



Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba
Contrato nº 25/2010
Convite nº 001/2010 - Processo nº 170/2010



Nº 333/10

Plano Municipal de Gestão de Recursos Hídricos do Município de Piracicaba/SP

Relatório 3 - Diagnóstico Específico

outubro/2010

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS 1
2. ÁREA DE ESTUDO 1
3. BASE CARTOGRÁFICA 4
4. DETALHAMENTO DO USO DO SOLO 6
4.1 Uso do solo nas 7 (sete) bacias hidrográficas prioritizadas 6
4.1.1 Ribeirão Congonhal 7
4.1.2 Ribeirão do Enxofre 9
4.1.3 Ribeirão Itapeva 11
4.1.4 Ribeirão Piracicamirim 13
4.1.5 Ribeirão Marins 15
4.1.6 Ribeirão Pau D'Alinho 17
4.1.7 Ribeirão Guamium 19
4.2 Situação das Nascentes 21
4.2.1 Descrição das Nascentes Visitadas 23
4.2.2 Resumo da situação das nascentes 74
4.3 Verdade Terrestre 77
4.4 Áreas contaminadas 92
5. ÁREA URBANA 95
5.1 Perímetro Urbano 95
5.2 Zonamento Urbano 98
5.3 Área urbanizada 104
5.4 Saneamento no Município de Piracicaba 104
5.4.1 Sistemas de abastecimento de água 105
5.4.2 Sistemas de esgotamento necessário 105
5.4.3 Ações de combate a perdas 107
6. ZONA RURAL 109
7. EDUCAÇÃO AMBIENTAL 112
8. ESTUDOS DE MACRODRENAGEM NAS SUB BACIAS DE PIRACICABA 114
8.1 Análise Hidrológica - Metodologia 114
8.1.1 Determinação do Tempo de Concentração (TC) e tempo de duração da chuva de projeto 114
8.1.2 Tempo de Retorno da Precipitação 116
8.1.3 Equação de Chuva Para a Região em Estudo 116
8.1.4 Distribuição Espacial da Chuva de Projeto - Elaboração dos Hietogramas de Projeto 117
8.1.5 Chuva excedente - Elaboração do Hietograma da Chuva Excedente 118
8.1.6 Distribuição das Classes de Solos nas Bacias Hidrográficas de Piracicaba e Definição do Grupo Hidrológico 119
8.1.7 Divisão das Bacias Hidrográficas em "nós" e sub-bacias para simulação hidrológica 122
8.1.8 Uso e Ocupação Atual da Superfície das Bacias Hidrográficas 123
8.1.9 Grupo Hidrológico dos Solos VS Uso e Ocupação 133
8.1.10 Determinação da Chuva Efetiva para as bacias hidrográficas do município de Piracicaba 135
8.1.11 Hidrograma de escoamento Superficial Direto 135
8.1.12 Amortecimento do Hidrograma Afluente 136
8.1.13 Formulação de Cenários de Uso e Ocupação da Bacia 137
8.2 Análise Hidrológica - Resultado das simulações 139
8.2.1 Diagnóstico das Inundações 192
8.3 Prognóstico das Inundações 193
8.3.1 Itapeva e Enxofre 193
8.3.2 Piracicamirim 193
8.3.3 Pau d'Alinho e Congonhal 194
8.3.4 Guamium e Marins 194
9. QUALIDADE DAS ÁGUAS 195
9.1 Monitoramento da qualidade de água nas bacias prioritárias 196
9.2 Pontos de Coleta 197
9.2.1 Ponto 01 199
9.2.2 Ponto 02 200
9.2.3 Ponto 03 201
9.2.4 Ponto 04 202
9.2.5 Ponto 05 203
9.2.6 Ponto 06 204
9.2.7 Ponto 07 205
9.2.8 Metodologia 206
9.2.9 Apresentação e discussão dos resultados 208
10. EVOLUÇÃO DA REDE HIDROGRÁFICA 214
11. BIBLIOGRAFIA REFERENDADA E CONSULTADA 217

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Localização espacial das 7 melhores (azuis) e 7 piores (em vermelho) bacias hidrográficas 3
Figura 3.1. Cartas Topográficas 1:10.000 utilizadas neste estudo 4
Figura 4.1. Uso do solo na Bacia do Ribeirão Congonhal 8
Figura 4.2. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Congonhal 8
Figura 4.3. Uso do solo na Bacia do Ribeirão do Enxofre 10
Figura 4.4. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão do Enxofre 10
Figura 4.5. Uso do solo na Bacia do Ribeirão Itapeva 12
Figura 4.6. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Itapeva 12
Figura 4.7. Uso do solo na Bacia do Ribeirão Piracicamirim 14
Figura 4.8. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Piracicamirim 14
Figura 4.9. Uso do solo na Bacia do Ribeirão dos Marins 16
Figura 4.10. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão dos Marins 16
Figura 4.11. Uso do solo na Bacia do Ribeirão Pau D'Alinho 18
Figura 4.12. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Pau D'Alinho 18
Figura 4.13. Uso do solo na Bacia do Ribeirão Guamium 20
Figura 4.14. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Guamium 20
Figura 4.15. Equipamentos portáteis da HANNA, utilizado na medição dos parâmetros físico-químicos da água 22
Figura 4.16. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guamium 24
Figura 4.17. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guamium 25
Figura 4.18. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guamium 27
Figura 4.19. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guamium 28
Figura 4.20. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guamium 30
Figura 4.21. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Enxofre 31
Figura 4.22. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Enxofre 33
Figura 4.23. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Marins 34
Figura 4.24. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Marins 36
Figura 4.25. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Marins 37
Figura 4.26. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Marins 38
Figura 4.27. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Marins 40
Figura 4.28. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim 41
Figura 4.29. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim 43
Figura 4.30. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim 44
Figura 4.31. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim 46
Figura 4.32. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim 47
Figura 4.33. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Itapeva 49
Figura 4.34. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Enxofre 50
Figura 4.35. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Enxofre 52
Figura 4.36. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Enxofre 53
Figura 4.37. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Enxofre 55
Figura 4.38. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Marins 57
Figura 4.39. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pau D'Alinho 58
Figura 4.40. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pau D'Alinho 59
Figura 4.41. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pau D'Alinho 61
Figura 4.42. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pau D'Alinho 62
Figura 4.43. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Congonhal 64
Figura 4.44. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pau D'Alinho 65
Figura 4.45. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Congonhal 66
Figura 4.46. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Congonhal 68
Figura 4.47. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Congonhal 69
Figura 4.48. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Congonhal 71
Figura 4.49. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim 72
Figura 4.50. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim 73
Figura 4.51. Isolamento nas nascentes visitadas 76
Figura 4.52. Cobertura Florestal nas nascentes visitadas 76
Figura 4.53. Processos erosivos nas nascentes visitadas 77
Figura 4.54. Pastagem usada como depósito de lixo clandestino 78
Figura 4.55. Área destinada a aterro do lixo Municipal 79
Figura 4.56. Tanque de criação de peixes destinado ao lazer 80
Figura 4.57. Interface entre a vegetação de gramíneas e culturas temporárias de hortaliça 81
Figura 4.58. Cultivo de hortaliças e ao fundo cultura de cana-de-açúcar 82
Figura 4.59. Área destinada ao cultivo de cana-de-açúcar 83
Figura 4.60. Área atualmente abandonada com resquícios de vegetação típica de cerrado 84
Figura 4.61. Área de APP no Ribeirão Congonhal usada para pastagem de animais 85
Figura 4.62. Área de produção de cana-de-açúcar e ao fundo o morrote com a cobertura florestal preservada 86
Figura 4.63. Área destinada a implantação de loteamento urbano 86
Figura 4.64. Estação de tratamento de esgoto (ETE) 87
Figura 4.65. Áreas em processo de urbanização 88
Figura 4.66. Distrito industrial UNINORTE 89
Figura 4.67. Vista panorâmica da área ocupada pela usina de cana-de-açúcar 89
Figura 4.68. Cultivo de banana na Bacia do Ribeirão Pau d'Alho 91

Figura 4.69. Predominância de Eucalipto e Cana-de-açúcar na ocupação da paisagem 91
Figura 4.70. Vista panorâmica da APP na Bacia do Ribeirão Pau d'Alho 92
Figura 4.71. Distribuição das atividades causadoras de contaminação (%) 95
Figura 5.1. Perímetro Urbano do Município de Piracicaba 96
Figura 5.2. Perímetro Urbano por Bacia Hidrográfica (ha) 97
Figura 5.3. Perímetro Urbano por Bacia Hidrográfica (%) 98
Figura 5.4. Macrozonas no perímetro urbano de Piracicaba 100
Figura 8.1. Curvas I-D-F em função do tempo de retorno (TR) para Piracicaba-SP 117
Figura 8.2. Localização espacial dos nós estudados nas Bacias Hidrográficas Erro! Indicador não definido.
Figura 8.4. Evolução do coeficiente CN ponderado nas bacias prioritárias para os diferentes cenários analisados 139
Figura 8.5. Equações de regressão das vazões máximas específicas em função do número CN da bacia - Cenário 1 143
Figura 8.6. Equações de regressão das vazões máximas específicas em função do número CN da bacia - Cenário 2 145
Figura 8.7. Equações de regressão das vazões máximas específicas em função do número CN da bacia - Cenário 3 147
Figura 8.8. Equações de regressão das vazões máximas específicas em função do número CN da bacia - Cenário 4 149
Figura 8.9. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 1, no nó H.1- Ribeirão Guamium - Cenário 1 151
Figura 8.10. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 1, no nó H.1- Ribeirão Guamium - Cenário 2 152
Figura 8.11. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 1, no nó H.1- Ribeirão Guamium - Cenário 3 154
Figura 8.12. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 1, no nó H.1- Ribeirão Guamium - Cenário 4 155
Figura 8.13. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 2, no nó H.2- Ribeirão Piracicamirim - Cenário 1 157
Figura 8.14. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 2, no nó H.2- Ribeirão Piracicamirim - Cenário 2 158
Figura 8.15. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 2, no nó H.2- Ribeirão Piracicamirim - Cenário 3 160
Figura 8.16. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 2, no nó H.2- Ribeirão Piracicamirim - Cenário 4 161
Figura 8.17. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 3, no nó H.3- Ribeirão Itapeva - Cenário 1 163
Figura 8.18. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 3, no nó H.3- Ribeirão Itapeva - Cenário 2 164
Figura 8.19. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 3, no nó H.3- Ribeirão Itapeva - Cenário 3 166
Figura 8.20. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 3, no nó H.3- Ribeirão Itapeva - Cenário 4 167
Figura 8.21. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 4, no nó H.4- Ribeirão Enxofre - Cenário 1 169
Figura 8.22. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 4, no nó H.4- Ribeirão Enxofre - Cenário 2 171
Figura 8.23. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 4, no nó H.4- Ribeirão Enxofre - Cenário 3 172
Figura 8.24. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 4, no nó H.4- Ribeirão Enxofre - Cenário 4 174
Figura 8.25. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 5, no nó H.5- Ribeirão dos Marins - Cenário 1 175
Figura 8.26. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 5, no nó H.5- Ribeirão dos Marins - Cenário 2 177
Figura 8.27. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 5, no nó H.5- Ribeirão dos Marins - Cenário 3 178
Figura 8.28. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 5, no nó H.5- Ribeirão dos Marins - Cenário 1 180
Figura 8.29. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 6, no nó H.6- Ribeirão Pau d'Alinho - Cenário 1 181
Figura 8.30. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 6, no nó H.6- Ribeirão Pau d'Alinho - Cenário 2 183
Figura 8.31. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 6, no nó H.6- Ribeirão Pau d'Alinho - Cenário 3 184
Figura 8.32. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 6, no nó H.6- Ribeirão Pau d'Alinho - Cenário 4 186
Figura 8.33. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 7, no nó H.7- Ribeirão Congonhal - Cenário 1 187
Figura 8.34. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 7, no nó H.7- Ribeirão Congonhal - Cenário 2 189
Figura 8.35. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 7, no nó H.7- Ribeirão Congonhal - Cenário 3 190
Figura 8.36. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 7, no nó H.7- Ribeirão Congonhal - Cenário 4 192
Figura 9.1. Localização dos pontos de amostragem 198
Figura 9.2. Documentação fotográfica do ponto 1 - Ribeirão Congonhal 199
Figura 9.3. Documentação fotográfica do ponto 2 - Ribeirão Pau d'Alinho 200
Figura 9.4. Documentação fotográfica do ponto 3 - Ribeirão dos Marins 201
Figura 9.5. Documentação fotográfica do ponto 4 - Ribeirão do Enxofre 202
Figura 9.6. Documentação fotográfica do ponto 5 - Ribeirão Guamium 203
Figura 9.7. Documentação fotográfica do ponto 6 - Ribeirão Itapeva 204
Figura 9.8. Documentação fotográfica do ponto 7 - Ribeirão Piracicamirim 205
Figura 9.9. Precipitação Pluviométrica do município de Piracicaba 209
Figura 9.10. Chuva Acumulada (histórica e em 2010) 210
Figura 9.11. Gráfico comparativo dos resultados de IQA obtidos nas duas campanhas 213
Figura 10.1. Comparativo com as drenagens identificadas em 1978/1979 e atual 215
Figura 10.2. Comparativo com as drenagens identificadas em 1978/1979 e atual 216

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Resultado da Hierarquização das Bacias Hidrográficas 2
Tabela 4.1. Áreas das bacias hidrográficas existentes no município de Piracicaba 6
Tabela 4.2. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Congonhal 7
Tabela 4.3. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Enxofre 9
Tabela 4.4. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Itapeva 11
Tabela 4.5. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim 13
Tabela 4.6. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão dos Marins 15
Tabela 4.7. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pau D'Alinho 17
Tabela 4.8. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guamium 19
Tabela 4.9. Coordenadas UTM 23K (metros) dos pontos visitados 21
Tabela 4.10. Quadro síntese nas nascentes visitadas 74
Tabela 4.11. Relação das áreas contaminadas no município de Piracicaba 93
Tabela 5.1. Bacias Hidrográficas inseridas no Perímetro Urbano 97
Tabela 5.2. Área de cada macrozona no perímetro urbano no município de Piracicaba 99
Tabela 5.3. Área impermeabilizada em cada macrozona no perímetro urbano do município de Piracicaba 101
Tabela 5.4. Área de cada macrozona tabulada por Bacia Hidrográfica (Área em ha) 102
Tabela 5.5. Área de cada macrozona tabulada por Bacia Hidrográfica (%) 102
Tabela 5.6. Áreas Urbanizadas nas Bacias Hidrográficas inseridas no Perímetro Urbano 104



Tabela 5.7. Áreas Urbanizadas nas Bacias Hidrográficas inseridas no Perímetro Urbano..... 106

Tabela 8.1: Determinação do tempo de concentração (tC) e características físicas das bacias hidrográficas determinadas no exutório final..... 116

Tabela 8.2: Estimativa das intensidades de chuvas (mm.hora⁻¹) para a cidade de Piracicaba-SP..... 117

Tabela 8.3: Principais classes de solos que ocorrem nas bacias hidrográficas de Piracicaba em (ha)..... 120

Tabela 8.4: Principais classes de solos que ocorrem nas bacias hidrográficas de Piracicaba – relação percentual por bacia hidrográfica (%)..... 121

Tabela 8.5. Denominação dos nós, áreas e coeficiente CN do SCS, para o cenário atual de uso e ocupação..... 123

Tabela 8.6: Distribuição dos Principais Usos da superfície nas bacias hidrográficas prioritárias de Piracicaba, em há – Cenário 1 (Atual)..... 125

Tabela 8.7: Distribuição percentual da ocupação da superfície nas bacias hidrográficas prioritárias de Piracicaba, em % - Cenário 1 (Atual)..... 126

Tabela 8.8: Distribuição dos Principais Usos da superfície nas bacias hidrográficas prioritárias de Piracicaba, em há – Cenário 2..... 127

Tabela 8.9: Distribuição percentual da ocupação da superfície nas bacias hidrográficas prioritárias de Piracicaba, em % - Cenário 2..... 128

Tabela 8.10: Distribuição dos Principais Usos da superfície nas bacias hidrográficas prioritárias de Piracicaba, em há – Cenário 3..... 129

Tabela 8.11: Distribuição percentual da ocupação da superfície nas bacias hidrográficas prioritárias de Piracicaba, em % - Cenário 3..... 130

Tabela 8.12: Distribuição dos Principais Usos da superfície nas bacias hidrográficas prioritárias de Piracicaba, em há – Cenário 4..... 131

Tabela 8.13: Distribuição percentual da ocupação da superfície nas bacias hidrográficas prioritárias de Piracicaba, em % - Cenário 4..... 132

Tabela 8.14: Principais Usos e Ocupação da superfície nas bacias hidrográficas de Piracicaba..... 133

Tabela 8.15: Determinação do coeficiente CN ponderado para as bacias hidrográficas prioritárias e nos nós de análise hidrológica..... 134

Tabela 8.16. Determinação da precipitação efetiva em função do índice CN, tempo de concentração e do tempo de retorno..... 135

Tabela 8.17. Resumo das vazões de projeto (QP) estimadas no exutório das bacias prioritárias e nos "nós hidrológicos" – Cenário 1 (Atual)..... 142

Tabela 8.18. Resumo das vazões de projeto (QP), Estatística dos valores de vazão específica – Cenário 1 (Atual)..... 142

Tabela 8.19. Resumo das vazões de projeto (QP) estimadas no exutório das bacias prioritárias e nos "nós hidrológicos" – Cenário 2..... 143

Tabela 8.20. Resumo das vazões de projeto (QP), Estatística dos valores de vazão específica – Cenário 2..... 145

Tabela 8.21. Resumo das vazões de projeto (QP) estimadas no exutório das bacias prioritárias e nos "nós hidrológicos" – Cenário 3..... 146

Tabela 8.22. Resumo das vazões de projeto (QP), Estatística dos valores de vazão específica – Cenário 3..... 147

Tabela 8.23. Resumo das vazões de projeto (QP) estimadas no exutório das bacias prioritárias e nos "nós hidrológicos" – Cenário 4..... 148

Tabela 8.24. Resumo das vazões de projeto (QP), Estatística dos valores de vazão específica – Cenário 4..... 149

Tabela 8.25. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 1 (Ribeirão Guamium), no nó H.1– Cenário 1..... 150

Tabela 8.26. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 1 (Ribeirão Guamium), no nó H.1– Cenário 2..... 151

Tabela 8.27. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 1 (Ribeirão Guamium), no nó H.1– Cenário 3..... 153

Tabela 8.28. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 1 (Ribeirão Guamium), no nó H.1– Cenário 4..... 154

Tabela 8.29. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 2 (Ribeirão Piracicamirim), no nó H.2– Cenário 1..... 156

Tabela 8.30. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 2 (Ribeirão Piracicamirim), no nó H.2– Cenário 2..... 157

Tabela 8.31. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 2 (Ribeirão Piracicamirim), no nó H.2– Cenário 3..... 159

Tabela 8.32. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 2 (Ribeirão Piracicamirim), no nó H.2– Cenário 4..... 160

Tabela 8.33. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 3 (Ribeirão Itapeva), no nó H.3– Cenário 1..... 162

Tabela 8.34. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 3 (Ribeirão Itapeva), no nó H.3– Cenário 2..... 163

Tabela 8.35. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 3 (Ribeirão Itapeva), no nó H.3– Cenário 3..... 165

Tabela 8.36. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 3 (Ribeirão Itapeva), no nó H.3– Cenário 4..... 166

Tabela 8.37. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 4 (Ribeirão Enxofre), no nó H.4– Cenário 1..... 168

Tabela 8.38. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 4 (Ribeirão Enxofre), no nó H.4– Cenário 2..... 169

Tabela 8.39. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 4 (Ribeirão Enxofre), no nó H.4– Cenário 3..... 171

Tabela 8.40. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 4 (Ribeirão Enxofre), no nó H.4– Cenário 4..... 173

Tabela 8.41. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 5 (Ribeirão dos Marins), no nó H.5– Cenário 1..... 174

Tabela 8.42. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 5 (Ribeirão dos Marins), no nó H.5– Cenário 2..... 176

Tabela 8.43. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 5 (Ribeirão dos Marins), no nó H.5– Cenário 3..... 177

Tabela 8.44. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 5 (Ribeirão dos Marins), no nó H.5– Cenário 4..... 179

Tabela 8.45. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 6 (Ribeirão Pau d'Alinho), no nó H.6– Cenário 1..... 180

Tabela 8.46. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 6 (Ribeirão Pau d'Alinho), no nó H.6– Cenário 2..... 182

Tabela 8.47. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 6 (Ribeirão Pau d'Alinho), no nó H.6– Cenário 3..... 183

Tabela 8.48. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 6 (Ribeirão Pau d'Alinho), no nó H.6– Cenário 4..... 185

Tabela 8.49. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 7 (Ribeirão Cogonhal), no nó H.7– Cenário 1..... 186

Tabela 8.50. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 7 (Ribeirão Cogonhal), no nó H.7– Cenário 2..... 188

Tabela 8.51. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 7 (Ribeirão Cogonhal), no nó H.7– Cenário 3..... 189

Tabela 8.52. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 7 (Ribeirão Cogonhal), no nó H.7– Cenário 4..... 190

Tabela 9.1 - Pontos de Amostragem..... 198

Tabela 9.2. Classificação da água bruta, segundo valor obtido para o IQA..... 208

Tabela 9.3. Registro histórico da precipitação pluviométrica..... 209

Tabela 9.4. Resultados do IQA para a primeira etapa de amostragem (10/08/2010)..... 211

Tabela 9.5. Resultados do IQA para a primeira etapa de amostragem (09/09/2010)..... 211

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - DESENHO 01.333/10 – MAPA RESUMO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO CONGONHAL..... Erro! Indicador não definido.

ANEXO 2 - DESENHO 02.333/10 – MAPA RESUMO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO ENXOFRE..... Erro! Indicador não definido.

ANEXO 3 - DESENHO 03.333/10 – MAPA RESUMO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO ITAPEVA..... Erro! Indicador não definido.

ANEXO 4 - DESENHO 04.333/10 – MAPA RESUMO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PIRACICAMIRIM..... Erro! Indicador não definido.

ANEXO 5 - DESENHO 05.333/10 – MAPA RESUMO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO MARINS..... Erro! Indicador não definido.

ANEXO 6 - DESENHO 06.333/10 – MAPA RESUMO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PAU D'ALINHO..... Erro! Indicador não definido.

ANEXO 7 - DESENHO 07.333/10 – MAPA RESUMO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO GUAMIUM..... Erro! Indicador não definido.

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1..... 115

Equação 2..... 115

Equação 3..... 116

Equação 4..... 116

Equação 5..... 118

Equação 6..... 118

Equação 7..... 136

Equação 8..... 136

Equação 9..... 207

Equação 10..... 207

EXECUÇÃO

IRRIGART - ENGENHARIA E CONSULTORIA EM RECURSOS HÍDRICOS 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
 ART: 92221220101689614

Co-Responsável Técnico:
 Engenheiro Ambiental Felipe Trentini da Silveira CREA-SP: 5062385952
 ART: 92221220101689845

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 de Apoio
 Geol. Paulo Edison Martins da Silveira, M.Sc CREA-SP:0600762525
 Eng. Ambiental Thelma Chiochetti Valarini CREA-SP: 5062634164
 Eng. Ambiental Rafael Bortoletto CREA-SP: 5063-21.0099
 Eng. Agr. Marco Antonio Jacomazzi, M.Sc CREA-SP: 5061307700
 Eng. Civil José César Saad CREA-MG: 0400191611
 Eng. Agr. Rafael Mingotti, M.Sc CREA-SP: 5062089400
 Eng. Agr. Ronalton Evandro Machado; MSc.; Dr. CREA SP: 5061577834
 Geógrafo Guilherme Gustinelli Arantes de Carvalho
 Estagiário em Gestão Ambiental Vinicius Gaburro De Zorzi
 Estagiário em Geologia: Bruno Cavalcanti de Paula

Grupo de Acompanhamento
 Vlamir Augusto Schiavuzzo - SEMAE
 José Carlos Esquieiro - SEMAE
 Evelise Moncaio Moda - SEMA
 Lídia D'Arce Martins - SEDEMA
 Lindomar Santos Barros - Educação
 Luiz Carlos Moretti - CONDEMA
 Estevam Vanale Otero - IPPLAP

RELATÓRIO 333/10

PLANO MUNICIPAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE PIRACICABA – RELATÓRIO 3 – DIAGNÓSTICO ESPECÍFICO

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O presente relatório apresenta o Diagnóstico Ambiental de detalhe (escala 1:10.000), para as sete bacias hidrográficas identificadas como prioritárias no Relatório 2 – Diagnóstico Geral, na escala 1:50.000.

O aumento da escala de trabalho tem por objetivo o detalhamento de alguns tópicos não contemplados na escala 1:50.000, tais como: Detalhamento do uso do solo, identificação de áreas não permeáveis na área urbana, relação entre bairros e bacias hidrográficas, situação de nascentes, dentre outros assuntos.

2. ÁREA DE ESTUDO

O Diagnóstico Específico, na escala 1:10.000, conforme o Termo de Referência, foi elaborado para as 7 Bacias Prioritárias, isto é, as 7 Bacias Hidrográficas mais críticas do município de Piracicaba. A hierarquização das bacias hidrográficas, já estudada no Relatório 2, esta apresentado na Tabela 2.1.

Tabela 2.1. Resultado da Hierarquização das Bacias Hidrográficas.

ID	Nome da Bacia Hidrográfica	Área (ha)	% Floresta remanescente	% Floresta remanescente na APP	% de área urbana	Nascentes /km ²	Nota Final	Ranking
19	Ribeirão do Paredão Vermelho	5.022	24%	81%	0%	3,5	241	1
7	Córrego Tamandupá	1.379	36%	74%	0%	3,3	245	2
5	Córrego do Tanque	1.542	36%	71%	0%	0,5	247	3
8	Ribeirão Anhumas	7.508	25%	73%	0%	4,9	278	4
13	Ribeirão da Estiva	2.794	23%	67%	0%	5,2	306	5
11	Ribeirão Claro	3.271	18%	65%	0%	5,0	325	6
10	Ribeirão Cachoeira e Paramirim	11.952	10%	60%	0%	0,4	340	7
ID	Nome da Bacia Hidrográfica	Área (ha)	% Floresta remanescente	% Floresta remanescente na APP	% de área urbana	Nascentes /km ²	Nota Final	Ranking
14	Ribeirão da Jibóia	10.506	19%	59%	0%	5,0	346	8
33	Ribeirão Tijoco Preto	9.231	18%	59%	2%	3,0	350	9
16	Ribeirão das Palmeiras	2.630	8%	58%	0%	0,6	355	10
3	Córrego das Flores	586	15%	57%	0%	3,6	356	11
23	Ribeirão dos Patos	5.321	21%	56%	0%	8,9	369	12
24	Ribeirão dos Pintos	3.643	18%	53%	0%	5,5	375	13
18	Ribeirão do Matão	2.728	20%	48%	0%	1,5	375	14
31	Ribeirão Pederneiras	4.966	14%	52%	0%	3,2	377	15
4	Córrego do Ceveiro	2.141	20%	55%	2%	7,8	381	16
2	Córrego da Pinga	2.829	4%	53%	0%	1,2	383	17
25	Ribeirão dos Poncos	1.901	12%	48%	0%	4,1	399	18
6	Córrego Godinho	2.237	10%	47%	1%	2,7	407	19
1	Córrego Capim Fino	1.749	6%	54%	7%	1,0	411	20
20	Ribeirão do Pau Datho	3.671	16%	45%	0%	6,1	412	21
15	Ribeirão da Vozococa	2.578	13%	46%	0%	6,2	416	22
26	Ribeirão Granal	1.042	12%	45%	0%	5,5	421	23
9	Ribeirão Cachoeira	1.301	17%	49%	5%	9,7	433	24
29	Ribeirão Limeiro	3.766	16%	40%	0%	7,2	436	25
21	Ribeirão Dois Córregos	2.762	9%	58%	22%	1,3	437	26
22	Ribeirão dos Marins	5.892	12%	42%	4%	4,4	441	27
12	Ribeirão Congonhal	9.199	14%	37%	1%	5,7	447	28
30	Ribeirão Pau Dalinho	1.510	12%	40%	4%	3,6	452	29
27	Ribeirão Guamium	7.028	6%	35%	8%	0,6	490	30
32	Ribeirão Piracicamirim	13.172	8%	54%	31%	0,4	525	31
17	Ribeirão do Enxofre	1.556	8%	38%	50%	4,0	699	32
28	Ribeirão Itapeva	742	1%	0%	99%	0,1	1094	33

Com base na Tabela 2.1., nota-se que as bacias hidrográficas ambientalmente melhores do município são as bacias do Ribeirão do Paredão Vermelho, Córrego Tamandupá, Córrego do Tanque e Ribeirão Anhumas.

Já as bacias com maiores problemas são: Ribeirão Itapeva, Ribeirão de Enxofre, Ribeirão Piracicamirim, Ribeirão Guamium, Ribeirão Pau D'Alinho, Ribeirão Congonhal e Ribeirão dos Marins. Estas bacias, portanto, formam a área de estudo deste diagnóstico específico.

A Figura 2.1 apresenta as 7(sete) bacias mais bem classificadas na hierarquização (melhores) e as 7 (sete) bacias piores ranqueadas, estudadas neste relatório.

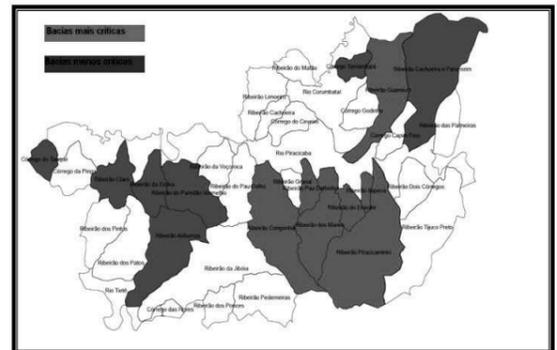


Figura 2.1. Localização espacial das 7 melhores (azuis) e 7 piores (em vermelho) bacias hidrográficas.

As 7 Bacias Hidrográficas prioritárias elencadas pertencem a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos nº 05 – Piracicaba, Capivari e Jundiá, ou seja, as Bacias Hidrográficas pertencentes a UGRHI nº 10 – Tietê/Sorocaba se encontram em melhor estado de conservação.



3. BASE CARTOGRÁFICA

A Base cartográfica utilizada para a execução deste Relatório foi obtida a partir da digitalização das cartas topográficas do IGC (Instituto de Geografia e Cartografia), na escala 1:10.000. A área em estudo, isto é, as 7 Bacias prioritárias identificadas no Relatório 2, são cobertas por um total de 30 cartas topográficas, na escala 1:10.000. A relação destas cartas está apresentada na Figura 3.1:

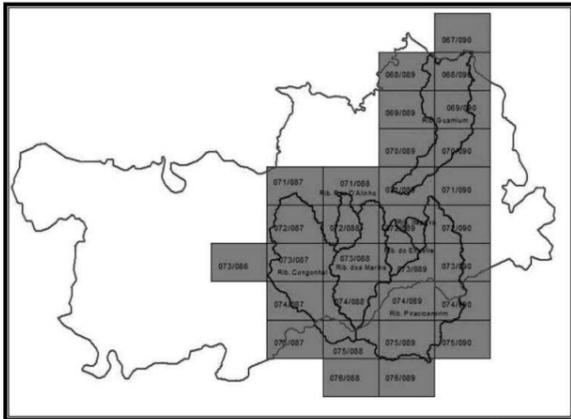


Figura 3.1. Cartas Topográficas 1:10.000 utilizadas neste estudo.¹

- 067/090 - Córrego da Assistência: SF.23.Y.A.IV.2.NE.A
068/089 - Usina Tamandupá: SF.23.Y.A.IV.2.NO.D
068/090 - Tanquinho: SF.23.Y.A.IV.2.NE.C
069/089 - Córrego Barro Velho: SF.23.Y.A.IV.2.NO.F
069/090 - Usina Capuavá: SF.23.Y.A.IV.2.NE.E
070/089 - Usina Costa Pinto: SF.23.Y.A.IV.2.SO.B

1 A nomenclatura apresentada nas cartas do IGC na Figura 3.1 são simplificadas.

- 070/090 - Bairro Água Santa: SF.23.Y.A.IV.2.SE.A
071/087 - Artemis: SF.23.Y.A.IV.1.SE.D
071/088 - Santa Terezinha do Piracicaba: SF.23.Y.A.IV.2.SO.C
071/089 - Piracicaba V: SF.23.Y.A.IV.2.SO.D
071/090 - Usina Monte Alegre: SF.23.Y.A.IV.2.SE.C
072/087 - Bairro Pau D'Alho: SF.23.Y.A.IV.1.SE.F
072/088 - Bairro dos Marins: SF.23.Y.A.IV.2.SO.E
072/089 - Piracicaba III: SF.23.Y.A.IV.2.SO.F
072/090 - Piracicaba IV: SF.23.Y.A.IV.2.SE.E
073/086 - Córrego Mandacaru: SF.23.Y.A.IV.3.NE.A
073/087 - Fazenda Serra Bonita: SF.23.Y.A.IV.3.NE.B
073/088 - Bairro Volta Grande: SF.23.Y.A.IV.4.NO.A
073/089 - Piracicaba II: SF.23.Y.A.IV.4.NO.B
073/090 - Fazenda Taquaral: SF.23.Y.A.IV.4.NE.A
074/087 - Bairro Monte Branco: SF.23.Y.A.IV.3.NE.D
074/088 - Sete Barrocas: SF.23.Y.A.IV.4.NO.C
074/089 - Fazenda Pinheirinho: SF.23.Y.A.IV.4.NO.D
074/090 - Rio das Pedras: SF.23.Y.A.IV.4.NE.C
075/089 - Saltinho: SF.23.Y.A.IV.4.NO.F
075/088 - Mato Alto: SF.23.Y.A.IV.4.NO.E
075/090 - Rio das Pedras: SF.23.Y.A.IV.4.NE.E
076/088 - Bairrinho: SF.23.Y.A.IV.4.SO.A
076/089 - Fazenda Ouro Preto: SF.23.Y.A.IV.4.SO.

A digitalização das cartas ficou a cargo de empresa especializada, contratada pelo SEMAE, através de processo licitatório, especificamente para este trabalho.

4. DETALHAMENTO DO USO DO SOLO

O capítulo de Uso do Solo aqui apresentado difere-se do trabalho apresentado no RELATÓRIO 2 pelo nível de detalhe e precisão dos limites de cada classe de uso. Além disso foram realizadas diligências a campo visando identificar os principais tipos de uso. No decorrer dos dados pode-se notar que uma série de usos, de pouca expressão espacial (hortas, bananais, pomares, etc) estão agrupados em classes mais abrangentes, tais como culturas perenes.

4.1 Uso do solo nas 7 (sete) bacias hidrográficas prioritizadas

O uso do solo nas 7 (sete) bacias hidrográficas foi detalhado, melhorando a acurácia dos limites de cada classe de uso, sendo compatível com a escala de trabalho 1:10.000. No decorrer do relatório são apresentadas as novas análises para cada uma das Bacias prioritárias.

Diferentemente da abordagem geral, no Relatório 2, o uso do solo neste capítulo refere-se a toda a Bacia Hidrográfica, incluindo as áreas que estão fora do município de Piracicaba. A Tabela 4.1 apresenta as áreas destas 7 Bacias Hidrográficas, bem como as frações localizadas no município de Piracicaba e fora do município.

Tabela 4.1. Áreas das bacias hidrográficas existentes no município de Piracicaba.

Table with 6 columns: ID, Nome, Área total (ha), Área no município (ha), % da área do município, % da área do município. Rows include Ribeirão Congonhal, Ribeirão do Enxofre, Ribeirão dos Marins, Ribeirão Guamium, Ribeirão Itapeva, Ribeirão Pau Dalhinho, and Ribeirão Piracicamirim.

No decorrer deste capítulo serão apresentados detalhes do uso do solo nas 07 Bacias Prioritárias.

4.1.1 Ribeirão Congonhal

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Congonhal se situa na região central do município. É afluente da margem esquerda do Rio Piracicaba. A Tabela 4.2 apresenta o uso do solo em toda a Bacia Hidrográfica.

Tabela 4.2. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Congonhal.

Table with 3 columns: Sub-bacia, Ribeirão Congonhal, and Uso. Rows include Área total da sub-bacia (ha), Floresta Remanescente, Áreas em Regeneração Natural, Reflorestamento, Cana-de-açúcar, Pastagem, Cultura Anual, Cultura Perene, Mancha Urbana, Hidrografia, Estradas e Rodovias, and Total.

Como se nota na Tabela 4.2, a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a cana-de-açúcar (65,96%), seguido pela mata remanescente (18,03%).

A Figura 4.1 e a Figura 4.2 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica do Ribeirão Congonhal.

A situação do uso do solo nessa bacia hidrográfica, bem como outras informações importantes sobre a Bacia Hidrográfica pode ser visualizado no DESENHO 01.333/10, no Erro! Fonte de referência não encontrada..

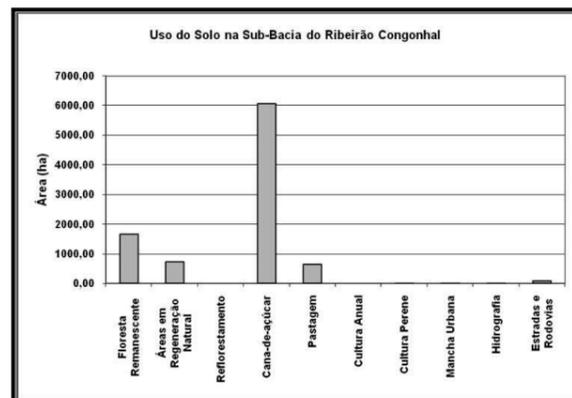


Figura 4.1. Uso do solo na Bacia do Ribeirão Congonhal.

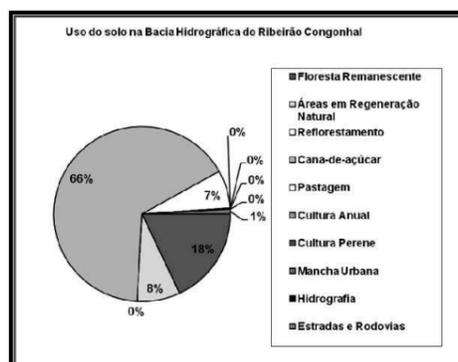


Figura 4.2. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Congonhal.

4.1.2 Ribeirão do Enxofre

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Enxofre se situa na região sudeste do município. É afluente da margem esquerda do Rio Piracicaba. A Tabela 4.3 apresenta o uso do solo em toda a Bacia Hidrográfica.

Tabela 4.3. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Enxofre.

Table with 3 columns: Sub-bacia, Ribeirão do Enxofre, and Uso. Rows include Área total da sub-bacia (ha), Floresta Remanescente, Áreas em Regeneração Natural, Reflorestamento, Cana-de-açúcar, Pastagem, Cultura Anual, Cultura Perene, Mancha Urbana, Hidrografia, Estradas e Rodovias, and Total.

Como se nota na Tabela 4.3, a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a área urbanizada que ocupa praticamente metade de toda a área, seguido pela cana-de-açúcar com 15,41%. O percentual de mata remanescente é de 17% da área total.

A Figura 4.3 e a Figura 4.4 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica do Ribeirão do Enxofre.

A situação do uso do solo nessa bacia hidrográfica, bem como outras informações importantes sobre a Bacia Hidrográfica pode ser visualizado no DESENHO 02.333/10, no Erro! Fonte de referência não encontrada..

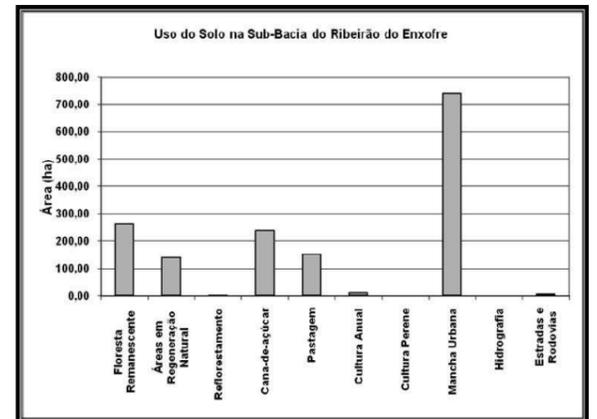


Figura 4.3. Uso do solo na Bacia do Ribeirão do Enxofre.

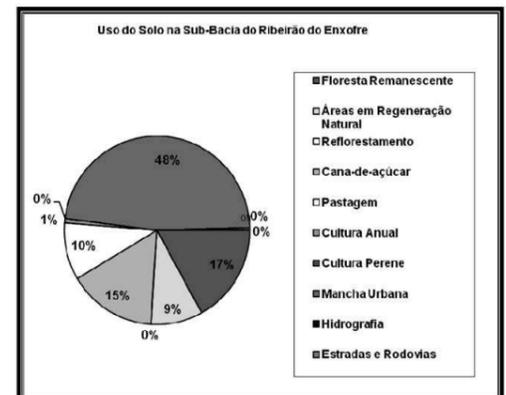


Figura 4.4. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão do Enxofre.

4.1.3 Ribeirão Itapeva

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Itapeva se situa na região central do município. É afluente da margem esquerda do Rio Piracicaba. A Tabela 4.4 apresenta o uso do solo em toda a Bacia Hidrográfica.

Tabela 4.4. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Itapeva.

Table with 3 columns: Sub-bacia, Ribeirão Itapeva, and Uso. Rows include Área total da sub-bacia (ha), Floresta Remanescente, Áreas em Regeneração Natural, Reflorestamento, Cana-de-açúcar, Pastagem, Cultura Anual, Cultura Perene, Mancha Urbana, Hidrografia, Estradas e Rodovias, and Total.

Como se nota na Tabela 4.4, a bacia do Ribeirão Itapeva é uma típica micro-bacia urbana, isto é, totalmente ocupada pela área urbana do município (94,78%). Este curso d'água encontra-se totalmente canalizado, com trechos abertos e trechos em canalização subterrânea, sob a qual corre uma das principais vias de trânsito do município. Devido a ocupação atual, são constantes os problemas de enchentes na área, problema este de difícil solução, uma vez que como a bacia toda já está ocupada, fica praticamente impossível efetivar medidas de gestão para amenizar o problema, restando apenas medidas de intervenção, geralmente bastante onerosas as finanças municipais.

A Figura 4.5 e a Figura 4.6 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica do Ribeirão Itapeva.

A situação do uso do solo nessa bacia hidrográfica, bem como outras informações importantes sobre a Bacia Hidrográfica pode ser visualizado no DESENHO 03.333/10, no Erro! Fonte de referência não encontrada..

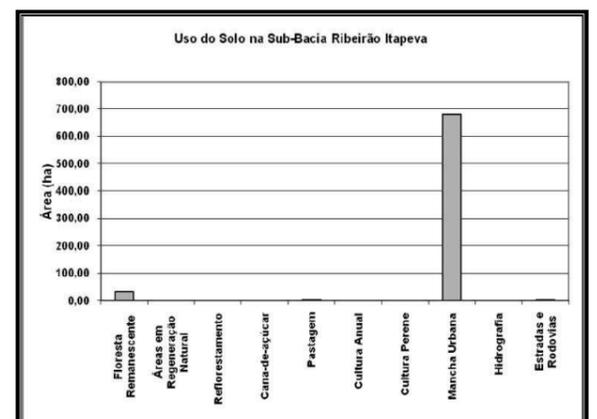


Figura 4.5. Uso do solo na Bacia do Ribeirão Itapeva.

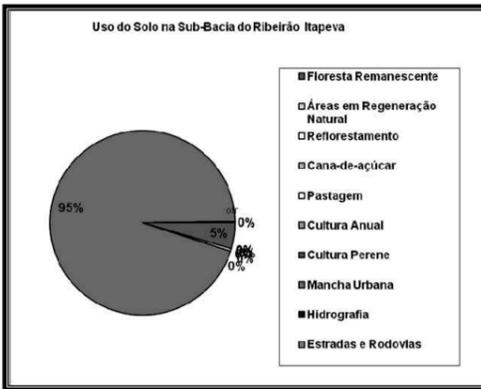


Figura 4.6. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Itapeva.

4.1.4 Ribeirão Piracicamirim

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim se situa na região sudeste do município. É afluente da margem esquerda do Rio Piracicaba. A Tabela 4.5 apresenta o uso do solo em toda a Bacia Hidrográfica.

Tabela 4.5. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim.

Sub-bacia	Ribeirão Piracicamirim	
Área total da sub-bacia (ha)	13.172,59	
Uso	ha	%
Floresta Remanescente	1.273,58	9,67%
Áreas em Regeneração Natural	656,71	4,99%
Reflorestamento	0,72	0,01%
Cana-de-açúcar	8.989,07	68,24%
Pastagem	428,86	3,26%
Cultura Anual	95,82	0,73%
Cultura Perene	76,95	0,58%
Mancha Urbana	1.540,12	11,69%
Hidrografia	51,11	0,39%
Estradas e Rodovias	59,64	0,45%
Total	13.172,59	100,00%

Como se nota na Tabela 4.5, a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica está dividida entre a cana-de-açúcar (68,24%) em maior proporção e a mancha urbana com 11,69%. Todavia, a mancha urbana se concentra na porção Piracicabana da Bacia Hidrográfica, gerando sérios problemas de enchentes.

A Figura 4.7 e a Figura 4.8 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica do Ribeirão do Piracicamirim.

A situação do uso do solo nessa bacia hidrográfica, bem como outras informações importantes sobre a Bacia Hidrográfica pode ser visualizado no DESENHO 04.333/10, no Erro! Fonte de referência não encontrada..

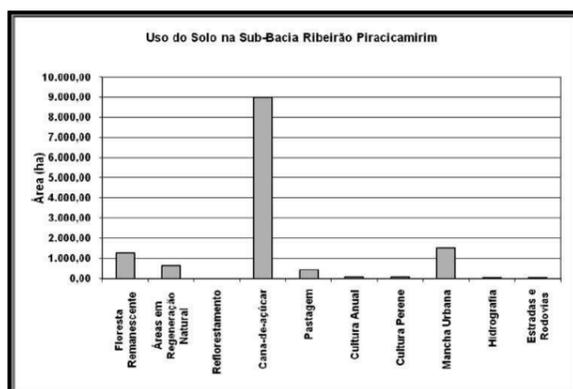


Figura 4.7. Uso do solo na Bacia do Ribeirão Piracicamirim.

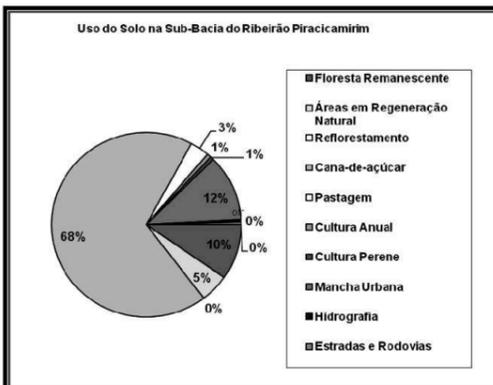


Figura 4.8. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Piracicamirim.

4.1.5 Ribeirão Marins

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão dos Marins se situa na região central do município. É afluente da margem esquerda do Rio Piracicaba. A Tabela 4.6 apresenta o uso do solo em toda a Bacia Hidrográfica.

Tabela 4.6. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão dos Marins.

Sub-bacia	Ribeirão Marins	
Área total da sub-bacia (ha)	5.892,13	
Uso	ha	%
Floresta Remanescente	1.085,96	18,43%
Áreas em Regeneração Natural	390,82	6,63%
Reflorestamento	32,47	0,55%
Cana-de-açúcar	3.456,13	58,66%
Pastagem	494,45	8,39%
Cultura Anual	43,11	0,73%
Cultura Perene	28,92	0,49%
Mancha Urbana	279,26	4,74%
Hidrografia	9,60	0,16%
Estradas e Rodovias	71,41	1,21%
Total	5.892,13	100,00%

Como se nota na Tabela 4.6, a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a cana-de-açúcar (58,66%), seguido pela vegetação natural (18,43%). A área urbana ocupa uma pequena fração (4,74%), porém, devido ao tamanho da bacia é extremamente importante. A mancha urbana na porção baixa da Bacia Hidrográfica, principalmente na margem direita.

A Figura 4.9 e a Figura 4.10 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica do Ribeirão Marins.

A situação do uso do solo nessa bacia hidrográfica, bem como outras informações importantes sobre a Bacia Hidrográfica pode ser visualizado no DESENHO 05.333/10, no Erro! Fonte de referência não encontrada..

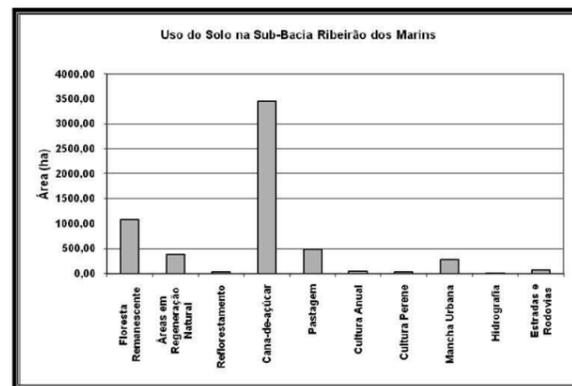


Figura 4.9. Uso do solo na Bacia do Ribeirão dos Marins.

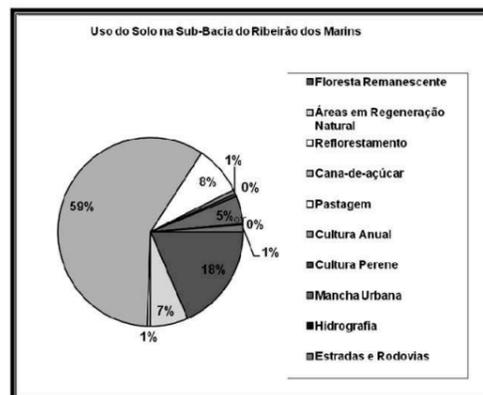


Figura 4.10. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão dos Marins.

4.1.6 Ribeirão Pau D'Alinho

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pau D'Alinho se situa na região central do município. É afluente da margem esquerda do Rio Piracicaba. A Tabela 4.7 apresenta o uso do solo em toda a Bacia Hidrográfica.

Tabela 4.7. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pau D'Alinho.

Sub-bacia	Ribeirão Pau D'Alinho	
Área total da sub-bacia (ha)	1.509,71	
Uso	ha	%
Floresta Remanescente	182,74	12,10%
Áreas em Regeneração Natural	114,34	7,57%
Reflorestamento	0,00	0,00%
Cana-de-açúcar	1.069,00	70,81%
Pastagem	64,96	4,30%
Cultura Anual	0,00	0,00%
Cultura Perene	6,42	0,43%
Mancha Urbana	29,64	1,96%
Hidrografia	15,65	1,04%
Estradas e Rodovias	26,97	1,79%
Total	1.509,71	100,00%

Como se nota na Tabela 4.7, a ocupação predominante nesta bacia hidrográfica é a cana-de-açúcar com 70,81% de toda a área. O percentual de mata remanescente é de aproximadamente 12%.

A Figura 4.11 e a Figura 4.12 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica do Ribeirão Pau D'Alinho.

A situação do uso do solo nessa bacia hidrográfica, bem como outras informações importantes sobre a Bacia Hidrográfica pode ser visualizado no DESENHO 06.333/10, no Erro! Fonte de referência não encontrada..

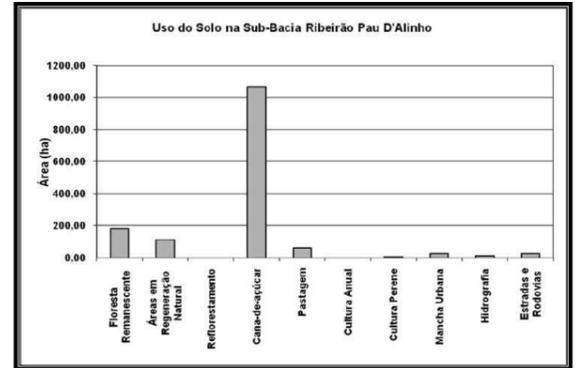


Figura 4.11. Uso do solo na Bacia do Ribeirão Pau D'Alinho.

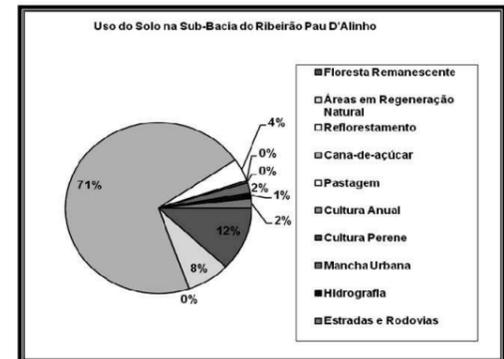


Figura 4.12. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Pau D'Alinho.

4.1.7 Ribeirão Guamium

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guamium se situa na região norte do município. É afluente da margem direita do Rio Piracicaba. A Tabela 4.8 apresenta o uso do solo em toda a Bacia Hidrográfica.

Tabela 4.8. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guamium.

Sub-bacia	Ribeirão Guamium	
Área total da sub-bacia (ha)	7.028,10	
Uso	ha	%
Floresta Remanescente	715,54	10,18%
Áreas em Regeneração Natural	88,65	1,26%
Reflorestamento	0,00	0,00%
Cana-de-açúcar	5.495,62	78,20%
Pastagem	162,72	2,32%
Cultura Anual	17,58	0,25%
Cultura Perene	16,24	0,23%
Mancha Urbana	426,04	6,06%
Hidrografia	5,49	0,08%
Estradas e Rodovias	100,21	1,43%
Total	7.028,10	100,00%

Como se nota na Tabela 4.8, a ocupação predominante na Bacia do Ribeirão Guamium é a cana-de-açúcar, que ocupa quase 80%. As áreas destinadas para pasto somam apenas 2,32%. A mancha urbana ocupa mais de 6% da área. O percentual de mata remanescente é baixo, com cerca de 10% da área total.

A Figura 4.13 e a Figura 4.14 apresentam uma ilustração do uso do solo para a bacia hidrográfica do Ribeirão Guamium.

A situação do uso do solo nessa bacia hidrográfica, bem como outras informações importantes sobre a Bacia Hidrográfica pode ser visualizado no DESENHO 07.333/10, no Erro! Fonte de referência não encontrada..

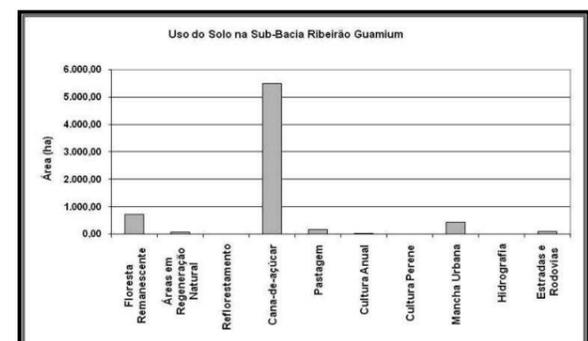


Figura 4.13. Uso do solo na Bacia do Ribeirão Guamium.

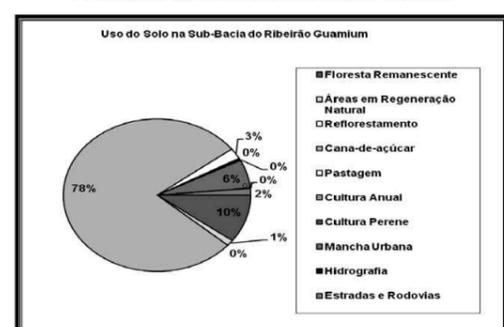


Figura 4.14. Distribuição relativa do uso do solo na Bacia do Ribeirão Guamium.



4.2 Situação das Nascentes

A equipe da Irrigart realizou entre os dias 09 e 20 de agosto de 2010 visitas expeditas as nascentes que se encontram dentro das 7 (sete) bacias hidrográficas prioritárias, isto é, as bacias hidrográficas do Ribeirão Congonhal, Ribeirão do Enxofre, Ribeirão Itapeva, Ribeirão Piracicamirim, Ribeirão dos Marins, Ribeirão Pau D'Alinho e Ribeirão Guamium com o objetivo de avaliar "in situ" o estado de degradação ambiental de algumas nascentes, bem como avaliar alguns parâmetros de qualidade das águas que confirmam, ou não, o efeito da poluição urbana nas nascentes. A Tabela 4.9 apresenta as coordenadas geográficas em UTM 23K e a bacia hidrográfica que cada nascente faz parte.

Tabela 4.9. Coordenadas UTM 23K (metros) dos pontos visitados.

Table with 4 columns: Pontos, Coordenadas UTM 23K (Norte, Leste), and Nome da bacia hidrográfica que a nascente pertence. It lists 35 points across various basins like Guamium, Enxofre, Marins, Piracicamirim, and Congonhal.

Foram realizadas medições de alguns parâmetros físico (temperatura) e químicos (pH, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido) da água encontrada nas nascentes, utilizando para isso equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146. A Figura 4.15 apresenta os equipamentos utilizados nas medições.

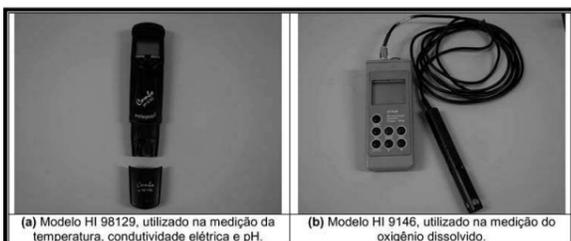


Figura 4.15. Equipamentos portáteis da HANNA, utilizado na medição dos parâmetros físico-químicos da água.

4.2.1 Descrição das Nascentes Visitadas

Ponto 01

O ponto 01, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.504.362 Norte e 233.641 Leste, é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Guamium, bairro do Tanquinho. Nota-se que a nascente apresenta largura variável, alcançando diâmetros de 30m em alguns locais. A vegetação existente no interior de seu perímetro está composta predominantemente por plantas herbáceas, das quais merece destaque à família POACEAE representada abundantemente por espécies exóticas de comportamento invasor e ou oportunista como Saccharum sp. (cana-de-açúcar) e Brachiaria sp. (capim-braquiária). As margens da nascente estão preenchidas em toda sua extensão pelo cultivo de cana-de-açúcar, de forma que o limite de 50m de Área de Preservação Permanente (APP) estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não está sendo respeitado. Através da observação de pegadas pôde-se concluir também que há livre acesso de animais bovinos e eqüinos nessa nascente (a APP não está cercada), além do acesso de animais silvestres, tais como aves e, possivelmente, Hydrochoerus hydrochaeris (capivara). A falta de vegetação preservada somada ao livre acesso de máquinas agrícolas até o interior do perímetro da nascente torna o local suscetível à erosão (apesar da pouca declividade do terreno), ao carreamento de sedimentos e nutrientes e, por fim, ao assoreamento do corpo hídrico. Todos os agentes de perturbação mencionados estão provocando a desconfiguração da referida paisagem de fitofisionomia ripária e, no período da visita ao local (período de estiagem), a nascente encontrava-se seca, como observado na Figura 4.16.

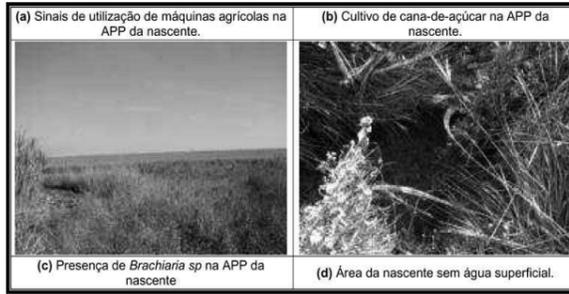


Figura 4.16. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guamium.

Ponto 02

O ponto 02, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.502.464 Norte e 231.145 Leste, é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Guamium, bairro do Tanquinho. Nota-se que a zona da nascente apresenta largura variável. A vegetação existente no interior de seu perímetro e ao longo da APP está composta predominantemente por plantas herbáceas, das quais merece destaque à família POACEAE representada abundantemente por espécies exóticas e nativas de comportamento invasor e ou oportunista como Melinis minutiflora Beauv. (capim-gordura), Brachiaria sp. (capim-braquiária) e Tiphia sp. (taboa), esta última planta nativa e de ambientes brejosos que ocorreu ao longo de canais de drenagens artificiais confeccionadas ao longo de toda a APP. Também foram observados indivíduos arbóreos esparsos de plantas pioneiras, tais como Solanum sp. (gruvitinga) e Cytharexylum sp. (pau-viola). As margens da APP são contornadas por estrada de servidão e estão preenchidas em toda sua extensão pelo cultivo de cana-de-açúcar, de forma que o limite de 50m de Área de Preservação Permanente (APP) estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) está, em parte, sendo respeitado (alguns pontos da APP apresentam extensões inferiores aos 50m vigentes). Em terrenos à jusante da nascente foi observada a prática da horticultra, principalmente de brassicáceas e asteráceas. A APP está cercada, sendo que não foram observados quaisquer indícios da presença de animais criados no local, entretanto, a prática da queima da cana-de-açúcar empreendida na localidade acabou por queimar parcela da APP (o fogo avançou o cercado

e queimou cerca de 50m² de área protegida). Foi avistado essencialmente aves (pequenos pássaros e aves de rapina). Há ocorrência de erosão laminar, porém não foram encontradas voçorocas no local. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 32 µS/cm, pH igual a 7,45, oxigênio dissolvido de 3,43 mg/L e a temperatura da água estava em 18,9 °C. A Figura 4.17 caracteriza a situação desse curso d'água.

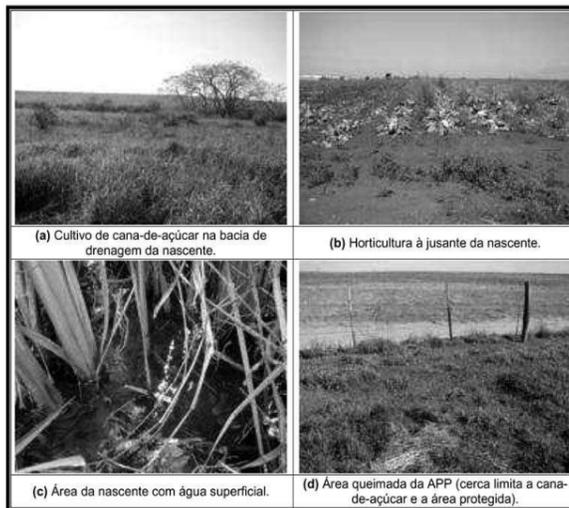


Figura 4.17. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guamium.

Ponto 03

O ponto 03, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.489.501 Norte e 228.686 Leste, é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Guamium, próximo ao bairro Guamium. Nota-se que a zona da nascente apresenta largura variável, alcançando extensões de 50m em alguns locais. A vegetação existente no interior de seu perímetro está composta predominantemente por plantas herbáceas, das quais merece destaque à família POACEAE representada abundantemente por uma espécie macrófita desconhecida que recobre toda a área alagada, conferindo uma aparência de "tapete verde" ao local, além de falsa segurança ao se pisar sobre ela. Também ocorrem adensamentos de taboa em área próxima a uma travessia e, a jusante, ocorre o represamento do leito de água. As margens da zona de nascente estão preenchidas pelo cultivo de cana-de-açúcar, de forma que o limite de 50m de Área de Preservação Permanente (APP) estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) está sendo respeitado e, inclusive, está cercado, mas não existe na referente paisagem uma fitofisionomia ripária que caracterize zonas ciliares preservadas. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 105 µS/cm, pH igual a 6,55, oxigênio dissolvido de 2,51 mg/L e a temperatura da água estava em 21 °C. A Figura 4.18 caracteriza a situação atual dessa nascente.



Figura 4.18. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guamium.

Ponto 04

O ponto 04, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.493.773 Norte e 232.046 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Guamium, próximo ao bairro Santa Rosa. Nota-se na zona da nascente visitada em período de estiagem muitas poças de água sem aparente drenagem. A vegetação existente no interior de seu perímetro e ao longo da APP está composta por fitofisionomia florestal característica de matas ciliares de Florestas Semidecíduas do planalto paulista, sendo observados todos os estratos característicos de florestas e a presença de plântulas em desenvolvimento no banco de sementes. O dossel superior alcança os 13m, entretanto a abundante presença de plantas com hábito trepador (lianas) pode estar alterando a estrutura da comunidade vegetal (havia muitos indivíduos arbóreos quebrados e derrubados em razão da ação das lianas, fato que favoreceu a entrada de luz solar e a dispersão de sementes de gramíneas pelo interior da APP). A borda da mata está circundada por cana-de-açúcar e por uma servidão em toda a sua extensão. Também ocorrem na borda adensamentos de Leucaena sp. (leucena); de representantes da família POACEAE dos quais merece destaque o capim-gordura e uma planta herbácea bambusóide esciófita, cuja origem ainda não é consenso dentre pesquisadores; além da presença de uma zingiberácea asiática presente ao longo de áreas ciliares por todo Brasil e vulgarmente conhecida como lírio-do-brejo (Hedychium sp.). A APP não está cercada e o limite de 50m de Área de Preservação Permanente (APP) estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) está, em parte, sendo respeitado (alguns pontos da APP apresentam extensões inferiores aos 50m vigentes). Não foram observados indícios da presença de animais criados na APP. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 113 µS/cm, pH igual a 6,76, oxigênio dissolvido de 2,90 mg/L e a temperatura da água estava em 19,2 °C. A Figura 4.19 caracteriza a situação desse curso d'água.



Figura 4.19. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guamium.

Ponto 05

O ponto 05, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.499.007 Norte e 231.446 Leste, é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Guamium, próximo ao bairro Santa Rosa. Nota-se que a zona da nascente apresenta perímetro em formato retangular (alcançando larguras de 40m em alguns locais), sendo que em numa borda ocorre o cultivo de cana-de-açúcar e na outra extensão há instalações de um sítio (residência, garagem de máquinas, oficina, galinheiro etc.). A vegetação existente no interior de seu perímetro e na APP sofre manejo em sua porção mais alta, sendo que foi observada prática de horticultra no local (brassicáceas, asteráceas e solanáceas foram observadas). À medida que decresce a cota altitudinal (de declividade suave) o perfil da vegetação tem sua riqueza incrementada por espécies aquáticas típicas (algumas nativas como as do gênero Ludwigia sp. e Blacknum sp., por exemplo), além de gramíneas de reconhecido comportamento invasor. A nascente é interposta por um barramento que represa suas águas e, neste ponto, a fitofisionomia do local cede lugar à vegetação arbórea composta em sua totalidade por espécies pioneiras heliófitas (pau-pólvora, sangra d'água, mutamba, embaubeira etc.) e algumas esciófitas (pitangueira e capororoca). O limite de 50m de Área de Preservação Permanente (APP) estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não está sendo respeitado. Presença de forte odor de vinhaça ao longo da nascente e muitas canaletas (profundidade média de 15 cm) esculpidas pela ação da água oriunda de cotas superiores do canalial foram encontradas. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 18 µS/cm, pH igual a 6,82, oxigênio dissolvido de 3,10 mg/L e a temperatura da água estava em 22 °C. A Figura 4.20 caracteriza a situação desse curso d'água.





Figura 4.20. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Guarium.

Ponto 06

O ponto 06, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.481.759 Norte e 225.023 Leste, é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Enxofre, no bairro Monjolinho. A zona da nascente visitada está localizada em perímetro urbano, e com ao menos três voçorocas observadas à medida que recebe águas pluviais provenientes de ruas e esgoto através de tubulação subterrânea. No local são despejados resíduos sólidos em quantidade (entulhos e lixo doméstico) que acabam por abalar a qualidade de vida das pessoas que residem no bairro e a segurança dos que usam o local para algum fim (foram observadas pegadas pela área deflagrando o trânsito de pessoas). A APP não está cercada e o limite de 50m de Área de Preservação Permanente (APP) estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado, fato que resulta numa borda de nascente dominada por infra-estrutura urbana e por terreno baldio (pasto queimado sujeito a potencial ocupação urbana). Parte da vegetação ali existente pode ser considerada ruderal e parte que cresce sobre uma acentuada declividade superior a 45° está representada por indivíduos arbóreos que recobrem o leito transmitindo falsa idéia de área preservada, além de lianas e uma planta bambusóide abundante na margem esquerda do leito. Por suas características paisagísticas, de tipos de uso e de localização a zona onde está inserida a nascente pode ser denominada como um terreno baldio submetido à pressão antrópica resultante das formas de uso imprimidas em seu entorno e cuja fauna e flora estão sujeitas a padrões de sinantropia explícitos. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-

se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 778 µS/cm, pH igual a 9,89, oxigênio dissolvido de 0,70 mg/L e a temperatura da água estava em 17,1 °C. A Figura 4.21 caracteriza a situação atual dessa nascente.

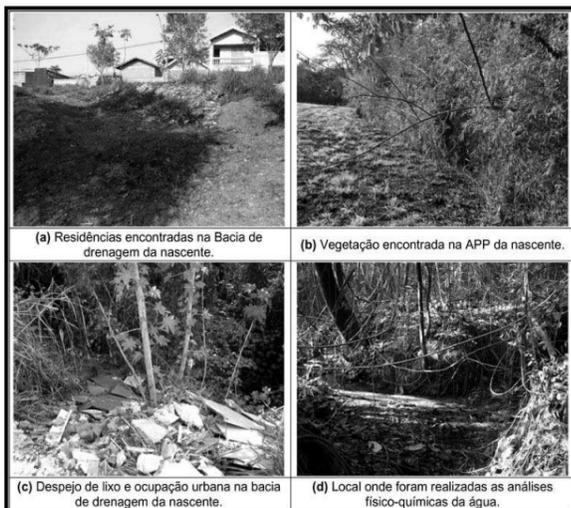


Figura 4.21. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Enxofre.

Ponto 07

O ponto 07, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.480.876 Norte e 225.403 Leste, é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Enxofre, no bairro Novo Horizonte. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada está localizada no limiar da malha urbana piracicabana, posição geográfica geradora de contrastes ambientais e sociais os quais imprimem sobre a paisagem formas de uso e ocupação típicas de cidades e de zonas rurais. Resíduos sólidos são despejados no local

(entulhos e lixo doméstico), entretanto a específica localidade da nascente e menos alterada por pessoas do que pela criação bovina. Desta forma, há intenso pisoteio e fezes na nascente e através do curso d'água (acentuando erosão), além de um barramento que empoeira a água usada na hidratação dos bovinos. Em alguns pontos o leito do ribeirão encontra-se fluindo por uma voçoroca com mais de 1m de profundidade. A APP não está cercada e seu limite de 50m de vegetação estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado, fato que resulta numa área de preservação dominada por gramíneas forrageiras, indivíduos esparsos de *Eucalyptus sp.* (eucalipto) e plantas ruderais, tal como *Ricinus sp.* (mamona) e invasoras, como *Tecoma sp.* (ipê-de-jardim). Por suas características paisagísticas, de tipos de uso e de localização a zona onde está inserida a nascente pode ser denominada como um terreno baldio submetido principalmente à criação bovina e cuja fauna e flora estão sujeitas a padrões de sinantropia explícitos. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 106 µS/cm, pH igual a 11,02, oxigênio dissolvido de 3,27 mg/L e a temperatura da água estava em 19,4 °C. A Figura 4.22 caracteriza a situação atual dessa nascente.

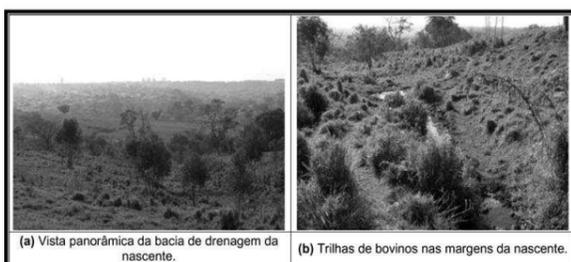


Figura 4.22. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Enxofre.



Figura 4.22. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Enxofre.

Ponto 08

O ponto 08, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.477.881 Norte e 224.496 Leste, é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Marins, no bairro Monjolinho. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada está localizada na malha rural piracicabana, com presença restrita de condomínios. Em tal posição geográfica, o cultivo de cana-de-açúcar imprime sobre a paisagem formas de uso típicas de zonas rurais do interior paulista. A APP é circundada pelo cultivo de cana, não está cercada e seu limite de 50m de vegetação estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) é respeitado, fato que resulta numa área de preservação com fitofisionomia ripária presente e onde podem ser observados indivíduos de espécies arbóreas de grande porte ocupando o dossel superior (aproximadamente 20m), tais como *Cariniana estrellensis* (jequitibá-branco), *Copaifera sp.* (copaiba) e *Rhamnidium sp.* (sagaragi). Há presença de gramíneas invasoras em clareiras encontradas na mata ciliar à jusante da nascente e nas bordas, além de lianas que podem ser observadas do estrato herbáceo ao dossel superior sendo que, neste último caso, provocam a quebra de galhos nas árvores. Foram presenciadas erosões ocorrendo no perímetro da APP. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 0 µS/cm, pH igual a 11,12, oxigênio dissolvido de 3,3 mg/L e a temperatura da água estava em 18,2 °C. A Figura 4.23 caracteriza a situação atual dessa nascente.



Figura 4.23. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Marins.

Ponto 09

O ponto 09, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.476.862 Norte e 219.352 Leste, é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Marins, no bairro Serrote. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada está localizada na malha rural piracicabana, em uma posição geográfica cuja criação bovina ladeada pelo cultivo de cana e por pequena infra-estrutura de sítio imprimem sobre a paisagem uma forma de uso típica e exclusiva de zonas rurais. Aparentemente não há despejo de material efluentes e resíduos sólidos. A superfície da nascente está a profundidade de 1,5 m da superfície do terreno e foi escavada para atender às necessidades de hidratação dos bois, de forma que sua água está represada e sua superfície preenchida por plantas macrófitas como *Lemna sp.* (lentilha d'água). Também ocorrem indivíduos de *Cecropia sp.* (embaubeira) e *Inga sp.* (Ingá-banana), além de taboa na pequena poça que tem área estimada em 5m² e profundidade estimada em 1m. A APP não está cercada e seu limite de 50m de vegetação estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado. Por suas características paisagísticas, de tipos de uso e de localização, a zona onde está inserida a nascente pode ser enquadrada numa área de pasto submetida principalmente à criação bovina. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 40 µS/cm, pH igual a 9,20, oxigênio dissolvido de 2,02 mg/L e a temperatura da água estava em 17 °C. A Figura 4.24 caracteriza a situação atual dessa nascente.

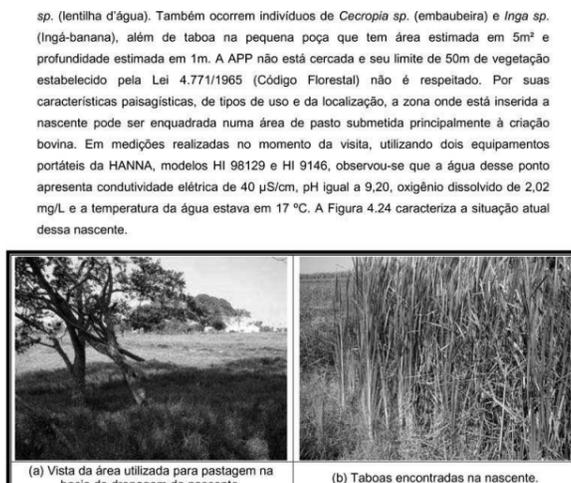


Figura 4.24. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Marins.

Figura 4.24. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Marins.

Ponto 10

O ponto 10, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.473.736 Norte e 219.272 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Marins, no bairro Sete Barrocas. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada encontra-se na malha rural piracicabana, em uma localidade onde está construída uma residência e cuja propriedade predomina o cultivo de cana-de-açúcar e a criação bovina os quais imprimem sobre a paisagem formas de uso típicas de zonas rurais. Resíduos sólidos não são despejados no local (entulhos e lixo doméstico), entretanto há presença de fezes de bovinos e rastros pisoteio dos animais na nascente e à jusante acentuada erosão no terreno (principalmente em suas margens). A APP está cercada e seu limite de 50m de vegetação estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado porque há livre circulação de bovinos na área e porque ela não forma uma zona de proteção ciliar composta por fitofisionomia ripária. Ao longo da APP ocorrem indivíduos arbóreos isolados de gêneros como *Tabebuia sp.* (ipê-amarelo), *Ficus sp.* (figueira), *Rapanea sp.* (capororoca) e manchas monoespecíficas de leucena, ou "leucenais", resultando a paisagem numa matriz aberta preenchida por braquiária e cana-de-açúcar, contendo pequenas manchas de vegetação arbórea em sua maioria exótica. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 2 µS/cm, pH igual a 9,76, oxigênio dissolvido de 2,6 mg/L e a temperatura da água estava em 19,4 °C. A Figura 4.25 caracteriza a situação atual dessa nascente.

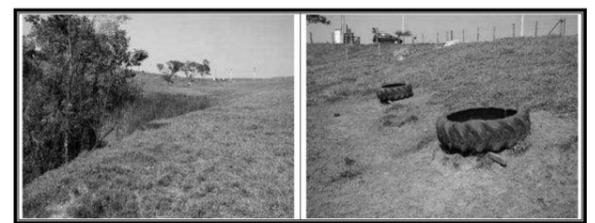


Figura 4.25. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Marins.

Ponto 11

O ponto 11, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.474.503 Norte e 220.036 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Marins, no bairro Sete Barrocas. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada encontra-se na malha rural piracicabana, em uma localidade cuja propriedade só explora o cultivo de cana-de-açúcar o qual imprime sobre a paisagem forma de uso típica de zona rural. O despejo de resíduos sólidos no local, sobretudo entulho e restos de móveis foi notado em meio ao cultivo de cana na APP que não está cercada e seu limite de 50m com vegetação estabelecida pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado, pois a cana-de-açúcar avança sobre o local onde se esperava encontrar água brotando e fluindo. A inexistência de uma zona de proteção ciliar composta por fitofisionomia ripária é tão sentida que ao longo da APP não ocorrem sequer indivíduos arbóreos isolados, apenas capim-braquiária, um bambuzal, cana-de-açúcar (que além de circundar todo o perímetro da APP ocorre no canal de drenagem) e alguns arbustos de mimosáceas bioindicadoras do processo de degradação a que o solo está submetido. Portanto, a pressão degradante do uso da cana resulta a paisagem numa matriz aberta preenchida por braquiária e cana-de-açúcar, sem manchas ou corredores de vegetação arbórea. Não havia água para que qualquer tipo de aferição fosse realizada. A Figura 4.26 caracteriza a situação atual dessa nascente.

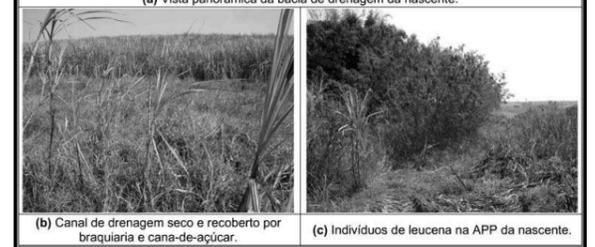


Figura 4.26. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Marins.

Ponto 12

O ponto 12, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.472.115 Norte e 220.518 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Marins, no bairro Passa Cinco. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada encontra-se na malha rural piracicabana. Na área se encontra uma propriedade em construção, além da criação de bovinos na APP. Somado a estes usos, o cultivo de cana-de-açúcar à jusante, assim como em cotas altitudinais superiores à nascente imprime sobre a paisagem forma de uso típica de zona rural. O despejo de resíduos sólidos no local, sobretudo entulho de construção, foi notado além do uso da APP para manobra de veículos pesados. O proprietário, a fim de conter movimentação de terra e consequente desmoronamento de um talude escavado sobre a nascente (aproximadamente 4,0m de profundidade), empreendeu

no mesmo uma contenção erguida com pneus. Somado a contenção, foi feito um barramento com travessia sobre a nascente para que veículos acessem a casa em construção. A APP está cercada e seu limite de 50m com vegetação estabelecidos pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado em vista das atividades descritas acima, sendo que inexistiu uma zona de proteção ciliar composta por fitofisionomia ripária ao longo da APP (não ocorrem sequer indivíduos arbóreos isolados, apenas capim). O ribeirão abaixo da nascente estava seco durante a época de visita e a nascente resumia-se a duas poças d'água represadas (barramentos) utilizadas pelo gado da propriedade. Portanto, a pressão degradante resulta a paisagem numa matriz aberta preenchida por capim, sem manchas ou corredores de vegetação arbórea. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 319 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH igual a 10,34, oxigênio dissolvido de 2,7 mg/L e a temperatura da água estava em 27,5 °C. A Figura 4.27 caracteriza a situação atual dessa nascente.

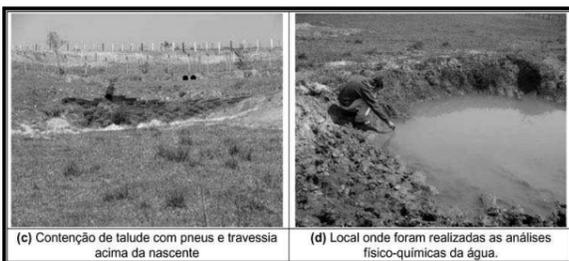
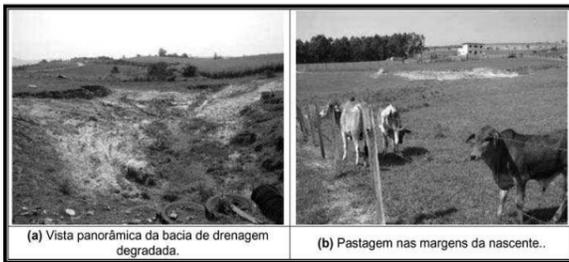


Figura 4.27. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Marins.

Ponto 13

O ponto 13, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.482.829 Norte e 231.527 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Piracicamirim, no bairro Jardim Abaeté. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada encontra-se na malha urbana piracicabana, nas imediações da Av. Dois Córregos. A propriedade em questão é uma das poucas que resistiu à acentuada e recente expansão urbana da referida região da cidade, de forma que ainda apresenta características de uso e ocupação do espaço que a permitem ser denominada de sítio. Dentre estas características pode-se citar a permeabilidade da superfície do terreno, suas dimensões, a criação de animais como gado e galinhas, além da existência de uma nascente e curso d'água não canalizada. A nascente tem sua APP cercada e seu limite de 50m com vegetação estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) é respeitado, em parte, porque apesar de não haver vestígio do uso da área pelo gado (fezes, pegadas etc.) há prática de bosqueamento do sub-bosque da mata existente interferindo na regeneração natural da vegetação. A vegetação existente está representada principalmente pelo estrato arbóreo (dada a prática de bosqueamento), sendo que há exemplares característicos da Floresta Semidecídua da Bacia do Paraná, como a figueira e o jequitibá-branco que provavelmente alcançam 35m de altura e 2,0m de diâmetro na altura do peito (DAP). Vista de fora a APP passa a falsa ideia de estar preservada em razão de sua cobertura florestal, entretanto a prática de bosqueamento e um antigo barramento para área de lazer e contemplação construída desconfiguram o "brotamento" de água e o curso natural do ribeirão, apesar de demandarem o cuidado dos novos proprietários do sítio. Portanto, a pressão degradante decorrente de uma matriz essencialmente urbana torna a referida APP uma mancha verde em meio à paisagem, além de um refúgio e ponto de parada para a fauna (principalmente a avifauna). Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 108 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH igual a 10,9, oxigênio dissolvido de 2,99 mg/L e a temperatura da água estava em 22,5 °C. A Figura 4.28 caracteriza a situação atual dessa nascente.

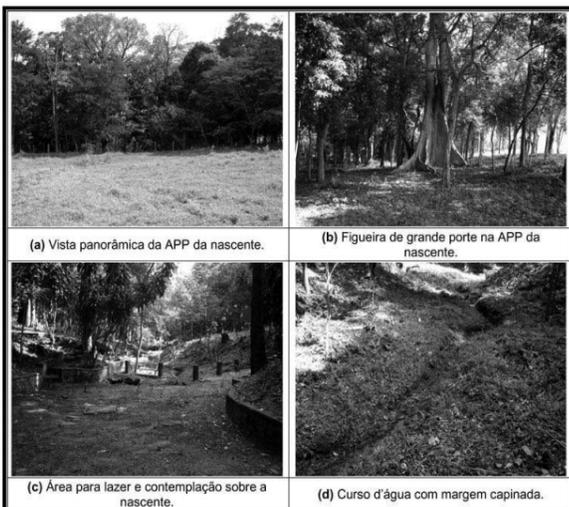


Figura 4.28. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim.

Ponto 14

O ponto 14, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.479.770 Norte e 229.047 Leste é referente à visita realizada na nascente localizada na Microbacia do Piracicamirim, no bairro Chico. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada encontra-se no limiar da malha urbana piracicabana e está sendo ocupada por loteamentos habitacionais e infra-estrutura urbana, mas a propriedade em questão ainda mantém características rurais. Dentre estas características pode-se citar a permeabilidade da superfície do terreno, suas dimensões, além da existência de uma nascente e curso d'água não canalizada. A nascente não tem sua APP cercada e seu limite de 50m estabelecidos pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado, além de ocorrer pontos de acesso do gado (fezes, pegadas etc.), também foram observados despejos de resíduos sólidos e forte odor de esgoto no leito do ribeirão. A mata ciliar está composta em sua maioria por POACEAE da qual cita-se a taboa e outras gramíneas macrófitas como as mais representativas na comunidade vegetal. Também ocorrem algumas espécies arbóreas, principalmente *Cecropia sp.* (embaubeira), todavia em abundância não representativa. Talvez, em decorrência do leito do ribeirão e da nascente estarem sobre uma baixada cuja superfície dos terrenos que a circundam são constantemente movimentadas (terraaplanagem, passagem de tubulação etc.) o carreamento de terra e nutrientes para o corpo d'água esteja contribuindo para o seu aparente assoreamento. Assim, a pressão decorrente do processo de expansão urbana e aumento populacional na região da nascente estão contribuindo para sua degradação. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 390 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH igual a 10,85, oxigênio dissolvido de 0,40 mg/L e a temperatura da água estava em 20 °C. A Figura 4.29 caracteriza a situação atual dessa nascente.



Figura 4.29. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim.

Ponto 15

O ponto 15, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.480.083 Norte e 232.607 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Piracicamirim, no bairro Taquaral. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada encontra-se no limiar da malha urbana piracicabana de forma que os terrenos ainda não ocupados na região sofrem com pressões de uso nocivas ao meio ambiente, servindo como depósitos de lixo. O corpo d'água recebe resíduos sólidos despejados através de uma rua asfaltada que limita a área verde com as habitações do bairro concebido na "cabeceira" do curso d'água. Convive com o uso determinado pelos habitantes do bairro o pastoreio de bovinos que acessam a nascente, por isso são vários os pontos no curso d'água que apresentam em suas margens marcas de pisoteio e fezes. A calha do ribeirão atinge em alguns pontos profundidade de 1,0m e, à jusante o ribeirão torna-se uma grande poça lamacenta junto a uma linha de trem que corta o terreno. A vegetação é composta por capim-braquiária, um eucalipto à jusante e indivíduos esparsos de *Gochnatia sp.* (cambará), alertando para a degradação do solo no local. A nascente não tem sua APP cercada e seu limite de 50m de vegetação estabelecidos pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado, além de ocorrer despejo de resíduos sólidos na mesma. Assim, a pressão decorrente do processo de expansão urbana e aumento populacional na região da nascente, mais o uso do local para pastagem estão acelerando o processo de degradação. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 224 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH igual a 10,36, oxigênio dissolvido de 2,78 mg/L e a temperatura da água estava em 18 °C. A Figura 4.30 caracteriza a situação atual dessa nascente.

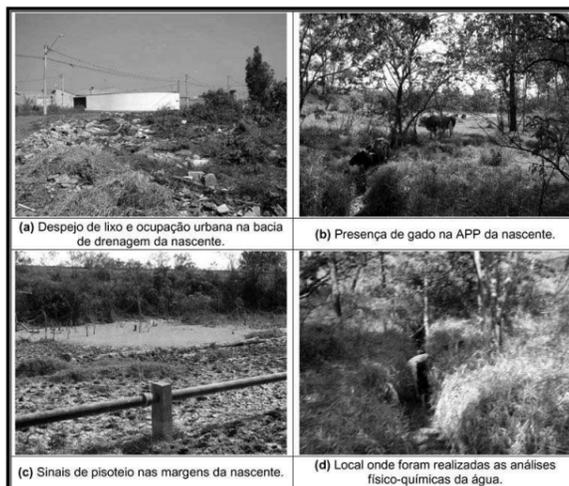


Figura 4.30. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim.

Ponto 16

O ponto 16, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.477.119 Norte e 233.765 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Piracicamirim, no bairro Taquaral. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada encontra-se na malha rural piracicabana e é totalmente preenchida pelo cultivo de cana-de-açúcar. O

terreno possui uma declividade atenuada e um barramento instalado na propriedade vizinha represa a água. Foram observados acúmulos de terra na borda da APP, além de lixo proveniente de uma estrada nas imediações, sinalizando, portanto, para a deposição de sedimentos e assoreamento da nascente, cuja APP não tem sua área cercada e seu limite de 50m de vegetação estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado. Na composição da vegetação predomina a família POACEAE representada por plantas que alcançam os 2,5m de altura e um corredor de leucenas que limita a propriedade, passando pela APP. Assim, a pressão decorrente do cultivo mecanizado de cana-de-açúcar está contribuindo para a degradação da nascente. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 33 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH igual a 9,85, oxigênio dissolvido de 2,97 mg/L e a temperatura da água estava em 25,9 °C. A Figura 4.31 caracteriza a situação atual dessa nascente.

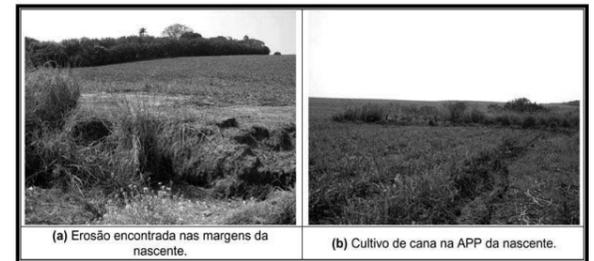


Figura 4.31. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim.

Ponto 17

O ponto 17, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.472.536 Norte e 223.279 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Piracicamirim, no bairro Formigueiro. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada encontra-se na malha rural piracicabana e próxima a uma olaria em funcionamento. A nascente tem sua APP cercada e seu limite de 50m estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado porque ocorrem pontos de acesso de equinos (fezes, pegadas etc.) e porque o próprio limite não chega a 50m em certos locais. A nascente e o curso d'água estão ocupados por gramíneas macrófitas ocorrendo sobre o terreno brejoso, inclusive sobre o fluxo de água. A presença de árvores é pequena na APP (encontram-se mais árvores fora da delimitação cercada do que dentro), sendo o gênero mais avistado *Casearia sp.* (guaquatonga). A área cercada é ladeada por pasto numa margem e pelo cultivo de cana na outra. Assim, a pressão decorrente pelo cultivo de cana e pela criação equina, estão contribuindo para a desconfiguração do local, além de não existir mais uma zona ciliar que assegure ao corpo d'água menor aporte de resíduos de lavoura e processos erosivos nas margens. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 80 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH igual a 9,41, oxigênio dissolvido de 2,15 mg/L e a temperatura da água estava em 19,5 °C. A Figura 4.32 caracteriza a situação atual dessa nascente.

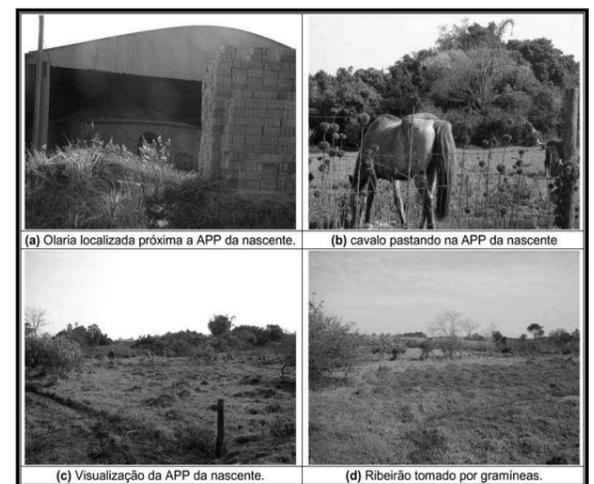


Figura 4.32. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim.

Ponto 18

O ponto 18, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.481.358 Norte e 229.006 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Itapeva, no bairro Chico. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada encontra-se na malha urbana piracicabana de forma que está massivamente ocupada por residências, indústrias, cemitério, dentre outros, os quais imprimem pressões de uso nocivas ao local. A nascente recebe resíduos sólidos despejados através de ruas que limitam a área verde com a infra-estrutura urbana do bairro concebido na "cabeceira" do curso d'água. Há tubulações desembocando na nascente e recentemente a parte mais alta da bacia de drenagem sofre a remoção de árvores e movimentação de solo por máquinas a qual acabou por empilhar montes de terra, tocos e restos de árvores, entulho e lixo em grandes depósitos à beira do

início mais acentuado do declive onde, abaixo, encontra-se a nascente. O leito estava seco, excetuando-se porções escavadas mais profundamente pela água que jorra da cabeceira da bacia. Nestas porções, havia poças brotando e, em virtude delas, pôde-se aferir a qualidade da água. A nascente tem parte de sua APP cercada e seu limite de 50m estabelecidos pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado. Há cobertura arbórea que propicia sombras constantes no terreno da margem direita. A margem esquerda contém uma talha de eucaliptos bem espaçados que denotam em seus troncos a presença recente de fogo. Além deles o estrato herbáceo é preenchido de maneira preponderante por capim-braquiária e ocorrem árvores e arbustos nativos espaçados (cambará, gruvitinga e outras solanáceas, principalmente). Assim, a pressão decorrente do mau uso e provável parco gerenciamento da referida área verde estão contribuindo para que esta área seja degradada. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 968 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH igual a 11,3, oxigênio dissolvido de 3,5 mg/L e a temperatura da água estava em 19,7 °C. A Figura 4.33 caracteriza a situação atual dessa nascente.

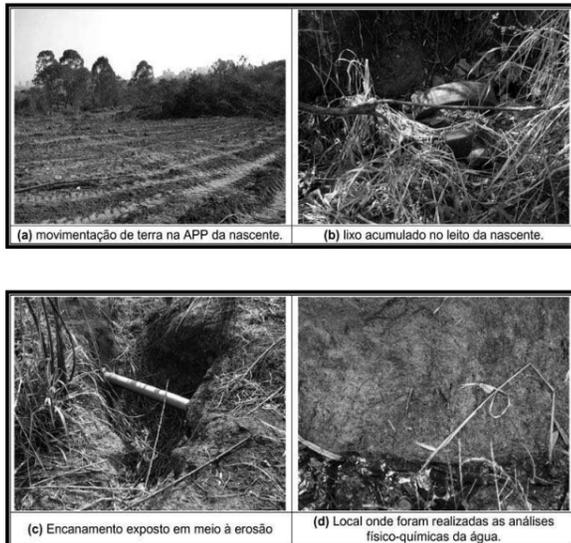


Figura 4.33. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Itapeva.

Ponto 19

O ponto 19, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.482. 259 Norte e 227.166 Leste é referente a visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Enxofre, no bairro Monjolinho. A zona da nascente visitada está localizada sob a impermeabilização da malha urbana, e, desta maneira, a análise dos parâmetros físico-químicos ocorreu à jusante quando o ribeirão passa a fluir sem tubulação. A descarga de resíduos sólidos ocorre em grande quantidade (entulhos e lixo doméstico), assim como a descarga de material efluente abalando a qualidade de vida e a segurança das pessoas que residem nos bairros próximos. A APP está cercada com alambrado para impedir o trânsito livre já que as margens do ribeirão são declivosas e repletas de entulho. O limite de 50m de Área de Preservação Permanente (APP) estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado (a área está ocupada por habitações) e o limite de 30m nas margens do ribeirão também não é respeitado no local em que houve a visita. Parte da vegetação herbáceo-arbustiva ali existente pode ser considerada ruderal, entretanto a maior parte da vegetação cresce sobre uma acentuada declividade superior a 45° e está com posta por árvores nativas como *Bauhinia sp.* (pata-de-vaca) e árvores exóticas, no caso leucenas. Mais uma vez, os indivíduos arbóreos recobrimo o leito transmitem a falsa idéia de área preservada. Por suas características paisagísticas, de tipos de uso e de localização a zona onde está inserida a nascente e o ribeirão pode ser vista como um terreno baldio (apesar de cercado e arborizado) degradado submetido à pressão antrópica resultante das formas de uso imprimeadas em seu entorno e sobre ele e cuja fauna e flora estão sujeitas a padrões de

sinantropia explícitos. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 872 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH igual a 11,8, oxigênio dissolvido de 0,99 mg/L e a temperatura da água estava em 22,1 °C. A Figura 4.34 caracteriza a situação atual dessa nascente.



Figura 4.34. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Enxofre.

Ponto 20

O ponto 20, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.481.005 Norte e 226. 587 Leste é referente à visita realizada na nascente localizada na Microbacia do Enxofre, no bairro Monjolinho. A zona da nascente visitada está cercada por malha urbana e nas imediações de um terreno ainda não loteado e utilizado pelas pessoas. Há descarga de

resíduos sólidos (lixo doméstico e entulho) e formação de voçorocas resultantes do escoamento superficial das águas de montante. A APP não está cercada e o limite de 50m de Área de Preservação Permanente (APP) estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado. Parte da vegetação herbáceo-arbustiva ali existente pode ser considerada ruderal, sendo composta predominantemente por POACEAE, entretanto a maior parte que cresce sobre uma acentuada declividade superior a 45° e está com sua superfície recoberta são árvores nativas como *Schinus sp.* (aroeira-mansa) e árvores exóticas, no caso leucenas. A presença de lianas nos indivíduos de porte arbóreo foi notada. Mais uma vez, os indivíduos arbóreos recobrimo o leito transmitem a falsa idéia de área preservada. Por suas características paisagísticas, de tipos de uso e de localização a zona onde está inserida a nascente e o ribeirão pode ser vista como um terreno degradado submetido à pressão antrópica resultante das formas de uso imprimeadas em seu entorno e sobre ele e cuja fauna e flora estão sujeitas a padrões de sinantropia explícitos. Em razão de tais impactos e do período de estiagem configurado à época da visita no local, a nascente estava seca. A Figura 4.35 caracteriza a situação atual dessa nascente.

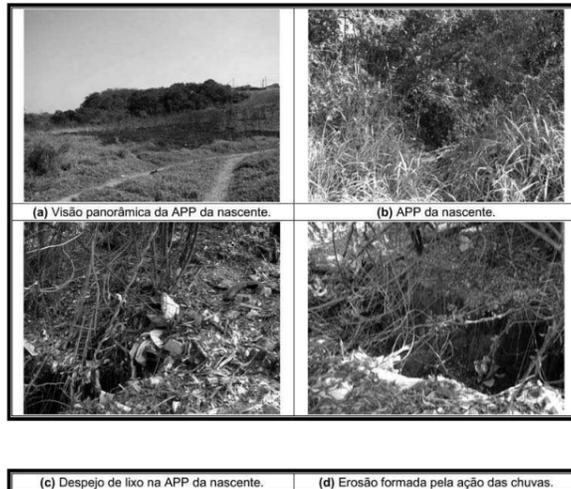


Figura 4.35. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Enxofre.

Ponto 21

O ponto 21, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.478.882 Norte e 225.468 Leste é referente à visita realizada na nascente localizada na Microbacia do Enxofre, no bairro Monjolinho. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada está localizada no limiar da malha rural piracicabana, com presença crescente de condomínios de alto padrão e de loteamentos populares. Além disso, notou-se que nesta bacia de drenagem, assim como noutras vizinhas, há um convívio no uso do solo entre hortas e despejo do lixo urbano, quer em aterro sanitário, quer em terrenos arrendados para carroceiros de lixo seco. Na posição geográfica da nascente, a existência de pastos imprime sobre a paisagem formas de uso típicas de zonas rurais. Assim, a APP é cercada por pasto, não está cercada e seu limite de 50m estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado, ainda que exista uma pequena área de preservação com fitofisionomia ripária constituída por uma capoeira densa, repleta de lianas e onde há exposição das raízes das árvores e arvoretas no barranco da margem da nascente. A água que esco do pasto e de uma canaleta posicionada na direção da nascente parece escavar o leito, de forma que foi realizada a análise em poças que brotavam e que estavam a 2m de profundidade em relação à superfície do terreno. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 588 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH igual a 10,8, oxigênio dissolvido de 1,73 mg/L e a temperatura da água estava em 19,6 °C. A Figura 4.36 caracteriza a situação atual dessa nascente.

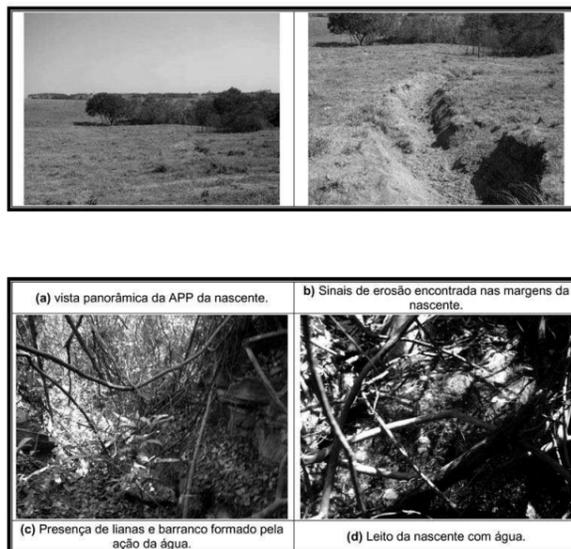


Figura 4.36. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Enxofre.

Ponto 22

O ponto 22, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.479.140 Norte e 225.742 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Enxofre, no bairro Monjolinho. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada está localizada no limiar da malha rural piracicabana, com presença crescente de condomínios de alto padrão e de loteamentos populares. Além disso, notou-se que nesta bacia de drenagem, assim como noutras vizinhas, há dois tipos de convívio: um no uso do solo entre hortas e despejo do lixo urbano, quer em aterro sanitário, quer em terrenos arrendados para carroceiros de lixo seco; outro entre os antigos moradores da região que vivem nos sítios e fazendas e os novos moradores de condomínios e loteamentos populares imprimindo sobre a paisagem rural formas de uso estritamente urbanas. Na posição geográfica da nascente, a existência de pastos imprime sobre a paisagem formas de uso típicas de zonas rurais. Assim, a APP é cercada por pasto em uma de suas margens e composta por uma capoeira densa na outra margem, não está cercada e seu limite de 50m estabelecido pela

Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado, ainda que exista uma pequena área de preservação com fitofisionomia ripária constituída pela capoeira densa citada e repleta de lianas. O gado usa a nascente e um represamento à jusante para sua hidratação, havendo numa margem da nascente com pegadas e fezes bovinas. Pelos tipos de uso descritos pode-se concluir que a referida nascente sofre impactos de maneira progressiva decorrentes de ações antrópicas praticadas há algum tempo (gado e desflorestamento da APP) e recentes (impermeabilização das cotas altitudinais acima da nascente em sua bacia de drenagem, maior demanda pelo uso de água subterrânea, entre outras). Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 232 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH igual a 11,72, oxigênio dissolvido de 8,22 mg/L e a temperatura da água estava em 24,1 °C. A Figura 4.37 caracteriza a situação desse atual dessa nascente.

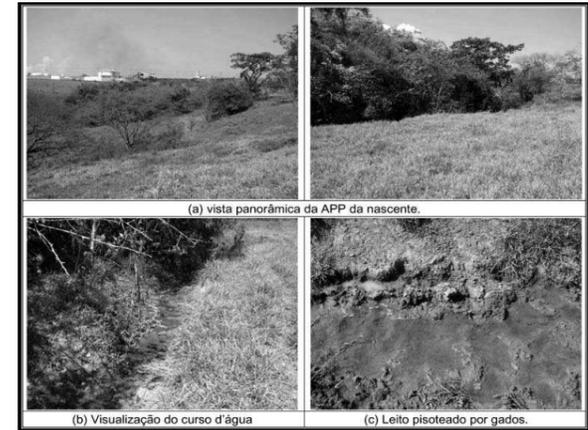


Figura 4.37. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Enxofre.

Ponto 23

O ponto 23, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.479. 337 Norte e 224. 845 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Marins, no bairro Monjolinho. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada está localizada no limiar da malha rural piracicabana, com presença crescente de condomínios de alto padrão e de loteamentos populares. Além disso, notou-se que nesta bacia de drenagem, assim como noutras vizinhas, há dois tipos de convívio: um no uso do solo entre hortas e despejo do lixo urbano, quer em aterro sanitário, quer em terrenos arrendados para carroceiros de lixo seco; outro entre os antigos moradores da região que vivem nos sítios e fazendas e os novos moradores de condomínios e loteamentos populares imprimindo sobre a paisagem rural formas de uso estritamente urbanas. Na posição geográfica da nascente, a existência de uma antiga zona de triagem de lixo seco proveniente da zona urbana de Piracicaba imprime sobre a paisagem forma de uso inadequada para o terreno em que se situa. Também, o proprietário da área que a arrendava a carroceiros de lixo seco de Piracicaba utiliza a nascente para hidratar o gado que mantém. A APP não cercada é cercada por uma estrada municipal, por cana-de-açúcar e por aterro sanitário desativado; não há vegetação mesmo fora dos limites da APP da nascente, de forma que seu limite de 50m estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado. Pelos tipos de uso descritos pode-se concluir que a referida nascente sofre impactos de maneira progressiva decorrentes de ações antrópicas e, mais do que isso, sofre com o descaso já que requer medidas emergenciais para reverter o grande passivo ambiental incorrido. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 491 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH igual a 11,20 e a temperatura da água estava em 24,1 °C. Não foi possível a aferição dos valores para oxigênio dissolvido. A Figura 4.38 caracteriza a situação atual dessa nascente.

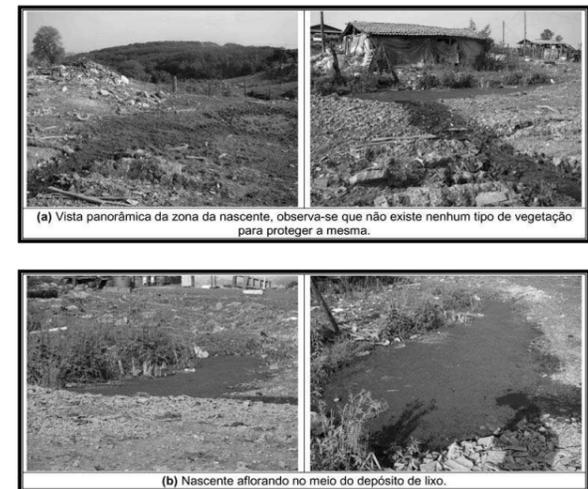


Figura 4.38. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Marins.

Ponto 24

O ponto 24, de coordenadas geográficas UTM 23k 7. 484.633 Norte e 221.429 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Pau D'Alinho, no bairro Marins. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada encontra-se na malha rural piracicabana, estando preenchida por pastagem consumida por bovinos e por um sítio que bombeia sua água. Além disso, observaram-se processos erosivos e indícios de escavação em pontos diferentes a fim de suprir o gado com água, sendo que no dia da visita foi encontrada a carcaça de um bovino na nascente escavada e com uma profundidade de aproximadamente 2m em relação à superfície do terreno. A APP não tem sua área cercada e seu limite de 50m estabelecidos pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado. Na composição da vegetação predomina a família POACEAE representada por plantas exóticas que se prestam ao forrageio de animais e, na escala de dezenas, indivíduos nativos de porte arbóreo posicionados de maneira esparsa em cotas acima da nascente. Assim, a supressão da vegetação em APP e da criação de bovinos contribuirá para a diminuição da vazão e degradação da nascente. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 331 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH igual a 11,01, oxigênio dissolvido de 0,18 mg/L e a temperatura da água estava em 22,3 °C. A Figura 4.39 caracteriza a situação atual dessa nascente.

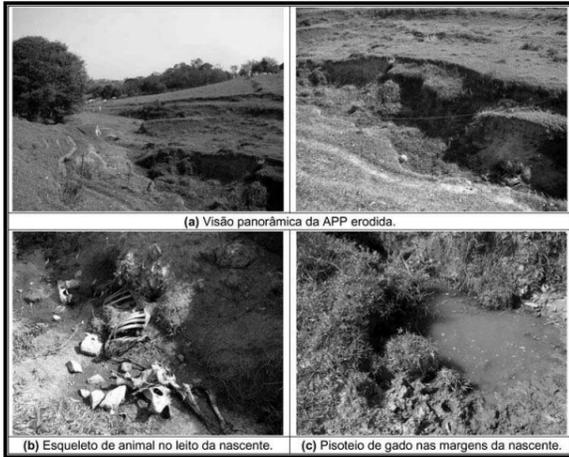


Figura 4.39. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pau D'Alinho.

Ponto 25

O ponto 25, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.485.683 Norte e 220.814 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Pau D'Alinho, no bairro Marins. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada está localizada na malha rural piracicabana. Em tal posição geográfica, o cultivo de cana-de-açúcar imprime sobre a paisagem formas de uso típicas de zonas rurais. A APP é cercada pelo cultivo de cana, não está cercada e seu limite de 50m estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) é respeitado, em parte, fato que resulta numa fina área preservada com fitofisionomia ripária composta por capoeira densa repleta de lianas, com muitas gramíneas ocupando o estrato herbáceo presente e sem indivíduos arbóreos de médio e grande porte (seu dossel superior não alcança os 8m de altura). Foi feito um barramento na convergência

de dois ribeirões, e há uma travessia para máquinas agrícolas. Não foi observada erosão ocorrendo no perímetro da APP. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 194 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH igual a 11,56, oxigênio dissolvido de 5,23 mg/L e a temperatura da água estava em 21,6 °C. A Figura 4.40 caracteriza a situação atual dessa nascente.

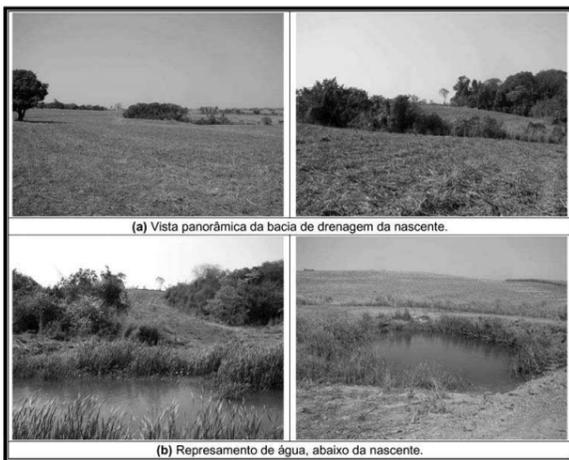


Figura 4.40. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pau D'Alinho.

Ponto 26

O ponto 26, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.484.936 Norte e 219.391 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Pau D'Alinho, no bairro Marins. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada está localizada na malha rural piracicabana, sofre domínio do cultivo de cana-de-açúcar que imprime sobre a paisagem formas de uso típicas de zonas rurais. A APP não está cercada e seu limite de 50m de vegetação estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado, pela existência da cultura de cana-de-açúcar e por um sítio cujas instalações estão dentro dos limites da APP. Apesar disso, há uma fina faixa de capoeira densa preenchida por muitas lianas nos barrancos de cada margem do ribeirão que a nascente escoaria se esta não estivesse seca no período da visita. O leito do ribeirão parece receber muitos sedimentos escoados da cultura canavieira e há erosões visíveis nas margens da APP. A Figura 4.41 caracteriza a situação atual dessa nascente.



Figura 4.41. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pau D'Alinho.



Figura 4.41. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pau D'Alinho.

Ponto 27

O ponto 27, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.483.776 Norte e 221.893 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Pau D'Alinho, no bairro Marins. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada está localizada na malha rural piracicabana, sofre domínio do cultivo de cana-de-açúcar o qual imprime sobre a paisagem uma grande matriz agrícola atravessada por pequenos fragmentos e corredores de mata ciliar não conectados. O uso agrícola intenso e determinado por práticas de manejo que não prezam pela conservação dos solos e dos recursos hídricos provocam carreamento de sedimentos para o leito do córrego e para a nascente de forma a assorear estes corpos d'água. Na época da aferição, a nascente encontrava-se seca. A APP não cercada é cercada por áreas cultivadas com cana-de-açúcar, de forma que seus limites de 50m de vegetação estabelecidos pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não são respeitados. Ainda assim, ocorre fina faixa de vegetação sobretudo nos barrancos das margens a qual está composta em seu estrato herbáceo por gramíneas, das quais algumas têm reconhecidamente comportamento invasor (capim-braquiária); por árvores nativas e exóticas (leucena) no dossel superior que alcança os 10m de altura e por lianas. Pelas observações quanto aos tipos de uso feitos na área pode-se concluir que a nascente está degradada. A Figura 4.42 caracteriza a situação atual dessa nascente.

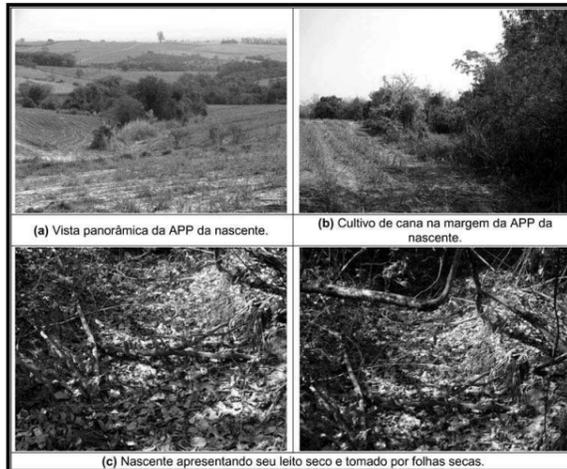


Figura 4.42. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pau D'Alinho.

Ponto 28

O ponto 28, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.482.322 Norte e 211.494 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Congonhal, no bairro Pau D'alinho. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada está localizada na malha rural piracicabana e está sobre domínio do cultivo de cana-de-açúcar o qual imprime sobre a paisagem uma grande matriz agrícola atravessada por pequenos fragmentos e corredores de mata ciliar não conectados. O uso agrícola intenso e determinado por práticas de manejo que não prezam pela conservação dos solos e dos recursos hídricos provoca no local processo de erosão laminar seguido de abertura de voçorocas que escoam a água dos terrenos plantados para a APP, assoreando o seu leito (já existem mudas de árvores e capim nascendo no leito). Na época da aferição, a nascente e seu ribeirão estavam secos. A APP cercada é cercada por áreas cultivadas com cana-de-açúcar de forma que seus limites de 50m de vegetação estabelecidos pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não são respeitados. Ainda assim, ocorre fina faixa de vegetação sobretudo nos íngremes e profundos barrancos das margens a qual está composta em seu estrato herbáceo por gramíneas, das quais algumas têm reconhecidamente comportamento invasor (capim-braquiária); por árvores nativas e exóticas (leucena) no dossel superior que alcança os 10m de altura e por lianas. Pelas observações quanto aos tipos de uso feitos na área pode-se concluir que a nascente está degradada. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 460 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH igual a 11,31, oxigênio dissolvido de 0,35 mg/L e a temperatura da água estava em 19,3 °C. A Figura 4.43 caracteriza a situação atual dessa nascente.



Figura 4.43. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Congonhal.



Figura 4.43. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Congonhal.

Ponto 29

O ponto 29, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.482.251 Norte e 219.156 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Pau D'Alinho, no bairro Nova Suíça. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada está localizada na malha rural piracicabana, submetida ao domínio do cultivo de cana-de-açúcar e criação bovina os quais imprimem sobre a paisagem uma grande matriz agropecuária atravessada por pequenos fragmentos e corredores de mata ciliar não conectados. O uso agrícola intenso determinado por práticas de manejo que não prezam pela conservação dos solos e dos recursos hídricos e somados a circulação de bois provocam no local processo de

erosão laminar e abertura de voçorocas que escoam a água dos terrenos plantados para a APP. Na época da aferição a nascente e seu ribeirão estavam secos. A APP cercada é cercada por áreas cultivadas com cana-de-açúcar, entretanto, dentro da APP existem muitos caminhos de bois, além de rastros de pegadas e fezes deixados no curso d'água de forma que seus limites de 50m de vegetação estabelecidos pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não são respeitados. Ainda assim, ocorre faixa de vegetação com largura variável e determinada pelos locais não acessados por bois; está composta por um gradiente que varia em função da umidade do solo, sendo que em seu estrato herbáceo com solo drenado ocorrem gramíneas forrageiras e plantas nativas como *Smilax* sp. (salsaparrilha) e asteráceas (vassourinha e assa-peixe); conforme aumenta a umidade do solo e a proximidade do leito, ciperáceas (tiriricas), pontederiáceas (aguapés) e poáceas (dentre elas taboa) compõem a vegetação. Ocorrem manchas de matas e muitos indivíduos esparsos compõem o dossel superior do local (embaeiras, camararás e açoita-cavalos foram muito observados). Pelas observações quanto aos tipos de uso feitos na área pode-se concluir que a nascente está sofrendo processo de degradação. A Figura 4.44 caracteriza a situação atual dessa nascente.

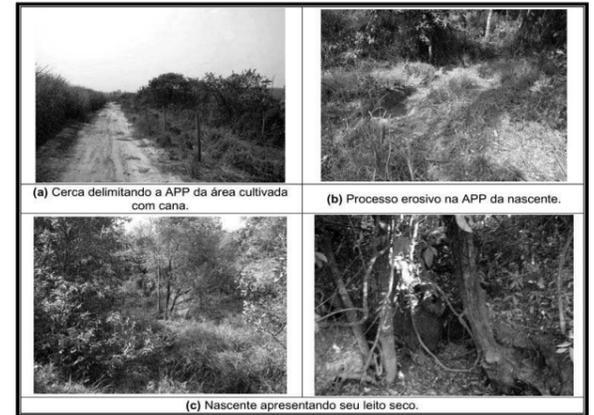


Figura 4.44. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pau D'Alinho.

Ponto 30

O ponto 30, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.476.533 Norte e 218.110 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Congonhal, no bairro Monte do Capitão. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada está localizada na malha rural piracicabana, sob o cultivo de cana-de-açúcar o qual imprime sobre a paisagem uma grande matriz agrícola atravessada por pequenos fragmentos e corredores de mata ciliar não conectados. O uso agrícola intenso determinado por práticas de manejo que não prezam pela conservação dos solos e dos recursos hídricos provoca no local processo de erosão laminar e abertura de voçorocas que escoam a água e sedimentos dos terrenos plantados para a APP, assoreando o seu leito (já existem mudas de árvores e capim nascendo no leito). Na época da aferição, a nascente e seu ribeirão estavam secos. A APP cercada é cercada por áreas cultivadas com cana-de-açúcar de forma que seus limites de 50m de vegetação estabelecidos pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não são respeitados. Ainda assim, ocorrem manchas de vegetação com largura restrita compostas por plantas invasoras no estrato herbáceo (gramíneas) e no dossel superior (leucenas), além de exemplares nativos. Pelas observações quanto aos tipos de uso feitos na área pode-se concluir que a nascente está sofrendo processo de degradação. A Figura 4.45 caracteriza a situação dessa nascente.

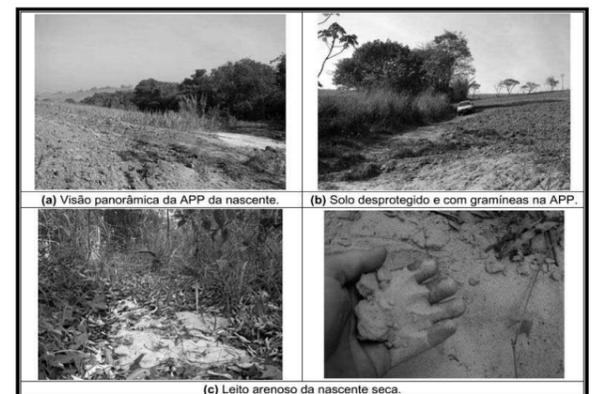


Figura 4.45. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Congonhal.

Ponto 31

O ponto 31, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.475.752 Norte e 213.558 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Congonhal, no bairro Monte do Capitão. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada está localizada na malha rural piracicabana. Há presença de criação bovina e cultivo de eucaliptos os quais imprimem sobre a paisagem uma grande matriz agropecuária atravessada por pequenos fragmentos e corredores de mata ciliar não conectados. O uso intenso determinado por práticas de criação bovina que não prezam pela conservação dos solos, dos recursos hídricos e de fragmentos de vegetação em áreas de interesse ecológico provocam no local processo de erosão com abertura de voçorocas que escoam a água dos pastos para a nascente, além da presença de pisoteio e fezes de bovinos na mesma. A APP não cercada é tomada por pasto e por um bambuzal (à jusante da nascente ocorre faixa de mata ciliar cercada pelo cultivo de eucalipto) de forma que seu limite de 50m estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado. Pelas observações quanto aos tipos de uso feitos na área pode-se concluir que a nascente está sofrendo processo de degradação. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 322 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH igual a 7,78, oxigênio dissolvido de 5,47 mg/L e a temperatura da água estava em 15,7 °C. A Figura 4.46 caracteriza a situação atual dessa nascente.

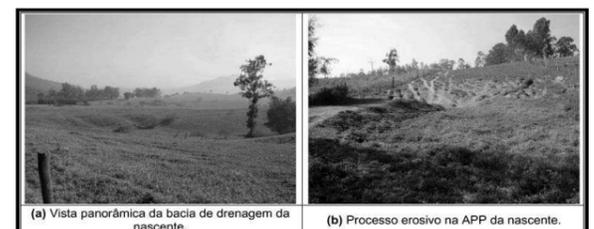


Figura 4.46. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Congonhal.

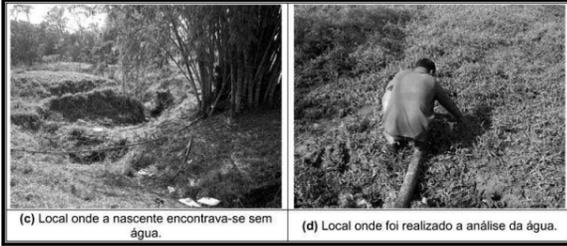


Figura 4.46. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Congonhal.

Ponto 32

O ponto 32, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.480. 760 Norte e 215. 246 Leste é referente à visita realizada na nascente localizada na Microbacia do Congonhal, no bairro Pau D'alinho. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada está localizada na malha rural piracicabana. Há presença de criação bovina a qual imprime sobre a paisagem uma grande matriz agropecuária atravessada por pequenos fragmentos de mata não conectados. O uso intenso determinado por práticas de criação bovina que não prezam pela conservação dos solos, dos recursos hídricos e de fragmentos de vegetação em áreas de interesse ecológico, mais a livre circulação de bois provocam no local o escoamento e sedimentação de partículas dos terrenos de pasto para a APP. Na época da aferição a nascente e seu ribeirão estavam secos. A APP não cercada é circundada por pasto e utilizada pelos animais para repouso de forma que seu limite de 50m de vegetação estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado. Ainda assim, ocorre faixa de vegetação com fitofisionomia fechada e largura que chega a alcançar em alguns pontos os 50m de preservação estabelecidos. Mais uma vez, a cobertura florestal incidente sobre a APP passa a falsa idéia de nascente preservada, contudo, pelas observações quanto aos tipos de uso feitos na área pode-se concluir que a nascente está sofrendo processo de degradação. A Figura 4.47 caracteriza a situação atual dessa nascente.

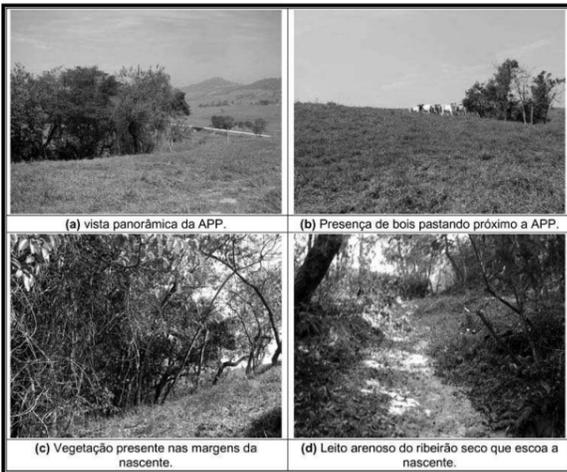


Figura 4.47. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Congonhal.

Ponto 33

O ponto 33, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.482. 373 Norte e 215. 744 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Congonhal, no bairro Pau D'alinho. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada está localizada na malha rural piracicabana. Há presença de criação bovina e o cultivo de cana-de-açúcar os quais imprimem sobre a paisagem uma grande matriz agropecuária atravessada por pequenos fragmentos e corredores de mata nativa aparentemente conectados. O uso intenso da microbacia determinado por práticas de criação bovina que não prezam pela conservação dos solos, dos recursos hídricos e de fragmentos de vegetação em áreas de interesse ecológico, mais a livre circulação de bois provocam no local o escoamento, a erosão e a sedimentação de partículas dos terrenos de pasto para a

APP. À jusante da nascente, observou-se um barramento que represa a água da nascente e possibilita a passagem de bovinos pelo local. A APP não cercada é circundada por pasto e utilizada pelos animais para repouso de forma que seu limite de 50m de vegetação estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado. Ainda assim, ocorre faixa de vegetação com fitofisionomia fechada e largura restrita composta por vegetação de porte arbóreo nas cotas mais altas à vegetação brejosa nas cotas que permeiam o represamento. Mais uma vez, a cobertura florestal incidente sobre a APP passa a falsa idéia de nascente preservada, contudo, pelas observações quanto aos tipos de uso feitos na área pode-se concluir que a nascente está sofrendo processo de degradação contínuo. Em medições realizadas no momento da visita, utilizando dois equipamentos portáteis da HANNA, modelos HI 98129 e HI 9146, observou-se que a água desse ponto apresenta condutividade elétrica de 16 µS/cm, pH igual a 8,3, oxigênio dissolvido de 5,18 mg/L e a temperatura da água estava em 20,6 °C. A Figura 4.48 caracteriza a situação atual dessa nascente.

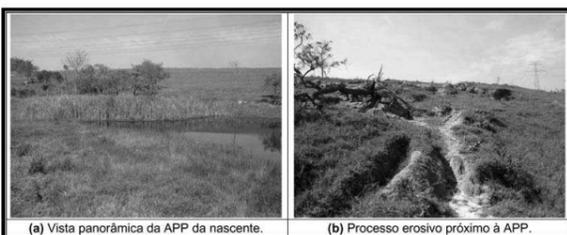


Figura 4.48. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Congonhal.

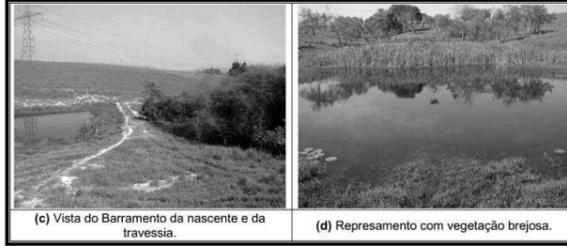


Figura 4.48. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Congonhal.

Ponto 34

O ponto 34, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.483. 518 Norte e 231. 659 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Piracicamirim, no bairro Jardim Abaeté. A bacia de drenagem em que se situa a nascente visitada está localizada na malha rural piracicabana. Há presença de criação bovina e o cultivo de cana-de-açúcar os quais imprimem sobre a paisagem uma grande matriz agropecuária atravessada por pequenos fragmentos de mata não conectados. O uso intenso determinado por práticas de criação bovina afeta os solos, os recursos hídricos e de fragmentos de vegetação em áreas de interesse ecológico, mais a livre circulação de bois provocam no local o escoamento, a erosão e a sedimentação de partículas dos terrenos de pasto para a APP. Notaram-se registros de pegadas e fezes dos bovinos nos limites da APP e dentro dela. Na época da aferição a nascente e seu ribeirão estavam secos (à jusante cerca de 500m havia um represamento). A APP não cercada é circundada por pasto e utilizada pelos animais para repouso e como pastagem de forma que seu limite de 50m de vegetação estabelecido pela Lei 4.771/1965 (Código Florestal) não é respeitado. Ainda assim, ocorre faixa de vegetação com fitofisionomia variável entre locais abertos - onde existe uma vegetação herbácea composta por lianas, bambus, capins e uma espécie abundante de VERBENACEAE - e locais fechados em que predominam lianas, bambus e árvores em abundância florestal. A APP é atravessada por torres e cabos de transmissão de energia elétrica. Pelas observações quanto aos tipos de uso feitos na área pode-se concluir que a

nascente está sofrendo processo de degradação. A Figura 4.49 caracteriza a situação atual desse curso d'água.

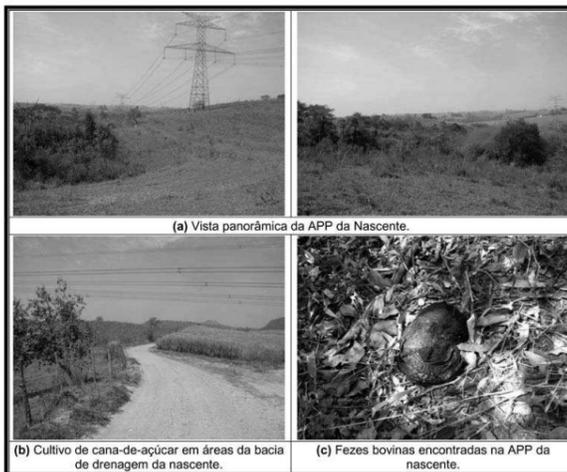


Figura 4.49. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim.

Ponto 35

O ponto 35, de coordenadas geográficas UTM 23k 7.482. 309 Norte e 271. 612 Leste é referente à visita realizada a nascente localizada na Microbacia do Piracicamirim, numa área Rural de Piracicaba. Observou-se a presença de criação bovina, cultivo de cana-de-açúcar e cultivo de Citrus nas margens da nascente. No momento da visita a nascente encontrava-se seca e sua APP apresentava vegetação inferior aos 50m. A Figura 4.50, caracteriza a situação atual dessa nascente.

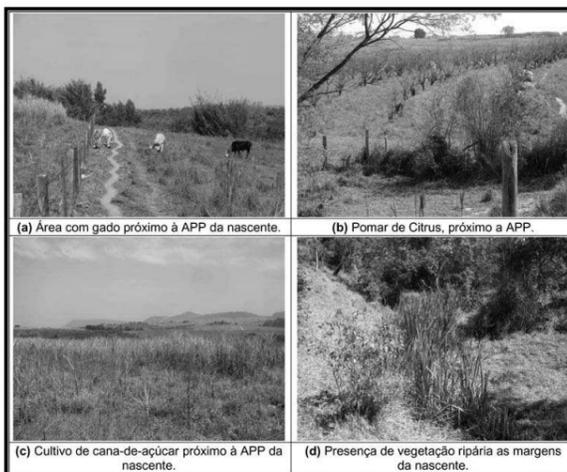


Figura 4.50. Representação fotográfica da situação atual de uma nascente presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim.

4.2.2 Resumo da situação das nascentes

Nas 35 nascentes visitadas durante a campanha de campo, abrangendo as sete bacias hidrográficas prioritárias no município de Piracicaba, foram diagnosticados sérios problemas de conservação, principalmente os relacionados a isolamento, cobertura florestal e processos erosivos. A Tabela 4.10 apresenta uma síntese dos problemas encontrados nas nascentes visitadas.

Tabela 4.10. Quadro síntese nas nascentes visitadas.

Ponto	Coordenadas UTM (23K)		APP Isolada			COBERTURA FLORESTAL			PRESEÇA DE EROSAO	
	Sim	Não	Sim	Não	Parcial	Sim	Não	Lam.	Voç.	NO
1	7.504.362 N	233.641 L	x						x	
2	7.502.464 N	231.145 L	x				x		x	
3	7.489.501 N	228.686 L	x				x			x
4	7.493.773 N	232.046 L	x				x			x
5	7.499.007 N	231.446 L	x				x			x
6	7.481.759 N	225.023 L	x				x		x	x
7	7.480.876 N	225.403 L	x				x		x	x
8	7.477.881 N	224.496 L	x				x		x	x
9	7.476.862 N	219.352 L	x				x		x	x
10	7.473.736 N	219.272 L	x					x		x
11	7.474.503 N	220.036 L	x				x		x	x
12	7.472.115 N	220.518 L	x				x		x	x
13	7.482.829 N	231.527 L	x				x			x
14	7.479.770 N	229.047 L	x				x	x	x	x
15	7.480.083 N	232.607 L	x				x		x	x
16	7.477.119 N	233.765 L	x				x		x	x
17	7.472.536 N	223.279 L	x				x		x	x
18	7.481.358 N	229.006 L	x				x	x	x	x
19	7.482.259 N	227.166 L	x				x			x
20	7.481.005 N	226.587 L	x				x		x	x
21	7.478.882 N	225.468 L	x				x		x	x
22	7.479.140 N	225.742 L	x				x		x	x
23	7.479.337 N	224.845 L	x				x		x	x
24	7.484.633 N	221.429 L	x				x		x	x
25	7.485.683 N	220.814 L	x				x		x	x
26	7.484.936 N	219.391 L	x				x	x	x	x
27	7.483.776 N	221.893 L	x				x	x	x	x
28	7.482.322 N	211.494 L	x				x	x	x	x

Nascente	oordenadas UTM (23K)		APP Isolada			COBERTURA FLORESTAL			PRESEÇA DE EROSAO	
	Sim	Não	Sim	Não	Parcial	Sim	Não	Lam.	Voç.	NO
29	7.482.251 N	219.156 L	x				x		x	
30	7.476.533 N	218.110 L	x				x		x	
31	7.475.752 N	213.558 L	x				x		x	
32	7.480.760 N	215.246 L	x				x		x	
33	7.482.373 N	215.744 L	x				x		x	
34	7.483.518 N	231.659 L	x				x		x	
35	7.482.309 N	271.612 L	x				x		x	

Onde:
Lam = Laminar
Voç. = Voçoroca
NO = Não Observado

- x Horticultura
- x Bovinos e Equinos
- x Bosqueamento

Analisando os dados apresentados na Tabela 4.10, em termos de isolamento, 66% das nascentes não eram cercadas, isto é, podem facilmente ser utilizadas como pastagens, o que foi diagnosticado em 23% das nascentes visitadas. Apenas 28% das nascentes visitadas estavam isoladas. Todavia em metade delas (14%), apesar do isolamento, existiam animais de grande porte no seu interior. Estes dados são sintetizados na Figura 4.51.

Em termos de cobertura vegetal, existe um outro agravante na situação das nascentes: apenas 26% delas apresenta uma cobertura florestal satisfatória, 45% apresentam uma cobertura parcial e 29% delas não apresentam cobertura vegetal, conforme apresenta a Figura 4.52.

Em termos de presença de processos erosivos, 69% das nascentes apresentam voçorocas, 11% apresentam processos de erosão laminar. Em apenas 20% das nascentes não ocorrem processos erosivos, conforme apresentado na Figura 4.53

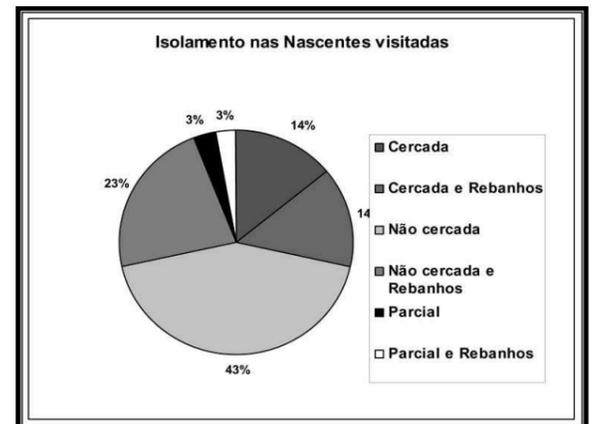


Figura 4.51. Isolamento nas nascentes visitadas.

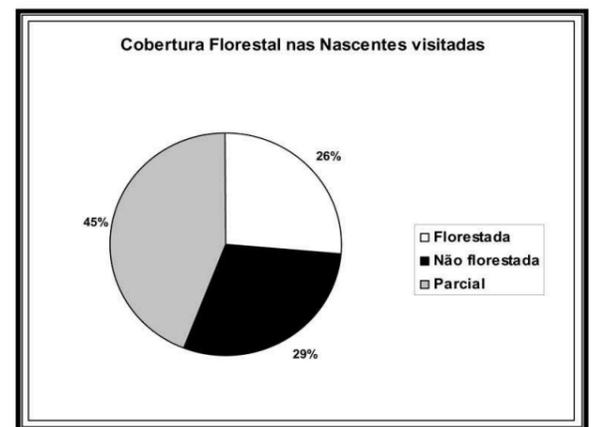


Figura 4.52. Cobertura Florestal nas nascentes visitadas.

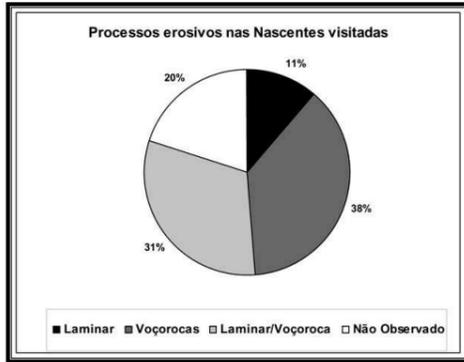


Figura 4.53. Processos erosivos nas nascentes visitadas.

4.3 Verdade Terrestre

Neste tópico são apresentados alguns pontos visitados para a validação do mapa de uso do solo, isto é, a verdade terrestre. Para este trabalho, a acurácia (índice de acertos) foi de 96%, compatível com a escala de trabalho (1:10.000).

A seguir é apresentada uma breve descrição de 18 pontos visitados, que ilustram com bastante clareza o padrão de uso do solo existente no município.

Ponto 1

Localizado nas coordenada UTM 23k 7479.289 Norte e 224.807 Leste, na estrada Jacob Canale- PIR 0055, no Município de Piracicaba, Bacia Hidrográfica do Ribeirão dos Marins.

Como pode se observado na Figura 4.54 a área ilustrada possui predomínio de pastagem, com raros arbustos dispersos pela área. A área está sendo usada como depósito de lixo clandestino. Outra característica evidente é o avanço dos processos erosivos. Estes

processos são resposta do efeito da falta de cobertura vegetal original e exposição do solo e da susceptibilidade da área.



Figura 4.54. Pastagem usada como depósito de lixo clandestino.

Ponto 2

O ponto 2 está localizado nas coordenadas UTM 23K 7479289 Norte e 224.807 Leste e área do Aterro Sanitário do município de Piracicaba, localizado no Bairro do Pau Queimado (Bacia Hidrográfica do Ribeirão dos Marins), na estrada Jacob Canale- PIR 0055, Município de Piracicaba.

Está área foi utilizada, durante muitos anos, para a destinação dos resíduos sólidos urbanos de Piracicaba. Há alguns anos, a maior parte do lixo é destinada para um aterro particular.

Como pode ser notado na Figura 4.55, a área ainda apresenta atividades. Aos arredores da área observa-se que há predomínio de vegetação de campo de cerrado constituída por uma flora alta arbórea-arbustiva (até 3m) integrada por indivíduos com espaçamento entre si, distribuídos no estrato herbáceo, baixo e graminóide.



Figura 4.55. Área destinada a aterro do lixo Municipal

Ponto 3

O Ponto 3 está localizado nas coordenadas UTM 23K 7.480.912 Norte e 223.855 Leste, refere-se a um pesqueiro localizado no Bairro Pau Queimado (Bacia dos Marins), na estrada Jacob Canale- PIR 0055, Município de Piracicaba.

De acordo a investigação de campo e exposto na Figura 4.56, a presente área corresponde a um represamento de parte deste curso d'água utilizado para o lazer. O pesqueiro possui uma mata artificial com árvores de porte médio e gramíneas no entorno do tanque.



Figura 4.56. Tanque de criação de peixes destinado ao lazer.

Ponto 4

O Ponto 4 está localizado nas coordenadas UTM 23K 7.480.278 Norte e 224.047 Leste.e refere-se a um ponto de transição entre a área urbana e áreas de produção de hortaliças (Bacia hidrográfica do Marins).

A Figura 4.57 ilustra de forma bastante clara a ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Marins, sendo que a área urbana se concentra na margem direita do curso d'água, enquanto que a margem esquerda abriga áreas de produção de hortaliças, chácaras, etc.



Figura 4.57. Interface entre a vegetação de gramíneas e culturas temporárias de hortaliça

Ponto 5

O Ponto 5 está localizado nas coordenadas UTM 23K 7.485.211 Norte e 223.450 Leste.e refere-se a outra área de produção de hortaliças (tal qual o Ponto 04), porém de maior porte, também localizada na Bacia do Ribeirão dos Marins. Do lado esquerdo da Figura 4.58 podemos observar também plantação de cana de açúcar, cultura classificada como semi-perene, que ocupa uma grande parte do município de Piracicaba.



Figura 4.58. Cultivo de hortaliças e ao fundo cultura de cana-de-açúcar

Ponto 6

O ponto 6 está localizado nas coordenadas UTM 23K 7.485.515 Norte e 216.837 Leste, Bacia Hidrográfica do Ribeirão Granal (Estrada Paredão Vermelho - PIR-290). Neste ponto, bem representativo de toda a região, fica claro o predomínio do cultivo da cana-de-açúcar. De acordo com a Figura 4.59, existem áreas já colhidas e áreas aguardando a colheita.



Figura 4.59. Área destinada ao cultivo de cana-de-açúcar.

Ponto 7

O ponto 7 está localizado nas coordenadas UTM 23K 7.487.397 Norte e 214.582 Leste, Bacia Hidrográfica do Ribeirão Granal (Estrada Paredão Vermelho - PIR-290).

A área de visita atualmente está abandonada, sendo originalmente utilizada para o cultivo da cana-de-açúcar, tornando-se em uma pastagem extensiva. De acordo com a Figura 4.60 há um predomínio de pastagens e algum resquício de vegetação característica de cerrado, arbustos de médio porte bem espaçados entre si e distribuídos num estrato herbáceo, baixo e graminóide.



Figura 4.60. Área atualmente abandonada com resquícios de vegetação típica de cerrado.

Ponto 8

O ponto 8 está localizado nas coordenadas UTM 23K 7.487.550 Norte e 214.355 Leste, na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Congonhal.

De acordo com a Figura 4.61, a área de APP ao longo das margens do Ribeirão Congonhal próximas a ponte estão sendo usadas como pastagem para bovinos e eqüinos. Além de não apresentar área cercada, não há respeito à norma nº4.771/1965 (Código Florestal) que estabelece o limite mínimo de 30 metros de mata ciliar nos cursos d'água. Existe a presença de alguns vegetais de porte médio e distribuídos ao longo de um estrato herbáceo, baixo e graminóide.



Figura 4.61. Área de APP no Ribeirão Congonhal usada para pastagem de animais.

Ponto 09

O ponto 09 está localizado nas coordenadas UTM 23K 7.487.145 Norte e 211.006 Leste, na Bacia do Ribeirão do Pau D'alho.

De acordo com a Figura 4.62 nota-se um predomínio da cultura de cana-de-açúcar. Ao fundo da área nota-se que existe um morrote, cujo topo se encontra preservado e possui em geral dois estratos: superior, com arbustos e árvores que raramente ultrapassam 6 metros de altura, recobertos de espessas cascas, com folhas coriáceas e apresentando caules tortuosos; e inferior, com vegetação rasteira (herbácea arbustiva), de acordo com a legislação ambiental.



Figura 4.62. Área de produção de cana-de-açúcar e ao fundo o morrote com a cobertura florestal preservada.

Ponto 10

O ponto 10 está localizado nas coordenadas UTM 23K 7.482.752 Norte e 234.716 Leste, Bacia Hidrográfica do Ribeirão Dois Córregos e compreende uma área para a implantação de um loteamento urbano, de acordo com a Figura 4.63. Os loteamentos compreendem as áreas submetidas a movimento de terra recente e, portanto, sujeitas a processos erosivos mais intensos.



Figura 4.63. Área destina a implantação de loteamento urbano.



Ponto 11

O ponto 11 está localizado nas coordenadas UTM 23K 7.485.248 Norte e 230.715 Leste, na Rodovia Luiz de Queiroz (SP-304), Município de Piracicaba. Neste ponto se localiza a principal estação de tratamento de esgoto do município de Piracicaba (ETE Piracicamirim), conforme apresentada na Figura 4.64.



Figura 4.64. Estação de tratamento de esgoto (ETE).

Ponto 12

O Ponto 12 está localizado nas coordenadas UTM 23K 7.487.404 Norte e 232.215 Leste. Corresponde à visita à Bacia hidrográfica do Capim, próximo a Rodovia Deputado Laércio Corte (SP-147). Nesta área está acontecendo um intenso processo de urbanização, visando a construção de loteamentos residenciais e industriais, conforme apresenta a Figura 4.65.



Figura 4.65. Áreas em processo de urbanização.

Ponto 13

O Ponto 13 está localizado nas coordenadas UTM 23K 7.490.990 Norte e 232.263 Leste, na Bacia Hidrográfica do Córrego Capim Fino. Neste local, Figura 4.66 foi constatada a existência de infra-estrutura urbana (pavimentação, postes, sistema de distribuição de energia elétrica, telefonia, dentre outros), especificamente para fins industriais. Vale ressaltar que o Distrito Industrial possui estação para tratamento dos esgotos domésticos.



Figura 4.66. Distrito industrial UNINORTE.

Ponto 14

O ponto 28 está localizado nas coordenadas UTM 23K 7.494.187 Norte e 224.306 Leste, as margens do Rio Corumbataí. Neste local, existe uma indústria sucroalcooleira de grande porte, responsável pelo processamento de parte da cana-de-açúcar cultivada no município. A paisagem observada na Figura 4.67 mescla a ocupação por cultivo de cana e a silvicultura de eucaliptos. Em menor proporção há ocorrência de manchas de vegetação nativa, sobretudo na APP. Estas manchas encontram-se com alta abundância de espécies exóticas, das quais destaca-se a Leucena como mais abundante.



Figura 4.67. Vista panorâmica da área ocupada pela usina de cana-de-açúcar.

Ponto 15

O Ponto 15 está localizado nas coordenadas UTM 23K 7.481.568 Norte e 226.939 Leste, localizado no Bairro Vila Cristina. Nota-se neste ponto uma ocupação nas áreas de preservação permanente de uma das nascentes do Ribeirão do Enxofre. Como pode ser observado na Figura 4.29, nota-se intensa ocupação de encostas inerentes ao fenômeno de favelização instalado na área.

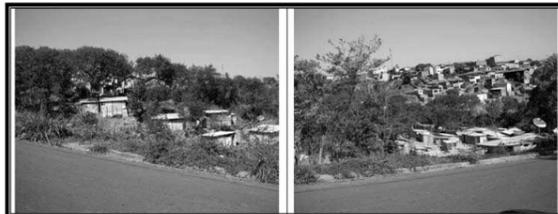


Figura 4.28. Urbanização em precárias condições ocupando a Bacia de drenagem.

Ponto 16

O ponto 37 está localizado nas coordenadas UTM 23K 7.483.634 Norte e 210.981 Leste, na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pau D'Alho, na zona rural de Piracicaba. A corresponde a um tipo de uso incomum nesta bacia – a cultura de banana – a qual é circundada por pastagem, conforme apresentado na Figura 1-36.



Figura 4.68. Cultivo de banana na Bacia do Ribeirão Pau d'Alho.

Ponto 17

O ponto 38 está localizado nas coordenadas UTM 23K 7.483.902 Norte e 211.350 Leste, na Bacia Hidrográfica do Pau D'Alho. Neste ponto, conforme apresenta a Figura 4.69 a área é utilizada para a silvicultura, sendo vizinho a áreas de cana-de-açúcar.



Figura 4.69. Predominância de Eucalipto e Cana-de-açúcar na ocupação da paisagem.

Ponto 18

O Ponto 18 está localizado nas coordenadas UTM 23K 7.481.857 Norte e 208.592 Leste, na Bacia Hidrográfica do Pau D'Alho, na zona rural de Piracicaba. A Figura 4.70 apresenta uma paisagem típica e altamente favorável aos recursos hídricos: a preservação da APP e de seu isolamento. Como pode ser observado na ilustração, a APP ainda se encontra em estágio inicial de recuperação, porém com o isolamento em questão de anos estará recuperada. O isolamento também evita o início de processos erosivos.



Figura 4.70. Vista panorâmica da APP na Bacia do Ribeirão Pau d'Alho.

4.4 Áreas contaminadas

Um aspecto importante que se refere ao uso do solo é o levantamento das áreas contaminadas existentes no município de Piracicaba. Esta informação foi levantada junto a CETESB, que disponibiliza a relação das áreas contaminadas no Estado de São Paulo. A partir destes dados, que referem-se ao ano de 2009, o município de Piracicaba apresenta 35 áreas contaminadas, conforme apresenta a Tabela 4.11.

Tabela 4.11. Relação das áreas contaminadas no município de Piracicaba.

ID	Local	Bairro	Coordenadas UTM		Atividade causadora	Contaminantes
			N	E		
1	Rod.SP 127 (Piracicaba - Rio Claro) Km 26		7.488.389	235.964	Acidente	Solventes aromáticos
2	Av. Comendador Luciano Guidotti, nº 1010	Verde	7.482.179	228.987	Posto de combustível	Combustíveis líquidos, PAHs e outros
3	R. Visconde de Rio Branco, nº 289	Alemães	7.484.670	229.162	Indústria	Metais
4	R. Governador Pedro de Toledo, nº 1589	Centro	7.483.842	227.820	Posto de combustível	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
5	Av. Comendador Luciano Guidotti, nº 2949	Jd. Califórnia	7.480.893	228.390	Posto de combustível	Combustíveis líquidos
6	Av. Dr. Paulo Moraes, nº 720	Castelinho	7.483.671	226.510	Posto de combustível	Solventes aromáticos e PAHs
7	R. Treze de Maio, nº 416	Centro	7.484.905	227.689	Posto de combustível	Combustíveis líquidos
8	R. Maria Manieiro, nº 27	Vila Resende	7.485.704	227.317	Posto de combustível	Combustíveis líquidos
9	Av. Independência, nº 2425	Cidade Alta	7.484.155	229.283	Posto de combustível	Combustíveis líquidos e PAHs
10	Av. Carlos Botelho, nº 920	São Dimas	7.485.885	229.188	Posto de combustível	Combustíveis líquidos e PAHs
11	R. Prudente de Moraes, nº 991	Centro	7.484.561	228.175	Posto de combustível	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
12	R. dos Mandis, nº 20	Jd. Prq. Jupia	7.485.641	224.621	Posto de combustível	Combustíveis líquidos e PAHs
13	Av. Professor Alberto Vollet Sachs, nº 1200	Nova América	7.482.428	229.819	Posto de combustível	Combustíveis líquidos
14	Av. Saldanha Marinho, nº 1840	Alemães	7.484.721	229.240	Posto de combustível	Combustíveis líquidos
15	R. João Miguel Japur, nº 160	Jd. Nova Iguaçú	7.483.035	233.296	Posto de combustível	Combustíveis líquidos, PAHs e solventes aromáticos
16	Av. 1º de Agosto, nº 144	Areião	7.486.690	227.100	Posto de combustível	Combustíveis líquidos
17	Av. Independência, nº 2818	Alemães	7.484.460	229.469	Posto de combustível	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
18	R. Corcovado, nº 270	Santa Terezinha	7.489.880	224.269	Posto de combustível	Combustíveis líquidos
19	Av. Dr. João Conceição, nº 1200	Verde	7.482.786	227.879	Posto de combustível	Combustíveis líquidos
20	R. 1º de Agosto, nº 186	Vila Resende	7.486.772	227.133	Posto de combustível	Combustíveis líquidos

ID	Local	Bairro	Coordenadas UTM		Atividade causadora	Contaminantes
			N	E		
21	Av. Independência, nº 3233	Alemães	7.484.924	229.540	Posto de combustível	Combustíveis líquidos
22	R. Prudente de Moraes, nº 862	Centro	7.483.263	228.840	Posto de combustível	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
23	Rod. Luiz Dias Gonzaga, Km 5	Monjolinho	7.500.500	200.800	Indústria	metais
24	R. São José, nº 1079	Alto	7.484.432	228.227	Posto de combustível	Combustíveis líquidos
25	R. General Camisão, nº 197	Jd. Califórnia	7.480.776	228.548	Indústria	metais
26	R. José do Patrocínio, nº 110	Jd. Califórnia	7.480.827	228.641	Indústria	metais
27	R. General Camisão, nº 433	Jd. Brasil	7.480.734	228.545	Indústria	metais
28	Av. Independência, nº 1431	Alto	7.483.263	228.845	Posto de combustível	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
29	Rod. SP - 127 (Piracicaba - Rio Claro), Km 25	Cruz Caiada	7.491.815	231.738	Indústria	metais
30	Av. Centenário, nº 900	São Dimas	7.486.090	228.947	Posto de combustível	Combustíveis líquidos
31	Av. Nossa Senhora do Carmo, nº 696	Santa Terezinha	7.489.550	224.712	Posto de combustível	Combustíveis líquidos
32	Av. Piracicamirim, nº 2766	Piracicamirim	7.483.417	229.603	Posto de combustível	Combustíveis líquidos
33	Av. Armando Cesare Dedini, nº 710	Nova Piracicaba	7.485.530	226.183	Posto de combustível	Combustíveis líquidos
34	Av. Independência, nº 2883	Alemães	7.484.496	229.423	Posto de combustível	Combustíveis líquidos
35	Av. Comendador Leopoldo Dedini, nº 310	Distrito Unileste	7.483.347	234.154	Indústria	Solventes halogenados

Fonte: Relação de áreas contaminadas (CETESB)

Conforme os dados apresentados na Tabela 4.11, a maior fonte de contaminação do solo no município de Piracicaba são os postos de gasolina, responsáveis por 77% das ocorrências, conforme apresentado na Figura 4.71.

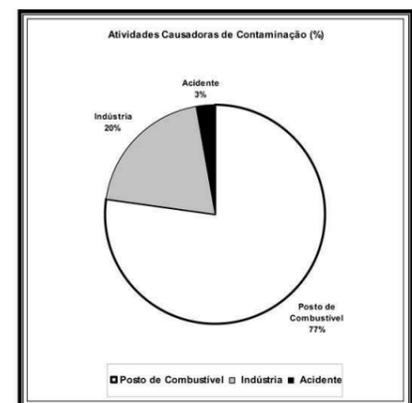


Figura 4.71. Distribuição das atividades causadoras de contaminação (%).

5. ÁREA URBANA

5.1 Perímetro Urbano

O perímetro urbano do município de Piracicaba, definido pela Lei Complementar nº 255, de 30 de junho de 2010, que alterou a Lei Complementar nº 186/06 que "Aprova o Plano Diretor de Desenvolvimento do município de Piracicaba, Cria o conselho da cidade, revoga a Lei Complementar nº 46/95 e suas alterações e dá outras providências", possui cerca de 188 km², isto é, cerca de 14% da área total do município.

Em termos de Bacia Hidrográfica, o Limite Urbano do município está distribuído por 11 Bacias, conforme apresentado na Figura 5.1 e na Tabela 5.1.



Tabela 5.7. Áreas Urbanizadas nas Bacias Hidrográficas inseridas no Perímetro Urbano.

ETE	PROCESSO DE TRATAMENTO	VAZÃO MÉDIA (L/s)	VAZÃO NOMINAL (L/s)	EFICIÊNCIA EM DQO (%)	CORPO Receptor	Classe
ANHUMAS	Tanque séptico	1,2	2,0	28	Rib. Anhumas	2
CECAP	Lagoa anaeróbia e 2 lagoas facultativas	7,6	28,5	79	Rib. Piracicamirim	2
CHÁCARAS UNIDAS	Tanque séptico e filtro anaeróbio	0,5	2,0	30	Rib. Enxofre	2
CURTUME	Tanque séptico, reator anaeróbio e filtro anaeróbio	28,3	25,0	49	Rib. Curtume	2
ENGENHO	Tanque séptico, wetland e lagoa com plantas	0,4	10,0	89	Rio Piracicaba	2
JUPIÁ II	Tanque séptico	0,7	2,0	36	Rib. Marins	2
LAGO AZUL	Tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro	0,5	2,0	65	Infiltração	
PIRACICAMIRIM	Reator anaeróbio e lagoa aerada com decantador	231,7	290,0	75	Rib. Piracicamirim	2
SANTA INÊS II	Tanque séptico	1,2	2,0	28	Rib. Bela Vista	2
SANTA OLÍMPIA	Lagoa facultativa	2,2	2,7	80	Rio Corumbataí	2
SANTA OLÍMPIA II	Tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro	0,5	2,0	50	Infiltração	
SANTA SILVIA	Tanque séptico	0,2	2,0	36	Rib. Piracicamirim	2
SANTANA I	Tanque séptico	0,3	2,0	55	sem nome	2
SANTANA II	Tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro	0,1	2,0	50	Infiltração	
SANTANA III	Tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro	0,1	2,0	50	Infiltração	
SANTANA IV	Tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro	0,1	2,0	50	Infiltração	
SANTANA V	Tanque séptico e filtro anaeróbio	0,7	2,0	59	sem nome	2
SANTANA VI	Tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro	0,7	2,0	69	Infiltração	
ETE	PROCESSO DE TRATAMENTO	VAZÃO MÉDIA (L/s)	VAZÃO NOMINAL (L/s)	EFICIÊNCIA EM DQO (%)	CORPO Receptor	Classe

SANTANA VII	Tanque séptico e filtro anaeróbio	0,1	2,0	50	sem nome	2
SÃO JORGE	Lagoa facultativa	1,7	3,8	86	Rib. Guamium	2
TANQUINHO	Tanque séptico e lagoa facultativa	0,2	1,6	87	Rib. Guamium	2
TUPI	Reator anaeróbio e tanque aerada com decantador	8,2	11,7	87	Rib. Tijuco Preto	4
VALE DO SOL I	Tanque séptico e filtro anaeróbio	1,0	2,0	60	Rio Piracicaba	2
VALE DO SOL II	Tanque séptico e filtro anaeróbio	0,1	2,0	62	Rio Piracicaba	2
IBITIRUNA	Tanque séptico e filtro anaeróbio	0,1	2,0	84	Cor. Ibitiruna	2
VILA BELÉM	Tanque séptico e filtro anaeróbio	0,8	2,0	51	Rio Corumbataí	2

5.4.3 Ações de combate a perdas

Neste tópico é apresentado um breve descritivo das ações realizadas pelo SEMAE para o combate a perdas de água, nos últimos anos.

Pesquisa de vazamentos: foram adquiridos em 2008, com verbas do Fehidro, equipamentos eletrônicos para pesquisa sistemática de vazamentos e medição de vazão em setores de distribuição de água. O último setor trabalhado, do Distrito de Tanquinho, chegou a um índice de perdas de 10,63% naquela localidade – valor aquém do recomendado pelo Consórcio PCJ que é de 25%. O SEMAE dispõe de equipes que realizam pesquisa de vazamentos a partir de qualquer reclamação de baixa pressão ou falta de água, garantindo satisfação do consumidor e controle de perdas;

Redução de pressão: o SEMAE opera, com verificação mensal, cerca de 40 VRPs em todas as regiões da cidade, cuja boa operação chega a reduzir até 50% da vazão nestas regiões. Uma destas ações, no bairro Santa Rosa, foi finalista no Prêmio Ação Pela Água 2008 do Consórcio PCJ;

Hidrometria: o Plano de Manutenção Preventiva na Micromedição empreendida entre os anos de 2005 e 2009, através da substituição dos medidores a partir de inferência estatística dos desvios encontrados em amostras retiradas do parque de hidrômetros, levou a uma redução de 26,64% para 7,19% do Índice de Submedição, com queda também da idade média dos medidores que passou de 22,5 anos para 6,0 anos. O acompanhamento e redimensionamento freqüente dos Grandes Consumidores promovem um bom controle dos erros de micromedição em um rol de 0,34% do total de medidores, mas que correspondem a

cerca de 19,23% da arrecadação mensal. Estes índices se equiparam aos obtidos por grandes companhias do Saneamento, como Sanasa e Foz do Brasil;

Recuperação de loteamentos novos: a partir de 2009 somente são recebidos pelo SEMAE após realização de Teste de Estanqueidade, com medições de vazão e pressão, que atestem baixo índice de perdas nestes novos sistemas;

Aferição das ETAs: estão sendo instalados medidores de vazão nas ETAs 1, 2 e 3 para aferição das vazões de entrada e saída das ETAs, para maior confiança dos volumes captado e produzido e determinação precisa das perdas nas ETAs e nos demais sistemas de abastecimento;

Macromedição: foram instalados, com verbas do Fehidro, cerca de 40 novos pontos de macromedição de vazão, cujo controle permite operação otimizada do sistema, rápida detecção de rompimentos de rede e determinação setorizada das perdas;

Cadastro técnico: foi executada em 2009, com verbas do Fehidro, a comunicação entre os Cadastros técnico e comercial do SEMAE de forma a permitir a análise de dados de consumo, hidrometria, situação da ligação, etc, de forma mais ágil e setorizada, gerando importantes informações para o controle de perdas em cada setor de distribuição;

Setorização: foi executada em 2009, com verbas do Fehidro, obra na região do bairro Santa Rosa que conta com dispositivos de medição de vazão, redução de pressão e otimização da distribuição de água com vistas a redução de perdas naquela localidade;

Cálculo das perdas: o SEMAE está participando, junto com grandes companhias do Saneamento, de um processo junto ao Consórcio PCJ para determinação de índices comuns de perdas entre os municípios da bacia;

Revisão do Plano Diretor de Perdas: está em elaboração uma proposta de Revisão do Plano Diretor de Perdas de forma integrada com o Plano Diretor de Água, visando a obtenção de uma única diretriz que considere a ampliação do sistema existente com a necessária redução de perdas, através de projetos executivos e setorizados para mais fácil obtenção de recursos financeiros e planejamento de execução;

Troca de redes de água: está sendo elaborado um projeto de substituição de redes antigas em Ferro Fundido e Aço Galvanizado da região da Vila Rezende, que implicam em índices de perdas naquele setor da ordem de 60% atualmente.

Em linhas gerais, as ações do SEMAE na área de Controle de Perdas se destacam entre as dos municípios da região, cujos resultados já indicaram uma redução nos índices de perdas indicados pelo SNIS (Sistema Nacional de Informações do Saneamento) de 50,52% em 2004 para 44,09% em 2008 (1,29% ao ano), conforme tabela a seguir, e que devem ser ainda melhores com as ações em curso e pretendidas, principalmente com a determinação mais precisa dos volumes captados e distribuídos.

6. ZONA RURAL

A Zona Rural do município de Piracicaba, que soma 120.307 ha é uma das mais extensas do Estado, sendo boa parte ocupada com o cultivo da cana-de-açúcar, além da pecuária de corte e leiteira, com grandes áreas de pastagens.

O cuidado desta importante parcela do município é de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Piracicaba, através da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SEMA).

A Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento (SEMA) tem como objetivos básicos a fixação do homem no campo e o desenvolvimento de atividades sustentáveis no setor agropecuário. Atualmente é estruturada em dois setores: Departamento de Abastecimento (DEPAB) e Departamento de Obras e Estradas Rurais.

O Departamento de Abastecimento atua no desenvolvimento de políticas públicas de abastecimento alimentar no município, garantindo o escoamento da produção agrícola local e o acesso e regulação de preços de hortifrutigranjeiros em bairros periféricos. Atualmente conta com 25 Varejões Municipais, 6 Feiras Livres, 3 Pontos de Produtos Orgânicos, Mercado Municipal e a Unidade Volante de Abastecimento (UVA), projeto piloto que atende inicialmente 9 pontos da cidade.

O Departamento de Obras e Estradas Rurais atua na construção, manutenção e restauração de pontes, mata-burros, estradas vicinais, edificações públicas na zona rural (escolas, centros comunitários) e na zona urbana (Varejões Municipais, Mercado Municipal), visando a trafegabilidade da malha vicinal rural e a manutenção dos próprios públicos na zona rural e equipamentos de abastecimento urbano.

No município também existem áreas com produção de cítricos, eucalipto e inúmeras pequenas propriedades com culturas temporárias (1.670 propriedades), nestas destacando-se a produção de olerícolas, formando o Cinturão Verde do município, situada no entorno do perímetro urbano.

A maior concentração de pequenos produtores de hortaliças e legumes está nos bairros relacionados a seguir:

Ondinhas, Campestre, Conceição, Tupi, Pompéia, Pau Queimado, Pau D'Alinho, Marins, Ártemis, Nova Suíça, Água Bonita, Godinhos, Água Santa, Tanquinho, Batistada, Taquaral, Bairro Pau Preto, Bairro Floresta, Serrote, Ibitiruna, Monte Branco, São Jorge, Vila Nova, Tanquinho.

Se considerarmos a distribuição dos olericultores dentro das microbacias alocadas total ou parcialmente no município, teremos as principais:

- Bacia dos Marins: bairros Marins, Campestre, Pau Queimado, Nova Suíça, Jupia, Serrote, São Jorge, Formigueiro, Pau d'Alinho.
- Bacia do Congonhal: bairros Floresta, Monte Branco, Água Bonita.
- Bacia do Pau d'Alinho: bairros Nova Suíça, Pau d'Alinho.
- Bacia Tijuco Preto: bairros Conceição, Batistada.
- Bacia Guamium: bairros Vila Nova, Tanquinho.

O município é autossuficiente na produção de hortaliças folhosas (alface, almeirão, chicória, rúcula, agrião, repolho, acelga, entre outras), apresentando também bons resultados no cultivo de melancia, pomares cítricos e bananas.

Também existem muitas hortas cultivadas no perímetro urbano, denominadas de hortas urbanas, que podem ser beneficiadas com subsídios no IPTU e isentas da taxa de esgoto na conta de água, desde que se enquadrem na Lei Municipal 3485/95, de 01 de novembro de 1995.

Estes incentivos visam, além da produção de alimentos no município, reduzir o número de terrenos baldios utilizados como depósitos de lixo e entulho, evitando o aparecimento de focos de pragas e doenças. Também tem a importante função de abastecer os moradores dos bairros com hortaliças frescas, gerando renda aos produtores que realizam a venda direta.

Estas hortas estão localizadas nas mais diversas regiões da cidade, sendo que os bairros Nova Piracicaba, Vila Independência, Paulicéia, Jaraguá e Itapuá apresentam uma maior concentração das mesmas. No ano de 2009, a Secretaria visitou 90 hortas urbanas, em diversos bairros do município.

O Departamento de Obras e Estradas Rurais realiza a manutenção diária de 2600 Km de estradas rurais e 147 pontes (90% de madeira), atendendo aproximadamente 127 bairros rurais através do Programa de Perenização das estradas vicinais, viabilizando o escoamento da produção agropecuária do município e o acesso às propriedades rurais com segurança e boas condições de trafegabilidade.

A SEMA participa do Programa "Melhor Caminho", um convênio entre a Prefeitura Municipal de Piracicaba (SEMA) e a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, visando a perenização das estradas municipais, com aproximadamente 12 km já efetivados, ligando a SP 147 ao bairro de Anhumas, com derivação ao distrito de Ibitiruna.

Também participa do Programa "Pró-Vicinas", um convênio entre Prefeitura Municipal de Piracicaba (SEMA) e Secretaria Estadual de Transportes (DER), visando o recapeamento e asfaltamento de trechos de estradas rurais. Em 2009 foi realizada a pavimentação asfáltica da estrada Piracicaba/Anhumas, próximo à fazenda São Joaquim e a melhoria na estrada Serrote/Formigueiro, com o recapeamento de 7 km, no trecho de ligação entre os dois bairros. Até o momento, foram recapeados aproximadamente 50 Km, atendendo diversos bairros da zona rural, estando previsto para o 2º semestre de 2010 o asfaltamento de aproximadamente 40 Km.

Também em 2009, com recursos da própria Secretaria, foi recuperada a curva da São Joaquim, no bairro Monte Branco, atendendo a uma antiga reivindicação dos moradores, facilitando sua locomoção e melhorando o tráfego dos caminhões durante a safra de cana-de-açúcar.

A Construção da Ponte do Canal Torto também é uma das atribuições da Secretaria, através de convênio realizado entre Prefeitura Municipal de Piracicaba, Grupo COSAN (iniciativa privada) e Governo do Estado de São Paulo, realizando a ligação da região oeste do município à SP 304, próximo ao distrito de Ártemis.

A SEMA, através do setor de Obras e Estradas Rurais, coordena o serviço da Patrulha Agrícola, oferecido aos produtores rurais e urbanos de Piracicaba que necessitam trabalhar e cultivar a terra, tendo atualmente disponíveis os seguintes equipamentos: arado, grade aradora, grade niveladora, roçadeira, encanteiradeira e outros implementos. Em função do tipo de máquina e quantidade de horas contratada, paga-se uma taxa de serviço, subsidiada pela Prefeitura Municipal, sendo cobrada somente a quantidade de horas trabalhadas dentro da propriedade.

Também são realizadas doações de mudas para recomposição de Áreas de Preservação Permanente (APP) e implementação de áreas para Reserva Legal nas propriedades rurais, com orientação técnica de plantio e condução, em parceria com a SEDEMA, através do programa Município Mais Verde. O programa foi implementado em 2005 e até o presente momento, a Secretaria doou 68.000 mudas de espécies nativas primárias e secundárias para proprietários na zona rural, contribuindo com o reflorestamento de aproximadamente 40 ha no município, principalmente em APP. Ambos os trabalhos são de grande importância na manutenção dos recursos hídricos e no controle de erosões nas propriedades agrícolas.

7. EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O SEMAE – Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba desenvolve um projeto de educação ambiental, denominado de AGUAMIGA.

O objetivo principal do Projeto AGUAMIGA é contribuir para melhorar a saúde e o ambiente através da educação e da pesquisa científica, e a necessidade inadiável da implantação de um modelo de desenvolvimento sustentável em nível local, regional e global.

Os objetivos específicos são:

a) Despertar a consciência dos jovens das zonas rurais e urbanas de Piracicaba, para o pensamento responsável sobre a importância e transcendência da proteção dos recursos hídricos locais, através da realização de experimentos científicos práticos voltados para a análise da qualidade da água em microbacias hidrográficas;

b) Envolver os estudantes para que reflitam sobre a proteção ambiental, o desenvolvimento sustentável e suas implicações sociais e para a saúde em suas comunidades;

c) Proporcionar aos professores de pedagogia, ciências, geografia, história, artes, matemática, biologia, química e demais disciplinas, uma ferramenta educativa sobre a base de uma experiência prática que integra várias disciplinas científicas e relaciona a saúde dos seres humanos com os ecossistemas dos quais formam parte, promovendo a interdisciplinaridade no seio do ambiente escolar.

d) Proporcionar aos jovens um espaço na Internet, a fim de que mediante uma rede eletrônica, tenham a oportunidade para a divulgação e intercâmbio de suas experiências e transmitam suas inquietudes a respeito do tema água, saúde e meio ambiente.

O Projeto de Educação Ambiental AGUAMIGA é desenvolvido pelo SEMAE desde 1995 e busca promover a qualificação e o treinamento dos professores que participam das atividades de Educação Ambiental voltadas principalmente à gestão dos recursos hídricos. O projeto visa conscientizar as pessoas, principalmente as crianças e os jovens, sobre os problemas existentes quanto ao uso não racional da água, a falta de conservação dos recursos hídricos, o desmatamento e a importância das nascentes.

As ações educativas buscam estimular a compreensão sobre a preservação das bacias hidrográficas, por meio de visitas educativas às margens dos rios estimulando a limpeza e a preservação da vegetação do lugar a partir do plantio de árvores.

Outras ações educativas do projeto contempladas na capacitação de educadores incluem as experiências de laboratório para analisar a qualidade da água nos rios e ribeirões

localizados na cidade e na zona rural. A participação dos alunos desde a interpretação das condições ambientais no ponto de coleta de água, a montagem dos experimentos que é realizada, que chamamos de bioensaios, e a interpretação dos resultados finais das experiências realizadas, promove algo fundamental para conscientização do aluno: o conhecimento.

A metodologia foi desenvolvida pelo Projeto Aquatox – 2000 e financiada pelo International Development Research Centre - IDRC do Canadá, através da participação de pesquisadores de diversas universidades localizadas nos cinco continentes.

8. ESTUDOS DE MACRODRENAGEM NAS SUB BACIAS DE PIRACICABA

Atualmente a administração pública municipal tem demonstrado preocupação com os aspectos ligados ao desenvolvimento urbano do meio ambiente e agravamento da freqüência das inundações urbanas, especialmente nas sub-bacias hidrográficas que já apresentam infra-estrutura urbana instalada.

Face estes problemas, foram priorizadas sete bacias hidrográficas do município de Piracicaba para elaboração dos planos de recuperação ambiental, à partir da escala 1:50.000, sendo: (i) Guamium; (ii) Piracicamirim; (iii) Itapeva; (iv) Enxofre; (v) Marins; (vi) Pau D'Alinho e (vii) Congonhal.

Os Estudos de Macrodrenagem tem como objetivo caracterizar as causas das inundações e definir as diretrizes a serem consideradas na elaboração dos planos municipais, visando reduzir progressivamente a freqüência, intensidade e a gravidade das ocorrências de enchentes.

Dentro deste objetivo os estudos compreendem os seguintes tópicos:

- Levantamento de Informações Básicas.
- Análise e diagnóstico da situação atual.
- Análise hidráulica e hidrológica de cenários alternativos de uso e ocupação das sub-bacias do Rio Piracicaba;
- Recomendações de intervenções imediatas
- Elaboração de subsídios e critérios para as obras de macrodrenagem
- Propostas de ações prioritárias;
- Propostas de ações sistemáticas.

O presente relatório tem por objetivo apresentar os estudos relativos aos itens de a, b, c, e f, g, ou seja, análise e diagnóstico da situação atual e dos cenários tendenciosos das sete bacias hidrográficas em estudo.

8.1 Análise Hidrológica - Metodologia

8.1.1 Determinação do Tempo de Concentração (TC) e tempo de duração da chuva de projeto

O tempo de duração da precipitação deve ser igual ou superior ao tempo de concentração da bacia, ou seja, é o tempo necessário para que toda a área de drenagem passe a contribuir para a vazão na seção estudada.



O tempo de concentração (TC) não é constante para uma dada área, mas varia com o estado de recobrimento vegetal e a altura e distribuição da chuva sobre a bacia. Para períodos de recorrência superiores a dez anos, a influência da vegetação parece ser desprezível.

O tempo de concentração (TC), em minutos, é mensurado pela Equação 1, que é o modelo de Kirpich:

Equação 1: tc = 57 * (L^2 / SEQ) ^ 0,385

Em que:

L - comprimento total do talvegue (km);

SEQ - declividade equivalente (m.km^-1), do córrego sendo calculada pela Equação 2

Equação 2: SEQ = 10^3 * [sum(Li^2 / li^2.5)]^-2

Em que:

Li - distância entre trechos (m);

L - comprimento total do talvegue (m);

li - declividade em cada trecho considerado (m.m^-1);

Na Tabela 8.1 estão apresentadas as estimativas do tempo de concentração para as bacias prioritárias, bem como algumas características físicas dessas bacias. Conforme observado nesta tabela, o maior tempo de concentração foi de 570 minutos (Ribeirão Piracicamirim) e o menor foi para o Rib. Itapeva perfazendo TC de 85 minutos. Os valores do tempo de concentração foram estimados a partir das informações de curvas de nível das restituições aerofotogramétricas 1:10.000 do IGC, cujos valores foram atualizados neste relatório técnico.

Salienta-se que os tempos de concentração foram calculados para a bacia toda, ou seja, no seu exutório até os rios principais que são os rios Piracicaba, Tietê e Corumbataí.

Observa-se que embora as chuvas menos frequentes sejam com menor duração e, portanto, maior intensidade, considera-se que as chuvas com durações inferiores serão contempladas no tempo de concentração da bacia.

Tabela 8.1: Determinação do tempo de concentração (TC) e características físicas das bacias hidrográficas determinadas no exutório final.

Table with 6 columns: Bacia Hidrográfica, AD (km²), LAC (m), SEQ (m.km^-1), Tempo de Concentração (tc) min, horas. Rows include Rib. Guamium, Rib. Piracicamirim, Rib. Itapeva, Rib. do Enxofre, Rib. dos Marins, Rib. Pau D'Alinho, Rib. Congonhal.

8.1.2 Tempo de Retorno da Precipitação

As simulações hidrológicas foram realizadas para chuvas com tempo de retorno de 10, 25, 50 e 100 anos, visando avaliar as diferentes magnitudes dos eventos extremos.

8.1.3 Equação de Chuva Para a Região em Estudo

Para esse estudo foram utilizadas as equações de intensidade-duração-freqüência da chuva para Piracicaba/SP (Equação 3 e Equação 4), apresentada por Vieira (1981) e Martinez Jr. & Magni (1999).

Para tc < 60 min - Vieira (1981)

Equação 3: i_tc,Tr = (tc + 20)^0,988 * [43,20 + 11,67 * Ln(Tc - 0,5)]

Para tc >= 60 min - DAEE (1999)

Equação 4: i_tc,Tr = 47,8273(tc + 30)^0,911 + 19,2043(tc + 30)^0,9256 * [-0,482 - 0,9273 * Ln(Tc - 1)]

Em que:

i_tc,Tr - intensidade de chuva (mm.min^-1), para duração igual à tc (minutos) e período de retorno TR (anos).

Tabela 8.2: Estimativa das intensidades de chuvas (mm.hora^-1) para a cidade de Piracicaba-SP.

Table with 10 columns: Duração (minutos), Tempo de Retorno - TR (anos) with values 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50, 100, 200. Rows show intensity values for durations from 5 to 240 minutes.

Fonte: Martinez Júnior & Magni (1999) em Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo.

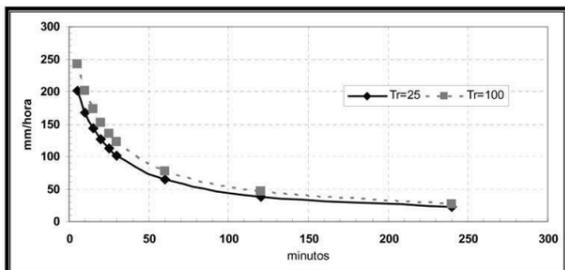


Figura 8.1. Curvas I-D-F em função do tempo de retorno (TR) para Piracicaba-SP

8.1.4 Distribuição Espacial da Chuva de Projeto - Elaboração dos Hietogramas de Projeto

Para elaboração da distribuição temporal da chuva máxima foi empregado o modelo de blocos alternados, descrito em Tucci et al. (1995), considerando:

I - Tempo de duração da chuva de projeto igual ao tempo de concentração da bacia, recomendado pelo SCS;

II - O tempo de concentração da chuva de projeto foi dividido em intervalos de tempo de um décimo do total (0,1*TC), totalizando 10 intervalos;

III - Equação intensidade-duração-freqüência da chuva de Piracicaba.

8.1.5 Chuva excedente - Elaboração do Hietograma da Chuva Excedente

Devido inexistência de dados de chuva excedente para a localidade em estudo, utilizou-se o método do SCS, para determinação do excedente acumulado por meio da Equação 5.

Equação 5: EXC = (CHT - 0,2 * S)^2 / (CHT + 0,8 * S)

Em que:

EXC - excedente da chuva acumulado (mm);

CHT - altura do incremento de chuva acumulado, calculado pelo método descrito no item anterior (mm);

S - retenção potencial de água do solo ou infiltração (mm), estimado pela Equação 6.

Equação 6: S = 254 * (100 - CN) / CN

Em que:

CN - "Curve Number", dimensional elaborado pelo SCS, que correlaciona a retenção potencial de água no solo e suas características são:

0 <= CN <= 100;

para áreas, totalmente, impermeáveis CN=100;

para outras superfícies CN<100.

O índice CN depende: (i) uso e ocupação; (ii) umidade antecedente, (iii) classificação do solo e (iii) estado de conservação da superfície. Os valores desse índice são tabelados, conforme apresenta Riguette et al. (1998) e Setzer & Porto 1979, atualizado por Sartori et alii (2004).

Observa-se que a equação é válida quando a altura pluviométrica acumulada (CH) for maior que as perdas iniciais (estimada como sendo 0,2*S). Quando CHT < 0,2*S admite-se que não ocorre deflúvio superficial e portanto o excedente de chuva (EXC) é igual a '0' (zero).

8.1.6 Distribuição das Classes de Solos nas Bacias Hidrográficas de Piracicaba e Definição do Grupo Hidrológico

A partir do mapa temático pedológico, utilizando técnicas de geoprocessamento, foram levantadas as principais classes de solos que ocorrem em cada bacia hidrográfica de Piracicaba. Conforme detalhado em item específico, o levantamento pedológico utilizado foi baseado atlas rural de Piracicaba.

Nas bacias hidrográficas prioritárias, desse plano de recursos hídricos, solos do grupo hidrológico A são predominantes, perfazendo 64,7%, segundo pelos solos do Grupo B, que apresenta 20,9% dos solos dessas bacias.

Solos com horizonte BW (latossólicos), s me caráter abrupto são os predominantes nas áreas das bacias hidrográficas prioritárias, sendo que os latossolos, perfazem 76,8% da área. Esses solos apresentam boa à intermediária capacidade de infiltração e, portanto, mediana capacidade de drenagem interna, o que pode intensificar o escoamento superficial. Essa característica classifica esses solos quanto ao GRUPO HIDROLÓGICO, como "A ou B", segundo classificação de Sartori et alii. (2005).

As principais características das classes de solos nas bacias hidrográficas em estudo estão apresentadas na Tabela 8.3 e na Tabela 8.4.

Observa-se que as bacias hidrográficas do Enxofre, Marins e Pau D'Alinho apresentam predominância de solos do grupo hidrológico "D", tidos como os mais restritivos à permeabilidade e, portanto, com potencial para produção de deflúvios superficiais.

Tabela 8.3: Principais classes de solos que ocorrem nas bacias hidrográficas de Piracicaba em (ha).

Table with 8 columns: Principais Classes de Solo, Grupo Hidrológico (SCS-TR55), and 7 sub-classes (1) to (7). Rows list soil types like Chernossolo Ebânico, Cambissolo Háptico, etc.

Tabela 8.4: Principais classes de solos que ocorrem nas bacias hidrográficas de Piracicaba - relação percentual por bacia hidrográfica (%).

Table with 8 columns: Principais Classes de Solo, Grupo Hidrológico (SCS-TR55), and 7 sub-classes (1) to (7). Rows list soil types and their percentage distribution across different basins.

8.1.7 Divisão das Bacias Hidrográficas em "nós" e sub-bacias para simulação hidrológica

A fim de averiguar possíveis pontos de inundação nas bacias hidrográficas prioritárias, foi proposta a divisão dessa bacia em sub-bacias hidrográficas para elaboração das simulações hidrológicas. Cada ponto de análise hidrológica foi denominado como "nó" onde foram definidas as vazões e hidrogramas de projeto

Essa divisão em nós foi subsidiada a partir do estudo dos elementos disponíveis como mapas cartográficos, fotografias aéreas e levantamentos topográficos existentes.

Em linhas gerais, pode-se dizer que a bacia desses mananciais são constituídas por diversas sub-bacias de várias magnitudes (tamanhos), definidas pela sua área de drenagem, que possibilitam o estabelecimento de hierarquias ou as conseqüentes classificações da "ordem" do rio, caracterizando a importância hídrica do córrego que escoa para o curso principal, além das obras hidráulicas (reservatórios e represas) existentes, que representam os aproveitamentos e controles de usos de recursos hídricos já instalados.

Nos desenhos de projeto estão apresentadas as delimitações de bacias com os afluentes principais e as demais sub-bacias de contribuição.

Com os dados de áreas de drenagem, foram investigados os valores dos coeficientes CN de cada uma das ocupações atuais, com base em valores da Tabela 8.14, por meio de estudos existentes na bacia, fotos aéreas disponíveis e vistorias de campo, que assim possibilitaram as estimativas das percentagens de impermeabilização das áreas para sua aplicação nos modelos hidrológicos.

Os nós de interesse para cálculo das vazões ao longo da calha são destacados na Tabela 8.5 que também apresenta a hierarquização das bacias de cálculo dos hidrogramas de projeto. As sub-bacias foram denominadas pelas letras de "A" a "Z", conforme é apresentado na planta anexa e para a identificação dos nós utilizou-se a letra H.# seguida de número arábico. O primeiro número, define qual a bacia prioritária do referido "nó" classificado: (1) Guamium; (2) Piracicamirim; (3) Itapeva; (4) Enxofre; (5) Marins; (6) Pau d'Alinho e (7) Congonhal.

Observa-se que as bacias do ribeirão Pau d'Alinho e Congonhal não foram divididas em "nós hidrológicos". Como essas bacias são plenamente permeáveis, com taxa de urbanização inferior à 2%, por definição, não há problemas de inundação, logo, foram analisadas somente no seu exutório final.

A bacia do ribeirão Piracicamirim foi analisada até o nó H.26, que está sob a rodovia Luiz de Queiroz. A partir dessa seção o ribeirão atravessa a Escola Superior de

Agricultura "Luiz de Queiroz" em áreas totalmente permeáveis e sem ocupação nas planícies naturais de, portanto, sem problemas de enchentes.

As principais características destas sub-bacias de drenagem são apresentadas na Tabela 8.5, abaixo.

Tabela 8.5. Denominação dos nós, áreas e coeficiente CN do SCS, para o cenário atual de uso e ocupação.

Table with 5 columns: Nó (n.º), Descrição, Área de Drenagem (km²) (Parcial, Acumulada), and CN (Cenário 1 (atual)). Rows list nodes H.11 to H.53 and Bacias do Guamium, Piracicamirim, Itapeva, Enxofre, Marins, Pau D'Alinho, Congonhal.

8.1.8 Uso e Ocupação Atual da Superfície das Bacias Hidrográficas

O uso e ocupação atual do solo, espacializa as principais áreas urbanizadas, vias de acesso, pastagens e vegetação nativa presentes nas bacias. Na área rural predominam a monocultura da cana-de-açúcar, seguido pelas pastagens artificiais.

As principais vias de acesso existentes na área de estudo são: rodovia SP 304 - Luiz de Queiroz, que liga Piracicaba à Rodovia Anhangüera, SP 147 Rod. Deputado Laércio Corte - Piracicaba Limeira; SP 127 Rod. Fausto Santomauro- Piracicaba à Rio Claro; SP 304 Rod. Gerado de Barros - Piracicaba São Pedro; SP 307 Rod. Do Açúcar/Comendador Mário e a SP 127 Rod Cornélio Pires - Piracicaba Tietê.

O intenso uso das terras, nos moldes da agricultura atual, bem como a urbanização das bacias hidrográficas com ocupação nas planícies de inundações, trouxe às bacias do município, grandes problemas ambientais, abaixo relacionados:

Desmatamento da região para a produção agropecuária (cana e pecuária), ocasionando o baixo índice de cobertura florestal;

Erosão, por sulcos e voçorocas na área, devido à super utilização da terra, ao manejo inadequado e à não utilização de práticas conservacionistas, com conseqüente perda do solo fértil e assoreamento dos corpos d'água.

Inundações dos trechos urbanizados dos mananciais, destacando-se o córrego Itapeva (Trecho da Avenida 31 de Março, seguido pela Av. Armando Salles) e o Ribeirão Piracicamirim. As inundações são o resultado da expansão da infra-estrutura urbana sem planejamento a qual permite retificação e canalização dos mananciais, ocupação de zonas suscetíveis à inundação (planícies naturais de inundação) e a substituição de grandes extensões da superfície antes permeável sem adoção de técnicas atuais de desenvolvimento de baixo impacto, quanto aos aspectos da drenagem urbana.

Na Tabela 8.6, Tabela 8.7, Tabela 8.8, Tabela 8.9, Tabela 8.10, Tabela 8.11, Tabela 8.12 e Tabela 8.13 são apresentadas as áreas (em há) de cada ocupação e a relação percentual na bacia em questão nos cenários 1 (atual) à 4 (simulação de ocupação futura) que serão explicados no item específico.



Tabela 8.6: Distribuição dos Principais Usos da superfície nas bacias hidrográficas prioritárias de Piracicaba, em há - Cenário 1 (Atual).

Tipo de Uso e Ocupação da Superfície das Bacias Hidrográficas	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	Guamium	Piracicamirim	Itapeva	Enxofre	Marins	Pau D'Alinho	Congonhal
1 Floresta Remanescente	714,8	1273,6	32,7	264,7	1086,0	182,7	1658,8
2 Áreas em Regeneração Natural	88,6	656,7	0,0	139,8	390,8	114,3	725,1
3 Reflorestamento	0,0	0,7	0,0	1,2	32,5	0,0	0,0
4 Cana-de-açúcar	5419,9	8985,1	23,3	239,8	3456,1	1069,0	6068,0
5 Pastagem	162,7	428,9	3,2	152,3	494,5	65,0	645,6
6 Cultura Anual	17,6	95,8	0,0	11,6	43,1	0,0	0,0
7 Cultura Perene	16,2	77,0	0,0	0,0	28,9	8,4	5,3
8 Mancha Urbana	426,0	1540,1	681,4	740,2	279,3	29,6	6,9
Total:	8.845,96	13.061,84	740,592	1.549,594	5.811,12	1.487,09	9.109,67

Tabela 8.7: Distribuição percentual da ocupação da superfície nas bacias hidrográficas prioritárias de Piracicaba, em % - Cenário 1 (Atual).

Tipo de Uso e Ocupação da Superfície das Bacias Hidrográficas	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	Guamium	Piracicamirim	Itapeva	Enxofre	Marins	Pau D'Alinho	Congonhal
1 Floresta Remanescente	10,4	9,8	4,4	17,1	18,7	12,5	18,2
2 Áreas em Regeneração Natural	1,3	5,0	0,0	9,0	6,7	7,8	8,0
3 Reflorestamento	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	0,0	0,0
4 Cana-de-açúcar	79,2	68,8	3,1	15,5	59,5	72,9	66,6
5 Pastagem	2,4	3,3	0,4	9,8	8,5	4,4	7,1
6 Cultura Anual	0,3	0,7	0,0	0,7	0,7	0,0	0,0
7 Cultura Perene	0,2	0,8	0,0	0,0	0,5	0,4	0,1
8 Mancha Urbana	6,2	11,8	92,0	47,8	4,8	2,0	0,1

Tabela 8.8: Distribuição dos Principais Usos da superfície nas bacias hidrográficas prioritárias de Piracicaba, em há - Cenário 2.

Tipo de Uso e Ocupação da Superfície das Bacias Hidrográficas	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	Guamium	Piracicamirim	Itapeva	Enxofre	Marins	Pau D'Alinho	Congonhal
1 Floresta Remanescente	1769,0	3306,9	57,3	396,3	2158,2	541,3	3902,1
2 Áreas em Regeneração Natural	53,3	451,6	0,0	95,4	256,0	48,8	385,8
3 Reflorestamento	0,0	0,7	0,0	1,2	20,5	0,0	0,0
4 Cana-de-açúcar	4464,4	7264,2	0,0	166,1	2656,7	795,1	4329,5
5 Pastagem	102,8	349,3	1,9	138,9	374,7	47,8	480,9
6 Cultura Anual	17,6	93,6	0,0	11,6	38,2	0,0	0,0
7 Cultura Perene	16,2	55,4	0,0	0,0	27,5	4,4	4,4
8 Mancha Urbana	426,0	1540,1	681,4	740,2	279,3	29,6	6,9
Total:	8.846,38	13.061,84	740,79	1.549,60	5.811,12	1.487,09	9.109,67

Tabela 8.9: Distribuição percentual da ocupação da superfície nas bacias hidrográficas prioritárias de Piracicaba, em % - Cenário 2.

Tipo de Uso e Ocupação da Superfície das Bacias Hidrográficas	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	Guamium	Piracicamirim	Itapeva	Enxofre	Marins	Pau D'Alinho	Congonhal
1 Floresta Remanescente	25,8	25,3	7,7	25,6	37,1	36,9	42,8
2 Áreas em Regeneração Natural	0,8	3,5	0,0	6,2	4,4	3,3	4,2
3 Reflorestamento	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0
4 Cana-de-açúcar	65,2	55,6	0,0	10,7	45,7	54,2	47,5
5 Pastagem	1,5	2,7	0,3	9,0	6,4	3,3	5,3
6 Cultura Anual	0,3	0,7	0,0	0,7	0,7	0,0	0,0
7 Cultura Perene	0,2	0,4	0,0	0,0	0,5	0,3	0,0
8 Mancha Urbana	6,2	11,8	92,0	47,8	4,8	2,0	0,1

Tabela 8.10: Distribuição dos Principais Usos da superfície nas bacias hidrográficas prioritárias de Piracicaba, em há - Cenário 3.

Tipo de Uso e Ocupação da Superfície das Bacias Hidrográficas	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	Guamium	Piracicamirim	Itapeva	Enxofre	Marins	Pau D'Alinho	Congonhal
1 Floresta Remanescente	714,8	2970,2	57,3	356,9	1908,9	541,3	3902,1
2 Áreas em Regeneração Natural	88,6	313,8	0,0	84,3	199,7	48,8	385,8
3 Reflorestamento	0,0	0,7	0,0	1,2	19,0	0,0	0,0
4 Cana-de-açúcar	5419,9	6872,7	0,0	158,4	2485,6	842,9	4810,4
5 Pastagem	162,7	207,0	1,9	126,0	335,1	0,0	0,0
6 Cultura Anual	17,6	49,4	0,0	9,6	25,3	0,0	0,0
7 Cultura Perene	16,2	28,5	0,0	0,0	20,0	4,4	4,4
8 Mancha Urbana	426,0	2719,5	681,6	813,1	827,7	29,6	6,9
Total:	8.846,96	13.061,84	740,79	1.549,60	5.811,12	1.487,09	9.109,67

Tabela 8.11: Distribuição percentual da ocupação da superfície nas bacias hidrográficas prioritárias de Piracicaba, em % - Cenário 3.

Tipo de Uso e Ocupação da Superfície das Bacias Hidrográficas	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	Guamium	Piracicamirim	Itapeva	Enxofre	Marins	Pau D'Alinho	Congonhal
1 Floresta Remanescente	22,8	22,0	7,7	23,0	32,8	36,9	42,8
2 Áreas em Regeneração Natural	0,6	2,4	0,0	5,4	3,3	3,3	4,2
3 Reflorestamento	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0
4 Cana-de-açúcar	59,5	52,6	0,0	10,2	42,8	57,5	52,8
5 Pastagem	0,9	1,8	0,3	8,1	5,8	0,0	0,0
6 Cultura Anual	0,1	0,4	0,0	0,6	0,4	0,0	0,0
7 Cultura Perene	0,1	0,2	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0
8 Mancha Urbana	16,0	20,8	92,0	52,5	14,2	2,0	0,1

Tabela 8.12: Distribuição dos Principais Usos da superfície nas bacias hidrográficas prioritárias de Piracicaba, em há - Cenário 4.

Tipo de Uso e Ocupação da Superfície das Bacias Hidrográficas	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	Guamium	Piracicamirim	Itapeva	Enxofre	Marins	Pau D'Alinho	Congonhal
1 Floresta Remanescente	1227,4	2447,3	57,3	276,1	1514,5	541,3	3902,1
2 Áreas em Regeneração Natural	33,0	222,48	0	66,27	153,10	48,79	385,82
3 Reflorestamento	0,0	0,7	0,0	1,2	6,8	0,0	0,0
4 Cana-de-açúcar	3503,1	5814,6	0,0	143,6	2137,3	842,9	4810,4
5 Pastagem	30,2	96,8	1,9	105,8	282,3	0,0	0,0
6 Cultura Anual	6,5	18,9	0,0	8,8	15,6	0,0	0,0
7 Cultura Perene	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	4,4	4,4
8 Mancha Urbana	206,2	4461,2	681,6	948,0	1096,8	29,6	6,9
Total:	8.846,38	13.061,84	740,79	1.549,60	5.811,12	1.487,09	9.109,67

Tabela 8.13: Distribuição percentual da ocupação da superfície nas bacias hidrográficas prioritárias de Piracicaba, em % - Cenário 4.

Tipo de Uso e Ocupação da Superfície das Bacias Hidrográficas	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	Guamium	Piracicamirim	Itapeva	Enxofre	Marins	Pau D'Alinho	Congonhal
1 Floresta Remanescente	17,9	18,7	7,7	17,8	26,1	36,9	42,8
2 Áreas em Regeneração Natural	0,5	1,7	0,0	4,3	2,6	3,3	4,2
3 Reflorestamento	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
4 Cana-de-açúcar	51,2	44,5	0,0	9,3	36,8	57,5	52,8
5 Pastagem	0,4	0,7	0,3	6,8	4,9	0,0	0,0
6 Cultura Anual	0,1	0,1	0,0	0,6	0,3	0,0	0,0
7 Cultura Perene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0
8 Mancha Urbana	29,9	34,2	92,0	61,2	29,2	2,0	0,1

8.1.9 Grupo Hidrológico dos Solos VS Uso e Ocupação

À partir dos mapas de solos e de ocupação das bacias, foram quantificados o uso do solo em cada tipo de solo por sub-bacia estudada. Esta quantificação foi feita utilizando um software de Geoprocessamento através do módulo CROSSTAB. A Tabela 8.14 apresenta os valores do coeficiente CN adotados para cada tipo de ocupação e grupo hidrológico do solo. Na Tabela 8.15 estão apresentados os índices CN finais para cada bacia estudada.

Tabela 8.14: Principais Usos e Ocupação da superfície nas bacias hidrográficas de Piracicaba.

#	Principais Classes de Solo	Grupo Hidrológico do Solo			
		A	B	C	D
1	Floresta Remanescente	35	55	65	70
2	Áreas em Regeneração Natural	35	55	65	70
3	Reflorestamento	40	55	65	70
4	Cana-de-açúcar	65	72	80	85
5	Pastagem	75	80	85	90
6	Cultura Anual	70	70	75	77
7	Cultura Perene	60	65	70	72
8	Mancha Urbana	98	98	98	98
9	Hidrografia	100	100	100	100
10	Estradas e Rodovias	98	98	98	98

Fonte: Sartori et alii (2004); Riquetto et al. (1998) e Setzer & Porto 1979.

Tabela 8.15: Determinação do coeficiente CN ponderado para as bacias hidrográficas prioritárias e nos nós de análise hidrológica.

BACIA	AD (km ²)	Atual	Cen-2	Cen-3	Cen-4
1 - Guamium	68,46	68,46	64,00	67,30	72,60
# Nô 11	61,04	68,00	62,30	64,90	69,60
# Nô 12	3,06	68,00	67,10	72,80	96,20
# Nô 13	2,98	68,00	81,80	95,50	98,00
2 - Piracicamirim	130,62	69,60	67,60	70,80	75,20
# Nô 21	99,64	68,10	64,50	65,80	69,50
# Nô 22	6,42	74,20	74,00	78,00	87,50
# Nô 23	14,24	73,30	72,30	84,40	93,80
# Nô 24	1,56	89,90	88,10	97,80	98,00
# Nô 25	4,19	90,10	90,10	97,50	98,00
# Nô 26	1,68	89,00	89,00	96,90	98,00
3 - Itapeva	7,41	95,70	95,20	95,20	95,20
# Nô 31	1,53	92,20	90,10	90,10	90,10
# Nô 32	1,06	97,40	97,10	97,10	97,10
4 - Enxofre	15,50	87,20	86,40	87,60	89,80
# Nô 41	8,11	83,00	81,70	82,90	85,10
# Nô 42	4,14	83,00	81,70	82,90	85,10
# Nô 43	2,51	92,80	92,70	93,70	95,70
5 - Marins	58,11	75,80	73,60	75,90	79,90
# Nô 51	46,18	76,00	73,40	75,10	78,20
# Nô 52	3,65	74,00	73,70	78,20	85,40
# Nô 53	2,29	75,30	75,20	82,70	92,20
6 - Pau D'Alinho	14,67	76,50	73,90	73,70	73,70
7 - Congonhal	91,10	67,90	64,40	64,10	64,10

8.1.10 Determinação da Chuva Efetiva para as bacias hidrográficas do município de Piracicaba

À partir dos critérios e informações detalhadas nos itens anteriores, foram estimados as precipitações totais e efetivas para eventos extremos para os diferentes tempos de retorno, cujos resultados estão sumarizados pela Tabela 8.16.

Tabela 8.16: Determinação da precipitação efetiva em função do índice CN, tempo de concentração e do tempo de retorno.

#Bacia Hidrográfica	T _R =10 anos		T _R =25 anos		T _R =50 anos		T _R =100anos	
	P ₀ ⁽³⁾	P _{EF} ⁽⁴⁾						
1. Rib. Guamium	83,46	19,80	96,74	27,56	106,60	33,81	116,38	40,33
2. Rib. Piracicamirim	87,72	24,87	101,68	33,82	112,04			



Nesse cenário será considerado que as leis de proteção ambiental do cenário 2 (APP e reserva legal) serão mantidas como áreas com restrições à expansão urbana.

Cenário 4 – Urbanização Tendenciosa sem restrições no Uso e Ocupação Futura: Impacto da urbanização futura sobre o sistema de drenagem existente. Este cenário representará a tendência de aumento dos prejuízos provocados pelas inundações considerando a expansão de 25% da mancha. Serão considerados os mesmos critérios do cenário 3.

A Figura 8.2, abaixo apresenta a evolução do coeficiente de escoamento CN para as bacias prioritárias de acordo com o cenário analisado.

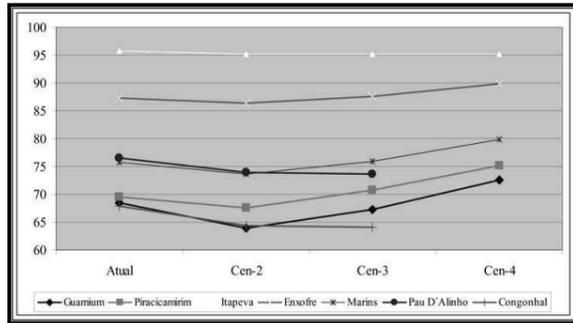


Figura 8.2. Evolução do coeficiente CN ponderado nas bacias prioritárias para os diferentes cenários analisados.

8.2 Análise Hidrológica – Resultado das simulações

Na Tabela 8.17, Tabela 8.19, Tabela 8.21 e Tabela 8.23 são apresentadas as vazões de projeto das bacias hidrográficas dos Cenários 1 à 3, respectivamente, sendo que o do Cenário -1 representa a condição atual de urbanização das bacias hidrográficas em Piracicaba.

Na Tabela 8.25 a Tabela 8.52 são apresentados, de forma tabelada e gráfica, os hidrogramas finais desses eventos, correspondentes aos períodos de retorno de 10, 25, 50 e 100 anos para os cenários futuros de uso e ocupação das bacias.

Pela Tabela 8.18 a média dos valores de vazão máxima específica nessas bacias são entre 2,545 à 4,378 m³.s⁻¹.km², para os tempos de retorno de 10 e 100 anos, respectivamente.

No Cenário 2, observa-se pela Tabela 8.20 que a média dos valores de vazão máxima específica estão entre 2,328 à 4,053 m³.s⁻¹.km², para os tempos de retorno de 10 e 100 anos, respectivamente.

Neste cenário proposto, observou-se, em média, que houve redução de 12% da vazão de pico, bem como a máxima específica, destacando-se as bacias do Guamium, Piracicamirim e Congonhal, cujos percentuais de redução da vazão máxima foram de 19%, 10% e 21%, respectivamente. Essas bacias apresentaram maiores reduções da vazão máxima no cenário -2, pois, são as menos urbanizadas atualmente, dispondo de extensas áreas agrícolas, que são permeáveis. Este cenário demonstra que a efetivação do código florestal, pertinente à obrigatoriedade de implantação e conservação da reserva legal, bem como da APP têm potencial como uma das medidas para controle de inundações nestas bacias, além de proporcionar conservação do solo e qualidade da água.

Cabe ressaltar que no cenário proposto de substituição da pastagem por reflorestamento, considerou-se que essas áreas seriam implantadas com técnicas apropriadas de conservação do solo e de recomposição e enriquecimento florestal.

Atualmente as áreas de reserva legal e de APP são implantadas por técnicas de regeneração natural, ou seja, essas áreas são apenas delimitadas nas propriedades. Neste contexto da conservação das áreas florestadas espera-se que as reduções nas vazões de pico sejam retardadas.

Devido ao grande desenvolvimento urbano nas bacias hidrográficas do Itapeva e do Enxofre, o cenário 2 não apresentou desempenho satisfatório, observando reduções de apenas 0% e 4%, respectivamente.

No Cenário 3, observa-se pela Tabela 8.23 que a média dos valores de vazão máxima específica estão entre 2,422 à 4,187 m³.s⁻¹.km², para os tempos de retorno de 10 e 100 anos, respectivamente.

Pelos resultados infere-se que nas bacias hidrográficas do Guamium, Piracicamirim, Itapeva, Enxofre e Marins, onde há equipamentos urbanos instalados, os valores de vazão máxima permaneceram próximos aos do Cenário-1. A expansão da área urbana em 10% nessas bacias não piora a situação de enchentes, desde que sejam adotadas e implantadas ações de conservação nas áreas de APP e de reserva legal.

No caso da bacia do Piracicamirim, cuja expansão urbana projetada foi a dos loteamentos futuros aprovados, infere-se que o limite de urbanização desta bacia chegou ao limite, tendo em vista o agravamento das enchentes neste ribeirão.

Nas bacias do Pau-d'Alinhho e do Congonhal, a substituição do restante da área de pasto pela cultura de cana-de-açúcar proporcionou reduções de 14,75% e 25%, das vazões máximas, respectivamente. Esses resultados são esperados, pois, atualmente, as técnicas de plantio de cana contemplam a conservação do solo, por terraceamento, curvas de nível, objetivando mínimo de áreas de pouso. Fato contrário das áreas de pastagem, que são, simplesmente abandonadas.

No Cenário 4, observa-se pela Tabela 8.24 que a média dos valores de vazão máxima específica estão entre 2,800 à 4,724 m³.s⁻¹.km², para os tempos de retorno de 10 e 100 anos, respectivamente.

Neste cenário, observou-se, em média, que houve aumento de 23% da vazão de pico, bem como a máxima específica, destacando-se as bacias do Piracicamirim, cujo percentual estimado foi de 36%. Esse cenário demonstra que aumento da mancha urbana nessas bacias prioritárias de 25% pioram as inundações nesses mananciais, sendo imprescindível adoção conjunta de medidas estruturais.

Tabela 8.17. Resumo das vazões de projeto (QP) estimadas no exutório das bacias prioritárias e nos "nós hidrológicos" – Cenário 1 (Atual)

Table with columns for Basin Hydrographic, T10, T25, T50, T100 and rows for various basins like H.11, H.12, H.13, etc.

Tabela 8.18. Resumo das vazões de projeto (QP), Estatística dos valores de vazão específica – Cenário 1 (Atual).

Table with columns for Basin Hydrographic, T10, T25, T50, T100 and rows for Vazão Média Específica, Desvio Padrão, CV (%).

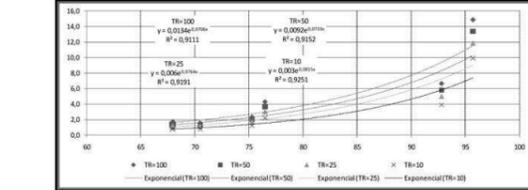


Figura 8.3. Equações de regressão das vazões máximas específicas em função do número CN da bacia - Cenário 1.

Tabela 8.19. Resumo das vazões de projeto (QP) estimadas no exutório das bacias prioritárias e nos "nós hidrológicos" – Cenário 2.

Table with columns for Basin Hydrographic, T10, T25, T50, T100 and rows for various basins like H.11, H.12, H.13, etc.

Tabela 8.20. Resumo das vazões de projeto (QP), Estatística dos valores de vazão específica – Cenário 2.

Table with columns for Basin Hydrographic, T10, T25, T50, T100 and rows for Vazão Média Específica, Desvio Padrão, CV (%).

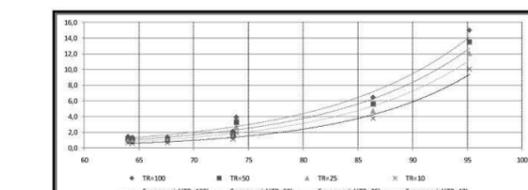


Figura 8.4. Equações de regressão das vazões máximas específicas em função do número CN da bacia - Cenário 2.

Tabela 8.21. Resumo das vazões de projeto (QP) estimadas no exutório das bacias prioritárias e nos "nós hidrológicos" – Cenário 3.

Table with columns for Basin Hydrographic, T10, T25, T50, T100 and rows for various basins like H.11, H.12, H.13, etc.

Tabela 8.22. Resumo das vazões de projeto (QP), Estatística dos valores de vazão específica – Cenário 3.

Table with columns for Basin Hydrographic, T10, T25, T50, T100 and rows for Vazão Média Específica, Desvio Padrão, CV (%).

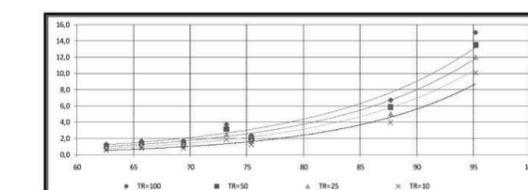


Figura 8.5. Equações de regressão das vazões máximas específicas em função do número CN da bacia - Cenário 3.

Tabela 8.23. Resumo das vazões de projeto (QP) estimadas no exutório das bacias prioritárias e nos "nós hidrológicos" – Cenário 4.

Table with columns for Basin Hydrographic, T10, T25, T50, T100 and rows for various basins like H.11, H.12, H.13, etc.

Tabela 8.24. Resumo das vazões de projeto (QP), Estatística dos valores de vazão específica – Cenário 4.

Table with columns for Basin Hydrographic, T10, T25, T50, T100 and rows for Vazão Média Específica, Desvio Padrão, CV (%).

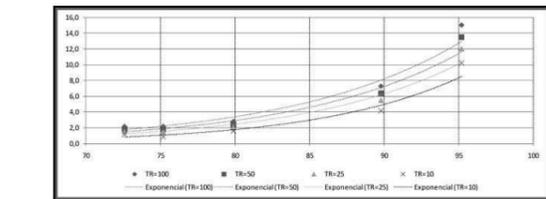


Figura 8.6. Equações de regressão das vazões máximas específicas em função do número CN da bacia - Cenário 4.

Tabela 8.25. Hidrogramas finais de covação para a Bacia Hidrográfica 1 (Ribeirão Guamium), no nó H.1 – Cenário 1

Table with columns for Tempo (minutos) and Vazões do Hidrograma (m³.s⁻¹) for TR=10, TR=25, TR=50, TR=100 across various time intervals.

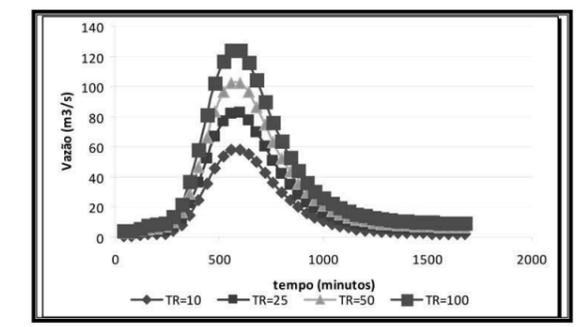


Figura 8.7. Hidrogramas finais de covação para a Bacia Hidrográfica 1, no nó H.1 – Ribeirão Guamium – Cenário 1

Tabela 8.26. Hidrogramas finais de covação para a Bacia Hidrográfica 1 (Ribeirão Guamium), no nó H.1 – Cenário 2

Table with columns for Tempo (minutos) and Vazões do Hidrograma (m³.s⁻¹) for TR=10, TR=25, TR=50, TR=100 across various time intervals.



Tempo (minutos)	Vazões do Hidrograma (m ³ .s ⁻¹)			
	TR=10	TR=25	TR=50	TR=100
920	12,4	18,1	23,1	28,6
960	10,0	14,7	18,9	23,6
1000	8,0	12,0	15,6	19,7
1040	6,5	9,9	13,0	16,5
1080	5,3	8,2	10,9	14,1
1120	4,4	6,9	9,3	12,1
1160	3,6	5,9	8,0	10,6
1200	3,1	5,1	7,1	9,5
1240	2,6	4,4	6,3	8,6
1280	2,3	4,0	5,7	7,8
1320	2,0	3,6	5,2	7,3
1360	1,8	3,3	4,9	6,9
1400	1,6	3,1	4,6	6,5
1440	1,5	2,9	4,4	6,3
1480	1,4	2,7	4,2	6,0
1520	1,3	2,6	4,0	5,8
1560	1,2	2,5	3,8	5,7
1600	1,1	2,4	3,8	5,5
1640	1,1	2,3	3,7	5,5
1680	1,1	2,3	3,6	5,4

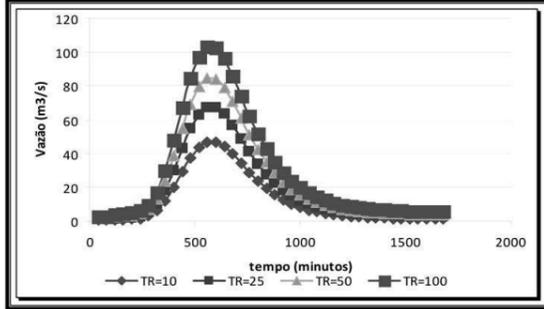


Figura 8.8. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 1, no nó H.1- Ribeirão Guamium – Cenário 2

Tempo (minutos)	Vazões do Hidrograma (m ³ .s ⁻¹)			
	TR=10	TR=25	TR=50	TR=100
880	25,4	34,5	42,2	50,7
920	20,5	28,2	34,7	42,0
960	16,7	23,1	28,8	35,1
1000	13,6	19,1	24,0	29,6
1040	11,2	16,0	20,3	25,3
1080	9,3	13,5	17,4	21,9
1120	7,8	11,6	15,1	19,3
1160	6,6	10,1	13,3	17,2
1200	5,7	8,9	11,9	15,6
1240	5,0	8,0	10,9	14,4
1280	4,5	7,3	10,0	13,4
1320	4,1	6,7	9,4	12,6
1360	3,7	6,3	8,9	12,1
1400	3,5	6,0	8,5	11,6
1440	3,3	5,7	8,1	11,2
1480	3,1	5,4	7,8	10,9
1520	2,9	5,2	7,6	10,6
1560	2,8	5,1	7,4	10,4
1600	2,7	4,9	7,3	10,2
1640	2,6	4,9	7,2	10,1
1680	2,6	4,8	7,1	10,0

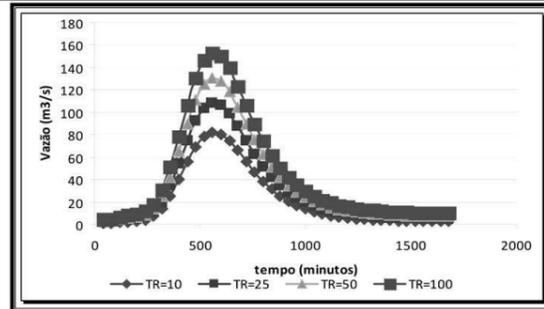


Figura 8.10. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 1, no nó H.1- Ribeirão Guamium – Cenário 4

Tempo (minutos)	Vazões do Hidrograma (m ³ .s ⁻¹)			
	TR=10	TR=25	TR=50	TR=100
1219	28,4	40,5	50,9	62,5
1272	23,0	33,2	42,0	52,0
1325	18,7	27,3	34,9	43,5
1378	15,3	22,6	29,2	36,8
1431	12,5	18,9	24,7	31,5
1484	10,4	16,0	21,2	27,4
1537	8,7	13,7	18,4	24,1
1590	7,4	11,9	16,3	21,6
1643	6,4	10,5	14,6	19,6
1696	5,6	9,4	13,3	18,0
1749	5,0	8,6	12,3	16,9
1802	4,5	7,9	11,5	15,9
1855	4,1	7,4	10,9	15,2
1908	3,8	7,1	10,4	14,6
1961	3,6	6,7	10,0	14,2
2014	3,4	6,4	9,6	13,8
2067	3,2	6,2	9,4	13,4
2120	3,1	6,0	9,1	13,1
2173	3,0	5,9	8,9	12,9
2226	2,9	5,8	8,8	12,8

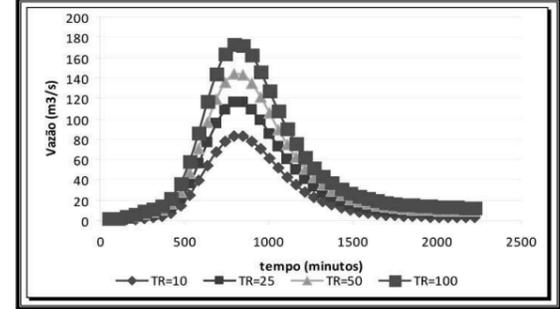


Figura 8.12. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 2, no nó H.2- Ribeirão Piracicamirim – Cenário 2

Tabela 8.27. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 1 (Ribeirão Guamium), no nó H.1- Cenário 3

Tempo (minutos)	Vazões do Hidrograma (m ³ .s ⁻¹)			
	TR=10	TR=25	TR=50	TR=100
40	0,7	1,4	2,1	3,0
80	0,7	1,4	2,2	3,1
120	1,0	1,9	2,9	4,2
160	1,2	2,3	3,5	5,2
200	1,4	2,7	4,1	5,9
240	2,2	3,8	5,4	7,5
280	4,5	6,9	9,3	12,1
320	9,3	13,5	17,2	21,5
360	17,3	24,3	30,4	37,2
400	27,8	38,7	48,0	58,1
440	39,0	54,0	66,7	80,4
480	46,6	67,3	82,9	99,7
520	55,3	76,4	94,0	112,8
560	56,4	80,5	98,9	118,4
600	57,7	79,5	97,6	118,8
640	53,8	74,1	90,9	108,8
680	47,8	65,8	80,7	96,6
720	40,9	56,4	69,2	83,0
760	34,2	47,2	58,1	69,7
800	28,1	39,0	48,0	57,8
840	22,8	31,8	39,3	47,6
880	18,4	25,8	32,1	39,0
920	14,8	20,9	26,2	32,0
960	11,9	17,0	21,4	26,5
1000	9,6	13,9	17,7	22,0
1040	7,8	11,4	14,8	18,6
1080	6,4	9,5	12,4	15,9
1120	5,3	8,0	10,6	13,7
1160	4,4	6,8	9,2	12,1
1200	3,7	5,9	8,1	10,8
1240	3,2	5,2	7,3	9,7
1280	2,8	4,7	6,6	9,0
1320	2,5	4,3	6,1	8,4
1360	2,2	3,9	5,7	7,9
1400	2,0	3,7	5,4	7,5
1440	1,9	3,5	5,1	7,2
1480	1,8	3,3	4,9	6,9
1520	1,6	3,1	4,7	6,7
1560	1,5	3,0	4,5	6,5
1600	1,5	2,9	4,4	6,4
1640	1,4	2,8	4,3	6,3
1680	1,4	2,8	4,3	6,2

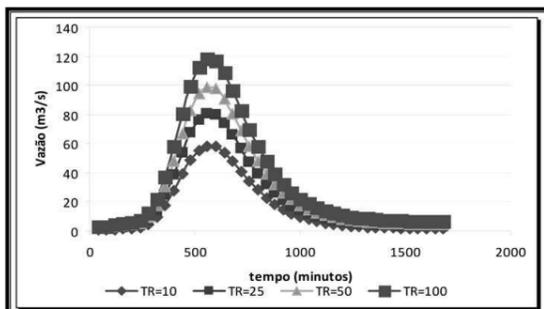


Figura 8.9. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 1, no nó H.1- Ribeirão Guamium – Cenário 3

Tabela 8.29. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 2 (Ribeirão Piracicamirim), no nó H.2- Cenário 1

Tempo (minutos)	Vazões do Hidrograma (m ³ .s ⁻¹)			
	TR=10	TR=25	TR=50	TR=100
53	0,8	1,6	2,4	3,3
106	0,9	1,7	2,5	3,5
159	1,5	2,7	4,1	5,8
212	2,4	4,5	6,7	9,5
265	3,3	6,2	9,3	13,2
318	4,2	7,8	11,6	16,2
371	6,0	10,4	14,8	20,2
424	10,1	16,0	21,7	28,5
477	18,1	26,9	34,9	44,2
530	30,8	44,3	56,0	69,1
583	47,4	67,0	83,5	101,8
636	65,5	91,7	113,5	137,3
689	81,9	113,9	140,4	168,9
742	93,8	129,9	159,6	191,4
795	99,8	137,1	168,8	202,1
848	99,6	137,1	167,9	200,7
901	94,0	129,3	158,1	199,0
954	84,6	116,3	142,3	179,2
1007	73,4	101,0	123,7	148,2
1060	62,1	85,6	105,1	126,3
1113	51,6	71,5	88,2	106,4
1166	42,4	59,2	73,4	89,1
1219	34,7	48,8	61,0	74,5
1272	28,3	40,3	50,8	62,6
1325	23,2	33,5	42,6	53,0
1378	19,1	28,1	36,1	45,4
1431	15,9	23,8	31,0	39,4
1484	13,4	20,4	27,0	34,7
1537	11,4	17,8	23,8	31,0
1590	9,9	15,8	21,4	28,2
1643	8,7	14,1	19,5	25,9
1696	7,8	12,9	18,0	24,2
1749	7,0	11,9	16,8	22,8
1802	6,5	11,2	15,9	21,8
1855	6,0	10,6	15,2	21,0
1908	5,7	10,1	14,7	20,3
1961	5,4	9,8	14,2	19,8
2014	5,2	9,4	13,8	19,3
2067	4,9	9,1	13,5	18,9
2120	4,8	8,9	13,2	18,6
2173	4,7	8,8	13,0	18,4
2226	4,6	8,7	12,9	18,2

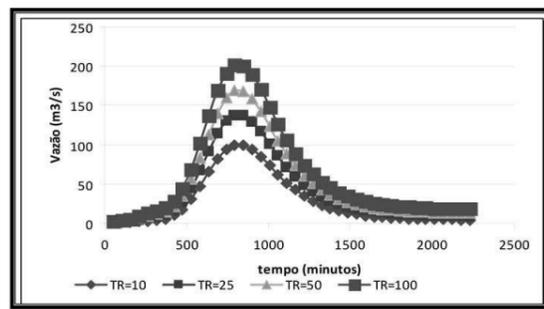


Figura 8.11. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 2, no nó H.2- Ribeirão Piracicamirim – Cenário 1

Tabela 8.31. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 2 (Ribeirão Piracicamirim), no nó H.2- Cenário 3

Tempo (minutos)	Vazões do Hidrograma (m ³ .s ⁻¹)			
	TR=10	TR=25	TR=50	TR=100
53	0,7	1,2	1,8	2,6
106	0,7	1,3	1,9	2,8
159	1,1	2,1	3,1	4,5
212	1,8	3,4	5,1	7,3
265	2,5	4,8	7,1	10,1
318	3,5	6,3	9,1	12,8
371	5,6	9,2	12,7	17,1
424	10,4	15,4	20,1	25,8
477	19,1	26,9	33,9	42,0
530	32,3	44,5	55,0	66,8
583	48,9	66,9	82,0	98,6
636	66,4	90,6	110,7	132,4
689	81,7	111,3	135,7	162,0
742	92,4	125,7	153,1	182,6
795	97,2	132,2	160,9	191,7
848	96,1	130,7	159,0	189,4
901	90,0	122,4	149,0	177,4
954	80,4	109,5	133,4	159,0
1007	69,4	94,6	115,4	137,7
1060	58,4	79,8	97,5	116,3
1113	48,3	66,3	81,3	97,6
1166	39,5	54,5	67,2	81,1
1219	32,0	44,6	55,3	67,2
1272	26,0	36,5	45,6	55,9
1325	21,1	30,0	37,8	46,7
1378	17,2	24,8	31,6	39,5
1431	14,1	20,7	26,7	33,8
1484	11,7	17,5	22,9	29,3
1537	9,8	15,0	19,9	25,8
1590	8,4	13,1	17,6	23,1
1643	7,2	11,5	15,7	20,9
1696	6,3	10,3	14,3	19,3
1749	5,6	9,4	13,2	18,0
1802	5,1	8,7	12,4	17,0
1855	4,7	8,2	11,7	16,2
1908	4,3	7,7	11,2	15,6
1961	4,1	7,3	10,7	15,1
2014	3,8	7,0	10,4	14,6
2067	3,6	6,8	10,0	14,3
2120	3,5	6,6	9,8	13,9
2173	3,4	6,4	9,6	13,7
2226	3,3	6,3	9,5	13,6

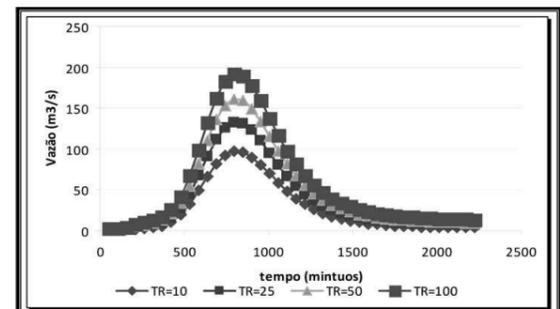


Figura 8.13. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 2, no nó H.2- Ribeirão Piracicamirim – Cenário 3

Tabela 8.28. Hidrogramas finais de covolução para a Bacia Hidrográfica 1 (Ribeirão Guamium), no nó H.1- Cenário 4

Tempo (minutos)	Vazões do Hidrograma (m ³ .s ⁻¹)			
	TR=10	TR=25	TR=50	TR=100
40	1,3	2,3	3,4	4,8
80	1,3	2,4	3,5	4,9
120	1,8	3,3	4,8	6,7
160	2,2	4,1	6,0	8,4
200	2,6	4,7	6,9	9,6
240	3,9	6,4	8,9	11,9
280	7,3	10,8	14,1	18,1
320	14,2	19,9	24,9	30,6
360	25,5	34,6	42,4	51,0
400	40,3	54,0	65,9	77,9
440	55,9	74,6	90,0	108,5
480	69,2	92,1	110,8	130,7
520	78,1	103,7	124,6	146,8
560	81,8	108,5	130,2	153,2
600	80,3	106,5	127,8	150,4
640	74,5	98,8		