
2027	8.448	1,91%	5.121	60,62%	3.327	39,38%
2028	8.610	1,91%	5.219	60,62%	3.390	39,38%
2029	8.774	1,91%	5.319	60,62%	3.455	39,38%
2030	8.942	1,91%	5.420	60,62%	3.521	39,38%
2031	9.113	1,91%	5.524	60,62%	3.589	39,38%
2032	9.287	1,91%	5.630	60,62%	3.657	39,38%
2033	9.464	1,91%	5.737	60,62%	3.727	39,38%
2034	9.645	1,91%	5.847	60,62%	3.798	39,38%
2035	9.829	1,91%	5.958	60,62%	3.871	39,38%



**Figura 102. Evolução populacional (2013-2020).**

## 6.2.2 Projeções desenvolvimento econômico

A tendência para o desenvolvimento econômico do município de Sapucaí-Mirim está na combinação de indústrias (de baixo potencial poluidor), silvicultura (adaptadas as condições naturais) e o setor de serviços ligados ao turismo e lazer.

O município pode ser atrativo para diversas indústrias por estar próximo a divisa com o Estado de São Paulo e possuir 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 Sapucaí-Mirim, 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 Sapucaí-Mirim já deverá estar com todos os problemas relativos ao saneamento equacionados, tais como: abastecimento, coleta e tratamento de esgoto na área urbana. Nos bairros isolados, deverão estar implantados sistemas alternativos para uma correta disposição dos efluentes domésticos.

### 6.2.3.2 Inundação em áreas urbanas

Os problemas com inundação são restritos a uma pequena área do município e não devem ser alvo de tratamento específico no plano de metas. No entanto, a amortização dos problemas de inundação deverá ocorrer caso as metas de recuperação de nascentes e APPs sejam cumpridas.

## **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 – APPs, a erosão superficial do solo e, conseqüentemente, o assoreamento dos corpos d'água.

A seguir, encontram-se sumarizados os principais problemas identificados nas bacias hidrográficas do município:

- Ocupação de áreas de preservação nas áreas rurais, principalmente por pastagens extensivas.
- A área urbana encontra-se, em grande parte, inserida nas áreas de preservação permanente e nos vales do Rio Sapucaí-Mirim.
- 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 possam alcançar melhorias necessárias no município de Sapucaí-Mirim, conforme o prognóstico apresentado no capítulo anterior, para o horizonte provável (2014-2020) e horizonte tendencial (2020-2035), 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 (M.1.1)

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 e 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 promover eventos junto às concessionárias de rodovias, Departamento Estadual e outros órgãos para que tomem a mesma iniciativa nas vias de trânsito as quais são responsáveis.

**Cronograma de Implantação:** Até o final do ano de 2016, possuir 100% das pontes e travessias sinalizadas, tanto na área urbana como rural.

**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 Ações relacionadas a Saneamento (M.2)

### 7.1.2.1 Atingir o índice de 100% de tratamento de esgoto na área urbana (M.2.1)

Esta meta prevê que 100% do esgoto coletado na área urbana do município passe por tratamento prévio antes de serem lançadas nos cursos d'água. Em relação ao esgotamento sanitário, o município já atingiu aproximadamente 90% de coleta. O tratamento ainda é inexistente, mas já está prevista a construção da ETE para o ano de 2013, com conclusão até 2014.

**Cronograma de Implantação:** Até 2016, deverão ser tratados 100% dos esgotos gerados na área urbana.

**Custos Envolvidos:** Estima-se um valor de R\$ 4.000.000,00 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.

**Meta:** Tratar 100% do esgoto coletado na área urbana de Sapucaí-Mirim até o ano de 2016. **(M.2.1).**

#### **7.1.2.2 Elaboração de Plano Diretor de Saneamento do Município (M.2.2)**

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 Sapucaí-Mirim 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.2.2).**

### **7.1.2.3 Implantar os Projetos de Coleta e Tratamento de Esgoto nos Bairros Isolados (M.2.3)**

Esta meta prevê que a prefeitura implante projetos alternativos de coleta e tratamento de esgotos (fossas sépticas) nos bairros isolados existentes no município. Esta solução alternativa se deve a forma de distribuição destes bairros isolados, que apresentam um grande espaçamento entre as residências, tornando-se inviável a construção de soluções convencionais de coleta e tratamento de esgoto.

**Cronograma de Implantação:** Até 2020, a Prefeitura deverá implantar um sistema alternativo de coleta e tratamento, através de fossas sépticas nos bairros isolados do município.

**Custos Envolvidos:** Estima-se um valor de R\$ 500.000,00 para a implantação das soluções nos bairros isolados.

**Coordenação:** A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

**Meta:** Possuir, até 2020 os projetos de coleta e tratamento de esgotos (fossas sépticas) implantados nos bairros isolados. **(M.2.3).**

### **7.1.2.4 Implantação de coleta seletiva e usina de triagem (M.2.4)**

Esta meta prevê que a prefeitura implante a coleta seletiva no município, e também usinas de triagem de resíduos, minimizando os custos do município para a destinação final do lixo coletado em aterro sanitário, além de possibilitar um melhor gerenciamento do lixo reciclável.

**Cronograma de Implantação:** Até 2020, a Prefeitura deverá iniciar as operações de coleta seletiva e construir uma usina de triagem de resíduos.

**Coordenação:** A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

**Meta:** Iniciar, até 2020, as operações de coleta seletiva e construir uma usina de triagem de resíduos **(M.2.4).**

### 7.1.3 Recuperação de Nascentes e APP's (M.3)

#### 7.1.3.1 Elaboração de um estudo técnico sobre a viabilidade de implantação do programa conservador de águas (M.3.1)

Esta ação propõe que a Prefeitura Municipal de Sapucaí-Mirim 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 e áreas de preservação permanente, implantação de reserva legal, técnicas de conservação de solo, etc.

Este tipo de compensação serviria 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 hidrográficas do ribeirão dos Pires (onde é realizada a captação para abastecimento do município), do Ribeirão do Juncal e do Alto Jaguari, pois ambos fazem parte da área de contribuição do Sistema Cantareira.

**Cronograma de Implantação:** Até o ano de 2014, a Prefeitura Municipal deverá finalizar os estudos de viabilidade da implantação deste programa.

**Custos Envolvidos:** O programa deverá ser desenvolvido a um custo estimado de R\$180.000,00 pela própria equipe técnica da Prefeitura.

**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.3.1)**.

### **7.1.3.2 Implantação de um projeto piloto com base nas orientações elencadas pelo estudo técnico (M.3.2).**

Uma vez finalizado o Estudo Técnico sobre a viabilidade de implantação do programa conservador de águas (**Meta M.3.1**), 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:** O custo estimado é de R\$2.000.000,00 e o programa deverá ser desenvolvido pela própria equipe técnica da Prefeitura.

**Coordenação:** A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

**Meta:** Implantação de um projeto piloto de Pagamento por Serviços Ambientais nos anos de 2015 à 2019 (**M.3.2**).

### **7.1.4 Coordenação Institucional (M.4)**

#### **7.1.4.1 Manter um arquivo documental com todos os planos, estudos, seminários e reuniões realizadas após a publicação deste plano (M.4.1).**

Esta ação refere-se a necessidade de se manter o acompanhamento e gestão de todas as informações relativas as ações realizadas em recursos hídricos no município, mantendo-se assim um banco de dados de informações que sirvam de base para auxiliar a elaboração de outros planos e projetos envolvendo recursos hídricos.

**Cronograma de Implantação:** Concomitantemente com os trabalhos previstos neste plano, de modo que o banco de dados esteja pronto para consulta até o final de 2020.

A partir desta data, as atualizações das informações devem ser constantes e prontamente disponibilizadas ao usuário.

**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 Sapucaí-Mirim.

**Meta:** Manter um arquivo documental com todos os planos, estudos, seminários e reuniões realizadas após a publicação deste plano. **(M.4.1)**

#### **7.1.4.2 Manter um arquivo das informações georreferenciadas (mapeamentos, levantamentos, etc) realizadas após a publicação deste plano (M.4.2).**

Esta ação refere-se à necessidade de acompanhamento contínuo e gestão de todas as ações realizadas, de modo a manter e atualizar o banco de dados de informações georreferenciadas (BDG). Com isso, pretende-se armazenar e informatizar ações como: plantios em APPs, recuperação de áreas degradadas, construções e /ou reformas de pontes, galerias de águas pluviais, etc, mantendo-se assim um BDG que auxilie a gestão pública a elaboração de outros planos e projetos envolvendo recursos hídricos.

**Cronograma de Implantação:** Concomitantemente com os trabalhos previstos neste plano, de modo que o BDG esteja pronto para consulta até o final de 2020. A partir desta data, as atualizações das informações georreferenciadas devem ser constantes e prontamente disponibilizadas ao usuário.

**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 Sapucaí-Mirim.

**Meta:** Manter um arquivo documental com todos os planos, estudos, seminários e reuniões realizadas após a publicação deste plano. **(M.4.2)**

#### **7.1.4.3 Elaboração de legislação relacionada a Recursos Hídricos no município – Política Municipal de Gestão dos Recursos Hídricos (M.4.3)**

Esta ação, de natureza institucional advém da necessidade de se criar no município uma legislação específica para os recursos hídricos, de modo a instituir a Política Municipal de Gestão dos Recursos Hídricos. Sugere-se como modelo de legislação para orientar a Prefeitura Municipal a legislação do município de Sapucaí-Mirim. 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 Municipal.

**Meta:** Aprovar no município, até o ano de 2013, de Lei Municipal que institui a Política Municipal de Gestão dos Recursos Hídricos. **(M.4.3)**

#### **7.1.4.4 Elaboração de um Plano Diretor de Desenvolvimento contemplando as recomendações apresentadas no Plano Municipal de Saneamento (M.4.4).**

Esta ação propõe que a Prefeitura Municipal de Sapucaí-Mirim, através do setor competente, elabore um Plano Diretor de Desenvolvimento. Plano diretor é um documento que sintetiza e torna explícito os objetivos consensuados para o município e estabelece princípios, diretrizes e normas a serem utilizadas como base para que as decisões dos atores envolvidos no processo de desenvolvimento urbano convirjam, tanto quanto possível, na direção desses objetivos. Deste modo, como o enfoque deste trabalho é a conservação e gestão dos recursos hídricos, o Plano Diretor apresentado deve, obrigatoriamente, respeitar os limites das bacias hidrográficas no zoneamento municipal e contemplar as diretrizes apresentadas no Plano Municipal de Saneamento.

**Cronograma de Implantação:** De acordo com a disponibilidade técnica e de recursos financeiros e humanos da Prefeitura Municipal de Sapucaí-Mirim, a partir de 2014.

**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:** Elaboração do plano diretor de desenvolvimento, incluindo os limites hidrográficos como unidade de planejamento urbano e rural e as diretrizes do Plano Municipal de Saneamento **(M.4.4)**.

#### **7.1.4.5 Implementar, em parceria com a EMATER, um programa de manejo de solo e água.**

Esta ação propõe que a Prefeitura Municipal de Sapucaí-Mirim, 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, de modo a minimizar os impactos causados por esta atividade no município, em especial pela hortifruticultura e pecuária.

**Cronograma de Implantação:** De acordo com a disponibilidade técnica e de recursos financeiros 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 Sapucaí-Mirim, em conjunto com a EMATER no ano de 2014. **(M.4.5)**.

#### **7.1.5 Resumo das metas para o cenário provável.**

A Tabela 72 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 72. Proposição de Metas e Ações - Cenário Provável.**

Ações		Metas		Custo Estimado Total no período indicado (R\$)	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, na área urbana e rural	100.000,00	PM Sapucaí-Mirim
M.2	Saneamento	M.2.1	Atingir o índice de 100% de tratamento de esgoto na área urbana	4.000.000,00	COPASA
		M.2.2	Elaboração de Plano Diretor de Saneamento do município	100.000,00	PM Sapucaí-Mirim
		M.2.3	Implantar os projetos de tratamento na coleta e tratamento de esgoto (fossas sépticas) nos bairros isolados	500.000,00	PM Sapucaí-Mirim
		M.2.4	Implantação de coleta seletiva e usinas de triagem	-	PM Sapucaí-Mirim
M.3	Recuperação de nascentes e APPs	M.3.1	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 nas Bacias Hidrográficas dos Pires e do Juncal.	180.000,00	PM Sapucaí-Mirim
		M.3.2	Implantação de um projeto piloto com base nas orientações elencadas pelo estudo técnico.	2.000.000,00	PM Sapucaí-Mirim
M.4	Coordenação Institucional	M.4.1	Manter um arquivo documental com todos os planos, estudos, seminários e reuniões realizadas após a publicação deste plano.	--	PM Sapucaí-Mirim
		M.4.2	Manter um arquivo das informações georreferenciadas (mapeamentos, levantamentos, etc) realizadas após a publicação deste plano.	-	PM Sapucaí-Mirim
		M.4.3	Elaboração de legislação relacionada a Recursos Hídricos no município – Política Municipal de Gestão dos Recursos Hídricos	-	PM Sapucaí-Mirim
		M.4.4	Elaboração do Plano Diretor do Município contemplando as recomendações apresentadas no Plano Municipal de Saneamento.	-	PM Sapucaí-Mirim
		M.4.5	Implementar, em parceria com a EMATER, um programa de manejo de solo e água.	-	PM Sapucaí-Mirim /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 Sapucaí-Mirim, 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: a falta de saneamento na área urbana e rural do município, e a remuneração dos produtores rurais que preservem suas propriedades, aliando a geração de renda com a conservação ambiental.

**Tabela 73. Proposição de Metas e Ações - Cenário Tendencial.**

Ações		Metas		Custo Estimado Total no período indicado (R\$)	Desenvolvimento/ Coordenação
MT.1	Saneamento	MT.1.1	Execução de 100% das obras indicadas no Plano Diretor de Saneamento.	15.000.000,00	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.	15.000.000,00	Prefeitura Municipal

## 8 SÍNTESE DOS CUSTOS ENVOLVIDOS NO PLANO DE METAS E AÇÕES

Conforme os dados apresentados na Figura 103 e Figura 104, o investimento total nas metas estabelecidas para o cenário provável neste PMRH soma 6,88 milhões de reais.

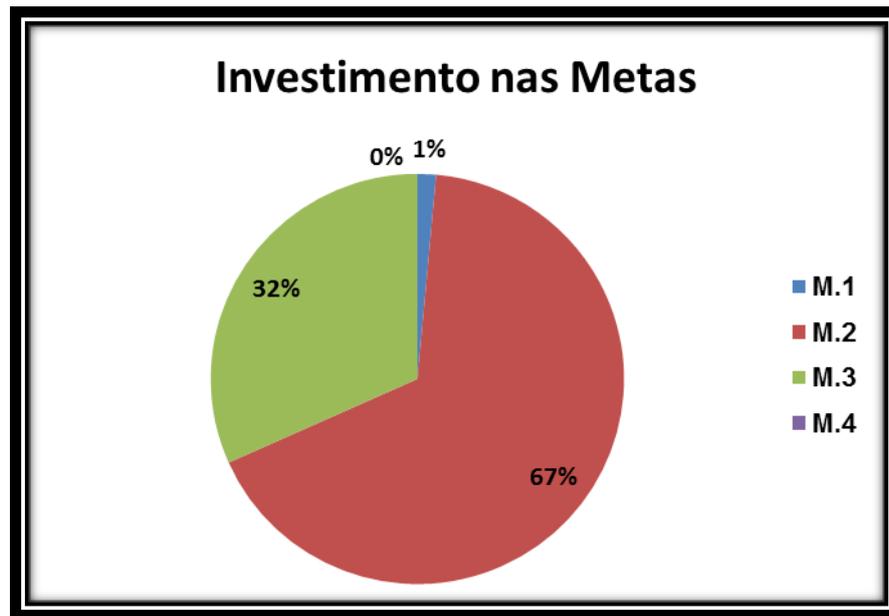
De acordo com o Plano de Investimentos definidos para alcançar as metas propostas, o montante empregado em esgotamento sanitário corresponde a 67% do total (M.2 - Saneamento).

A composição dos custos de metas e ações para implantação do PMRH-Sapucaí-Mirim deflagra o alto investimento necessário para a questão dos esgotos sanitários (M.2 – Esgotamento Sanitário), cuja responsabilidade é da COPASA. Segundo informações, a COPASA estará iniciando as obras da ETE ainda no ano de 2013, portanto já possui recursos assegurados para tal ação.

Outra área que merece destaque é Recuperação de Nascentes e APP's (M.3) que irá consumir 32% dos recursos.



**Figura 103. Valores de investimento para o cumprimento das metas do PMRH.**



**Figura 104. 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 30 milhões de reais, sendo 15 milhões para a elaboração de obras de combate a enchentes no município. Este valor se refere a uma estimativa e deverá ser melhor detalhado e orçado quando da finalização do Plano Diretor de Saneamento Básico, que faz parte do plano de metas do cenário provável (Meta M.2.3).

Outro grande investimento previsto é a implantação plena do PSA, com investimentos estimados em 15 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.3.2), 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.

Vale ressaltar que apenas parte do município se encontra na Bacia do rio Jaguari, que apresenta uma grande demanda por parte da SABESP. Nas demais bacias, não há uma demanda de água que justifique a implantação de um programa desta natureza, que envolve altos custos.

## 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 os municípios 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 necessárias 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 são só por sua rentabilidade, mas também pela melhoria no serviço proposto. Especialmente para o caso de Sapucaí-Mirim, a COPASA já possui recursos para iniciar as obras da Estação de Tratamento de Esgoto do município ainda no ano de 2013.

### 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 74.

**Tabela 74. Recursos assegurados 2007 - 2012.**

Área	Sub-Área	Valor (R\$)	Valor (R\$)
<b>ESGOTO</b>	Tratamento (ETE, SES)		252.467,11
	Rede coletora		
	PMSB, Projetos básico e executivo	252.467,11	
	Transporte (emissários, elevatória, coletor tronco, interceptores, linhas de recalque)		
<b>PERDAS</b>	Macro e Micro medição, setorização,		
	Uso racional e Plano		
<b>ÁGUA (Sist. Abastecim.)</b>	ETA, Reservatórios, captações, adutoras, estação elevatórias, redes, PMRH)		-
<b>RESÍDUO</b>	Aterros, tratamento, coleta, drenagem, equipamentos para triagem,	215.600,00	215.600,00
<b>DRENAGEM</b>	Canalização, Pq. Linear, GAP,		-
<b>TOTAL</b>		468.067,11	468.067,11

Fonte: Fundação Agência PCJ.

Com base nos valores apresentados na Tabela 74. nota-se que o município teve acesso a linhas de financiamento de R\$ 468.067,11 (quatrocentos e sessenta e oito mil, sessenta e sete reais e onze centavos) no período analisado.

Os recursos obtidos foram direcionados para a elaboração de projetos na área de esgotamento sanitário (54%) e para a área de resíduos sólidos (46%).

Além desses recursos, a COPASA já possui recursos para iniciar as obras da estação de tratamento de esgoto do município ainda no ano de 2013. Todas estas áreas estão enquadradas na M.2 – Saneamento, que prevê investimentos da ordem de 5,9 milhões de reais até o ano de 2020.

## 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 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 105 é apresentada a estrutura de um BDG.

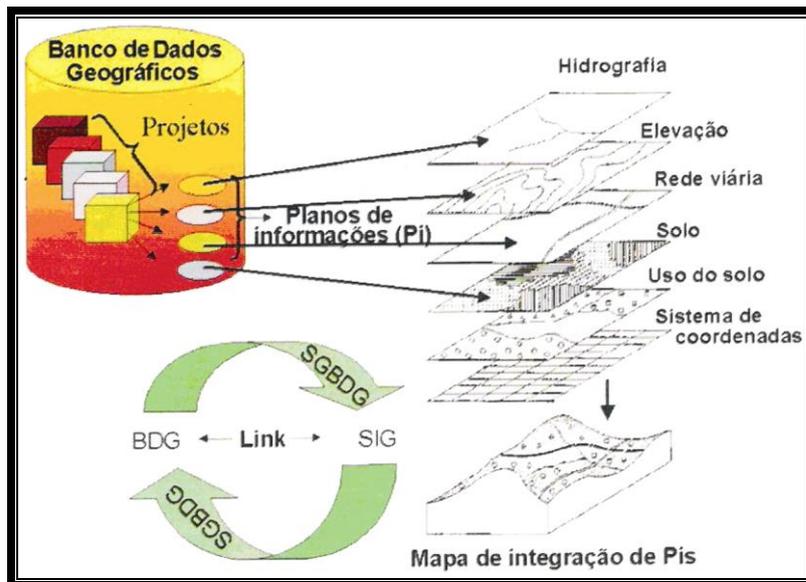


Figura 105. Exemplo de estrutura e organização de um BDG (Câmara, 1994).

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 106 apresenta a estrutura e o conteúdo do BDG elaborado paralelamente a este projeto.

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.

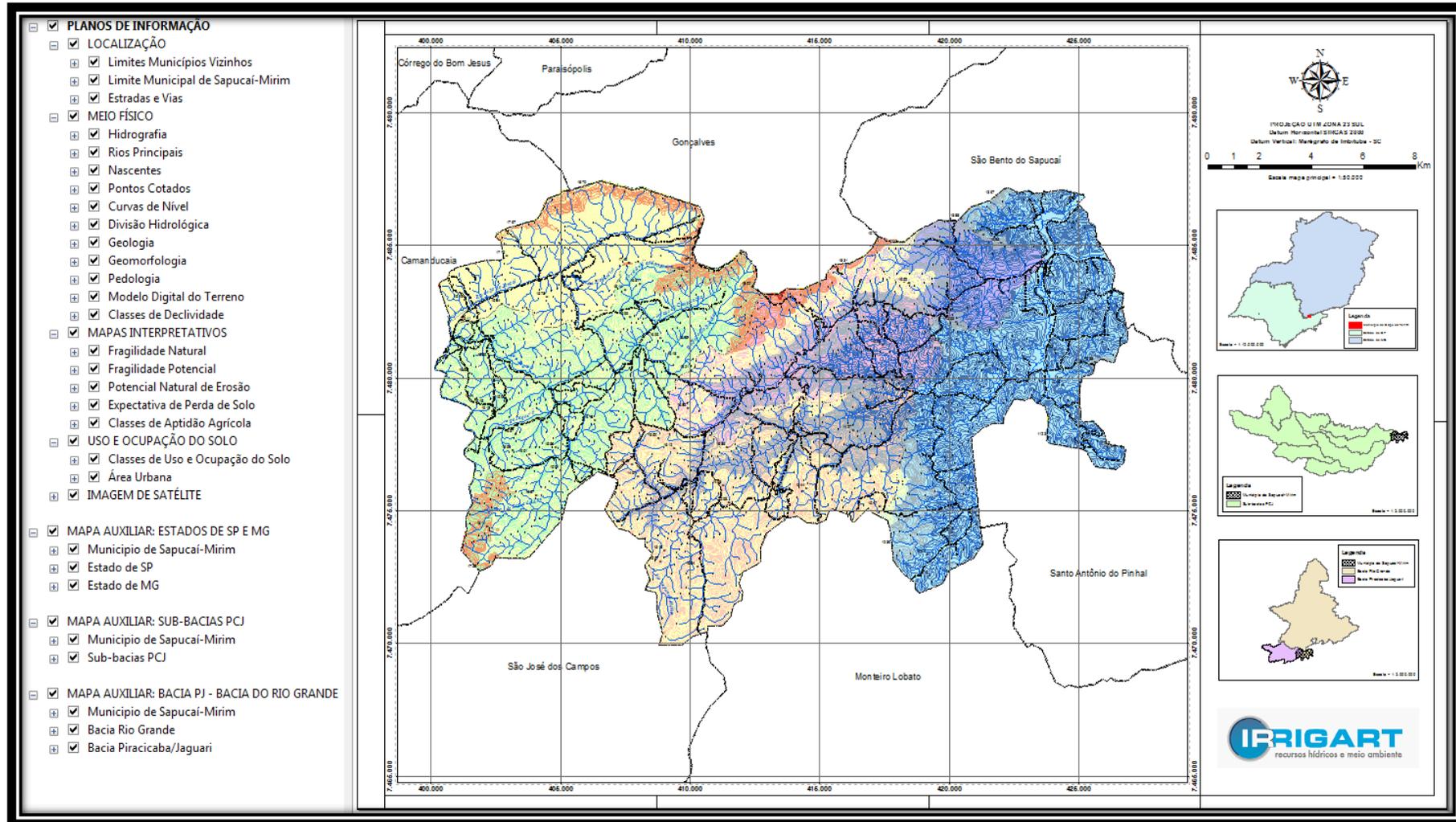
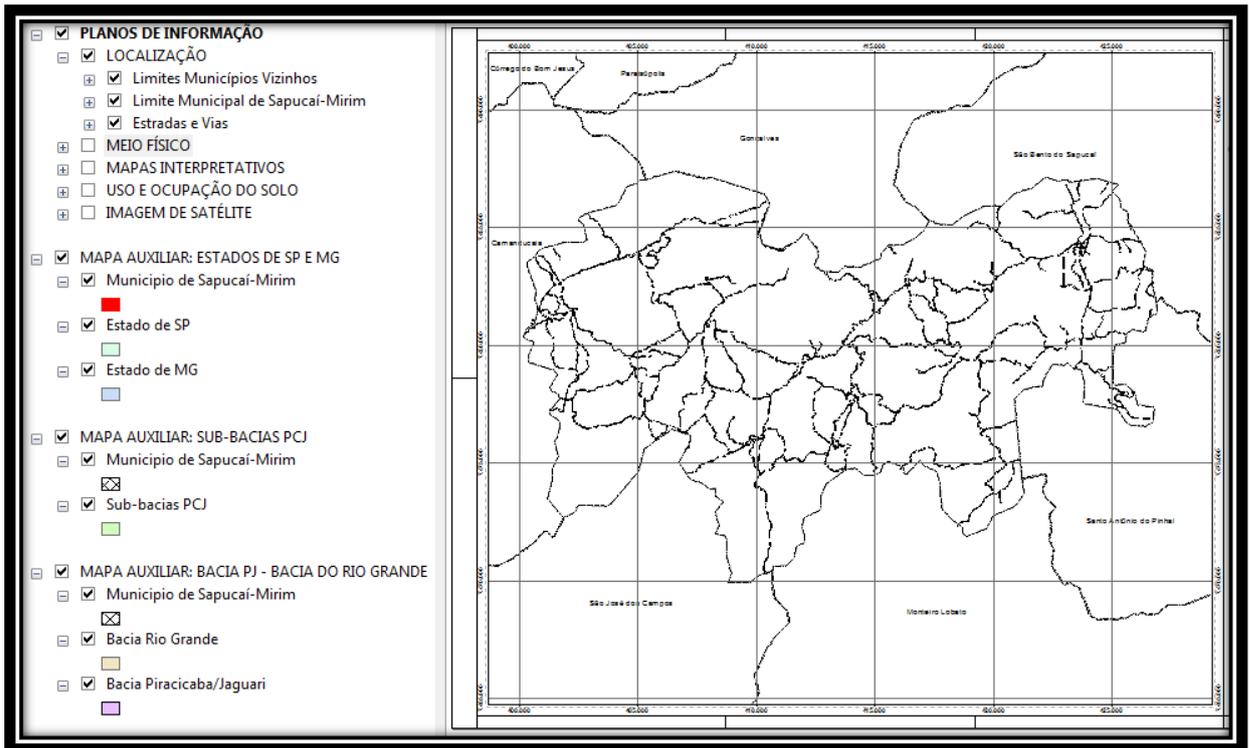


Figura 106. Estrutura e organização do BDG do município de Sapucaí-Mirim.

## 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 107 apresenta um exemplo de visualização deste PI.



**Figura 107. 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 108 apresenta um exemplo de visualização deste PI.

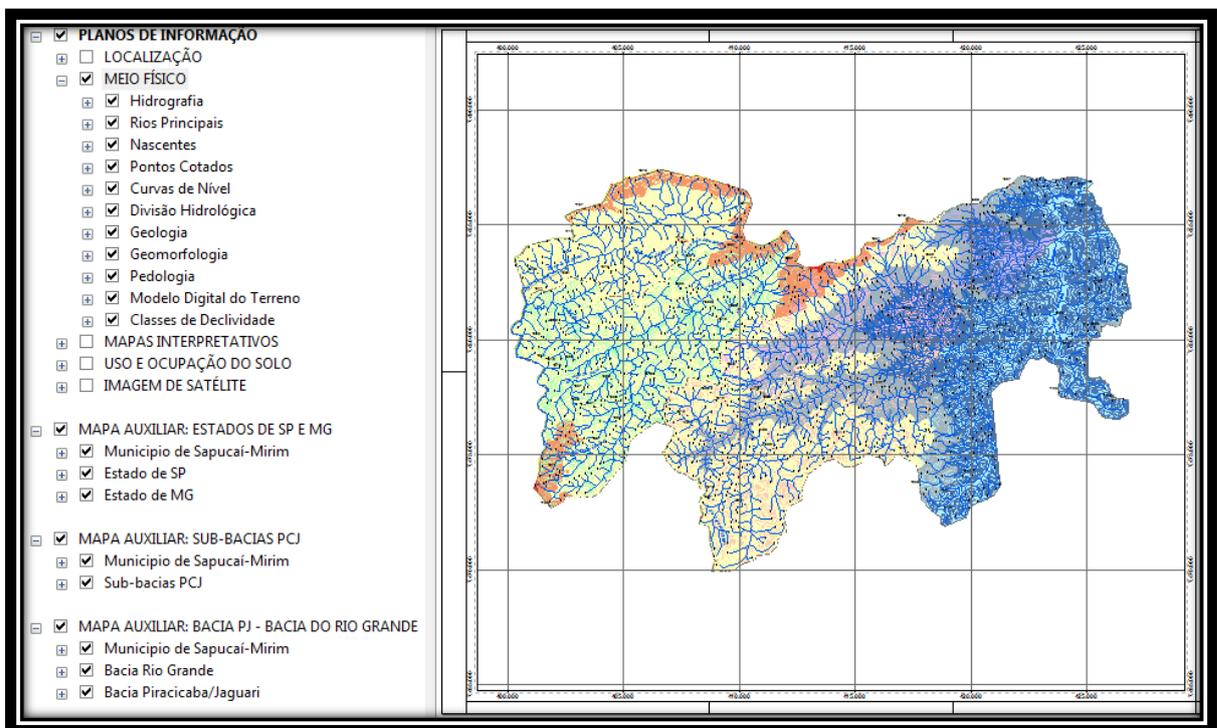
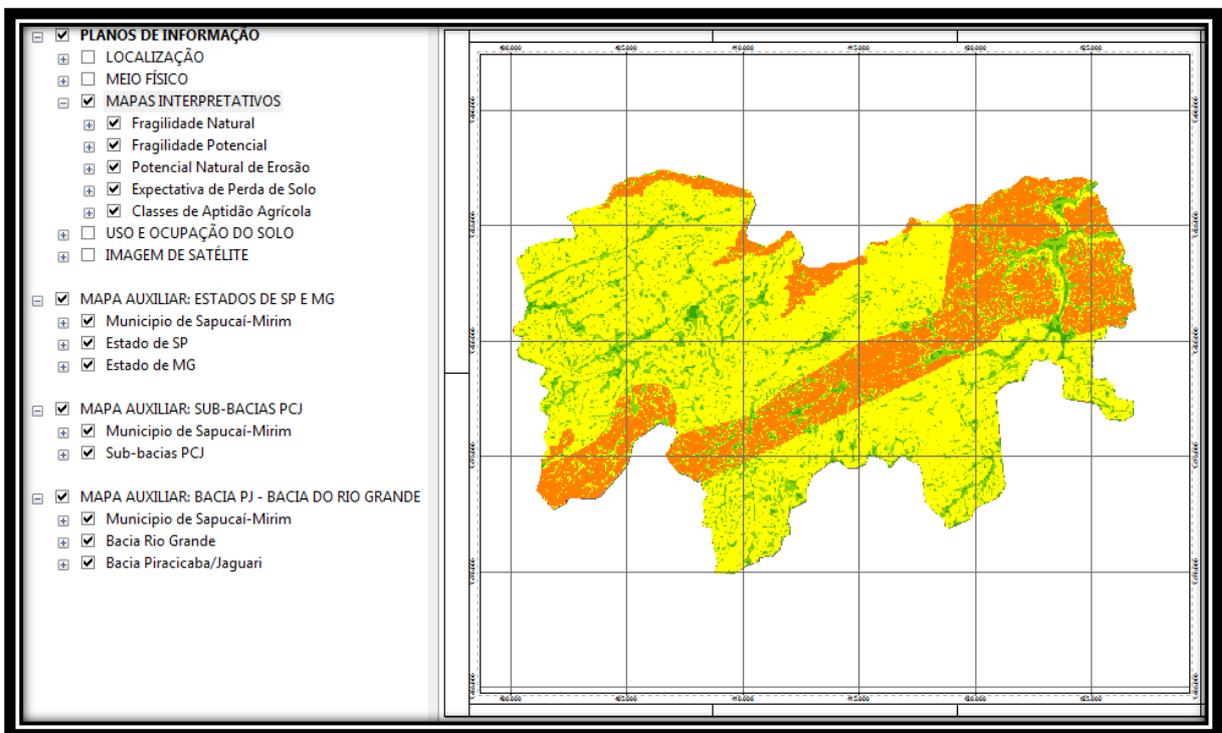


Figura 108. Exemplo de visualização do PI Meio Físico.

### 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 109 apresenta os detalhes deste PI.



**Figura 109. 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 110 apresenta os detalhes deste PI.

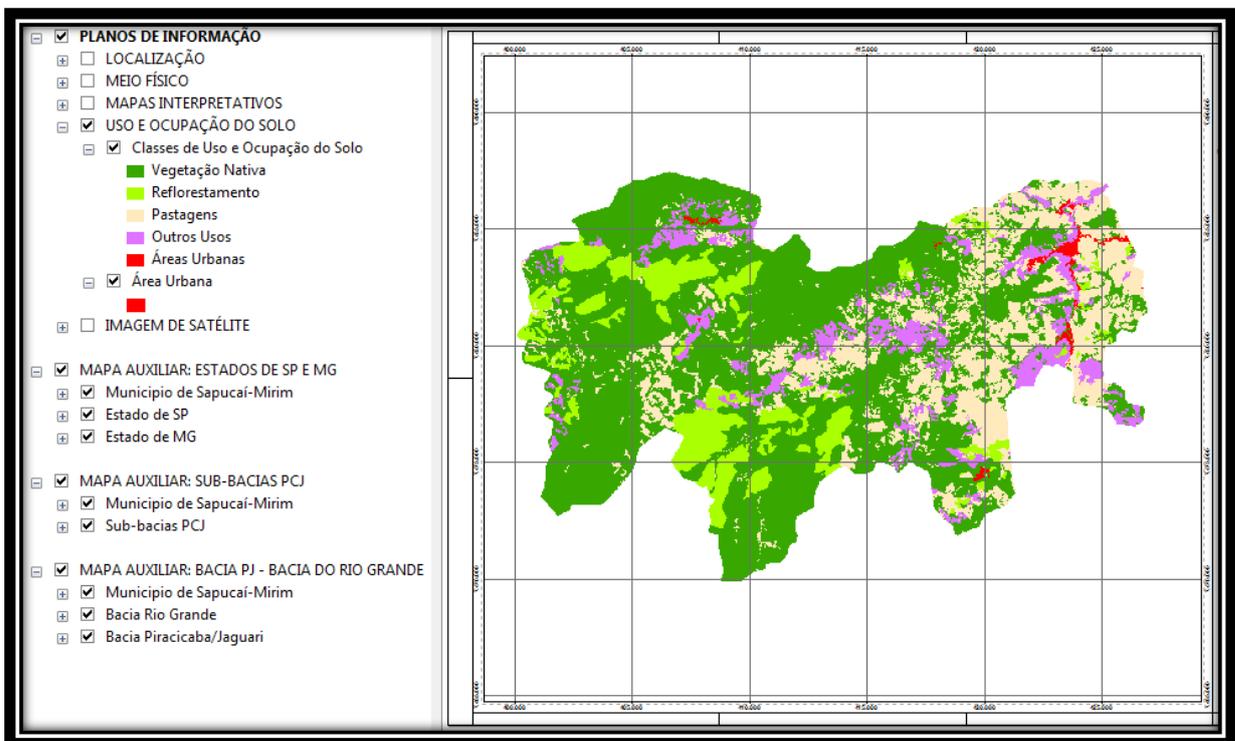


Figura 110. Exemplo de visualização do PI Uso do Solo.

## 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 111 e Figura 112).

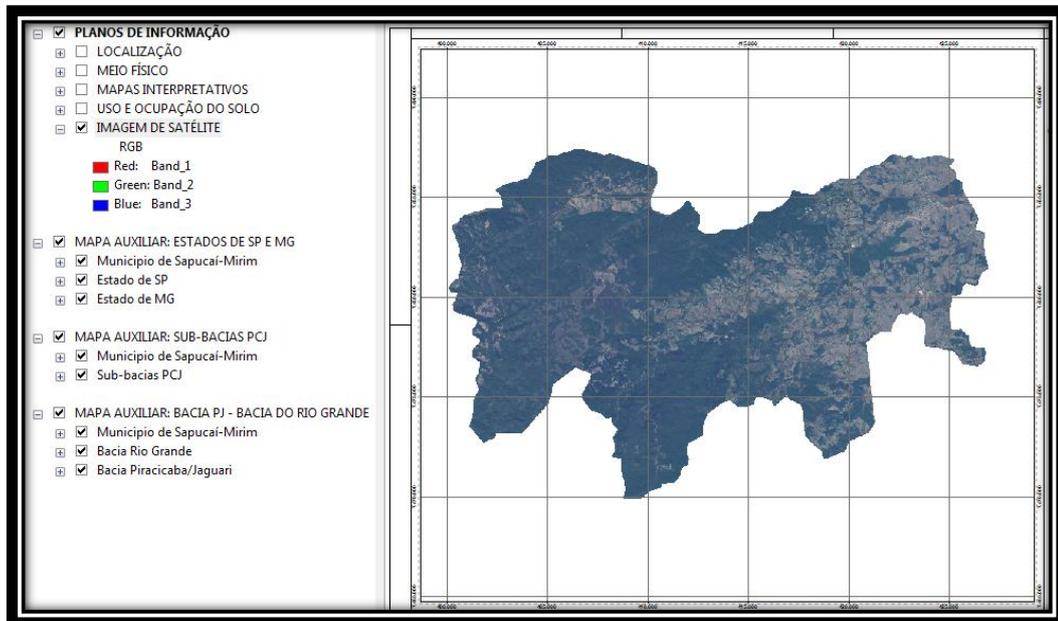


Figura 111. Exemplo de visualização do PI Imagem de Satélite (pouca aproximação).

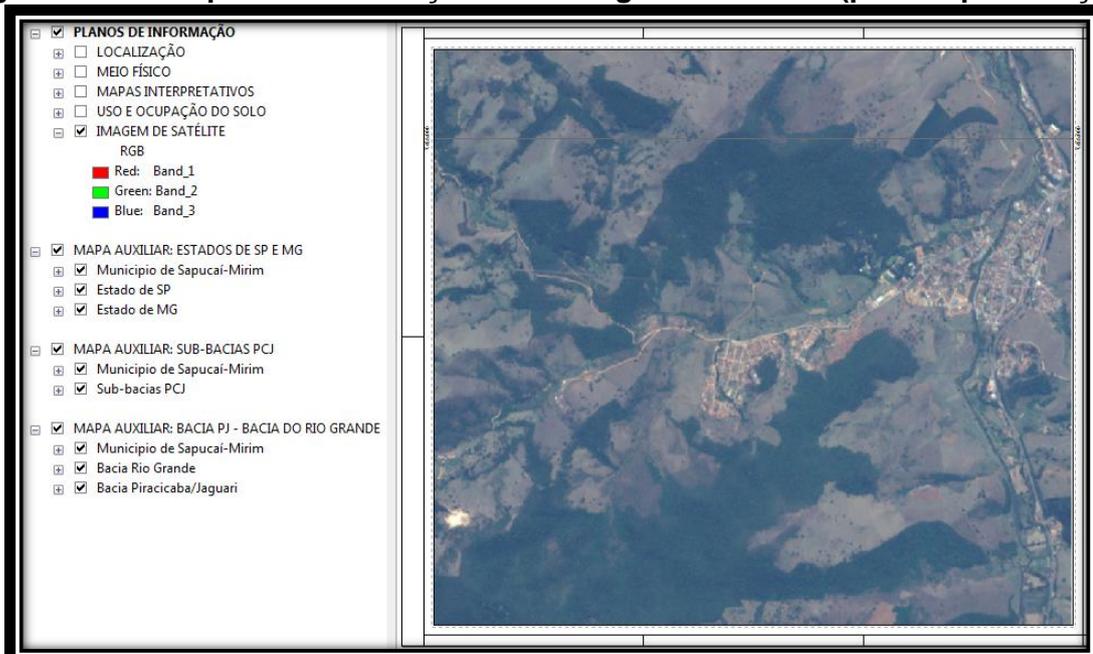
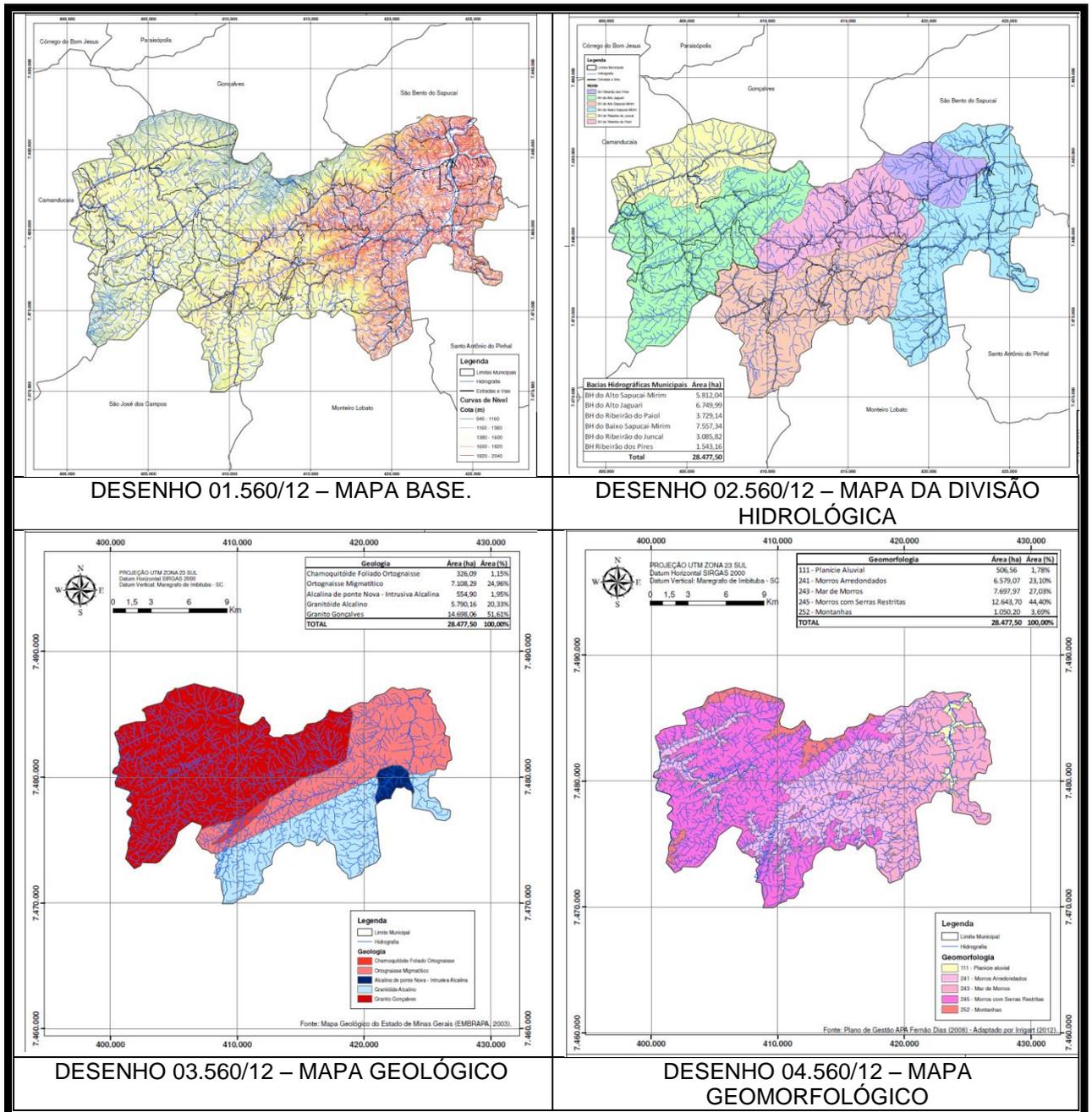


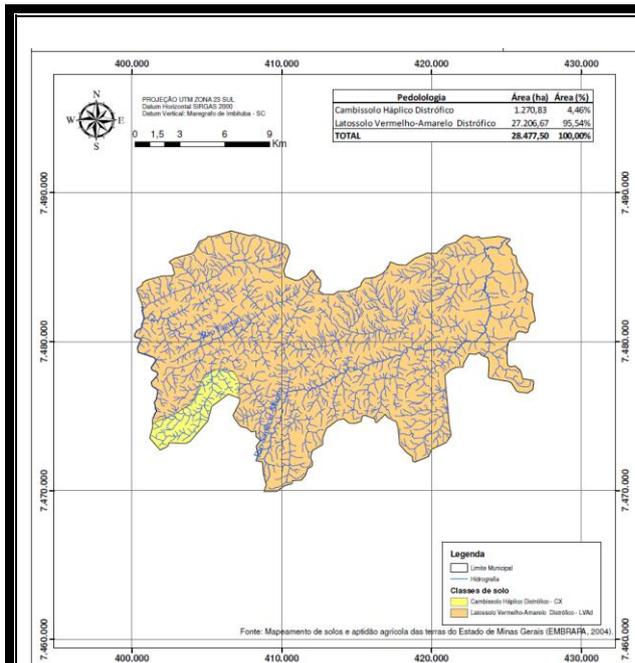
Figura 112. Exemplo de visualização do PI Imagem de Satélite (média aproximação).

## 11 RELAÇÃO DE DESENHOS E ANEXOS

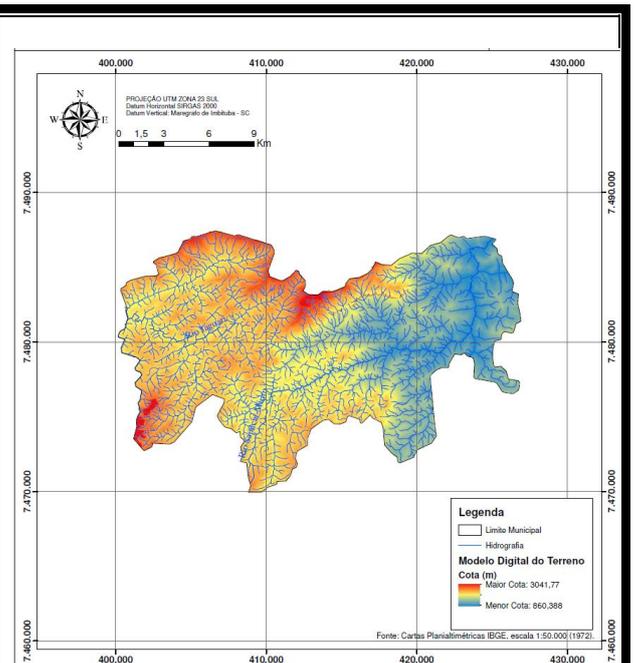
Neste capítulo serão apresentados todos os Desenhos produzidos neste relatório, totalizando 26 mapas diversos. A Tabela 75 apresenta um resumo dos desenhos e anexos a serem apresentados neste trabalho.

**Tabela 75. Resumo dos Desenhos e Anexos apresentados neste volume.**

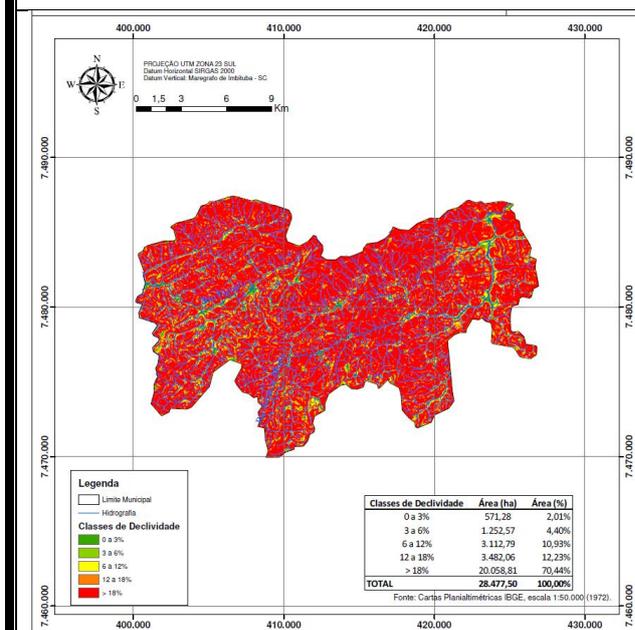




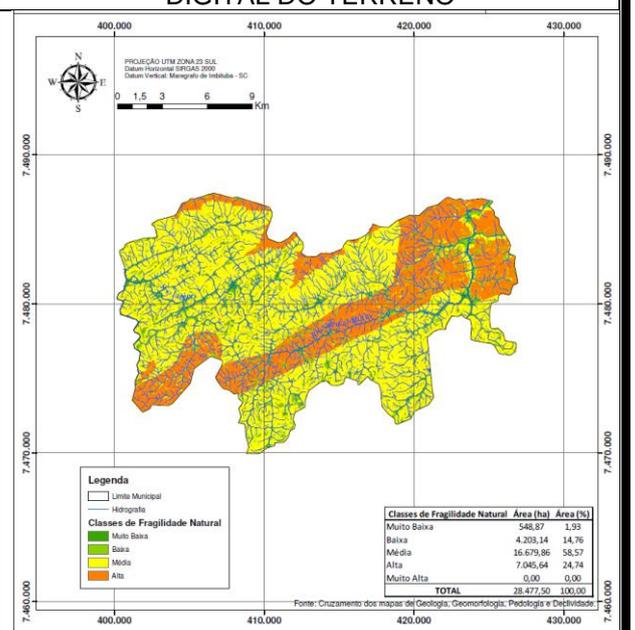
DESENHO 05.560/12 – MAPA PEDOLÓGICO



DESENHO 06.560/12 – MAPA DO MODELO DIGITAL DO TERRENO

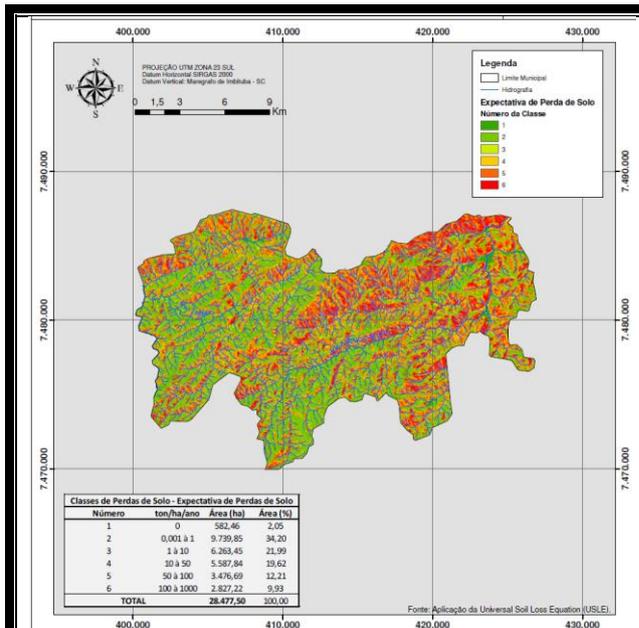


DESENHO 07.560/12 – MAPA DE DECLIVIDADE

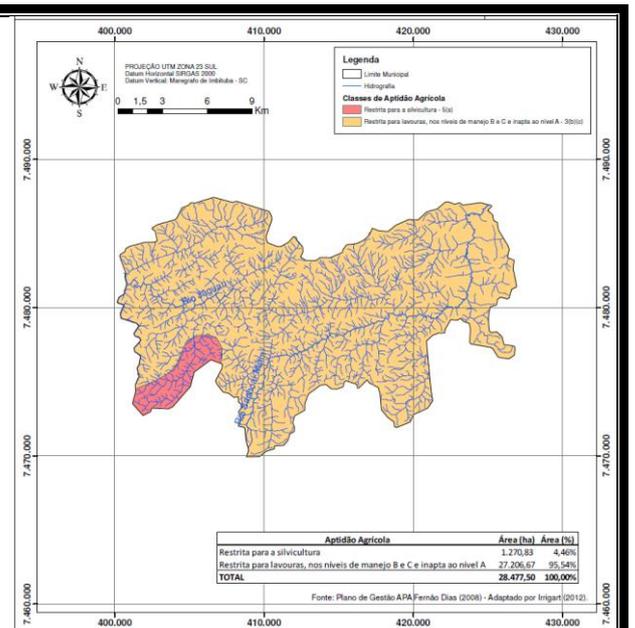


DESENHO 08.560/12 – MAPA DA FRAGILIDADE NATURAL DO MEIO FÍSICO TERRESTRE

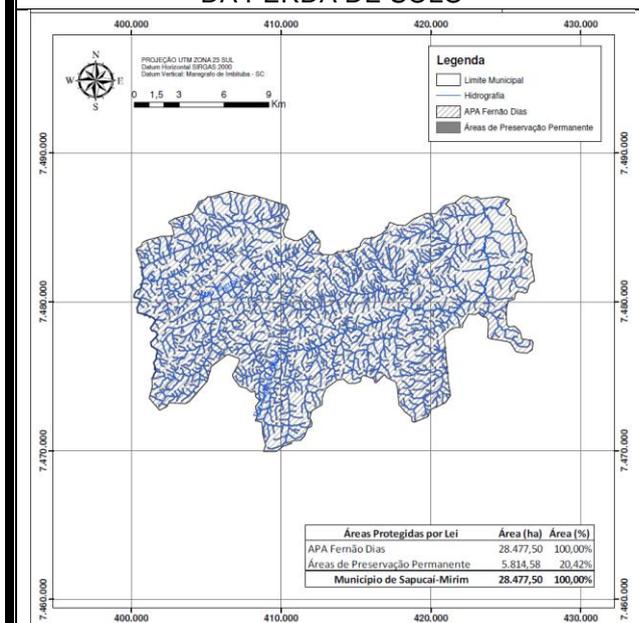




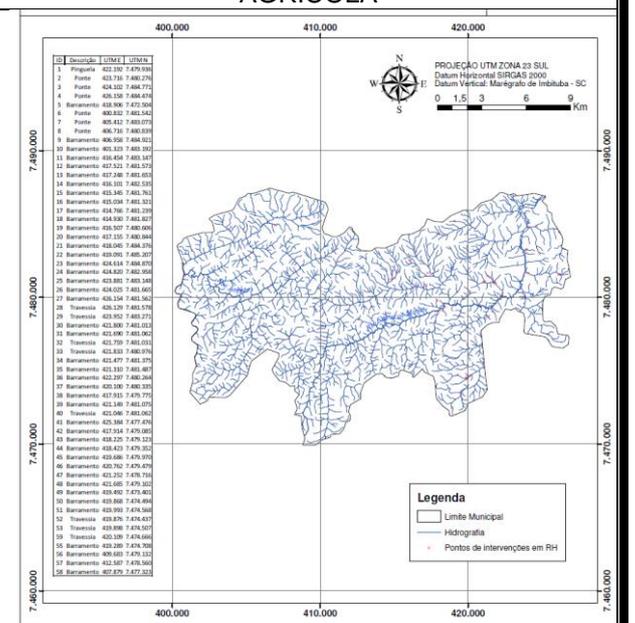
DESENHO 13.557/12 – MAPA DA EXPECTATIVA DA PERDA DE SOLO



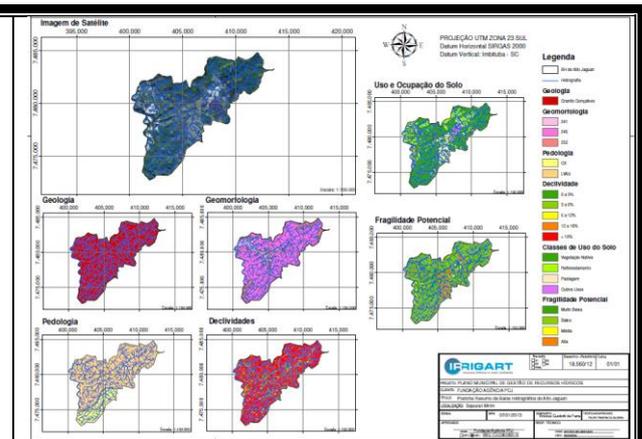
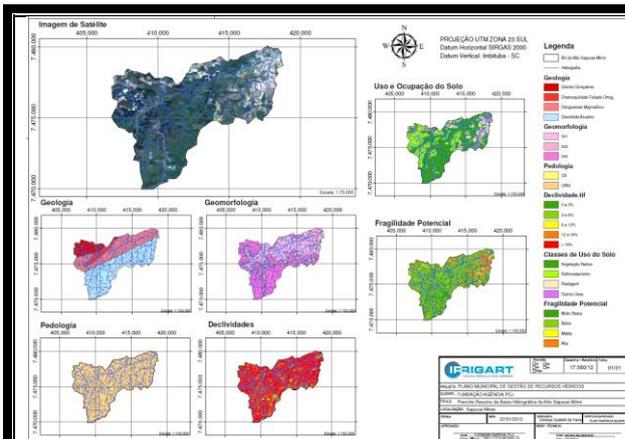
DESENHO 14.557/12 – MAPA DE APTIDÃO AGRÍCOLA



DESENHO 15.557/12 – MAPA DAS ÁREAS PROTEGIDAS POR LEI

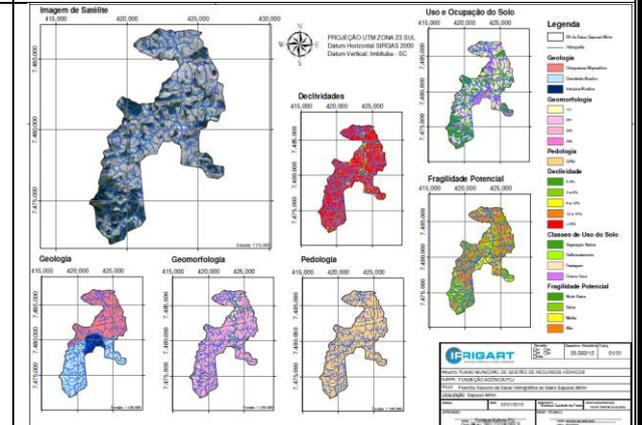
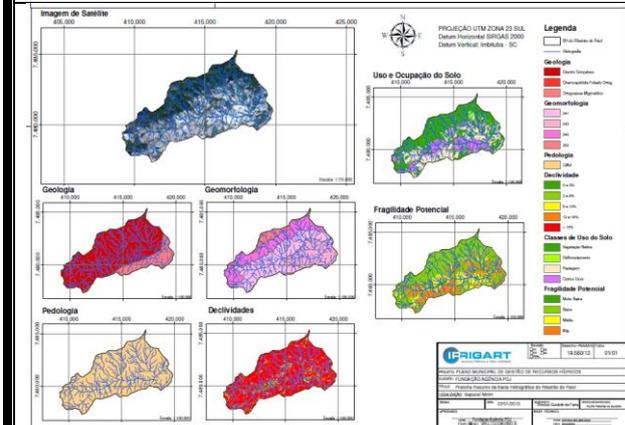


DESENHO 16.557/12 – MAPA DAS INTERVENÇÕES EM APP



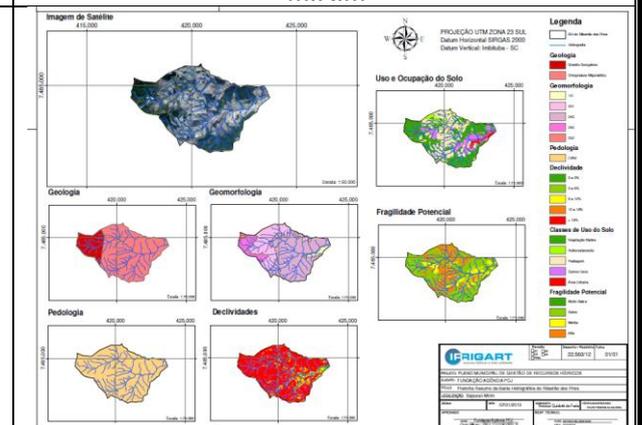
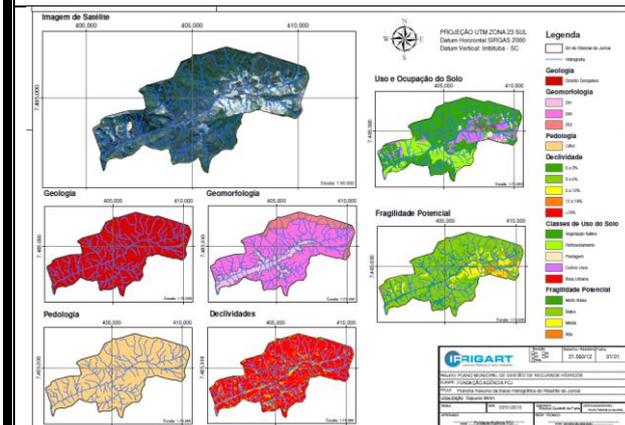
DESENHO 17.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO SAPUCAÍ-MIRIM

DESENHO 18.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARÍ



DESENHO 19.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO PAIOL

DESENHO 20.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO BAIXO SAPUCAÍ-MIRIM



DESENHO 21.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO JUNCAL

DESENHO 22.557/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DOS PIRES

## 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#](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](http://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](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

## **DESENHO 01.560/12 – MAPA BASE.**

## **DESENHO 02.560/12 – MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS (DIVISÃO HIDROLÓGICA)**

## **DESENHO 03.560/12– MAPA GEOLÓGICO.**

## **DESENHO 04.560/12– MAPA GEOMORFOLÓGICO.**

## **DESENHO 05.560/12– MAPA PEDOLÓGICO.**

## **DESENHO 06.560/12 – MAPA DO MODELO DIGITAL DO TERRENO.**

## DESENHO 07.560/12 – MAPA DE DECLIVIDADE

## **DESENHO 08.560/12 – MAPA DE FRAGILIDADE NATURAL DO MEIO FÍSICO TERRESTRE.**

## **DESENHO 09. 560/12 – MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**

## **DESENHO 10. 560/12 – MAPA DE USO DO SOLO NAS APP'S.**

## **DESENHO 11. 560/12 – MAPA DE FRAGILIDADE POTENCIAL DO MEIO FÍSICO TERRESTRE**

## **DESENHO 12. 560/12 – MAPA DO POTENCIAL NATURAL DE EROSÃO.**

## **DESENHO 13. 560/12 – MAPA DA EXPECTATIVA DA PERDA DE SOLO.**

## **DESENHO 14. 560/12 – MAPA DE APTIDÃO AGRÍCOLA.**

## **DESENHO 15. 560/12 – MAPA DAS ÁREAS PROTEGIDAS POR LEI.**

## **DESENHO 16. 560/12 – MAPA DAS INTERVENÇÕES EM RECURSOS HÍDRICOS.**

## **DESENHO 17. 560/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO SAPUCAÍ-MIRIM.**

## **DESENHO 18. 560/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARI.**

## **DESENHO 19. 560/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO PAIOL.**

## **DESENHO 20. 560/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO BAIXO SAPUCAÍ-MIRIM.**

## **DESENHO 21. 560/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JUNCAL.**

## **DESENHO 22. 560/12 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DOS PIRES.**

## **SISTEMA MUNICIPAL DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS - SMIA.**