

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

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



Nº 632/13

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

Relatório Final

Setembro|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

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

INDICE GERAL

1.	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	Município de Extrema no contexto estadual.....	16
1.2	Município de Extrema no contexto das UGRHI's	20
2	OBJETIVOS	22
2.1	Objetivos Gerais	22
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 Sócioeconômica.....	27
4.2.1	Histórico	27
4.2.2	Demografia	30
4.2.3	Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).....	38
4.2.4	Fatores sócio ambientais.....	40
4.2.5	Educação	44
4.2.6	Indicadores econômicos.....	45
4.2.7	Produto Interno Bruto (PIB) e Valor Adicionado (VA)	48
4.2.8	Arrecadação de tributos	52
4.2.9	Legislações existentes	53
4.3	Caracterização Ambiental	54
4.3.1	Climatologia	54
4.3.1.1	Precipitação pluvial	54
4.3.1.2	Balanço Hídrico Edafológico.....	58
4.3.1.3	Climatologia Local.....	60
4.3.2	Geologia.....	62
4.3.3	Geomorfologia.....	65
4.3.4	Pedologia	69
4.3.4.1	Latosolos	71
4.3.4.2	Argissolos (P).....	72

4.3.5	Declividade do terreno e MDT (modelo digital do terreno).....	73
4.3.6	Fragilidade Ambiental natural do meio físico terrestre	74
4.3.7	Uso do solo	80
4.3.7.1	Metodologia.....	80
4.3.7.2	Resultados encontrados.....	81
4.3.7.3	Uso do solo nas Áreas de Conservação.....	84
4.3.8	Fragilidade potencial do meio físico terrestre	85
4.3.9	Aptidão Agrícola.....	88
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)	94
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	96
4.3.10.8	Cálculo do Potencial Natural de Erosão - PNE.....	96
4.3.10.9	Cálculo da Expectativa de Perda de solo	98
5	ANÁLISE E DIAGNÓSTICO ATUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS.	101
5.1	Apresentação das bacias hidrográficas.....	101
5.1.1	Nascentes e AC's (Áreas de Conservação Ambiental).....	102
5.1.2	Índices Fisiográficos da Bacia	107
5.2	Uso do Solo nas bacias hidrográficas	108
5.2.1	Bacia Hidrográfica do Salto	108
5.2.2	Bacia Hidrográfica das Posses.....	111
5.2.3	Bacia Hidrográfica dos Forjos	115
5.2.4	Bacia Hidrográfica do Juncal.....	118
5.2.5	Bacia Hidrográfica das Furnas	121
5.2.6	Bacia Hidrográfica dos Tenentes.....	125
5.2.7	Bacia Hidrográfica do Matão	128
5.2.8	Bacia Hidrográfica do Jaguari	131
5.3	Usos e Demandas da água.....	135
5.3.1	Os principais usos da água em Extrema	135

5.3.1.1	Uso da água no Saneamento ambiental.....	136
5.3.1.2	Uso da água na Irrigação.	137
5.3.1.3	Uso industrial.	139
5.3.2	Demandas de água superficial	139
5.3.3	Demanda de água subterrânea.....	140
5.4	Lançamentos	141
5.5	Disponibilidade Hídrica Superficial.....	141
5.6	Disponibilidade Hídrica Subterrânea.....	144
5.7	Balanço Hídrico Superficial	145
5.8	Balanço Hídrico Subterrâneo	145
5.9	Identificação das interferências de obras de engenharia nos recursos hídricos (lagos, barramentos e pontes)	146
5.10	Qualidade dos Recursos Hídricos Superficiais.....	146
5.10.1	IQA (Índice de Qualidade de Água).....	146
5.10.2	Descrição dos parâmetros do Índice de Qualidade de Água - IQA.....	147
5.10.3	Metodologia de Cálculo do índice de Qualidade da Água - IQA	150
5.10.4	Contaminação por tóxicos (CT)	150
5.10.5	Estações de monitoramento da qualidade de água superficial	151
5.10.6	Apresentação e discussão dos resultados	151
5.11	Identificação do grau de necessidade de recuperação da vegetação nas Áreas de Conservação Ambiental.	157
5.12	Identificação das áreas prioritárias para recomposição florestal.	157
5.13	Hierarquização das bacias hidrográficas.....	158
5.13.1	Percentual de uso do solo ocupado pela mancha urbana (K1).....	158
5.13.2	Percentual de vegetação remanescente na bacia hidrográfica (K2)... ..	158
5.13.3	Percentual de vegetação remanescente nas Áreas de Conservação Ambiental (K3)).	159
5.13.4	Número de nascentes/km ² (K4).....	159
5.13.5	Localização em relação a captação do município (K5).....	159
5.13.6	Bacias municipais e intermunicipais (K6)	159
5.13.7	Localização em relação ao mapa do zoneamento municipal (K7)	160
5.13.8	Equação final	160
5.13.9	Resultados encontrados.....	160
6	PROGNOSTICO.....	162
6.1	Caracterização dos cenários: Cenário Provável (2014-2020)	165

6.1.1	Projeções socioeconômicas	166
6.1.1.1	Projeções populacionais.....	166
6.1.1.2	Projeções de desenvolvimento econômico.....	167
6.1.1.2.1	Industrialização	167
6.1.1.2.2	Mineração	168
6.1.1.2.3	Agropecuária	168
6.1.1.2.4	Aquicultura	169
6.1.1.2.5	Turismo e Lazer	169
6.1.1.2.6	PSA.....	169
6.1.2	Aspectos Ambientais.....	170
6.1.2.1	Saneamento Ambiental	170
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.....	170
6.1.2.3	Erosão e assoreamento	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
7	PROPOSIÇÃO DO PLANO DE METAS E AÇÕES.....	174
7.1	Elaboração do Plano de Metas para o cenário provável (2014-2020).	174
7.1.1	Programas de Comunicação com a população (M.1)	174
7.1.1.1	Placas de Sinalização (M.1.1)	174
7.1.2	Ações relacionadas a Saneamento (M.2).....	175
7.1.2.1	Atingir o índice de 100% de tratamento de esgotos na área urbana de Extrema (M.2.1).....	175
7.1.2.2	Elaborar projetos executivos para a implantação de solução para a coleta e tratamento de esgotos nos bairros isolados do município (M.2.2)	176

7.1.2.3	Implantação de projetos executivos para a implantação de solução para a coleta e tratamento de esgotos nos bairros isolados (M.2.3)	176
7.1.2.4	Implantar melhorias no Aterro Sanitário de Extrema (M.2.4)	177
7.1.2.5	Elaboração de Plano Diretor de Saneamento do Município (M.2.5)	177
7.1.3	Recuperação de Áreas de Conservação Ambiental (M.3)	178
7.1.3.1	Levantamento cadastral das Bacias do Juncal, Furnas, Tenentes e Matão para futura implantação do Conservador das Águas e obter informações para o Cadastro Ambiental Rural (M.3.1).	178
7.1.3.2	Implantação do projeto com base nas orientações elencadas pelo levantamento cadastral para a bacia do Juncal (M.3.2).	178
7.1.3.3	Ampliação da rede de monitoramento fluvial, incluindo um ponto em cada uma das bacias contempladas na META M 3.1 (M.3.3).	179
7.1.3.4	Elaboração de estudo de geologia estrutural no município com foco na produção de água (M.3.4).	179
7.1.3.5	Elaboração do Plano Municipal da Mata Atlântica (M.3.5).	180
7.1.3.6	Programa de incentivo a manutenção e conservação das áreas de conservação ambiental da bacia do Jaguari/zona urbana (M.3.6).	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.	181
7.1.4.4	Ampliar parcerias (ANA, EMATER, entre outras) para realizar as ações deste Plano e outras ações necessárias no município (M.4.4).	182
7.1.4.5	Implementar estrutura de apoio aos produtores rurais para a realização do Cadastro Ambiental Rural (M.4.5).	182
7.1.4.6	Implementação e melhorias na estrutura da Prefeitura Municipal para assuntos relacionados ao Licenciamento Ambiental Municipal (M.4.6).	183

7.1.4.7	Ampliar a criação de Unidades de Conservação Municipal (RPPN e Parques Municipais) em áreas de conservação ambiental (M.4.7).	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.....	186
9	FONTES DE FINANCIAMENTO.....	188
10	ELABORAÇÃO DO SMIA – SISTEMA MUNICIPAL DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS.....	190
10.1	Localização.....	193
10.2	Meio Físico	193
10.3	Mapas Interpretativos	194
10.4	Uso e Ocupação do Solo	195
10.5	Imagem de Satélite.....	196
11	RELAÇÃO DE DESENHOS E ANEXOS.....	198
12	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	203

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localização de Extrema em relação ao Estado de Minas Gerais.....	17
Figura 2. Localização de Extrema em relação as mesoregiões do Estado de Minas Gerais.	18
Figura 3. Localização de Extrema em relação às microregiões do Estado de Minas Gerais.	20
Figura 4. Município de Extrema em relação às Bacias PCJ.	21
Figura 5. Município de Extrema 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 Extrema-MG.	25
Figura 8. Evolução populacional. Fonte: IBGE.....	30
Figura 9. Exemplos de Bairros e Distritos isolados.	33
Figura 10. Evolução da Projeção da população do Município de Extrema, de 2013 a 2021.	35
Figura 11. Evolução da Projeção da população do Município de Extrema, de 2009 a 2020.	36
Figura 12. Comparação da Projeção da evolução populacional por João Pinheiro e TGCA.	37
Figura 13. Pirâmide populacional no Município de Extrema (IBGE 2010).	37
Figura 14. Índice de Desenvolvimento Humano. Fonte: PNUD Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2013.....	39
Figura 15. Atividades relacionadas ao saneamento.	44
Figura 16. Exemplo de grandes empresas no município.....	47
Figura 17. Evolução do PIB de 1999 a 2009.....	49
Figura 18. Valor adicionado do município de Extrema - 2009.	51
Figura 19. Evolução do PIB <i>per capita</i> de 1999 a 2009.	52
Figura 20. Precipitação média mensal comparada com a média anual dos postos pluviométricos analisados.	56
Figura 21. Média das precipitações máximas mensais comparadas com a média máxima anual dos postos pluviométricos analisados.	57
Figura 22. Precipitação no período Seco e Úmido.	57
Figura 23. Extrato do balanço hídrico mensal para Vargem-SP.....	59
Figura 24. Balanço Hídrico Normal Mensal.....	60
Figura 25. Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano.	60
Figura 26. Média das precipitações máximas mensais comparado com a média máxima anual do posto pluviométrico analisado.	61

Figura 27. Distribuição das unidades geológicas no município de Extrema-MG.	62
Figura 28. Mapa Geológico do município de Extrema-MG.	63
Figura 29. Exemplos de contato solo-rocha no município de Extrema-MG.	65
Figura 30. Mapa Geomorfológico do município de Extrema-MG.	66
Figura 31. Distribuição das unidades geomorfológicas no município de Extrema-MG.	67
Figura 32. Relevos típicos do município de Extrema-MG.	68
Figura 33. Distribuição das unidades pedológicas no município de Extrema-MG.	69
Figura 34. Mapa Pedológico do município de Extrema-MG.	70
Figura 35. Solos encontrados no município de Extrema-MG.	73
Figura 36. Indicativos do significado das notas e pesos atribuídos.	76
Figura 37. Mapa de Fragilidade Natural do meio físico terrestre no município de Extrema-MG.	79
Figura 38. Uso do solo no município de Extrema.	81
Figura 39. Categorias de uso do solo encontradas em Extrema.	83
Figura 40. Uso do solo nas AC's do município de Extrema.	85
Figura 41. Mapa de Fragilidade Potencial do meio físico terrestre do município de Extrema-MG.	87
Figura 42. Mapa de Aptidão Agrícola do município de Extrema-MG.	88
Figura 43. Mapa do Potencial Natural de Erosão no município de Extrema-MG.	97
Figura 44. Mapa da Expectativa da Produção de Sedimentos na área do município de Extrema-MG.	99
Figura 45. Mapa da divisão hidrológica do município de Extrema-MG.	102
Figura 46. Comprimento de talvegue das Bacias Hidrográficas, em km.	104
Figura 47. Número de nascentes nas Bacias Hidrográficas.	104
Figura 48. Relação de áreas de AC x Área Total.	105
Figura 49. Numero relativo de nascentes.	106
Figura 50. Localização da Bacia Hidrográfica do Salto em relação ao município de Extrema.	108
Figura 51. Uso do solo na BH do Salto.	109
Figura 52. Distribuição relativa do uso do solo na BH do Salto.	109
Figura 53. Uso do solo nas AC da BH do Salto.	110
Figura 54. Uso do solo nas AC da BH do Salto.	110
Figura 55. Exemplos de uso do solo na bacia do Salto.	111
Figura 56. Localização da bacia hidrográfica das Posses em relação ao município de Extrema.	112
Figura 57. Uso do solo na BH das Posses.	112
Figura 58. Distribuição relativa do uso do solo na BH das Posses.	113

Figura 59 Uso do solo nas AC da BH das Posses	113
Figura 60 Uso do solo nas AC da BH das Posses	114
Figura 61. Exemplos de uso do solo na bacia das Posses.	114
Figura 62. Localização da bacia hidrográfica dos Forjos em relação ao município de Extrema.	115
Figura 63 Uso do solo na BH dos Forjos.....	116
Figura 64. Distribuição relativa do uso do solo na BH dos Forjos.....	116
Figura 65 Uso do solo nas ACs da BH dos Forjos	117
Figura 66 Uso do solo nas ACs da BH dos Forjos	117
Figura 67. Localização da bacia hidrográfica do Juncal em relação ao município de Extrema.	118
Figura 68. Uso do solo na BH do Juncal.....	119
Figura 69. Distribuição relativa do uso do solo na BH do Juncal.....	119
Figura 70. Uso do solo nas AC na BH do Juncal	120
Figura 71. Uso do solo nas AC na BH do Juncal	120
Figura 72. Exemplos de uso do solo na bacia do Juncal.....	121
Figura 73. Localização da bacia hidrográfica das Furnas em relação ao município de Extrema.	122
Figura 74. Uso do solo na BH das Furnas.	122
Figura 75. Distribuição relativa do uso do solo na BH das Furnas	123
Figura 76. Uso do solo nas AC da BH das Furnas.....	123
Figura 77. Uso do solo nas AC da BH das Furnas.....	124
Figura 78. Exemplos de uso do solo na bacia das Furnas.	124
Figura 79. Localização da bacia hidrográfica dos Tenentes em relação ao município de Extrema.	125
Figura 80 Uso do solo na BH dos Tenentes.....	126
Figura 81 Distribuição relativa do uso do solo na BH dos Tenentes.....	126
Figura 82 Uso do solo nas AC da BH dos Tenentes	127
Figura 83 Uso do solo nas AC da BH dos Tenentes	127
Figura 84. Localização da bacia hidrográfica do Matão em relação ao município de Extrema.	128
Figura 85 Uso do solo na BH do Matão.	129
Figura 86 Distribuição relativa do uso do solo na BH do Matão	129
Figura 87 Uso do solo nas AC da BH do Matão.....	130
Figura 88 Uso do solo nas ACda BH do Matão.....	130
Figura 89. Exemplos de uso do solo na bacia do Matão.	131

Figura 90. Localização da bacia hidrográfica do Jaguari em relação ao município de Extrema.	132
Figura 91 Uso do solo na BH do Jaguari.....	132
Figura 92 Distribuição relativa do uso do solo na BH do Jaguari	133
Figura 93 Uso do solo nas AC da BH do Jaguari	133
Figura 94 Uso do solo nas AC na BH do Jaguari	134
Figura 95. Exemplos de uso do solo na bacia do Jaguari.	134
Figura 96. Estação de Tratamento de Água do município.....	137
Figura 97. Cultura de hortaliças irrigada em bairro rural de Extrema-MG.....	138
Figura 98. Culturas temporárias irrigadas, bairro rural de Extrema, MG.....	138
Figura 99. Indústria usuária de água.....	139
Figura 100. Diagrama das bacias hidrográficas Rio Jaguari, no município de Extrema-MG.	143
Figura 101. Mapa das bacias Piracicaba/Jaguari referente ao 1º TRIMESTRE DE 2012.	154
Figura 102. Mapa das bacias Piracicaba/Jaguari referente ao 2º TRIMESTRE DE 2012.	155
Figura 103. Mapa das bacias Piracicaba/Jaguari referente ao 1º TRIMESTRE DE 2013.	156
Figura 104. Resultados da hierarquização das bacias hidrográficas.....	161
Figura 105. A visão de futuro inserida no Plano Mineiro de Desenvolvimento 2011-2030. Fonte: Plano Mineiro de Desenvolvimento 2011-2030.	163
Figura 106. Projeção populacional (2010).....	164
Figura 107. Projeção populacional (2020).....	164
Figura 108. Projeção populacional (2035).....	165
Figura 109. Evolução populacional (2013-2020)	166
Figura 110. Evolução populacional (2013-2035).	173
Figura 111. Valores de investimento para o cumprimento das metas do PMRH.	186
Figura 112. Percentual de investimento para o cumprimento das metas do PMRH.	187
Figura 113. Exemplo de estrutura e organização de um BDG (Câmara, 1994).....	191
Figura 114. Estrutura e organização do BDG do município de Extrema	192
Figura 115. Exemplo de visualização do PI Localização.....	193
Figura 116. Exemplo de visualização do PI Meio Físico.	194
Figura 117. Exemplo de visualização do PI Mapas Interpretativos.....	195
Figura 118. Exemplo de visualização do PI Uso do Solo.	196
Figura 119. Exemplo de visualização do PI Imagem de Satélite (pouca aproximação). .	197
Figura 120. Exemplo de visualização do PI Imagem de Satélite (média aproximação). .	197

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 e distribuição da população urbana e rural.....	35
Tabela 5. Projeção da população do Município de Extrema, de 2009 a 2020.	36
Tabela 6. Natalidade e mortalidade do Município de Extrema.	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 Extrema.	44
Tabela 10. Nível de instrução para pessoas com 10 anos ou mais.....	45
Tabela 11. Número de empregos formais em 31 de dezembro de 2011.....	46
Tabela 12. Variação do emprego formal entre os anos de 2010 e 2011.	47
Tabela 13. Estatísticas do Cadastro Central de Empresas 2010	48
Tabela 14. PIB, a preço de mercado corrente.....	49
Tabela 15. Valor adicionado da agropecuária, indústria e serviços no município de Extrema.	50
Tabela 16. PIB Municipal <i>per capita</i> de Extrema.....	51
Tabela 17. Arrecadação do ICMS e outras receitas no município de Extrema – 2008 – 2011.	52
Tabela 18. Leis e planos de Extrema.....	53
Tabela 19. Coordenadas geográficas dos postos pluviométricos analisados.	55
Tabela 20. Valores das precipitações médias mensais dos postos pluviométricos analisados.	55
Tabela 21. Valores médios das precipitações máximas mensais dos postos pluviométricos analisados.	56
Tabela 22. Balanço hídrico realizado por Sentelhas para o município de Vargem-SP.	58
Tabela 23. Dados pluviométricos para o município de Extrema.....	61
Tabela 24. Unidades Geológicas no município de Extrema.	62
Tabela 25. Associações das Unidades Geomorfológicas (adaptação).....	65
Tabela 26. Unidades Geomorfológicas no município de Extrema.	67
Tabela 27. Unidades Pedológicas no município de Extrema.....	69
Tabela 28. Classes de declividade por área (ha) e em porcentagem (%).	74

Tabela 29. Critérios do meio físico considerados na elaboração da carta de fragilidade natural.	75
Tabela 30. Justificativa para os critérios adotados para determinação do peso de cada fator.	76
Tabela 31. Justificativa para os critérios adotados para determinação da nota de cada faixa de avaliação.	77
Tabela 32. Classes de Fragilidade Natural.	78
Tabela 33. Classes de fragilidade natural do meio físico terrestre no município de Extrema por área (ha) e em porcentagem (%).	78
Tabela 34. Uso do solo no município de Extrema.	81
Tabela 35. Uso do solo nas AC's do município de Extrema.	84
Tabela 36. Distribuição das Classes de Fragilidade Ambiental Potencial.	86
Tabela 37. Distribuição das Classes de Fragilidade Ambiental Potencial.	89
Tabela 38. Valores de erodibilidade utilizados para as classes de solo encontradas na área de estudo.	94
Tabela 39. Valores do coeficiente "m" em função das classes de declive.	95
Tabela 40. Fatores C e P considerados na USLE.	96
Tabela 41. Bacias Hidrográficas do município de Extrema-MG.	101
Tabela 42. Síntese dos dados de comprimento do talvegue e nascentes nas bacias hidrográficas existentes no município de Extrema-MG.	103
Tabela 43. Áreas de Conservação Ambiental divididas por bacia hidrográfica.	105
Tabela 44. Áreas de preservação Permanente divididas por bacias hidrográficas.	106
Tabela 45. Principais índices fisiográficos das bacias hidrográficas.	107
Tabela 46. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Salto.	108
Tabela 47. Uso do solo na BH das Posses.	111
Tabela 48. Uso do solo na Bacia Hidrográfica dos Forjos.	115
Tabela 49. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Juncal.	118
Tabela 50. Uso do solo na Bacia Hidrográfica das Furnas.	121
Tabela 51. Uso do solo na Bacia Hidrográfica dos Tenentes.	125
Tabela 52. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Matão.	128
Tabela 53. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Jaguari.	131
Tabela 54. Quantidade usuários no município de Extrema-MG.	136
Tabela 55. Usuários de águas superficiais cadastrados em Extrema.	139
Tabela 56. Vazões utilizadas divididas por uso.	140
Tabela 57. Usuários de águas subterrâneas cadastrados em Extrema.	140
Tabela 58. Bacias Hidrográficas no município de Extrema-MG.	141
Tabela 59. Vazões totais para as Sub-Bacias de Extrema.	143

Tabela 60. Área de contribuição das bacias hidrográficas	144
Tabela 61. Parâmetros selecionados para o cálculo do IQA e seus respectivos pesos.	147
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 Extrema.....	157
Tabela 66. Resultado da Hierarquização das Bacias Hidrográficas.	160
Tabela 67. Projeção da população para 2020.....	166
Tabela 68. Número de empregos formais em 31 de dezembro de 2011.....	167
Tabela 69. Variação do emprego formal entre os anos de 2010 e 2011.	168
Tabela 70. Uso do solo no município de Extrema.	168
Tabela 71. Leis e planos de Extrema.....	171
Tabela 72. Projeção da população para 2035.....	172
Tabela 73. Proposição de Metas e Ações - Cenário Provável.....	184
Tabela 74. Proposição de Metas e Ações - Cenário Tendencial.	186
Tabela 75. Resumo dos Desenhos e Anexos apresentados neste volume.	198

ÍNDICE DE ANEXOS/DESENHOS

DESENHO 01.632/13 – MAPA BASE.....	207
DESENHO 02. 632/13– MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS (DIVISÃO HIDROLÓGICA)	208
DESENHO 03.632/13– MAPA GEOLÓGICO.....	209
DESENHO 04.632/13– MAPA GEOMORFOLÓGICO.....	210
DESENHO 05.632/13– MAPA PEDOLÓGICO.....	211
DESENHO 06.632/13– MAPA DO MODELO DIGITAL DO TERRENO.....	212
DESENHO 07.632/13 – MAPA DE DECLIVIDADE	213
DESENHO 08.632/13 – MAPA DE FRAGILIDADE NATURAL DO MEIO FÍSICO TERRESTRE.....	214
DESENHO 09.632/13 – MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	215
DESENHO 10.632/13– MAPA DE USO DO SOLO NAS APP'S.	216
DESENHO 11.632/13– MAPA DE FRAGILIDADE POTENCIAL DO MEIO FÍSICO TERRESTRE.....	217
DESENHO 12.632/13– MAPA DO POTENCIAL NATURAL EROSÃO.....	218
DESENHO 13.632/13– MAPA DA EXPECTATIVA DA PERDA DE SOLO.	219
DESENHO 14.632/13– MAPA DE APTIDÃO AGRÍCOLA.....	220
DESENHO 15.632/13– MAPA DAS ÁREAS PROTEGIDAS POR LEI.	221
DESENHO 16.632/13– MAPA DAS INTERVENÇÕES EM RECURSOS HÍDRICOS.....	222
DESENHO 17.632/13– PRANCHA PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO SALTO.....	223
DESENHO 18.632/13 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DAS POSSES.	224
DESENHO 19.632/13 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS FORJOS.	225
DESENHO 20.632/13 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO JUNCAL.	226
DESENHO 21.632/13 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DAS FURNAS.	227
DESENHO 22.632/13 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS TENENTES.	228
DESENHO 23.632/13 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO MATÃO.	229
DESENHO 24.632/13 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO JAGUARI.	230
SISTEMA MUNICIPAL DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS	231

RELATÓRIO 632.13

TÍTULO: Plano Municipal de Recursos Hídricos de Extrema: 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. Em 23/03/13 foi celebrado aditivo contratual visando incluir o município de Extrema no escopo do trabalho.

1.1 Município de Extrema no contexto estadual

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

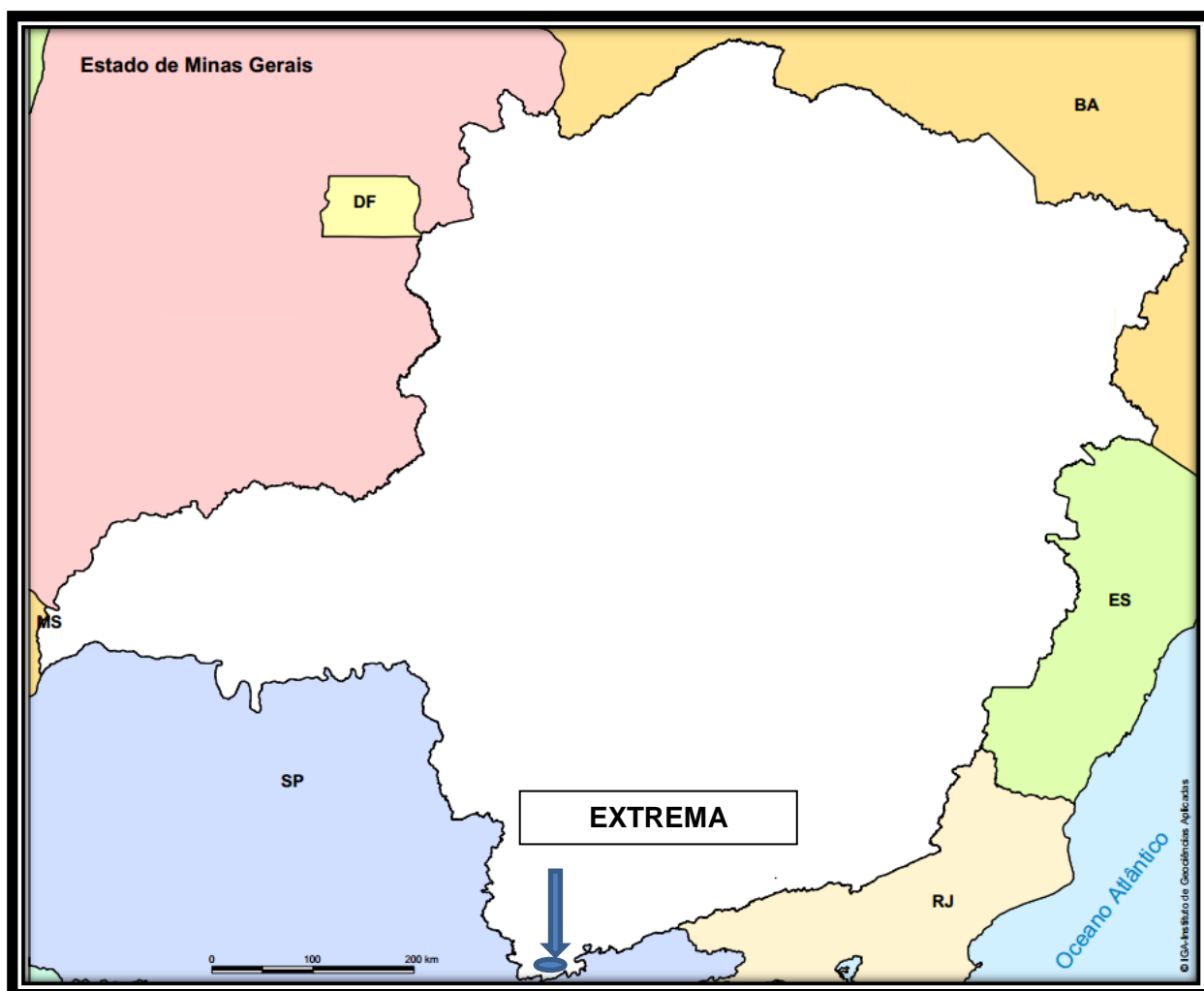


Figura 1. Localização de Extrema em relação ao Estado de Minas Gerais.

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

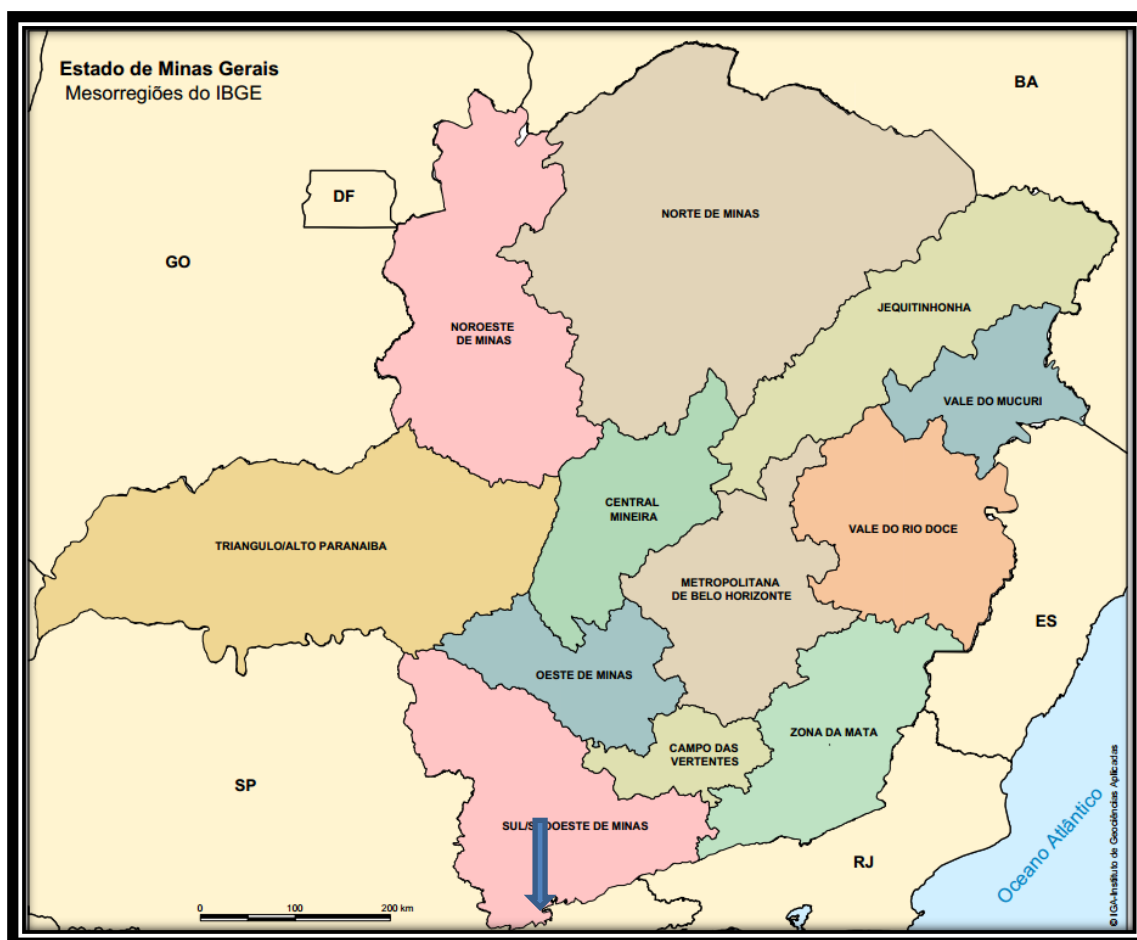


Figura 2. Localização de Extrema em relação as mesorregiões do Estado de Minas Gerais.

Outra divisão administrativa adotada no Estado de Minas Gerais é a divisão em microrregiões. Com base nesta divisão, o município de Extrema 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 km². A Figura 3 apresenta a localização de Extrema em relação a microrregião de Pouso Alegre.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

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
Total Microrregião de Pouso Alegre	326.425

1.2 Município de Extrema no contexto das UGRHI's

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 20

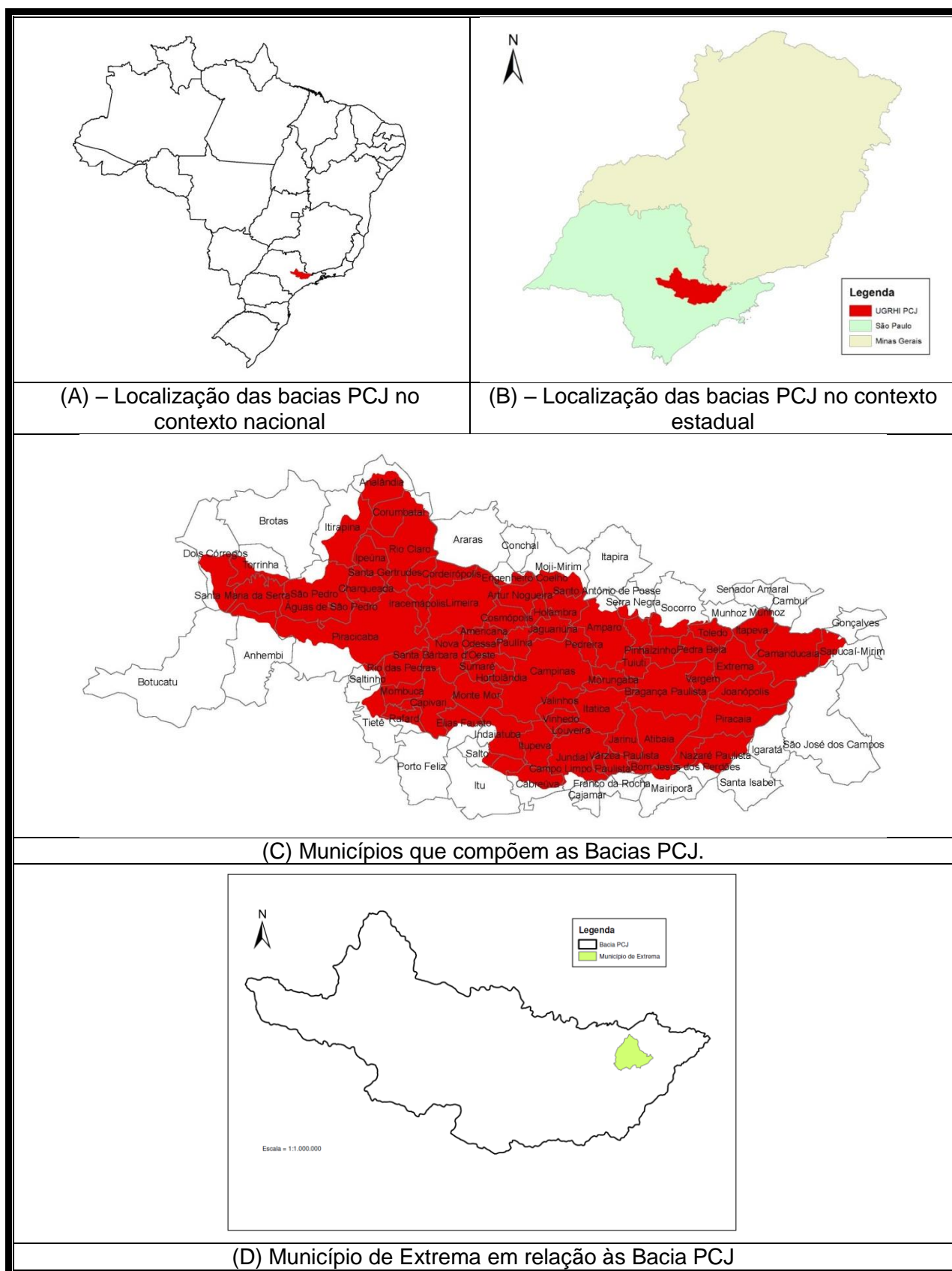


Figura 4. Município de Extrema em relação às Bacias PCJ.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

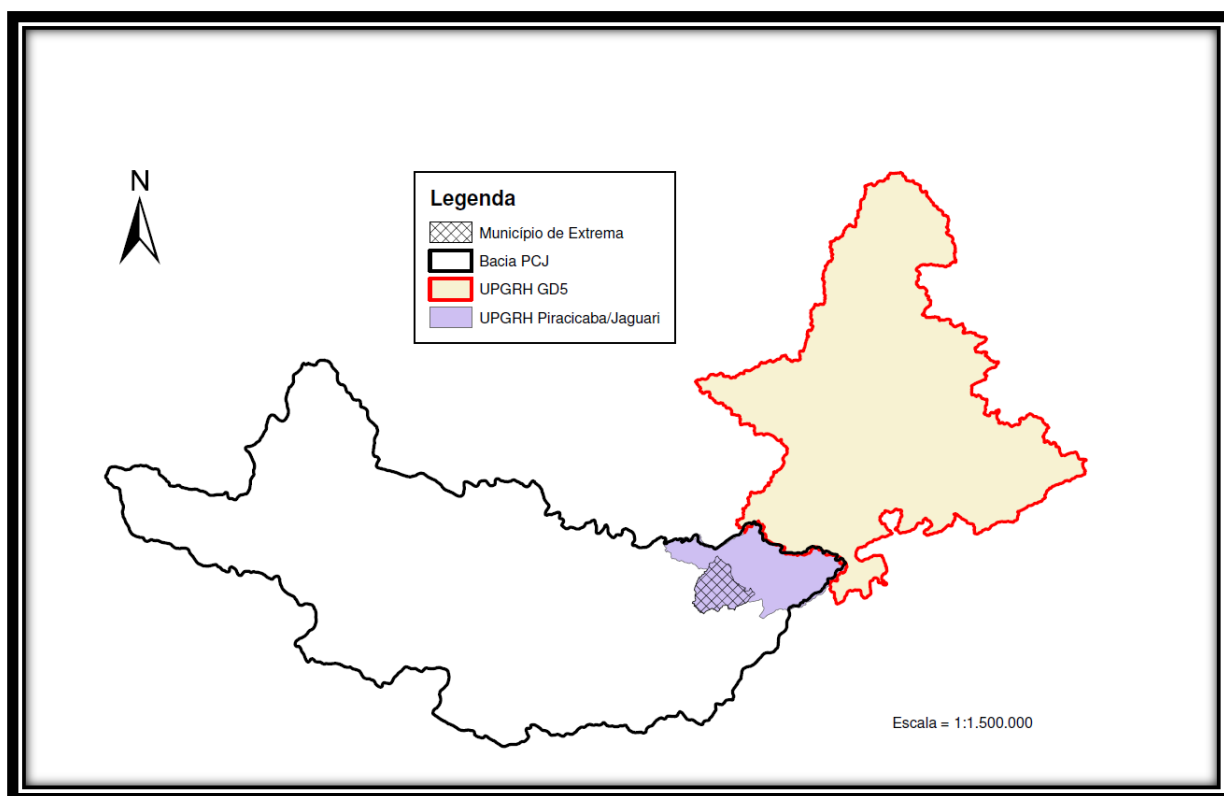


Figura 5. Município de Extrema em relação às Bacias PCJ, UGRH Piracicaba/Jaguari e GD05.

2 OBJETIVOS

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

2.1 Objetivos Gerais

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

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

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

email: irrigart@irrigart.com.br

- 5ª Etapa- **Levantamento de custos e fontes de financiamento**
- 6ª Etapa- **Relatório final:**

2.2 Objetivos Específicos

São considerados objetivos específicos deste Relatório:

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

3 METODOLOGIA

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

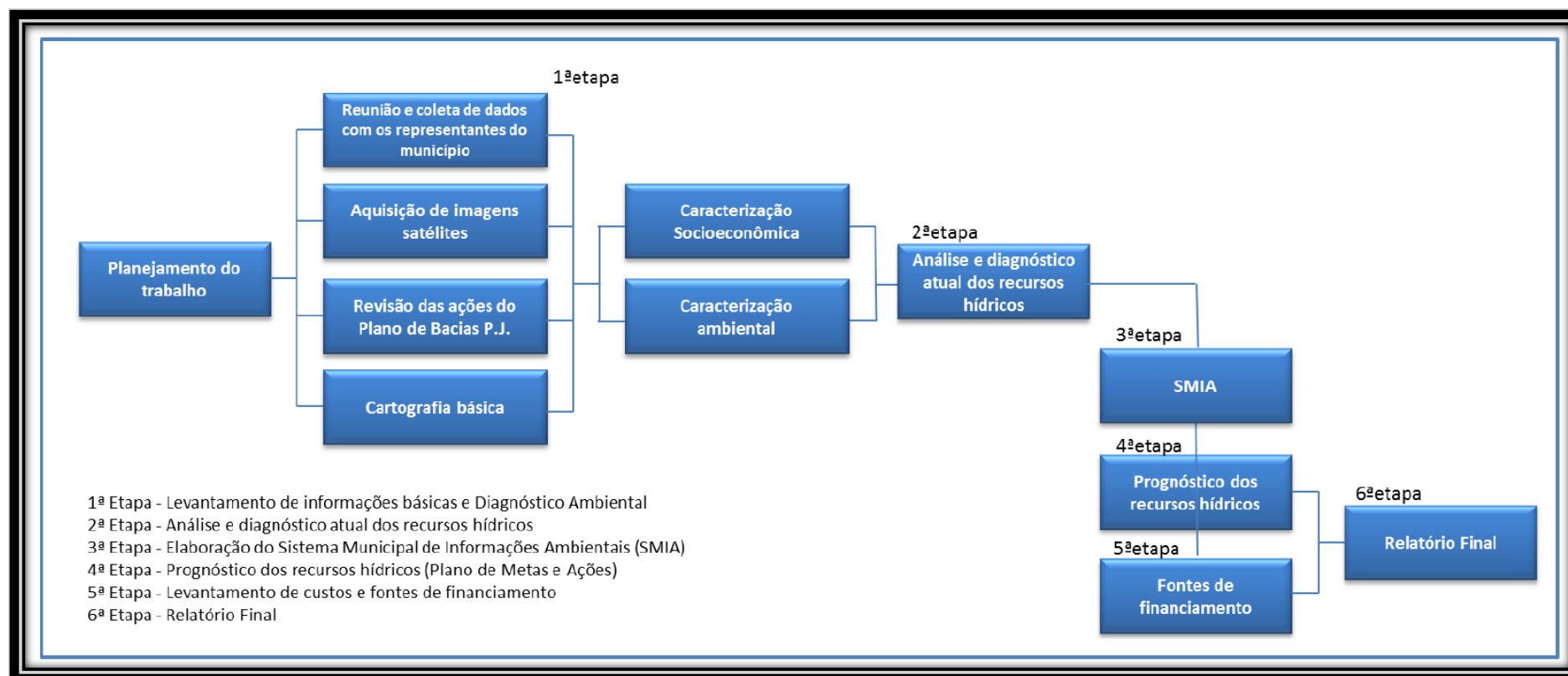


Figura 6. Fluxograma metodológico do projeto.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

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 Extrema, foram utilizadas 4 (quatro) folhas topográficas, conforme apresentado:

- | | |
|----------------------|-----------------|
| - Folha “Cambuí” | SF-23-Y-B-IV-2. |
| - Folha “Munhoz” | SF-23-Y-B-IV-1 |
| -Folha “Extrema ” | SF-23-Y-B-IV-3 |
| -Folha “Camanducaia” | SF-23-Y-B-IV-4 |

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



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

A partir dos dados levantados através das cartas do IBGE 1:50.000, foram elaborados o Mapa Base do município de Extrema e o Mapa da divisão hidrológica, que podem ser consultados, em escala compatível no **Anexo 01.632/13** e **Anexo 02.632/13**, respectivamente.

4.1.2 Mapas Temáticos

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

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

4.1.2.1 Apresentação dos mapas

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

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

Número do Mapa	Título	Escala de Apresentação
01.632/13	Mapa Base	1:50.000
02.632/13	Mapa da Divisão Hidrológica	1:50.000
03.632/13	Mapa Geologia	1:100.000
04.632/13	Mapa Geomorfológico	
05.632/13	Mapa Pedológico	
06.632/13	Mapa do Modelo Digital do Terreno	
07.632/13	Mapa de Declividade	
08.632/13	Fragilidade Ambiental Natural	
09.632/13	Uso do Solo	1:50.000
10.632/13	Definição das APP	
11.632/13	Uso do Solo nas APP's	
12.632/13	Fragilidade Potencial	1:100.000
13.632/13	Potencial Natural de Erosão	
14.632/13	Expectativa de perda de solo	
15.632/13	Potencial Agrícola	
16.632/13	Áreas protegidas por Lei.	

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

email: irrigart@irrigart.com.br

4.2 Caracterização Sócioeconômica

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

Este capítulo ilustra a realidade social e econômica do Município a partir de dados secundários. O objetivo da caracterização sócio econômica do município é o fornecimento dos subsídios básicos para o entendimento da ocupação humana em uma região fisiograficamente importante para a produção de água nas bacias hidrográficas PCJ. Para a realização dessa caracterização foram utilizados tanto a coleta de dados secundários, como a coleta de dados primários através de um reconhecimento de toda a área urbana e rural, em um trabalho de campo desenvolvido no mês de junho de 2013.

4.2.1 Histórico

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) ilustra a história do Município com um Histórico:

“O núcleo inicial, segundo a tradição que congregou os primeiros moradores da vila de Extrema foi uma ermida, cuja construção data de época não determinada, mas sem dúvida, antes do ano de 1800. Ainda segundo a tradição, a essa ermida, consagrada à invocação de Santa Rita, foi uma doação de trinta alqueires de terreno, pelo fazendeiro José Alves, Vulgo Zeca Alves, proprietário de vastos latifúndios que abrangiam parte da serra do Lopo e dos locais denominados "Tenentes" e "Rodeio".

O topônimo explica-se pela própria localização geográfica do local, situado no extremo sul do estado de Minas Gerais. Anteriormente, o local chamou-se também, Registro e Santa Rita de Extrema. A primeira dessas denominações explica-se pela mudança do então Registro de Mandu (Pouso Alegre) para a margem do Rio Jaguari, mudança essa determinada pelo Governador General Luiz Diogo da Silva, dando-se a transferência

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

email: irrigart@irrigart.com.br

pelo Assento de 29 de novembro de 1764. A segunda - Santa Rita da Extrema -,o foi em homenagem à padroeira do lugar , Santa Rita, e em função da situação geográfica, como ficou dito.

Os primeiros povoadores a se fixarem em torno da ermida eram portugueses que provinham de Camanducaia, de Bragança Paulista, de Atibaia e de São João do Curralinho (hoje,Joanópolis). A tradição guardou os nomes do Capitão José da Silva Miranda, Lourenço Dias Portela, João Tavares, Antonio Rodrigues Pimentel, Alexandre Faustino de Almeida, Francisco Leite da Silva, José Francisco da Silva, José Rodrigues de Almeida, Manoel Pereira Galvão e José Pereira da Cunha.

FORMAÇÃO ADMINISTRATIVA- A 12 de janeiro de 1839,sob a presidência do Primeiro juiz de Paz, Francisco da Silva Teles, sendo Primeiro Escrivão de Paz José Manoel de Moura Leite, realizou-se a primeira audiência do Juiz de Paz. A 12 de outubro de 1871, pela Lei provincial número 1858, foi criado o distrito, com a denominação de Santa Rita da Extrema, o sendo município, com a mesma denominação e território desmembrado do de Jaguari (mais tarde Camanducaia), pela Lei estadual n.º 319, de 16 de setembro de 1901. A instalação deu-se a 1º de janeiro de 1902. Em 1911, a Divisão Administrativa do Brasil apresenta o município de Santa Rita da Extrema composto por um só distrito, o de sua sede. Pela Lei estadual n.º 663, de 18 de setembro de 1915, tanto o município como seu distrito único tiveram sua denominação simplificada para "Extrema". No entanto, no Recenseamento Geral de 1950, ainda aparece o antigo nome. A Lei estadual nº 893, de 10 de setembro de 1925, elevou à categoria de cidade a sede do município de Extrema, que, na Divisão Administrativa Brasileira de 1933, continua figurando com um só distrito,

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

o da sede. Já nas divisões de 1937 e 1938, o município aparece com dois distritos: o de Extrema, a sede, e o de São José de Toledo.

Com essa constituição - dois distritos - o município permaneceu através das divisões e quadros territoriais fixados pelo Decreto-lei estadual n.º 148, de 17 de dezembro de 1938 (vigência no quinquênio 1939-1943) e no quadro pré-fixado para o quinquênio 1944-1948, pelo Decreto-lei estadual de n.º 1 058, de 31 de dezembro de 1953, a essa altura, com a simplificação dom topônimo São José de Toledo para "Toledo". Pelo Decreto-lei estadual n.º 1 039, de 12 de dezembro de 1953, o município voltou a constar de um só distrito, o da sede, visto o desmembramento do distrito de Toledo.

FORMAÇÃO JUDICIÁRIA - As divisões territoriais de 31 de dezembro de 1936 e 31 de dezembro de 1937 como também o quadro anexo ao Decreto-lei estadual n.º 88, de 30 de março de 1938 dão o município de Extrema subordinado ao termo e à comarca de Camanducaia. Pelo disposto no Decreto-lei estadual n.º 148, de 17 de dezembro de 1938, que fixou o quadro territorial para o quinquênio 1939-1943, o município de Extrema passou a constituir o novo Termo dessa designação, jurisdicionado à Comarca de Camanducaia. Tal situação figura no mencionado quadro territorial e também no vigente em 1944-1948, estabelecido pelo Decreto-lei estadual n.º 1 058, de 31 de dezembro de 1943. Pelo Decreto-lei estadual n.º 2 094, expedido em 8 de outubro de 1948, foi criada a comarca de Extrema, instalada em 15 de novembro de 1949."

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 Extrema, segundo dados obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Conforme os dados pesquisados o ritmo do crescimento da população do município de Extrema aumentou, passando de 34,27%, no período de 1991-2000, para 48,81%, no período 2000-2010 conforme mostra a Figura 8. Esse aumento advém entre outras coisas, do aumento dos fluxos migratórios interestaduais e vem sendo acompanhada por uma nova direção da tendência concentradora da população, pois 15,62% da população não são da Região Sudeste, sendo 15,37% das outras regiões do Brasil e 0,25% de outros países. A tendência no aumento do crescimento observada em Extrema é superior ao crescimento populacional observado nas Bacias PCJ.

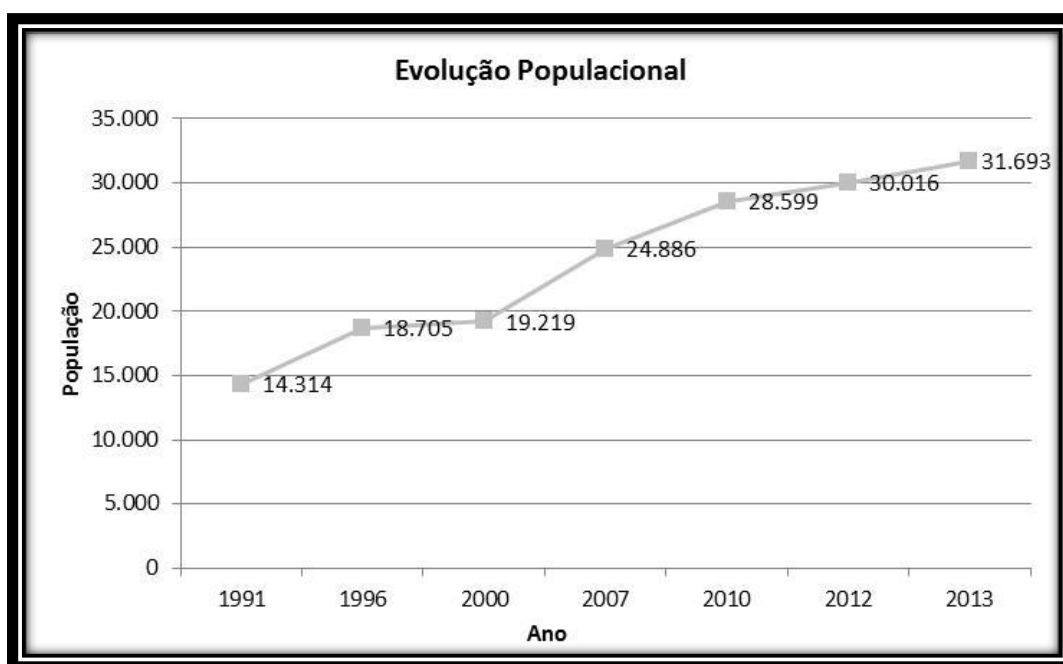


Figura 8. Evolução populacional. Fonte: IBGE

A população do município foi estimada em 31.693 habitantes para 2013. A densidade demográfica em 2013 é de 129,5 hab/km² e a taxa de urbanização em 91%, uma das maiores 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 Godoy,

Lages, Ponte Nova, Tenentes, Barreiro, Posses, Rodeio, Roseira e Pessegueiro. A Figura 9 apresenta o exemplo de alguns bairros rurais visitados durante os trabalhos de campo.



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



(F) Bairro Tenentes



(G) Bairro Barreiro



(H) Bairro Salto Baixo

(I) Bairro Salto Meio



Figura 9. Exemplos de Bairros e Distritos isolados.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

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

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

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

Onde:

r – taxa geométrica (TGCA)

n – tempo (número de anos no período)

P_f – População final

P₀ – População inicial

Tabela 3. Projeções demográficas.

Ano	População Total
1991	14.314
1996	18.705
2000	19.219
2007	24.886
2010	28.599
2012	30.016
2013(Estimativa IBGE)	31.693

Com base na **Equação 1** e nos valores apresentados na Tabela 3, o valor encontrado para a TGCA foi 3,59% a.a. A partir desta taxa calculada, foram estimados os valores de população total, rural e urbana (mantendo-se a mesma taxa de urbanização atual). Os dados obtidos estão apresentados na Tabela 4.

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

Ano	População Total	TGCA (%a.a)*	População Urbana	% urbana	População Rural	% rural
2013	31.693	3,59%	28.840	91,00%	2.853	9,00%
2014	32.830	3,59%	29.875	91,00%	2.955	9,00%
2015	34.008	3,59%	30.947	91,00%	3.061	9,00%
2016	35.228	3,59%	32.057	91,00%	3.171	9,00%
2017	36.492	3,59%	33.207	91,00%	3.285	9,00%
2018	37.802	3,59%	34.399	91,00%	3.403	9,00%
2019	39.159	3,59%	35.634	91,00%	3.525	9,00%
2020	40.564	3,59%	36.913	91,00%	3.651	9,00%
2021	42.020	3,59%	38.238	91,00%	3.782	9,00%

*TGCA – Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População.

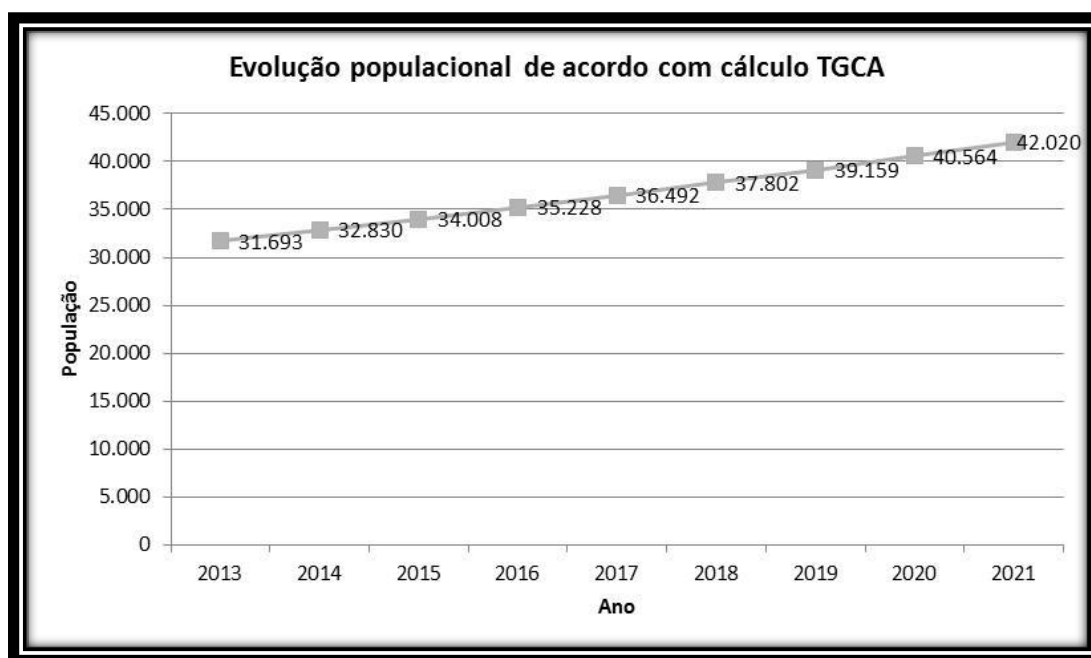


Figura 10. Evolução da Projeção da população do Município de Extrema, de 2013 a 2021.

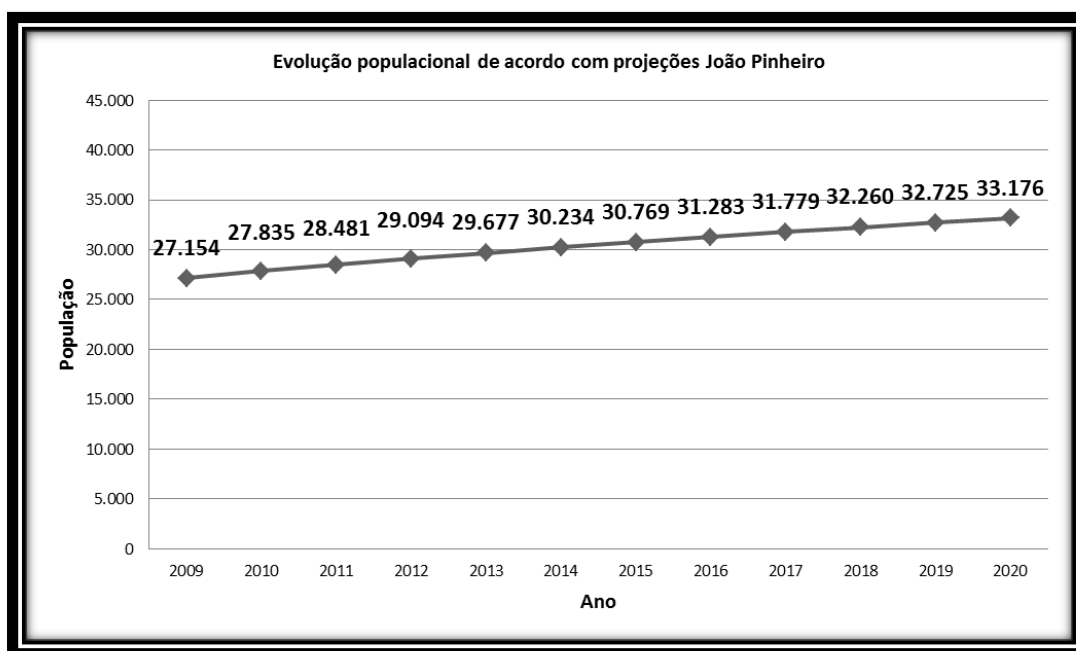
A partir de outra metodologia, a Fundação João Pinheiro publicou a Projeção da População Municipal do Estado de Minas Gerais de 2009 a 2020. O método utilizado foi o “Apportionment Method”, também conhecido como Método dos Coeficientes ou AiBi. Foi utilizado como fonte, o Censo Demográfico de 2000 e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

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

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

Ano	População (pessoas)
2009	27.154
2010	27.835
2011	28.481
2012	29.094
2013	29.677
2014	30.234
2015	30.769
2016	31.283
2017	31.779
2018	32.260
2019	32.725
2020	33.176

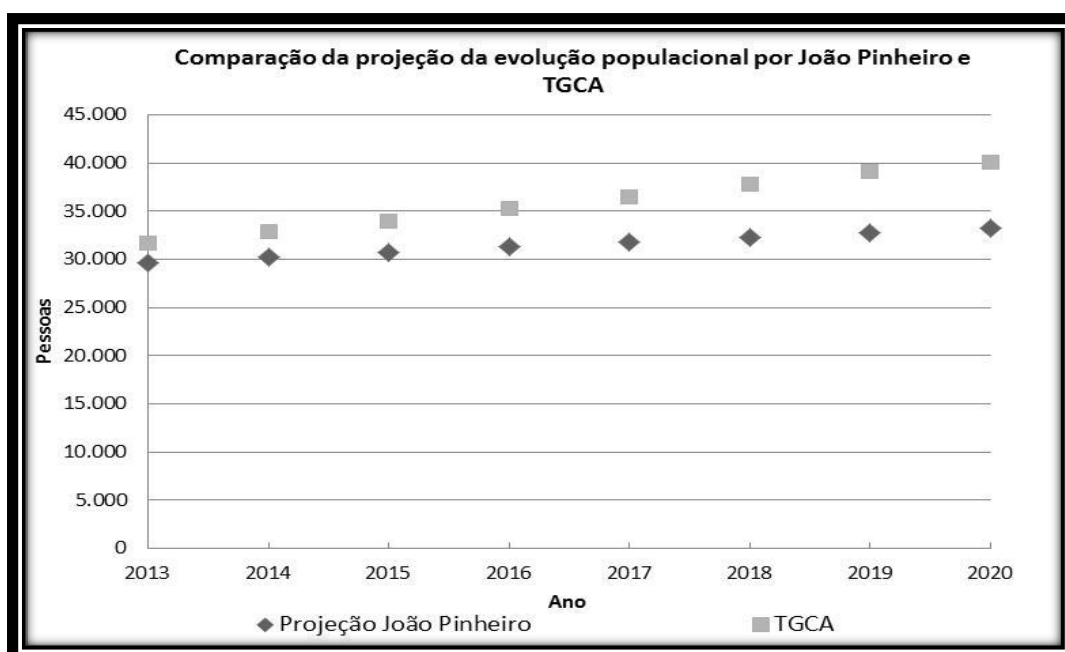
Fonte: Fundação João Pinheiro (FJP).



Fonte: Fundação João Pinheiro (FJP).

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

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



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

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

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

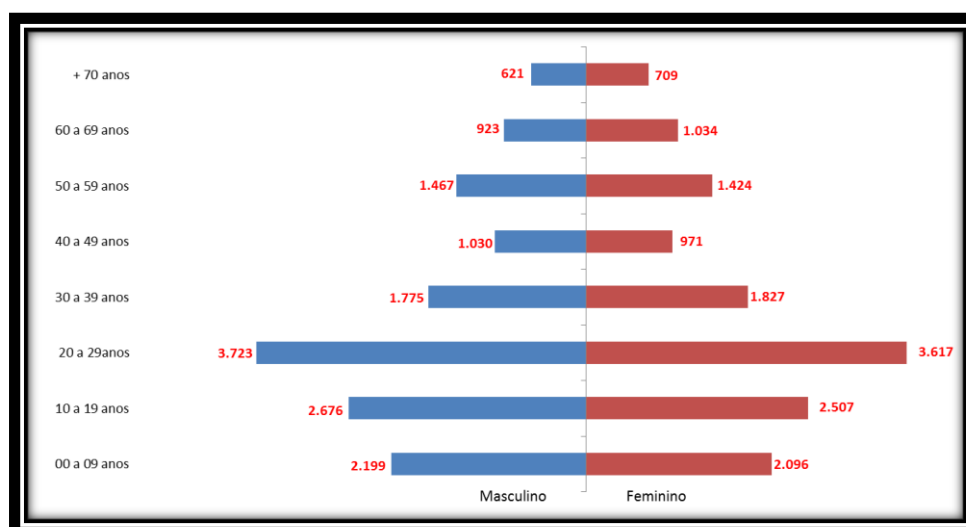


Figura 13. Pirâmide populacional no Município de Extrema (IBGE 2010).

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

Os números de habitantes por faixa etária para Extrema é controlado, o que se destaca é o menor contingente populacional na faixa de 70 anos ou mais, com aproximadamente 9% da população. Esses dados caracterizam uma população predominante jovem e infantil. 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 os dois sexos, tanto o masculino como o feminino se dá na faixa dos 20 a 29 anos. Isso significa uma grande oferta de mão de obra, que o poder público e privado será obrigado a incorporar ao mercado de trabalho local e regional.

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

Tabela 6. Natalidade e mortalidade do Município de Extrema.

Variáveis	2008	2009	2010
Natalidade (nascidos vivos)(pessoas)	377	425	482
Mortalidade infantil (pessoas)	4	6	8
Óbitos gerais (pessoas)	166	174	131

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

A natalidade aumentou em 27,85% do ano de 2008 para o ano de 2010, indicando claramente um aumento na taxa de crescimento da população. A mortalidade infantil aumentou 50%, passando no período de 2008 a 2010 de 4 para 8 mortes de 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

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

email: irrigart@irrigart.com.br

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, de 0 a 0,499 muito baixo desenvolvimento, entre 0,500 e 0,599 são considerados baixos, entre 0,600 e 0,699 médio desenvolvimento, entre 0,700 e 0,799 são classificados como alto e de 0,800 a 1 são considerados muito altos. Entre 1991 e 2000, Extrema apresentou um aumento de 27,78% no Índice de Desenvolvimento Humano, passando de 0,475 em 1991 para 0,607 em 2000. Entre 2000 e 2010 este acréscimo foi de 20,59% atingindo o índice de 0,732. Baseado neste índice o Município de Extrema se encontra entre as regiões consideradas de alto desenvolvimento humano – IDHM.

O ranking do IDH-M mostra a sequencia das cidades brasileiras de acordo com o resultado, do maior para o menor, Extrema está em 965ª posição em 2010, em um total de 5567 posições. Considerando apenas os 853 municípios do estado de Minas Gerais, a mesma se encontra na 75ª posição.

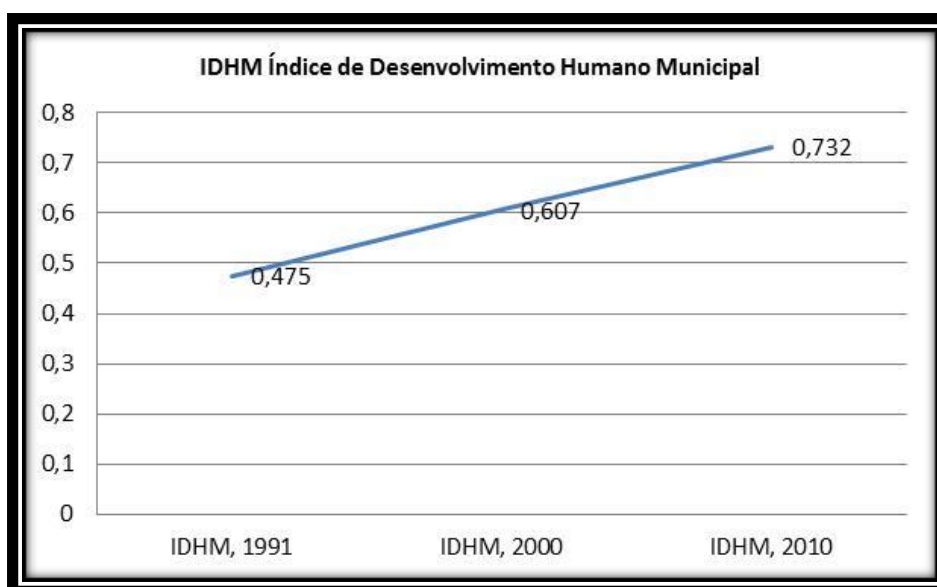


Figura 14. Índice de Desenvolvimento Humano. Fonte: PNUD Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2013.

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 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	63,3%	68,9%
Semi-adequado	23,1%	29,6%
Inadequado	13,60%	2%

O ideal do tipo de saneamento é o adequado. Constata-se na Tabela 7 que do ano 2000 para 2010 o saneamento inadequado reduziu 11,6%, o saneamento adequado aumentou 5,6% e o semi-adequado aumentou 6,5%.

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

Domicílios particulares	urbano		rural		total	
Total	8.170		876		9.046	
Saneamento adequado	76,30%	6234	0,00%	0	68,90%	6233
Saneamento semi-adequado	22,90%	1871	92,00%	806	29,60%	2678
Saneamento inadequado	0,80%	65	8,00%	70	1,50%	136

A Tabela 8 divide o número de domicílios particulares permanentes por tipo de saneamento e localização. Nota-se que 90% do total localizam-se em área urbana, desses, 76,3% são considerados adequados e 22,9% de semi-adequados. Na área rural, o tipo de saneamento mais encontrado foi o semi-adequado, com 92%.

O IBGE mostra que 8.072 domicílios dos 9.046 existentes tem lixo coletado, o que representa 89% do total. A rede geral de distribuição de água atende 6.674 domicílios permanentes em áreas urbanas e 21.337 pessoas, esse resultado mostra que atende 81% dos domicílios em área urbana. O abastecimento de água além dos domicílios atende também economias ativas, a união desses dois é denominada como economias abastecidas, com o total 7.774 unidades, sendo 6.780 residenciais. O Volume de água tratada por dia é 4100 metros cúbicos. Não há tratamento de esgoto no município, porém a ETE – Estação de Tratamento de Esgoto encontra-se em construção.



ETA – Estação de Tratamento de Água.



Captação de água para o abastecimento público – Rio Jaguari.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

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



Estação de Tratamento de Esgoto – em construção



Aterro sanitário municipal.



Aterro industrial



Lançamento de esgoto – Bairro Vila Esperança



Lançamento de esgoto – Avenida Alcebiades Gilli



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 Extrema.

Variável	2005	2007	2009
Matrícula - Ensino pré-escolar	583	585	559
Matrícula - Ensino fundamental	3.909	4.155	4.257
Matrícula - Ensino médio	1.133	1.064	1.038
TOTAL DE MATRÍCULAS	5.625	5.804	5.854
Docentes - Ensino pré-escolar	38	57	40
Docentes - Ensino fundamental	270	236	238
Docentes - Ensino médio	88	78	80
TOTAL DE DOCENTES	396	371	358
Escolas - Ensino pré-escolar	8	10	10
Escolas - Ensino fundamental	14	14	14
Escolas - Ensino médio	5	4	4
TOTAL DE ESCOLAS	27	28	28

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

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

email: irrigart@irrigart.com.br

Analisando os dados apresentados na Tabela 9, nota-se um crescimento no número de matrículas realizadas no município entre os anos de 2005 e 2009 de 4%. Enquanto o número total de professores no município foi reduzido em 10% no mesmo período. Isso ilustra que no ano de 2005 o número relativo era uma média de 14 matrículas/professor e em 2009 esse número passou para 16 matrículas/professor. Este fato pode ser um indicador da piora da qualidade de ensino no município.

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 22.798 alfabetizados, isto é, 93,8% do total da população com a mesma idade. Dessa forma é possível constatar que a taxa de analfabetismo dos adultos é de 6,2%, enquanto em 2000 essa porcentagem era de 10,3%, nesses 10 anos houve uma redução nessa taxa de 4,1%. Mesmo com a redução o indicador aponta para possíveis dificuldades a serem enfrentadas, do ponto de vista da empregabilidade, por parcela dessa população num futuro próximo.

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

Pessoas de 10 anos ou mais de idade, por nível de instrução.	Pessoas	%
Sem instrução e fundamental incompleto	13.087	53,04%
Fundamental completo e médio incompleto	4.494	18,21%
Médio completo e superior incompleto	5.285	21,42%
Superior completo	1.679	6,81%
Não determinado	129	0,52%
Total	24.673	

Observa-se na Tabela 10 que a maior parte da população no município de Extrema com 10 anos ou mais está no nível sem instrução e fundamental incompleto com 53,04%.

4.2.6 Indicadores econômicos

Os dados setoriais foram decompostos por ramo de atividade, em conformidade com as subdivisões do IBGE. A Tabela 11 apresenta o número de empregos formais em 31 de dezembro de 2011.

Tabela 11. Número de empregos formais em 31 de dezembro de 2011.

Total das Atividades						
IBGE Setor	Masculino		Feminino		Total	
2 - INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO	4.418	61,87%	3.108	53,98%	7.526	58,35%
3 - SERV INDUSTRIAL DE UTILIDADE PÚBLICA	17	0,24%	1	0,02%	18	0,14%
4 - CONSTRUÇÃO CIVIL	139	1,95%	6	0,10%	145	1,12%
5 - COMERCIO	1.045	14,63%	875	15,20%	1.920	14,88%
6 - SERVICOS	1.066	14,93%	1.089	18,91%	2.155	16,71%
7 - ADM PUBLICA	432	6,05%	674	11,71%	1.106	8,57%
8 - AGROPECUARIA	24	0,34%	5	0,09%	29	0,22%
Total	7.141	100,00%	5.758	100,00%	12.899	100,00%

Fonte: RAIS/MTE

Observa-se que o setor indústria de transformação é o maior fornecedor de empregos formais com 58,35%, seguido pelo setor de serviços com 16,71%, e pelo setor de comércio com 14,88%. Neste setor se enquadra as indústrias metalúrgicas FRUM, FARGOR, GRANASA, as indústrias de alimentos BARRI ALIMENTOS, BARRY CALLEBAUT, KOPPENHAGEM e o centro de distribuição da JHONSON & JHONSON. Na contramão, com os menores números de empregos formais ficam os setores: Serviço Industrial de utilidade pública, Agropecuária e Construção civil.



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

email: irrigart@irrigart.com.br



Figura 16. Exemplo de grandes empresas no município.

A Tabela 12 apresenta a variação do emprego formal entre 2010 e 2011 no município de Extrema.

Tabela 12. Variação do emprego formal entre os anos de 2010 e 2011.

Total das Atividades	
IBGE Setor	Total
2 - INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO	258
3 - SERV INDUSTRIAL DE UTILIDADE PÚBLICA	7
4 - CONSTRUÇÃO CIVIL	30
5 - COMERCIO	321
6 - SERVICOS	351
7 - ADM PUBLICA	110
8 - AGROPECUARIA	-1
Total	1.076

Fonte: RAIS/MTE

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

email: irrigart@irrigart.com.br

Nota-se que a variação do emprego formal entre 2010 e 2011 teve uma redução de 1 na agropecuária enquanto aumentou 1.077 empregos nos outros setores. O mercado de trabalho como um todo criou 1.076 novos postos de trabalho entre 2010 e 2011.

A Tabela 13 apresenta dados estatísticos do cadastro central de empresas, entre os anos de 2006 e 2010, no município de Extrema.

Tabela 13. Estatísticas do Cadastro Central de Empresas 2010

Variáveis		2006	2007	2008	2009	2010
Número de unidades locais	Unidades	963	1.019	1.031	1.109	1.125
Pessoal ocupado assalariado	Pessoas	7.476	7.334	8.315	10.211	11.888
Pessoal ocupado total	Pessoas	8.470	8.418	9.444	11.417	13.110
Salário médio mensal	Salários mínimos	NI	2,8	2,9	2,9	2,8
Salários e outras remunerações	Mil Reais	89.938	97.762	128.888	157.188	208.378
Número de empresas atuantes	Unidades	NI	NI	1.005	1.073	1.090

NI – Não Informado

Fonte: IBGE, Cadastro Central de Empresas 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

Notar que houve aumento de 16,82 % de empresas locais entre 2006 e 2010. O pessoal ocupado assalariado aumentou 59,02%, enquanto o volume total de salários aumentou em 180,97%. Todavia, o salário médio passou se manteve em 2,8 mil reais.

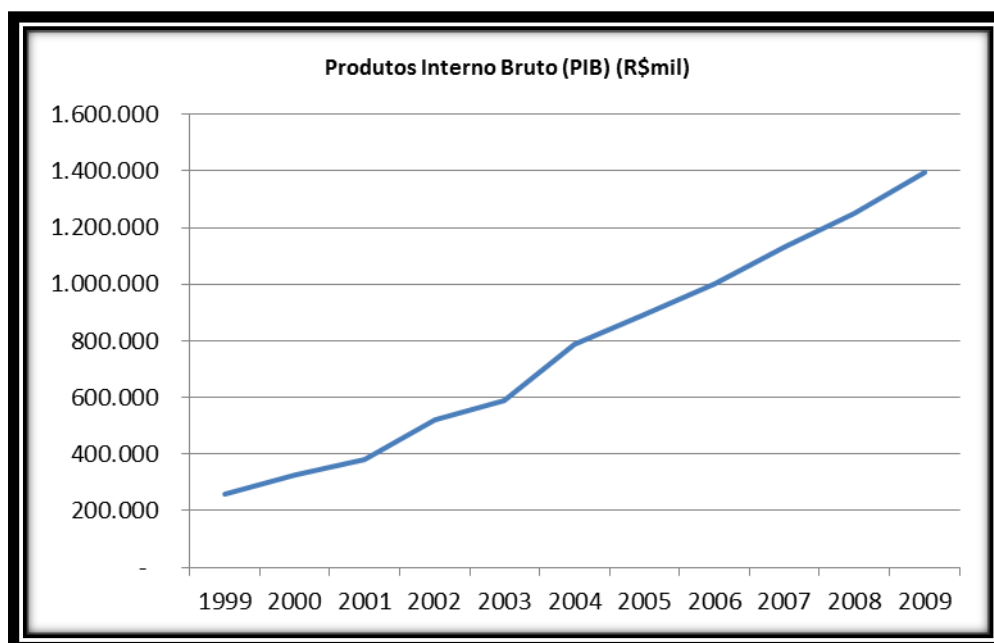
4.2.7 Produto Interno Bruto (PIB) e Valor Adicionado (VA)

O PIB – Produto Interno Bruto é um indicador que mede a produção de uma determinada divisão política, sejam eles, país, região, estado ou cidade, no caso desse Plano Municipal, foi o Município de Extrema. Para o cálculo desse indicador são considerados três grupos principais: i) Agropecuária (Agricultura, Extrativa Vegetal e Pecuária), ii) Indústria (Extrativa Mineral, Transformação, Serviços Industriais de Utilidade Pública e Construção Civil) e iii) Serviços (Comércio, Transporte, Comunicação, Serviços da Administração Pública e outros serviços). A Tabela 14 apresenta os valores do Produto Interno Bruto (PIB) de Extrema entre os anos de 1999 a 2009. Os dados também são apresentados na Figura 17.

Tabela 14. PIB, a preço de mercado corrente.

Ano	Produtos Interno Bruto (PIB) (R\$mil)	Evolução do PIB em relação ao ano anterior
1999	257.895	
2000	326.174	26,48%
2001	379.215	16,26%
2002	519.090	36,89%
2003	589.988	13,66%
2004	786.810	33,36%
2005	891.187	13,27%
2006	1.003.324	12,58%
2007	1.132.972	12,92%
2008	1.251.265	10,44%
2009	1.394.322	11,43%
Média		18,73%

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



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

Figura 17. Evolução do PIB de 1999 a 2009.

Constata-se na Tabela 14 e na Figura 17 um aumento de 440,65% no PIB de 1999 para 2009, um período de 11 anos. Analisando a evolução ano-a-ano, nota-se variável, pois do ano de 2001 para 2002 aumentou 36,89% e do ano de 2007 para 2008 apenas 10,44%.

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 15), conclui-se que o setor de serviços é o que mais participa na composição deste indicador, varia de 46,61% a 66,11%. No ano de 2009, o valor adicionado de serviços representava 56,9% do total municipal.

Tabela 15. Valor adicionado da agropecuária, indústria e serviços no município de Extrema.

Ano	Valor Adicionado da agropecuária	Valor Adicionado da indústria	Valor Adicionado dos serviços	Valor Adicionado total (R\$mil)	Valor Adicionado da administração
1999	2.586	104.116	96.923	203.624	11.511
	1,27%	51,13%	47,60%	100,00%	5,65%
2000	2.705	136.146	121.237	260.088	12.461
	1,04%	52,35%	46,61%	100,00%	4,79%
2001	2.738	135.917	154.072	292.727	14.751
	0,94%	46,43%	52,63%	100,00%	5,04%
2002	3.782	192.737	202.216	398.735	18.678
	0,95%	48,34%	50,71%	100,00%	4,68%
2003	3.906	204.873	263.022	471.800	21.869
	0,83%	43,42%	55,75%	100,00%	4,64%
2004	4.644	242.448	394.921	642.013	25.410
	0,72%	37,76%	61,51%	100,00%	3,96%
2005	4.563	240.285	477.692	722.540	33.084
	0,63%	33,26%	66,11%	100,00%	4,58%
2006	4.283	313.611	509.958	827.853	36.822
	0,52%	37,88%	61,60%	100,00%	4,45%
2007	4.706	350.828	577.014	932.547	44.296
	0,50%	37,62%	61,87%	100,00%	4,75%
2008	6.039	397.893	609.778	1.013.709	56.370
	0,60%	39,25%	60,15%	100,00%	5,56%
2009	5.693	488.735	652.626	1.147.054	60.946
	0,50%	42,61%	56,90%	100,00%	5,31%
*Compõe o Valor Adicionado agregado pelos Serviços.					

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

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

email: irrigart@irrigart.com.br

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

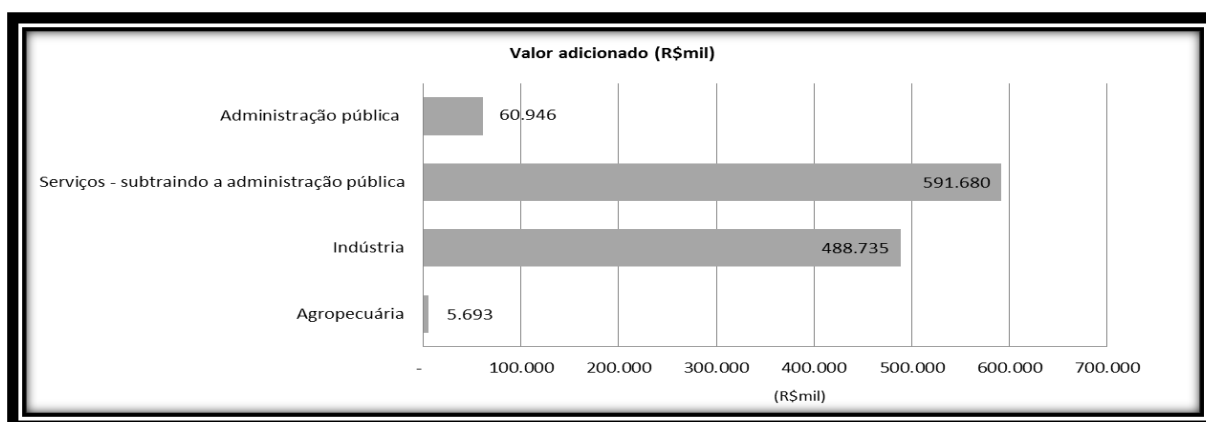


Figura 18. Valor adicionado do município de Extrema - 2009.

Segundo as estatísticas para o ano de 2012 do IBGE. Diretoria de Pesquisas - DPE - Coordenação de População e Indicadores Sociais - COPIS, o município de Extrema contém 0,15% da população do Estado de Minas Gerais (19.855.332 habitantes). O valor adicionado (VA) de 2009 do município de Extrema representava 0,45% do VA do Estado de Minas Gerais.

O PIB Municipal *per capita*, cresceu 315% nos 11 anos, passou de R\$ 12.350,12 no ano de 1999 para R\$ 51.346,80 no ano de 2009.

Tabela 16. PIB Municipal *per capita* de Extrema

Ano	Produtos Interno Bruto (PIB) <i>per capita</i> (R\$)	Evolução do PIB <i>per capita</i> em relação ao ano anterior
1999	12.350,12	-
2000	16.696,05	35,19%
2001	18.886,15	13,12%
2002	25.164,35	33,24%
2003	27.853,26	10,69%
2004	36.198,46	29,96%
2005	39.977,89	10,44%
2006	43.920,68	9,86%
2007	45.526,48	3,66%
2008	47.331,87	3,97%
2009	51.346,80	8,48%
Média		15,86%

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

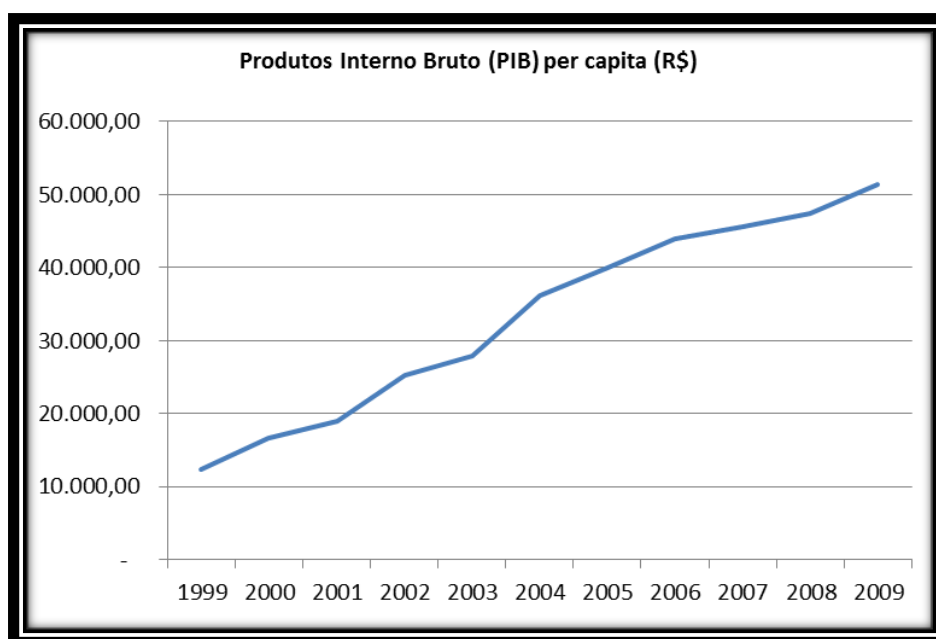


Figura 19. Evolução do PIB *per capita* de 1999 a 2009.

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 Extrema teve uma evolução variável do ano de 2008 para 2011. De 2008 para 2009 aumentou 11,56%, de 2009 para 2010, 33,59% e de 2010 para 2011, 16,84%.

Tabela 17. Arrecadação do ICMS e outras receitas no município de Extrema – 2008 – 2011.

Ano	ICMS		Outras Receitas	Total Geral	
2008	R\$ 109.188.663,67	Δ%	R\$ 19.150.867,40	R\$ 128.339.531,07	Δ%
2009	R\$ 121.811.149,25	11,56%	R\$ 7.165.879,95	R\$ 128.977.029,20	0,50%
2010	R\$ 162.731.101,52	33,59%	R\$ 17.814.502,42	R\$ 180.545.603,94	39,98%
2011	R\$ 190.143.149,52	16,84%	R\$ 10.661.139,75	R\$ 200.804.289,27	11,22%

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).

A seguir são apresentadas algumas leis e planos pertinentes aos aspectos ambientais do município de Extrema (Tabela 18).

Tabela 18. Leis e planos de Extrema.

Referência	Data	Título
Lei n.º 804	31/12/90	Código de obras - "Dispõe sobre as construções no Município de Extrema, Estado de Minas Gerais e dá outras providências".
Lei n.º 1141	07/04/95	"Dispõe sobre criação do Conselho de Defesa do Meio Ambiente - CODEMA"
Lei n.º 1606	04/06/01	"Cria o Conselho Municipal de Desenvolvimento Ambiental - CODEMA"
Lei n.º 1829	17/09/03	"Dispõe sobre a política de proteção, de conservação e de controle do meio ambiente e da melhoria da qualidade de vida no município de Extrema"
Lei Complementar n.º 039	12/01/05	"Altera dispositivos da Lei Municipal nº 804/90 de 31 de dezembro de 1990 Código de Obras e edificações no município de Extrema"
Lei n.º 2.100	21/12/05	"Cria o Projeto Conservador das Águas, autoriza o executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais e dá outras providências".
Decreto n.º 1782	2006	"Regulamenta a lei 1.829/03 que dispõe sobre a política de meio ambiente de Extrema".
Decreto n.º 1.801	01/09/06	"Estabelece critérios para implantação do Projeto Conservador das Águas criado pela Lei Municipal n.º 2.100/05 e dá outras providências".

Referência	Data	Título
Decreto n.º 1.703	06/04/06	"Regulamenta a Lei n.º 2.100/05 que cria o Projeto Conservador das Águas, autoriza o executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais e dá outras providências".
Lei n.º 2326	15/08/07	"Reconhece como de Utilidade Pública a Associação do Meio Ambiente de Extrema"
Lei n.º 2482	11/02/09	"Institui o Fundo Municipal para Pagamentos por Serviços Ambientais e dá outras providências."
Decreto n.º 2.409	2010	"Regulamenta a Lei n.º 2.100/05 que cria o projeto conservador das águas".
Lei n.º 2766	11/11/10	"Autoriza atividades mercantis compreendidas nas classes 1 e 2 da Deliberação Normativa nº74/2004, emitida pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) nos locais que especifica e dá outras providências"
Lei n.º 2789	16/12/10	"Dispõe sobre a Política Municipal de Turismo e o Plano Municipal de Desenvolvimento Turístico Sustentável de Extrema-MG."
Lei Complementar n.º 083	25/02/13	"Aprova o Plano Diretor do Município de Extrema."

4.3 Caracterização Ambiental

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

4.3.1 Climatologia

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

4.3.1.1 Precipitação pluvial

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

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

email: irrigart@irrigart.com.br

Os dados de precipitação foram obtidos junto ao sítio eletrônico do SIGRH – Sistema de Informações sobre Gerenciamento em Recursos Hídricos. Foram identificados 03 (três) postos pluviométricos próximos a área em estudo. Todos os postos pluviométricos utilizados possuem uma série de dados de no mínimo 30 anos. A Tabela 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 Tabela 21 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 Figura 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
Média Anual		128,6	130,6	143,2	134,1

Fonte: SIGRH

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

email: irrigart@irrigart.com.br

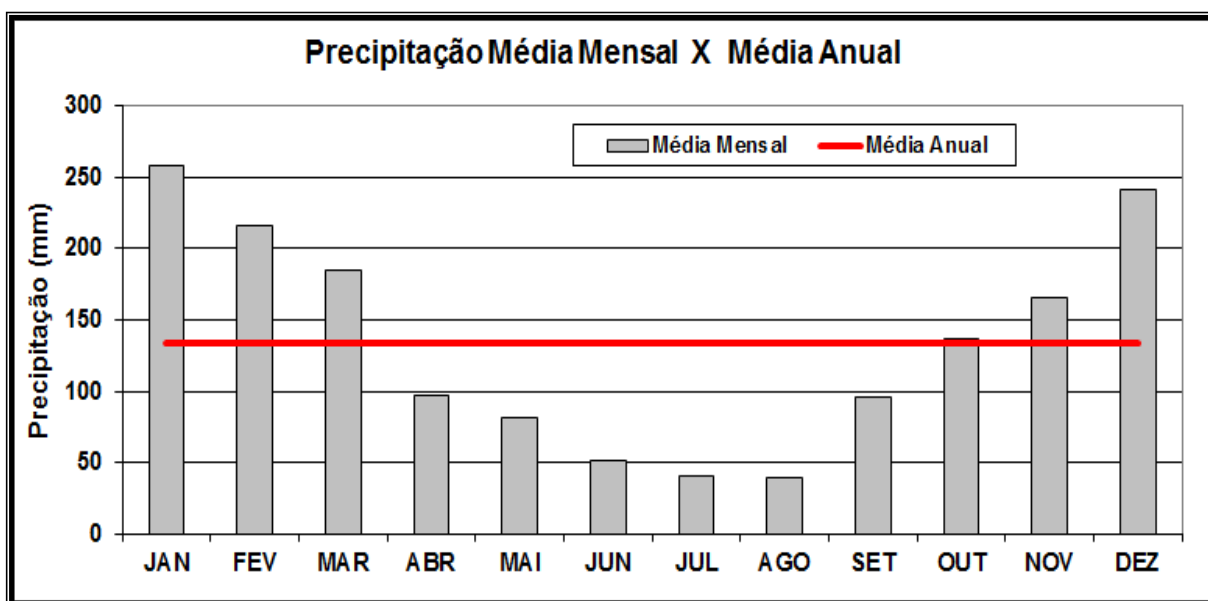


Figura 20. Precipitação média mensal comparada com a média anual dos postos pluviométricos analisados.

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
Valor Médio		34,8	35,3	33,8	34,6
Valor Máximo		52,5	54,8	48,3	51,8
Valor Mínimo		17,4	14,6	13,9	15,3

Fonte: SIGRH

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

email: irrigart@irrigart.com.br

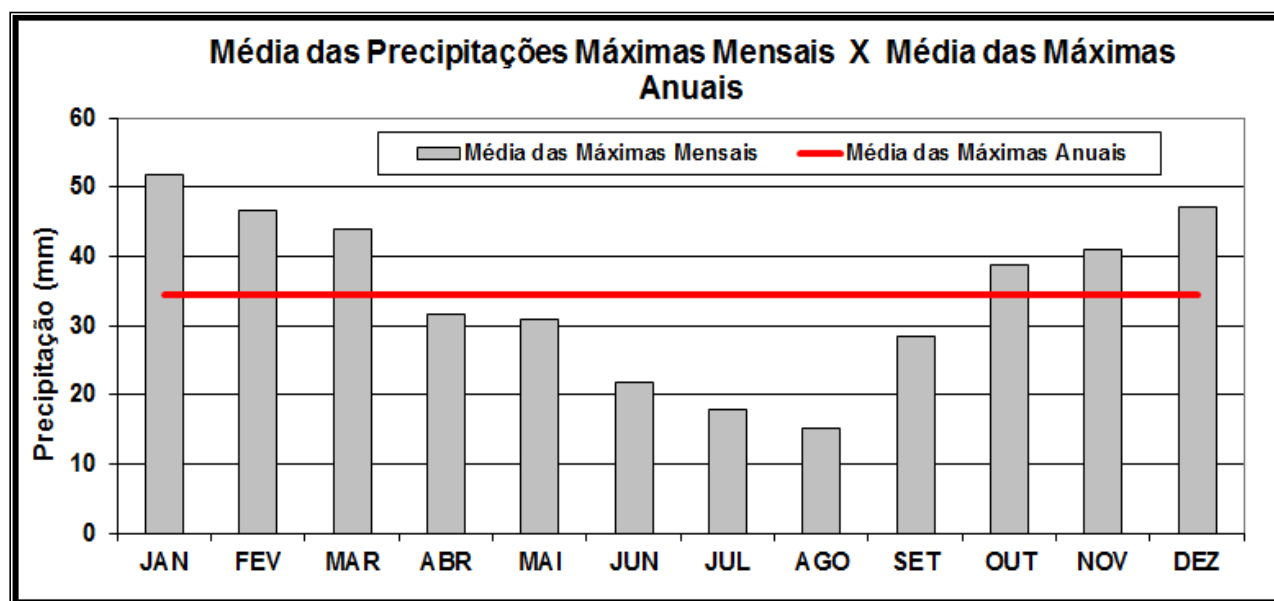


Figura 21. Média das precipitações máximas mensais comparadas com a média máxima anual dos postos pluviométricos analisados.

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 22.

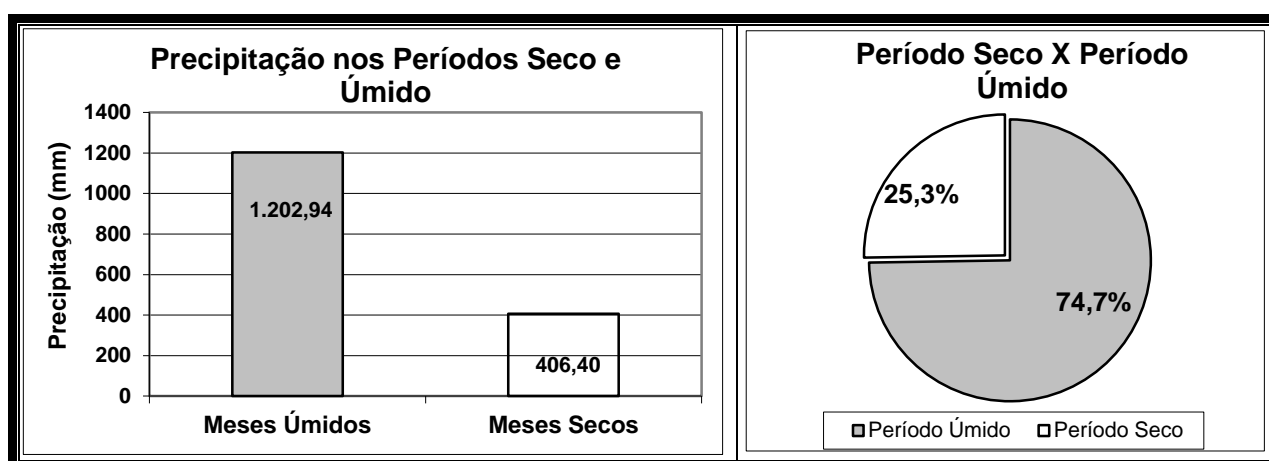


Figura 22. Precipitação no período Seco e Úmido.

O município possui ainda uma estação meteorológica vinculada ao Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO). Esta estação foi instalada no ano de 2008, cujos dados são apresentados no item 4.3.1.3.

4.3.1.2 Balanço Hídrico Edafológico

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

O trabalho de Sentelhas et al. (1999) foi desenvolvido utilizando o método de Thornthwaite & Mather (1955) para uma capacidade de água disponível (CAD) de 100mm, com a evapotranspiração potencial (ETP) sendo estimada pelo método de Thornthwaite (1948). Os dados normais de temperatura média mensal do ar (TMED) e chuva total média mensal (P) utilizados neste trabalho são pertencentes às redes do INMET, IAC, IAPAR, DAEE/SP e ESALQ/USP. Como resultado, a Tabela 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
Total Anual	-	1.466,04	917,28	1111,32	911,40	6,24	555

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

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

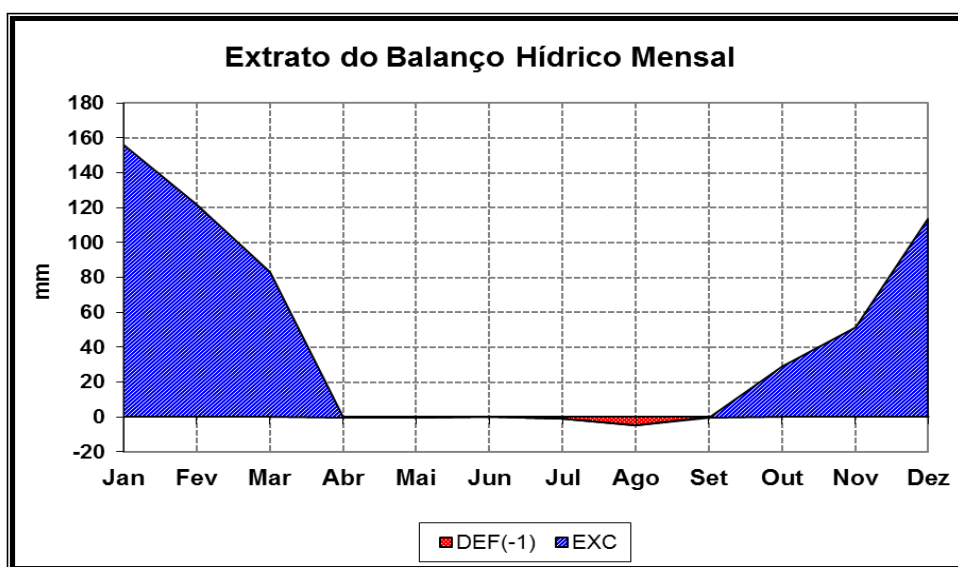


Figura 23. Extrato do balanço hídrico mensal para Vargem-SP.

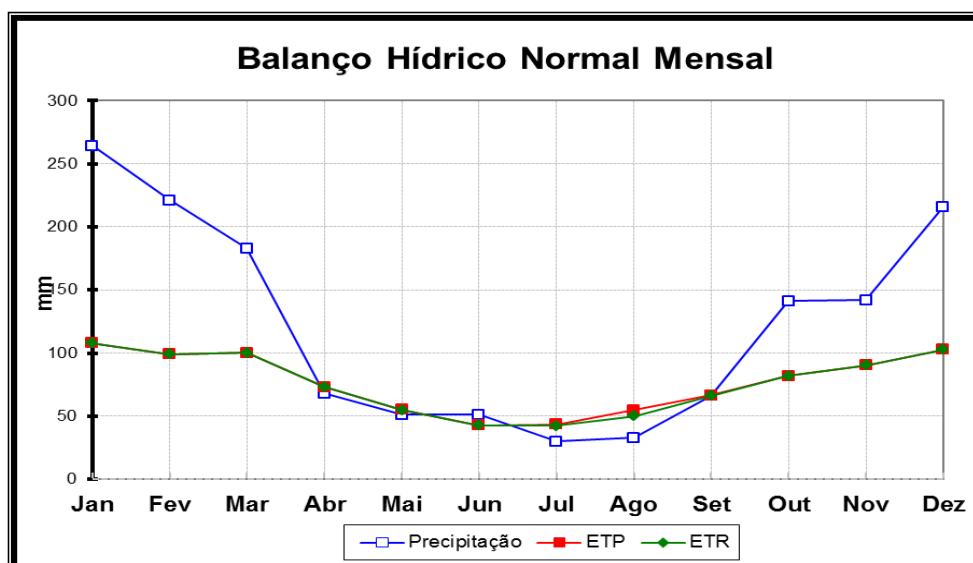


Figura 24. Balanço Hídrico Normal Mensal.

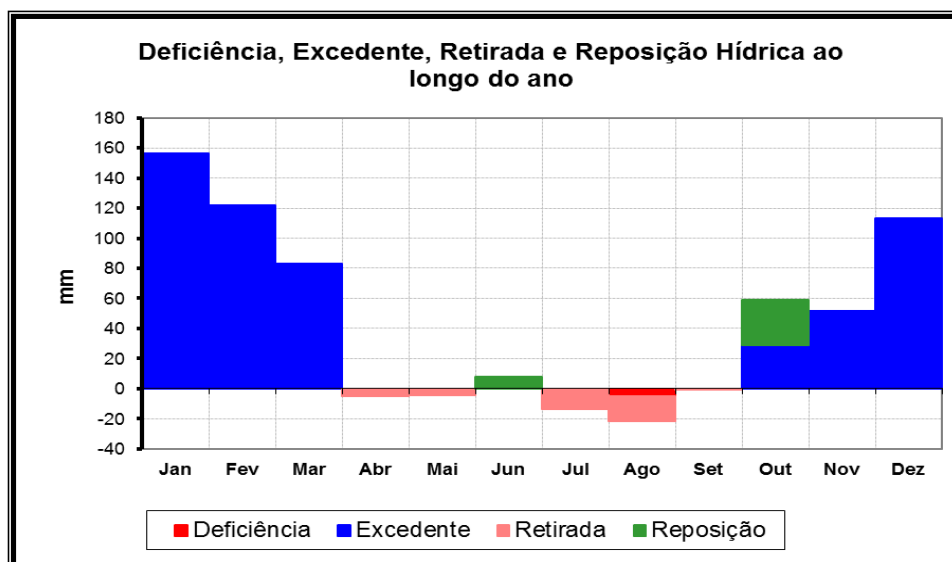


Figura 25. Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano.

Nota-se nas figuras apresentadas, que o excedente hídrico da região é da ordem de 555 mm/ano, representando cerca de 38% da precipitação total, é o volume de água escoado pelo solo, isto é, representa a precipitação que vai diretamente aos cursos d'água.

4.3.1.3 Climatologia Local

Foram levantados também, dados de uma estação pluviométrica localizada no município de Extrema, obtidos junto ao sítio eletrônico do CIIAGRO Online (Centro Integrado de Informações agrometeorológicas). O posto pluviométrico utilizado possui uma série de dados referente aos anos de 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 e 2013.

A seguir, a Tabela 23 apresenta os valores das precipitações médias mensais, obtidas através de uma média aritmética realizada no posto pluviométrico do município. A Figura 26 ilustra o comportamento desses parâmetros ao longo do ano, em forma de gráfico.

Tabela 23. Dados pluviométricos para o município de Extrema.

Precipitação média mensal		2008	2009	2010	2011	2012	2013	Precipitação Média Mensal
Média Mensal	JAN	-	269,2	458,2	557,1	296,1	176,7	351,46
	FEV	-	209,4	102,9	141,8	89,7	205,3	149,82
	MAR	-	120,6	204,4	188	110,3	189,7	162,60
	ABR	-	77,6	66,1	130,2	159,6	74,8	101,66
	MAI	-	46	14,8	23,4	73	56,3	42,70
	JUN	64,6	69,6	20,4	43,4	169,7	61,3	71,50
	JUL	0	96,8	55,4	1,3	41,8	88,3	47,27
	AGO	67,9	53,7	0,3	24,7	5,4	3,7	25,95
	SET	63,2	89,9	68,2	20,4	16,1	36,8	49,10
	OUT	101,9	148,2	78,4	158,9	108,2	189,9	130,92
	NOV	134,9	225,2	174,3	177,3	73	-	156,94
	DEZ	197,1	343,5	257,1	137,9	294,2	-	245,96
Média Anual		89,94	145,81	125,04	133,70	119,76	108,28	127,99

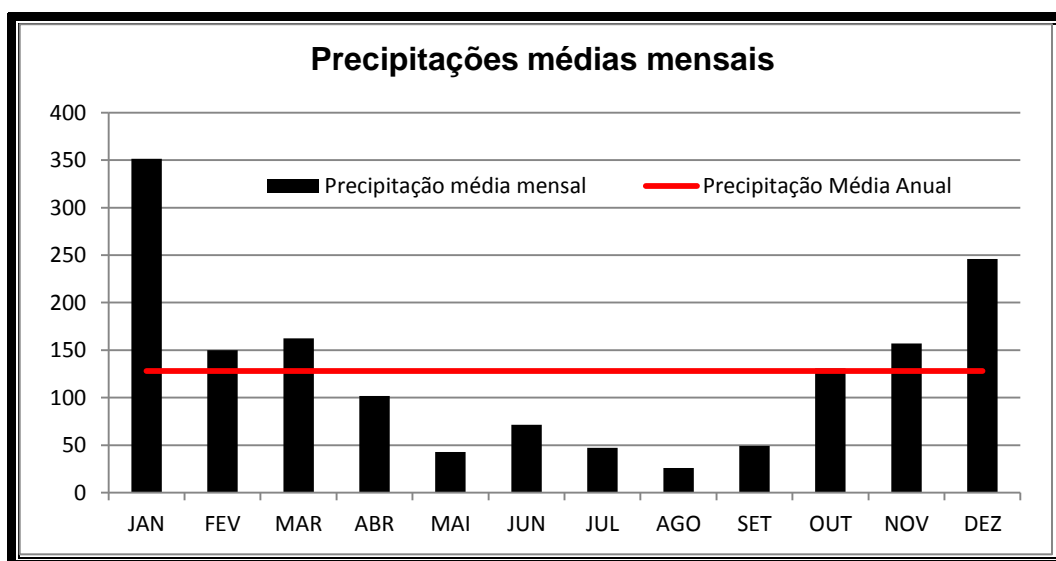


Figura 26. Média das precipitações máximas mensais comparado com a média máxima anual do posto pluviométrico analisado.

Nota-se ao se caracterizar o regime do município de Extrema, que, nos meses secos (abril a setembro) chove em média 400,0 mm, enquanto que no restante do ano, chamado de período úmido (outubro a março), chove em média um valor superior a 1.000 mm (aproximadamente 77% da precipitação anual), conforme apresentado na Figura 26.

4.3.2 Geologia

Conforme apresentado, a caracterização geológica do município foi baseada no Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais (CPRN, 2003). Os dados do município foram compilados, conforme apresentado na Figura 28. O mapa geológico, em escala compatível com a interpretação pode ser observado no **Anexo 03.632.13**. A Tabela 24 apresenta a quantificação das unidades geológicas no município de Extrema. Estes mesmos dados são sintetizados na Figura 27.

Tabela 24. Unidades Geológicas no município de Extrema.

Unidade Geomorfológica	Área (ha)	Área (%)
Charnoquitóide Foliado Ortognaisse	2.782,92	11,38
Granito Serra da Lapa	4.161,19	17,01
Granito Piracaia - Granitóide Alcalino	3.943,14	16,12
Ortognaisse Migmatítico	8.501,27	34,76
Paragnaisse Migmatizado	1.941,51	7,94
Suite Bragança Paulista	3.127,46	12,79
Total	24.457,50	100

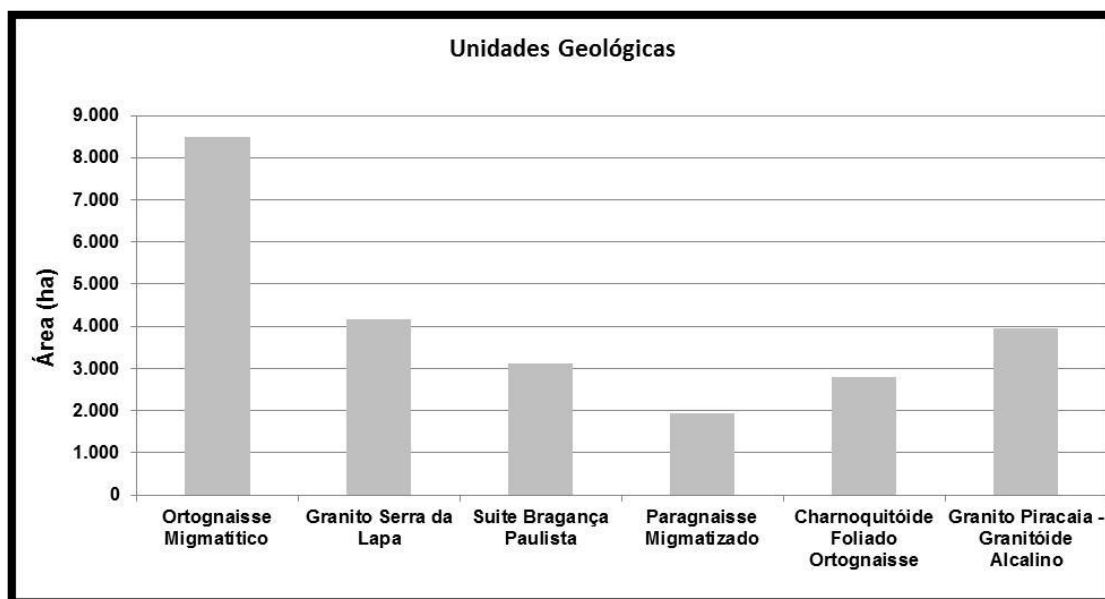


Figura 27. Distribuição das unidades geológicas no município de Extrema-MG.

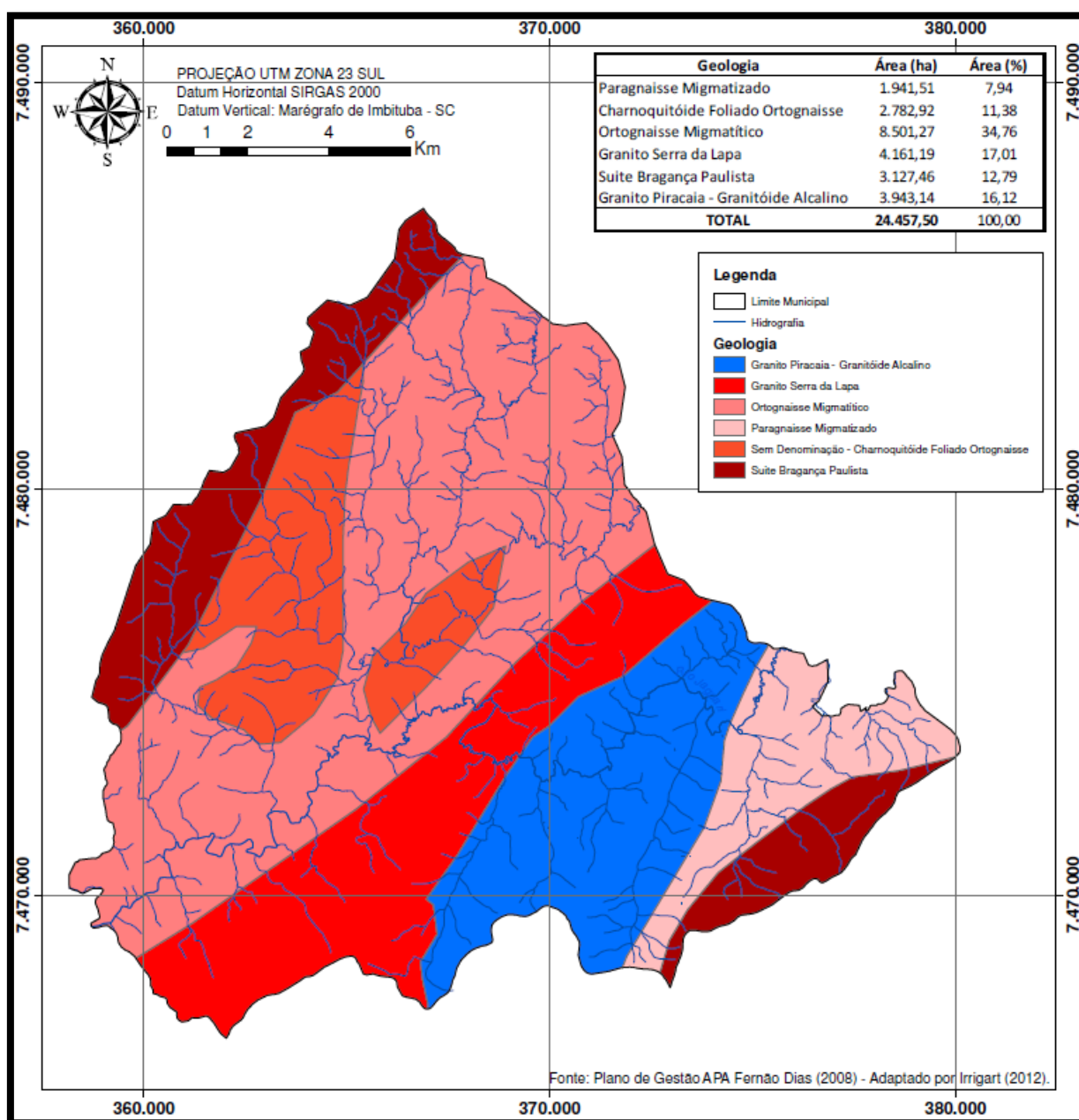


Figura 28. Mapa Geológico do município de Extrema-MG.

Com base no mapa apresentado nos dados apresentados na Figura 28 e na Tabela 24, o município apresenta 06 formações geológicas distintas, sendo que a formação “Ortognaisse Migmatítico” ocupa a maior parte do município, com aproximadamente 35% da área, predominando sua ocorrência na região Norte do município.

O município de Extrema, 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

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

email: irrigart@irrigart.com.br

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

Ocorrem migmatitos heterogêneos de paleossoma gnáissico e xistoso, segundo pequena faixa de direção nordeste até o sul da localidade de Campo da Onça, no município de Camanducaia. São em geral biotita-gnaisses de granulação média a fina, às vezes granatíferos com 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.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

A Figura 29 apresenta alguns exemplos de contatos solo-rocha encontrados na zona rural de Extrema.



Figura 29. Exemplos de contato solo-rocha no município de Extrema-MG.

4.3.3 Geomorfologia

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

Tabela 25. Associações das Unidades Geomorfológicas (adaptação).

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

Conforme apresentado, a caracterização geológica do município foi baseada no Mapa Geomorfológico da APA Fernão Dias, adaptado para a nomenclatura utilizada no Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981), conforme apresentado na Figura 30. O mapa geomorfológico, em escala compatível com a interpretação pode ser observado no **Anexo 04.632/13**.

Com base no mapa apresentado na Figura 30, foram levantadas 04 unidades geomorfológicas identificadas: 111, 241, 243 e 245. No município de Extrema, a unidade geomorfológica predominante é o relevo 243 – Mar de morros, que ocupam cerca de 72% da área. A Tabela 26 apresenta a quantificação das unidades geomorfológicas no município de Extrema.

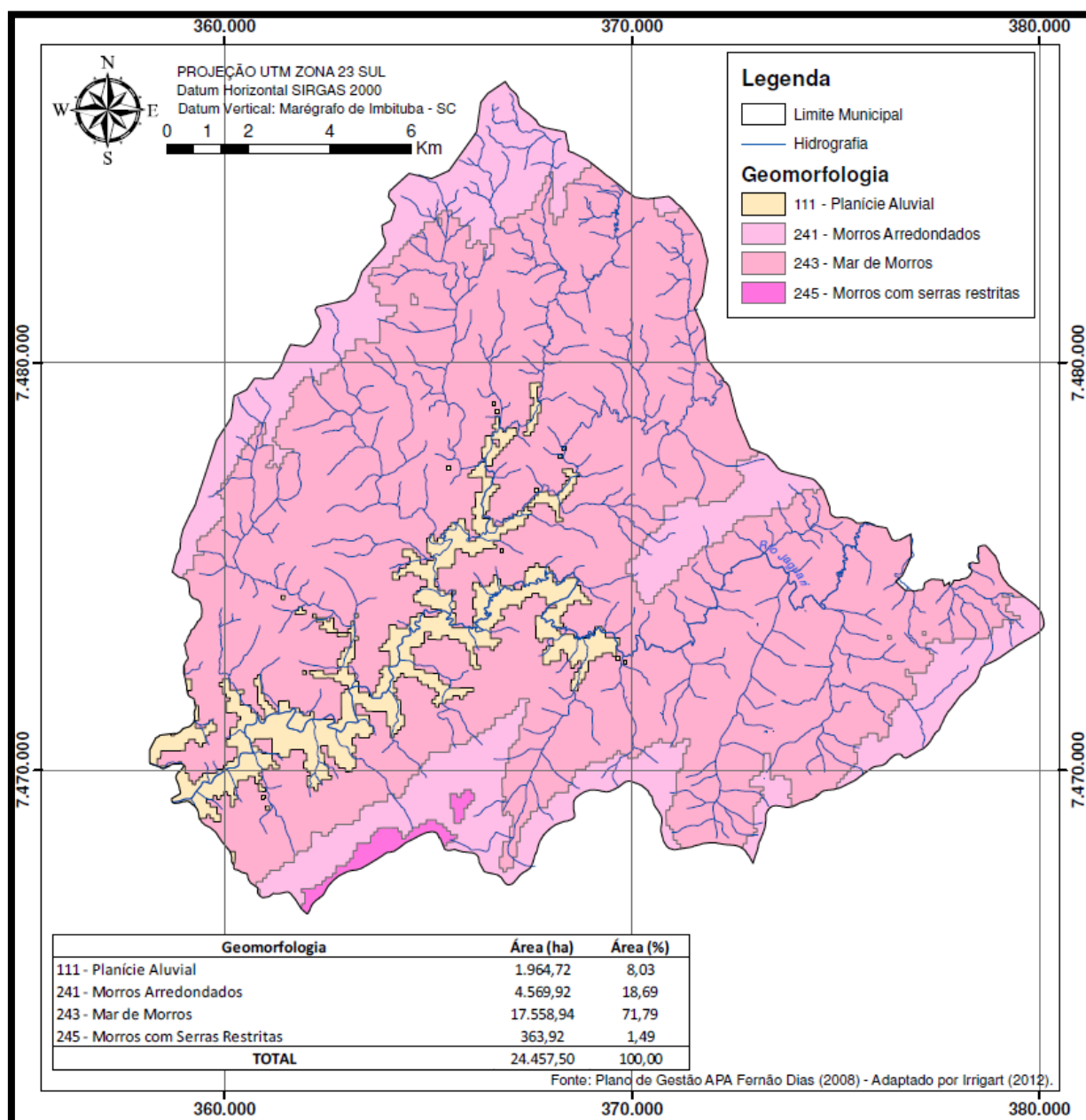


Figura 30. Mapa Geomorfológico do município de Extrema-MG.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

Tabela 26. Unidades Geomorfológicas no município de Extrema.

Unidade Geomorfológica	Área (ha)	Área (%)
241 - Morros Arredondados	4.569,92	18,69
243 - Mar de Morros	17.558,94	71,79
245 - Morros com Serras Restritas	363,92	1,49
111 - Planície Aluvial	1.964,72	8,03
Total	24.457,50	100,00

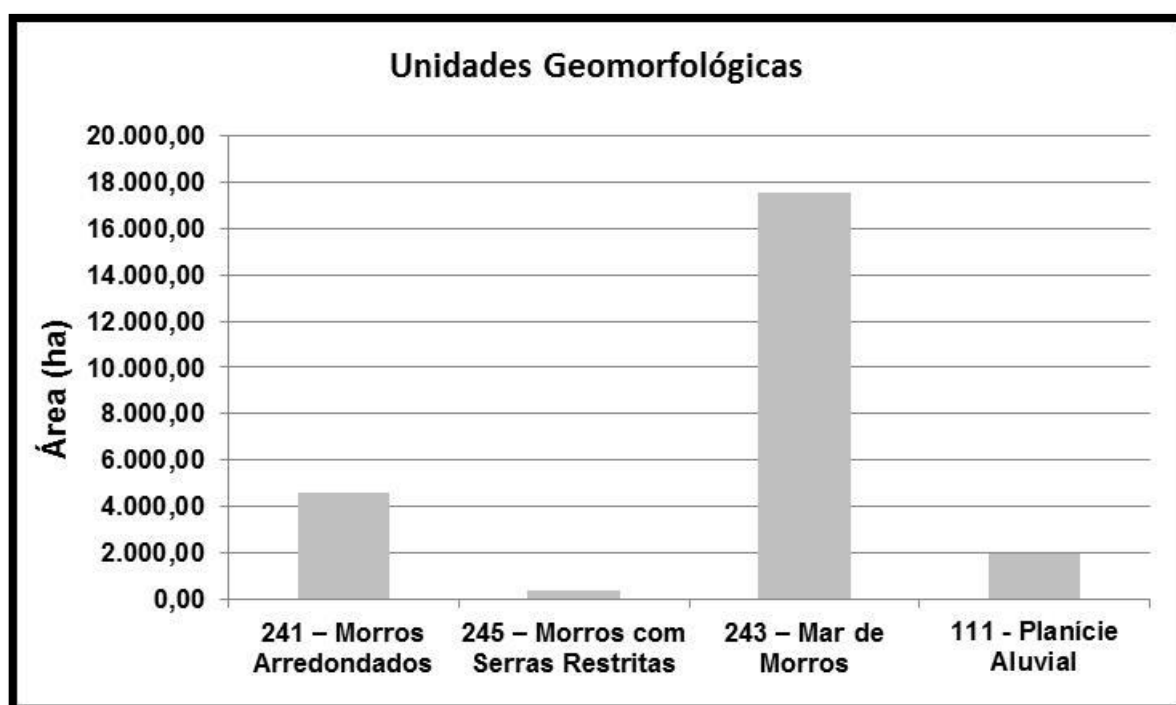


Figura 31. Distribuição das unidades geomorfológicas no município de Extrema-MG.

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

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

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

email: irrigart@irrigart.com.br

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

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



Figura 32. Relevos típicos do município de Extrema-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 34. O mapa pedológico, em escala compatível com a interpretação pode ser observado no **Anexo 05.557/12**.

Como pode ser observado na Figura 34, as unidades pedológicas “Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico” e Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, ocorrem em todo o município, conforme apresentado na Tabela 27.

Tabela 27. Unidades Pedológicas no município de Extrema.

Unidades Pedológicas	Área (ha)	Área (%)
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd)	11.147,33	46,24
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd)	13.310,17	53,76

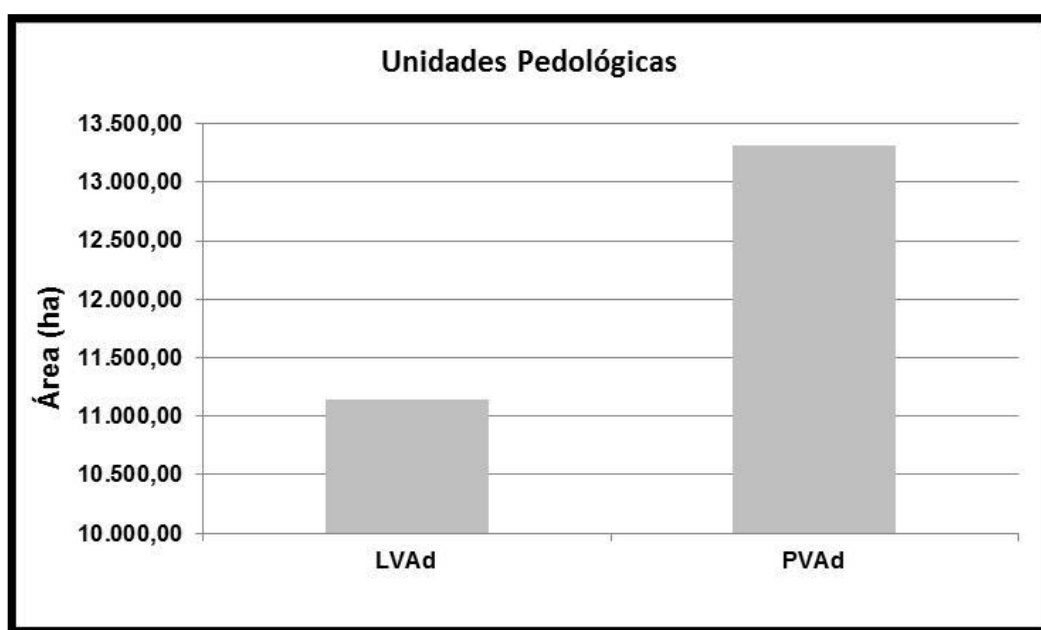


Figura 33. Distribuição das unidades pedológicas no município de Extrema-MG.

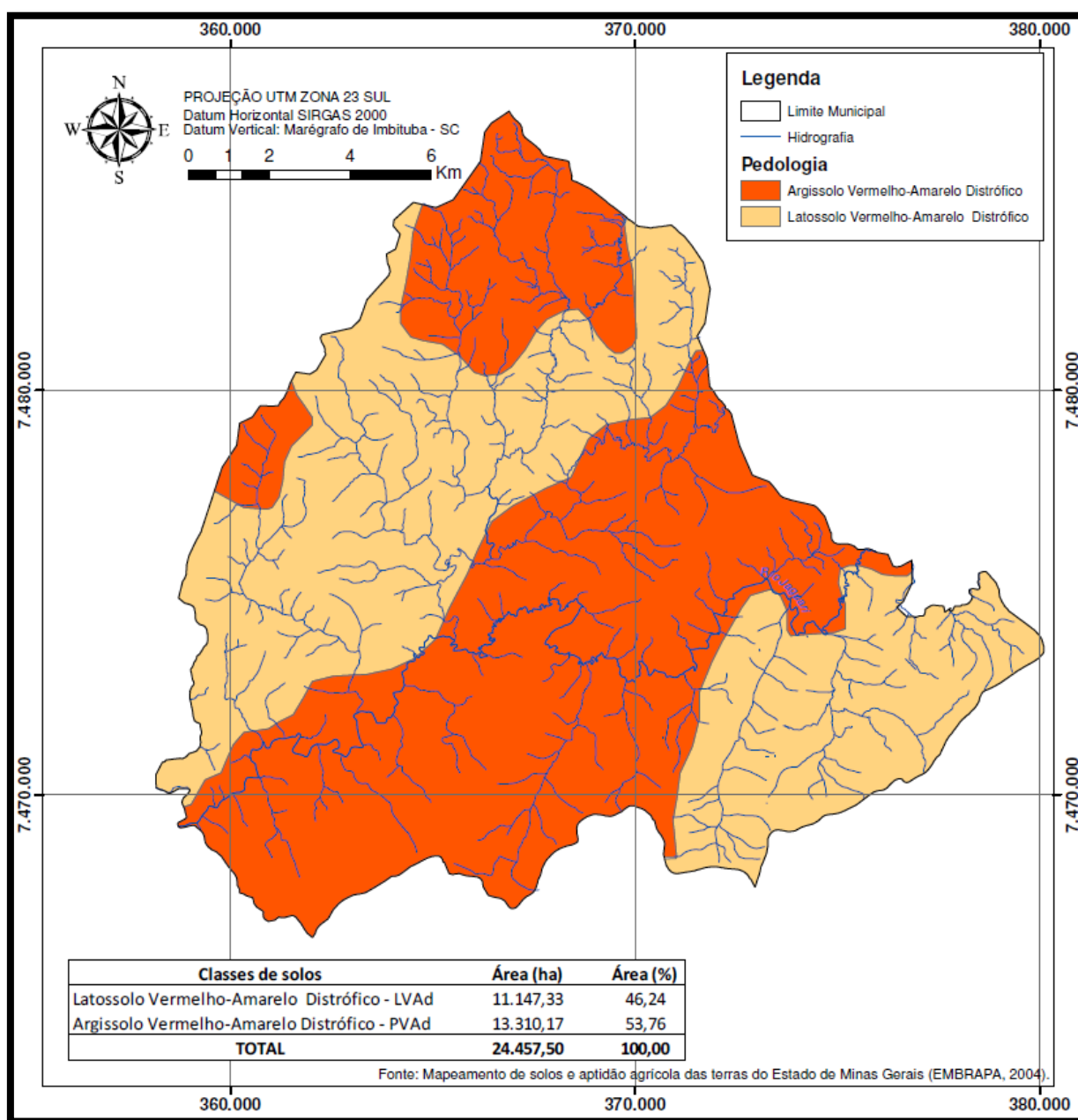


Figura 34. Mapa Pedológico do município de Extrema-MG.

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

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

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

email: irrigart@irrigart.com.br

4.3.4.1 Latossolos

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 Extrema 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, apresenta maior possibilidade de estresse hídrico devido a sua baixa capacidade de retenção de água, menor do que 1mm/cm. Essa propriedade é acentuada quando se tem no horizonte A predominância de areia mais grossa sobre a areia fina. Citado por Oliveira, J.B. (1999), Manfredini, et. al. (1984) afirma que tanto em Latossolos de textura média como em Neossolos Quartzarênicos, há aumento de aproximadamente 50% na capacidade de armazenamento de água e diminuição da condutividade hidráulica saturada com a diminuição do diâmetro médio ponderado das partículas de areia.

4.3.4.2 Argissolos (P)

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

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

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

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

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

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

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



Figura 35. Solos encontrados no município de Extrema-MG.

4.3.5 Declividade do terreno e MDT (modelo digital do terreno)

O mapa de declividade do município foi gerado a partir do Modelo Digital do Terreno (MDT – **Anexo 06/632.13**), gerado através das cartas topográficas do IBGE, escala 1:50.000. A Tabela 28 apresenta a quantificação das classes de declividade encontrada para o município de Extrema.

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

Classes de declividade	Área total (ha)	Área total (%)
0 a 3%	1.281,47	5,24
3 a 6%	1.945,10	7,95
6 a 12%	3.641,72	14,89
12 a 18%	3.850,03	15,74
> 18%	13.739,18	56,18
Total	24.457,50	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 12% somam mais de 70%. Esta constatação demonstra que a maioria das terras de Extrema são aptas apenas para usos de conservação florestal e áreas de produção florestal, sem mecanização agrícola. O Mapa de declividade, pode ser observado, em escala adequada de interpretação no **Anexo 07/632.13**.

4.3.6 Fragilidade Ambiental natural do meio físico terrestre

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

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

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

Fatores	Definição/Observações	Faixa de avaliação	Nota	Peso
Pedologia	A pedologia foi considerada por ser o principal condicionante do meio físico a ser degradado, caso venha a ser ocupado de maneira imprópria.	Latosolos	1	2
		Argissolos	2	
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 paragneisses migmatizado	2	
		Suítas	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 36 pode-se observar melhor o significado das notas (A) e pesos atribuídos (B).

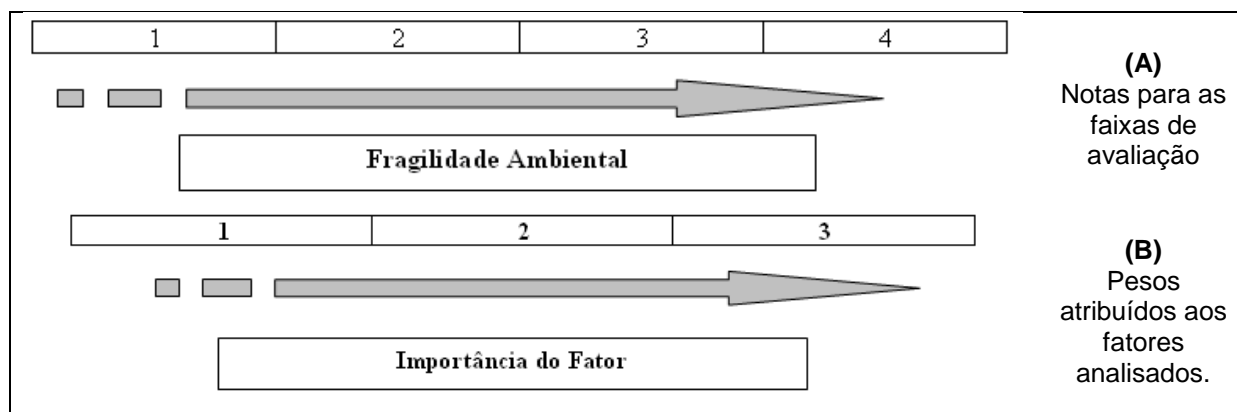


Figura 36. Indicativos do significado das notas e pesos atribuídos.

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

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

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

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

Critério	Faixa de Avaliação	Nota Atribuída	Justificativa
Geomorfologia	Planícies Aluviais (111)	1	Não sofre processos erosivos e sim assoreamento
	Relevo de Morros (243,245 e 241)	2	Altas declividades
	Relevo Montanhoso (252 e 253)	3	Altas declividades e altas amplitudes
Geologia	Granitos, Intrusivas Alcalinas e granitoide alcalinos	1	Rochas menos intemperizadas
	Gnaiss, ortognaiss, orto migmatitos, migmatito e paragnaiss migmatizado	2	Rochas com grau médio de intemperização
	Suites	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 declividade
	> 18%	5	Áreas com declividade acentuada

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

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

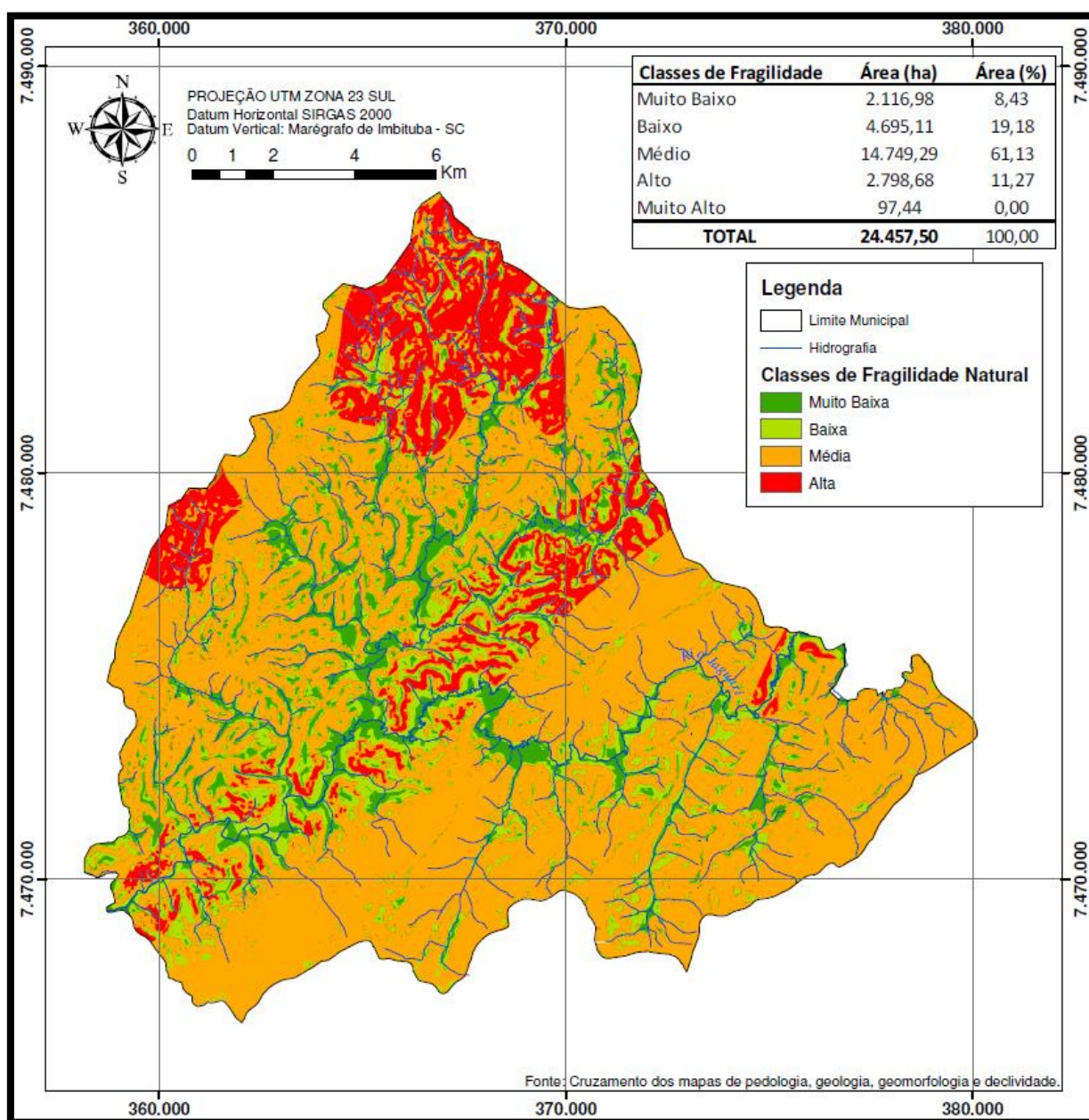


Figura 37. Mapa de Fragilidade Natural do meio físico terrestre no município de Extrema-MG.

Analisando os dados da Tabela 33, nota-se que em grande parte do município (72%), a fragilidade natural do meio físico terrestre é de média a muito alta e 27% da área apresenta uma fragilidade baixa e muito baixa. As áreas de alta fragilidade estão associadas aos locais mais declivosos, e cabeceiras de drenagem.

4.3.7 Uso do solo

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

4.3.7.1 Metodologia

Na elaboração do mapa temático de uso e cobertura do solo foi utilizado um mosaico de cenas do satélite WorldView - 2, composta por duas bandas datadas respectivamente de 27 de setembro e 22 de novembro ambas do ano de 2011, adquiridas pela Prefeitura Municipal de Extrema e cedidas à IRRIGART para execução deste projeto. A imagem disponibilizada constitui-se de uma composição colorida RGB, já fusionada, com resolução de 60 cm.

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, áreas Antropizadas, agricultura e vegetação em regeneração.

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

4.3.7.2 Resultados encontrados

O município de Extrema possui extensão territorial de 24.4570,50 ha. Em termos de uso do solo, as áreas de pastagens se sobressaem aos outros usos, ocupando 39,37% da área do município, seguido por vegetação nativa, que ocupam 24,49% da área do município. A Tabela 34 apresenta o uso do solo em todo o município de Extrema.

Tabela 34. Uso do solo no município de Extrema.

Classes de uso do solo	Área (ha)	Área (%)
Vegetação Nativa	5.951,64	24,49
Reflorestamento	406,20	1,36
Pastagem	9.517,44	39,37
Agricultura	1.902,00	7,60
Áreas Antropizadas	1.713,80	6,81
Regeneração	4.966,44	20,38
TOTAL	24.457,50	100,00

Como se nota na Tabela 34, a ocupação predominante no município é a pastagem, ocupando 39,37%. Em segundo lugar encontram-se a vegetação nativa, ocupando 24,49% do município. As áreas em regeneração ocupam 20,38%, reflorestamento 1,36% da área total do município. As demais categorias se referem as área antropizadas (6,81%) e a categoria de agricultura, com 7,60% da área, conforme apresentado na Figura 38

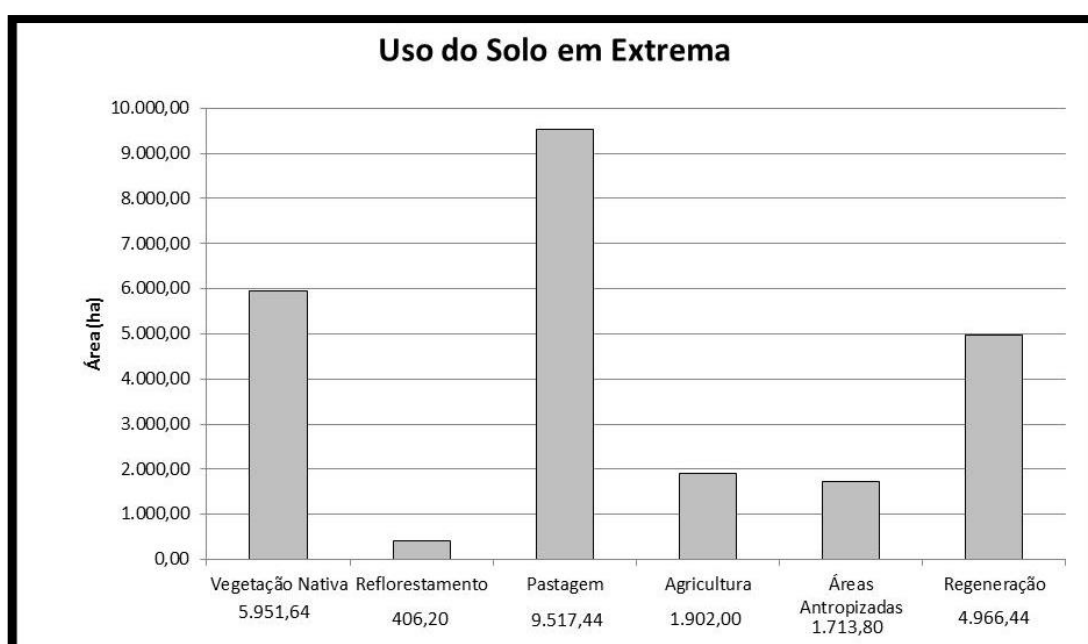





Figura 38. Uso do solo no município de Extrema.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

O Mapa de Uso e ocupação do solo, pode ser visto, em escala adequada, no **Anexo 09.632/13**. A seguir são apresentados alguns exemplos de verdade terrestres encontrados nos trabalhos de campo.

	<p>(A) Área ocupada com pastagens extensivas com árvores isoladas nas APP's</p>
	<p>(B) Área ocupada com cultivos de pinheiros (eucaliptos).</p>
	<p>(C) Área de cultivo de tomate (agricultura).</p>


	<p>(D) Áreas Antropizadas.</p>
	<p>(E) Área de concentração industrial (Áreas Antropizadas).</p>

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

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

- As culturas classificadas em agricultura abrangem pequenas áreas de produção de batata, cenoura, tomate, hortaliças, dentre outras. Estes tipos de produção são feitos com maior intensidade em alguns bairros do município. Estas culturas são feitas, na maioria dos casos sem o uso das técnicas de conservação do solo, o que somado as altas declividades encontradas na área podem ocasionar processos erosivos.

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

- As áreas de reflorestamento são cultivadas, principalmente, com eucaliptos, araucárias e pinus. Estas áreas não são geométricas, isto é, estão encravadas ao meio de áreas de vegetação nativa, porém não há sinais de que a cultura invada as áreas de

vegetação nativa. Nota-se uma tendência de que áreas de pastagens se convertam em áreas de produção florestal, para atender as serrarias e outras demandas do município.

- As áreas de regeneração compreende fragmentos de vegetação nativa que encontram-se em regeneração, tanto em estágio inicial quanto estágio médio de desenvolvimento.

4.3.7.3 Uso do solo nas Áreas de Conservação

Dentro deste tópico, foram avaliados os usos atuais do solo nas áreas de conservação ambiental (AC's). Que incluem as áreas de preservação permanente e áreas acima de 1100 e 1200 metros. A definição legal das áreas de preservação permanente, que 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 Extrema com a delimitação das AC's, pode-se notar que a vegetação nativa ocupa 38,39% das áreas de conservação ambiental, tornando-se o uso predominante. Após a vegetação nativa, a regeneração é o maior uso do solo nas áreas de conservação do município. Os dados encontrados são apresentados na Tabela 35 e na Figura 40.

Tabela 35. Uso do solo nas AC's do município de Extrema.

Classes de uso do solo	Área (ha)	Área (%)
Vegetação Nativa	3.119,20	38,39
Reflorestamento	228,56	2,81
Pastagem	2.071,92	25,50
Agricultura	377,08	4,64
Áreas Antropizadas	152,08	1,87
Regeneração	2.176,56	26,79
TOTAL	8.125,40	100,00

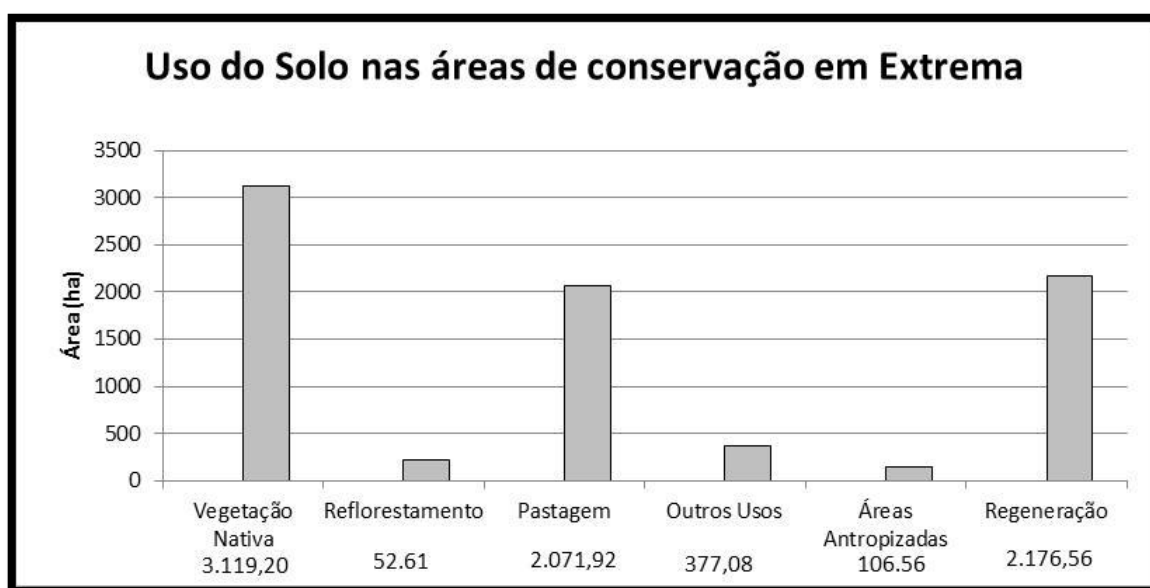


Figura 40. Uso do solo nas AC's do município de Extrema.

O Mapa de Uso nas AC's pode ser visto, em escala adequada, no **Anexo 09.632/13**.

4.3.8 Fragilidade potencial do meio físico terrestre

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

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

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

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

email: irrigart@irrigart.com.br

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

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

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

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

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

Com base nestes valores, os valores apresentados na Tabela 33 (Classes de Fragilidade Natural) foram reclassificados. A Figura 41 apresenta os resultados do mapa de fragilidade potencial. Este mesmo mapa pode ser visualizado em escala adequada, no **DESENHO 11.632/13**.

A seguir, a Tabela 36 apresenta a distribuição das classes de fragilidade ambiental potencial no município.

Tabela 36. Distribuição das Classes de Fragilidade Ambiental Potencial.

Classes de Fragilidade Ambiental Potencial	Área	
	Hectares	%
Muito Baixo	3.238,81	13,11
Baixo	8.676,53	35,79
Médio	4.006,36	16,31
Alto	4.757,83	19,44
Muito Alto	3.777,96	15,35
TOTAL	24.457,50	100,00

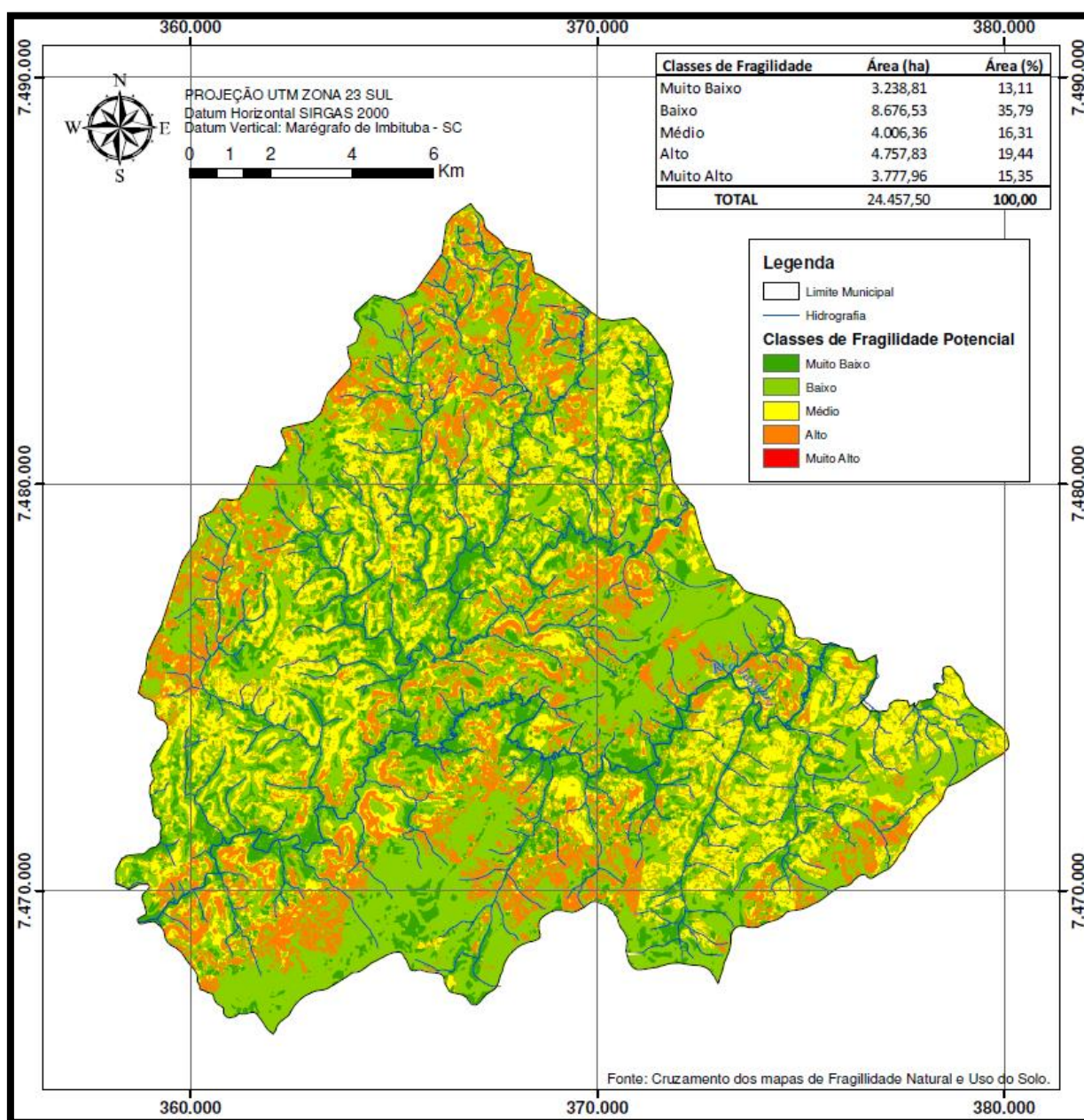


Figura 41. Mapa de Fragilidade Potencial do meio físico terrestre do município de Extrema-MG.

Através da comparação dos valores apresentados na Tabela 36 com os valores apresentados na **Tabela 35**, 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 declivosas (com maior fragilidade).

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

email: irrigart@irrigart.com.br

4.3.9 Aptidão Agrícola

O mapeamento da aptidão agrícola do município de Extrema foi baseado nos estudos do Plano de Gestão da APA Fernão Dias. A Figura 42 apresenta este mapeamento para o município de Extrema. Este mapa pode ser observado em escala adequada no **Anexo 14.632/13**. Os dados também estão quantificados na Tabela 37.

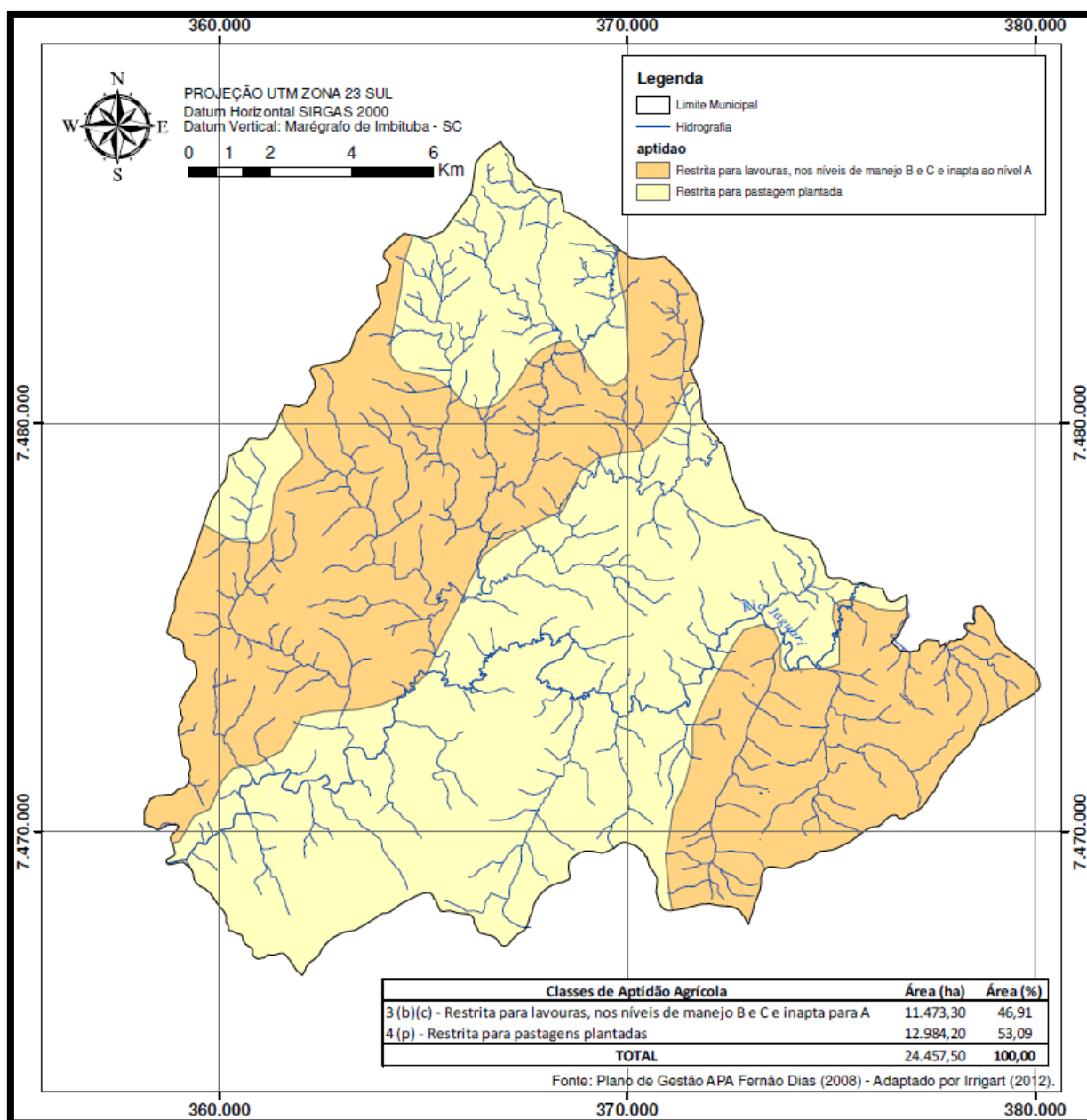


Figura 42. Mapa de Aptidão Agrícola do município de Extrema-MG.

Tabela 37. Distribuição das Classes de Fragilidade Ambiental Potencial.

Classes de Aptidão Agrícola	Área (ha)	Área (%)
3 (b)(c) - Restrita para lavouras, nos níveis de manejo B e C e inapta para A	11.473,30	46,91
4 (p) - Restrita para pastagens plantadas	12.984,20	53,09
TOTAL	24.457,50	100,00

Analisando os dados apresentados na Tabela 37, nota-se que a maior parte das áreas (53,09%) se enquadra na classe 4 (p), classificadas com restritas a pastagem aptas a agricultura com baixa tecnologia envolvida, isto é, pastagens, sem o grande emprego de máquinas agrícolas e operações mecanizadas.

4.3.10 Produção de Sedimentos

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

Neste tópico foi avaliada a questão da produção de sedimentos no município de Extrema. 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*

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

email: irrigart@irrigart.com.br

al., 2012). Tal premissa encontra subsídios em modelos como a Universal Soil Loss Equation (USLE; WISCHMEIER e SMITH, 1978), cujo objetivo de sua equação é a produção anual de sedimentos em rampas de declive, auxiliando no planejamento de práticas conservacionistas e minimizando as perdas de solo a níveis aceitáveis (ZHANG et al., 2011).

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

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

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

Com relação a estimativas de perdas de solo realizadas no Brasil através da USLE, tem-se a informação apresentada em Minoti (2006) de que este modelo tem sido largamente utilizado em trabalhos de gestão agrícola e de pesquisa. A equação foi adaptada às condições do Estado de São Paulo pelos trabalhos de Bertoni *et al.* (1975), Lombardi Neto e Bertoni (1975a) e Lombardi Neto e Moldenhauer (1980). Os trabalhos pioneiros desenvolvidos por esses autores estimularam o desenvolvimento de inúmeras pesquisas e

projetos científicos, tanto para o estabelecimento dos parâmetros da equação para as diferentes regiões do país, como para a ampla aplicação da USLE no Brasil. Do mesmo modo, ao analisarmos a aplicação da USLE em outros países, existem mais de 400 (quatrocentos) artigos publicados, evidenciando a grande utilização deste método e sua confiabilidade na predição e quantificação de perdas de solo ao redor do mundo.

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

4.3.10.2 Metodologia para o cálculo da produção anual de sedimentos

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

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

Equação 3

Em que:

EPS = expectativa de perda de solo ($\text{Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$); R = erosividade da chuva e enxurrada a ela associada ($\text{MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$); K = suscetibilidade natural do solo à erosão ($\text{Mg.h.MJ}^{-1}.\text{mm}^{-1}$); 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,

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

email: irrigart@irrigart.com.br

isto é, estima-se a susceptibilidade de uma área especificamente em função de suas condições físicas (VALÉRIO FILHO, 1994).

$$PNE = R * K * LS$$

Equação 4

Em que:

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

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

4.3.10.3 Fator de erosividade da chuva (Fator R)

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

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

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

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

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

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

email: irrigart@irrigart.com.br

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

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

Equação 5

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

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

4.3.10.4 Fator de erodibilidade dos solos (Fator K)

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

No presente trabalho foram utilizados os valores propostos por Bertoni e Lombardi Neto (1990), apresentados na Tabela 38. Para tanto, o mapa pedológico das bacias foi reclassificado, em ambiente SIG, para os valores de erodibilidade.

Tabela 38. Valores de erodibilidade utilizados para as classes de solo encontradas na área de estudo

Classes de Solo	Erodibilidade (Mg.h.MJ ⁻¹ .mm ⁻¹)
Latossolo Vermelho Amarelo, A moderado, textura média	0,0130
Argissolo Vermelho Amarelo, textura arenosa/média	0,0350

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

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

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

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

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

Em que:

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

$A_{i,j}$ = área de contribuição de uma célula com coordenadas (i, j) (m²);

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 39.

Tabela 39. 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.

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

Equação 7

Em que:

S é Fator de declividade (adimensional); e

s é Declividade média da vertente (%).

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

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

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

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

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

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

determinados os fatores C e P correspondentes a cada classe de uso e ocupação do solo, cujo respectivo mapa temático foi reclassificado para os valores de Φ (produtório entre os fatores C e P) apresentados na Tabela 40.

Tabela 40. Fatores C e P considerados na USLE.

Classe de uso e ocupação do solo	Fator C	Fator P	Φ
Vegetação Nativa e Regeneração	0,005	1,000	0,005
Reflorestamento	0,050	1,000	0,050
Pastagem Degradada	0,250	1,000	0,250
Agricultura	1,00	1,000	1,000
Áreas Antropizadas	0,000	0,000	0,000

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

4.3.10.7 Classificação das perdas de solo por erosão

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

4.3.10.8 Cálculo do Potencial Natural de Erosão - PNE

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

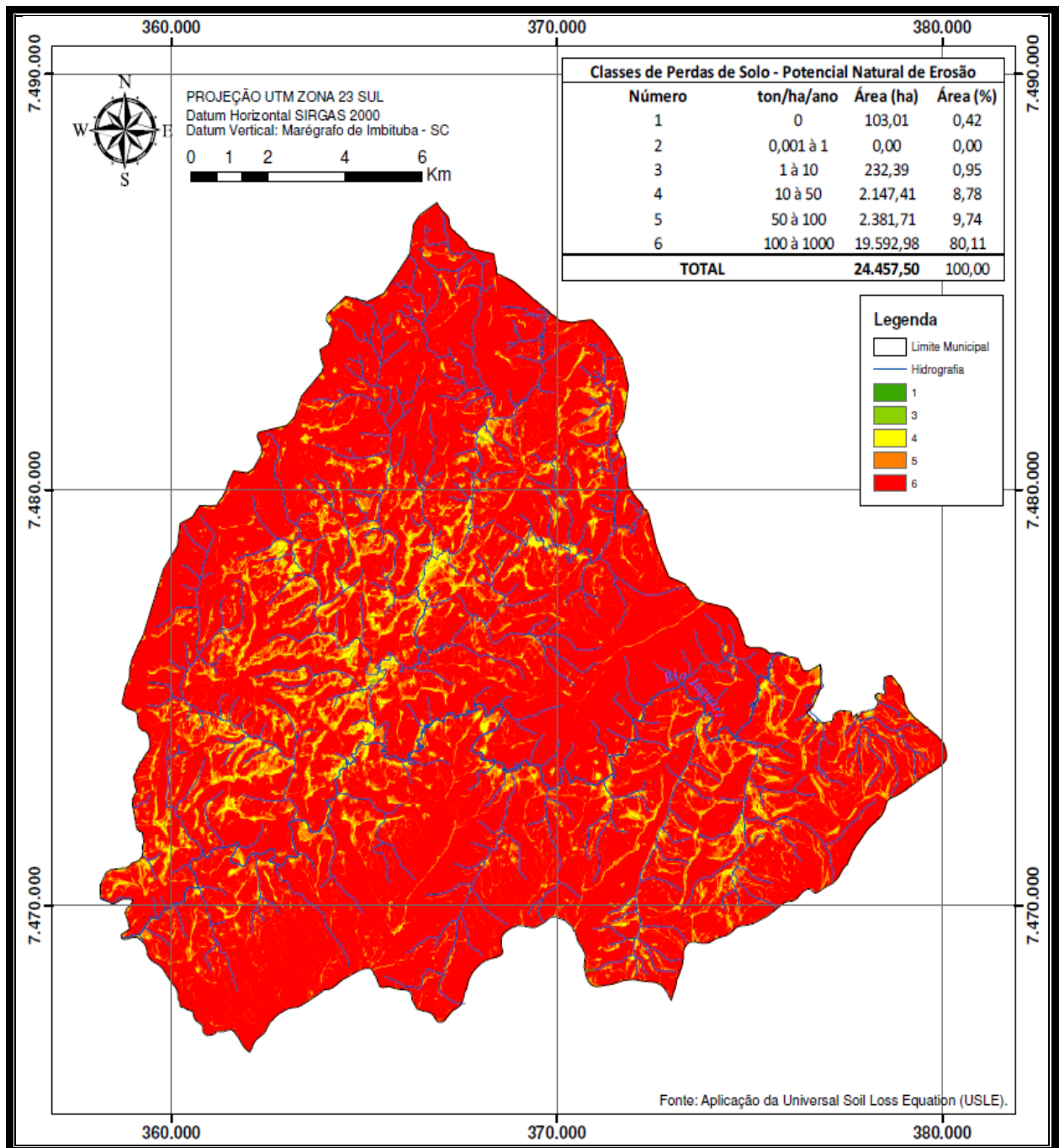


Figura 43. Mapa do Potencial Natural de Erosão no município de Extrema-MG.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

4.3.10.9 Cálculo da Expectativa de Perda de solo

Ao inserirmos a figura do homem ao processo, buscamos entender não apenas o meio natural, mas, sim, o meio de acordo com um determinado uso que o homem faz dele. Nesse sentido, buscou-se determinar a Expectativa de Perda de Solo (EPS) através da multiplicação dos valores de PNE pelos fatores de atenuação dos processos erosivos (C e P), determinando as reais perdas de solo do município.

O fator C é estimado com base na cobertura vegetal e representa o efeito combinado de todas as relações das variáveis de cobertura e manejo que incluem: tipo de vegetação, stande (população), desenvolvimento (estádio da cultura), época do ano e manejo cultural. Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1990), a densidade da cobertura vegetal é o princípio fundamental de toda proteção que se oferece ao solo, preservando-lhe a integridade contra os efeitos danosos da erosão. Já o fator de práticas conservacionistas (P) da USLE pretende refletir os efeitos de práticas conservativas na alteração do escoamento superficial e, conseqüentemente, na redução da erosão. Para o cálculo da EPS em ambiente SIG, o RASTER de uso e ocupação do solo reclassificado foi cruzado com o RASTER de PNE. A seguir a Figura 44 apresenta o mapa de EPS para o município de Extrema-MG.

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).

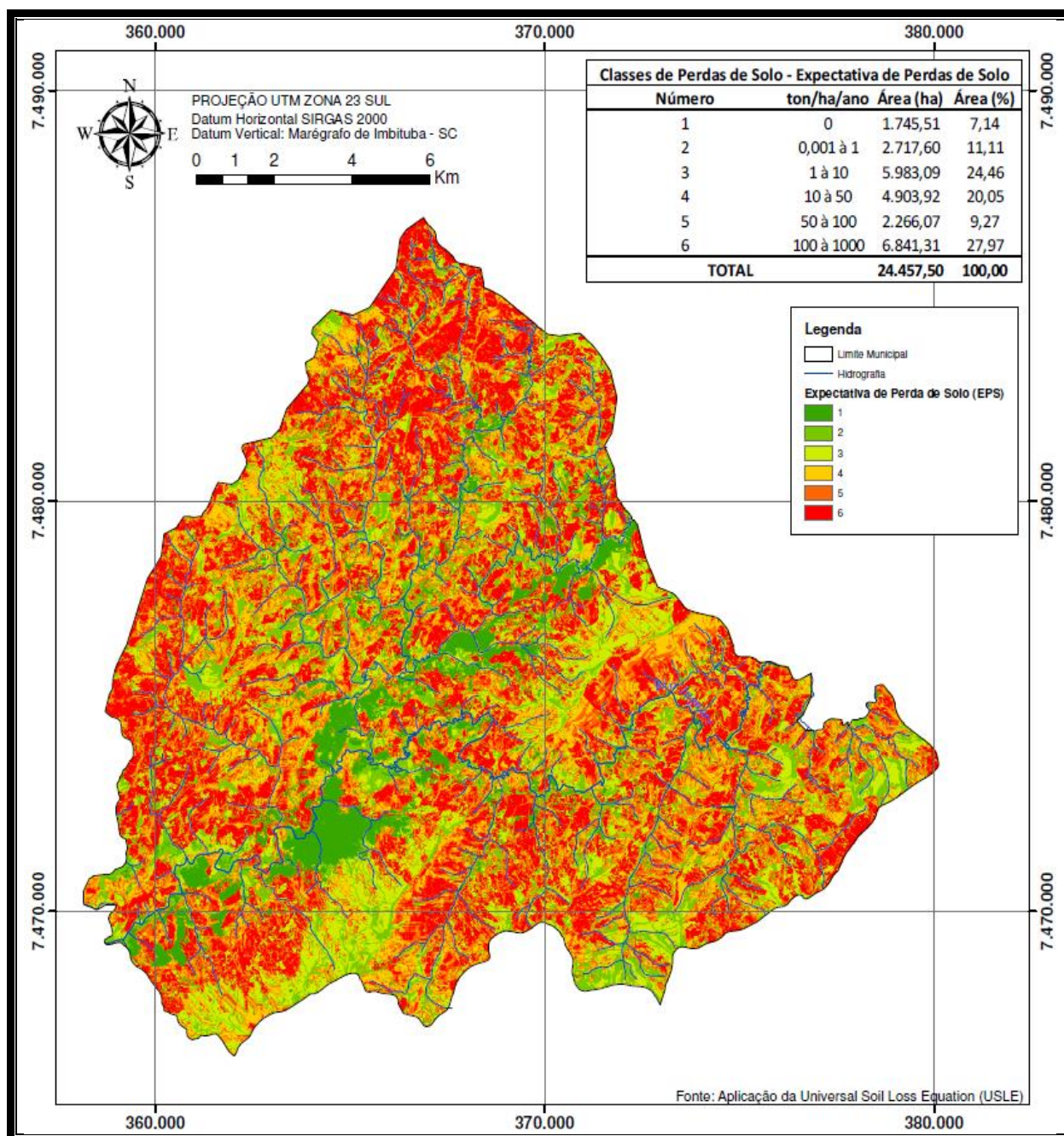


Figura 44. Mapa da Expectativa da Produção de Sedimentos na área do município de Extrema-MG.

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 aggradação.

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

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

Em relação ao município de Extrema, o mapa da EPS indicou uma expectativa muito menor que o potencial, haja visto que o Mapa do Potencial Natural de erosão (PNE) indicou que cerca de 90% do município apresenta potencial natural para perdas maiores que 50 ton/ha/ano, enquanto que o mapa de expectativa indicou apenas 37% do município nesta faixa de perda de solo.

5 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO ATUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS.

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

5.1 Apresentação das bacias hidrográficas

A divisão Hidrológica utilizada neste trabalho foi fornecida pela Prefeitura Municipal de Extrema, de acordo com Projeto Conservador das Águas, concebido em 2005 através da Lei nº 2.100 sendo de total responsabilidade dos mesmos.

Neste contexto, o município de Extrema foi dividido em 8 Bacias Hidrográficas, conforme apresentado na Tabela 41 e ilustrada na Figura 45. O mapa em escala compatível com a interpretação pode ser observado no **Anexo 02.632/13**.

Tabela 41. Bacias Hidrográficas do município de Extrema-MG.

Bacias Hidrográficas Municipais	Área (ha)
Bacia do Salto	4.918,04
Bacia das Posses	1.254,78
Bacia dos Forjos	1.312,50
Bacia do Juncal	4.229,50
Bacia das Furnas	1.622,48
Bacia dos Tenentes	2.155,22
Bacia do Matão	3.195,55
Bacia do Jaguari	5.769,43
TOTAL	24.457,50

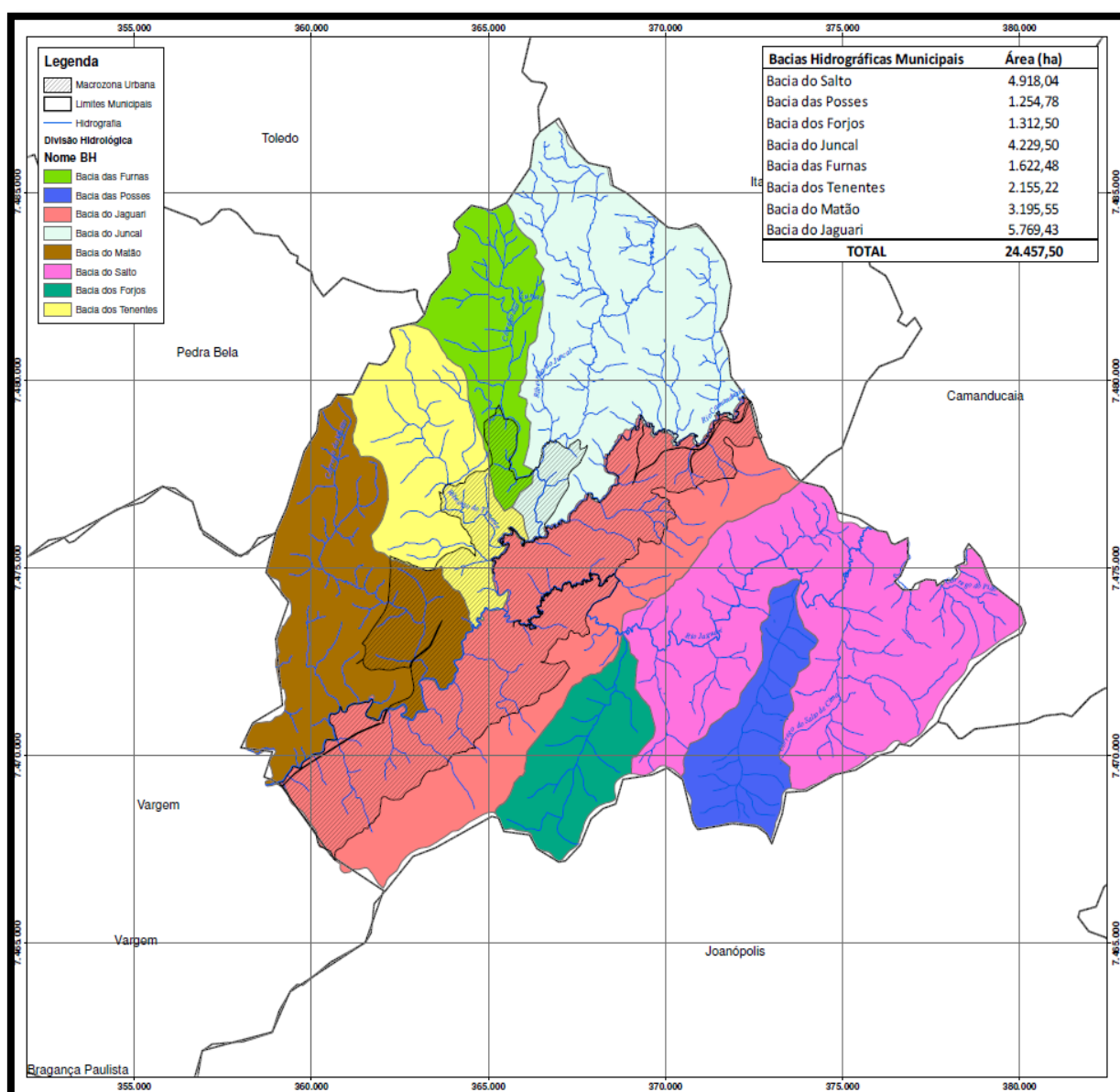


Figura 45. Mapa da divisão hidrológica do município de Extrema-MG.

5.1.1 Nascentes e AC's (Áreas de Conservação Ambiental).

O estudo das nascentes e áreas de conservação ambiental 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 60 cm, composta por duas bandas datadas respectivamente de 27 de setembro de e 22 de novembro ambas do ano de 2011 (Imagem WorldView - 2).

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

email: irrigart@irrigart.com.br

As áreas de conservação ambiental consideradas referem-se as faixas marginais dos cursos d'água (30 metros, na grande maioria dos casos), raio de 50 metros nas nascentes identificadas, áreas com declividade maiores que 45° e áreas acima de 1.100 e 1.200 metros (conforme Plano Diretor Municipal). Com base na digitalização de toda a rede de drenagem no município de Extrema, chegou-se a alguns números:

- O município de Extrema possui aproximadamente 390 km lineares de cursos d'água.
- O município de Extrema possui (mapeados na escala 1:50.000) cerca de 305 nascentes, ou um índice de 1,27 nascentes por km².
- A área conservação inserida no município de Extrema soma aproximadamente 8.125,40 ha, ou cerca de 33,22% do território.

Tabela 42. Síntese dos dados de comprimento do talvegue e nascentes nas bacias hidrográficas existentes no município de Extrema-MG.

ID	Nome	AD (ha)	Comprimento do Talvegue (km)	Nascentes (Nº Nascentes)
1	Bacia do Salto	4.918,04	88,51	61
2	Bacia das Posses	1.254,78	23,05	19
3	Bacia dos Forjos	1.312,50	14,26	11
4	Bacia do Juncal	4.229,50	77,42	81
5	Bacia das Furnas	1.622,48	26,58	29
6	Bacia dos Tenentes	2.155,22	33,06	20
7	Bacia do Matão	3.195,55	51,06	42
8	Bacia do Jaguari	5.769,43	76,16	42

As informações apresentadas na Tabela 42 estão sintetizadas na Figura 46 e na Figura 47. Analisando as figuras, nota-se que a Bacia Hidrográfica que apresenta a maior quantidade (absoluta) de cursos d'água, em termos de comprimento é a bacia hidrográfica do Ribeirão do Salto. Em relação ao número de nascentes, a Bacia do Juncal apresentou o maior número de nascentes (81), seguido pela Bacia do Salto (61).

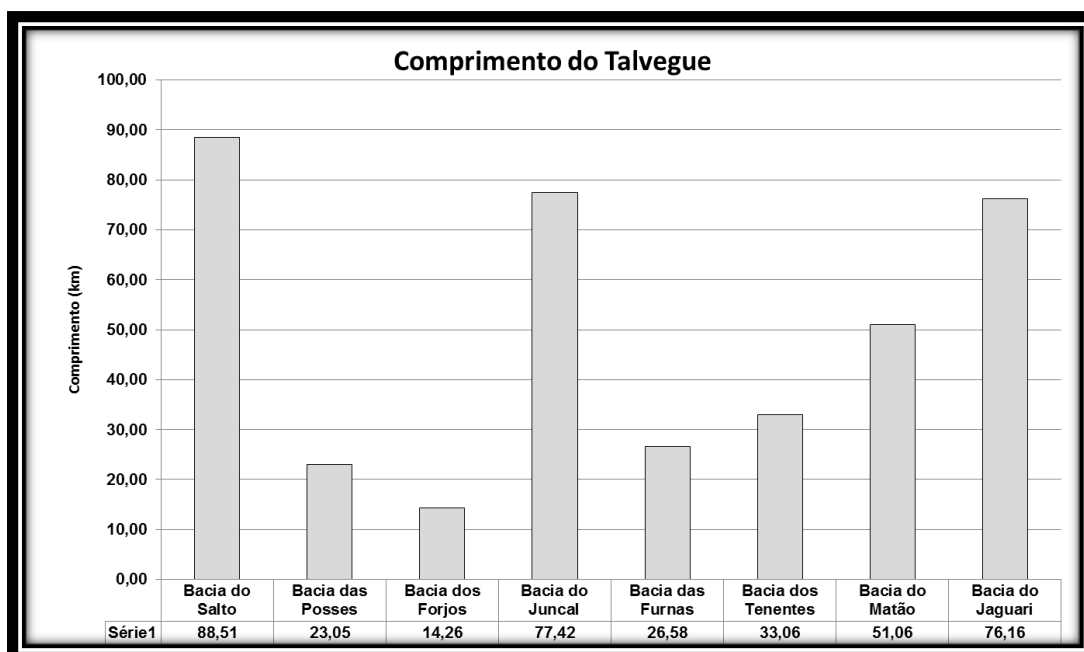


Figura 46. Comprimento de talvegue das Bacias Hidrográficas, em km.

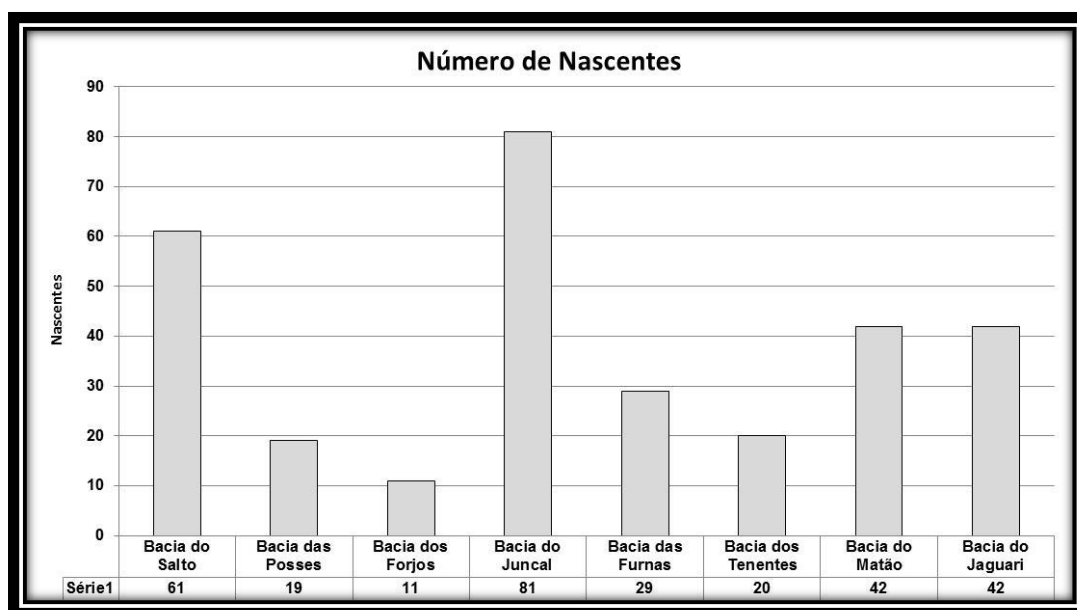


Figura 47. Número de nascentes nas Bacias Hidrográficas.

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

- Número específico de nascentes (nº Nascentes por km²): estabelece a quantidade de nascentes por unidade de área, no caso, quilômetros quadrados.

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

A Tabela 43 apresenta uma síntese das AC's por sub-bacia, bem como a relação entre a área de AC e a área total (no município). Estes dados são sintetizados na Figura 48.

Tabela 43. Áreas de Conservação Ambiental divididas por bacia hidrográfica.

ID	Nome	Área total (ha)	Área de AC (ha)	Relação Área de AC / Área Total
1	Bacia do Salto	4.918,04	1.921,04	39,06
2	Bacia das Posses	1.254,78	386,48	30,80
3	Bacia dos Forjos	1.312,50	791,56	60,31
4	Bacia do Juncal	4.229,50	1.137,56	26,90
5	Bacia das Furnas	1.622,48	618,40	38,11
6	Bacia dos Tenentes	2.155,22	540,04	25,06
7	Bacia do Matão	3.195,55	714,04	22,34
8	Bacia do Jaguari	5.769,43	2.016,28	34,95

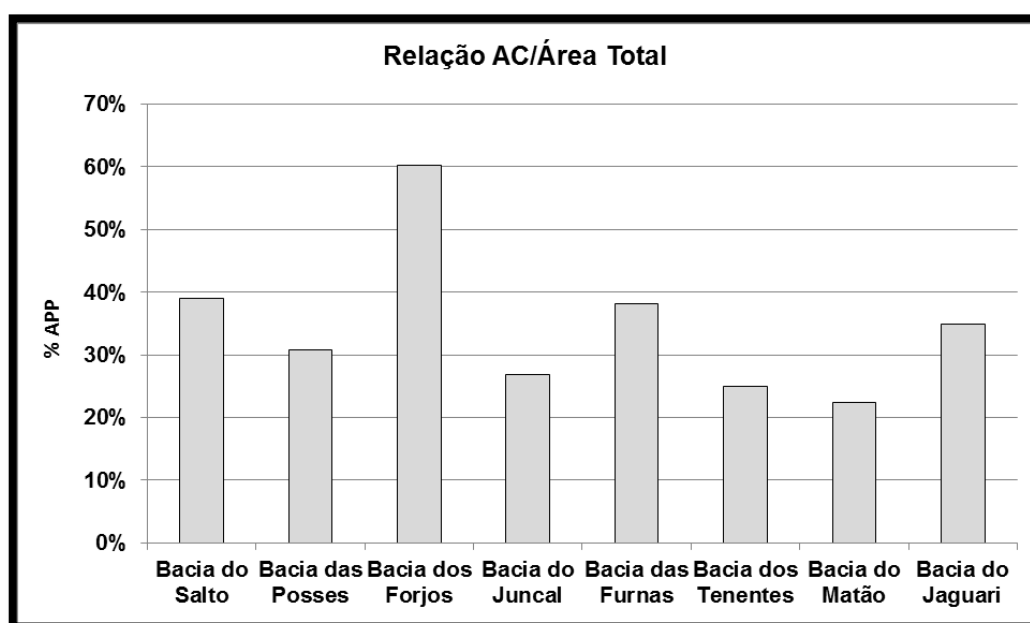


Figura 48. Relação de áreas de AC x Área Total.

Em termos relativos, o comportamento das bacias hidrográficas em relação às áreas de conservação ambiental apresenta uma considerável variação, oscilando entre 22% e 60% da área.

A Figura 48 apresenta a relativização do número de nascentes, através do número específico de nascentes, conforme apresentado na Tabela 44.

Tabela 44. Áreas de preservação Permanente divididas por bacias hidrográficas.

ID	Nome	Nascentes no município	Total de nascentes na BH (nº/km ²)
1	Bacia do Salto	61	1,24
2	Bacia das Posses	19	1,51
3	Bacia dos Forjos	11	0,84
4	Bacia do Juncal	81	1,92
5	Bacia das Furnas	29	1,79
6	Bacia dos Tenentes	20	0,93
7	Bacia do Matão	42	1,31
8	Bacia do Jaguari	42	0,73

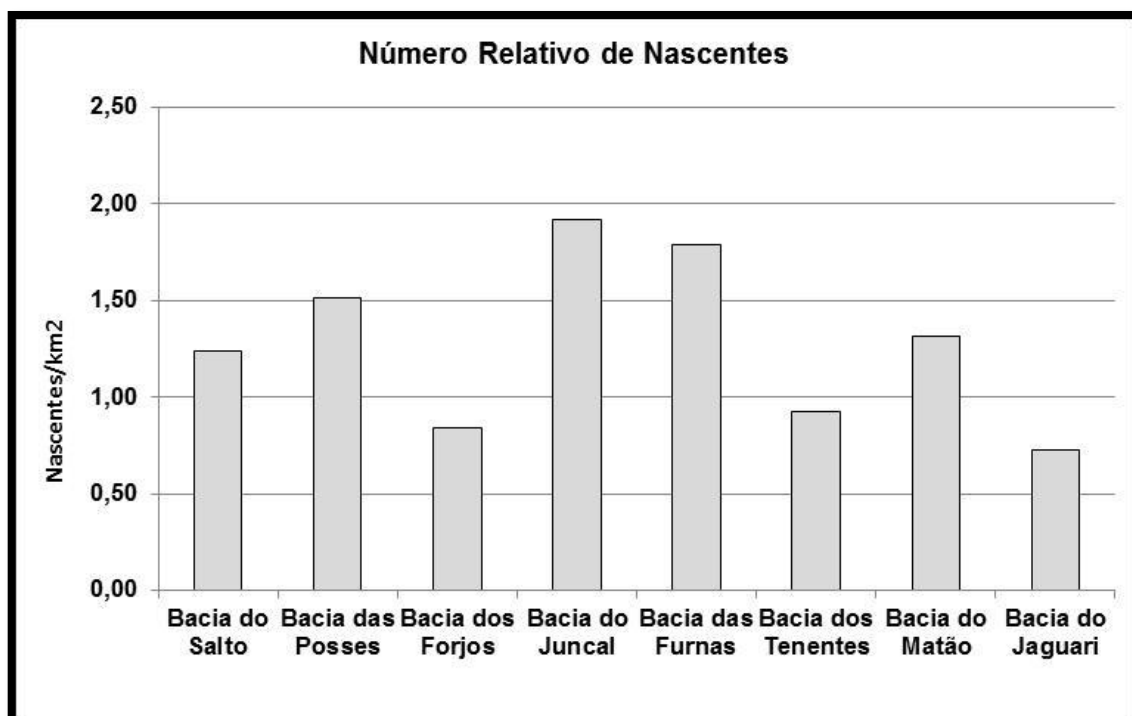


Figura 49. Número relativo de nascentes.

Em termos relativos, as bacias hidrográficas que apresentam a maior quantidade de nascentes, são as Bacias do Juncal e das Posses. 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 1,00 nascentes/km².

5.1.2 Índices Fisiográficos da Bacia

Na Tabela 45 são apresentados os principais índices fisiográficos das bacias hidrográficas. Nota-se que para as bacias do Salto e da Bacia do Jaguari, esta análise não foi realizada, pois estas bacias unem vários pequenos tributários destes dois cursos d'água principais e, portanto, são segmentos de bacias hidrográficas.

Tabela 45. Principais índices fisiográficos das bacias hidrográficas.

Nº de ordem	Nome da Bacia Hidrográfica	AD (ha) ¹	P Bacia (km) ²	Comprimento L.Axial (km) ³	Índices Fisiográficos da Bacia		
					KF ⁴	KC ⁵	DD ⁶ (km.km ⁻²)
1	Bacia do Salto	4.918,04	46,1581	17,8788	-	-	1,82
2	Bacia das Posses	1.254,78	18,8617	7,8628	0,29	1,54	1,93
3	Bacia dos Forjos	1.312,50	16,6493	6,81019	0,39	1,33	1,14
4	Bacia do Juncal	4.229,50	36,111	15,254	0,26	1,58	1,86
5	Bacia das Furnas	1.622,48	21,0236	8,9265	0,37	1,50	1,70
6	Bacia dos Tenentes	2.155,22	26,0717	8,7640	0,49	1,61	1,58
7	Bacia do Matão	3.195,55	34,5523	10,6382	0,34	1,74	1,28
8	Bacia do Jaguari	5.769,43	54,8541	-	-	-	1,33

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

5.2 Uso do Solo nas bacias hidrográficas

Este item apresenta o uso do solo nas 8 bacias hidrográficas existentes no município.

5.2.1 Bacia Hidrográfica do Salto

A Bacia Hidrográfica do Salto está localizada na região sudeste do município de Extrema e abrange afluentes diretos do rio Jaguari (ver Figura 50) e inclui os Saltos baixo, médio e alto. Os índices de uso e ocupação do solo da BH estão descritos na Tabela 46.

Tabela 46. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Salto.

Bacia Hidrográfica do Salto	Área total		Área Conservação Ambiental	
Área total da BH ou da AC (ha)	4.918,04		1.921,04	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	1.286,69	26,16	709,88	36,95
Reflorestamento	108,29	2,20	76,56	3,99
Pastagem	1.821,81	37,04	498,20	25,93
Agricultura	610,69	12,42	161,04	8,38
Áreas Antropizadas	124,65	2,53	23,36	1,22
Regeneração	965,93	19,64	452,00	23,53

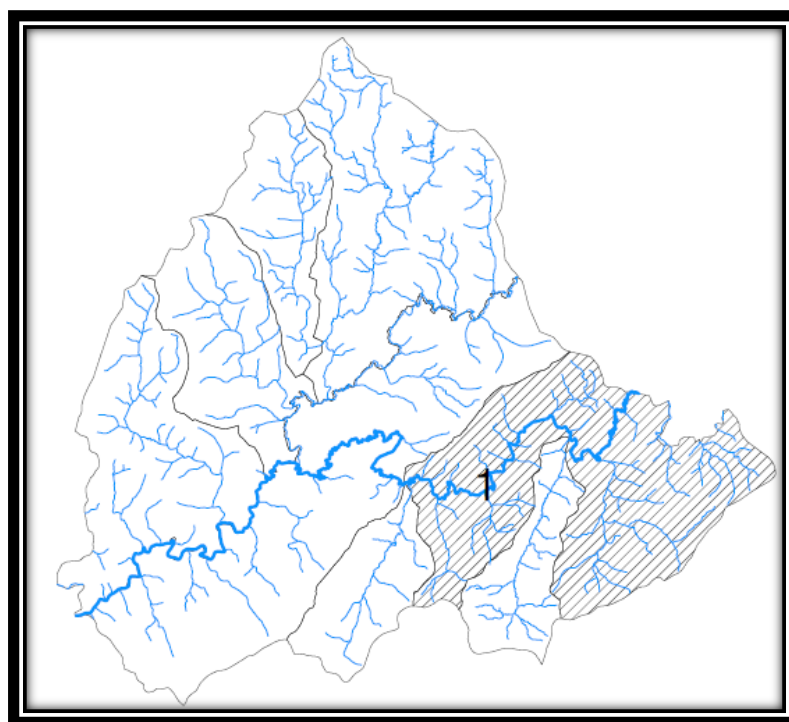


Figura 50. Localização da Bacia Hidrográfica do Salto em relação ao município de Extrema.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

Como se nota na Tabela 46, a ocupação predominante nesta bacia é a pastagem (37,04%), seguida de vegetação nativa (26,16%). A Figura 51 e a Figura 52 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica. A bacia não possui área inserida na macrozona urbana do município.

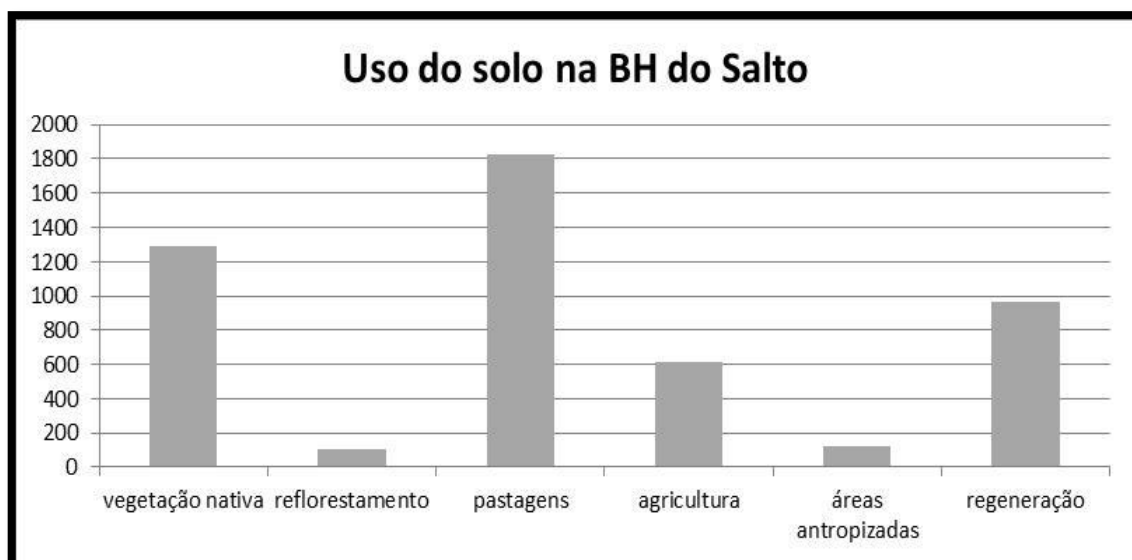


Figura 51. Uso do solo na BH do Salto



Figura 52. Distribuição relativa do uso do solo na BH do Salto

Os dados apresentados na Tabela 46 demonstram que as áreas de vegetação nativa representam aproximadamente 37% da área de conservação ambiental (AC) total, seguida por áreas de pastagens, que ocupam 25,93% da AC desta bacia. Pode-se dizer que a bacia está em bom estado de conservação. A vegetação nativa é um dos principais indicadores a

serem considerados no planejamento ambiental, pois “é a partir dela que muitos problemas serão amenizados ou resolvidos e, portanto, a cobertura vegetal, tanto em termos qualitativo como quantitativo e também sua distribuição espacial no ambiente urbano, devem ser cuidado somente considerado na avaliação da qualidade ambiental”. (NUCCI, 2001, p.61). A Figura 53 e a Figura 54 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a AC da bacia hidrográfica.

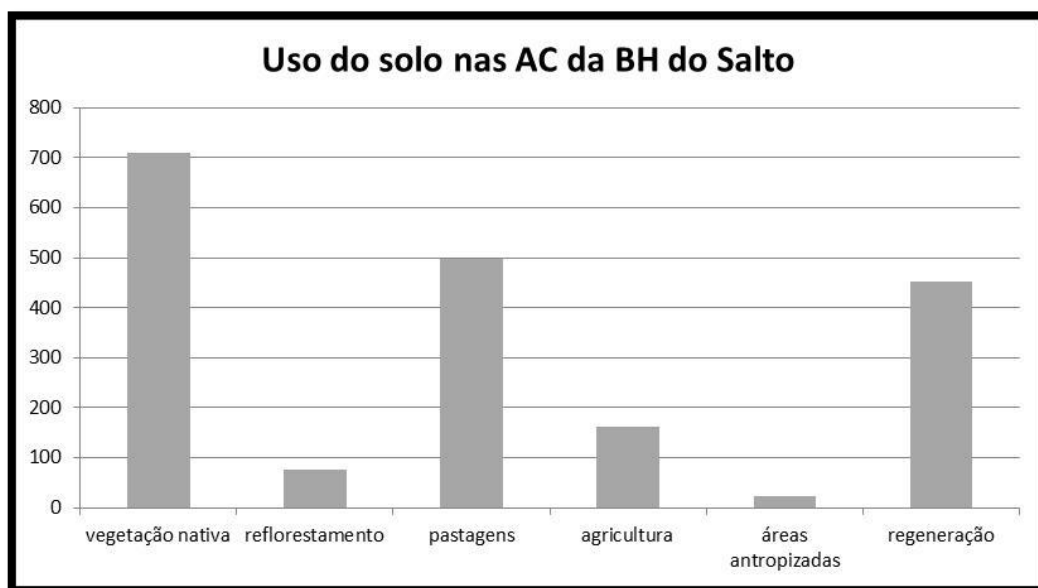


Figura 53. Uso do solo nas AC da BH do Salto

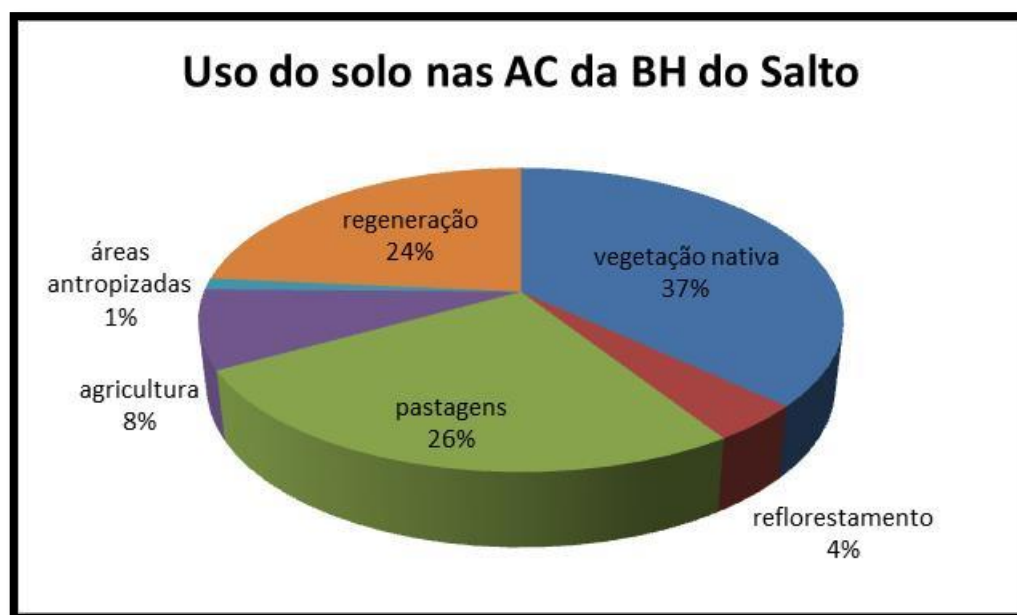


Figura 54. Uso do solo nas AC da BH do Salto

A Figura 55 apresenta a documentação fotográfica registrada na Bacia do Salto.

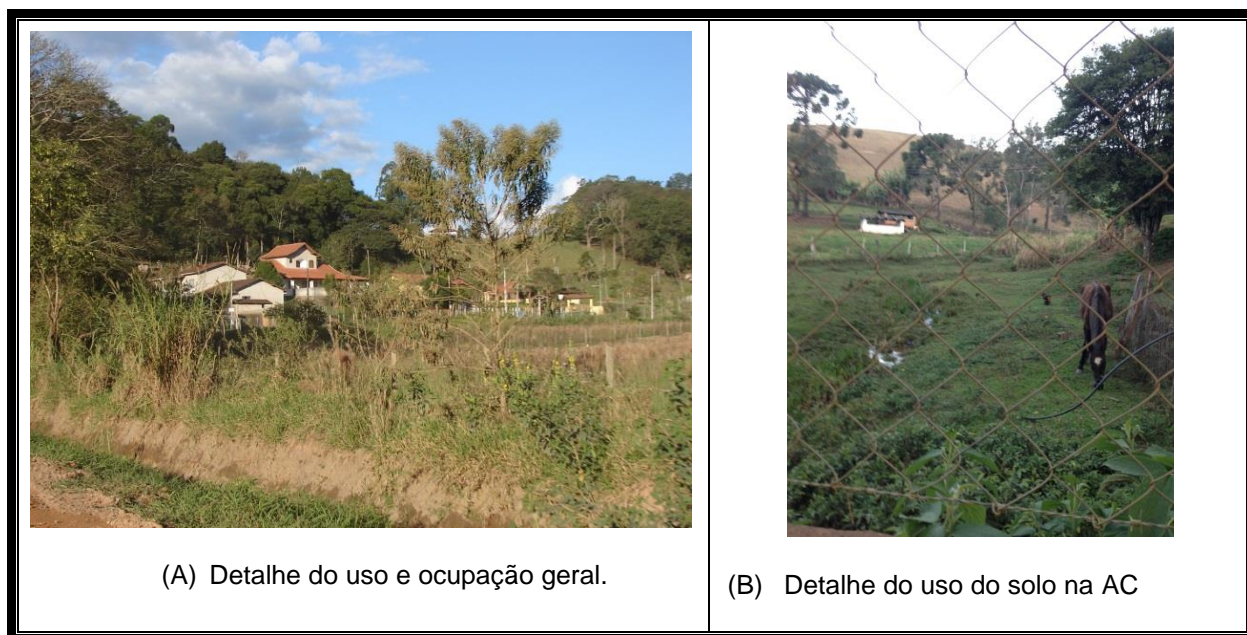


Figura 55. Exemplos de uso do solo na bacia do Salto.

5.2.2 Bacia Hidrográfica das Posses

A Bacia Hidrográfica se situa na região sudeste do município de Extrema e abrange um afluente direto da margem esquerda do rio Jaguari (vide Figura 56). Os índices de uso e ocupação do solo da BH estão descritos na Tabela 47.

Tabela 47 Uso do solo na BH das Posses.

Bacia Hidrográfica das Posses	Área total		Área de Conservação Ambiental	
Área total da BH ou da AC (ha)	1.254,78		386,48	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	150,49	11,99	49,44	12,79
Reflorestamento	14,09	1,12	0,00	0,00
Pastagem	755,77	60,23	243,12	62,91
Agricultura	38,09	3,04	4,28	1,11
Áreas Antropizadas	28,77	2,29	4,16	1,08
Regeneração	267,57	21,32	85,48	22,12

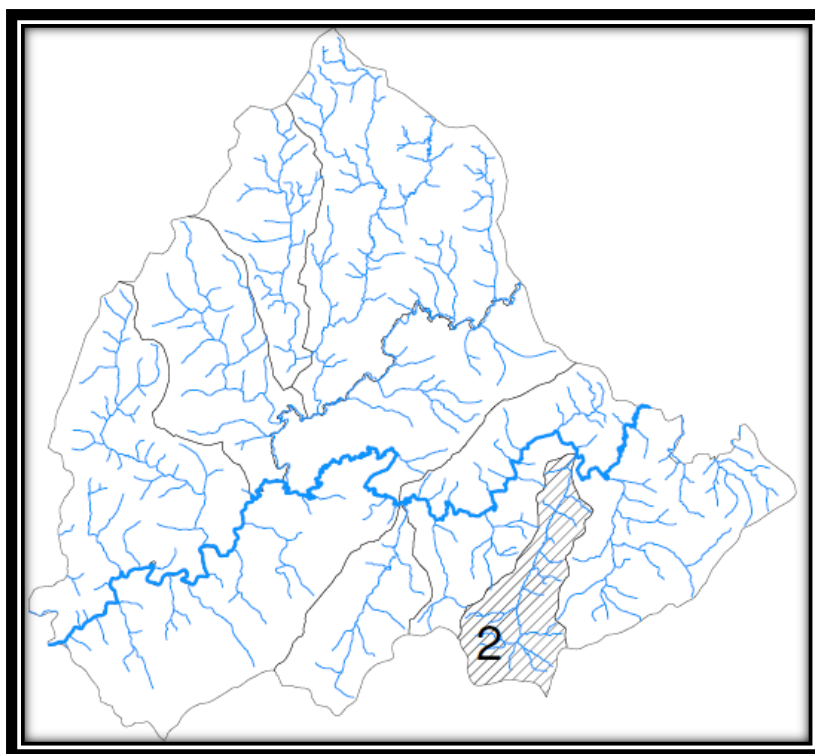


Figura 56. Localização da bacia hidrográfica das Posses em relação ao município de Extrema.

Observa-se na Tabela 47 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a pastagem (60,23%), seguido por regeneração (21,32%). O percentual de vegetação nativa é de 11,99%, reflorestamento de 1,12% e uma parcela representa a ocupação por áreas antropizadas (2,29%). A Figura 57 e a Figura 58 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

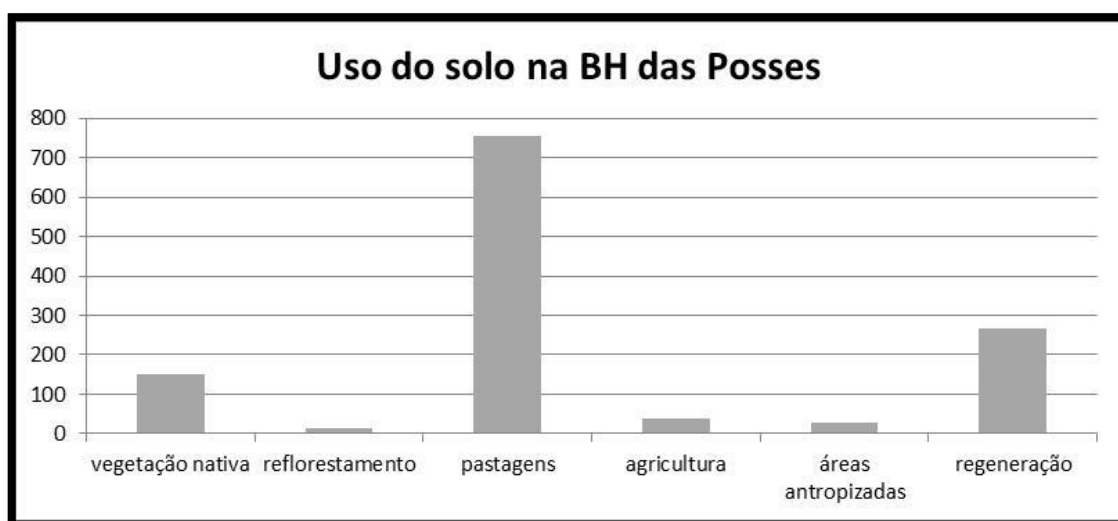


Figura 57. Uso do solo na BH das Posses

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

email: irrigart@irrigart.com.br

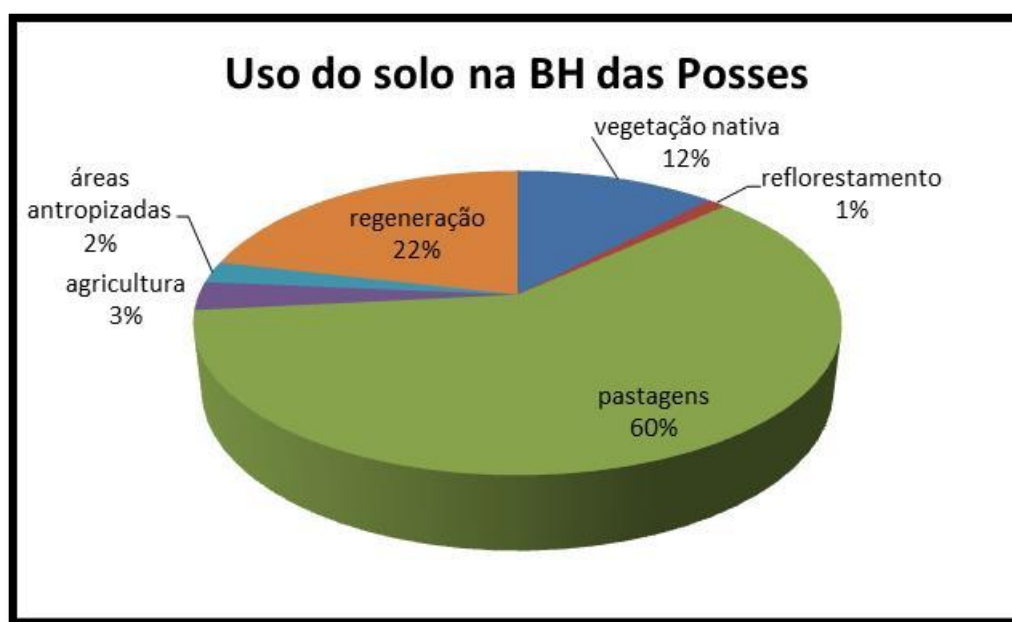


Figura 58. Distribuição relativa do uso do solo na BH das Posses

Os dados apresentados na Tabela 47 demonstram que as áreas de vegetação nativa representam 12,79% da AC total, as áreas de pastagem, ocupam 62,91% da AC desta bacia. As áreas de regeneração ocupam aproximadamente 22,12% da AC da bacia e a área antropizada 1,08%. A Figura 59 e a Figura 60 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a AC da bacia hidrográfica.

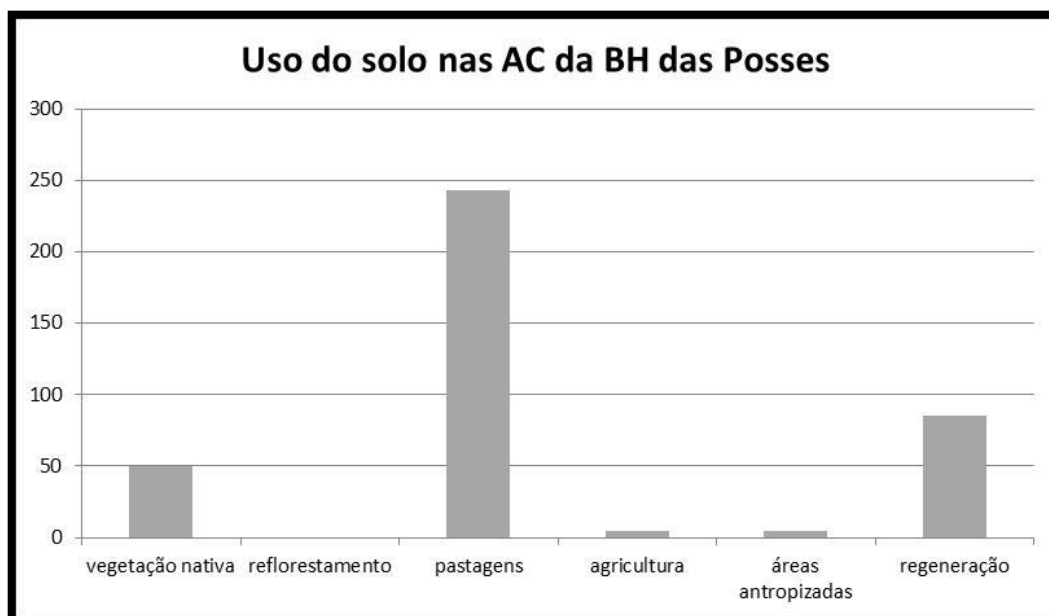


Figura 59 Uso do solo nas AC da BH das Posses

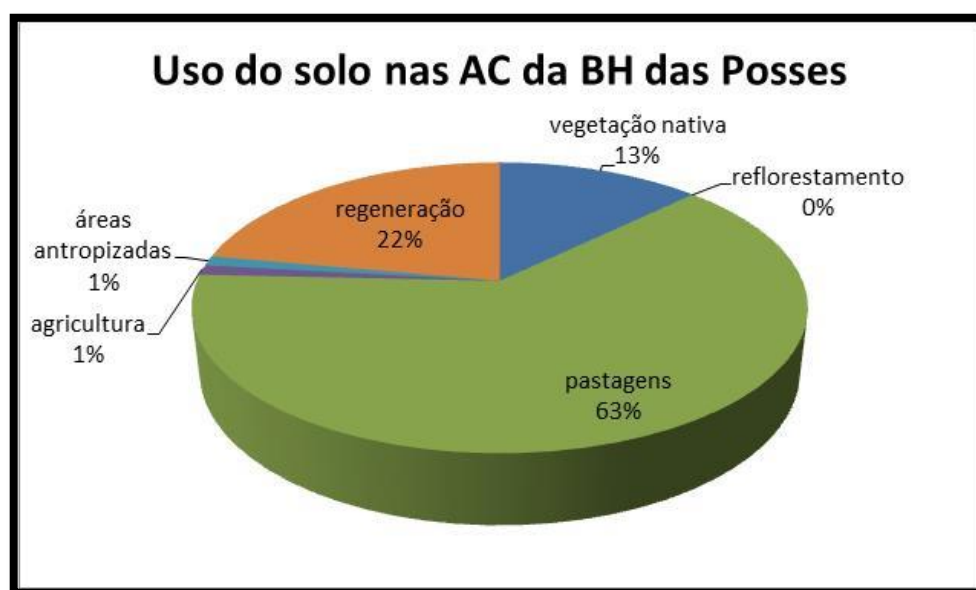


Figura 60 Uso do solo nas AC da BH das Posses

A Figura 61 apresenta a documentação fotográfica registrada na Bacia das Posses.



Figura 61. Exemplos de uso do solo na bacia das Posses.

5.2.3 Bacia Hidrográfica dos Forjos

A Bacia Hidrográfica dos Forjos se situa na região sul do município de Extrema e é formada por um afluente direto da margem esquerda do rio Jaguari (vide Figura 62). Os índices de uso e ocupação do solo da BH estão descritos na Tabela 48.

Tabela 48 Uso do solo na Bacia Hidrográfica dos Forjos.

Bacia Hidrográfica dos Forjos	Área total		Área de Conservação Ambiental	
Área total da BH ou da AC (ha)	1.312,50		791,56	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	454,12	34,60	358,08	45,24
Reflorestamento	111,92	8,53	80,12	10,12
Pastagem	362,80	27,64	140,76	17,78
Agricultura	44,00	3,35	9,04	1,14
Áreas Antropizadas	33,00	2,51	6,52	0,82
Regeneração	306,68	23,37	197,04	24,89

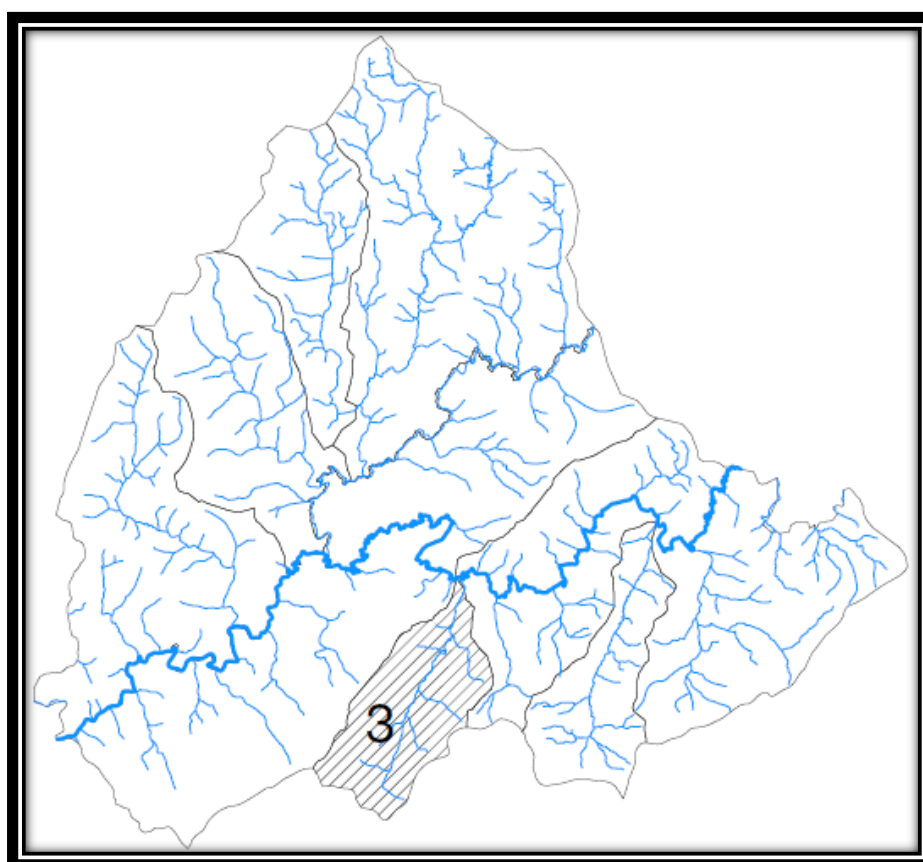


Figura 62. Localização da bacia hidrográfica dos Forjos em relação ao município de Extrema.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

Observa-se na Tabela 48 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a vegetação nativa (34,60%), seguido por pastagem (27,64%). O percentual de reflorestamento é de 8,53%, regeneração possui um percentual de 23,37% e uma pequena parcela representa a ocupação por área antropizada (2,51%). A Figura 63 e a Figura 64 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica.

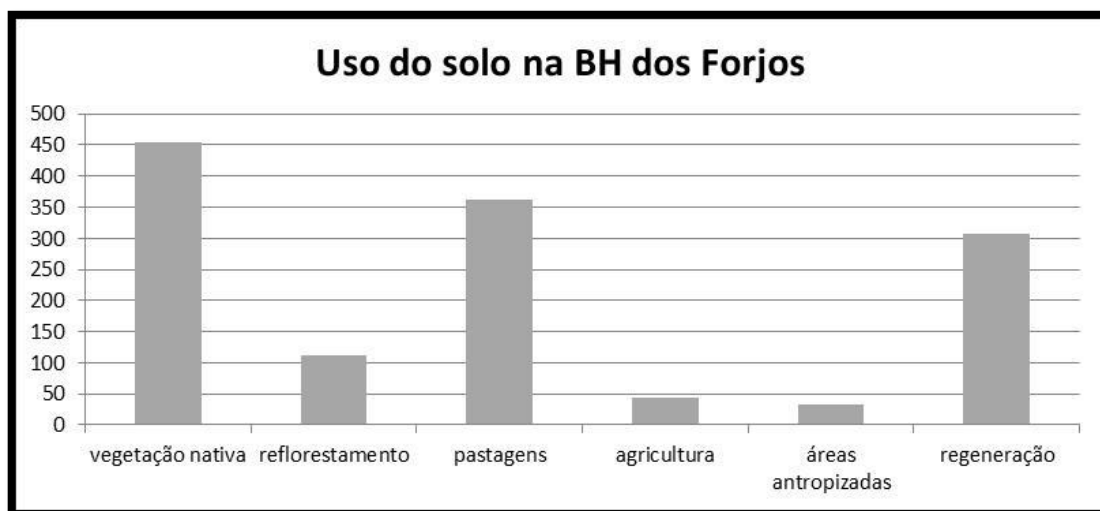


Figura 63 Uso do solo na BH dos Forjos



Figura 64. Distribuição relativa do uso do solo na BH dos Forjos

Os dados apresentados na Tabela 48 demonstram que nas AC predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 45,24% das áreas totais, seguida por áreas de regeneração, que ocupam 24,89% da AC desta bacia. As áreas de reflorestamento ocupam aproximadamente 10,12% da APP da bacia, as pastagens ocupam 17,78% e as áreas antropizadas apenas 0,82%. A Figura 65 e a Figura 66 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a AC da bacia hidrográfica.

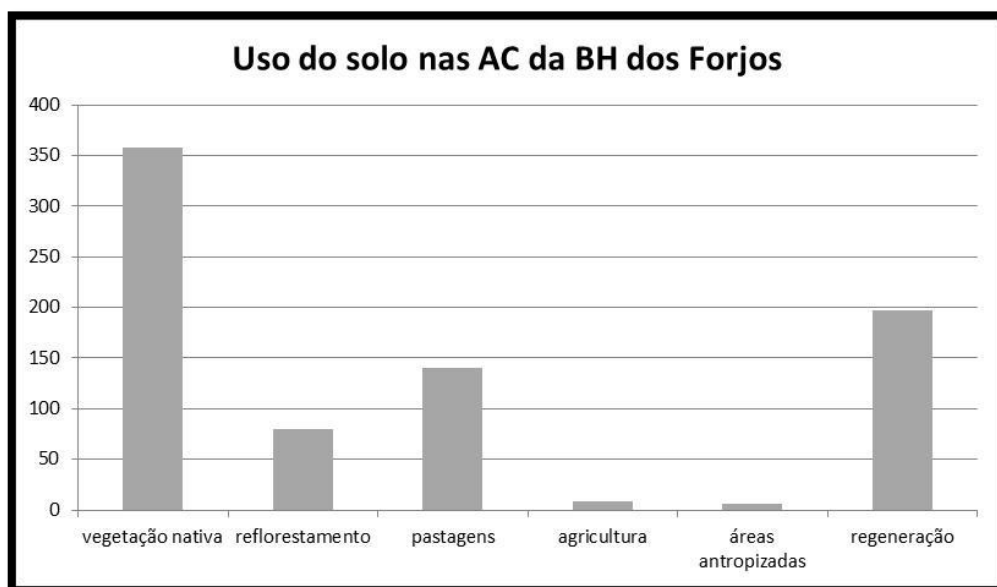


Figura 65 Uso do solo nas ACs da BH dos Forjos

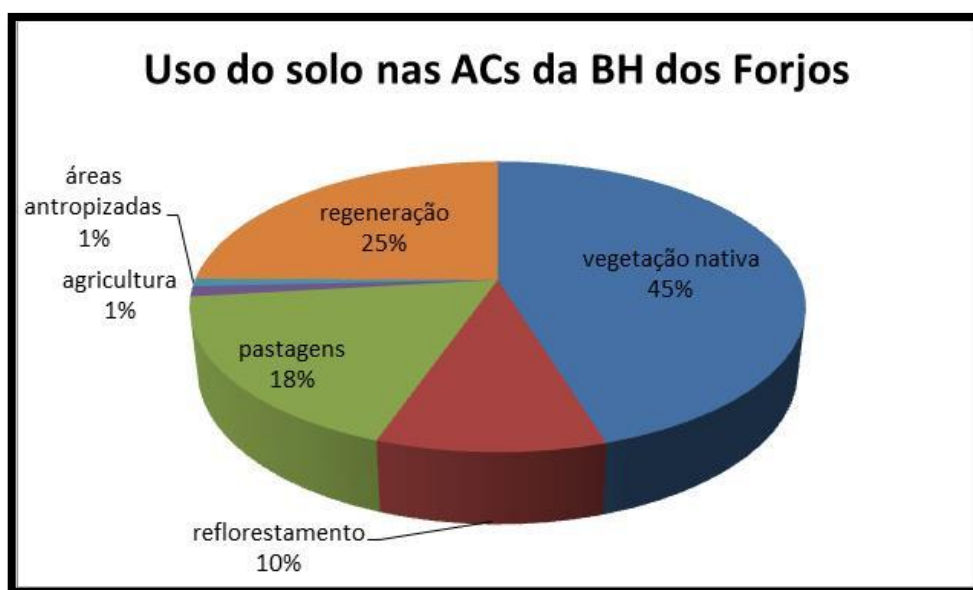


Figura 66 Uso do solo nas ACs da BH dos Forjos

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

email: irrigart@irrigart.com.br

5.2.4 Bacia Hidrográfica do Juncal

A Bacia Hidrográfica do Juncal se situa na região norte do município de Extrema e abrange a região dos Pessegueiros, incluindo afluentes diretos da margem direita do rio Camanducaia. Os índices de uso e ocupação do solo da BH estão descritos na Tabela 49.

Tabela 49 Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Juncal.

Bacia Hidrográfica do Juncal	Área total		Área de Conservação Ambiental	
Área total da BH ou da AC(ha)	4.229,50		1.137,56	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	728,49	17,22	201,16	17,68
Reflorestamento	69,17	1,64	37,84	3,33
Pastagem	1.711,69	40,47	382,60	33,63
Agricultura	599,17	14,17	137,92	12,12
Área Antropizadas	221,93	5,25	33,96	2,99
Regeneração	899,05	21,26	344,08	30,25

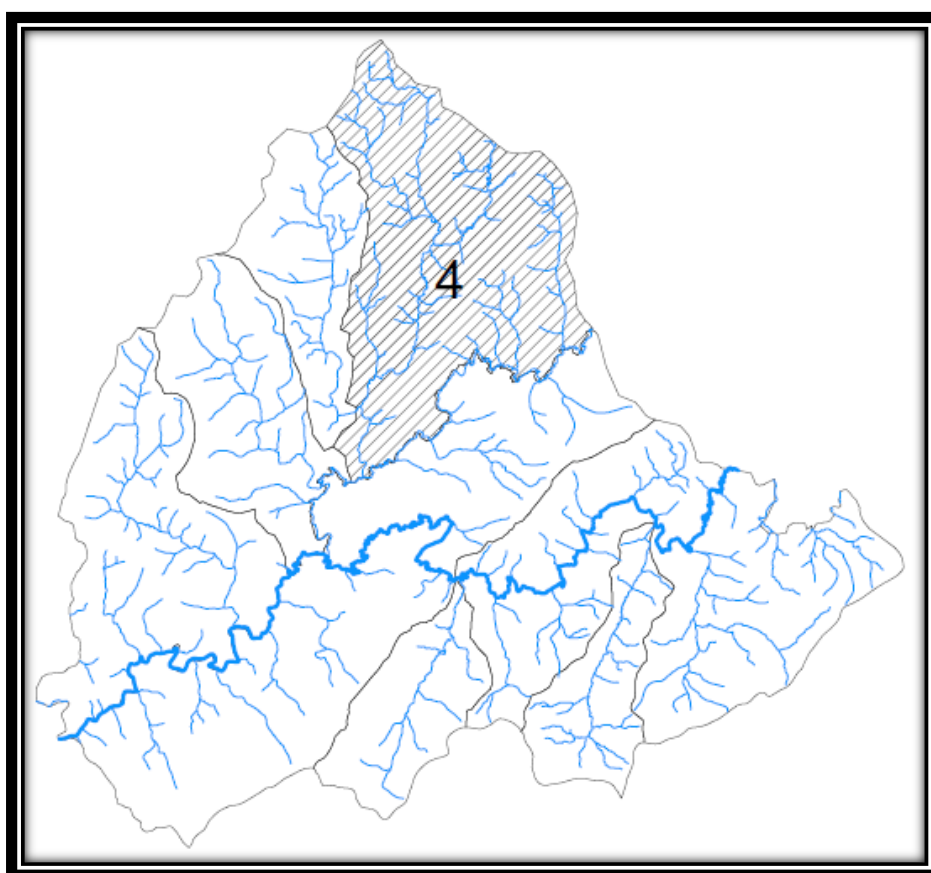


Figura 67. Localização da bacia hidrográfica do Juncal em relação ao município de Extrema.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

Observa-se na Tabela 49 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a pastagem (40,47%) seguida por vegetação nativa e regeneração, que juntos representam 38,48% da área total da bacia. O percentual de agricultura é de 14,17, de reflorestamento é de 1,64% e área antropizada 5,25%. A Figura 68 e a Figura 69 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica. Além das áreas citadas a BH do Juncal ainda possui 6,45% da sua área total dentro da macrozona urbana do município, está é representada por diversos tipos de uso do solo.

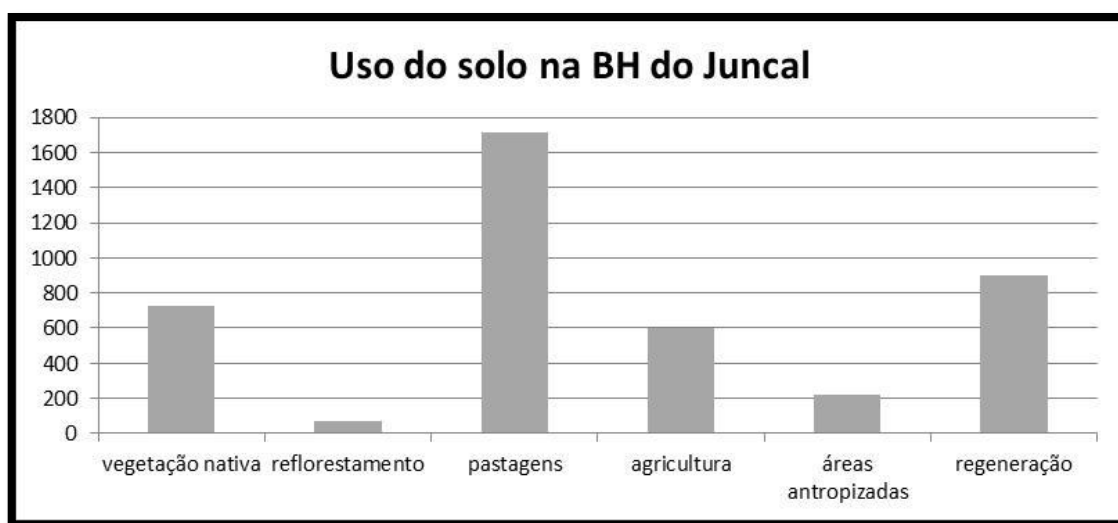


Figura 68. Uso do solo na BH do Juncal.

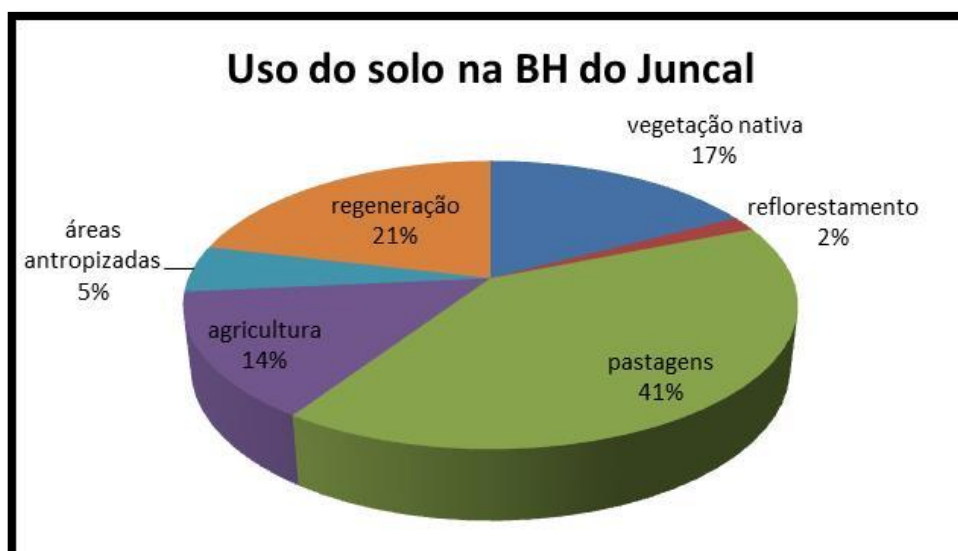


Figura 69. Distribuição relativa do uso do solo na BH do Juncal

Os dados apresentados na Tabela 49 demonstram que nas ACs predominam as áreas de pastagens, que representam 33,63% das áreas totais, seguida por áreas de regeneração, que ocupam 30,25% da AC desta bacia. As áreas de reflorestamento ocupam aproximadamente 3,33% da AC da bacia, agricultura 12,12% e a área antropizada 2,99%. A Figura 70 e a Figura 71 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a AC da bacia hidrográfica.

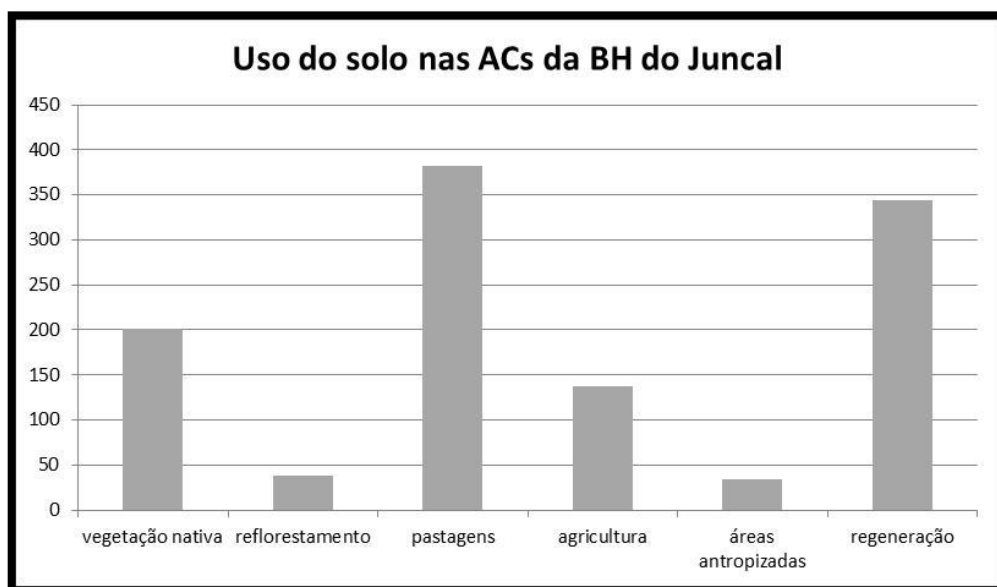


Figura 70. Uso do solo nas AC na BH do Juncal

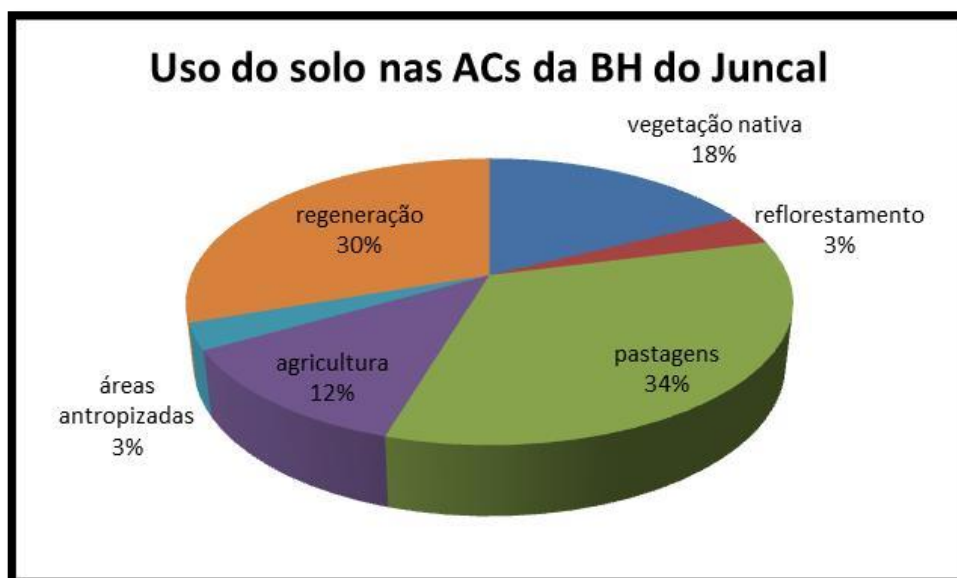


Figura 71. Uso do solo nas AC na BH do Juncal

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

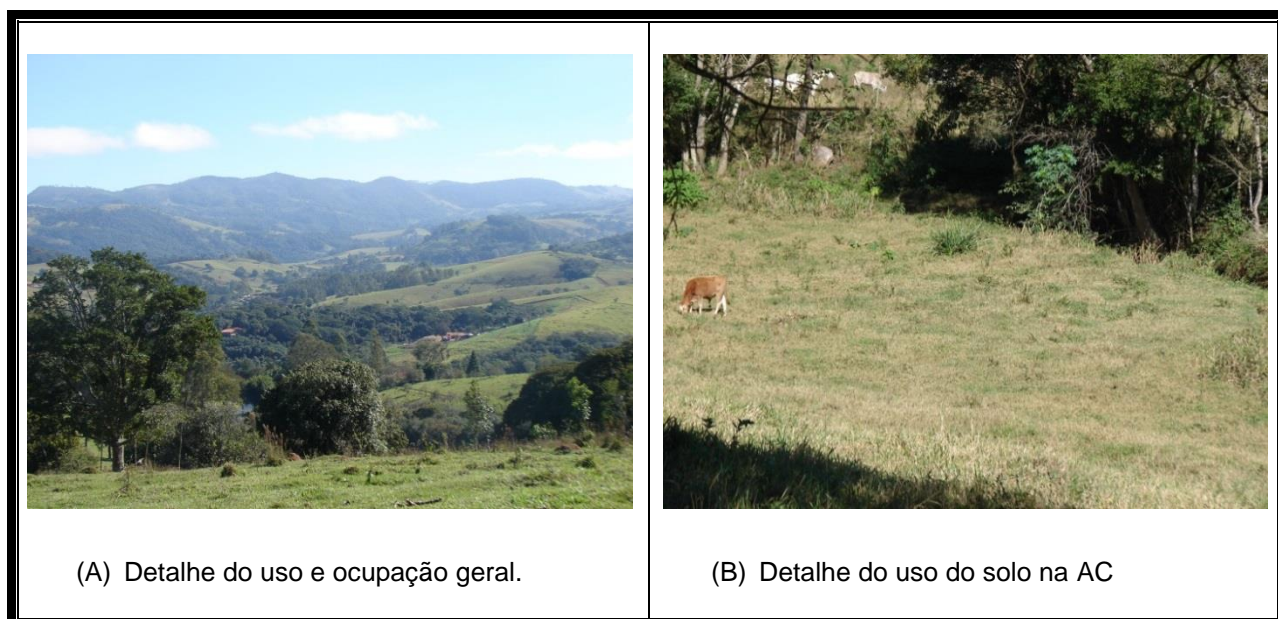


Figura 72. Exemplos de uso do solo na bacia do Juncal.

5.2.5 Bacia Hidrográfica das Furnas

A Bacia Hidrográfica das Furnas se situa na região noroeste do município de Extrema e abrange o córrego das Furnas (vide Figura 73). Os índices de uso e ocupação do solo da BH estão descritos na Tabela 50.

Tabela 50 Uso do solo na Bacia Hidrográfica das Furnas.

Bacia Hidrográfica das Furnas	Área total		Área de Conservação Ambiental	
Área total da bacia ou da AC (ha)	1.622,48		618,40	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	395,11	24,35	211,48	34,20
Reflorestamento	14,91	0,92	4,16	0,67
Pastagem	711,67	43,86	193,56	31,30
Agricultura	89,51	5,52	15,40	2,49
Área Antropizada	68,95	4,25	11,88	1,92
Regeneração	342,35	21,10	181,92	29,42

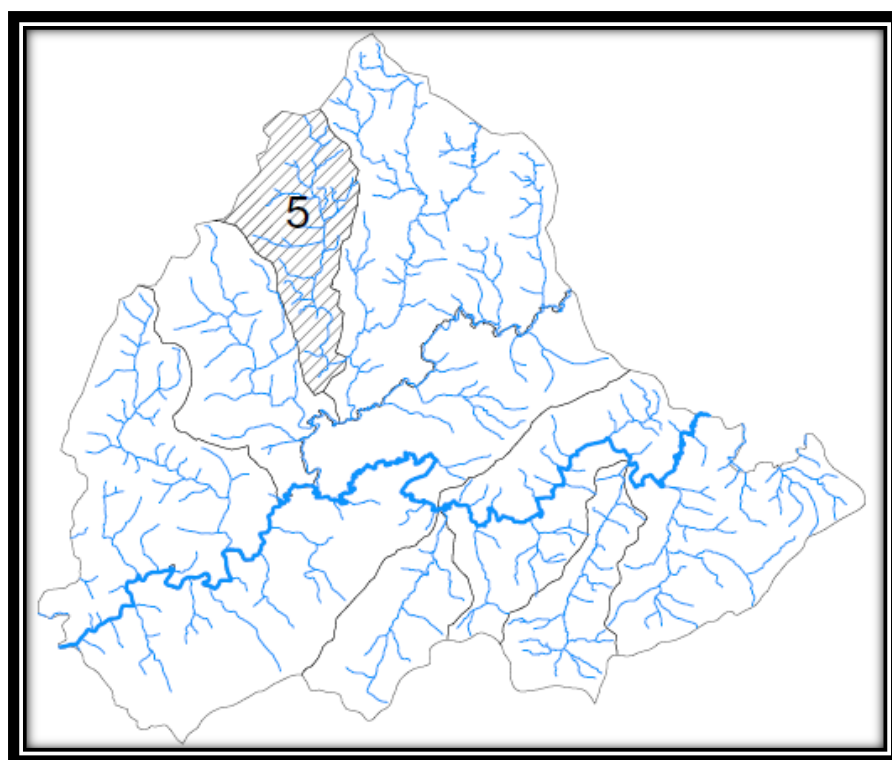


Figura 73. Localização da bacia hidrográfica das Furnas em relação ao município de Extrema.

Observa-se na Tabela 50 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a de pastagem (43,86%), seguida de áreas de vegetação nativa (24,35%). O percentual de reflorestamento é de 0,92%, regeneração 21,10%, agricultura 6,64% e a ocupação por áreas antropizadas (4,25%). A Figura 74 e a Figura 75 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica. Possui ainda 11,68% da sua área inseridas na macrozona urbana do município.

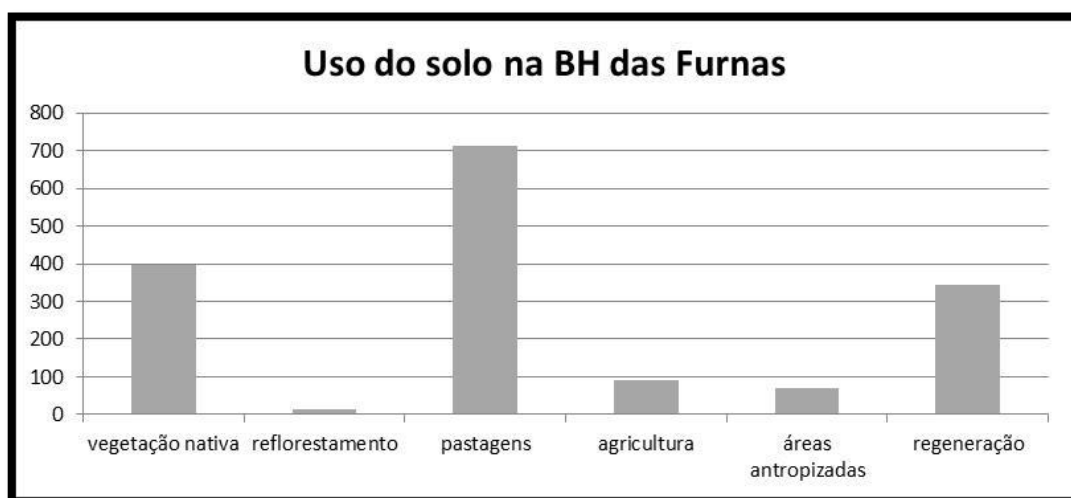


Figura 74. Uso do solo na BH das Furnas.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

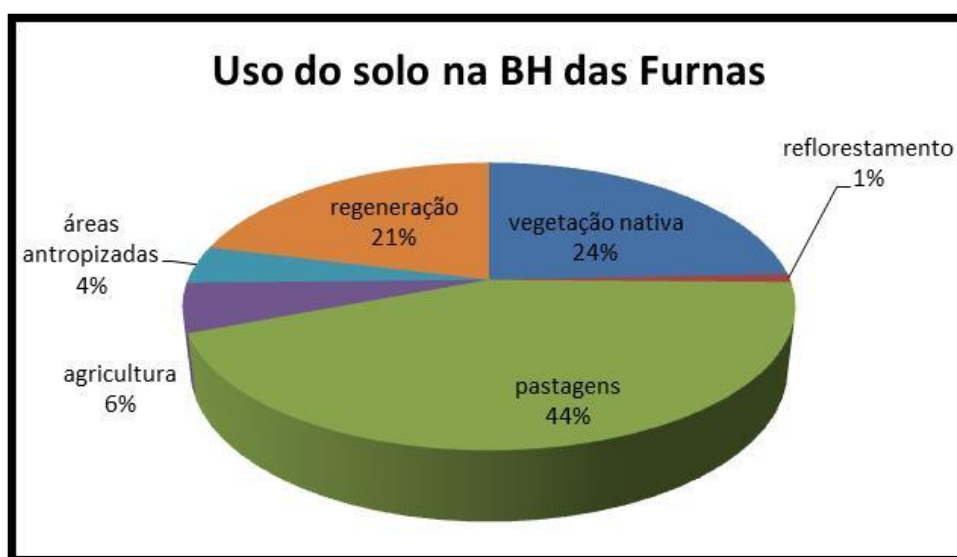


Figura 75. Distribuição relativa do uso do solo na BH das Furnas

Os dados apresentados na Tabela 50 demonstram que nas ACs da bacia do médio Jaguari, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 34,20% da área total, seguida por áreas de pastagem, que ocupam 31,30% da AC desta bacia. As áreas de regeneração representam 29,42%, reflorestamento ocupam apenas 0,67%, agricultura 2,49% e a áreas antropizadas 1,92%. Pode-se considerar que essa bacia possui área de conservação ambiental em bom estado de conservação. A Figura 76 e a Figura 77 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para AC da bacia hidrográfica.

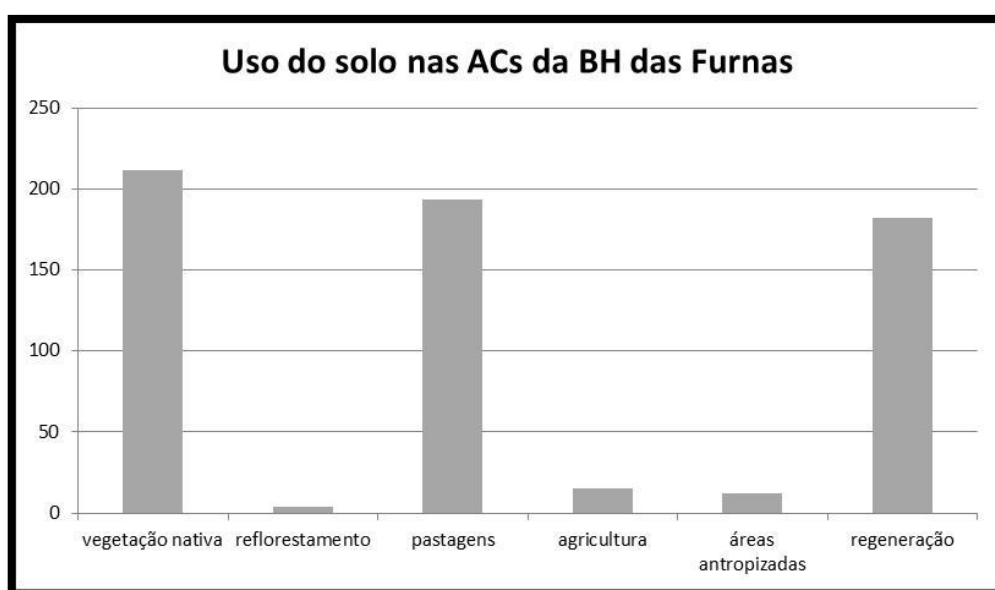


Figura 76. Uso do solo nas AC da BH das Furnas

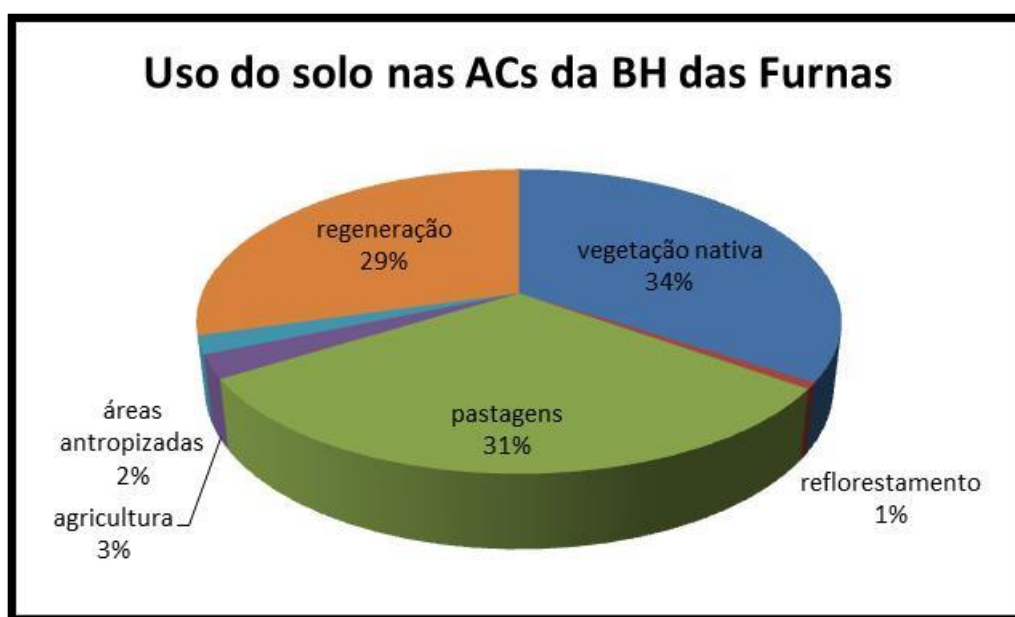


Figura 77. Uso do solo nas AC da BH das Furnas

A Figura 78 apresenta a documentação fotográfica registrada na Bacia das Furnas.

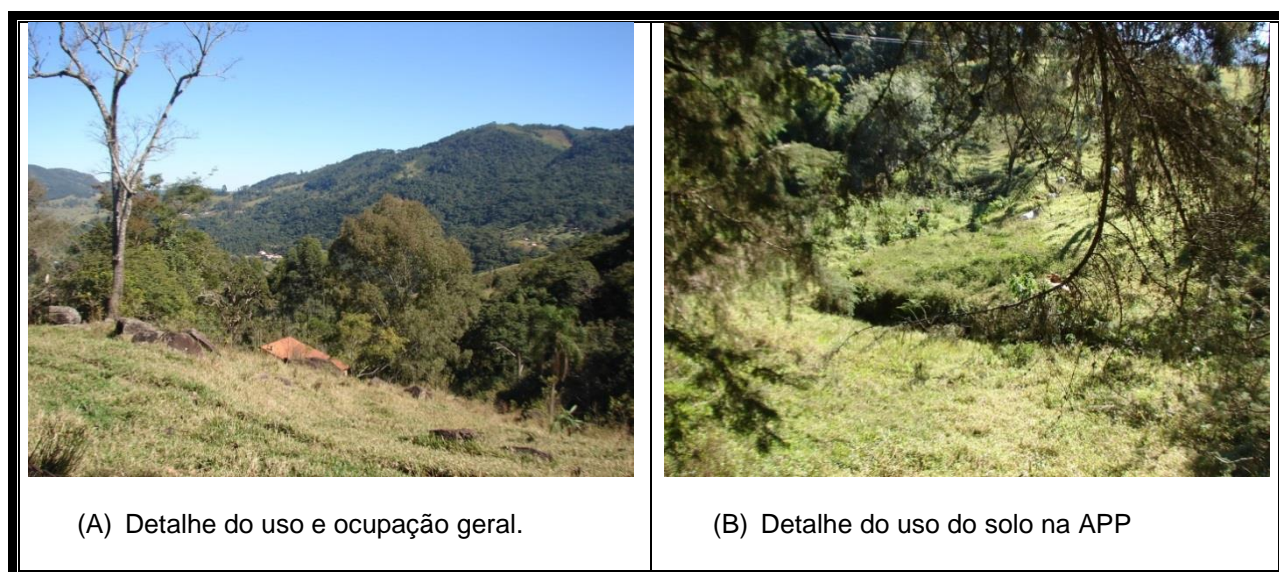


Figura 78. Exemplos de uso do solo na bacia das Furnas.

5.2.6 Bacia Hidrográfica dos Tenentes

A Bacia Hidrográfica dos Tenentes se situa na região noroeste do município de Extrema e inclui dois afluentes diretos do rio Camanducaia (vide Figura 79). Os índices de uso e ocupação do solo da BH estão descritos na Tabela 51.

Tabela 51 Uso do solo na Bacia Hidrográfica dos Tenentes.

Bacia Hidrográfica dos Tenentes	Área total		Área de Conservação Ambiental	
Área total da BH ou da AC(ha)	2.155,22		540,04	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	499,77	23,19	223,44	41,37
Reflorestamento	24,33	1,13	7,24	1,34
Pastagem	1.038,21	48,17	166,32	30,80
Agricultura	76,09	3,53	7,20	1,33
Áreas Antropizadas	156,21	7,25	10,40	1,93
Regeneração	360,61	16,73	125,44	23,23

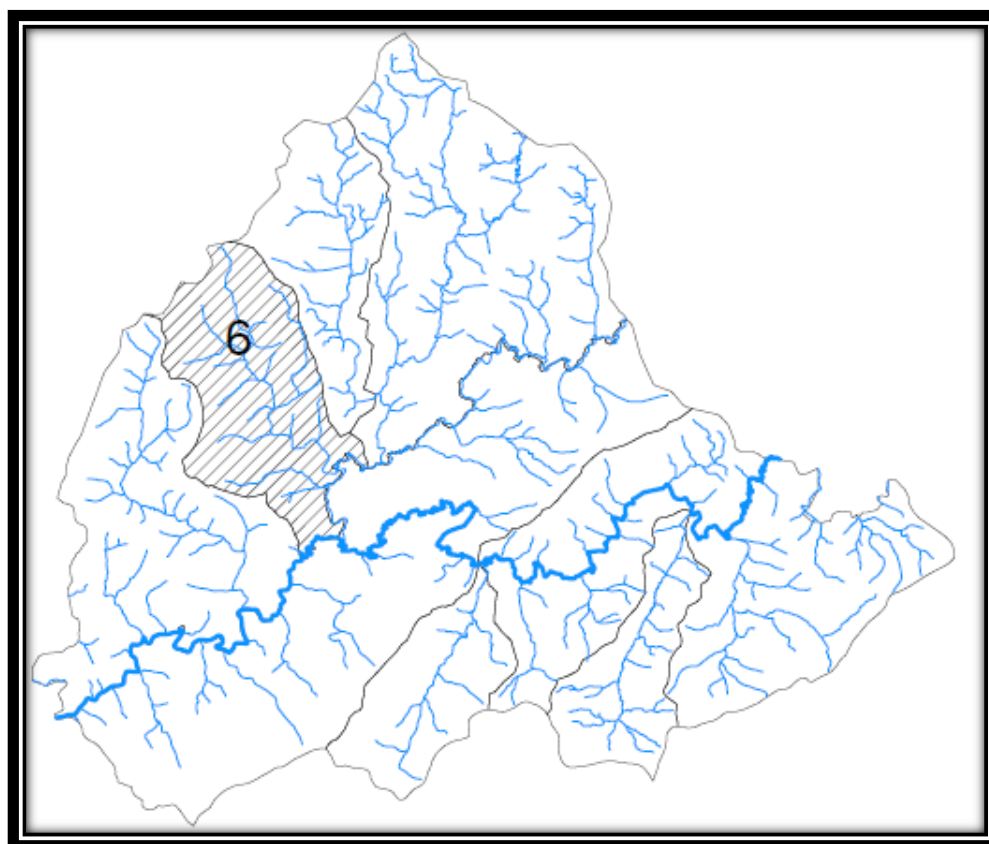


Figura 79. Localização da bacia hidrográfica dos Tenentes em relação ao município de Extrema.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

Observa-se na Tabela 51 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a pastagem (48,17%), seguida de áreas de vegetação nativa ocupando 23,19% da área total da bacia. O percentual relacionado a regeneração é de 16,73%, agricultura é de 3,53% e a ocupação por reflorestamento e área urbana, de 1,13% e 7,25%, respectivamente. A Figura 80 e a Figura 81 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica. Possui também 23,91% de sua área total inserida na macrozona urbana no município.

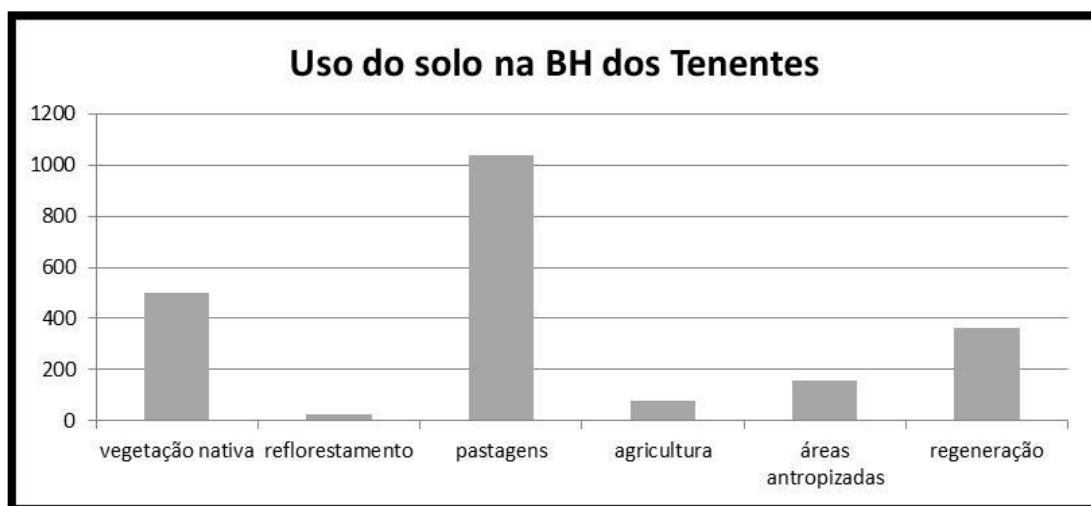


Figura 80 Uso do solo na BH dos Tenentes.

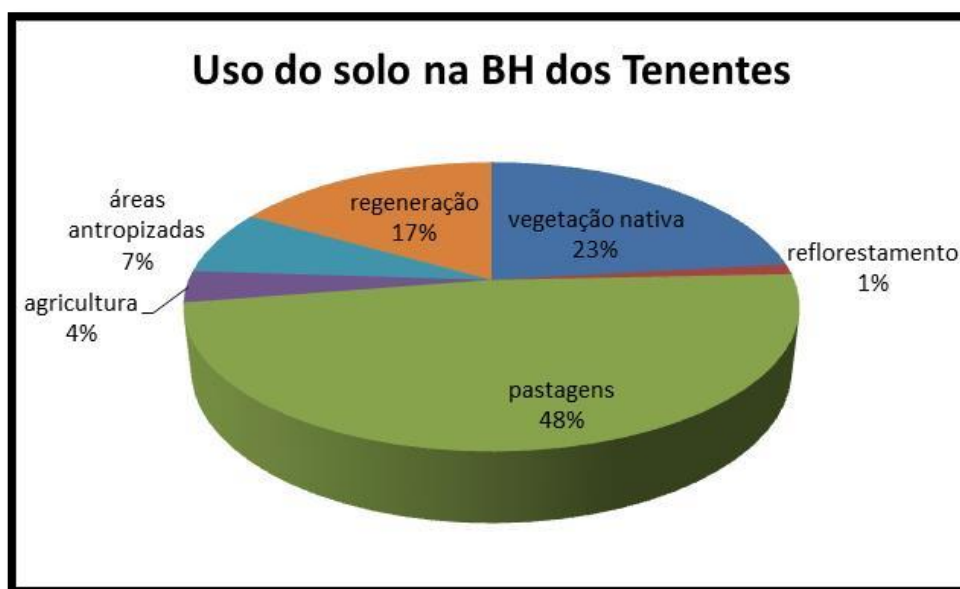


Figura 81 Distribuição relativa do uso do solo na BH dos Tenentes

Os dados apresentados na Tabela 51 demonstram que nas ACs da bacia do dos Tenentes, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 41,37% da área total, seguida por áreas de pastagem, que ocupam 30,80% da AC desta bacia. As áreas em regeneração representam 23,23%, áreas com agricultura ocupam aproximadamente 1,33%, reflorestamento apenas 1,34% e a área antropizada 1,93%. A Figura 82 e a Figura 83 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a AC da bacia hidrográfica.

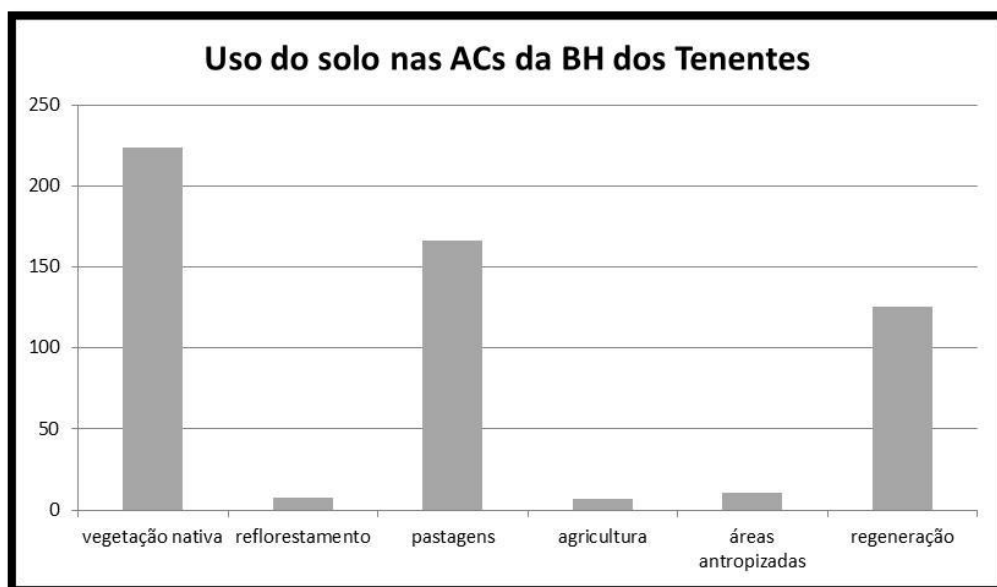


Figura 82 Uso do solo nas AC da BH dos Tenentes

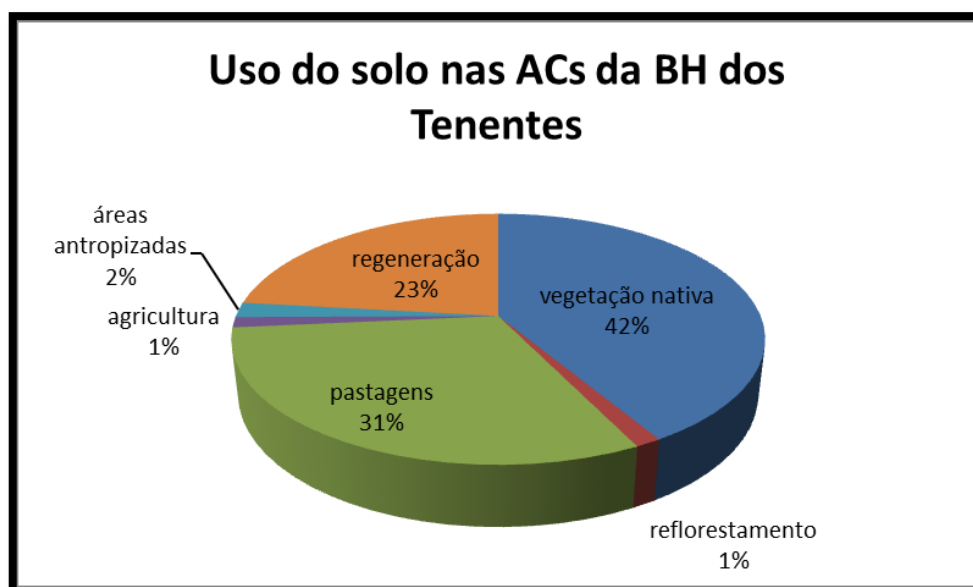


Figura 83 Uso do solo nas AC da BH dos Tenentes

5.2.7 Bacia Hidrográfica do Matão

A Bacia Hidrográfica do Matão se situa na região oeste do município de Extrema e inclui afluentes diretos do rio Jaguari. Fazem parte da área Antropizada da Bacia, os bairros Godoi e das Lajes (vide Figura 84). É formada por afluentes diretos do rio Jaguari. Os índices de uso e ocupação do solo da BH estão descritos na Tabela 52.

Tabela 52 Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Matão.

Bacia Hidrográfica do Matão	Área total		Área de Conservação Ambiental	
Área total da BH ou da AC(ha)	3.195,55		714,04	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	549,15	17,18	192,28	26,93
Reflorestamento	36,27	1,13	15,84	2,22
Pastagem	1.824,39	57,09	297,36	41,64
Agricultura	156,75	4,91	10,48	1,47
Áreas Antropizadas	140,27	4,39	13,24	1,85
Regeneração	488,75	15,29	184,84	25,89

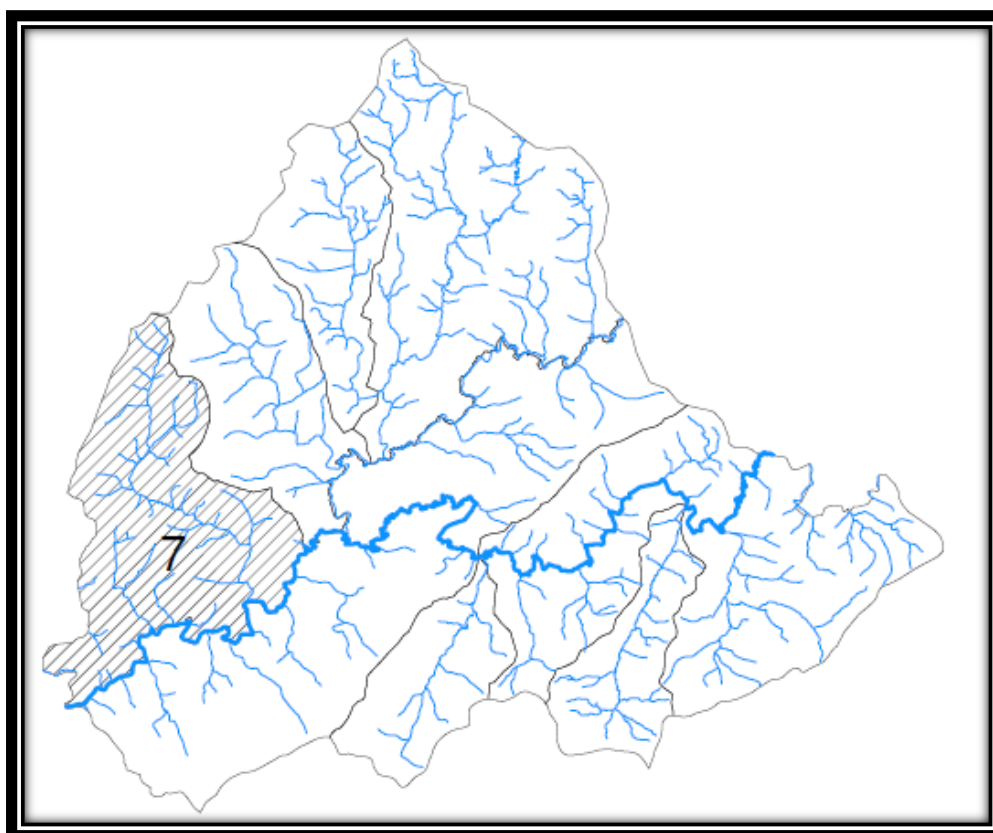


Figura 84. Localização da bacia hidrográfica do Matão em relação ao município de Extrema.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

Observa-se na Tabela 52 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a pastagem (57,09%), seguida de áreas de vegetação nativa ocupando 17,18% da área total da bacia. O percentual relacionado à regeneração é de 15,29%, a agricultura é de 4,91% e a ocupação por reflorestamento e áreas antropizadas, de 1,13% e 4,39%, respectivamente.

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

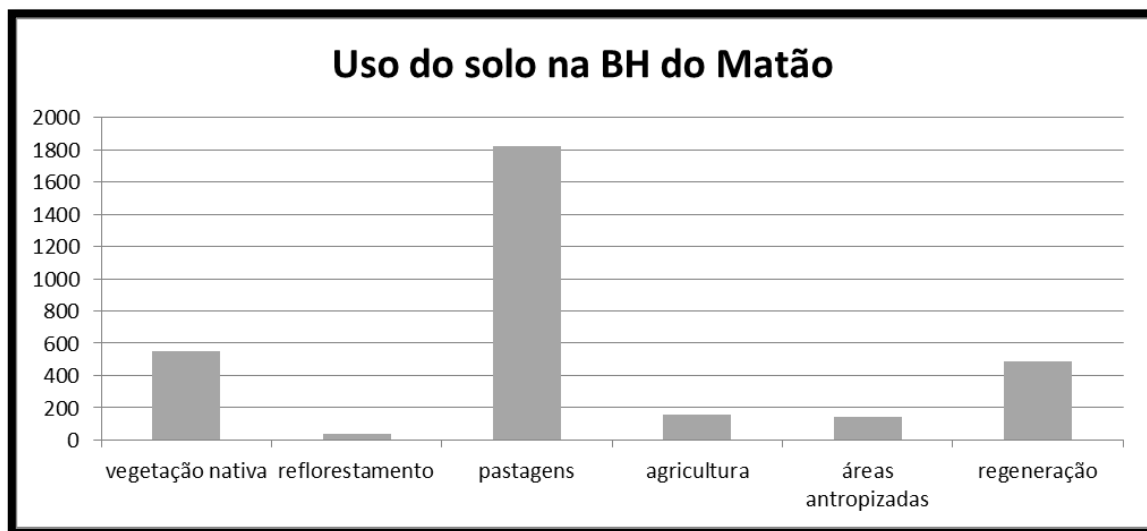


Figura 85 Uso do solo na BH do Matão.

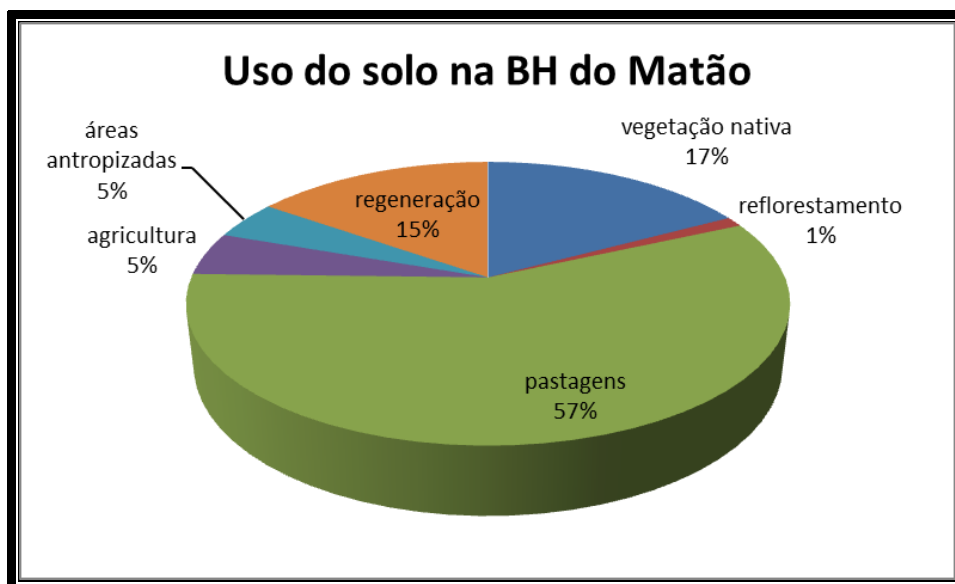


Figura 86 Distribuição relativa do uso do solo na BH do Matão

Os dados apresentados na Tabela 52 demonstram que nas AC, assim como na área total da bacia do Matão, predominam as áreas de pastagens, que representam 41,64% da área total, seguida por áreas de vegetação nativa, que ocupam 26,93% da AC desta bacia. As áreas em regeneração ocupam 25,89%, agricultura ocupa aproximadamente 1,47%, reflorestamento 2,22% e a área urbana apenas 1,85%. A Figura 87 e a Figura 88 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a AC da bacia hidrográfica.

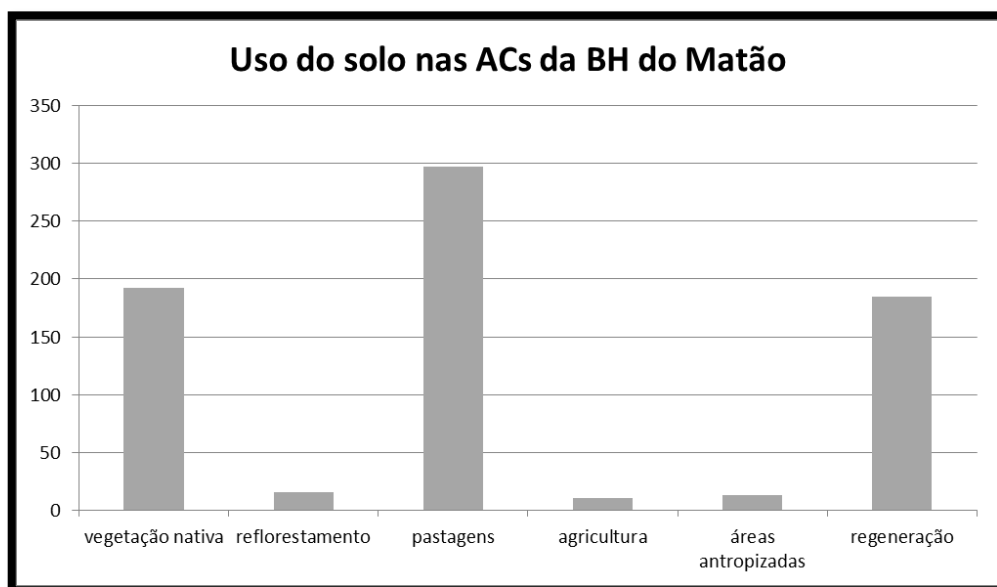


Figura 87 Uso do solo nas AC da BH do Matão

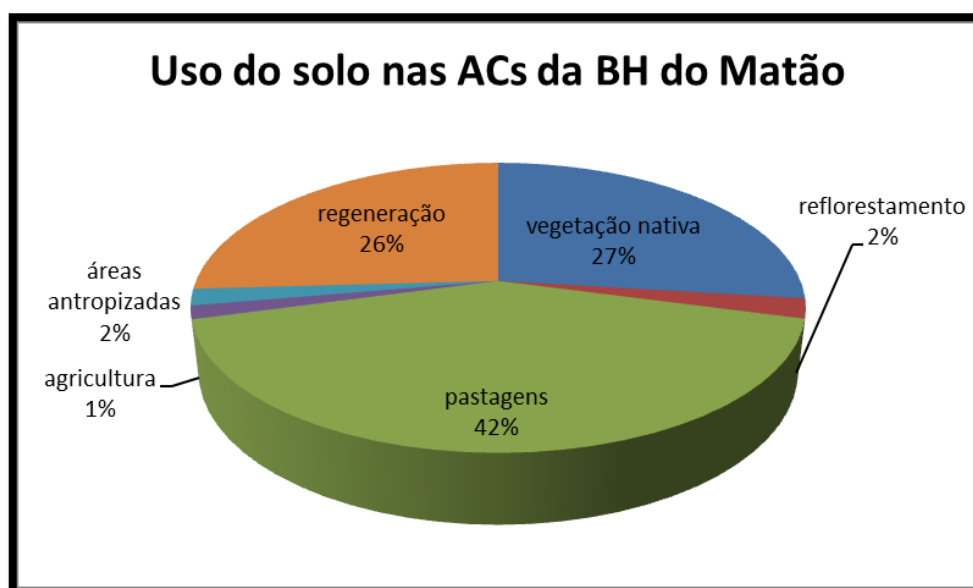


Figura 88 Uso do solo nas ACda BH do Matão

A Figura 89 apresenta a documentação fotográfica registrada na Bacia do Matão.

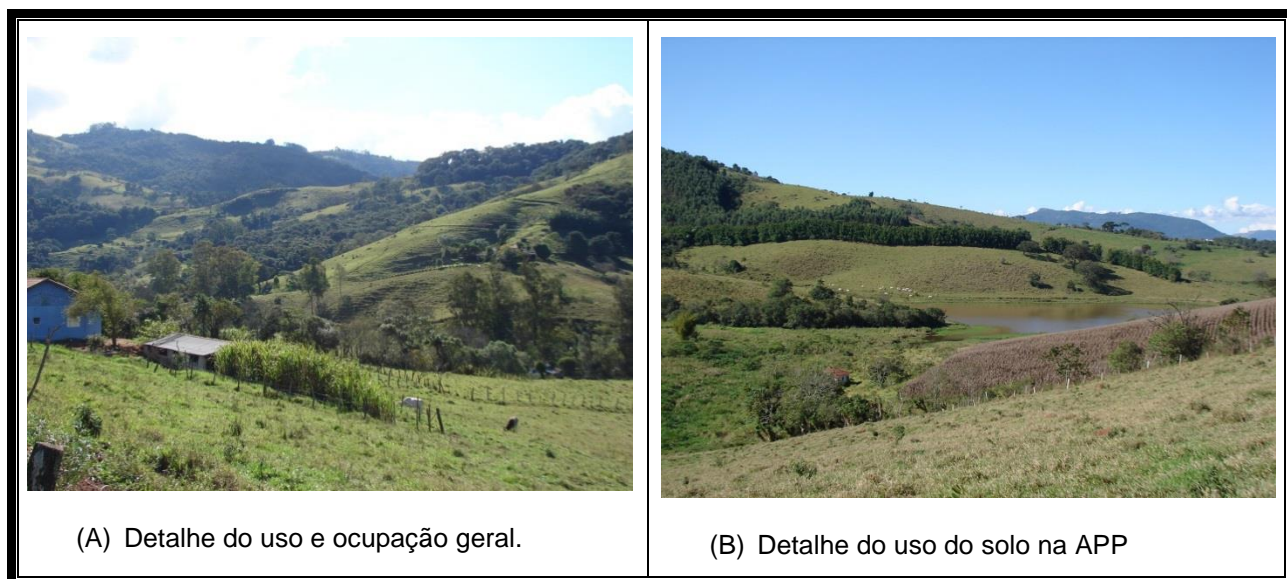


Figura 89. Exemplos de uso do solo na bacia do Matão.

5.2.8 Bacia Hidrográfica do Jaguari

A Bacia Hidrográfica do Jaguari se situa na região central do município de Extrema (vide Figura 90). Esta bacia hidrográfica abrange a macrozona urbana do município. Os índices de uso e ocupação do solo da BH estão descritos na Tabela 53.

Tabela 53 Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Jaguari.

Bacia Hidrográfica do Jaguari	Área total		Área Conservação Ambiental	
Área total da BH ou da AC (ha)	5.708,53		459,57	
Uso	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	1.887,66	32,72	1.173,44	58,20
Reflorestamento	27,30	0,47	6,80	0,34
Pastagem	1.291,06	22,38	150,00	7,44
Agricultura	287,78	4,99	31,72	1,57
Áreas Antropizadas	940,10	16,29	48,56	2,41
Regeneração	1.335,54	23,15	605,76	30,04

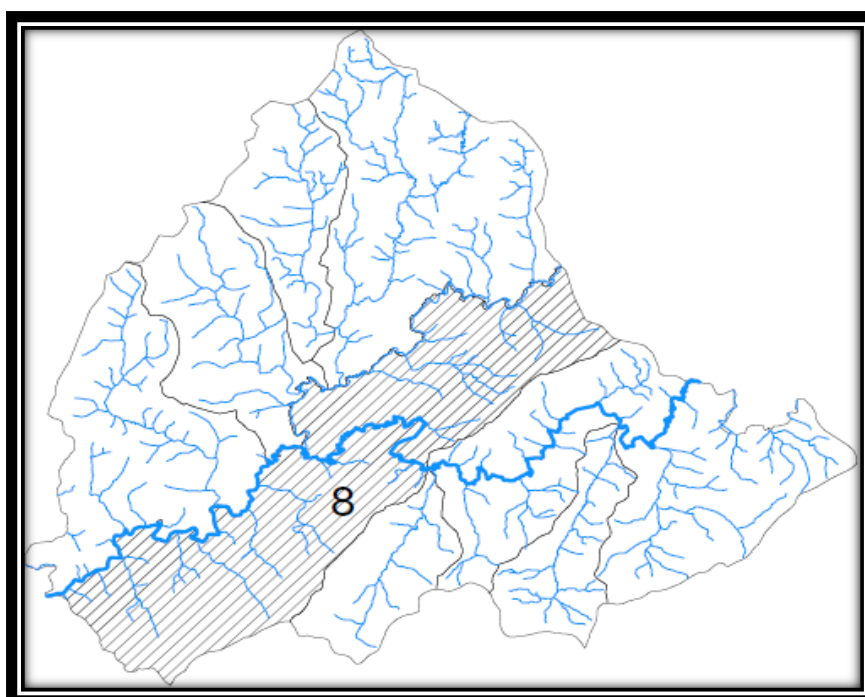


Figura 90. Localização da bacia hidrográfica do Jaguari em relação ao município de Extrema.

Observa-se na Tabela 53 que a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a vegetação nativa (32,72%), seguida de áreas de regeneração que ocupam 23,15% da área total da bacia. O percentual relacionado a pastagens é de 22,38%, agricultura é de 4,99% e a ocupação por reflorestamento e área antropizada, de 0,47% e 16,29%, respectivamente. A Figura 91 e a Figura 86Figura 92 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica. É importante destacar que esta se trata da bacia com maior percentual de áreas antropizadas do município e possui 60,69% da sua área total inserida na macrozona urbana do município, de acordo com o zoneamento municipal.

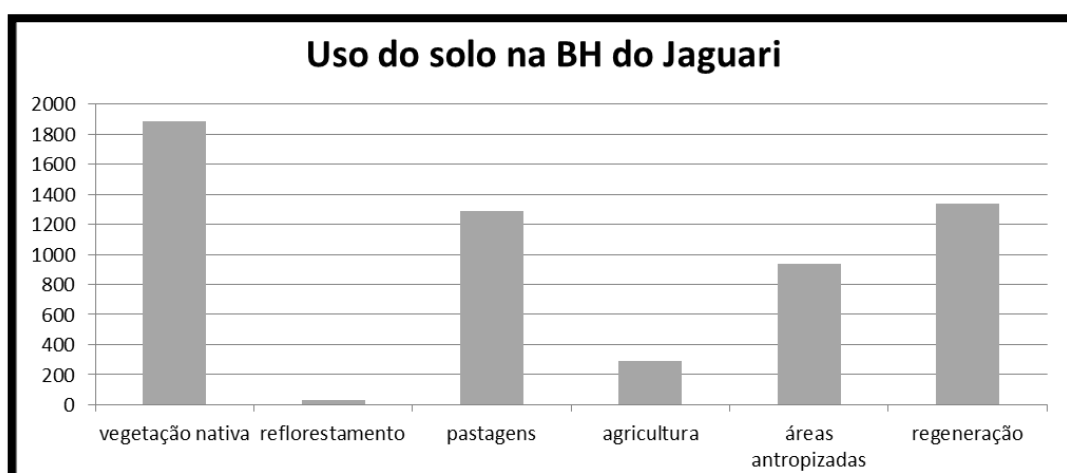


Figura 91 Uso do solo na BH do Jaguari.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

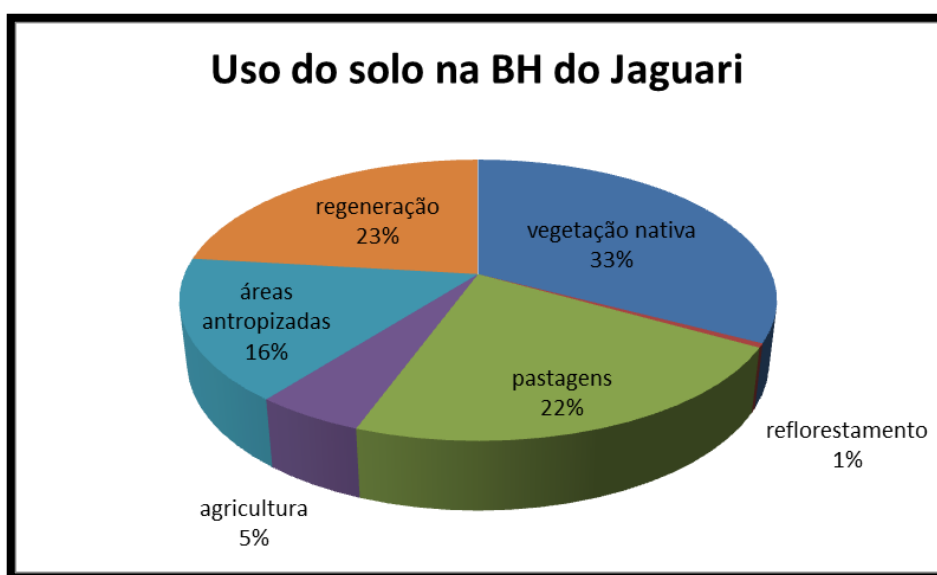


Figura 92 Distribuição relativa do uso do solo na BH do Jaguari

Os dados apresentados na Tabela 53 demonstram que nas ACs, da bacia do Jaguari, predominam as áreas de vegetação nativa, que representam 58,20% da área total, seguida por áreas de regeneração, que ocupam 30,04% da AC desta bacia. As áreas com pastagens ocupam 7,44%, agricultura ocupa aproximadamente 1,57%, reflorestamento apenas 0,34% e a áreas antropizadas 2,41%. A Figura 93 e a Figura 94 apresentam uma ilustração do uso e ocupação do solo para a AC da bacia hidrográfica.

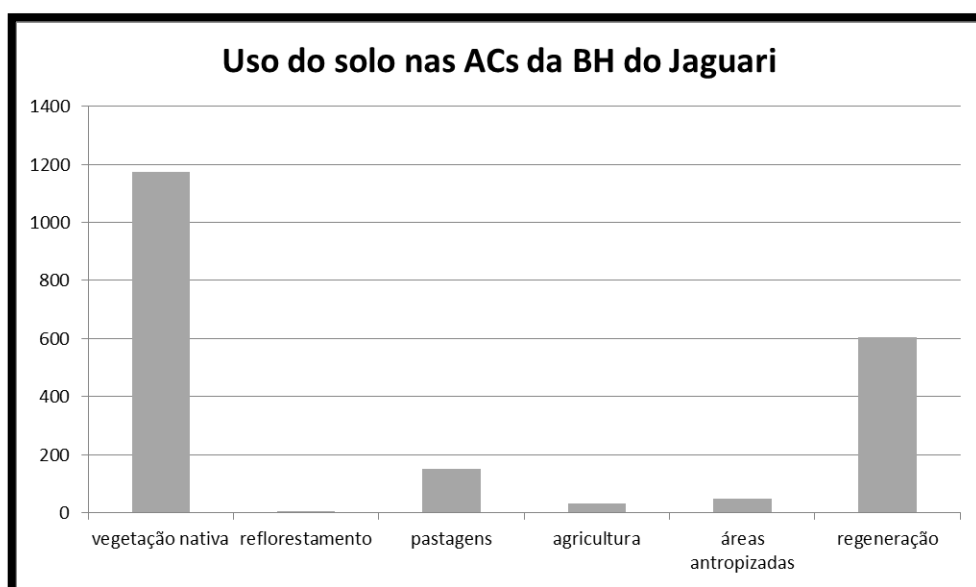


Figura 93 Uso do solo nas AC da BH do Jaguari

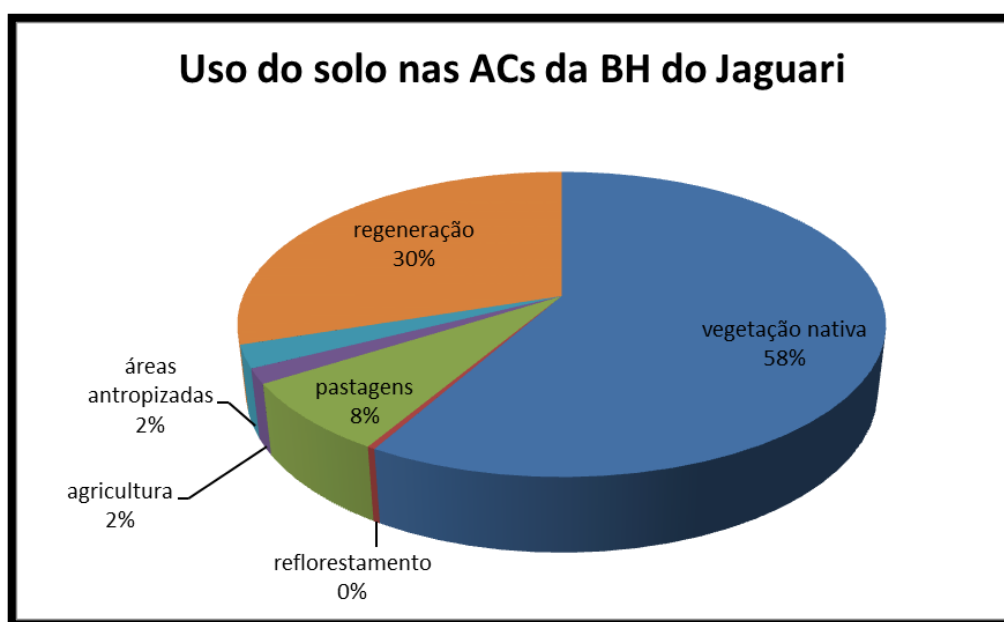


Figura 94 Uso do solo nas AC na BH do Jaguari

A Figura 95 apresenta a documentação fotográfica registrada na Bacia do Jaguari.

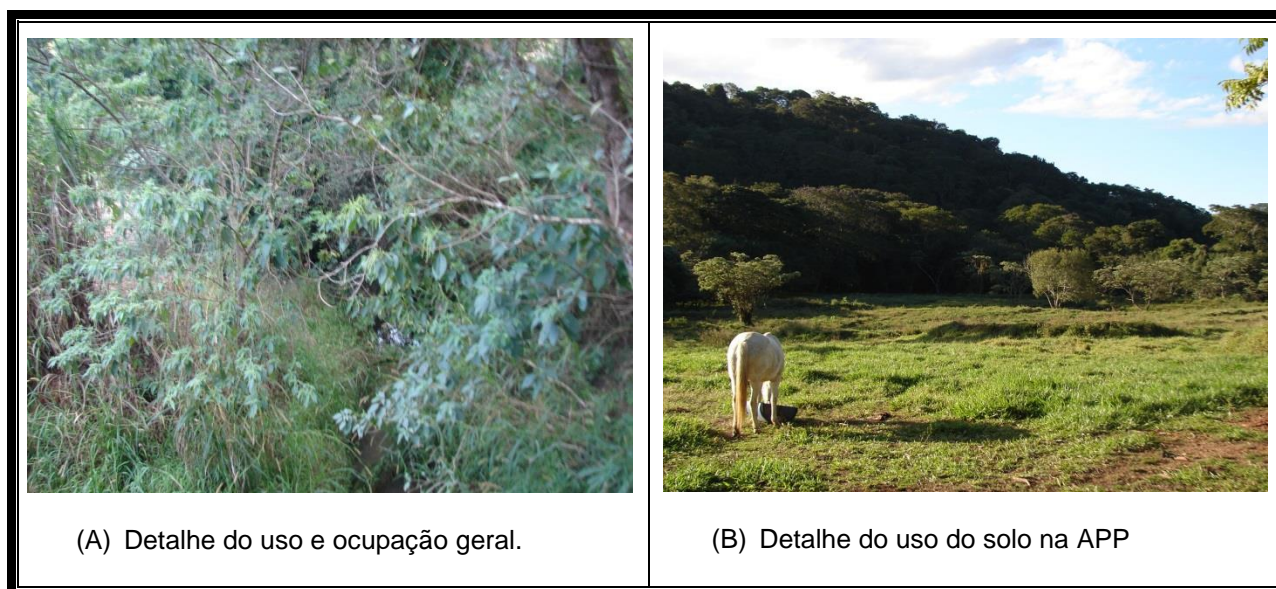


Figura 95. Exemplos de uso do solo na bacia do Jaguari.

5.3 Usos e Demandas da água

5.3.1 Os principais usos da água em Extrema

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

Tabela 54 Quantidade usuários no município de Extrema-MG.

Tipo de uso	Número de usuários
Industrial	13
Abastecimento Público	2
Outros	1
Total	16

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 Extrema, tanto os serviços de abastecimento de água, como o de esgotamento sanitário, são de responsabilidade da COPASA – Cia de Saneamento de Minas Gerais. A seguir se apresenta uma breve descrição da situação atual do saneamento do Município, para a zona urbana:

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

email: irrigart@irrigart.com.br

Zona Urbana: O abastecimento de água do município é realizado através de uma captação direta do Rio Jaguari, sob responsabilidade da COPASA. Neste ponto, a disponibilidade hídrica é satisfatória. Já em relação a coleta e ao tratamento de esgotos, a situação é mais crítica. Durante os trabalhos de campo, a equipe observou que as redes coletoras de esgoto já se encontram implantadas em praticamente 100% da área urbana. O tratamento ainda é inexistente. Todavia, já está sendo construído no município uma ETE que deve tratar boa parte do esgoto sanitário gerado.



Figura 96. Estação de Tratamento de Água do município.

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

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

email: irrigart@irrigart.com.br

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).

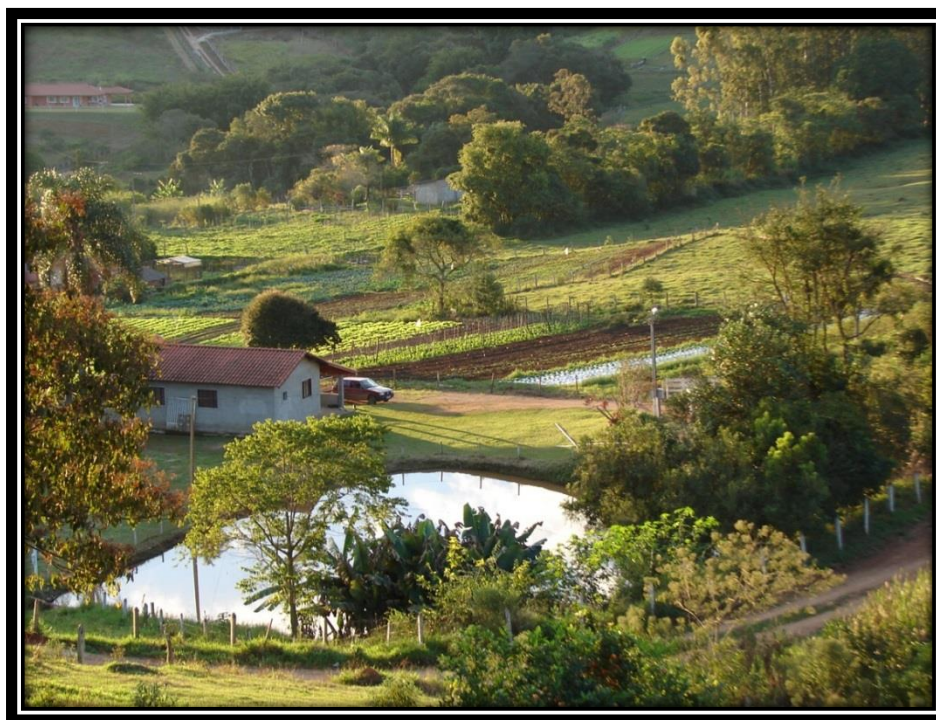


Figura 97. Cultura de hortaliças irrigada em bairro rural de Extrema-MG.



Figura 98. Culturas temporárias irrigadas, bairro rural de Extrema, MG.

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

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 Extrema há várias empresas que são usuárias de recursos hídricos, tais como: GRANASA, HBA-HUTCHINSON, dentre outras.



Figura 99. Indústria usuária de água.

5.3.2 Demandas de água superficial

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

Tabela 55. Usuários de águas superficiais cadastrados em Extrema.

Empreendimento	Latitude	Longitude	Curso D'água	Vazão [m3/h]	Finalidade de uso
CIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS	371.203	7478.479	RIO CAMANDUCAIA	54,00	Abastecimento Público
CIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA	22°50'26"	46° 18' 37"	RIO JAGUARI	460,80	Abastecimento Público
GRANASA MINAS INDÚSTRIA E COM. LTDA.	22° 50' 7"	46° 18' 39"	RIO CAMANDUCAIA	90,00	Industrial
Total m³/h				604,80	

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

email: irrigart@irrigart.com.br

Tabela 56 Vazões utilizadas divididas por uso.

Tipo de uso	m³/s	%
Industrial	90,00	15
Abastecimento Público	514,80	85
Outros	0,00	0
Total	604,80	100

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

Como se nota na Tabela 55, a demanda total de água superficial no município de Extrema é de aproximadamente 600 m³/h. Em termos de uso, tem-se que 85% da demanda representando o uso urbano (abastecimento público), seguido pelo uso industrial, que representa apenas 15% da demanda total do município.

Os dados existentes no cadastro de usuários se mostram bastante escassos e não retratam algumas das observações feitas em campo pelo equipe técnica. Várias empresas de grande porte existentes no município não aparecem nos cadastros do IGAM.

5.3.3 Demanda de água subterrânea

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

Tabela 57. Usuários de águas subterrâneas cadastrados em Extrema

Empreendimento	Latitude	Longitude	Vazão [m³/h]
ACR Componentes Eletrônicos LTDA ME	22°49'30"	46°18'10"	4,0
Barasch Ind e Com de Produtos Eletroeletrônicos Ltda	22°51'17"	46°19'8"	3,6
Fagor Ederlan Brasileira Autopeças Ltda	22°51'25"	46°19'44"	10,0
Granasa Minas Indústria e Comércio Ltda	22°50'7"	46°18'53"	5,0
HBA-Hutchinson Brasil Automotive Ltda	22°50'29"	46°18'48"	4,0
HBA-Hutchinson Brasil Automotive Ltda	22°50'30"	46°18'47"	6,0
Indústria Metalúrgica FRUM Ltda	22°50'29"	46°18'48"	12,0
Indústria Metalúrgica FRUM Ltda	22°50'30"	46°18'47"	6,0
Indústria Metalúrgica FRUM Ltda	22°49'33"	46°18'36"	28,0
Kidde Brasil Ltda	22°49'40"	46°18'37"	8,0
Laticínio Serra Dourada Ltda	22°49'34"	46°18'36"	1,7
Laticínios Serra Dourada Ltda	22°51'15"	46°18'52"	1,8
Poa Textil S.A.	22°48'24"	46°21'22"	10,4
Total m³/h			100,5

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

email: irrigart@irrigart.com.br

As captações subterrâneas cadastradas possuem vazões que variam de 1,70 a 28 m³/h, demonstrando a baixa disponibilidade hídrica subterrânea existente no local. A vazão total cadastrada chega a 100,5 m³/h, cerca de 15% da demanda superficial.

5.4 Lançamentos

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

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

5.5 Disponibilidade Hídrica Superficial

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

A área de estudo inclui as bacias hidrográficas situadas no município de Extrema, as quais pertencem a grande bacia do Rio Jaguari. Este curso d'água possui suas nascentes no Estado de Minas Gerais e "corre" em direção ao Estado de São Paulo. A Tabela 58 apresenta as 08 bacias hidrográficas do município, indicando às bacias principais a quais pertencem.

Tabela 58. Bacias Hidrográficas no município de Extrema-MG.

ID	Bacia Hidrográfica	Bacia Hidrográfica Principal
1	Bacia do Salto	Rio Jaguari
2	Bacia das Posses	
3	Bacia dos Forjos	
4	Bacia do Juncal	
5	Bacia das Furnas	
6	Bacia dos Tenentes	
7	Bacia do Matão	
8	Bacia do Jaguari	

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 Extrema.

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 de Extrema.

ID	Sub-bacia	AD (km ²)	Vazões (m ³ /h)		
			Q _m	Q _{7,10}	Q _{95%}
1	Bacia do Salto	48,57	1.001,20	288,62	434,52
2	Bacia das Posses	11,93	246,09	70,94	129,69
3	Bacia dos Forjos	12,51	257,99	74,37	133,12
4	Bacia do Juncal	41,68	859,27	247,71	311,92
5	Bacia das Furnas	15,61	321,89	92,79	101,72
6	Bacia dos Tenentes	20,94	431,70	124,45	136,42
7	Bacia do Matão	31,34	646,15	186,27	340,52
8	Bacia do Jaguari	57,08	1176,70	339,22	544,81

Q_m = Vazão média de longo período.
Q_{7,10} = Vazão mínima de 7 dias consecutivos e período de retorno de 10 anos.
Q₉₅ = 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 100 apresenta o diagrama para as bacias hidrográficas do Rio Jaguari.

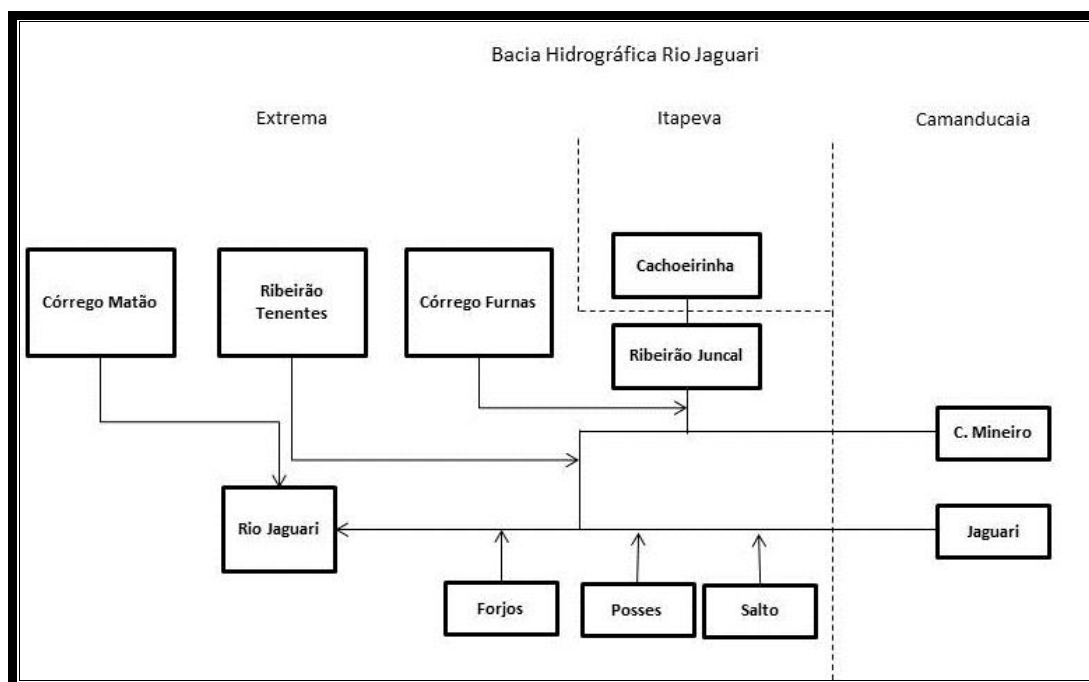


Figura 100. Diagrama das bacias hidrográficas Rio Jaguari, no município de Extrema-MG.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

Tabela 60. Área de contribuição das bacias hidrográficas

ID	Sub-Bacia	AD (km ²)	Bacias a montante	AD total (km ²)	Qm (m ³ /h)	Q _{7,10} (m ³ /h)	Q _{95%} (m ³ /h)
1	Bacia do Salto	48,57	-	48,57	1.001,20	288,62	434,52
2	Bacia das Posses	11,9388	-	11,93	246,09	70,94	129,69
3	Bacia dos Forjos	12,516	-	12,51	257,99	74,37	133,12
4	Bacia do Juncal	41,686	Córrego da Cachoeirinha (Itapeva)	80,38	1.657,00	477,68	601,49
5	Bacia das Furnas	15,6158	-	15,61	321,89	92,79	101,72
6	Bacia dos Tenentes	20,9432	-	20,94	431,70	124,45	136,42
7	Bacia do Matão	31,3465	-	31,34	646,15	186,27	340,52
8	Bacia do Jaguarí	57,0853	Toda a bacia do Rio Jaguarí no estado de MG	981,19	20.225,27	5.830,49	9.364,30

Fonte: IRRIGART (2007) e atualizações

A disponibilidade hídrica superficial para cada uma das bacias hidrográficas do município de Extrema, foi considerada com a $Q_{7,10}$ calculada para cada uma delas, conforme apresentado na Tabela 60. A bacia do Rio Jaguarí já recebe a contribuição de toda as demais bacias do município. Desta forma, a disponibilidade total do município é a disponibilidade registrada na Bacia do Rio Jaguarí, isto é, 9.364,30 m³/h.

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

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

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% da Bacia PJ, a disponibilidade hídrica subterrânea é da ordem de 1,25 m³/s, ou 4.483 m³/h.

5.7 Balanço Hídrico Superficial

Os dados apresentados neste estudo indicaram uma disponibilidade hídrica no município de Extrema da ordem de 9.364,30 m³/h, concentrados na calha do Rio Jaguari.

O consumo total de água superficial no município é da ordem de 600 m³/h e está concentrado na bacia do Rio Jaguari (onde existe a captação superficial da COPASA). Desta forma, a utilização de água no município é de apenas 6,5% da disponibilidade total. Desta forma, o município de Extrema e os demais municípios das Bacias PJ são grandes contribuintes para os usuários do Estado de São Paulo, em especial da SABESP que opera os reservatórios do sistema Cantareira, sendo assim, merecedores que benefícios para manter programas de conservação ambiental, tal qual implantado com grande sucesso no município.

5.8 Balanço Hídrico Subterrâneo

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

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

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

Esta imagem, por ser de alta resolução, permite a identificação de lagos com superfície (espelhos d'água) maiores que 100 m². Através desta análise foram encontradas 242 barramentos no município.

A visualização espacial destas intervenções pode ser observada no **Desenho 16.632/13**, 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 e 1º trimestre de 2013, 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, e a contaminação por tóxicos, que, avalia a presença de 13 substâncias tóxicas nos corpos de água, quais sejam: arsênio, bário, cádmio, chumbo, cianeto, cobre, cromo, fenóis, mercúrio, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, zinco.

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

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

email: irrigart@irrigart.com.br

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 ₃)	0,1
Fósforos (mg/L PO ₄)	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_{5,20} é a quantidade de oxigênio consumido durante 5 dias em uma temperatura de 20°C.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

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

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

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

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

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

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

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

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

As fontes de nitrogênio para os corpos d'água são variadas, sendo uma das principais o lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais. Em áreas agrícolas, o

escoamento da água das chuvas em solos que receberam fertilizantes também é uma fonte de nitrogênio, assim como a drenagem de águas pluviais em áreas urbanas.

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

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

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

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

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

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

A principal fonte de turbidez é a erosão dos solos, quando na época das chuvas as 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 Contaminação por tóxicos (CT)

Os resultados das análises das 13 substâncias tóxicas nos corpos d'água são comparados com os limites definidos nas classes de enquadramento dos corpos de água pelo Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM e Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), na Deliberação Normativa Conjunta n.º 01/08. A denominação *baixa* refere-se à ocorrência de substâncias tóxicas em concentrações que excedam em até 20%

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

o limite de classe de enquadramento do trecho do corpo d'água onde se localiza a estação da amostragem. A contaminação *média* refere-se a faixa de concentração que ultrapasse os limites mencionados no intervalo de 20% a 100%, enquanto a contaminação *alta* refere-se às concentrações que excedam em mais de 100% os limites.

5.10.5 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 9 (nove) 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, e 2 (duas) no município de Extrema.

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 Guardinha, a jusante da confluência com o córrego Tamanduá.	Toledo
PJ015	Rio do Guardinha, a montante da cidade de Toledo.	
PJ018	Rio do Guardinha, a jusante da cidade de Toledo.	
PJ 024	Rio Jaguari, a montante da cidade de Extrema	Extrema
PJ 001	Rio Jaguari, a jusante da cidade de Extrema	

5.10.6 Apresentação e discussão dos resultados

A Tabela 64 apresenta os resultados obtidos para o índice de qualidade de água (IQA) para as 9 (nove) 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	Estação	Classe	Parâmetros que não atenderam ao limite legal (DN COPAM / CERH - 01/2008)	Percentual de violação do parâmetro 1º trimestre/2013	Resultados – 1º trimestre			Série Histórica (1997-2012)			Principais fatores de poluição
					2013	2012	2011	MIN	MED	MAX	
Rio Jaguari	PJ001	Classe 2	Alumínio dissolvido	389%	0,489	<0,1		0,1	0,2945	0,489	Lançamento de esgotos de Extrema, Pecuária.
			Coliformes termotolerantes/E.Coli	1200%	13000	3000		3000	8000	13000	
			Cor verdadeira	64%	123	16		16	69,5	123	
			Ferro dissolvido	5%	0,315	0,3		0,3	0,3075	0,315	
			Fósforo total	110%	0,21	<0,02		0,02	0,115	0,21	
			Manganês total	46%	0,146	0,0764		0,0764	0,1112	0,146	
			pH in loco	5,26%	5,7	6,9		5,7	6,3	6,9	
			Sólidos em suspensão total	223%	323	42		42	182,5	323	
	PJ021	Classe 2	Turbidez	268%	368	32,5		32,5	200,25	368	Lançamento esgotos de Monte verde
			Coliformes termotolerantes / E. Coli	10%	1100	160000		1100	80550	160000	
	PJ024	Classe 2	pH in loco	3,45%	5,8	6,6		5,8	6,2	6,6	Esgoto sanitário de distritos a montante de Extrema
			Alumínio dissolvido	46%	0,146	<0,1		0,1	0,123	0,146	
			Coliformes termotolerantes / E. Coli	230%	3300	800		800	2050	3300	
Rio Camanducaia	PJ003	Classe 2	Fósforo total	60%	0,16	0,06		0,06	0,11	0,16	Esgoto sanitário do município de Monte Azul, indústria de laticínio
			pH in loco	11,11%	5,4	6,4		5,4	5,9	6,4	
	PJ006	Classe 2	Alumínio dissolvido	67%	0,167	0,1025		0,1025	0,13475	0,167	Esgoto sanitário de Camanducaia, extração de areia e cascalho
			Coliformes termotolerantes/E.coli	390%	4900	35000		4900	19950	35000	
			Ferro dissolvido	5%	0,315	0,2293		0,2293	0,27215	0,315	
			Fósforo total	130%	0,23	0,17		0,17	0,2	0,23	
			Manganês total	68%	0,168	0,0952		0,0952	0,1316	0,168	
			pH in loco	7,14%	5,6	6,8		5,6	6,2	6,8	
			Sólidos em suspensão total	52%	152	78		78	115	152	
	PJ009	Classe 2	Turbidez	55%	155	77,9		77,9	116,45	155	Esgoto sanitário da cidade de Itapeva
			Alumínio dissolvido	286%	0,386	<0,1		0,1	0,243	0,386	
			Coliformes termotolerantes/E.coli	1600%	17000	13000		13000	15000	17000	
			Cor verdadeira	5,33%	79	19		19	49	79	
			Ferro dissolvido	49%	0,447	0,2175		0,2175	0,33225	0,447	
			Fósforo total	10%	0,11	0,16		0,11	0,135	0,16	
			Manganês total	109%	0,209	0,0856		0,0856	0,1473	0,209	
			pH in loco	5,26%	5,7	6,7		5,7	6,2	6,7	
			Sólidos em suspensão total	109%	209	94		94	151,5	209	

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

Corpo d'água	Estação	Classe	Parâmetros que não atenderam ao limite legal (DN COPAM / CERH - 01/2008)	Percentual de violação do parâmetro 1º trimestre/2013	Resultados – 1º trimestre			Série Histórica (1997-2012)			Principais fatores de poluição
					2013	2012	2011	MIN	MED	MAX	
			Turbidez	90%	190	58,3		58,3	124,15	190	
Rio do Guardinha	PJ012	Classe 2	Alumínio dissolvido	541%	0,641	0,108		0.108	0.3745	0.641	Esgoto sanitário da cidade de Toledo, Agricultura.
			Coliformes termotolerantes /E. Coli	2300%	24000	17000		17000	20500	24000	
			Cor verdadeira	72%	129	35		35	82	129	
			Ferro dissolvido	58,33%	0,475	0,376		0.376	0.4255	0.475	
			Fósforo total	280%	0,38	0,09		0.09	0.235	0.38	
			Manganês total	96%	0,196	0,0575		0.0575	0.12675	0.196	
			pH in loco	3,45%	5,8	6,6		5.8	6.2	6.6	
			Sólidos em suspensão total	183%	283	31		31	157	283	
			Turbidez	203%	303	38,9		38.9	170.95	303	
	PJ015	Classe 2	Alumínio dissolvido	17%	0,117	<0,1		0.1	0.1085	0.117	Pecuária, silvicultura
			Coliformes termotolerantes / E.coli	390%	4900	14000		4900	9450	14000	
			pH in loco	3,45%	5,8	6,6		5.8	6.2	6.6	
	PJ018	Classe 2	Alumínio dissolvido	18%	0,118	<0,1		0.1	0.109	0.118	Lançamento de esgotos de Toledo
			Coliformes termotolerantes / E.coli	3400%	35000	3500		3500	19250	35000	
			Fenóis totais	33,33%	0,004	0,002		0.002	0.003	0.004	
			Ferro dissolvido	3,67%	0,311	0,252		0.252	0.2815	0.311	
			Fósforo total	30%	0,13	0,03		0.03	0.08	0.13	

Fonte: IGAM, 2013.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

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.

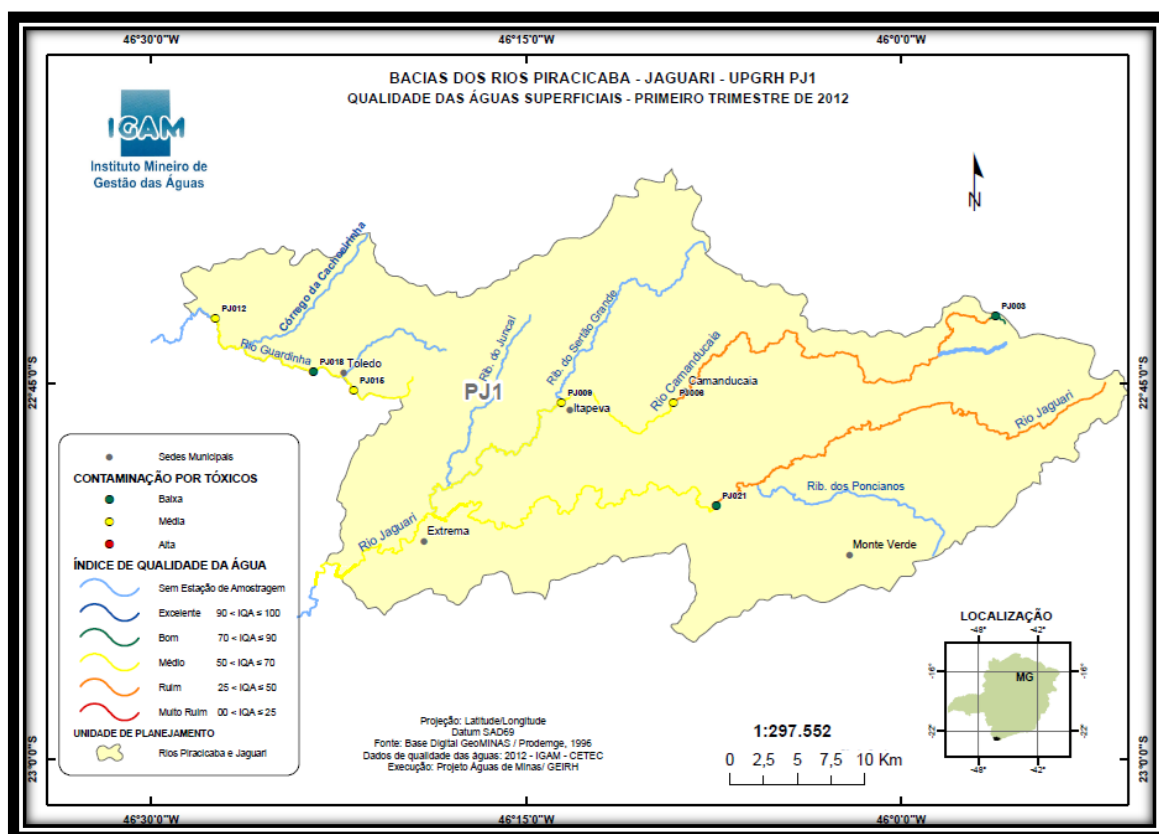


Figura 101. Mapa das bacias Piracicaba/Jaguari referente ao 1º TRIMESTRE DE 2012.

Observa-se que no 1º Trimestre do ano de 2012 (Figura 101) 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.

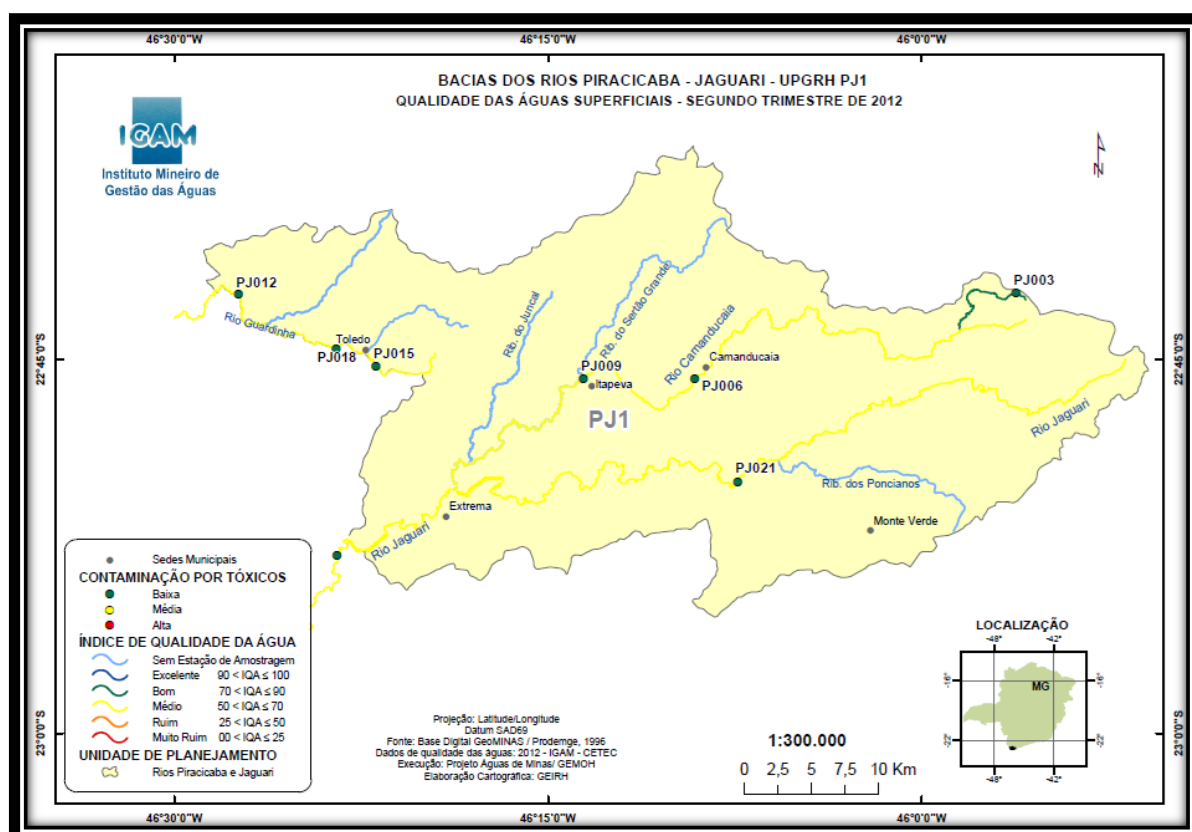


Figura 102. Mapa das bacias Piracicaba/Jaguari referente ao 2º TRIMESTRE DE 2012.

Observa-se que no 2º Trimestre do ano de 2012 (Figura 102) 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 apresentaram um IQA RUIM ao adentrarem no município de Camanducaia.

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

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

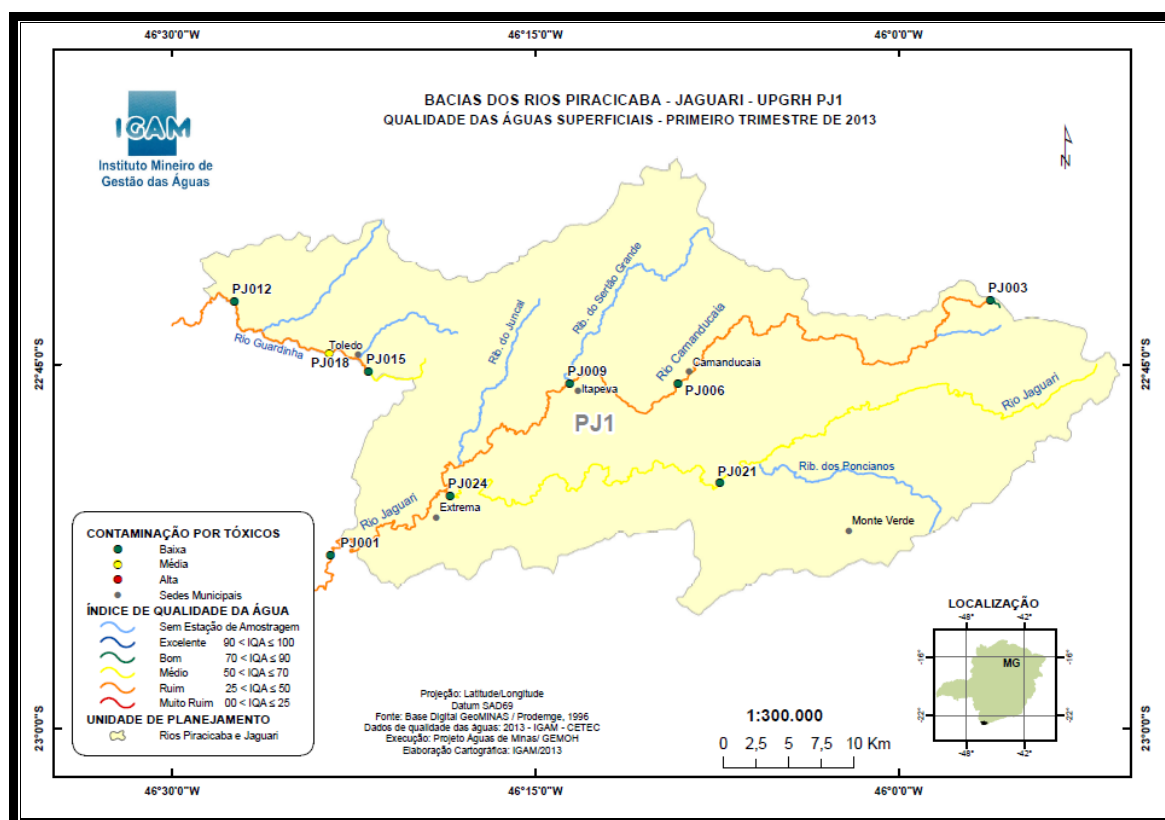


Figura 103. Mapa das bacias Piracicaba/Jaguari referente ao 1º TRIMESTRE DE 2013.

Observa-se que no 1º Trimestre do ano de 2013 (Figura 103) os Rios Jaguari (após a junção do rio Camanducaia), o Rio Camanducaia e o rio Guardinha foram classificados com um Índice de Qualidade de Água – IQA RUIM em quase todos os trechos analisados, apresentando uma piora em relação aos resultados apresentados no 2º Trimestre do ano anterior, quando os Rios Jaguari e Camanducaia apresentou um IQA BOM nos trechos analisados. O rio Jaguari, no trecho a montante do município de Extrema apresentou IQA MÉDIO.

No 1º Trimestre de 2013, 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 1º Trimestre de 2013, só a estação de monitoramento localizada no Rio Guardinha, apresentou contaminação MÉDIA, o restante das 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 Áreas de Conservação Ambiental.

A necessidade de recuperação de vegetação nas áreas de conservação ambiental do município de Extrema é bastante significativa. Segundo os dados levantados no estudo de Uso e Ocupação do Solo, o percentual de AC's ocupada por vegetação nativa no município é de 65,18%.

Das AC's ocupadas por outros usos (que representam 34,82% do total de APP's), predominam as áreas ocupadas por pastagens e demais usos, em menor intensidade.

Estas áreas, somam no município inteiro uma área de 2.829,64 ha, já incluídas as áreas urbanas que ocupam cerca de 172,08 ha de áreas de conservação. Nesta área, a recuperação é praticamente impossível. A necessidade de recuperação das AC's também foi dividida por bacia hidrográfica, conforme apresentado.

Tabela 65. Necessidade de recuperação das APP's no município de Extrema.

Bacia Hidrográfica	AC's Total (ha)	Vegetação e áreas em regeneração (ha)	Área a recuperar (ha)	% Área a recuperar
1 - BH do Salto	1.921,04	1.161,88	759,16	39,52%
2 - BH das Posses	386,48	134,92	251,56	65,09%
3 - BH dos Forjos	791,56	555,12	236,44	29,87%
4 - BH do Juncal	1.137,56	545,24	592,32	52,07%
5 - BH das Furnas	618,40	393,40	225,00	36,38%
6 - BH dos Tenentes	540,04	348,88	191,16	35,40%
7 - BH do Matão	714,04	377,12	336,92	47,19%
8 - BH do Jaguari	2.016,28	1.779,20	237,08	11,76%
Total no município	8.125,40	5.295,76	2.829,64	34,82%

5.12 Identificação das áreas prioritárias para recomposição florestal.

Em função da elevada área a ser recuperada no município de Extrema (2.829,64 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 AC's, o montante a ser investido é da ordem de 14,10 milhões de reais de investimentos.

- As AC'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.

Sugere-se inicialmente uma atenção especial à bacia hidrográfica do Juncal, que apresenta grande necessidade de recuperação.

5.13 Hierarquização das bacias hidrográficas

O processo de hierarquização das bacias hidrográficas consiste numa classificação das 08 bacias hidrográficas, em uma ordem de importância para intervenção, com base em alguns critérios definidos. A proposta inicial considera que esta classificação leve em conta os seguintes aspectos:

- Percentual de uso do solo ocupado pela mancha urbana.
- Percentual de vegetação remanescente na bacia hidrográfica.
- Percentual de vegetação existente nas APP's.
- Relação nascentes/km².
- Localização em relação a captação do município
- Bacias municipais e intermunicipais.
- Localização em relação ao mapa do zoneamento municipal.

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

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

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

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

Este fator refere-se a porção da bacia hidrográfica ocupada pela floresta remanescente (vegetação natural). O peso atribuído a este fator é de 2, uma vez que para a vegetação remanescente ajuda para o equilíbrio ambiental da bacia hidrográfica. Porém ao analisarmos especificamente o recurso hídrico, os benefícios deste fator dependem

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

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 Conservação Ambiental (K3)).

Este fator refere-se a porção das Áreas de Conservação Ambiental (compostas pelas Áreas de Preservação Permanente e topos de morros) 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/km² (K4).

Este fator refere-se a densidade de nascentes na bacia hidrográfica. Quanto maior este índice, mais prioritária para a conservação esta bacia deve ser. O peso atribuído a este fator é de 4. A Nota atribuída para este fator será $(K4 \times 4)$, onde $K4 = \text{número de nascentes/km}^2$, considerando apenas a área e o número de nascentes no município.

5.13.5 Localização em relação a captação do município (K5)

Este fator refere-se a localização da bacia hidrográfica em relação a captação do município, isto é, se a bacia se situa a montante ou a jusante do município. Para as bacias localizadas a montante do município, atribui-se um coeficiente-bônus, no valor de 1,25. Este critério tem por objetivo priorizar as intervenções em melhoria nos recursos hídricos que contribuem para a captação do município (qualidade e quantidade), gerando maiores benefícios para a população.

5.13.6 Bacias municipais e intermunicipais (K6)

Este fator refere-se a localização da bacia hidrográfica em relação a área territorial do município, isto é, se a bacia hidrográfica recebe contribuição de águas provenientes de outros município captação do município, isto é, se a bacia se situa a montante ou a jusante do município. Para as bacias com todas as áreas no município (cabeceras e foz), atribui-se um coeficiente-bônus, no valor de 1,25. Este critério tem por objetivo priorizar as intervenções em melhoria nos recursos hídricos nas bacias que estejam 100% no município,

possibilitando a intervenção em toda a bacia hidrográfica, e não apenas em parte dela *uma vez que há porções fora do município)

5.13.7 Localização em relação ao mapa do zoneamento municipal (K7)

Este fator refere-se a finalidade dada pelo Plano Diretor do município de Extrema para cada uma das bacias. O Plano Diretor estabelece uma área denominada de Macrozona Urbana, que representa a área onde o perímetro urbano deve crescer. Sendo assim, procurou-se priorizar as bacias hidrográficas que estão fora desta macrozona. Para as bacias com toda a área fora da macrozona urbana do município, atribui-se um coeficiente-bônus, no valor de 1,25. Este critério tem por objetivo priorizar as intervenções em melhoria nos recursos hídricos nas bacias que sejam rurais, evitando ações que em áreas que venham a ser urbanizadas futuramente.

5.13.8 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:

$$\text{NOTA} = (K1 \times 5) + (K2 \times 2) + (K3 \times 3) + (K4 \times 4) + K5 + K6 + K7 \quad \text{Equação 8}$$

5.13.9 Resultados encontrados

Para esta hierarquização, consideraram-se as 08 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.

Nome da Bacia Hidrográfica	Área (ha)	% Floresta reman.n.te	% Floresta reman.n.te em AC	% de área antrópica	Nascentes /km2	Montante da Captação	Fora da Macrozona Urbana	100% no Município	Nota Final	Ranking
Bacia do Salto	4.857,14	43,47	68,45	2,37	1,15	s	s	s	545	2
Bacia das Posses	1.193,88	57,77	64,07	4,26	1,68	s	s	s	793	1
Bacia dos Forjos	1.251,6	55,99	54,87	1,86	0,64	s	s	s	540	3
Bacia do Juncal	4.168,60	35,59	62,89	5,11	1,44	s	n	n	538	4
Bacia das Furnas	1.561,58	42,13	62,88	3,81	1,60	s	n	s	533	5
Bacia dos Tenentes	2.094,32	42,26	57,82	6,96	0,81	s	n	s	525	6
Bacia do Matão	3.134,65	31,65	48,23	4,11	1,28	n	n	s	510	7
Bacia do Jaguari	5.708,53	46,79	64,14	16,70	2,76	n	n	n	328	8

Os resultados apresentados na Tabela 66 também são apresentados na Figura 104, em ordem crescente de prioridade de intervenção, conforme apresentado.

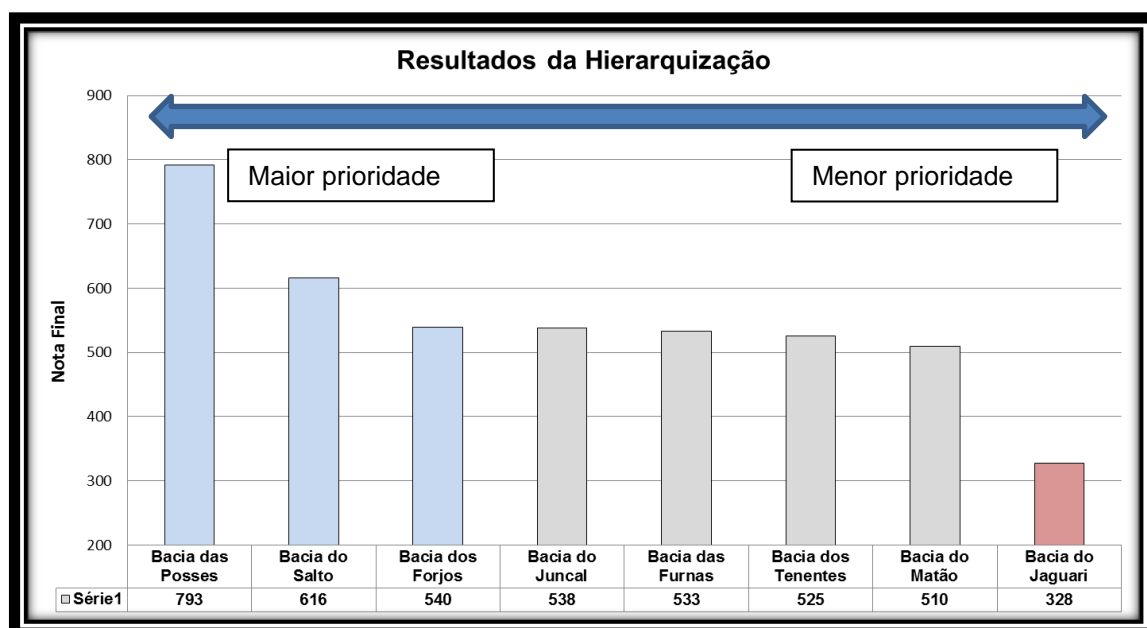


Figura 104. Resultados da hierarquização das bacias hidrográficas.

Com base nos dados apresentados na Tabela 66 e na Figura 104, nota-se que as bacias hidrográficas com maior prioridade para intervenções são as bacias das Posses, do Salto e dos Forjos. As três bacias são justamente as escolhidas para o início dos investimentos do Programa Conservador das Águas. Segundo os critérios estabelecidos neste plano, as bacias do Juncal, Furnas, Tenentes e Matão devem ser as próximas a serem contempladas.

6 PROGNOSTICO

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

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

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

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

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

Fonte: Plano Mineiro de Desenvolvimento 2011-2030.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

Como pode ser visualizado no quadro de tendências, fica claro que em primeiro lugar a tendência de desenvolvimento até os anos 2030, está voltada em Minas Gerais, para a URBANIZAÇÃO E INFRAESTRUTURA. Essa tendência prioritária de URBANIZAÇÃO E INFRAESTRUTURA ficou evidente e muito claramente diagnosticada no trabalho apresentado.

Portanto, o município de Extrema 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 105 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.

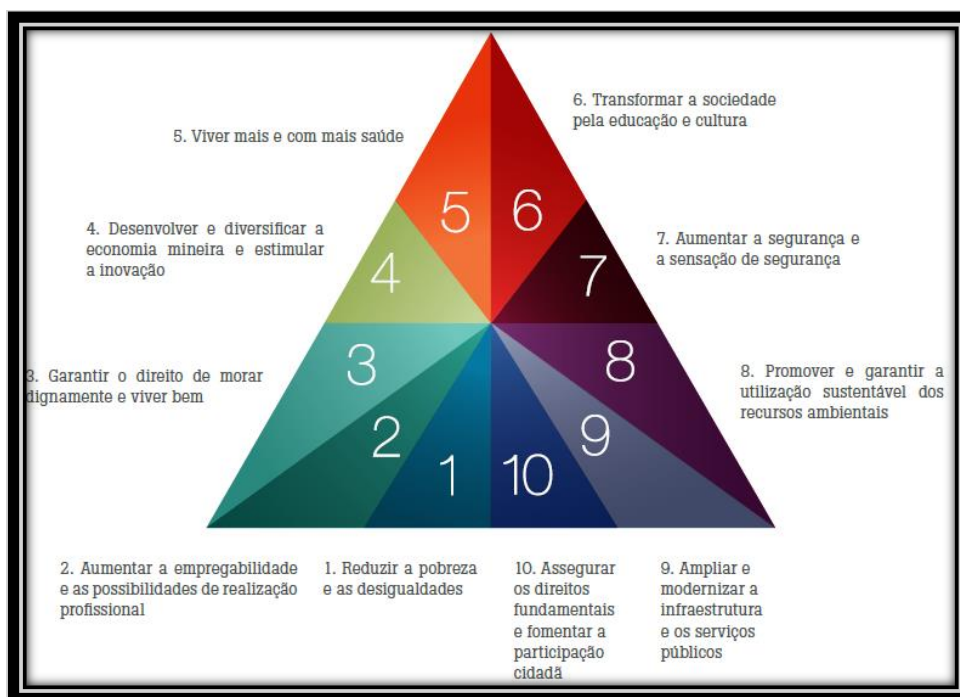


Figura 105. A visão de futuro inserida no Plano Mineiro de Desenvolvimento 2011-2030. Fonte: Plano Mineiro de Desenvolvimento 2011-2030.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

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

O Estado de Minas Gerais acompanha essa evolução, é possível identificá-la comparando a Figura 106 (2010), a Figura 107 (2020) e a Figura 108 (2035) elaboradas a partir de dados da Projeção Populacional, por sexo e grupos de idades quinquenais – Mesorregiões e total de Minas Gerais, 2010– 2050 (Fígoli, 2009).

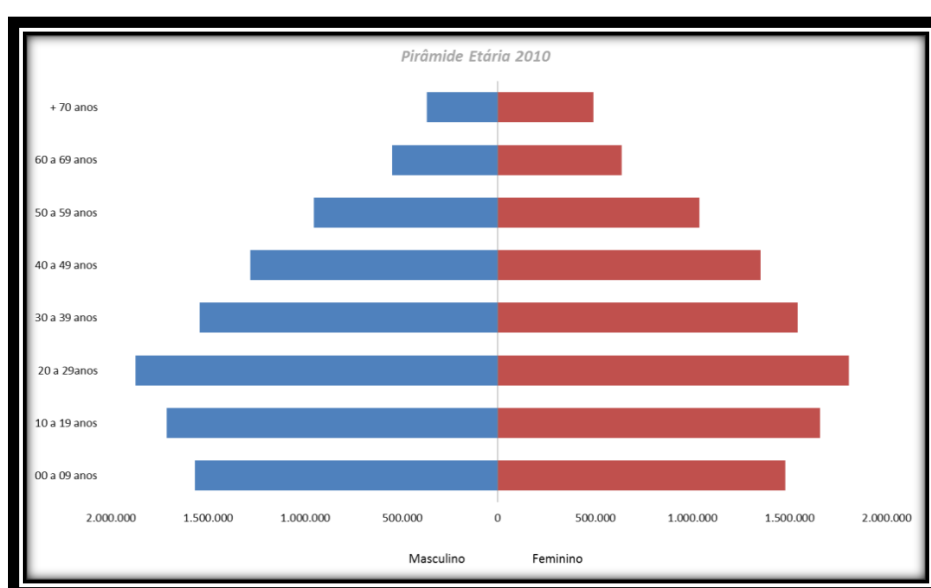


Figura 106. Projeção populacional (2010)

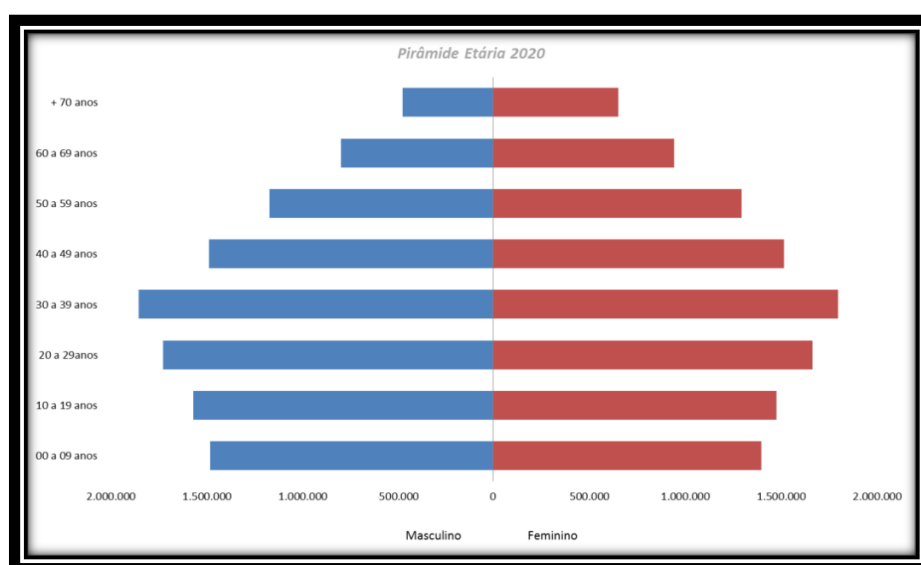


Figura 107. Projeção populacional (2020)

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

email: irrigart@irrigart.com.br

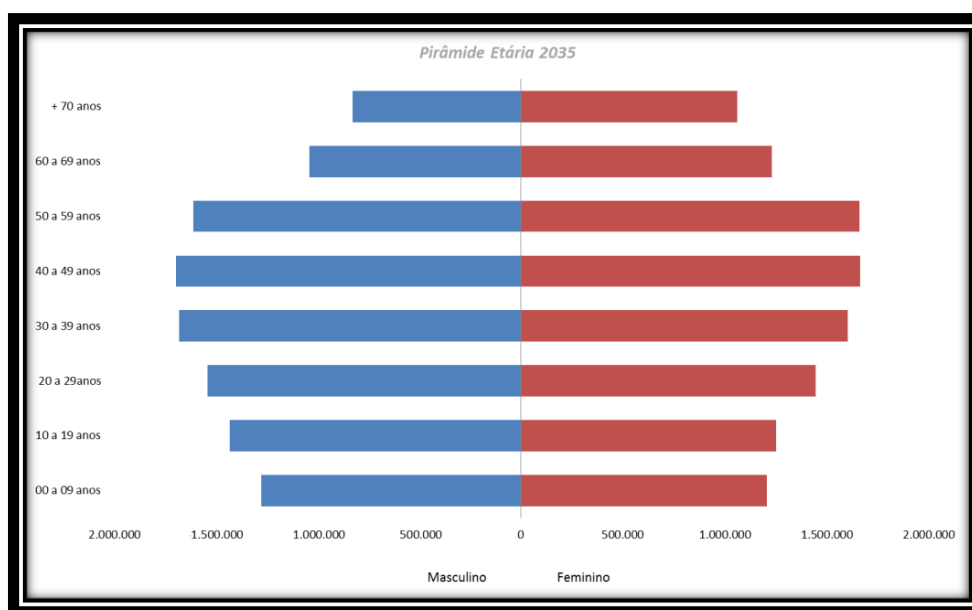


Figura 108. Projeção populacional (2035)

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

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

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

O cenário proposto neste tópico compreende, em sua fase final o ano de 2020, compreendendo com o final de mandato da administração pública municipal, que será responsável pela implantação das ações previstas para atingir o cenário estabelecido.

6.1.1 Projeções socioeconômicas

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

6.1.1.1 Projeções populacionais

Com base nas projeções apresentadas no trabalho, a população estimada para 2020 é na ordem de 40.000 habitantes, aumento de 28% 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 91%, conforme apresentado na Tabela 67 e na Figura 109.

Tabela 67. Projeção da população para 2020.

Ano	População Total	TGCA (%a.a)*	População Urbana	% urbana	População Rural	% rural
2013	31.093	3,59%	28.295	91,00%	2.798	9,00%
2014	32.209	3,59%	29.310	91,00%	2.899	9,00%
2015	33.365	3,59%	30.362	91,00%	3.003	9,00%
2016	34.563	3,59%	31.452	91,00%	3.111	9,00%
2017	35.803	3,59%	32.581	91,00%	3.222	9,00%
2018	37.088	3,59%	33.750	91,00%	3.338	9,00%
2019	38.419	3,59%	34.962	91,00%	3.458	9,00%
2020	39.798	3,59%	36.216	91,00%	3.582	9,00%
2021	41.227	3,59%	37.516	91,00%	3.710	9,00%

*TGCA – Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População.

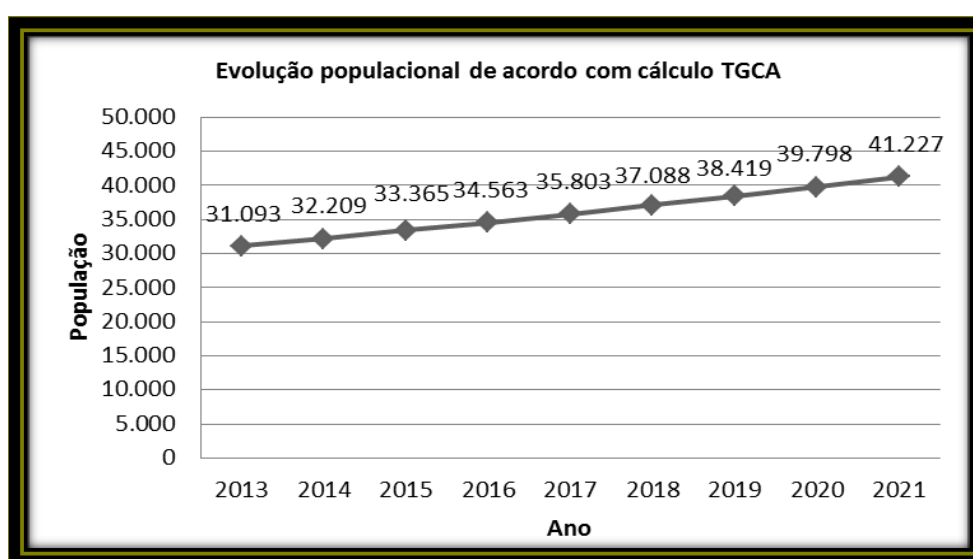


Figura 109. Evolução populacional (2013-2020)

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

email: irrigart@irrigart.com.br

6.1.1.2 Projeções de desenvolvimento econômico

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

6.1.1.2.1 Industrialização

O desenvolvimento industrial no município de Extrema tem se acelerado ao longo dos últimos anos, devido a proximidade da cidade com o Estado de São Paulo e a facilidade de acesso, promovido pelo eixo da BR-381 – Rodovia Fernão Dias, onde se concentram as maiores empresas do município.

A indústria, atualmente, é o setor que mais emprega no município, conforme pode ser observado na Tabela 68.

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

Total das Atividades						
IBGE Setor	Masculino		Feminino		Total	
1 - INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO	4.418	61,87%	3.108	53,98%	7.526	58,35%
2 - SERV INDUSTRIAL DE UTILIDADE PÚBLICA	17	0,24%	1	0,02%	18	0,14%
3 - CONSTRUÇÃO CIVIL	139	1,95%	6	0,10%	145	1,12%
4 - COMERCIO	1.045	14,63%	875	15,20%	1.920	14,88%
5 - SERVICOS	1.066	14,93%	1.089	18,91%	2.155	16,71%
6 - ADM PUBLICA	432	6,05%	674	11,71%	1.106	8,57%
7 - AGROPECUARIA	24	0,34%	5	0,09%	29	0,22%
Total	7.141	100,00%	5.758	100,00%	12.899	100,00%

Fonte: RAIS/MTE

Todavia, nós últimos ano, o setor de comércio e serviços tem sido o setor que mais gera empregos no município, conforme observado na Tabela 69. Isto se deve ao desenvolvimento industrial que propicia uma maior renda para a população, fortalecendo o comércio e o setor de serviços.

A tendência a industrialização no município deve perdurar até o ano de 2020, que juntamente com o setor de turismo e lazer (serviços) e do setor de comércio, manterá sua importância para a geração de renda para o município.

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

Total das Atividades	
IBGE Setor	Total
2 - INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO	258
3 - SERV INDUSTRIAL DE UTILIDADE PÚBLICA	7
4 - CONSTRUÇÃO CIVIL	30
5 - COMERCIO	321
6 - SERVICOS	351
7 - ADM PUBLICA	110
8 - AGROPECUARIA	-1
Total	1.076

Fonte: RAIS/MTE

6.1.1.2.2 Mineração

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

6.1.1.2.3 Agropecuária

A agricultura desenvolvida no município de Extrema está baseada em duas atividades principais: pecuária e pequenas lavouras diversas (pastagens), conforme dados apresentados na Tabela 70.

Tabela 70. Uso do solo no município de Extrema.

Classes de uso do solo	Área (ha)	Área (%)
Vegetação Nativa	5.951,64	24,49
Reflorestamento	406,20	1,36
Pastagem	9.517,44	39,37
Agricultura	1.902,00	7,60
Áreas Antropizadas	1.713,80	6,81
Regeneração	4.966,44	20,38
TOTAL	24.457,50	100,00

A silvicultura pode vir a ganhar espaço sobre as áreas de pecuária, uma vez que proporciona melhores rendimentos para o proprietário da terra. Todavia, com o programa Conservador das Águas, a vegetação tende a se tornar uma atividade rentável para os

produtores rurais, aumentando o índice de vegetação no município, principalmente nas Áreas de conservação ambiental.

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

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

6.1.1.2.4 Aquicultura

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

6.1.1.2.5 Turismo e Lazer

A Atividade turística no município, já está consolidada entre os destinos mais comuns dos turistas da região metropolitana de São Paulo (em sua maioria), bem como de outras localidades mais próximas. O turismo está alicerçado nas temáticas gastronômicas e belezas naturais da região, em especial ao turismo de aventura.

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

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 conservação ambiental (APP's e topo de morro) preservadas.

O município de Extrema é pioneiro neste tipo de iniciativa, o que faz com que a remuneração para os produtores rurais que conservem suas nascentes já seja uma realidade. Estima-se que até o ano de 2020, o programa seja ampliado em outras bacias hidrográficas com a atração de mais parceiros para financiar o projeto.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

6.1.2 Aspectos Ambientais

6.1.2.1 Saneamento Ambiental

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

6.1.2.1.1 Resíduos Sólidos

Estima-se que até 2020 os resíduos sólidos do município sejam destinados no aterro sanitário existente no município, que deverá possuir uma correta operação, com as medidas de proteção e monitoramento já consolidadas.

6.1.2.1.2 Abastecimento de água

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

6.1.2.1.3 Coleta de Esgoto

Para o cenário de 2020, estima-se que o município contará com 100% da coleta de esgoto concluída na área urbana.

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

6.1.2.1.4 Tratamento de Esgoto

Para o cenário de 2020, estima-se que o município contará com 100% de tratamento de esgoto na área urbana, com a finalização da ETE em construção e a construção de novas obras.

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

6.1.2.2 Áreas contaminadas

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

6.1.2.3 Erosão e assoreamento

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

6.1.3 Projeções institucionais e legais

Atualmente, o município de Extrema possui a seguinte legislação relacionada ao meio ambiente e aos recursos hídricos. A Lei 1.829/03 existente no município de Extrema engloba o aspecto relacionado aos recursos hídricos. O município poderá criar novos decretos para atualizar e acrescentar itens para essa Lei (SMIA e Fundo específico para este tema).

Tabela 71. Leis e planos de Extrema.

Referência	Data	Título
Lei n.º 804	31/12/90	Código de obras - "Dispõe sobre as construções no Município de Extrema, Estado de Minas Gerais e dá outras providências".
Lei n.º 1141	07/04/95	"Dispõe sobre criação do Conselho de Defesa do Meio Ambiente - CODEMA"
Lei n.º 1606	04/06/01	"Cria o Conselho Municipal de Desenvolvimento Ambiental - CODEMA"
Lei n.º 1829	17/09/03	"Dispõe sobre a política de proteção, de conservação e de controle do meio ambiente e da melhoria da qualidade de vida no município de Extrema"
Lei Complementar n.º 039	12/01/05	"Altera dispositivos da Lei Municipal nº 804/90 de 31 de dezembro de 1990 Código de Obras e edificações no município de Extrema"
Lei n.º 2.100	21/12/05	"Cria o Projeto Conservador das Águas, autoriza o executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais e dá outras providências".
Decreto n.º 1782	2006	"Regulamenta a lei 1.829/03 que dispõe sobre a política de meio ambiente de Extrema".
Decreto n.º 1.801	01/09/06	"Estabelece critérios para implantação do Projeto Conservador das Águas criado pela Lei Municipal n.º 2.100/05 e dá outras providências".
Decreto n.º 1.703	06/04/06	"Regulamenta a Lei n.º 2.100/05 que cria o Projeto Conservador das Águas, autoriza o executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais e dá outras providências".
Lei n.º 2326	15/08/07	"Reconhece como de Utilidade Pública a Associação do Meio Ambiente de Extrema"
Lei n.º 2482	11/02/09	"Institui o Fundo Municipal para Pagamentos por Serviços Ambientais e dá outras providências."
Decreto n.º 2.409	2010	"Regulamenta a Lei n.º 2.100/05 que cria o projeto conservador das águas".
Lei n.º 2766	11/11/10	"Autoriza atividades mercantis compreendidas nas classes 1 e 2 da Deliberação Normativa nº74/2004, emitida pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) nos locais que especifica e dá outras providências"
Lei n.º 2789	16/12/10	"Dispõe sobre a Política Municipal de Turismo e o Plano Municipal de Desenvolvimento Turístico Sustentável de Extrema-MG."
Lei Complementar n.º 083	25/02/13	"Aprova o Plano Diretor do Município de Extrema."

6.2 CARACTERIZAÇÃO DOS CENÁRIOS: CENÁRIO TENDENCIAL (2020-2035)

O cenário proposto neste tópico compreende, em sua fase final o ano de 2035, compreendendo com o final de mandato da administração pública municipal, que será responsável pela implantação das ações previstas para atingir o cenário estabelecido.

6.2.1 Projeções socioeconômicas

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

6.2.1.1 Projeções populacionais

Com base nas projeções apresentadas no trabalho, a população estimada para 2035 é na ordem de 67.542 habitantes, aumento de 117% 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 91%, conforme apresentado na Tabela 72 e na Figura 110.

Tabela 72. Projeção da população para 2035.

Ano	População Total	TGCA (%a.a)*	População Urbana	% urbana	População Rural	% rural
2013	31.093	3,59%	28.295	91,00%	2.798	9,00%
2014	32.209	3,59%	29.310	91,00%	2.899	9,00%
2015	33.365	3,59%	30.362	91,00%	3.003	9,00%
2016	34.563	3,59%	31.452	91,00%	3.111	9,00%
2017	35.803	3,59%	32.581	91,00%	3.222	9,00%
2018	37.088	3,59%	33.750	91,00%	3.338	9,00%
2019	38.419	3,59%	34.962	91,00%	3.458	9,00%
2020	39.798	3,59%	36.216	91,00%	3.582	9,00%
2021	41.227	3,59%	37.516	91,00%	3.710	9,00%
2022	42.706	3,59%	38.863	91,00%	3.844	9,00%
2023	44.239	3,59%	40.258	91,00%	3.982	9,00%
2024	45.827	3,59%	41.702	91,00%	4.124	9,00%
2025	47.472	3,59%	43.199	91,00%	4.272	9,00%
2026	49.175	3,59%	44.750	91,00%	4.426	9,00%
2027	50.940	3,59%	46.356	91,00%	4.585	9,00%
2028	52.769	3,59%	48.019	91,00%	4.749	9,00%
2029	54.662	3,59%	49.743	91,00%	4.920	9,00%
2030	56.624	3,59%	51.528	91,00%	5.096	9,00%
2031	58.657	3,59%	53.377	91,00%	5.279	9,00%
2032	60.762	3,59%	55.293	91,00%	5.469	9,00%
2033	62.943	3,59%	57.278	91,00%	5.665	9,00%
2034	65.202	3,59%	59.333	91,00%	5.868	9,00%
2035	67.542	3,59%	61.463	91,00%	6.079	9,00%

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

email: irrigart@irrigart.com.br

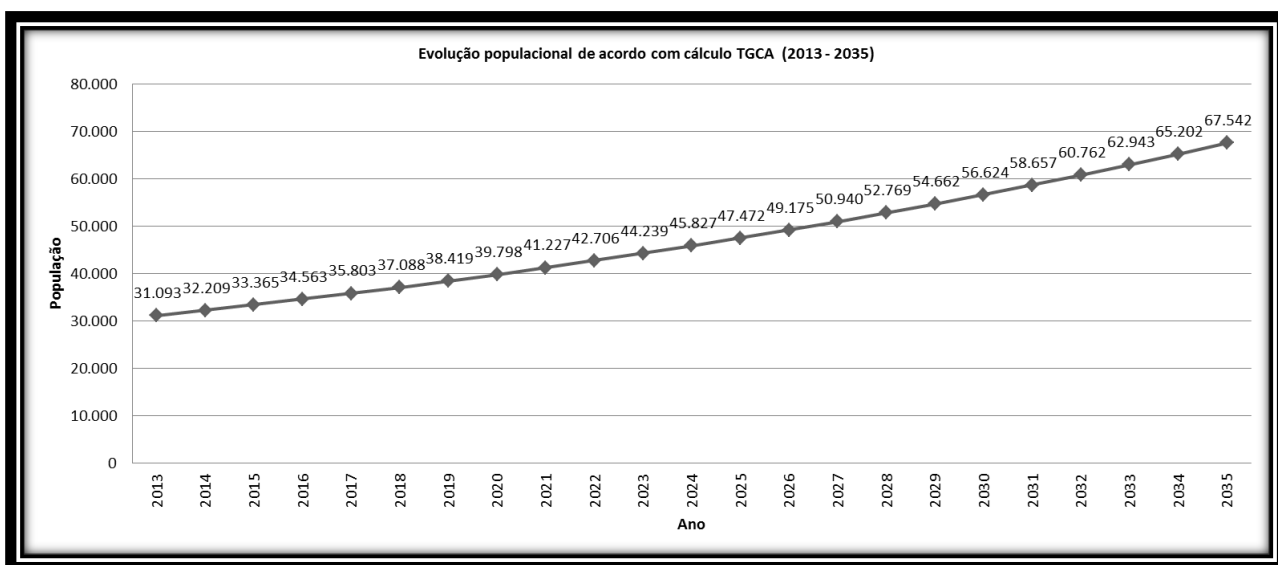


Figura 110. Evolução populacional (2013-2035).

6.2.2 Projeções desenvolvimento econômico

A tendência para o desenvolvimento econômico do município de Extrema está na combinação de indústrias (de baixo potencial poluidor), preservação ambiental e o setor de serviços ligados ao turismo e lazer.

O município pode ser atrativo para diversas indústrias por oferecer algumas vantagens, tais como: boa localização logística do município, as margens da BR-381 e próximo à divisa com o Estado de São Paulo, bem como grande disponibilidade de áreas.

As atividades ligadas ao pagamento por serviços ambientais tendem a se manter com uma importante atividade agrícola no município. A tendência é que até o ano de 2035, o PSA seja ampliado e ganhe uma nova realidade na zona rural do município de Extrema, 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 Extrema já deverá estar com todos os problemas relativos ao saneamento equacionados, tais quais: abastecimento, coleta e tratamento de esgoto na área urbana e nos distritos. Nos bairros isolados, deverão estar implantados sistemas alternativos para uma correta disposição dos efluentes domésticos.

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 conservação ambiental, a erosão superficial do solo e a sua consequência e o assoreamento dos corpos d'água.

Devido a suas características naturais, o processo de degradação do município foi bem mais ameno que em municípios vizinhos.

Em suma, sistematizam-se os principais problemas identificados nas bacias hidrográficas nas seguintes categorias:

- Ocupação de áreas de conservação nas áreas rurais, principalmente por pastagens extensivas.
- Infraestrutura urbana relacionada ao saneamento bastante precária, com ausência de tratamento de esgoto em todo o município. O problema do esgoto é agravado pela grande dispersão de bairros isolados.

O Capítulo a seguir, trata de uma síntese dos programas a serem desenvolvidos para que se possa alcançar melhorias necessárias no município de Extrema, conforme o prognóstico apresentado no capítulo anterior, para o horizonte prioritário (2014-2020) e horizonte tendencial (2014-2035), conforme apresentado.

7.1 Elaboração do Plano de Metas para o cenário provável (2014-2020).

A seguir são apresentados os Planos de Metas com as respectivas ações para o horizonte provável (2014-2020).

7.1.1 Programas de Comunicação com a população (M.1)

7.1.1.1 Placas de Sinalização (M.1.1)

O Programa de implantação de placas de sinalização, objetiva identificar aos moradores do município de Extrema que utilizam as pontes e travessias do município sobre o curso d'água em questão em qual bacia hidrográfica se encontra. Este programa objetiva também, criar uma identidade da população para com os cursos d'água existentes no município.

A sinalização deve ser intensificada nas estradas municipais que são rotas escolares, visando inserir nas crianças a identificação com os cursos d'água.

A Prefeitura Municipal deverá fazer gestões junto às concessionárias de rodovias, Departamento Estadual, e outros órgãos para que tomem a mesma iniciativa nas vias de trânsito as quais são responsáveis.

Cronograma de Implantação: De acordo com a disponibilidade de recursos financeiros e humanos dos órgãos envolvidos.

Custos Envolvidos: Os valores são estimados em R\$ 100.000,00 (cem mil reais).

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Meta: Possuir até o final do ano de 2020, 100% das pontes e travessias sinalizadas, tanto na área urbana como rural (M.1.1).

7.1.2 Ações relacionadas a Saneamento (M.2)

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

O município de Extrema já possui 100% de coleta de esgoto sanitário gerado na área urbana do município.

Esta meta prevê que 100% do esgoto coletado passem por tratamento prévio antes de serem lançadas nos cursos d'água. A COPASA já iniciou a construção da Estação de tratamento de esgoto do município. O prazo para a finalização da obra é no ano de 2014.

É um grande avanço para o município a Estação de Tratamento de esgotos ser concluída, uma vez que, irá tratar todo o esgoto coletado.

Cronograma de Implantação: 100% dos esgotos coletados do município deverão ser tratados até 2014.

Custos Envolvidos: Segundo estimativas, os custos envolvidos nesta meta são da ordem de 6 milhões de reais.

Coordenação: COPASA.

Meta: 100% de tratamento dos esgotos coletados na área urbana do município de Extrema até o ano de 2014 (M.2.1).

7.1.2.2 Elaborar projetos executivos para a implantação de solução para a coleta e tratamento de esgotos nos bairros isolados do município (M.2.2)

Esta meta prevê que a prefeitura contrate uma empresa de engenharia que elabore os projetos básicos e executivos para a solução de coleta e tratamento de esgoto nos bairros isolados.

Cronograma de Implantação: Até 2016, a Prefeitura deverá possuir os projetos básicos e executivos para a solução da questão de coleta e tratamento de esgotos nos bairros isolados.

Custos Envolvidos: Estima-se um valor de R\$ 300.000,00 para a elaboração dos projetos básicos e executivos para o esgotamento sanitário nos bairros isolados.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Meta: Possuir, até 2016 os projetos básicos e executivos para a solução da questão do esgotamento sanitário nos bairros isolados do município de Extrema. **(M.2.2).**

7.1.2.3 Implantação de projetos executivos para a implantação de solução para a coleta e tratamento de esgotos nos bairros isolados (M.2.3)

Esta meta prevê que a prefeitura implante os projetos elaborados através da Meta **M.2.2**, isto é, as soluções indicadas e projetadas para a temática do esgotamento sanitário deverão ser implantadas e construídas nos bairros isolados.

Cronograma de Implantação: Até 2020, a Prefeitura deverá executar os projetos básicos e executivos para a solução da questão de coleta e tratamento de esgotos nos bairros isolados.

Custos Envolvidos: Estima-se um valor de R\$ 3.000.000,00 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 implantado nos bairros isolados. **(M.2.3).**

7.1.2.4 Implantar melhorias no Aterro Sanitário de Extrema (M.2.4)

Esta meta prevê implantações de melhorias no Aterro Sanitário, tais como: obras de drenagem do chorume e medidas de monitoramento, minimizando os custos do município para a destinação final do lixo coletado, além de possibilitar um melhor gerenciamento do lixo reciclável.

Cronograma de Implantação: Até 2014, a Prefeitura deverá iniciar as operações no Aterro Sanitário construído.

Custos Envolvidos: Estima-se um valor de R\$ 500.000,00 para as melhorias necessárias no Aterro Sanitário.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Meta: Iniciar, até 2014, as melhorias no Aterro Sanitário do município **(M.2.4)**.

7.1.2.5 Elaboração de Plano Diretor de Saneamento do Município (M.2.5)

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 Extrema 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, através da Agência PCJ que está em fase de execução a elaboração deste trabalho.

Cronograma de Implantação: A Agência PCJ deverá realizar a contratação da empresa tão logo a licitação seja efetuada. A licitação foi publicada em agosto de 2013, e a contratação está estimada para o ano de 2013.

Custos Envolvidos: Estima-se um valor de R\$ 100.000,00 para a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Agência PCJ, juntamente com o acompanhamento da Prefeitura Municipal.

Meta: Possuir, até o início do ano de 2014 o Plano Finalizado. **(M.2.5)**.

7.1.3 Recuperação de Áreas de Conservação Ambiental (M.3)

7.1.3.1 Levantamento cadastral das Bacias do Juncal, Furnas, Tenentes e Matão para futura implantação do Conservador das Águas e obter informações para o Cadastro Ambiental Rural (M.3.1).

Esta ação propõe que a PM de Extrema, através de ações conjuntas entre as Secretarias de Meio Ambiente, realize estudos de viabilidade técnica e econômica para ampliação da política de pagamento por serviços ambientais nas bacias hidrográficas do Juncal, Furnas, Tenentes e Matão. A escolha dessas bacias para direcionamento do estudo é devido a elas serem classificadas no do programa Conservador das Águas, possuindo prioridades de recuperação.

Cronograma de Implantação: Até o ano de 2016, a Prefeitura Municipal deverá finalizar os estudos de viabilidade da ampliação deste programa nessas bacias.

Custos Envolvidos: Estima-se um valor de R\$ 350.000,00 para a contratação de uma consultoria para a elaboração dos estudos.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Meta: Elaboração de levantamento cadastral das bacias do Juncal, Furnas, Tenentes e Matão para futura implantação do Conservador das Águas e obter informações para o Cadastro Ambiental Rural, até o ano de 2016 **(M.3.1)**.

7.1.3.2 Implantação do projeto com base nas orientações elencadas pelo levantamento cadastral para a bacia do Juncal (M.3.2).

Finalizado o levantamento cadastral das bacias para ampliação do programa conservador de águas (**Meta M.3.1**), a Prefeitura Municipal deverá iniciar a implantação do projeto conservador das águas na bacia do Juncal, no início do ano de 2017. Este projeto deverá ser conduzido até o ano de 2020, quando deverá ser realizado um balanço dos investimentos e dos benefícios obtidos, avaliando a viabilidade da expansão do projeto para outras três bacias hidrográficas do município (Furnas, Tenentes e Matão), além da disponibilidade de recursos.

Cronograma de Implantação: Iniciar, no ano de 2017, um Projeto da ampliação do projeto de Pagamento por Serviços Ambientais no Município para a bacia do Juncal.

Custos Envolvidos: Estima-se um valor de R\$ 4.000.000,00 para o desenvolvimento do projeto em uma bacias, em 4 anos, isto é, um custo estimado de R\$ 1.000.000,00 ao ano.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Meta: Implantação de um projeto de Pagamento por Serviços Ambientais nos anos de 2017-2020 **(M.3.2)**.

7.1.3.3 Ampliação da rede de monitoramento fluvial, incluindo um ponto em cada uma das bacias contempladas na META M 3.1 (M.3.3).

A ampliação da rede de monitoramento fluvial possibilita o acompanhamento da situação dos recursos hídricos, levando em consideração a variação do volume de água de uma bacia hidrográfica, podendo embasar adequadamente estudos sobre balanço hídrico, produção de sedimentos, além de orientar construção de reservatórios, travessias, e medidas de prevenção ao assoreamento e erosões.

Cronograma de Implantação: Iniciar, no ano de 2015, a ampliação da rede de monitoramento fluvial nas bacias do Juncal, Furnas, Tenentes, Matão.

Custos Envolvidos: Estima-se um valor de R\$ 300.000,00 para a ampliação da rede.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal, com o apoio da Agência Nacional de Águas.

Meta: Ampliação da rede de monitoramento fluvial, incluindo pontos nas bacias do Juncal, Furnas, Tenentes e Matão **(M.3.3)**.

7.1.3.4 Elaboração de estudo de geologia estrutural no município com foco na produção de água (M.3.4).

O estudo de geologia estrutural tem como objetivo a verificação e identificação de áreas com maior grau de fraturamento, propiciando uma maior recarga do lençol freático e aumento de produção de água superficial.

Cronograma de Implantação: Iniciar, no ano de 2015, a contratação de empresa para elaboração do estudo.

Custos Envolvidos: Estima-se um valor de R\$ 200.000,00 para a elaboração do estudo.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Meta: Elaboração de estudo de geologia estrutural no município com foco na produção de água **(M.3.4)**.

7.1.3.5 Elaboração do Plano Municipal da Mata Atlântica (M.3.5).

A elaboração do Plano Municipal da Mata Atlântica, tem por objetivo principal estabelecer metas para recuperar áreas prioritárias e cruzar informações do projeto Conservador das Águas e Plano Municipal de Recursos Hídricos.

Cronograma de Implantação: Iniciar, no ano de 2015, a contratação de empresa para elaboração do estudo.

Custos Envolvidos: Estima-se um valor de R\$ 100.000,00 para elaboração do Plano.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Meta: Elaboração do Plano Municipal da Mata Atlântica **(M.3.5)**.

7.1.3.6 Programa de incentivo a manutenção e conservação das áreas de conservação ambiental da bacia do Jaguari/zona urbana (M.3.6).

Esta ação refere-se a elaboração pela equipe da Prefeitura Municipal de Extrema, através da Secretaria do Meio Ambiente, de um programa de incentivo a manutenção e conservação das áreas de conservação ambiental da bacia do Jaguari, onde localiza-se a área urbana do município, uma vez que, esta bacia não está contemplada no programa Conservador das Águas. Este programa pode elencar algumas ações a serem tomadas para conservação dessas áreas prioritárias de conservação.

Cronograma de Implantação: Iniciar, no ano de 2014.

Custos Envolvidos: Esta ação deverá ser desenvolvida pela própria equipe da Prefeitura Municipal.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Meta: Programa de incentivo a manutenção e conservação das áreas de conservação ambiental da bacia do Jaguari/zona urbana **(M.3.6)**.

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 à necessidade de se manter um acompanhamento e gestão de todas as informações relativas às ações em recursos hídricos realizadas no município,

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

mantendo-se assim um banco de dados de informações que venham a auxiliar a elaboração dos outros Planos de Recursos Hídricos.

Cronograma de Implantação: Imediatamente após a finalização do Plano.

Custos Envolvidos: O programa deverá ser desenvolvido pela própria equipe técnica da Prefeitura.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Secretaria de meio Ambiente de Extrema.

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 se manter um acompanhamento e gestão de todas as ações realizadas que podem ser georreferenciadas, tais como: plantios em APP's, construções e/ou reformas de pontes, galerias de águas pluviais, etc, mantendo-se assim um banco de dados de informações georreferenciadas que venham a auxiliar a elaboração dos outros Planos de Recursos Hídricos.

Cronograma de Implantação: Imediatamente após a finalização do Plano.

Custos Envolvidos: O programa deverá ser desenvolvido pela própria equipe técnica da Prefeitura.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Secretaria de meio Ambiente de Extrema.

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

Esta ação, de natureza institucional advém da necessidade de se criar no município uma legislação específica para os recursos hídricos, instituindo a Política Municipal de Gestão dos Recursos Hídricos, que estabelece os instrumentos básicos para a implantação da política. Sugere-se como modelo de legislação para orientar a Prefeitura Municipal a legislação do município de Piracicaba.

Cronograma de Implantação: Imediatamente após a finalização do Plano.

Custos Envolvidos: O programa deverá ser desenvolvido pela própria equipe técnica da Prefeitura/Câmara Municipal.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá ao departamento jurídico da Prefeitura

Meta: Aprovar no município, no ano de 2014, de Lei Municipal que institui a Política Municipal de Gestão dos Recursos Hídricos. **(M.4.3)**

7.1.4.4 Ampliar parcerias (ANA, EMATER, entre outras) para realizar as ações deste Plano e outras ações necessárias no município (M.4.4).

Esta ação propõe que a Prefeitura Municipal de Extrema, amplie as parcerias com outras entidades para realização das ações deste plano e outras ações necessárias para o município.

Cronograma de Implantação: De acordo com a disponibilidade técnica e das entidades parceiras, a partir de 2014.

Custos Envolvidos: Esta ação deverá ser realizada pela própria equipe técnica da Prefeitura Municipal e das entidades.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Meta: Ampliar parcerias para realizar as ações deste Plano e outras ações necessárias no município. **(M.4.4).**

7.1.4.5 Implementar estrutura de apoio aos produtores rurais para a realização do Cadastro Ambiental Rural (M.4.5).

Esta ação propõe que a Prefeitura Municipal de Extrema, crie uma estrutura para apoiar aos produtores rurais no Cadastro Ambiental Rural, que é obrigatório para todos os imóveis rurais. Esse cadastro tem por finalidade integrar as informações ambientais referentes à situação de APPs, reserva legal e remanescente de vegetação nativa.

Cronograma de Implantação: Imediato, uma vez que o Cadastro Ambiental Rural está em fase de implantação no estado.

Custos Envolvidos: Esta ação deverá ser realizada pela própria equipe técnica da Prefeitura Municipal.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Meta: Implementar estrutura de apoio aos produtores rurais para a realização do Cadastro Ambiental Rural. **(M.4.5).**

7.1.4.6 Implementação e melhorias na estrutura da Prefeitura Municipal para assuntos relacionados ao Licenciamento Ambiental Municipal (M.4.6).

Esta ação propõe melhorias na estrutura da Prefeitura Municipal para assuntos relacionados ao Licenciamento ambiental, uma vez que cabe ao município o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades consideradas como de impacto local.

Cronograma de Implantação: 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.

Meta: Implementação e melhorias na estrutura da Prefeitura Municipal para assuntos relacionados ao Licenciamento Ambiental Municipal. (M.4.6).

7.1.4.7 Ampliar a criação de Unidades de Conservação Municipal (RPPN e Parques Municipais) em áreas de conservação ambiental (M.4.7).

Esta ação propõe que a Prefeitura Municipal de Extrema, amplie a criação de Unidades de conservação municipal em áreas de conservação ambiental (APPs, topo de morro, entre outras). Esta ação já está sendo desenvolvida, uma vez que a Prefeitura Municipal já comprou cerca de 100 ha para criar unidades de conservação.

Cronograma de Implantação: A partir da finalização deste plano já pode ser realizada a ação.

Custos Envolvidos: Esta ação deverá ser realizada pela própria equipe técnica da Prefeitura Municipal.

Coordenação: A coordenação desta ação caberá a Prefeitura Municipal.

Meta: Ampliar a criação de Unidades de Conservação Municipal (RPPN e Parques Municipais) em áreas de conservação ambiental. (M.4.7).

7.1.5 Resumo das metas para o cenário provável.

A Tabela 73 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 15,35 milhões de reais.

Tabela 73. Proposição de Metas e Ações - Cenário Provável.

Ações		Metas		Custo Estimado (R\$)	Desenvolvimento / Coordenação
M.1	Programas de Comunicação com a população	M.1.1	Possuir até o final do ano de 2016 100% das pontes e travessias sinalizadas, tanto na área urbana como rural	100.000,00	PM Extrema
M.2	Saneamento	M.2.1	Atingir o índice de 100% de tratamento de esgoto na área urbana de extrema	6.400.000,00	COPASA
		M.2.2	Elaborar projetos executivos para a implantação de solução para a coleta e tratamento de esgotos nos bairros isolados do município	300.000,00	PM Extrema
		M.2.3	Implantar os projetos de tratamento na coleta e tratamento de esgoto nos bairros isolados	3.000.000,00	PM Extrema
		M.2.4	Implantar melhorias no Aterro Sanitário de Extrema	500.000,00	PM Extrema
		M.2.5	Elaboração de Plano Diretor de Saneamento do município	100.000,00	Agencia PCJ
M.3	Recuperação de áreas de conservação ambiental (AC's)	M.3.1	Levantamento cadastral das Bacias do Juncal, Furnas, Tenentes e Matão para futura implantação do Conservador das águas e obter informações para o Cadastro Ambiental Rural.	350.000,00	PM Extrema
		M.3.2	Implantação do projeto com base nas orientações elencadas pelo levantamento cadastral para a bacia do Juncal.	4.000.000,00	PM Extrema
		M.3.3	Ampliação da rede de monitoramento fluvial, incluindo um ponto em cada uma das bacias contempladas na META M.3.1	300.000,00	PM Extrema/ANA
		M.3.4	Elaboração de estudo de Geologia Estrutural no município com foco na produção de água.	300.000,00	PM Extrema
		M.3.5	Elaboração do Plano Municipal da Mata Atlântica	100.000,00	PM Extrema
		M.3.6	Programa de incentivo a manutenção e conservação das áreas de conservação ambiental existentes na bacia do Jaguari/zona urbana	-	PM Extrema
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 Extrema
		M.4.2	Manter um arquivo das informações georreferenciadas (mapeamentos, levantamentos, etc) realizadas após a publicação deste plano.	-	PM Extrema

Ações	Metas		Custo Estimado (R\$)	Desenvolvimento / Coordenação
	M.4.3	Elaboração de legislação relacionada a Recursos Hídricos no município – Política Municipal de Gestão dos Recursos Hídricos	-	PM Extrema
	M.4.4	Ampliar parcerias (ANA, EMATER, entre outras) para realizar as ações deste Plano e outras ações necessárias no município. .	-	PM Extrema
	M.4.5	Implementar estrutura de apoio aos produtores rurais para a realização do Cadastro Ambiental Rural – CAR		
	M.4.6	Implementação e melhorias na estrutura da Prefeitura para assuntos relacionados ao Licenciamento Ambiental Municipal		
	M.4.7	Ampliar a criação de Unidades de Conservação Municipal (RPPN e Parques Municipais) em áreas de conservação ambiental		PM Extrema

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 Extrema, 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 uma grande ação para combater os grandes problemas do município: a remuneração dos produtores rurais que preservem suas propriedades, aliando a geração de renda com a preservação ambiental.

Tabela 74. Proposição de Metas e Ações - Cenário Tendencial.

Ações		Metas		Custo Estimado Total no período indicado (R\$)	Desenvolvimento/Coordenação
MT.1	Áreas de conservação ambiental	MT.1.1	Ampliação do programa de PSA – “Pagamentos por serviços Ambientais”, que deverá ser implantado nas bacias Furnas Tenentes e Matão.	20.000.000,00	Prefeitura Municipal

8 SÍNTESE DOS CUSTOS ENVOLVIDOS

Conforme os dados apresentados na Figura 111 e na Figura 112, o investimento total nas metas estabelecidas para o cenário provável neste PMRH soma 15,35 milhões de reais.

De acordo com o Plano de Investimentos definidos para alcançar as metas propostas, o montante empregado em saneamento corresponde a 67% do total (M.2). A composição dos custos de metas e ações para implantação de ações de Saneamento deflagra o alto investimento necessário para a questão do tratamento de esgoto na área urbana (M.2.1), cuja responsabilidade é da COPASA. Outra área que merece destaque é Recuperação de Nascentes e APP's (M.3) que irá consumir 32% dos recursos.

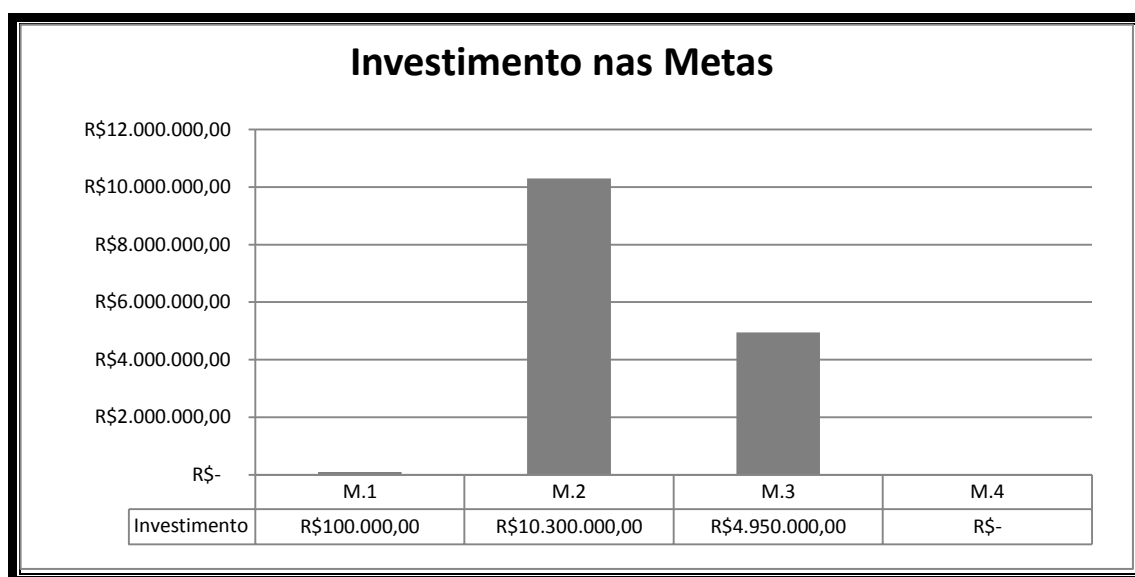


Figura 111. Valores de investimento para o cumprimento das metas do PMRH.

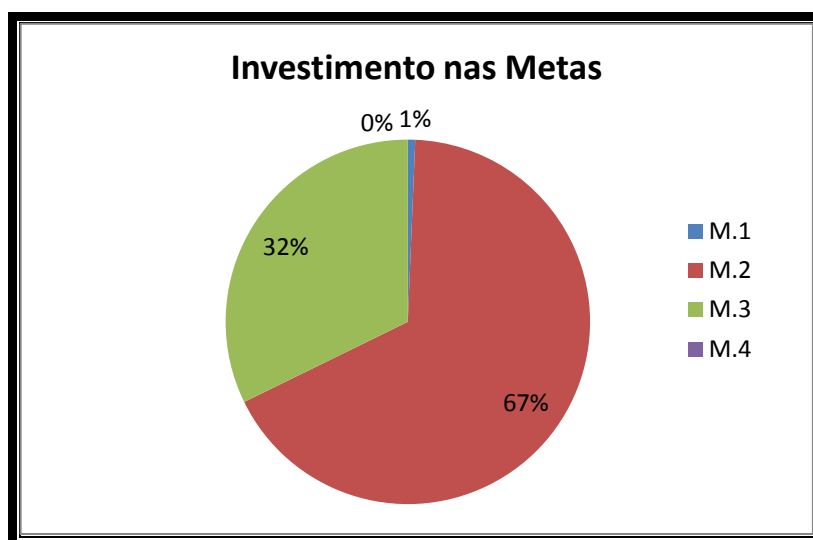


Figura 112. Percentual de investimento para o cumprimento das metas do PMRH.

Já para o cenário tendencial, o plano apresenta uma estimativa de investimento de 20 milhões de reais, sendo para a continuação do projeto do PSA em três bacias do município (Furnas, Tenentes e Matão). Este valor é estimado. A efetiva implantação deste programa no cenário tendencial dependerá dos resultados encontrados na ampliação do projeto, prevista para as quatro bacias em ordem de prioridade (Juncal, Furnas, Tenentes e Matão, no Plano de Metas para o cenário provável (M.3.1), 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.

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.
- Recursos dos parceiros envolvidos no projeto Conservador das Águas;
- Recursos oriundos do ICMS Ecológico recebido do Governo do Estado de Minas Gerais, por possuir uma Área de Proteção Ambiental dentro do Município (APA Fernão Dias);

As metas e ações neste plano propostas ainda não possuem fonte de recursos definida. O Programa de Investimentos limita-se apenas a propor que determinadas ações tenham as suas despesas cobertas pelas fontes indicadas, não havendo nenhuma relação de compromisso. Os recursos disponíveis através dos Comitês PCJ se configuram, atualmente, como um grande aliado dos municípios para o financiamento de obras e projetos relacionados a gestão dos recursos hídricos. Todavia, este recurso é bastante limitado devido as grandes somas de recursos envolvidas em obras de saneamento, em especial de tratamento de esgotos, que é o principal problema de grande parte dos municípios presentes nesta Bacia, tanto os paulistas quanto os mineiros.

Desta forma, sugere-se que o município faça uso deste recurso para a contratação de bons projetos de engenharia, básicos e executivos que possibilitem o acesso a outras formas de recursos que maiores somas disponíveis, em especial os recursos da União através do Ministério das Cidades.

A COPASA, que é responsável pela maior parte dos investimentos necessários, possui planos de investimentos robustos e também possui acesso a financiamentos no mercado de capitais, uma vez que é uma empresa com ações negociadas em bolsa de valores, portanto deve prestar contas aos seus acionistas não por sua rentabilidade, mas também pela melhoria no serviço proposto.

10 ELABORAÇÃO DO SMIA – SISTEMA MUNICIPAL DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

O trabalho de planejamento ambiental depende, fundamentalmente, da disponibilidade e consistência dos dados. A organização dos dados é fundamental para o entendimento completo da temática do meio ambiente. Para tanto, foi elaborado uma base de dados georreferenciado que tem por finalidade auxiliar a gestão ambiental nos municípios abordados pelo presente projeto.

Banco de dados, muitas vezes também chamado de base de dados, é um conjunto de arquivos estruturados, de forma a facilitar o acesso a algumas informações que descrevem determinadas entidades do mundo real. Para entender a diferença básica entre banco de dados e banco de dados georreferenciado (BDG), pode-se citar como exemplo, um banco de dados de municípios de um determinado Estado que contém pelo menos três tipos de arquivos: dados de identificação (nome, data da fundação, etc.), dados censitários (população, natalidade, educação, etc.) e dados econômicos (renda per capita, atividades econômicas, exportação, etc.). Por este banco de dados não ter nenhuma referência geográfica ele é chamado de banco de dados convencional.

O BDG difere do convencional por armazenar, além dos dados alfanuméricos, dados sobre a localização das entidades. No exemplo anterior, o banco de dados convencional pode ser transformado em BDG se for introduzido mais um arquivo que associe a cada informação disponível uma localização geográfica, ou seja, é necessário introduzir uma referência geográfica em termos de pares de coordenadas geográficas.

Além da forma de armazenamento (referenciado), as diferenças entre o banco de dados comum e o BDG abrangem o tipo de operação que pode ser realizada. No caso do banco de dados convencional, é possível fazer consulta para saber a identificação de um determinado município X e Y. Já no BDG é possível saber o nome do Município X e Y, além da distância entre suas sedes, porque este comporta dados de localização.

Paralelamente a este Relatório, com o objetivo de realizar consultas de forma espacializada, foi então desenvolvido um BDG em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). A vantagem da utilização deste banco de dados é a possibilidade de disponibilizar geograficamente as informações de cada município, facilitando a leitura e a posterior interpretação dos dados, bem como promovendo um melhor entendimento da área de estudo.

Muitas vezes os limites políticos não coincidem com os limites geográficos, gerando problemas na utilização, interpretação e espacialização dos dados. Com o BDG é possível

Rua Alfredo Guedes, 1949 - sala 709

Bairro Alto - Piracicaba - SP

CEP 13416-901

email: irrigart@irrigart.com.br

cruzar informações, obter dados isolados, interpretar dados de ordem física, política e socioeconômica de uma forma muito mais simplificada do que através de mapas isolados. Na Figura 113 é apresentada a estrutura de um BDG.

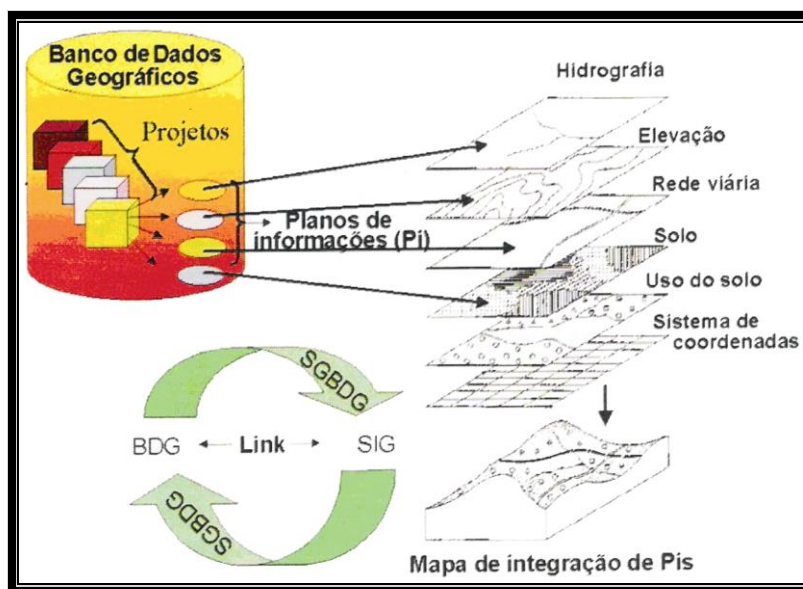


Figura 113. Exemplo de estrutura e organização de um BDG (Câmara, 1994).

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 dos 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

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

apenas as informações de interesse. A Figura 114 apresenta a estrutura e o conteúdo do BDG elaborado paralelamente a este projeto.

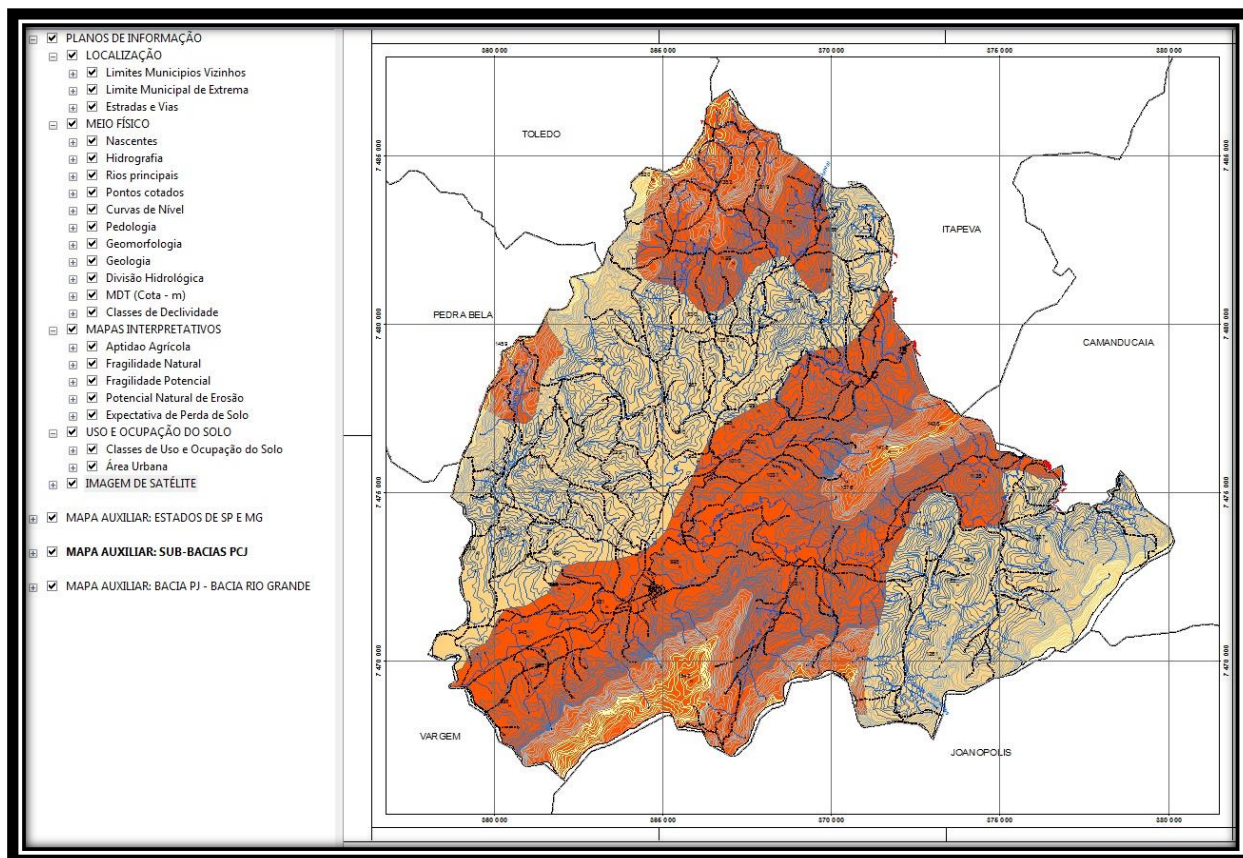


Figura 114. Estrutura e organização do BDG do município de Extrema

Nota-se que há cinco grandes grupos de informações ou Planos de Informação (Localização, Meio Físico, Mapas Interpretativos, Uso e Ocupação do Solo e Imagem de Satélite). Para facilitar o entendimento do usuário, existem outros três mapas auxiliares que apresentam a localização do município com relação aos Estados de São Paulo e Minas Gerais, a localização hidrológica perante as Sub-bacias do Sistema PCJ e a localização hidrológica perante as UPGRH do Rio Grande e Piracicaba/Jaguari. Entretanto, devido a escala do mapa e o tamanho reduzido do documento Word, os mapas auxiliares apenas estarão visíveis através da interface com o software ArcReader. Os tópicos a seguir apresentam uma breve descrição das informações contidas em cada PI.

10.1 Localização

Neste Plano de Informação (PI), tem-se a indicação da localização geográfica do município através de seu limite municipal, limites dos municípios vizinhos e estradas municipais, além da grade de coordenadas UTM (Datum Sirgas 2000, UTM 23 Sul). A Figura 115 apresenta um exemplo de visualização deste PI.

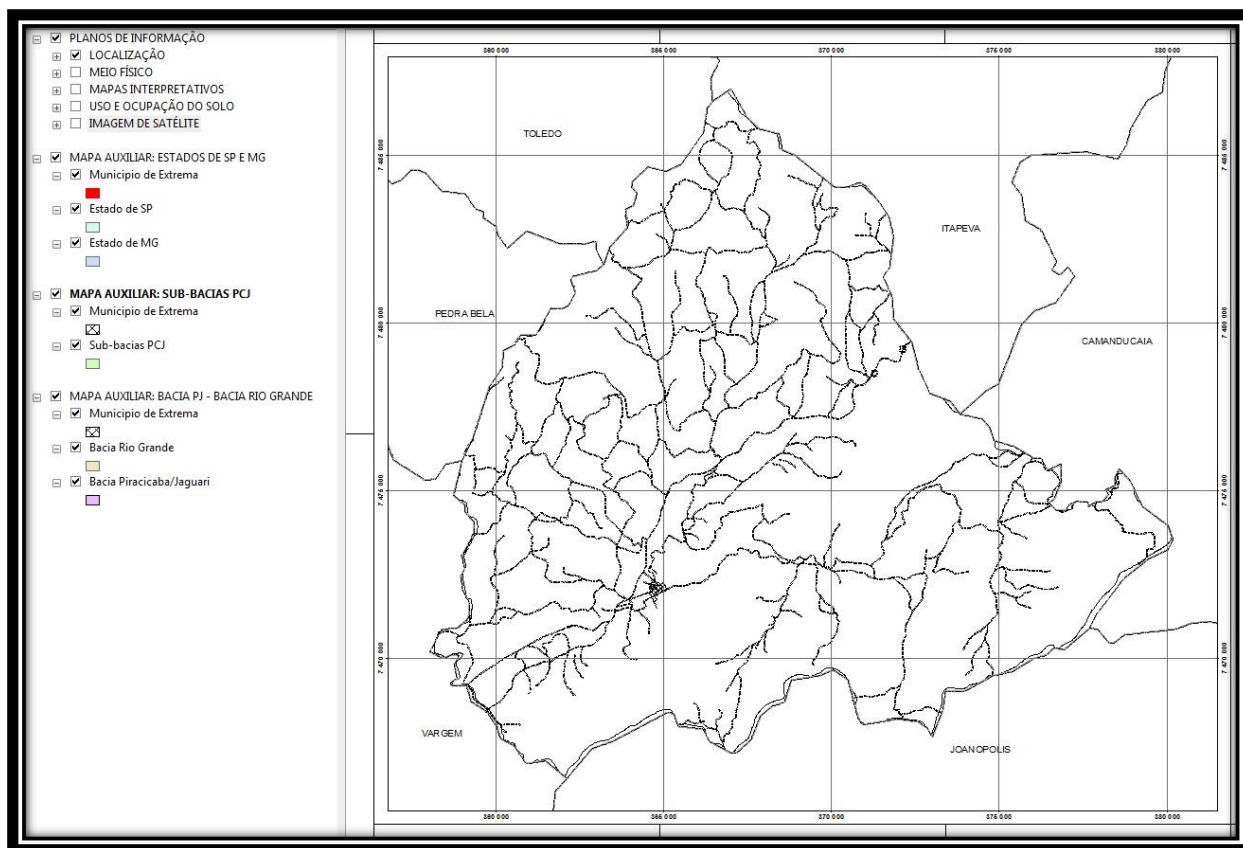


Figura 115. Exemplo de visualização do PI Localização.

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 116 apresenta um exemplo de visualização deste PI.

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

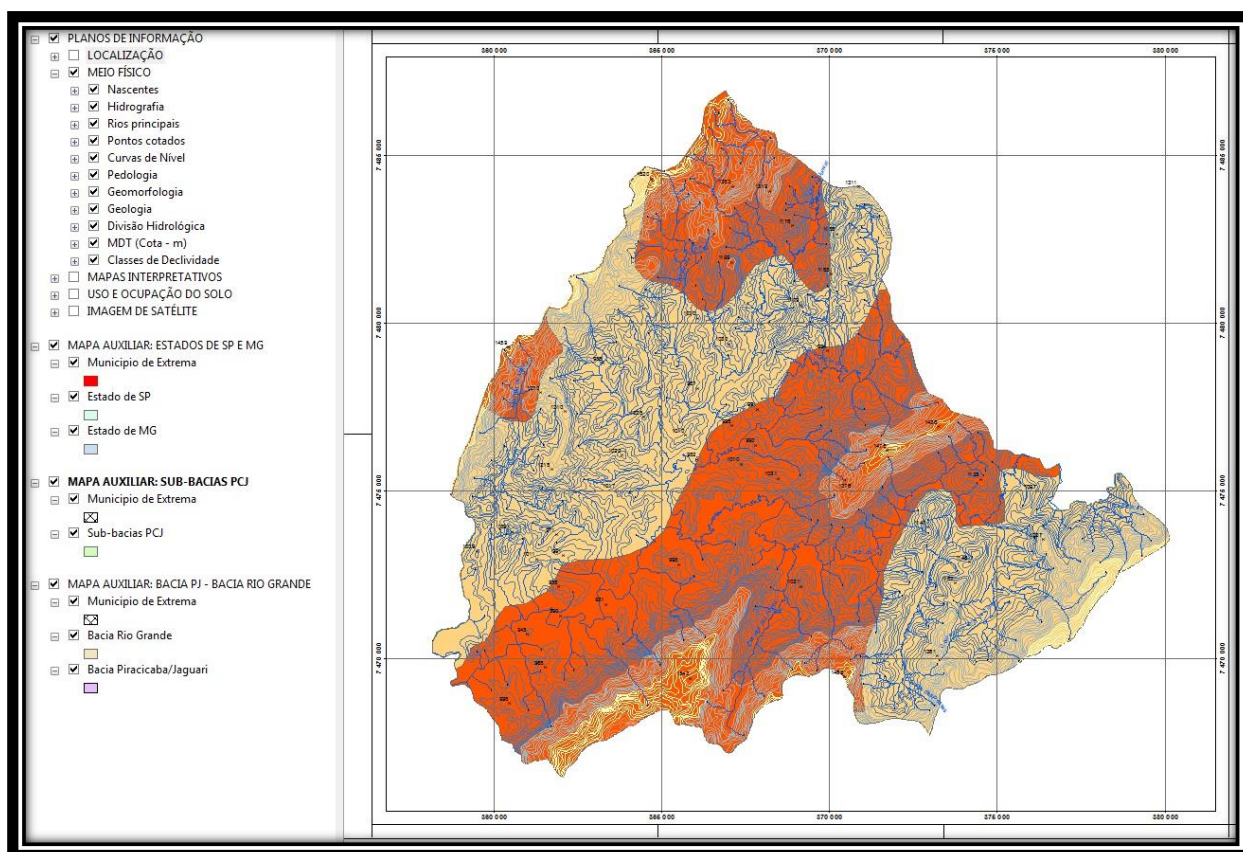


Figura 116. Exemplo de visualização do PI Meio Físico.

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 117 apresenta os detalhes deste PI.

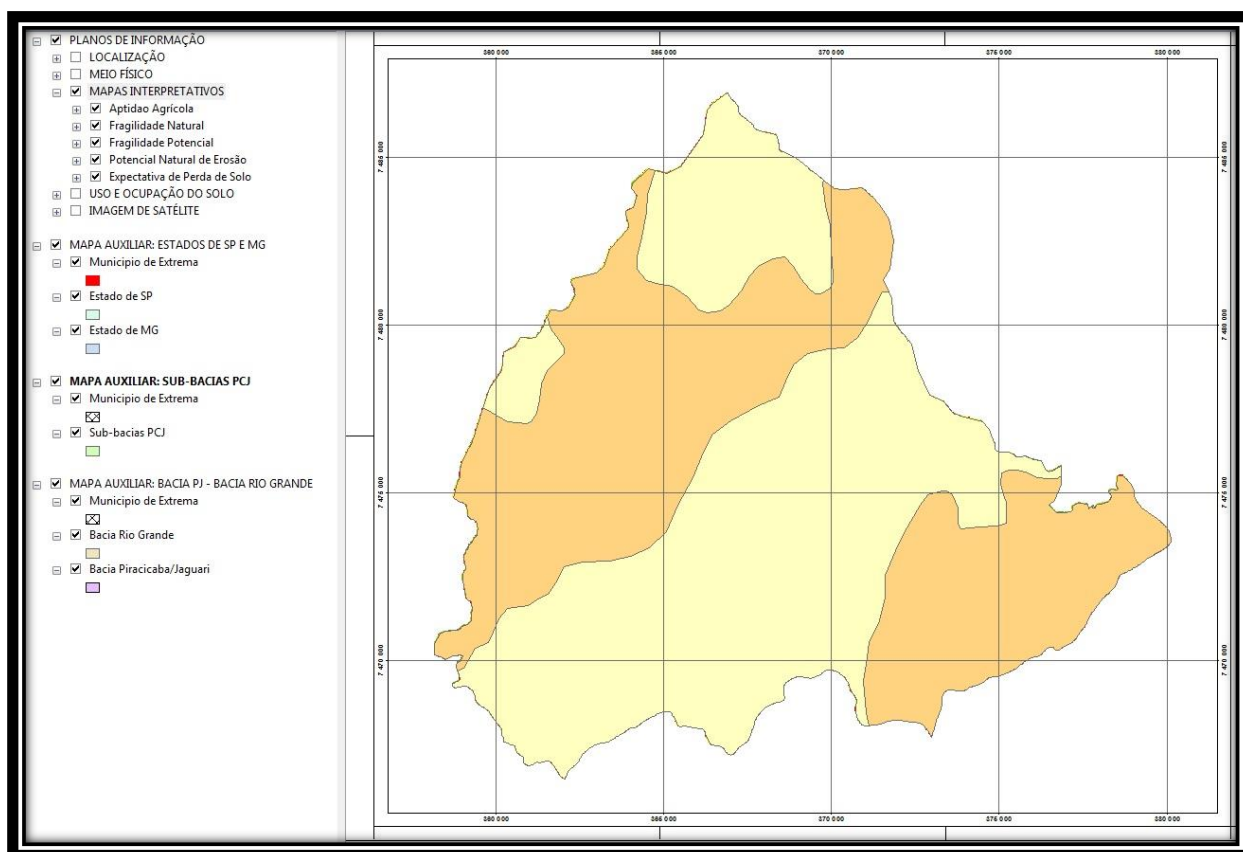


Figura 117. Exemplo de visualização do PI Mapas Interpretativos.

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 118 apresenta os detalhes deste PI.

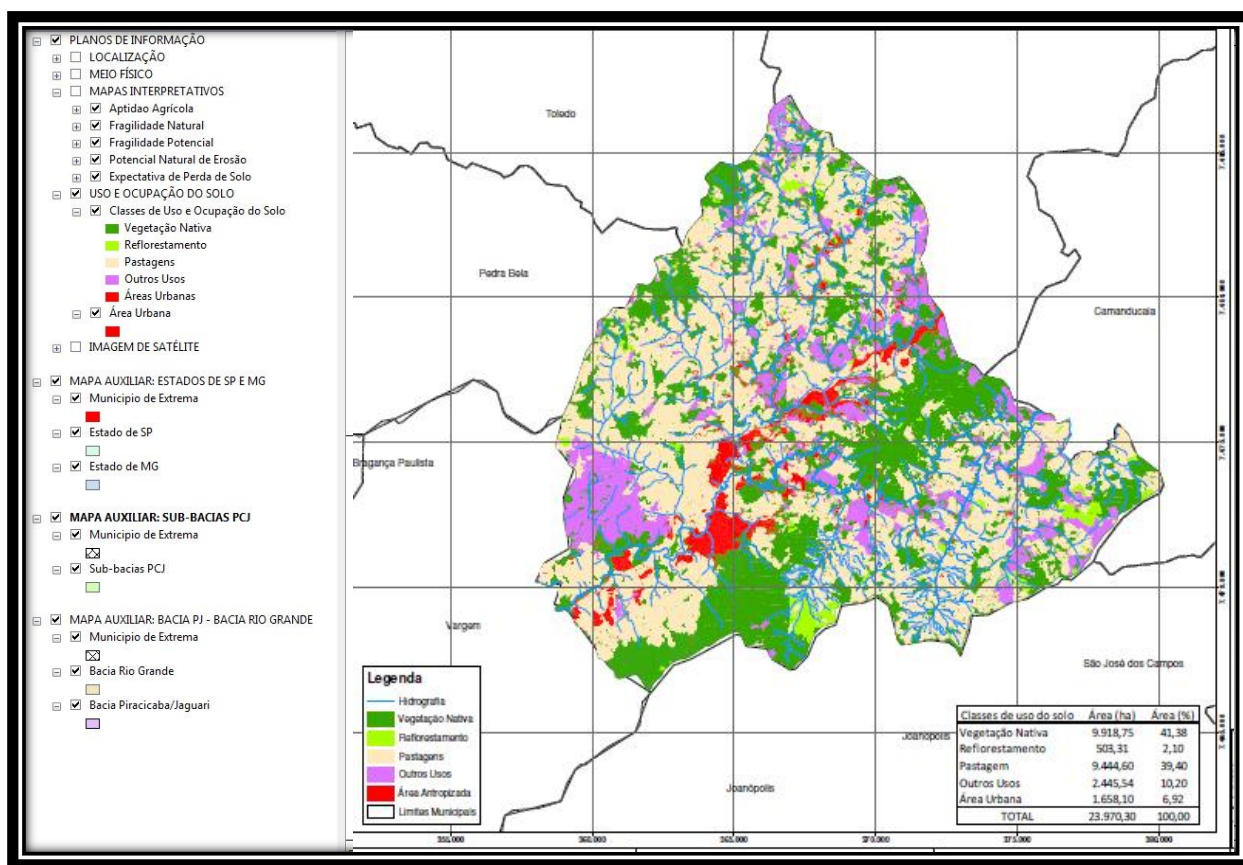


Figura 118. Exemplo de visualização do PI Uso do Solo.

10.5 Imagem de Satélite

Neste PI é apresentado a imagem de satélite de alta resolução do ano de 2011 (satélite WorldView - 2, resolução espacial de 60cm), a qual foi utilizada na digitalização das classes de uso do solo.

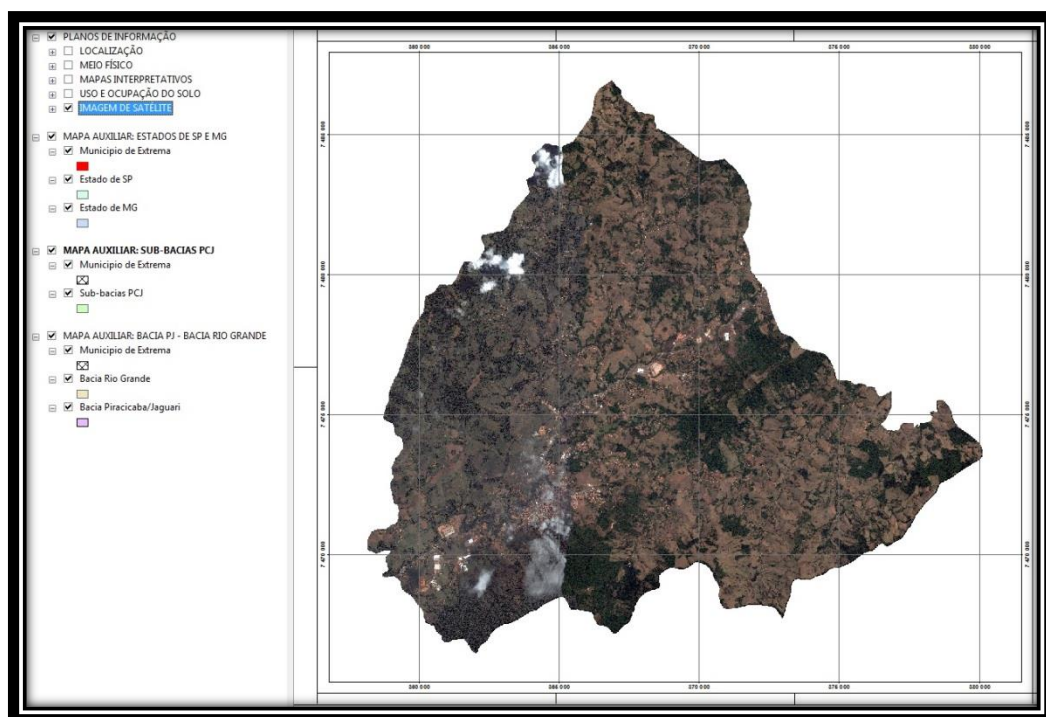


Figura 119. Exemplo de visualização do PI Imagem de Satélite (pouca aproximação).

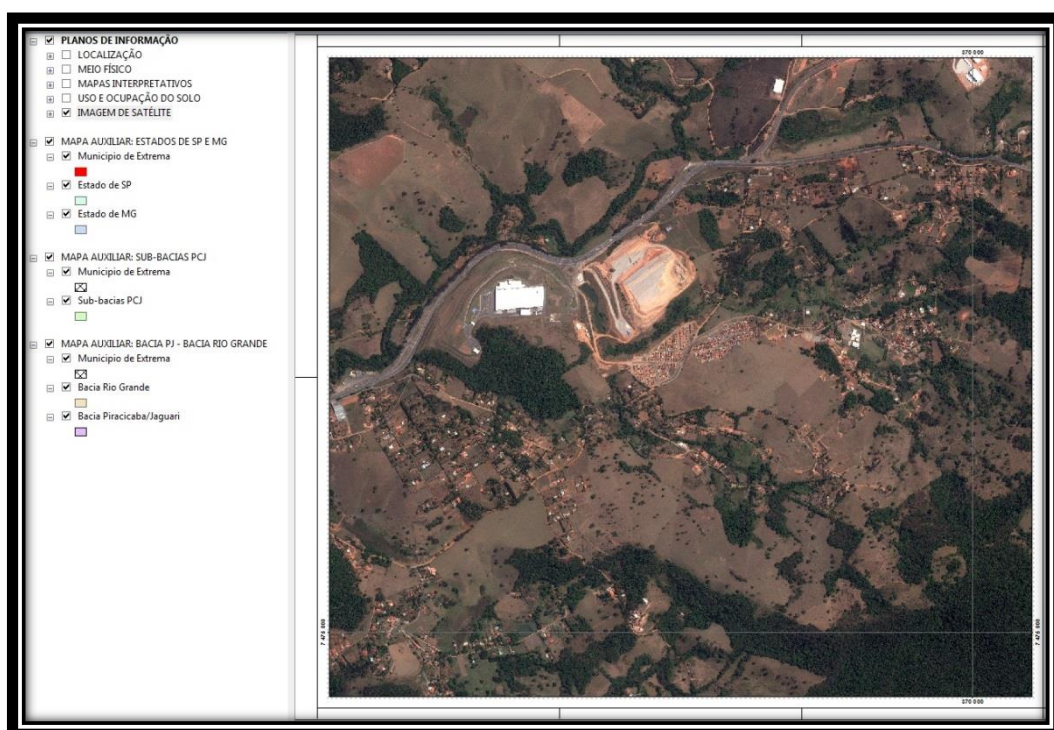


Figura 120. Exemplo de visualização do PI Imagem de Satélite (média aproximação).

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

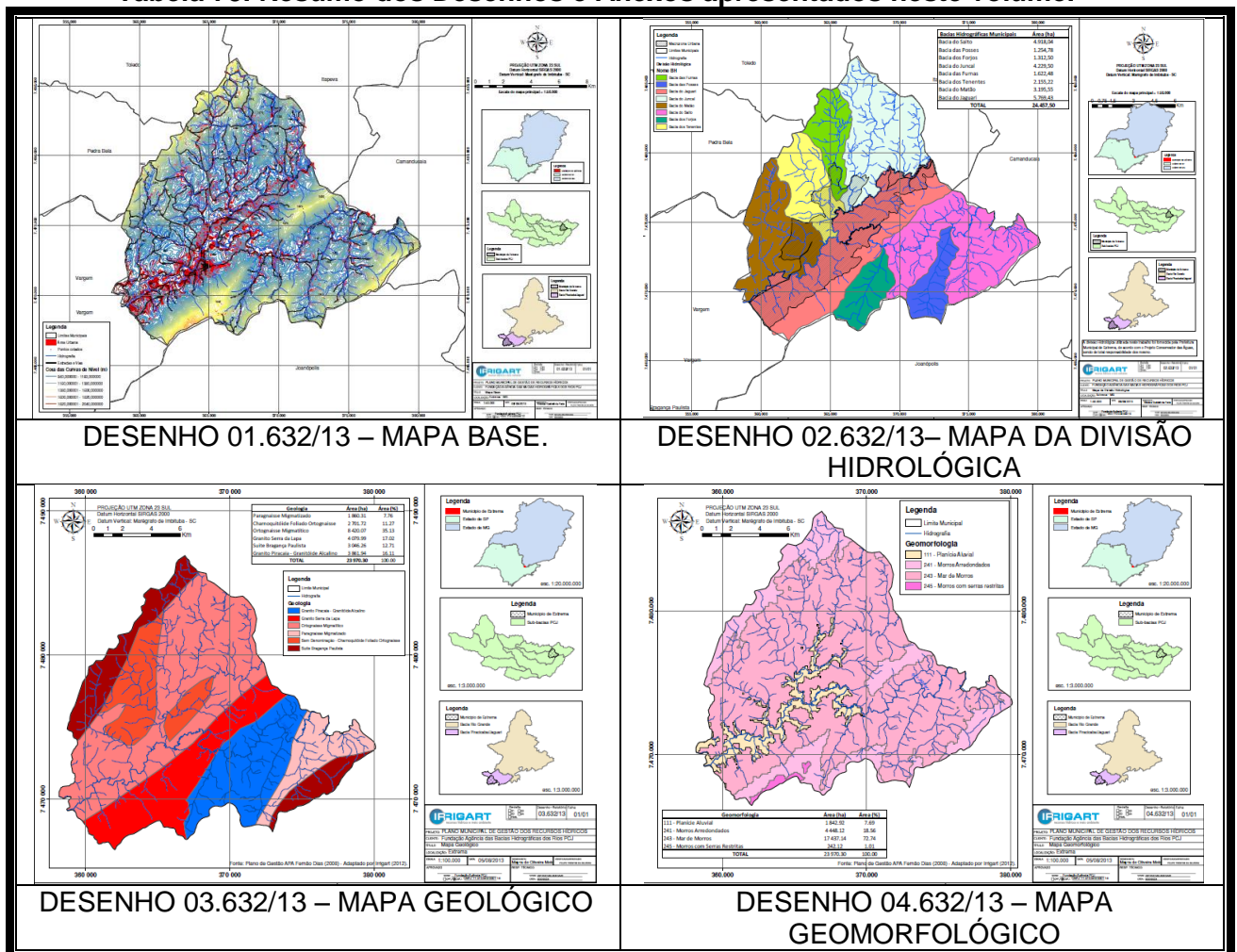
email: irrigart@irrigart.com.br

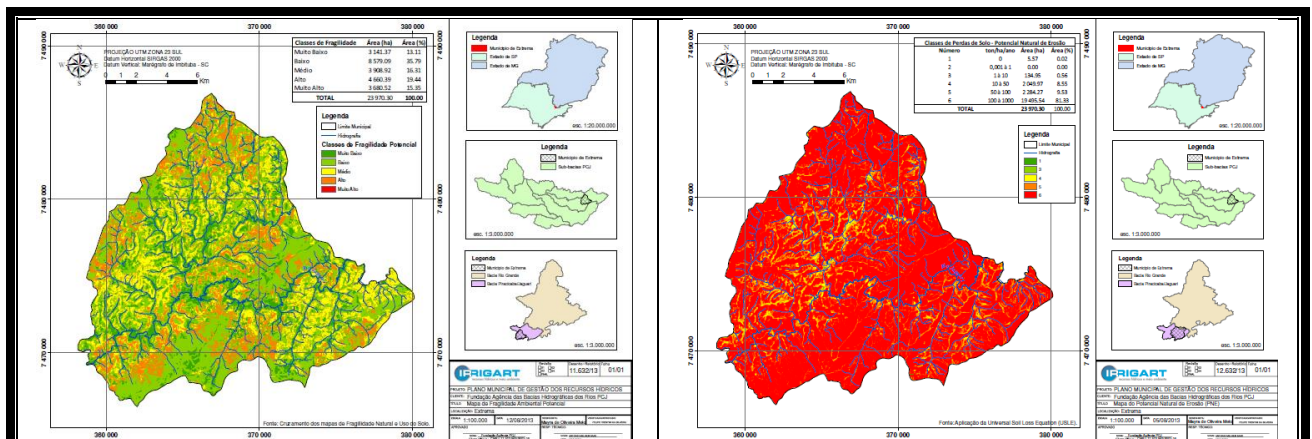
Fone/Fax: 19 3432-7540 / 19 3301-8228

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.

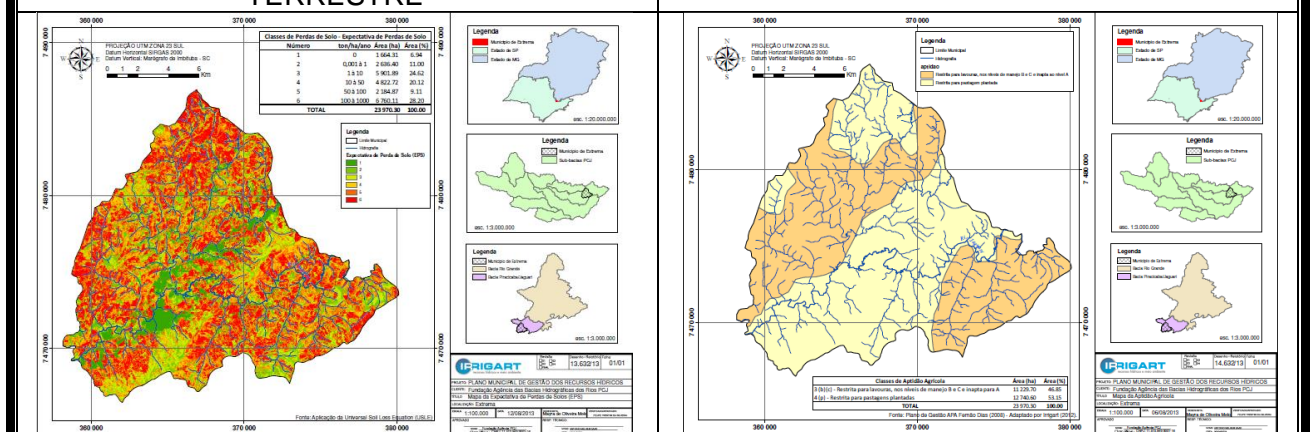
Tabela 75. Resumo dos Desenhos e Anexos apresentados neste volume.





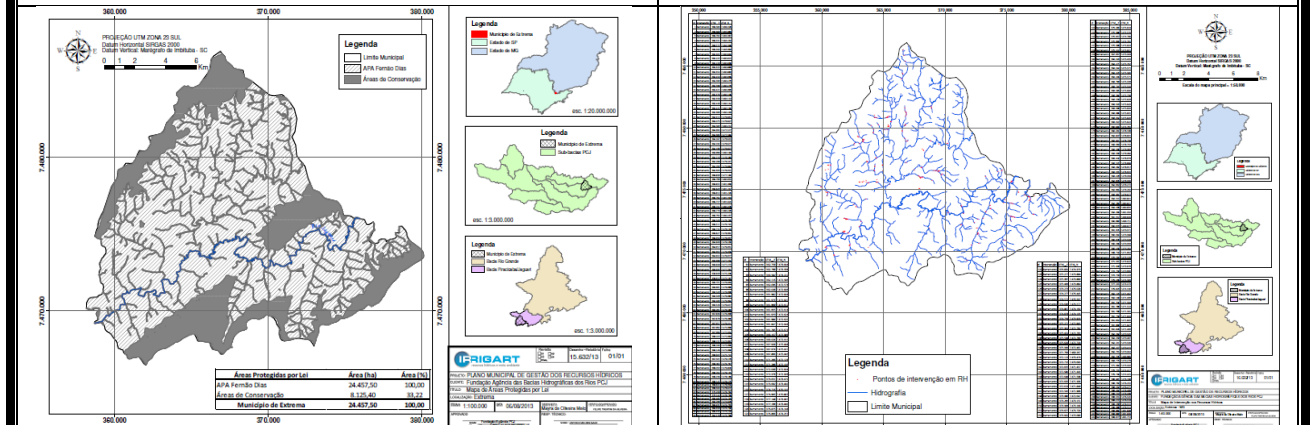
DESENHO 11.632/13 – MAPA DA FRAGILIDADE POTENCIAL DO MEIO FÍSICO TERRESTRE

DESENHO 12.632/13 – MAPA DO POTENCIAL NATURAL A EROÇÃO



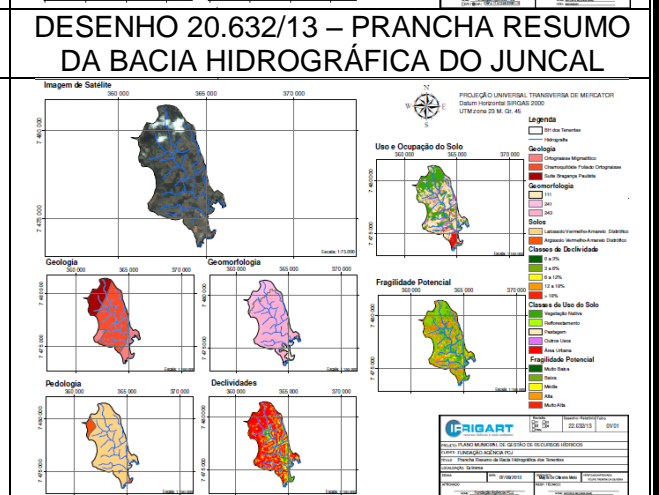
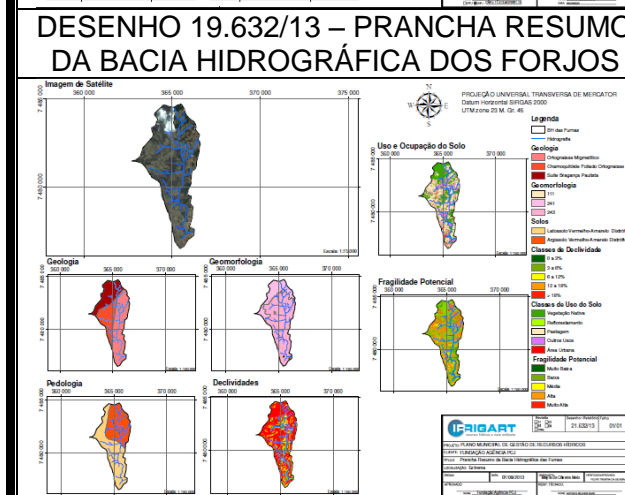
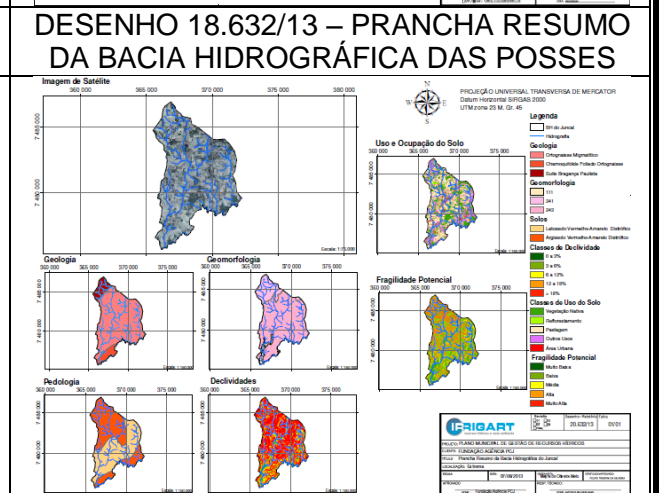
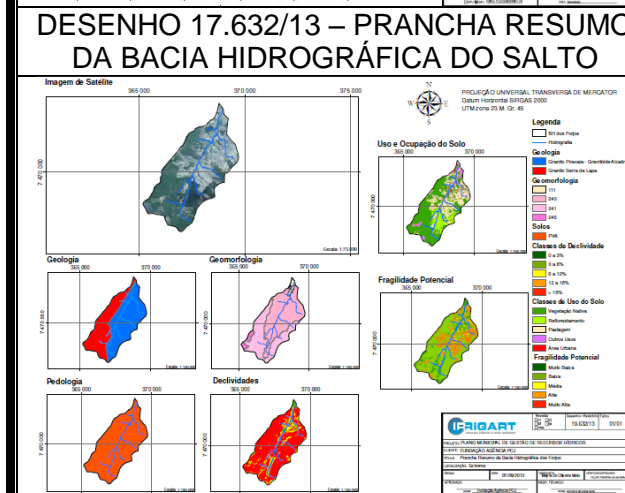
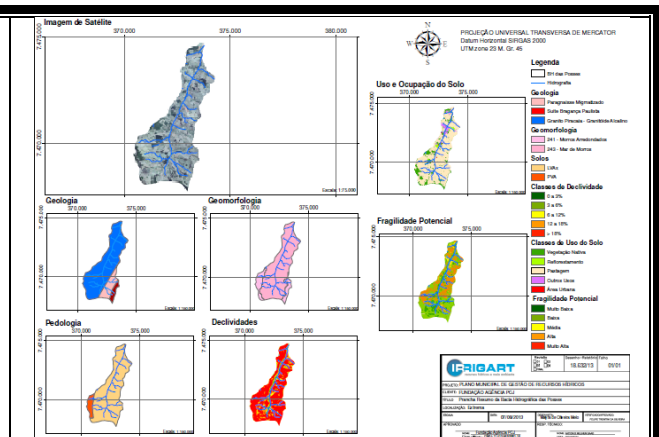
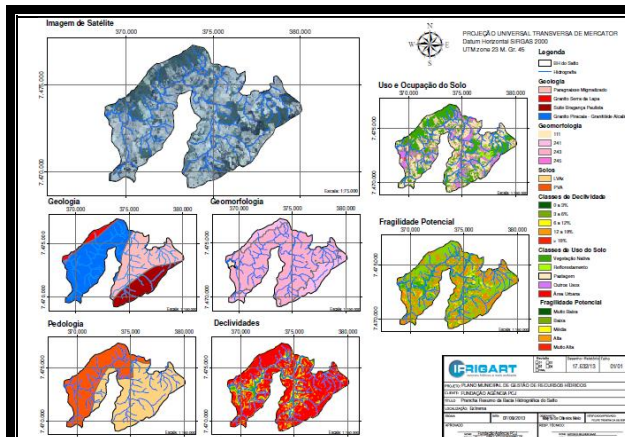
DESENHO 13.632/13 – MAPA DA EXPECTATIVA DA PERDA DE SOLO

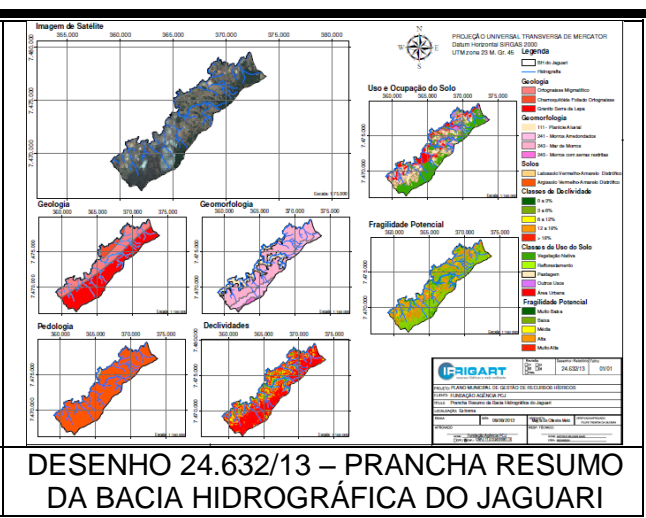
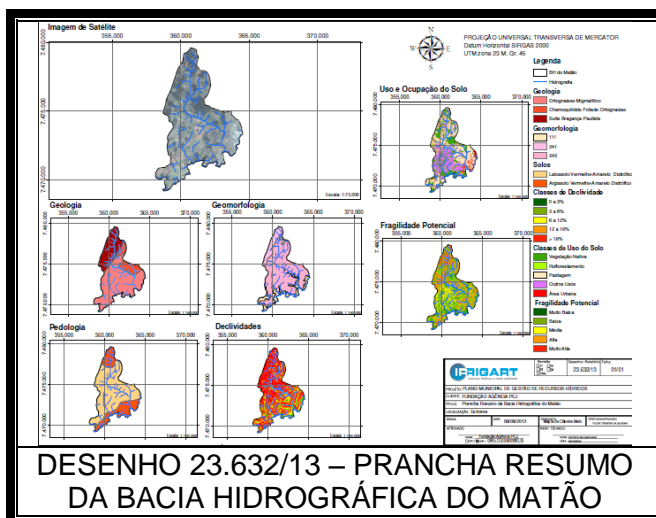
DESENHO 14.632/13 – MAPA DE APTIDÃO AGRÍCOLA



DESENHO 15.632/13 – MAPA DAS ÁREAS PROTEGIDAS POR LEI

DESENHO 16.632/13 – MAPA DAS INTERVENÇÕES em Recursos Hídricos





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

12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. GEO Brasil: recursos hídricos. Brasília: MMA; ANA, 2007. 60 p. (Resumo executivo). ANA. Programa Produtor De Água: Manual Operativo. Brasília: ANA, 2008.
- AQUINO, C.M.S.; OLIVEIRA, J.G.B.; SALES, M.C.L.; Estimativa da Erosividade das chuvas (R) nas terras secas do Estado do Piauí. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 37, n. 3, p. 287-291, 2006.
- BERTOL, I.; SCHICK, J.; BATISTELA, O. Razão de perdas de solo e fator c para milho e aveia em rotação com outras culturas em três tipos de preparo de solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.26, p.45-552, 2002.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI, J.R. Equação de perdas de solo. Campinas: Instituto Agronômico, 1975. 25 p. (IAC. Boletim Técnico, 21).
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo, Ícone, 1990. 355p.
- CARVALHO, J. A. M de. Crescimento populacional e estrutura demográfica no Brasil.- Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR, 2004.
- _____. Conservação do solo. São Paulo, Ícone, 1999. 355p.
- COLODRO, G.; CARVALHO, M.P.; ROQUE, C.G.; PRADO, R.M. Erosividade da chuva: distribuição e correlação com a precipitação pluviométrica de Teodoro Sampaio (SP). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.26, p.809-818, 2002.
- DESMET, P.J.J. ;GOVERS, G. A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. Journal of Soil and Water Conservation, Ankeny, v.51, n.5, p. 427-43, 1996.
- DOWNER, C. W.; OGDEN, F. L. Appropriate vertical discretization of Richards' equation for two-dimensional watershed-scale modeling. Hydrol. Process. v.18, p. 1–22, 2004.
- FÍGOLI, M. G. B, et. Al.. Projeção Populacional, por sexo e grupos de idades Quinquenais – Mesorregiões e total de Minas Gerais, 2010-2050.- Belo Horizonte CEDEPLAR/UFMG. 2009. Acesso em novembro de 2012.
- FUJIHARA, A.K. Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do oeste paulista com suporte de geoprocessamento. 2002. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado – PMDI 2011-2030 – Gestão para a Cidadania. 2010. Acesso em novembro de 2012.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Projeção da população municipal de Minas Gerais 2009-2020 – Fundação João Pinheiro. Acesso em novembro de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=31&dados=0>. Acesso em novembro de 2012.

LAL, R. Soil erosion on alfisols in western Nigeria. III. Effects of rainfall characteristics. *Geoderma*, Amsterdam, v.16, p.389-401, 1976.

LAL, R.; ELLIOT, W. Erodibility and erosivity. In: LAL, R. Soil erosion research methods. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1994. p. 180–208.

LAL, R. Managing soils for feeding a global population of 10 billion. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 86, n. 14, p. 2273-2284, 2006.

LOMBARDI NETO, F.; BERTONI, J. Erodibilidade dos solos paulistas. Campinas: Instituto Agrônomo, 1975a. 12 p. (IAC. Boletim Técnico, 27).

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W.C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solos em Campinas. SP. *Bragantia*, Campinas, v. 51, n. 2, p. 189-196, 1992.

MINGOTI, R. Produção de sedimentos em microbacias hidrográficas em função do relevo e da cobertura florestal. Piracicaba, 2009. 102 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. CAGED. RAIS Disponível em: http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged_isper/index.php#. Acesso em novembro de 2012.

MINOTI, R.T. Abordagens qualitativa e quantitativa de microbacias hidrográficas e áreas alagáveis de um compartimento do Médio Mogi-Superior/SP. 2006. 231 p. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

MUNHOZ, J. S. B.; MINGOTI, R.; FERRAZ, S. F. DE B.; RODRIGUES, C. B.; VOIGTLANDER, M.; LIMA, W. P. Efeitos de uso do solo alternativo aos plantios florestais nas vazões máximas de riachos da região central do Estado do Paraná. In.: X Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal. Anais... Piracicaba, São Paulo, p. 37- 47 2012.

PIMENTEL, D.; HARVEY, C.; RESOSUDARMO, P.; SINCLAIR, K.; KURZ, D.; MCNAIR, M.; CRIST, S.; SPHPRITZ, L.; FITTON, L.; SAFFOURI, R.; BLAIR, R. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, v. 267, n. 5201, p. 1117-1123, 1995.

PORTAL ODM – ACOMPANHAMENTO MUNICIPAL DOS OBJETIVOS DO MILÊNIO. Disponível em: <http://www.portalodm.com.br/sistemas>. Acesso em novembro de 2012.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO- PNUD - BRASIL. Atlas do Desenvolvimento urbano no Brasil 2003. Disponível em: www.atlasbrasil.org.br. Acesso em novembro de 2012.

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. Escoamento superficial. 2. ed. [S.l.]: Editora UFV, 2004. 87 p.

RANIERI, S. B. L.; Q. DE JONG VAN LIER, G. SPAROVEK, AND D. C. FLANAGAN. 2002. Erosion database interface (EDI): A computer program for georeferenced application of erosion prediction models. *Computers and Geosci.* 28(5): 661-668.

SILVA, A.M.; Ranzini, M.; Guandique, M.E.G.; Arcova, F.C.S. e Cicco, V. (2005). "Estudo integrado do processo erosivo numa microbacia experimental localizada no município de Cunha – SP", *Geociências*, Vol. 24, p. 43-54.

SILVA, M.L.N.; CURI, N.; LIMA, J.M.; FERREIRA, M.M. Avaliação de métodos indiretos de determinação da erodibilidade de latossolos brasileiros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.6, p. 1208-1220, jun. 2000.

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

http://www.fazenda.mg.gov.br/governo/receita_estado/evolucaoreceita/2010/receitaconsolidadamunicipio/icmsoutrasreceitas/marco-pagprincarrec10.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 01.632/13 – MAPA BASE.

DESENHO 02. 632/13– MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS (DIVISÃO HIDROLÓGICA)

DESENHO 03.632/13– MAPA GEOLÓGICO.

DESENHO 04.632/13– MAPA GEOMORFOLÓGICO.

DESENHO 05.632/13– MAPA PEDOLÓGICO.

DESENHO 06.632/13– MAPA DO MODELO DIGITAL DO TERRENO.

DESENHO 07.632/13 – MAPA DE DECLIVIDADE

DESENHO 08.632/13 – MAPA DE FRAGILIDADE NATURAL DO MEIO FÍSICO TERRESTRE.

DESENHO 09.632/13 – MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

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

email: irrigart@irrigart.com.br

DESENHO 10.632/13– MAPA DE USO DO SOLO NAS APP'S.

DESENHO 11.632/13– MAPA DE FRAGILIDADE POTENCIAL DO MEIO FÍSICO TERRESTRE

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

email: irrigart@irrigart.com.br

DESENHO 12.632/13– MAPA DO POTENCIAL NATURAL EROSÃO.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

DESENHO 13.632/13– MAPA DA EXPECTATIVA DA PERDA DE SOLO.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

DESENHO 14.632/13– MAPA DE APTIDÃO AGRÍCOLA.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

DESENHO 15.632/13– MAPA DAS ÁREAS PROTEGIDAS POR LEI.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

DESENHO 16.632/13– MAPA DAS INTERVENÇÕES EM RECURSOS HÍDRICOS.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

DESENHO 17.632/13– PRANCHA PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO SALTO

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

email: irrigart@irrigart.com.br

DESENHO 18.632/13 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DAS POSSES.

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

email: irrigart@irrigart.com.br

DESENHO 19.632/13 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS FORJOS.

DESENHO 20.632/13 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO JUNCAL.

DESENHO 21.632/13 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DAS FURNAS.

DESENHO 22.632/13 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS TENENTES.

DESENHO 23.632/13 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO MATÃO.

DESENHO 24.632/13 – PRANCHA RESUMO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO JAGUARI.

SISTEMA MUNICIPAL DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS - SMIA

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

email: irrigart@irrigart.com.br