



Plano Diretor de Recursos Hídricos dos

# **AFLUENTES MINEIROS DOS RIOS MOGI-GUAÇU/PARDO**

**Relatório Síntese**



Fundação Educacional de Ensino de Técnicas Agrícolas, Veterinárias e de Turismo Rural

**Outubro de 2010**

# PLANO DIRETOR DE RECURSO HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DOS RIOS MOGI-GUAÇU/PARDO

## Relatório Síntese

**Governo do Estado de Minas Gerais**

Aécio Neves (até abril de 2010)

Antônio Augusto Anastasia - *Governador*

**Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos  
do Estado de Minas Gerais – SISEMA**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e  
Desenvolvimento Sustentável - SEMAD

José Carlos Carvalho – *Secretário*

**Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM**

Cleide Izabel Pedrosa de Melo - *Diretora Geral*

**Diretoria de Gestão de Recursos Hídricos**

Luiza de Marillac Moreira Camargos- *Diretora*

**Gerência de Planejamento de Recursos Hídricos**

Célia Maria Brandão Fróes - *Gerente*

**PROPONENTE/EXECUTOR:**

Fundação Educacional de Ensino de Técnicas  
Agrícolas, Veterinárias e de Turismo Rural –  
Fundação ROGE. Convênio SEMAD/FHIDRO n.  
1371.01.04.029.08

**COORDENAÇÃO:**

**Afonso Henriques Moreira Santos (Coordenador  
Geral)** – *Engenheiro Eletricista e Pós-doutor em  
Gestão Ambiental (CIRED-Centre International de  
la Recherche sur L’environnement et le  
Developement, Paris).*

**Alexandre Augusto Moreira Santos (Coordenador  
Adjunto)** – *Engenheiro Civil, Especialista em  
Saneamento (UFMG) e Mestre em Ecologia (UNB).*

**Benedito Cláudio da Silva (Coordenador Técnico)**  
– *Engenheiro Mecânico e Doutor em Recursos  
Hídricos e Saneamento Ambiental (UFRGS).*

**EQUIPE TÉCNICA:**

Ana Lúcia de Lucena Pinelli. *Economista e  
Doutoranda em Meio Ambiente e Sociedade.*

Bárbara Flauzino. *Engenheira Ambiental (UNIFEI)*

Danielle Hoffert. *Engenheira Hídrica (UNIFEI).*

David José Diniz. *Engenheiro Ambiental e  
Doutorando em Meio Ambiente e Sociedade.*

Guilherme Gomes da Silva. *Engenheiro Ambiental  
(UNIFEI).*

Jonas Fernandes Maciel. *Engenheiro Ambiental  
(UNIFEI).*

Juliana Aparecida Oliveira. *Engenheira Hídrica*

(UNIFEI).

Jussara Antunes Silva. *Engenheira Mecânica e Mestre em Engenharia da Energia (UNIFEI).*

Rafael Silva Capaz. *Engenheiro Ambiental e Mestre em Engenharia da Energia (UNIFEI).*

Reinis Ósis. *Geógrafo.*

Roberto de Mattos. *Contador e Doutor em Engenharia de Água e Solo (UFLA).*

Rodrigo Augusto de Siqueira Souza. *Engenheiro Ambiental (UNIFEI).*

Sandy Lia dos Santos. *Bióloga e Doutora em Biologia Vegetal (UNICAMP).*

Tereza Fernanda da Silva. *Engenheira Ambiental.*

Thiago Balisa Santana. *Engenheiro Hídrico (UNIFEI).*

Thiago Roberto Batista. *Engenheiro Hídrico (UNIFEI).*

Vanessa Cristina dos Santos. *Geógrafa.*

#### **ESTAGIÁRIOS:**

Alessandra Assis Marcondes. *Engenharia Hídrica (UNIFEI).*

Aline Garcia Duarte. *Engenharia Hídrica (UNIFEI).*

Aluízio de França Pereira Neto. *Engenheiro Hídrico.*

Antônio Carlos Antunes Júnior. *Engenharia Hídrica (UNIFEI).*

Bruna Gonçalves da Silva. *Engenharia Ambiental (UNIFEI).*

Bruna Marigheto. *Engenharia Ambiental (UNIFEI).*

Camila Porto Mendes. *Engenheira Ambiental.*

Celso Luiz Ribeiro Júnior. *Engenheiro Hídrico.*

Cristiano Neves Simão. *Engenheiro Hídrico.*

Daíla Aparecida Ferreira. *Engenharia Hídrica (UNIFEI).*

Gabriel Gomes Muller. *Engenheiro Ambiental.*

Gustavo de Lorenzo Framil. *Engenheiro Ambiental*

Leilane Abreu. *Engenheira Hídrica.*

Luciano Augusto Vianna. *Sociólogo.*

Maitê Martins Nobre. *Engenharia Ambiental (UNIFEI).*

Rafaella Paz. *Engenheira Hídrica.*

Renan Bittencourt de Araújo Passos. *Engenheiro Hídrico.*

Renata Sayuri Muranaka. *Engenharia Hídrica (UNIFEI).*

Rodrigo Braz Carneiro. *Engenharia Ambiental (UNIFEI).*

Suellen Carneiro. *Engenheiro Ambiental.*

Thiago Scarpa. *Geógrafo.*

Vítor Pereira Pinto. *Engenharia Hídrica (UNIFEI).*

Vitor Rossi Viana. *Engenheiro Hídrico.*

#### **COMISSÃO TÉCNICA DE ACOMPANHAMENTO (CBH Mogi - PARDO):**

Ângela Maria Martins Marques dos Santos dos Santos (Coordenadora da Comissão Técnica, Geóloga e Gestora Ambiental).

Antônio Carlos Sales (Presidente do CBH Mogi - Pardo).

Rodopiano Marques Evangelista (Vice-presidente do CBH Mogi - Pardo).

Luiz Eduardo Junqueira (1º Secretário).

Hélio Antônio Scalvi (2º Secretário).

Romeu José Pereira (CT Mobilização, Divulgação e Educação Ambiental).

Cláudia de Souza (CT Outorga).

Henrique Rossi Wolf.

Leonel Sátiro de Lima (EMATER).

Irinéia Ardissom da Silveira Souza (ADISMIG).

#### **ACOMPANHAMENTO PELO IGAM:**

José Eduardo Nunes de Queiroz. *Analista Ambiental e Geógrafo.*

**COLABORAÇÃO TÉCNICA:**

Adriano Moreira de Oliveira. *Engenheiro Civil e Mestre em Engenharia Civil (UNICAMP)* – Departamento Municipal de Eletricidade de Poços de Caldas - DME.

Ana Lúcia Fonseca. *Bióloga e Pós-doutora em Ecotoxicologia (UFRJ)*.

Marcelo Ribeiro Barison. *Geólogo e Doutor em Geociências e Meio Ambiente (UNESP)*.

Pâmella Santos Duarte. *Engenheira Hídrica, Mestre em Engenharia da Energia (UNIFEI) e Doutoranda em Engenharia Elétrica (UNIFEI)*.

Rafael Silva Capaz. *Engenheiro Ambiental e Mestre em Engenharia da Energia (UNIFEI)*.

# Apresentação

A Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, é um marco no Brasil em relação ao processo de gestão dos recursos hídricos. Essa Lei cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e torna obrigatória a elaboração de planos de recursos hídricos, incluindo o Plano Diretor de Bacias Hidrográficas.

O Plano Diretor de Recursos Hídricos consiste de um importante instrumento de gestão e tem como objetivo definir a agenda dos recursos hídricos para as bacias hidrográficas, identificando ações de gestão, programas, projetos, obras e investimentos prioritários, com a participação do poder público estadual e municipal, da sociedade civil e dos usuários.

A bacia dos Afluentes Mineiros dos Rios Mogi-Guaçu/Pardo pertence ao rio Grande, sendo de importância estratégica não somente para o Estado de Minas Gerais, mas também para São Paulo, que recebe suas águas. Porém, diferentemente de sua parte paulista, a bacia, até o momento, não possuía um único instrumento de gestão implementado.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do dos Afluentes Mineiros dos Rio Mogi-Guaçu/Pardo, CBH Mogi/Pardo, iniciou em 2006 uma mobilização junto ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, em 2007, para a realização do presente Plano Diretor de Recursos Hídricos dos Afluentes

Mineiros dos Rios Mogi-Guaçu/Pardo – PDRH Mog-Pardo, que teve seu início em Janeiro de 2009 e conclusão em outubro de 2010.

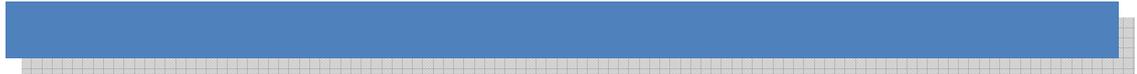
O PDRH Mogi/Pardo foi elaborado pela Fundação Educacional de Ensino de Técnicas Agrícolas, Veterinárias e de Turismo Rural - Fundação ROGE, seguindo o Plano de Trabalho do Convênio SEMAD n. 1371.01.04.029.08, e em conformidade a Lei Estadual no 13.199, de 29 de janeiro de 1999, que estabelece que a gestão dos recursos hídricos deva ser realizada de forma descentralizada e participativa.

O PDRH Mogi/Pardo foi elaborado considerando: os anseios do CBH Mogi/Pardo, dos atores envolvidos e da sociedade em geral, demonstrados durante as reuniões públicas e reuniões com o a Comissão de Acompanhamento.

O presente relatório apresenta um resumo Executivo do PDRH Mogi/Pardo, contendo uma síntese de todas as fases de sua elaboração. Dessa forma, a primeira parte do relatório apresenta: i) descrição da metodologia empregada, incluindo o processo de participação da sociedade; ii) o Diagnóstico da Bacia; iii) o Prognósticos dos Recursos Hídricos para o horizonte de 20 anos; iv) o Plano de Metas e Programas de Recuperação dos Recursos Hídricos; v) as diretrizes para os Instrumentos de Gestão, o arranjo institucional e a implementação do PDRH Mogi/Pardo.



# Mensagem do Presidente do CBH MOGI/PARDO



ESCREVER AQUI!

# Sumário

|   |           |
|---|-----------|
| <b>APRESENTAÇÃO</b> .....                             | <b>1</b>  |
| <b>MENSAGEM DO PRESIDENTE DO CBH MOGI/PARDO</b> ..... | <b>1</b>  |
| <b>1 DOCUMENTAÇÃO CONSULTADA E METODOLOGIA</b> .....  | <b>28</b> |
| 1.1 DIRETRIZES GERAIS .....                           | 28        |
| 1.2 FASE I: DIAGNÓSTICO DA BACIA .....                | 29        |
| 1.3 FASE II: PROGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS .....  | 30        |
| 1.4 FASE III: PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS..... | 30        |
| 1.5 MECANISMOS DE PARTICIPAÇÃO .....                  | 30        |
| <b>2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA</b> .....                  | <b>34</b> |
| 2.1 ABRANGÊNCIA ESPACIAL .....                        | 34        |
| 2.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS .....                  | 34        |
| 2.3 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA .....                    | 38        |
| 2.4 COBERTURA VEGETAL.....                            | 46        |
| <b>3 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA</b> .....          | <b>47</b> |
| 3.1 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS .....                       | 47        |
| 3.2 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS.....                     | 50        |
| <b>4 USOS DO SOLO E COBERTURA VEGETAL</b> .....       | <b>60</b> |
| 4.1 MAPA DE USO DO SOLO .....                         | 60        |
| 4.2 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE .....             | 62        |
| 4.3 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO .....                     | 63        |
| <b>5 SANEAMENTO AMBIENTAL</b> .....                   | <b>65</b> |
| 5.1 ATENDIMENTO DE ÁGUA E ESGOTO .....                | 65        |
| 5.2 RESÍDUO SÓLIDO.....                               | 65        |
| <b>6 OUTORGAS DE ÁGUA</b> .....                       | <b>71</b> |
| 6.1 BANCO DE DADOS DO IGAM .....                      | 71        |
| 6.2 BANCO DE DADOS DO CNARH .....                     | 77        |
| 6.3 USOS MÚLTIPLOS DOS RECURSOS HÍDRICOS .....        | 80        |
| <b>7 DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL</b> .....    | <b>84</b> |
| 7.1 SELEÇÃO DOS DADOS .....                           | 84        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 7.2       | DETERMINAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE REFERÊNCIA COM BASE EM SÉRIES OBSERVADAS .....         | 89         |
| 7.3       | DETERMINAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE REFERÊNCIA COM BASE NOS DEFLÚVIOS SUPERFICIAIS .....   | 89         |
| 7.4       | EQUAÇÕES REGIONAIS.....  | 91         |
| <b>8</b>  | <b>DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA.....</b>  | <b>98</b>  |
| 8.1       | ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....  | 98         |
| 8.2       | HIDROGEOLOGIA REGIONAL .....   | 99         |
| 8.3       | DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS NA UNIDADE DE GESTÃO GD6 .....                  | 100        |
| 8.4       | BALANÇO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA .....                                   | 106        |
| <b>9</b>  | <b>QUALIDADE DA ÁGUA .....</b>   | <b>110</b> |
| 9.1       | BASE DE DADOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA .....                              | 110        |
| 9.2       | INDICADORES AMBIENTAIS.....  | 113        |
| 9.3       | PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS E ANÁLISE DAS VIOLAÇÕES .....                        | 115        |
| 9.4       | ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS .....   | 117        |
| 9.5       | QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS .....   | 117        |
| 9.6       | PRINCIPAIS FONTES DE POLUIÇÃO.....   | 117        |
| <b>10</b> | <b>PROGNÓSTICO DA DEMANDA DOS RECURSOS HÍDRICOS.....</b>                               | <b>122</b> |
| 10.1      | METODOLOGIA PARA ESTIMATIVA DA DEMANDA HÍDRICA.....                                    | 122        |
| 10.2      | RESULTADOS POR SUB-BACIA.....  | 145        |
| <b>11</b> | <b>ESTIMATIVAS DE CARGAS POLUIDORAS POR CENÁRIOS .....</b>                             | <b>161</b> |
| <b>12</b> | <b>ESTIMATIVA DA COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS .....</b>                     | <b>173</b> |
| 12.1      | LEGISLAÇÕES QUE TRATAM DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA.....                               | 173        |
| 12.2      | METODOLOGIAS DE COBRANÇA.....  | 174        |
| 12.3      | ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE ARRECADAÇÃO NA UNIDADE DE GESTÃO GD6 .....                  | 177        |
| <b>13</b> | <b>ARTICULAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO DOS INTERESSES INTERNOS E EXTERNOS À BACIA .....</b> | <b>180</b> |
| <b>14</b> | <b>PLANO DE METAS: DESCRIÇÃO GERAL.....</b>  | <b>184</b> |
| <b>15</b> | <b>DISPONIBILIDADE HÍDRICA.....</b>  | <b>192</b> |
| 15.1      | PROGRAMA DE REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES .....  | 192        |
| 15.2      | PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE NASCENTES E MATAS CILIARES.....                             | 193        |
| 15.3      | PROGRAMA MAPEAMENTO DE ÁGUAS MINERAIS .....  | 194        |
| 15.4      | PROGRAMA MAPEAMENTO DO AQUIFERO SUBTERRÂNEO.....                                       | 195        |
| <b>16</b> | <b>QUALIDADE DA ÁGUA .....</b>   | <b>197</b> |
| 16.1      | PROGRAMA ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE SANEAMENTO BÁSICO .....                              | 197        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 16.2      | PROGRAMA TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO .....                         | 198        |
| 16.3      | PROGRAMA DISPOSIÇÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS ..... | 199        |
| 16.4      | PROGRAMA MELHORIA DE PRÁTICAS DE MANEJO.....                          | 201        |
| 16.5      | PROGRAMA CONTROLE DE EROÇÃO DE ESTRADAS RURAIS .....                  | 203        |
| 16.6      | PROGRAMA CONTROLE DE POLUIÇÃO DE ORIGEM ANIMAL.....                   | 204        |
| <b>17</b> | <b>EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS.....</b>                             | <b>206</b> |
| 17.1      | PROGRAMA AMPLIAR REDE DE MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO .....       | 206        |
| 17.2      | PROGRAMA INCENTIVAR A ADOÇÃO DE SISTEMA DE ALERTA .....               | 207        |
| <b>18</b> | <b>USO EFICIENTE DA ÁGUA.....</b>                                     | <b>209</b> |
| 18.1      | PROGRAMA REDUÇÃO DE PERDAS NOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO.....          | 209        |
| 18.2      | PROGRAMA INCENTIVO AO REUSO DA ÁGUA E CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA ..... | 210        |
| 18.3      | PROGRAMA INCENTIVO AO USO DOMÉSTICO EFICIENTE.....                    | 211        |
| 18.4      | PROGRAMA USO DE SISTEMAS MAIS EFICIENTES DE IRRIGAÇÃO .....           | 212        |
| <b>19</b> | <b>SISTEMA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS .....</b>                   | <b>213</b> |
| 19.1      | PROGRAMA IMPLANTAR ARRANJO INSTITUCIONAL .....                        | 213        |
| 19.2      | PROGRAMA EDUCAÇÃO HIDROAMBIENTAL.....                                 | 214        |
| 19.3      | PROGRAMA SOFTWARE DE GESTÃO.....                                      | 214        |
| <b>20</b> | <b>PROGRAMA DE INVESTIMENTOS DO PDRH-GD6 .....</b>                    | <b>216</b> |
| 20.1      | CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO .....                                    | 216        |
| 20.2      | ENGENHARIA FINANCEIRA DO PDRH-GD6.....                                | 218        |
| 20.3      | FONTES DE RECURSOS .....  | 223        |
| <b>21</b> | <b>DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA OS INSTRUMENTOS DE GESTÃO .....</b>    | <b>224</b> |
| 21.1      | DIRETRIZES PARA OUTORGA DE Uso DOS RECURSOS HÍDRICOS .....            | 224        |
| 21.2      | DIRETRIZES PARA A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA .....                     | 240        |
| 21.3      | DIRETRIZES PARA ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA.....                  | 247        |
| <b>22</b> | <b>DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA FISCALIZAÇÃO E MONITORAMENTO .....</b> | <b>251</b> |
| <b>23</b> | <b>ARRANJO INSTITUCIONAL PARA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....</b>   | <b>254</b> |
| 23.1      | O CBH MOGI/PARDO .....  | 254        |
| 23.2      | ESTRUTURA ATUAL DE APOIO AO CBH MOGI/PARDO .....                      | 254        |
| 23.3      | A GESTÃO INTEGRADA DA BACIA DO RIO GRANDE .....                       | 255        |
| 23.4      | EXPECTATIVAS SOBRE O ARRANJO INSTITUCIONAL.....                       | 255        |
| 23.5      | ENTIDADES EQUIPARADAS ÀS AGÊNCIAS DE BACIA .....                      | 256        |



PDRH DOS AFLUENTES MINEIROS DOS  
RIOS MOGI-GUAÇU/PARDO



---

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 23.6      | SIMULAÇÃO DA COBRANÇA PELO USO DAS ÁGUAS .....                     | 258        |
| 23.7      | PROPOSTA DE ARRANJO INSTITUCIONAL PARA A BACIA DO MOGI PARDO ..... | 260        |
| 23.8      | CONCLUSÕES .....   | 266        |
| <b>24</b> | <b>ESQUEMA DE IMPLEMENTAÇÃO DO PDRH MOGI/PARDO .....</b>           | <b>269</b> |
| <b>25</b> | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                             | <b>273</b> |

## Lista de Figuras

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1 - Unidade de Gestão GD6 e sua localização no Estado de Minas Gerais e Brasil.....                  | 35  |
| Figura 2 - Localização dos municípios que fazem parte da Unidade de Gestão GD6. ....                        | 36  |
| Figura 3 - Mapa de isoietas da Unidade de Gestão GD6.....   | 39  |
| Figura 4 - Mapa geológico da Unidade de Gestão GD6 (CPRM, 2004). ....                                       | 41  |
| Figura 5 - Minerais encontrados na Unidade de Gestão GD6 (DNPM, 2008). ....                                 | 43  |
| Figura 6 - Mapa hipsométrico da Unidade de Gestão GD6.....  | 44  |
| Figura 7 - Mapa da pedologia da Unidade de Gestão GD6. ....   | 45  |
| Figura 8 - População total dos municípios inseridos na Unidade de Gestão GD6 em 2007. ....                  | 48  |
| Figura 9 - Taxa de mortalidade infantil em Minas Gerais (Fonte: DATASUS, 2006).....                         | 50  |
| Figura 10 - Renda per capita dos municípios da Bacia do Rio Mogi-Guaçu. ....                                | 51  |
| Figura 11 - Renda per capita dos municípios da Bacia do Rio Pardo. ....                                     | 51  |
| Figura 12 - Número Médicos residentes por mil habitantes na Bacia do Rio Mogi-Guaçu.....                    | 54  |
| Figura 13 - Número Médicos residentes por mil habitantes na Bacia do Rio Pardo.....                         | 54  |
| Figura 14 - Mapa de uso se solo na Unidade de Gestão GD6. ....  | 61  |
| Figura 15 - Concessionárias de água para uso doméstico por município. ....                                  | 66  |
| Figura 16 - Concessionárias de esgoto por município.....  | 67  |
| Figura 17 - Disposição final de resíduos sólidos por município. ....  | 69  |
| Figura 18 - Distribuição das outorgas do IGAM na Unidade de Gestão GD6.....                                 | 72  |
| Figura 19 - Distribuição das outorgas subterrâneas concedidas pelo IGAM. ....                               | 75  |
| Figura 20 - Distribuição das outorgas do CNARH na Unidade de Gestão GD6.....                                | 78  |
| Figura 21 - Postos Fluviométricos selecionados na Unidade de Gestão GD6. ....                               | 87  |
| Figura 22 - Função regional tipo linear. ....   | 93  |
| Figura 23 - Função regional tipo potência. ....   | 93  |
| Figura 24 - Comparação entre os métodos de estimativa. ....   | 94  |
| Figura 25 - Distribuição das outorgas e sub-bacias selecionadas na Unidade de Gestão GD6.....               | 95  |
| Figura 26 - Distribuição das vazões subterrâneas de poços tubulares. ....                                   | 101 |
| Figura 27 - Quantificação das águas da Unidade de Gestão GD6, nos três principais aquíferos da região. .... | 106 |
| Figura 28 - Comportamento da vazão subterrânea renovável na Unidade de Gestão GD6.....                      | 107 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 29 - Disponibilidade hídrica subterrânea nas sub-bacias da Unidade de Gestão GD6. ....   | 109 |
| Figura 30 - Localização das estações de monitoramento de qualidade da água na região. ....  | 111 |
| Figura 31 - Localização de IQA e CT na bacia do Rio Grande. ....  | 116 |
| Figura 32 - Relação entre o PIB per capita e a demanda hídrica do município de Poços de Caldas (MG). ....   | 131 |
| Figura 33 - Evolução da vazão de captação para o abastecimento urbano. ....   | 137 |
| Figura 34 - Evolução da vazão de captação para o abastecimento rural. ....  | 138 |
| Figura 35 - Captação de água projetada para a criação e animais. ....   | 139 |
| Figura 36 - Área plantada média das culturas temporárias e permanentes nos municípios da Unidade de Gestão GD6. ....                                      | 139 |
| Figura 37 - Captação de água projetada para a irrigação. ....   | 140 |
| Figura 38 - Área Planta das culturas mais expressivas na região. ....   | 141 |
| Figura 39 - Meses de maior precipitação. ....   | 141 |
| Figura 40 - Captação de água projetada para o abastecimento industrial. ....  | 142 |
| Figura 41 - Evolução da demanda hídrica na Unidade de Gestão GD6. ....  | 143 |
| Figura 42 - Captação de água projetada para a sub-bacia do Córrego das Areias. ....   | 146 |
| Figura 43 - Captação de água projetada para a sub-bacia do Ribeirão das Onças. ....   | 147 |
| Figura 44 - Captação de água projetada para a sub-bacia do Rio Lambari. ....  | 148 |
| Figura 45 - Captação de água projetada para a sub-bacia do Ribeirão Parapatinga. ....   | 149 |
| Figura 46 - Captação de água projetada para a sub-bacia do Rio Canoas. ....   | 150 |
| Figura 47 - Captação de água projetada para a sub-bacia do Rio Capivari. ....   | 151 |
| Figura 48 - Captação de água projetada para a sub-bacia do Rio das Antas. ....  | 152 |
| Figura 49 - Captação de água projetada para a sub-bacia do Rio do Peixe. ....   | 153 |
| Figura 50 - Captação de água projetada para a sub-bacia do Rio Eleutéria. ....  | 154 |
| Figura 51 - Captação de água projetada para a sub-bacia do Rio Jaguari-Mirim. ....  | 155 |
| Figura 52 - Captação de água projetada para a sub-bacia do Rio Mogi-Guaçu. ....   | 156 |
| Figura 53 - Captação de água projetada para a sub-bacia do Rio Pardo. ....  | 157 |
| Figura 54 - Captação de água projetada para a sub-bacia do Rio Verde. ....  | 158 |
| Figura 55 - Estimativa carga potencial de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) dos esgotos sanitários por cenário na bacia da Unidade de Gestão GD6. .... | 162 |
| Figura 56 - Estimativa carga potencial de fósforo total dos esgotos sanitários por cenário na bacia da Unidade de Gestão GD6. ....                        | 162 |
| Figura 57 - Estimativa carga potencial de sólidos totais dos esgotos sanitários por cenário na bacia da Unidade de Gestão GD6. ....                       | 163 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 58 - Estimativa carga potencial de coliformes termotolerantes dos esgotos sanitários por cenário na bacia da Unidade de Gestão GD6..... | 163 |
| Figura 59 - Estimativa da carga potencial de DBO nos esgotos sanitários por sub-bacia - Cenário de Alta Demanda. ....                          | 164 |
| Figura 60 - Estimativa da carga potencial de DBO nos esgotos sanitários por sub-bacia - Cenário de Baixa Demanda. ....                         | 164 |
| Figura 61 - Estimativa da carga potencial de DBO nos esgotos sanitários por sub-bacia - Cenário Tendencial.....                                | 165 |
| Figura 62 - Estimativa da carga potencial de fósforo total por sub-bacia - Cenário de Alta Demanda. ....                                       | 165 |
| Figura 63 - Estimativa da carga potencial de fósforo total por sub-bacia - Cenário de Baixa Demanda. ....                                      | 166 |
| Figura 64 - Estimativa da carga potencial de fósforo total por sub-bacia - Cenário Tendencial.....   | 166 |
| Figura 65 - Estimativa da carga potencial de sólidos totais por sub-bacia - Cenário de Alta Demanda. ....                                      | 167 |
| Figura 66 - Estimativa da carga potencial de sólidos totais por sub-bacia - Cenário de Baixa Demanda. ....                                     | 167 |
| Figura 67 - Estimativa da carga potencial de sólidos totais por sub-bacia - Cenário Tendencial.....  | 168 |
| Figura 68 - Estimativa da carga potencial de coliformes termotolerantes por sub-bacia - Cenário de Alta Demanda. ....                          | 168 |
| Figura 69 - Estimativa da carga potencial de coliformes termotolerantes por sub-bacia - Cenário de Baixa Demanda. ....                         | 169 |
| Figura 70 - Estimativa da carga potencial de coliformes termotolerantes por sub-bacia - Cenário Tendencial.....                                | 169 |
| Figura 71 - Estimativa carga potencial de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) proveniente da pecuária na bacia da Unidade de Gestão GD6.....  | 170 |
| Figura 72 - Estimativa da carga potencial de DBO proveniente da pecuária por sub-bacia. ....   | 170 |
| Figura 73 - Estimativa da carga potencial de fósforo total proveniente da agricultura por cenário na bacia da Unidade de Gestão GD6. ....      | 171 |
| Figura 74 - Estimativa da carga potencial de fósforo total proveniente da agricultura por sub-bacia – Cenário de Alta Demanda. ....            | 171 |
| Figura 75 - Estimativa da carga potencial de fósforo total proveniente da agricultura por sub-bacia – Cenário de Baixa Demanda. ....           | 172 |
| Figura 76 - Estimativa da carga potencial de fósforo total proveniente da agricultura por sub-bacia – Cenário Tendencial. ....                 | 172 |
| Figura 77 - Estimativa do potencial arrecadação para diferentes relações Qmed/Qout.....  | 179 |
| Figura 78 - Recursos totais por planos. ....   | 218 |

---

|   |     |
|---|-----|
| Figura 79 - Engenharia financeira do PDRH-GD6. ....   | 219 |
| Figura 80 - Recursos totais por programas. ....   | 222 |
| Figura 81 - Comparação entre os métodos de estimativa da vazão $Q_{7,10}$ para a bacias do GD6. ....            | 226 |
| Figura 82 - Comparação entre vazões de referência para a bacia do GD6. ....                                     | 227 |
| Figura 83 - Metodologia de elaboração do estudo de enquadramento a ser utilizada na Unidade de Gestão GD6. .... | 250 |
| Figura 84 - Proposta de Arranjo Institucional para a Bacia Mogi/Pardo – Alternativa I. ....                     | 262 |
| Figura 85 - Proposta de arranjo institucional para a Bacia Mogi/Pardo – Alternativa II.....                     | 265 |

## Lista de Tabelas

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 - Áreas dos municípios localizados na Unidade de Gestão GD6.....                                 | 37 |
| Tabela 2 - Taxa de crescimento dos municípios na Unidade de Gestão GD6 entre os anos 1970 e 2007<br>..... | 49 |
| Tabela 3 - Taxa de Alfabetização nos Municípios da Bacia do Rio Mogi-Guaçu. ....                          | 52 |
| Tabela 4 - Taxa de Alfabetização nos Municípios da Bacia do Rio Pardo.....                                | 53 |
| Tabela 5 - Instrumentos de Política Urbana na Bacia dos Rios Pardo e Mogi-Guaçu. ....                     | 59 |
| Tabela 6 - Classes de uso do solo da Unidade de Gestão GD6.....   | 62 |
| Tabela 7 - Classes de uso do solo da Unidade de Gestão GD6.....   | 62 |
| Tabela 8 - Reserva Particular do Patrimônio Natural na Unidade de Gestão GD6. ....                        | 64 |
| Tabela 9 - Situação da disposição final dos resíduos sólidos. ....  | 68 |
| Tabela 11 - Percentual de pessoas que vivem em domicílios urbanos com serviço de coleta de lixo. 68       |    |
| Tabela 11 - Número de outorgas do IGAM por uso e vazão superficial outorgada. ....                        | 73 |
| Tabela 12 - Distribuição das outorgas do IGAM para água superficial por município. ....                   | 73 |
| Tabela 13 - Número de outorgas do IGAM por uso e vazão outorgada. ....                                    | 74 |
| Tabela 15 - Evolução temporal das outorgas do IGAM para água subterrânea. ....                            | 76 |
| Tabela 16 - Distribuição das outorgas do IGAM de água subterrânea por município. ....                     | 76 |
| Tabela 16 - Número de outorgas do CNARH por uso e vazão outorgada.....                                    | 79 |
| Tabela 18 - Evolução dos usos outorgados pelo CNARH.....  | 79 |
| Tabela 18 - Distribuição das outorgas do CNARH para água superficial por município.....                   | 79 |
| Tabela 19 - Postos Fluviométricos na área de influência da Unidade de Gestão GD6. ....                    | 84 |
| Tabela 20 - Postos selecionados na Unidade de Gestão GD6.....   | 86 |
| Tabela 21 - Comparação dos valores de áreas de drenagem dos pontos selecionados. ....                     | 86 |
| Tabela 22: Dados principais obtidos dos postos fluviométricos selecionados. ....                          | 88 |
| Tabela 23 - Valores das vazões $Q_{7,10}$ para os postos selecionados. ....                               | 89 |
| Tabela 24 - Tipologia da região dos postos e os respectivos fatores de referência.....                    | 90 |
| Tabela 25 - Cálculo dos valores da vazão $Q_{7,10}$ por HIDROSSISTEMAS (1993). ....                       | 91 |
| Tabela 26 - Vazão $Q_{7,10}$ e variáveis explicativas.....  | 91 |
| Tabela 27 - Resultados das regressões lineares testadas. ....   | 92 |
| Tabela 28 - Rios principais das sub-bacias selecionadas.....  | 96 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabela 29 - Balanço hídrico da disponibilidade hídrica superficial na Unidade de Gestão GD6: comparação entre metodologias de regionalização..... | 97  |
| Tabela 30 - Vazão total explotável dos poços para cada formação geológica pertencente à Unidade de Gestão GD6. ....                               | 102 |
| Tabela 31 - Vazão específica dos poços para cada formação geológica pertencente à Unidade de Gestão GD6. ....                                     | 104 |
| Tabela 32 - Vazão subterrânea renovável para as bacias dos postos fluviométricos (Mogi - Pardo) selecionados nos Rios Mogi-Guaçu e Pardo. ....    | 107 |
| Tabela 33 - Disponibilidade hídrica subterrânea das bacias selecionadas nos Rios Mogi-Guaçu e Pardo.....  | 108 |
| Tabela 34 - Descrição das estações de amostragem da Unidade de Gestão GD6. ....   | 110 |
| Tabela 35 - Relação dos parâmetros analisados nas campanhas completas.....  | 112 |
| Tabela 36 - Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias.....   | 113 |
| Tabela 37 - Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem em 2007.....                     | 113 |
| Tabela 38 - Níveis de qualidade da água conforme a faixa de valor de IQA.....   | 114 |
| Tabela 39 - Índice de Toxicidade conforme a concentração.....   | 114 |
| Tabela 40 - Ocorrência de Toxicidade nas Estações monitoradas na quarta campanha de 2007. ....  | 117 |
| Tabela 41 - Parâmetros violados nas estações de amostragem e padrão de enquadramento para Classe 2. ....  | 118 |
| Tabela 42 - Consumo per capita em função da faixa populacional do município.....  | 124 |
| Tabela 43 - Coeficientes de retirada per capita por espécie.....  | 126 |
| Tabela 44 - Parâmetros utilizados na estimativa das vazões de captação e retorno para o abastecimento industrial. ....                            | 128 |
| Tabela 45 - Taxa de crescimento do PIB no Brasil – “Salto para o Futuro”.....   | 131 |
| Tabela 46 - Projeção e média do crescimento da taxa do PIB no Brasil. ....  | 132 |
| Tabela 47 - Demanda de água em função do PIB per capita do município de Poços de Caldas.....  | 132 |
| Tabela 48 - Taxa de crescimento da demanda de água nos municípios da Unidade de Gestão GD6 - Cenário de Alta demanda. ....                        | 133 |
| Tabela 49 - Taxa de crescimento do PIB no Brasil – “Baleia enalhada”. ....  | 133 |
| Tabela 50 - Vazões de captação para irrigação no município de Albertina e na Unidade de Gestão GD6. ....  | 134 |
| Tabela 51 - Contribuição do município de Albertina. ....  | 135 |
| Tabela 52 - Resumo das metodologias de cenarização. ....  | 136 |
| Tabela 53 - Resumo das metodologias de cenarização. ....  | 139 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 54 - Demanda hídrica na Unidade de Gestão GD6.....  | 144 |
| Tabela 55 - Resumo das metodologias de cenarização. ....   | 145 |
| Tabela 56 - $K_{cap}$ por classe do corpo d'água.....  | 175 |
| Tabela 57 - Estimativa dos coeficientes da Equação 37.....   | 175 |
| Tabela 58 - Valores adotados para $K_{cons}$ . ....  | 176 |
| Tabela 59 - Vazões de captação outorgadas na Unidade de Gestão GD6. ....   | 177 |
| Tabela 60 - Vazões de captação outorgadas nos 3 setores considerados. ....   | 177 |
| Tabela 61 - Estimativa do potencial de arrecadação nos diferentes setores.....   | 178 |
| Tabela 62 - Informações das regiões hidrográficas.....   | 180 |
| Tabela 63 - Possíveis pontos de parceria e/ou conflito entre das regiões hidrográficas vizinhas a GD6.<br>.....                    | 181 |
| Tabela 64 - Metas do PDRH-Mogi/Pardo. ....   | 186 |
| Tabela 65 - Custos de implantação de redes e de estações de tratamento de esgotos. ....  | 199 |
| Tabela 66 - Cronograma físico-financeiro do PDRH-GD6.....  | 216 |
| Tabela 67 - Participação dos recursos da cobrança nos programas do PDRH-GD6. ....  | 221 |
| Tabela 68 - Vazões disponíveis para alocação de recursos na bacia. ....  | 231 |
| Tabela 69 - Expectativa de Arrecadação com a Cobrança (R\$) – IGAM.....  | 260 |
| Tabela 70 - Expectativa de Arrecadação com a Cobrança (R\$) – ANA.....   | 260 |
| Tabela 71 - Despesas de Custeio da Ag. Grande/MG.....  | 264 |
| Tabela 72 - Cronograma físico – executivo para implementação do plano, da cobrança e da proposta<br>de arranjo institucional. .... | 271 |

# 1 Documentação Consultada e Metodologia

## 1.1 Diretrizes Gerais

O Plano Diretor de Recursos Hídricos (PDRH) do Mogi-Guaçu e Pardo deverá ser desenvolvido com o objetivo geral de produzir um instrumento que permita ao respectivo CBH, aos órgãos gestores dos recursos hídricos da bacia e demais componentes do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos com responsabilidade sobre a bacia, gerirem efetiva e de forma sustentável os recursos hídricos superficiais e subterrâneos da bacia, de modo a garantir o seu uso múltiplo, racional e sustentável em benefício das gerações presentes e futuras.

- ✓ Estruturar a base de dados da Bacia hidrográfica relativa às características e situação dos recursos hídricos e demais feições com rebatimento sobre as mesmas, com vistas a subsidiar a elaboração e implementação de um Sistema Integrado de Recursos Hídricos;
- ✓ Definir as medidas necessárias para proteger, recuperar e promover a qualidade dos recursos hídricos com vistas à saúde humana, à vida aquática e à qualidade ambiental. Estabelecer metas de melhoria da qualidade das águas, de aumento da capacidade de

produção de água e de uma justa distribuição da água disponível na bacia hidrográfica, acordadas por todos os atores da mesma;

- ✓ Fomentar o uso múltiplo, racional e sustentável dos recursos hídricos da bacia mediante avaliação e controle das disponibilidades e determinação das condições em que tem lugar o uso da água na bacia, em benefício das gerações presentes e futuras, levando em conta planos setoriais, regionais e locais em andamento ou com implantação prevista na Bacia;
- ✓ Integrar os planos, programas, projetos e demais estudos setoriais que envolvam a utilização dos recursos hídricos da bacia, incorporando-os ao PDRH, de dentro de suas possibilidades;
- ✓ Articular as ações municipais envolvendo o uso do solo com as diretrizes e intervenções relacionadas ao uso dos recursos hídricos;
- ✓ Conceber ações destinadas a atenuar as conseqüências de eventos hidrológicos extremos;
- ✓ Oferecer diretrizes para a implementação dos demais instrumentos de gestão dos recursos hídricos previstos em lei e contribuir para o fortalecimento do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos pela articulação e

participação de todos os demais atores sociais e institucionais da bacia ligadas à gestão dos recursos hídricos.

- ✓ Apresentar um Plano de Ação contendo um conjunto de metas a serem alcançadas no período de abrangência do Plano Diretor, voltadas, entre, outros, para a revitalização, recuperação, preservação e conservação dos recursos hídricos e ambientais.
- ✓ Analisar a Deliberação Normativa de enquadramento dos corpos de água da Bacia, já existente, para avaliar se haverá necessidade de revisão, e caso venha a ser necessário, propor a atualização.
- ✓ Apresentar propostas de ações para efetivação do enquadramento
- ✓ Elaborar Programas de Proteção das águas subterrâneas, no âmbito da bacia hidrográfica.

*O PDRH Mogi-Guaçu/Pardo foi elaborado em três fases:*

*I. Diagnóstico da Bacia*

*II. Prognóstico dos Recursos Hídricos*

*III. Plano Propriamente Dito*

O Plano Diretor de Recursos Hídricos deverá compor-se de três fases, a saber:

- I - um Diagnóstico da realidade existente;
- II - um Prognóstico quanto à situação dos recursos hídricos da bacia, para um horizonte de 20 anos;
- III - o Plano propriamente dito

## 1.2 Fase I: Diagnóstico da Bacia

Nesta etapa do PDRH, as seguintes etapas foram realizadas:

- ✓ Mobilização da equipe técnica;
- ✓ Coleta de dados existentes;
- ✓ Análise e sistematização dos dados coletados;
- ✓ Reunião com os componentes do convênio.

Na coleta de dados existentes, os seguintes trabalhos e fontes de dados foram consultados, entre outros: Plano Diretor da Bacia Hidrográfica

do rio das Velhas; Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do rio Doce; Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do rio Verde; Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do rio Paracatu; CNARH – Cadastro Nacional dos Usuários de Recursos Hídricos; IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas; ANA – Agência Nacional das Águas; CPRM – Serviço Geológico do Brasil; DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral; Fundação João Pinheiro; HIDROSSISTEMAS – Deflúvios Superficiais do Estado de Minas Gerais.

Vale ressaltar que juntamente ao descrito anteriormente também foram levantadas informações no que

se refere a identificar aspectos institucionais e jurídicos, pertinentes ao desenvolvimento deste Plano Diretor, tais como planos e programas públicos, previstos ou em execução, sempre ressaltando-se de sua confiabilidade e consistência, para sua utilização.

Conforme explicitado no Termo de Referência deste Plano diretor, o Diagnóstico da Bacia Hidrográfica dos rio Mogi-Guaçu e Pardo, se compõe das seguintes etapas:

- ✓ Caracterização Físico-Bioótica da Bacia;
- ✓ Caracterização socioeconômico-cultural da Bacia;
- ✓ Uso e Ocupação do Solo/Unidades de Conservação;
- ✓ Diagnóstico das disponibilidades hídricas (quantidade e qualidade) da Bacia;
- ✓ Diagnóstico das demandas hídricas;
- ✓ Balanço hídrico;
- ✓ Formulação do diagnóstico e contextualização para a Bacia dos Mogi-Guaçu e Pardo;
- ✓ Reunião Pública;
- ✓ Emissão do relatório de diagnóstico da Bacia.

### 1.3 Fase II: Prognóstico dos Recursos Hídricos

O prognóstico da bacia dos rios Mogi-Guaçu e Pardo equivale a Fase II do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia. Nesta fase, de acordo com o Termo de Referência, as seguintes atividades foram contempladas:

- ✓ Montagem do cenário tendencial de demandas hídricas e uma visão do futuro;
- ✓ Prospecção quanto à cenários alternativos;
- ✓ Alternativas de compatibilização das disponibilidades com as demandas hídricas, identificando potenciais conflitos e restrições de uso dos recursos hídricos;
- ✓ Estimativa da cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- ✓ Alternativas de compatibilização dos interesses internos e externos à Bacia e
- ✓ Síntese e seleção de alternativa de intervenção.

### 1.4 Fase III: Plano Diretor de Recursos Hídricos

Esta fase abrange dois blocos de atividades, a saber:

#### 1.4.1 Elaboração do Plano Diretor de Recursos Hídricos:

- ✓ Definição das metas do PDRH, incluindo metas de racionalização de uso para o aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos;
- ✓ Proposição de ações e intervenções organizadas como programas, projetos e medidas, com as respectivas estimativas de custo.
- ✓ Diretrizes para implementação dos instrumentos de gestão da bacia;

- ✓ Proposta de um arranjo institucional para a bacia, considerando a possível criação da Agência e fortalecimento do Comitê;
- ✓ Elaboração e emissão de produtos parciais do PRH, realização de reuniões públicas e edição de produto final, o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Mogi-Guaçu e Pardo.

#### 1.4.2 Produtos parciais da Fase III do PDRH

- ✓ Relatório de Metas do PDRH ,
- ✓ Programa de Investimentos do PDRH;
- ✓ Diretrizes e critérios para os Instrumentos de Gestão;
- ✓ Proposta de Arranjo Institucional da Gestão dos Recursos Hídricos na Bacia.

### 1.5 Mecanismos de Participação

#### 1.5.1 Formulação de Mecanismos de Envolvimento Social

A sociedade foi convidada a participar das consultas públicas ocorridas em vários momentos no decorrer do desenvolvimento deste plano diretor.

O processo de mobilização da sociedade se deu com o apoio de interlocutores distribuídos em toda a bacia, em vários municípios e comunidades representativas da região, de forma a estimular a participação da sociedade em geral, com a intermediação do comitê.

Essa interface objetivou facilitar a divulgação e o fluxo de informações entre os âmbitos técnico e social, nos dois sentidos. O mecanismo utilizado para tal fim baseou-se principalmente na veiculação de material informativo e educativo, em linguagem coloquial e adequada ao público-alvo sobre a problemática relacionada aos recursos hídricos.

Os atores participantes das consultas públicas foram catalogados por meio de montagem de um

banco de dados com nom, e seu engajamento nas diversas fases de interação técnico-social. E os eventos foram registrados (filmagens, fotografias, lista de presença, etc.) e previamente informados tanto no âmbito interno como externo, por meio da definição da data, local, público, dinâmica expositiva, objetivo e resultado esperado.

### 1.5.2 Descrição Metodológicas de Participação Pública

Com relação a participação social de forma continuada no processo de elaboração do PDRH dos rios Mogi-Guaçu e Pardo, vale relembrar uma das considerações do 1º Encontro Nacional de Comitês de Bacia acerca desse tema:

*“Os planos de bacia são o resultado dos processos sociais permanentes, de construção e implementação de políticas públicas, que visam o desenvolvimento sustentável e que contam com a participação da sociedade local.”*

Considerando-se a necessidade de informar a sociedade sobre o trabalho desenvolvido; envolvendo princípios de transparência e da gestão participativa, as estratégias propostas e desenvolvidas para o PDRH são a seguir apresentada:

- ✓ Incentivo: com a participação da comunidade;
- ✓ Capacitação: por meio de reuniões de acompanhamento;
- ✓ Validação: por meio de consultas públicas e
- ✓ Divulgação: com a conclusão deste plano e sua divulgação.

### 1.5.3 Consultas Públicas

Foram realizadas sete consultas públicas na bacia para apresentação e discussão do Diagnóstico, do Prognóstico e do Plano de Metas.

#### PRIMEIRA CONSULTA PÚBLICA

**Data:** 27 de Agosto de 2009.

**Local:** Rua Treze de Maio, 603 - Sede Social do Éden Clube, Ouro Fino/MG.

**Participantes:** Equipe técnica executora do Plano (ROGE/UNIFEI), representantes das prefeituras das cidades de Inconfidentes, Ouro Fino e Bueno Brandão, dos Sindicatos Rurais de Ouro Fino, do CBH Mogi-Pardo, do CODEMA, da sociedade civil e da ASMEC.

**Temas abordados:** Nessa primeira reunião pública do PDRH Mogi-Pardo o relatório do Diagnóstico da Bacia (FASE I), foi apresentado e contemplou: a caracterização físico-biótica; a caracterização

do quadro socioeconômico-cultural; o diagnóstico das disponibilidades hídricas (quantidade e qualidade); o diagnóstico das demandas hídricas; e o balanço hídrico. Todos os itens do relatório foram abordado e discutidos. As sugestões apontadas na Consulta foram avaliados pela equipe técnica de elaboração do Plano e pela Comissão de Acompanhamento, e inseridas no relatório consolidado do Diagnóstico.

#### SEGUNDA CONSULTA PÚBLICA

**Data:** 23 de Outubro de 2009.

**Local:** Praça Vinte e Dois de Maio, nº 100, Centro, Santa Rita de Caldas - MG.

**Participantes:** Equipe técnica executora do Plano (ROGE/UNIFEI), representantes do IGAM, representantes das prefeituras, ONGs, cidadãos das comunidades da bacia, representantes do CBH Mogi - Pardo, representantes da sociedade civil.

**Temas abordados:** Reunião pública do PDRH Mogi - Pardo onde foi apresentado um resumo do Diagnóstico da Bacia (FASE I), seguido de um relato das correções implementadas no relatório, em decorrência das sugestões e críticas apontadas na

*A participação popular na elaboração do PDRH Mogi-Guaçu/Pardo foi alcançada com a realização de 7 consultas públicas e diversas outras reuniões de trabalho*

Consulta Pública de Ouro Fino.

### TERCEIRA CONSULTA PÚBLICA

**Data:** 05 de Fevereiro de 2010.

**Local:** Avenida Conde Ribeiro do Valle, 113, Centro, Guaxupé/MG.

**Participantes:** Equipe técnica executora do Plano (ROGE/UNIFEI), representantes do IGAM, representantes das prefeituras, ONGs, cidadãos das comunidades da bacia, representantes do CBH Mogi - Pardo, representantes da sociedade civil.

**Temas abordados:** Reunião pública do PDRH Mogi - Pardo onde foi apresentado um breve resumo do Diagnóstico da Bacia (FASE I), seguido da apresentação dos resultados iniciais da Fase II (Prognóstico das Demandas de Recurso Hídricos). Em relação ao Prognóstico foi descrita a metodologia adotada para estimativa nos diferentes setores, além dos procedimentos para elaboração dos cenários das demandas, ou seja, Tendencial, Otimista e Pessimista. Assim como nas Consultas anteriores, realizaram-se discussões e foram encaminhadas as sugestões para desenvolvimento dos trabalhos. Destaca-se nessa reunião a aprovação pela Plenária de se incluir no texto do Plano Diretor a recomendação de se empregar Avaliação Ambiental Integrada (AAI) para análise de projetos de grande porte na bacia.

### QUARTA CONSULTA PÚBLICA

**Data:** 16 de Abril de 2010.

**Local:** Rua Junqueiras, 454 – Centro - Poços de Caldas/MG.

**Participantes:** Equipe técnica executora do Plano (ROGE/UNIFEI), representantes do IGAM, representantes das prefeituras, ONGs, cidadãos das comunidades da bacia, representantes do CBH Mogi - Pardo, representantes da sociedade civil.

**Temas abordados:** Reunião pública do PDRH Mogi - Pardo onde foram apresentados os Prognósticos, Compatibilização e Articulação que contemplam: a

montagem do cenário tendencial das demandas hídricas; a composição de cenários alternativos e futuros de oferta; a compatibilização das disponibilidades com as demandas hídricas, identificando potencialidades de restrições e conflitos de água; e a articulação e compatibilização dos interesses internos e externos a bacia.

### QUINTA CONSULTA PÚBLICA

**Data:** 18 de Junho de 2010.

**Local:** Avenida Rio Verde, 3428, Caldas/MG.

**Participantes:** Equipe técnica executora do Plano (ROGE/UNIFEI), representantes do IGAM, representantes das prefeituras, ONGs, cidadãos das comunidades da bacia, representantes do CBH Mogi - Pardo, representantes da sociedade civil.

**Temas abordados:** Reunião pública do PDRH Mogi - Pardo onde foram novamente apresentados os Prognósticos, Compatibilização e Articulação que contemplam: a montagem do cenário tendencial das demandas hídricas; a composição de cenários alternativos e futuros de oferta; a compatibilização das disponibilidades com as demandas hídricas, identificando potencialidades de restrições e conflitos de água; e a articulação e compatibilização dos interesses internos e externos a bacia.

### SEXTA CONSULTA PÚBLICA

**Data:** 20 de Agosto de 2010.

**Local:** Câmara Municipal de Ouro Fino, localizada na Rua Rogério Gissoni, 450 – Centro – Ouro Fino/MG.

**Participantes:** Equipe técnica executora do Plano (ROGE/UNIFEI), representantes do IGAM, representantes das prefeituras, ONGs, cidadãos das comunidades da bacia, representantes do CBH Mogi - Pardo, representantes da sociedade civil.

**Temas abordados:** Reunião pública do PDRH Mogi

- Pardo onde foi apresentado o Plano de Recursos Hídricos propriamente dito, contemplando: as metas para aumentar a disponibilidade hídrica e as metas para melhorar a qualidade dos recursos hídricos; as ações e intervenções organizadas como programas, projetos e medidas, com as respectivas estimativas de custo; as diretrizes para implementação dos instrumentos de gestão na bacia; e a proposição de um arranjo institucional para a bacia, considerando a possível criação da Agência e fortalecimento do Comitê.

#### SÉTIMA CONSULTA PÚBLICA

**Data:** 07 de Outubro de 2010.

**Local:** Fazenda São Geraldo, s/nº - Estrada Andradas/Graminha km 4,5 - Andradas/MG

**Participantes:** Equipe técnica executora do Plano (ROGE/UNIFEI), representantes do IGAM, representantes das prefeituras, ONGs, cidadãos das comunidades da bacia, representantes do CBH Mogi - Pardo, representantes da sociedade civil.

**Temas abordados:** Reunião pública do PDRH Mogi - Pardo onde foi apresentado o Plano de Recursos Hídricos propriamente dito, contemplando: diagnóstico, prognóstico, as metas para aumentar a disponibilidade hídrica e as metas para melhorar a qualidade dos recursos hídricos; as ações e intervenções organizadas como programas, projetos e medidas, com as respectivas estimativas de custo; as diretrizes para implementação dos instrumentos de gestão na bacia; e a proposição de um arranjo institucional para a bacia, considerando a possível criação da Agência e fortalecimento do Comitê. Uma vez apresentado o Plano foi votado e aprovado pelo CBH Mogi - Pardo.

*O PDRH Mogi-Guaçu/Pardo foi aprovado no dia 07 de Outubro de 2010, em uma reunião pública do CBH Mogi/Pardo na cidade de Andradas – MG.*

#### 1.5.4 Outras Reuniões de Trabalho

Reuniões adicionais também foram necessárias.

##### Reunião de Apresentação e Início dos Trabalhos

**Data:** 07 de Outubro de 2010.

**Local:** Andradas /MG

**Participantes:** Equipe técnica executora do Plano (ROGE/UNIFEI), representantes do IGAM, representantes das prefeituras, ONGs, cidadãos das comunidades da bacia, representantes do CBH Mogi - Pardo, representantes da sociedade civil.

**Temas abordados:** Reunião pública do PDRH Mogi - Pardo onde foi apresentada equipe técnica de trabalho e o termo de referência de elaboração do Plano.

##### Reuniões com a Comissão de Acompanhamento do CBH Mogi - Pardo

- ✓ 10 de julho de 2009, sexta-feira, na sede da Unidade Verde Minas. Pauta: Andamento do projeto.
- ✓ 21/09/2009, segunda-feira, Horário: 14:00 às 17:00. Local: CEMA - Logradouro Turístico Cascata das Antas - Poços de Caldas/MG. Pauta: Fechamento da 1ª fase do Plano Diretor.
- ✓ 14/01/2010, às 08:30, na sede do CBH MOGI PARDO, Rua Assis Figueiredo, 1090 - sala 307 - Centro - Poços de Caldas/MG. Pauta: Preparação para a audiência pública que será realizada no dia 05 de fevereiro, em Guaxupé.
- ✓ 31 de março de 2010, quarta-feira, às 09:00, na sede do CBH MOGI/PARDO, Rua Assis Figueiredo, 1090 - sala 307 - Centro - Poços de Caldas. Pauta: Preparação para consulta pública.
- ✓ 15 de setembro de 2010, às 10 horas, na sede do CBH (Edifício Manhattan - Poços de Caldas). Pauta: Preparação de Consulta Pública

## 2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

### 2.1 Abrangência Espacial

O estado de Minas Gerais é dividido em 36 UPGRHs. Este projeto refere-se aos afluentes mineiros dos Rios Mogi-Guaçu e Pardo, inseridos na mesorregião geográfica sul - sudoeste de Minas Gerais, na Bacia do Rio Grande, correspondendo assim à Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos/Grande 6 (UPGRH/GD6).

A Unidade de Gestão GD6 está localizada entre as coordenadas geográficas 22°40' / 21°35'S e 46°43' / 46°30'W, com uma pequena porção entre as coordenadas 21°60' / 21°25'S e 47°40' / 46°40'W, conforme apresentado na Figura 1. Faz, ainda, limite ao sul com a bacia hidrográfica do Rio Piracicaba e Jaguari (PJ1), com as bacias hidrográficas do entorno do reservatório de Furnas (GD3) e bacia hidrográfica do Rio Sapucaí (GD5) a leste, e com a bacia hidrográfica do médio Rio Grande (GD7) ao norte.

As bacias dos rios que formam a rede de drenagem da unidade totalizam uma área de drenagem de aproximadamente de 5.964 km<sup>2</sup>, composta por 27 municípios com uma população estimada em cerca de 543.000 habitantes, segundo IBGE (2010). Destes, apenas 6 possuem sede fora da área abrangida pela unidade (Figura 2), fazendo com que sua área total corresponda a 76% da área total dos municípios (Tabela 1).

### 2.2 Características Climáticas

Segundo Vianello e Alves (1991) a região sudeste do Brasil em geral possui grandes contrastes climáticos, em razão da diversidade de fatores que atuam, tais como: maritimidade, contrastando com continentalidade, áreas elevadas e depressões intermontanhas.

No estado de Minas Gerais, os sistemas frontais predominam no inverno, porém com baixa incidência de chuvas. No verão, as temperaturas elevadas e as chuvas abundantes associam-se, principalmente, ao aquecimento superficial (convecção) e, possivelmente, às linhas de instabilidade (Nimer, 1989). A região ainda encontra-se sob a ação dos sistemas atmosféricos de grande escala como: Anticiclone do Atlântico sul, Baixa do Chaco, Alta da Bolívia, Alta polar, Corrente de jato e outros de menor relevância.

Segundo o IBGE (2005), verificam-se na Unidade de Gestão GD6 dois tipos de climas predominantes, o clima Tropical e o clima Tropical de Altitude, caracterizados por temperaturas amenas com poucas variações, chuvas no verão e seca no inverno.

De acordo com a classificação de Köppen, estes tipos climáticos correspondem a Aw (Tropical) e Cwb (Tropical de Altitude).

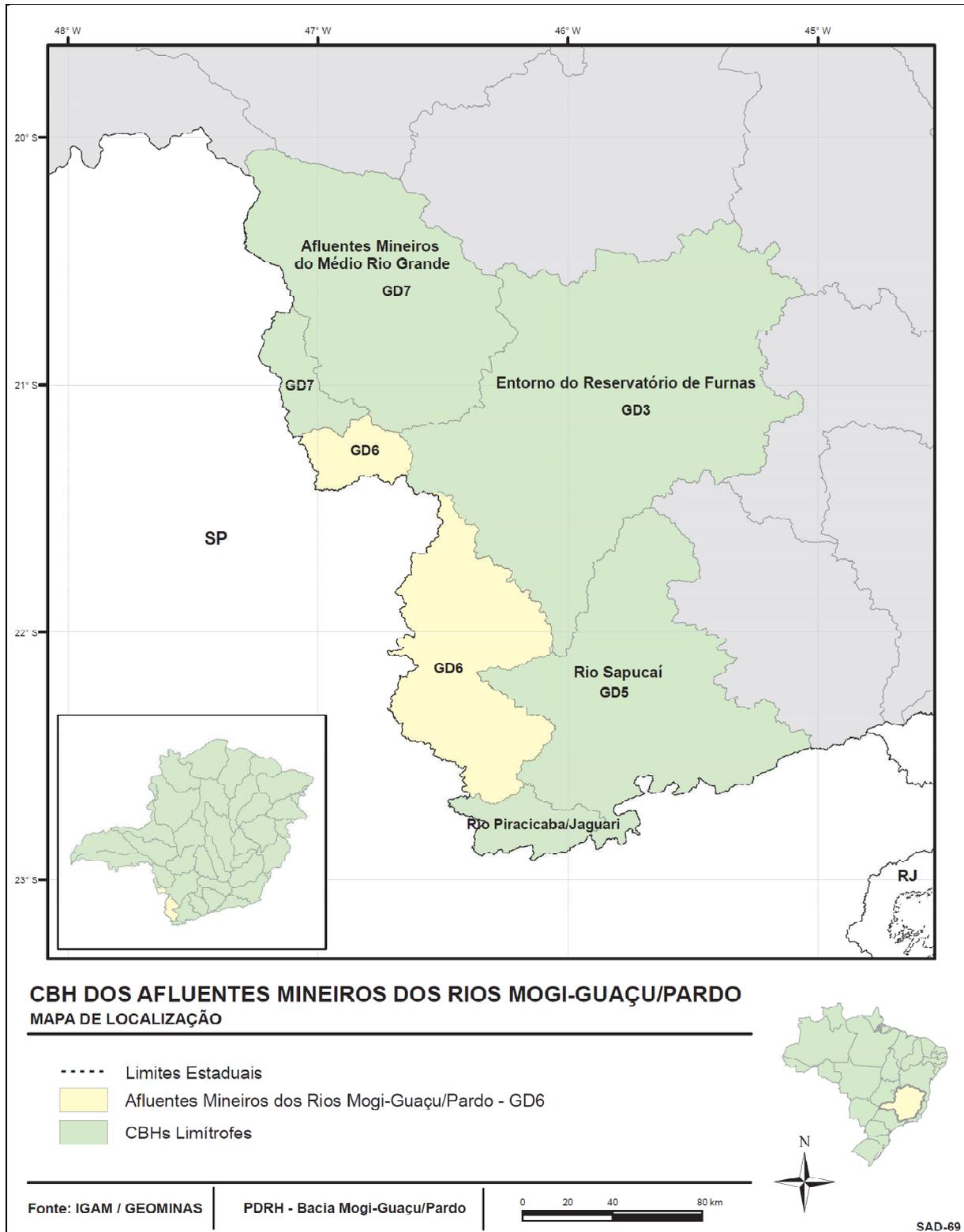


Figura 1 - Unidade de Gestão GD6 e sua localização no Estado de Minas Gerais e Brasil.

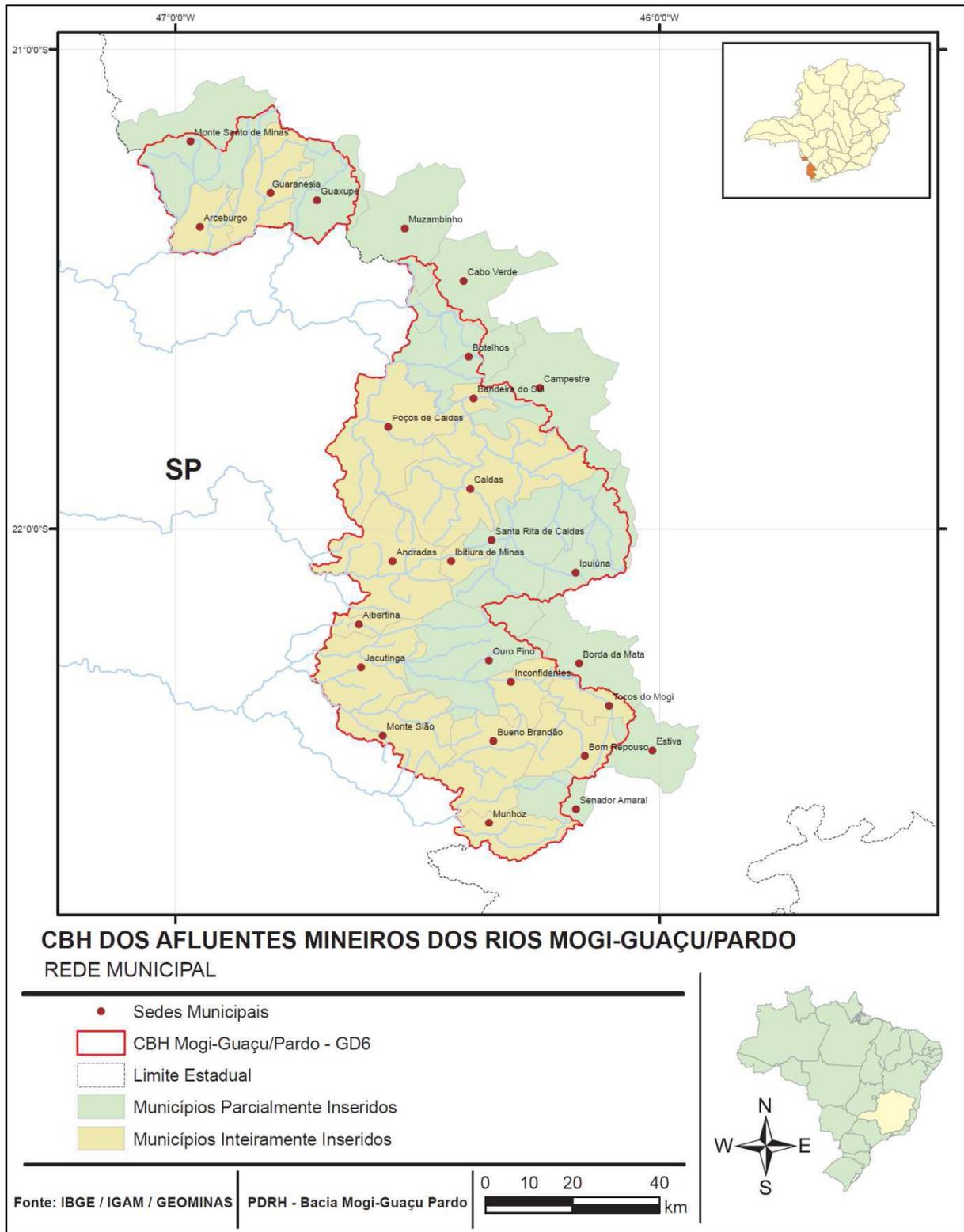


Figura 2 - Localização dos municípios que fazem parte da Unidade de Gestão GD6.

Tabela 1 - Áreas dos municípios localizados na Unidade de Gestão GD6.

| ORDEM        | MUNICÍPIOS            | ÁREA DA TOTAL DO MUNICÍPIO<br>(km <sup>2</sup> ) | ÁREA MUNICIPAL INSERIDA NA GD6<br>(km <sup>2</sup> ) | PORCENTAGEM DA ÁREA MUNICIPAL NA GD6 |
|--------------|-----------------------|--|--|--------------------------------------|
| 1            | Albertina             | 57,6   | 57,6   | 100,0%                               |
| 2            | Andradas              | 467,4  | 467,4  | 100,0%                               |
| 3            | Arceburgo             | 162,5  | 162,5  | 100,0%                               |
| 4            | Bandeira do sul       | 46,9   | 46,9   | 100,0%                               |
| 5            | Bom Repouso           | 229,8  | 229,8  | 100,0%                               |
| 6            | Borda da Mata         | 300,1  | 10,0   | 3,3 %                                |
| 7            | Botelhos              | 333,7  | 253,6  | 76,0%                                |
| 8            | Bueno Brandão         | 355,2  | 355,2  | 100,0%                               |
| 9            | Cabo Verde            | 367,5  | 338,5  | 92,1%                                |
| 10           | Caldas                | 713,7  | 713,7  | 100,0%                               |
| 11           | Campestre             | 577,2  | 110,7  | 19,2%                                |
| 12           | Estiva                | 245,3  | 14,1   | 5,7 %                                |
| 13           | Guaranésia            | 294,0  | 294,0  | 100,0%                               |
| 14           | Guaxupé               | 286,0  | 234,9  | 82,1 %                               |
| 15           | Ibitiura de Minas     | 68,4   | 68,4   | 100,0%                               |
| 16           | Inconfidentes         | 149,5  | 149,5  | 100,0%                               |
| 17           | Ipuiúna               | 298,9  | 253,3  | 84,7%                                |
| 18           | Jacutinga             | 347,3  | 347,3  | 100,0%                               |
| 19           | Monte Santos de Minas | 590,9  | 318,9  | 54,0%                                |
| 20           | Monte Sião            | 290,2  | 290,2  | 100,0%                               |
| 21           | Munhoz                | 190,6  | 176,4  | 92,6%                                |
| 22           | Muzambinho            | 408,89   | 31,28  | 7,6%                                 |
| 23           | Ouro Fino             | 533,8  | 446,0  | 83,6%                                |
| 24           | Poços de Caldas       | 544,4  | 544,4  | 100,0%                               |
| 25           | Santa Rita de Caldas  | 502,0  | 497,7  | 99,1%                                |
| 26           | Senador Amaral        | 151,1  | 100,5  | 66,5%                                |
| 27           | Tocos de Moji         | 115,0  | 115,0  | 100,0%                               |
| <b>Total</b> |                       | <b>7.851,20</b>                                  | <b>5.963,90</b>                                      | <b>76%</b>                           |

#### **Mesotérmico Brando ou Tropical de Altitude**

**(Cwb):** Compreende as superfícies mais elevadas do sul de Minas Gerais, cuja orografia implica no predomínio de temperaturas amenas durante todo ano, com média variando em torno de 18 a 19°C. Em quase todas as áreas o verão é brando e o mês mais quente acusa médias inferiores a 22°C. Entretanto, o inverno é bastante sensível e possui pelo menos um mês com temperatura média inferior a 15°C, porém nunca abaixo de 10°C. Nos meses mais frios, geralmente junho/julho, são comuns mínimas diárias de 0°C, quando já foi registra valores de -4°C. Na Unidade de Gestão GD6, ainda atribui-se a esta categoria climática, a classificação Úmido, por conta do período de 1 a 2 meses de seca, podendo chegar a 3, com uma temperatura média entre 10 a 15°C.

**Subquente ou Tropical (Aw):** Caracteriza-se em geral por temperatura elevada (de 18° a 25°C), com amplitude térmica entre 5 e 7°C, e estações bem definida, ou seja, uma chuvosa e outra seca. Na Unidade de Gestão GD6, ainda atribui-se a esta categoria climática, a classificação Úmido, pelos mesmos motivos expressos acima.

A Figura 3 apresenta o mapa de isoietas de precipitação média anual na bacia. Se observa que na região do Ribeirão das Antas e Rio Lambari, próximo a Poços de Caldas, são verificados os maiores valores de precipitação da Unidade de Gestão GD6, correspondentes às frequentes chuvas que ocorrem nas áreas de elevadas altitudes (chuvas orográficas). Entretanto, apesar dessa região apresentar maiores índices, nota-se que não existem grandes contrastes do volume precipitado e que toda a bacia é bem suprida de precipitação.

### **2.3 Caracterização Geológica**

O embasamento litológico da área correspondente à Unidade de Gestão GD6 envolve uma complexa associação de rochas cristalinas com idades de formação distintas e intensamente deformadas por eventos tectônicos.

Os principais intervalos de tempo geológico relacionados à formação das unidades presentes na área incluem: Mesoarqueano (3.200 - 2.800 milhões de anos), Paleoproterozóico (2.500 - 1600 milhões de anos), Mesoproterozóico (1.600 - 1000 milhões de anos) e Neoproterozóico (543 - 1.000 milhões de anos), estes sendo relativos aos corpos cristalinos (granitos e gnaisses); Paleozóico (250 - 543 milhões de anos), associado às formações sedimentares restritas ao norte da unidade de gestão; Mesozóico (85 - 250 milhões de anos), referente ao Complexo Alcalino de Poços de Caldas e os derrames basálticos mesocretácicos (Formação Serra Geral) e Cenozóico, representado pelos depósitos aluvionares recentes encaixados em bacias estruturais, bem como perfis lateríticos e concreções ferruginosas. A Figura 4 ilustra as formações geológicas da região.

**TERRENOS ARQUEANOS.** Representando os terrenos arqueanos, encontra-se o Complexo Amparo (Mesoarqueano), localizado nas regiões de Monte Sião e Jacutinga. Este complexo é representado por litologias das famílias dos migmatitos estromatolíticos, flebíticos ou nebulítico-ortoderivados. Esta classe geológica apresenta as rochas com idades de formação mais antigas da região, datadas por U-Pb (Urânio – Chumbo) em 3.024 milhões de anos (Mesoarqueano).

**TERRENOS PALEOPROTEROZÓICOS.** Os terrenos paleoproterozóicos são representados pela Unidade Ortognaisse Pouso Alegre, que possui idade Sideriana (2.137 milhões de anos U-Pb, Paleoproterozóico), comportando tonalito gnaisses localmente migmatítico, sendo que afloram na região entre Tocos do Moji e Ouro Fino (relativa à porção mineira da área de drenagem do rio Mogi-Guaçu), associado ao grupo Andrelândia e a uma sequência de falhas NE-SW, que subdividem as diversas unidades presentes na região. Também de idade Sideriana (Paleoproterozóico).

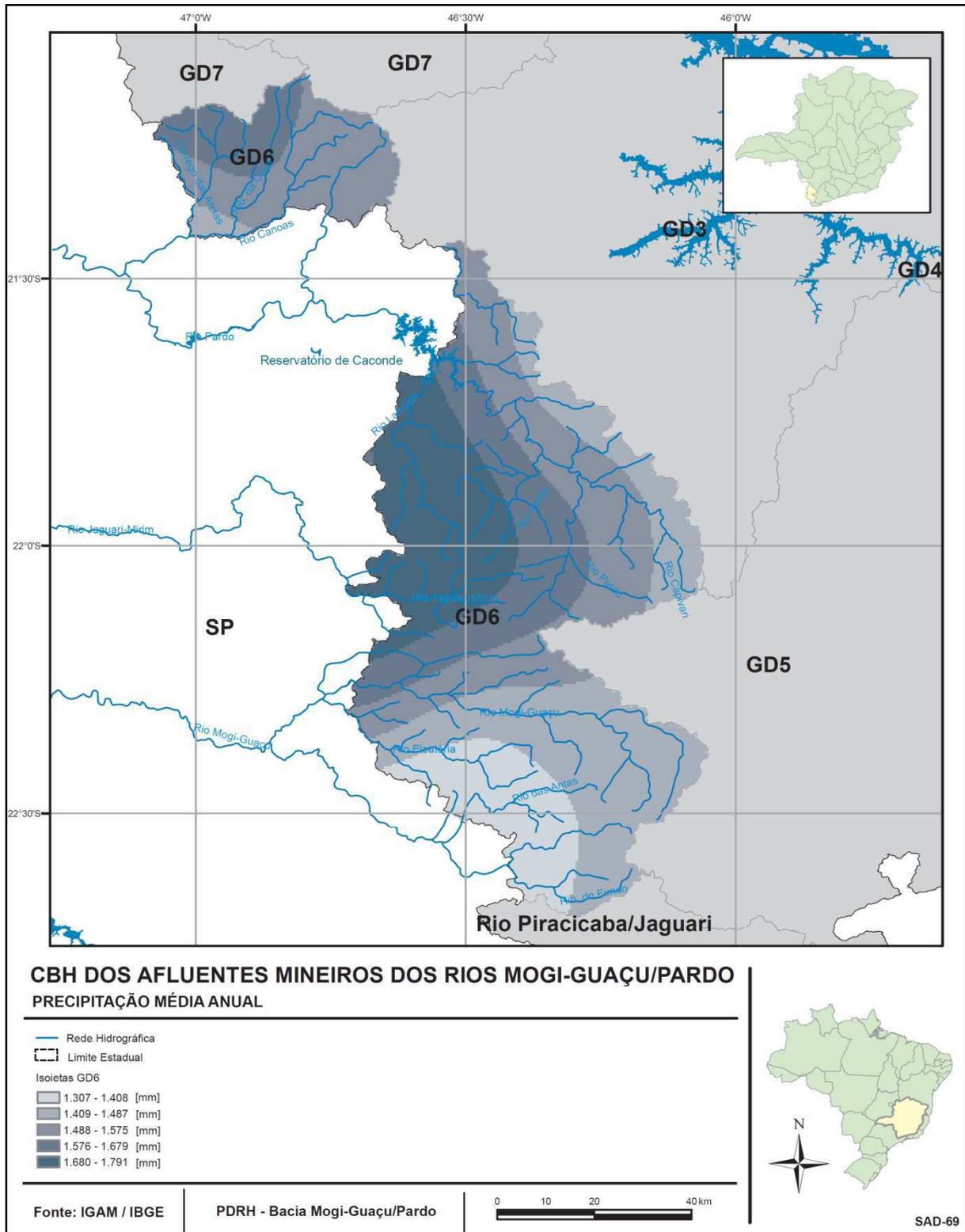


Figura 3 - Mapa de isoietas da Unidade de Gestão GD6.

**TERRENOS MESOPROTEROZÓICOS.** Os terrenos mesoproterozóicos que são representados pelo Complexo Granito-gnáissico Taguar possuem distribuição restrita na porção central da Unidade de Gestão GD6, ao norte da área municipal de Ouro Fino, associando-se ao Complexo São Gonçalo do Sapucaí e falhas transcorrentes dextrais. Compreende granitóides tipo 1, calcialcalinos e de alto K, biotita-ferro-hastingsita-(clinopiroxênio) monzogranitos com magnetita, por vezes gnáissicos. Subordinadamente tem-se sienogranitos e granodioritos, todos formados durante o período Ectasiano (Mesoproterozóico).

**TERRENOS NEOPROTEROZÓICOS.** O Complexo Varginha-Guaxupé constitui uma das principais unidades geológicas em dimensão espacial na região sul de Minas Gerais, ocupando grande parte da porção central da Unidade de Gestão GD6. Constatam-se parcelas desta unidade em grande parte dos municípios que compõe a área estudada como Guaranésia, Arceburgo, Monte Santo de Minas, Botelhos, Caldas, Campestre, Andradas, Ipuíuna e norte de Poços de Caldas na área de drenagem do rio Pardo e Andradas, Albertina e norte de Jacutinga na área do rio Mogi. Este complexo consiste numa assembléia litológica cuja paragênese indica um metamorfismo de fácies granulito com fases de deformação ainda em regimes de alto grau, cujo processo de exumação seguiu uma trajetória horária de descompressão isothermal (Roig, 1993).

**TERRENOS PALEOZÓICOS.** Os terrenos paleozóicos na área da GD6 são representados, como unidade basal, pela Formação Corumbataí (Permiano Superior) a qual ocupa uma pequena faixa na borda oeste do município de Monte Santo de Minas e é constituída, na sua porção superior, de um pacote de argilitos, folhelhos e siltitos cinza-escuros e pretos, com leitos ocasionais de calcários silicificados e, na porção inferior, por uma sequência de argilitos e arenitos finos, argilosos, esverdeados, arroxeados e avermelhados (Moreira et al., 2008).

Na Unidade de Gestão GD6 norte a Formação Corumbataí está subjacente aos arenitos da Formação Aquidauana e os basaltos toleíticos da Formação Serra Geral.

A Formação Aquidauana (Carbonífero Pensilvaniano), ocupa a região oeste e uma pequena faixa na região sul da Unidade de Gestão GD6 norte.

**TERRENOS MESOZÓICOS.** Constitui o Complexo Alcalino de Poços de Caldas, referente a uma associação de litologias originadas da atividade de uma grande caldeira vulcânica, ativa durante o Mesocretáceo, sendo ainda bem representada no relevo a feição de caldeira, com cristas de serras concêntricas

**TERRENOS CENOZÓICOS.** Os Depósitos Aluvionares Cenozóicos se distribuem em corpos sedimentares encaixados em estruturas de falhas e bacias restritas, localizadas de modo geral ao longo das principais drenagens, onde podem se desenvolver planícies de inundação em ambas as áreas da Unidade de Gestão GD6. São compostos basicamente por areia, argila e/ou cascalho, conforme a disponibilidade de material e morfologia da área.

### 2.3.1 Recursos Minerais

A Unidade de Gestão GD6 constitui uma importante área polimetálica e de minerais industriais, possuindo também importantes mananciais de água. A Figura 5 mostra o Mapa de Recursos Minerais da unidade. No DNPM (2009) e na CPRM (2009) estão cadastradas 1208 ocorrências minerais, totalizando 33 tipos de bens minerais que podem ser classificados em: metais ferrosos, rochas e minerais industriais, agrominerais, gemas, metais nobres, metais-base e recursos hídricos.

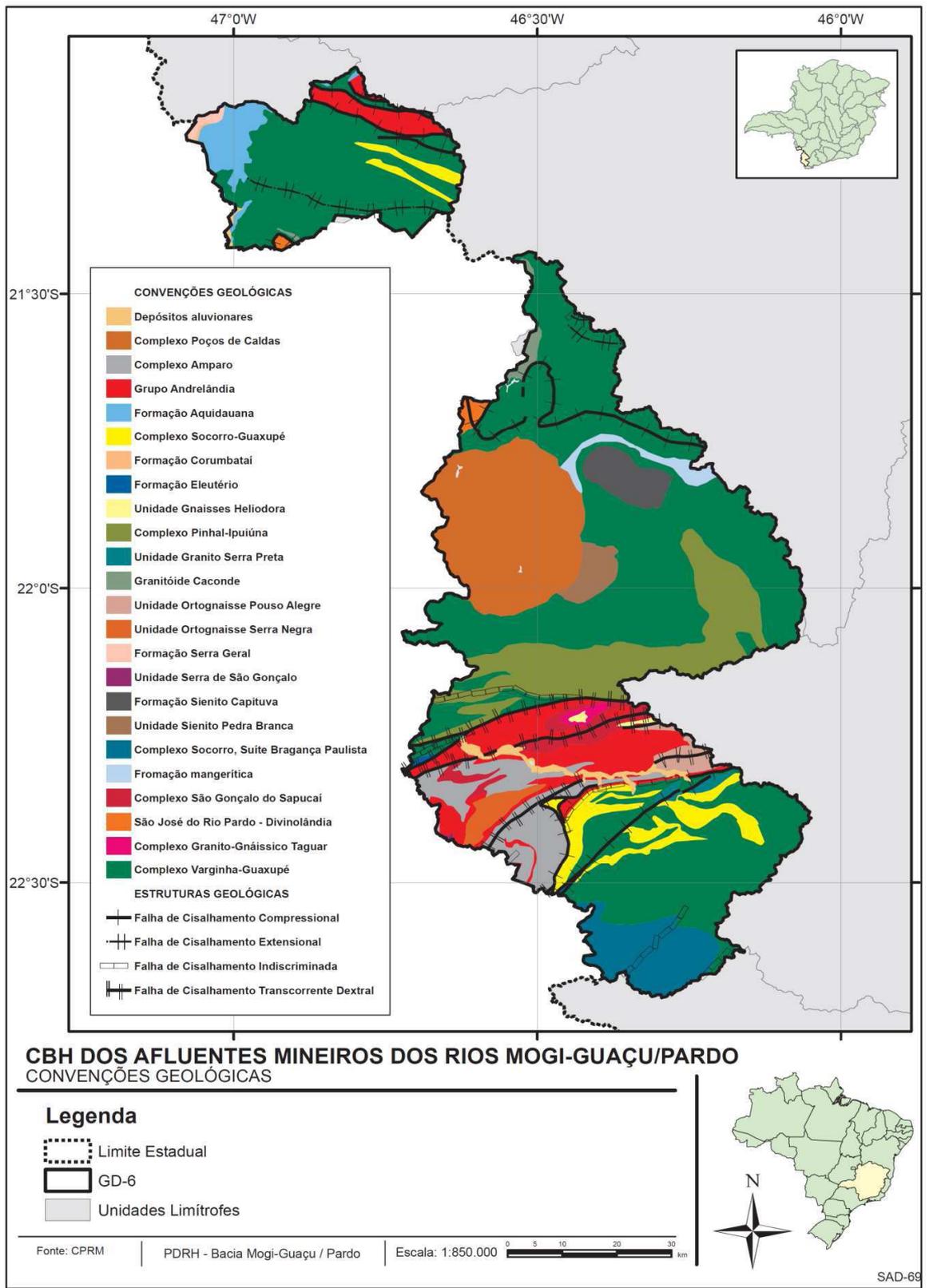


Figura 4 - Mapa geológico da Unidade de Gestão GD6 (CPRM, 2004).

### 2.3.2 Hidrogeologia e Aquíferos

A Unidade de Gestão GD6 está inserida na Província Hidrogeológica Escudo Oriental (Rebouças et al., 1999), onde predominam rochas cristalinas, com aquíferos acomodados em fissuras e diáclases interconectadas resultantes dos esforços tectônicos sofridos.

Na área em estudo são encontradas rochas de complexos alcalinos, vulcanismo fissural mesozóico do tipo plateau, complexos granitoides, granito-gnaiss-migmatíticos e granulitos, complexos granitoides deformados e sequências vulcanossedimentares dobradas metamorizadas, além de trecho com sequências sedimentares consolidadas. Adiante serão detalhados os aspectos hidrogeológicos das rochas na Unidade de Gestão GD6 (Gonçalves et al. 2009).

O Complexo Alcalino de Poços Caldas compreende rochas nas quais as águas subterrâneas se armazenam e circulam através de fendas, fraturas e outras discontinuidades estruturais. Esses aquíferos fissurais têm potencial bastante irregular, nos quais a exploração depende da existência e da interconectividade das falhas e fraturas, bem como das condições climáticas. As rochas deste complexo se alteram para solos argilosos pouco permeáveis, os quais disponibilizam pouca água para circulação, e o manto de alteração de baixo potencial

Na região da Unidade de Gestão GD6, as condições de intemperismo propiciam um manto de alteração que pode atingir várias dezenas de metros de espessura, favorecendo melhores condições hídricas subterrâneas, tanto em aspectos quantitativos quanto qualitativos.

A Unidade de Gestão GD6 possui 82 poços hidrológicos cadastrados no SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas), cujas principais características são profundidade média de 87,33 m e vazão de 12,97 m<sup>3</sup>/h.

### 2.3.3 Geomorfologia

Segundo IBGE (2006), a Unidade de Gestão GD6 está inserida nas três principais unidades geomorfológicas regionais, a saber: Planalto Alto Rio Grande, Planalto de Poços de Caldas e Serras da Mantiqueira/Itatiaia, pertencentes aos Cinturões Móveis Neoproterozóicos Brasileiros.

Considerando as altitudes dos terrenos em relação ao nível do mar, a porção sul da unidade de gestão apresenta três principais maciços elevados, destacando-se a feição geomorfológica da antiga caldeira vulcânica de Poços de Caldas. Esta estrutura constitui um maciço elevado de forma circular, deprimida no centro e sustentada por litologias alcalinas. Nesta feição os valores máximos de altitude chegam a 1796 m. As áreas deprimidas são mais evidentes na porção oeste da unidade de gestão. Acompanham a direção geral das drenagens, que chegam a valores altimétricos mínimos de 674 m. Na porção norte da unidade de gestão as altitudes se distribuem de forma quase homogênea, com gradativa elevação em direção norte, apresentando valores entre 570m, tendendo para as coberturas sedimentares da Bacia do Paraná, e 1220m sustentadas pelos maciços cristalinos. A Figura 6 ilustra com maior detalhe o mapa hipsométrico da região.

### 2.3.4 Pedologia

As características climáticas, geológicas e geomorfológicas da região propiciaram a formação de perfis de alteração bem diferenciados, espacialmente distribuídos segundo as formas de relevo. Grosso modo, diferenciam-se dois principais agrupamentos de solos, definidos pelo mapeamento EMATER (2003). O primeiro caracteriza-se pelo pouco desenvolvimento, ou mesmo a ausência de solo residual, os Cambissolos e Neossolos. O segundo caracteriza-se por solos com horizonte residual, Nitossolos, Argissolos e Latossolos, como mostra a Figura 7.

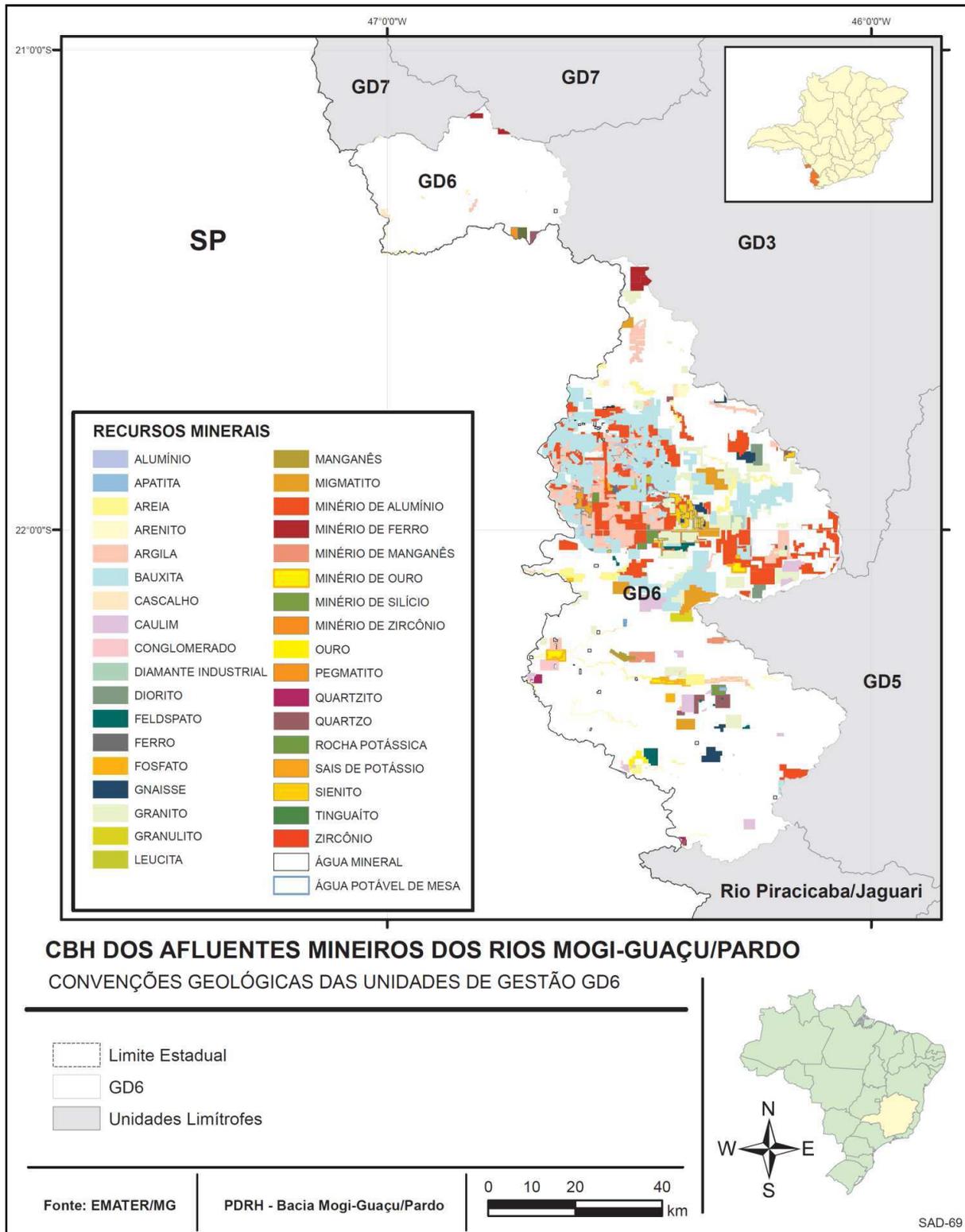


Figura 5 - Minerais encontrados na Unidade de Gestão GD6 (DNPM, 2008)

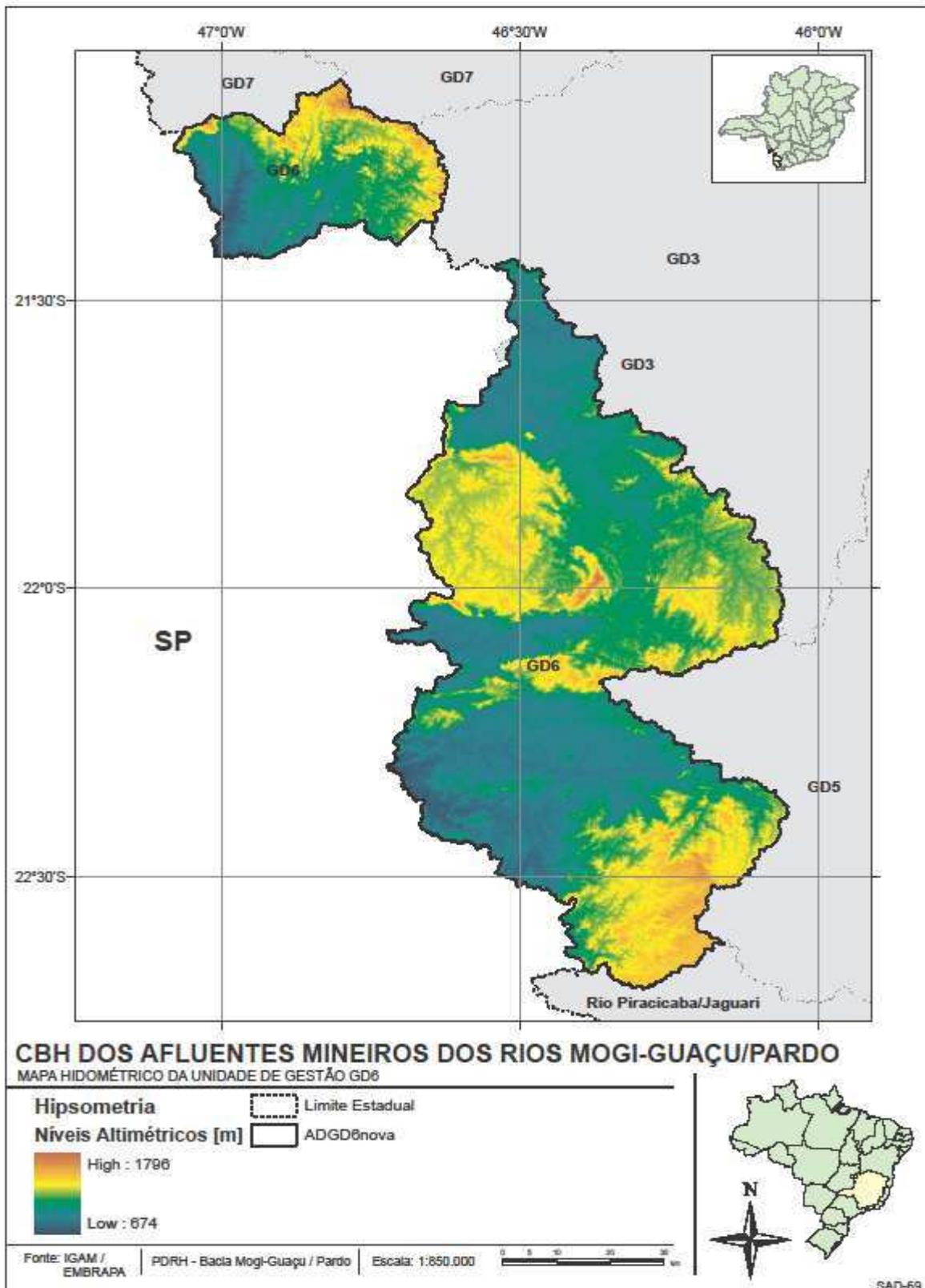


Figura 6 - Mapa hipsométrico da Unidade de Gestão GD6.

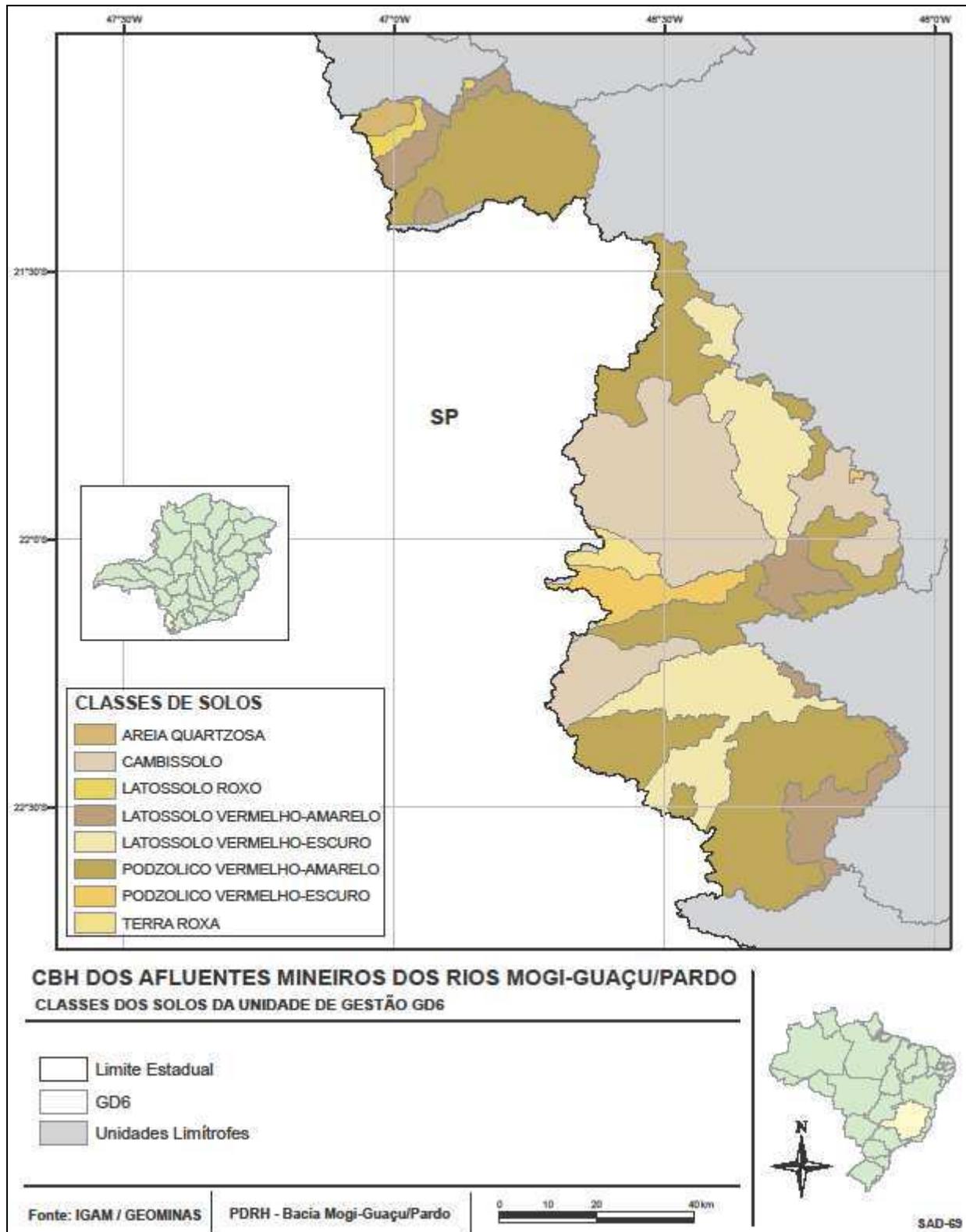


Figura 7 - Mapa da pedologia da Unidade de Gestão GD6.

## 2.4 Cobertura Vegetal

Quanto à fisionomia vegetal, na área em estudo, encontram-se:

A **Floresta Estacional Semidecidual Montana**, que se caracteriza por apresentar sazonalidade distinta ao longo do ano – uma no verão, com chuvas intensas e outra no inverno, com seca fisiológica provocada pela temperatura média inferior a 15°C. Sua ocorrência no estado de Minas Gerais é ampla, tanto no Domínio Atlântico como no Domínio Cerrado. Esta fisionomia vegetal foi registrada em todos os municípios inseridos na Unidade de Gestão GD6.

Os **Campos**, que são caracterizados por vegetação herbácea e ocorrem em afloramentos graníticos e gnáissicos, formando um relvado com fisionomia muito variável, entre compacta e contínua até rala e descontínua. Tal fisionomia ocorre nos municípios de Albertina, Andradas, Bom Repouso, Borda da Mata, Botelhos, Caldas, Campestre, Ibitiúra de Minas, Inconfidentes, Ipuiúna, Jacutinga, Monte Sião, Ouro Fino, Poços de Caldas, Santa Rita de Caldas e Tocos do Moji.

O **Campo Rupestre**, uma formação campestre que ocorre em afloramentos areníticos e quartzíticos, associados a áreas de declive de altas montanhas (em altitudes superiores a 900m). Apresenta vegetação arbustiva e herbácea, com árvores de até dois metros de altura, além dos candeais (formação onde se destaca a abundância da espécie *Eremanthus erythropappus* (DC) Asteraceae). Em muitos locais a vegetação

arbustiva se apresenta como uma transição para o Cerrado. O Campo Rupestre ocorre em apenas dois municípios pertencentes à Unidade de Gestão GD6, são eles: Campestre e Santa Rita de Caldas.

E **Campo Cerrado**, que apresenta estratos herbáceo-subarbustivo ou campestre e arbustivo-arbóreo ou lenhoso. A altura média das árvores pode chegar a 7 metros. Tais regiões apresentam estação chuvosa e seca bem definidas. A vegetação caracteriza-se por possuir troncos tortuosos, de baixo porte, ramos retorcidos, cascas espessas e folhas grossas. Esta fisionomia vegetal ocorre em quatro municípios pertencentes à Unidade de Gestão GD6, Bandeira do Sul, Botelhos, Campestre e Poços de Caldas.

As espécies *Agalinis ramulifera* K. Barringer (Orobanchaceae Vent.) e *Lippia martiana* Schauer (Verbenaceae J.St.-Hil) apresentam-se classificadas como espécies “em perigo”, segundo a Lista de espécies ameaçadas de extinção de Minas Gerais BIODIVERSITAS (2007); a espécie *Rhynchospora globosa* (Kunth) Roem. & Schult. (Cyperaceae Juss.) está classificada como “quase ameaçada” e as espécies *Baccharis tarchonanthoides* DC. e *Dasyphyllum flagellare* (Casar.) Cabrera (ambas da família Asteraceae Mart.), *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer (Lauraceae Juss.) e *Dicksonia sellowiana* (Pr.) Hook Hook. (Dicksoniaceae (C. Presl) Bower) estão classificadas como “vulnerável”. Detalhes sobre as espécies estudadas são encontrados no site [specieLink](#), efetuando-se a busca por municípios/Estado.

## 3 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA

### 3.1 Aspectos Demográficos

#### 3.1.1 Dinâmica populacional

A análise da dinâmica populacional da Unidade de Gestão GD6 foi realizada com base nos dados oficiais publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), relativos aos Censos Demográficos de 1970, 1980, 1991 e 2000, além dos dados preliminares da Contagem Populacional realizada em 2007 (Figura 8).

Entre 1970 e 2007 a população total dos municípios cujas áreas, ou parcelas das áreas compõem a unidade de gestão foi de aproximadamente 290 mil para 543 mil habitantes, totalizando uma taxa média de crescimento 2,18% ao ano. Atualmente, dos 27 municípios que compõem a unidade de gestão, a população de 9 deles ainda não ultrapassa 10 mil habitantes, sendo as cidades mais populosas Poços de Caldas, com aproximadamente 160 mil

habitantes, e Guaxupé, com 48 mil habitantes. A soma da população destes dois municípios representa cerca de um terço do total de habitantes registrado na unidade.

Teoricamente, municípios com população superior a 20.000 habitantes, oito dos 27 que compõem a unidade de gestão, necessitam de regras mais rígidas na ordenação territorial, devido a maior aglomeração urbana, que inevitavelmente exerce maior pressão aos recursos naturais e principalmente aos recursos hídricos. O incremento da população interfere diretamente tanto nas questões urbanísticas como nas ambientais, com isso, a Constituição Federal impõe a obrigatoriedade de elaboração do plano diretor para as cidades com mais de 20.000 habitantes (art. 182, §1º). A Lei Federal nº. 10.257 de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade) em seu art. 41, inciso I, reiterou o dever dos municípios deste porte elaborar seus planos e regulamenta esses dispositivos constitucionais.

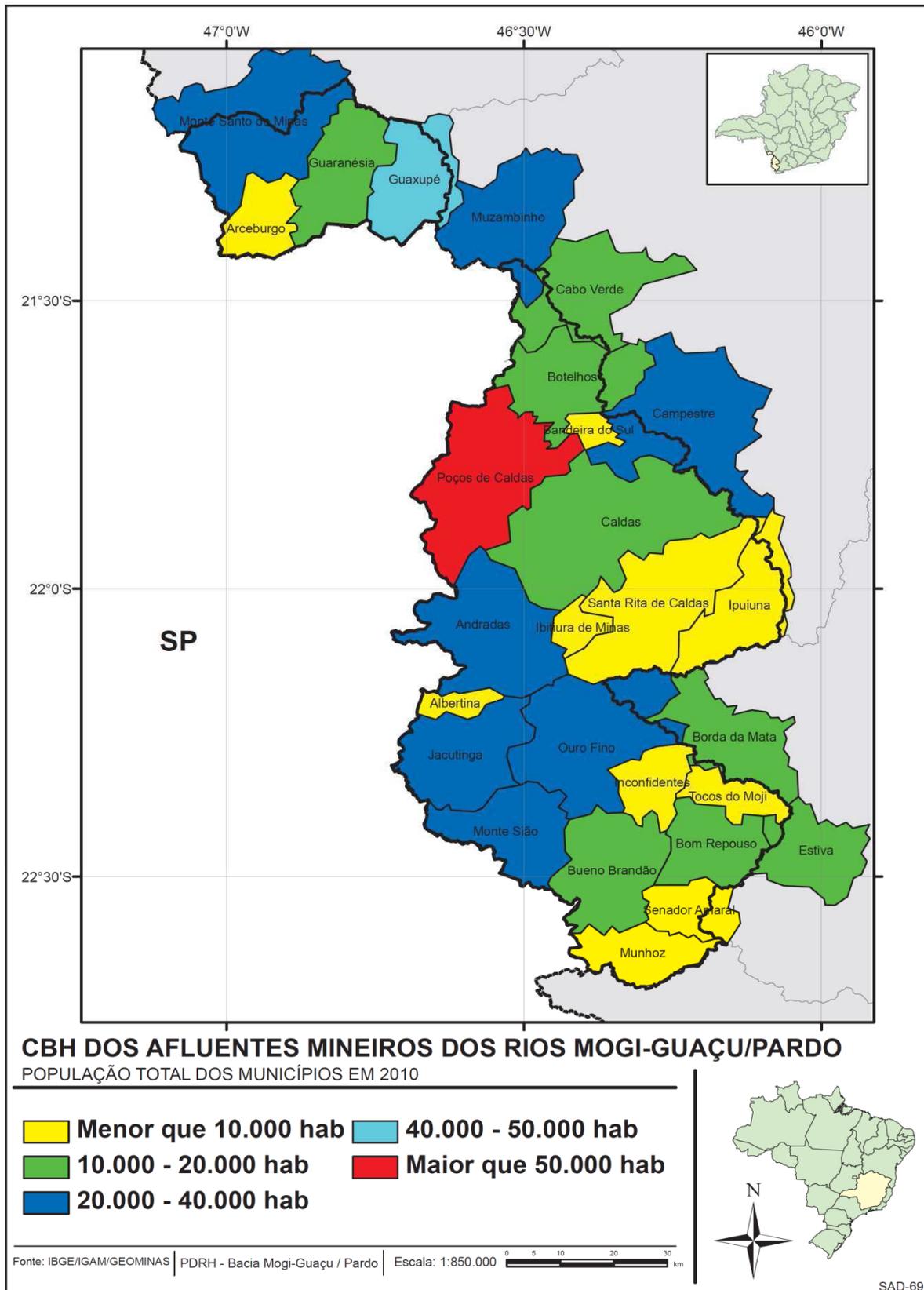


Figura 8 - População total dos municípios inseridos na Unidade de Gestão GD6 em 2010.

Embora seja verificado um aumento absoluto da população, em termos percentuais, as taxas de crescimento ao longo do período analisado configuram um comportamento decrescente no incremento populacional ao longo dos anos, o que também é observado no Brasil e em Minas Gerais, porém em proporções distintas. Verifica-se que

até o ano 2000, a taxa de crescimento da unidade de gestão acompanhou rigidamente o estado de Minas Gerais, porém nos últimos anos observou-se um decréscimo expressivo da população na unidade, em 2007 cerca de dez cidades apresentaram retração populacional (taxas negativas), conforme mostra a Tabela 2.

**Tabela 2 - Taxa de crescimento dos municípios na Unidade de Gestão GD6 entre os anos 1970 e 2007 .**

| MUNICÍPIOS           | 1970/1980    | 1980/1991    | 1991/2000    | 2000/2007    | 1970/2007    |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Albertina            | 0,45%        | 1,98%        | 1,59%        | 0,16%        | 1,27%        |
| Andradas             | 2,10%        | 1,57%        | 1,80%        | 0,86%        | 2,02%        |
| Arceburgo            | 0,58%        | 0,05%        | 1,19%        | -0,07%       | 0,46%        |
| Bandeira do Sul      | 2,22%        | 2,11%        | 2,17%        | 0,60%        | 2,37%        |
| Bom Repouso          | 1,27%        | 2,61%        | 2,01%        | -0,04%       | 1,91%        |
| Borda da Mata        | 0,75%        | 1,31%        | -0,70%       | 0,45%        | 0,51%        |
| Botelhos             | 0,63%        | 0,54%        | 0,67%        | -0,23%       | 0,47%        |
| Bueno Brandão        | 0,30%        | 0,44%        | 0,15%        | -0,09%       | 0,24%        |
| Caldas               | -0,64%       | -0,87%       | 0,35%        | 1,27%        | -0,13%       |
| Campestre            | 1,10%        | 0,08%        | 1,98%        | -0,21%       | 0,81%        |
| Estiva               | 0,56%        | -0,78%       | 0,79%        | 0,76%        | 0,24%        |
| Guaranésia           | 2,02%        | 1,90%        | 1,63%        | -0,37%       | 1,69%        |
| Guaxupé              | 2,41%        | 2,87%        | 2,08%        | 0,26%        | 2,63%        |
| Ibitiúra de Minas    | -0,01%       | 0,24%        | 2,52%        | 0,35%        | 0,78%        |
| Inconfidentes        | 0,83%        | 0,92%        | 0,46%        | 1,71%        | 1,05%        |
| Ipuiúna              | 0,40%        | 1,44%        | 1,73%        | 0,36%        | 1,16%        |
| Jacutinga            | 1,12%        | 4,54%        | 0,93%        | 1,04%        | 2,54%        |
| Monte Santo de Minas | 1,28%        | 0,33%        | 1,11%        | -0,73%       | 0,59%        |
| Monte Sião           | 2,68%        | 5,31%        | 0,56%        | 0,81%        | 3,32%        |
| Munhoz               | 0,71%        | 2,79%        | 1,97%        | -0,77%       | 1,51%        |
| Ouro Fino            | 1,44%        | 3,31%        | -0,43%       | 0,84%        | 1,59%        |
| Poços de Caldas      | 5,11%        | 2,42%        | 2,57%        | 0,92%        | 4,08%        |
| Santa Rita de Caldas | -0,59%       | 0,18%        | 0,02%        | -0,31%       | -0,16%       |
| Senador Amaral       | -            | -            | -            | -0,21%       | -            |
| Tocos do Moji        | -            | -            | -            | 0,39%        | -            |
| <b>TOTAL</b>         | <b>1,93%</b> | <b>1,80%</b> | <b>1,69%</b> | <b>0,49%</b> | <b>1,90%</b> |

(Fonte: IBGE 2,2009)

### 3.1.2 Características da População

Entre os anos de 1991 e 2005 pode-se verificar no estado de Minas Gerais, bem como no país, uma diminuição geral na taxa de mortalidade infantil e aumento da esperança de vida ao nascer

(Figura 9). Essa melhoria deve-se à implementação de políticas públicas que possibilitaram maiores acessos da população aos serviços de saúde e saneamento.

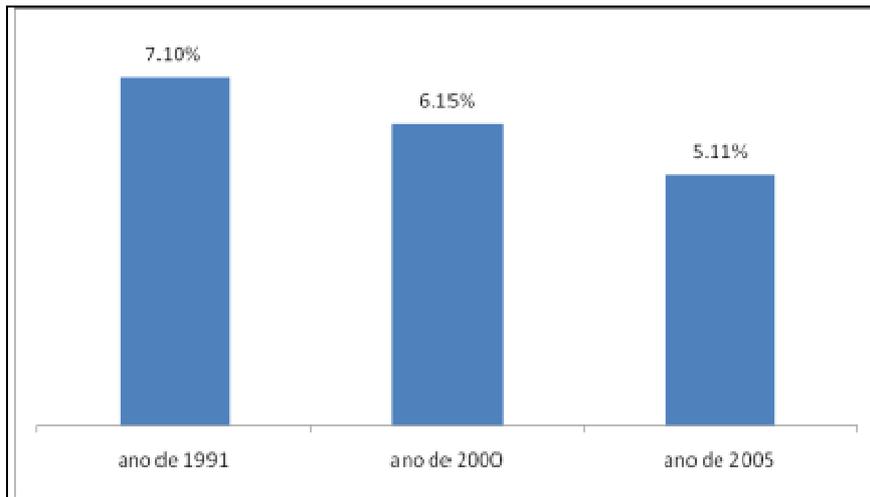


Figura 9 - Taxa de mortalidade infantil em Minas Gerais (Fonte: DATASUS, 2006).

Segundo o Ministério da Saúde a esperança de vida ao nascer vem aumentando em todas as regiões do Brasil e no estado de Minas Gerais e de maneira geral para ambos os sexos. Sabe-se contudo que as mulheres têm expectativa de vida nitidamente mais elevada, devido à sobremortalidade masculina nas diversas idades. Melhores condições de vida e de saúde pública, como acesso a rede de água encanada, justificam tais valores.

## 3.2 Aspectos Socioeconômicos

### 3.2.1 Renda Per Capita

Por meio dos gráficos (Figura 10 e Figura 11), pode-se observar que houve um crescimento de maneira generalizada na renda per capita dos municípios da bacia, acompanhando o crescimento do estado.

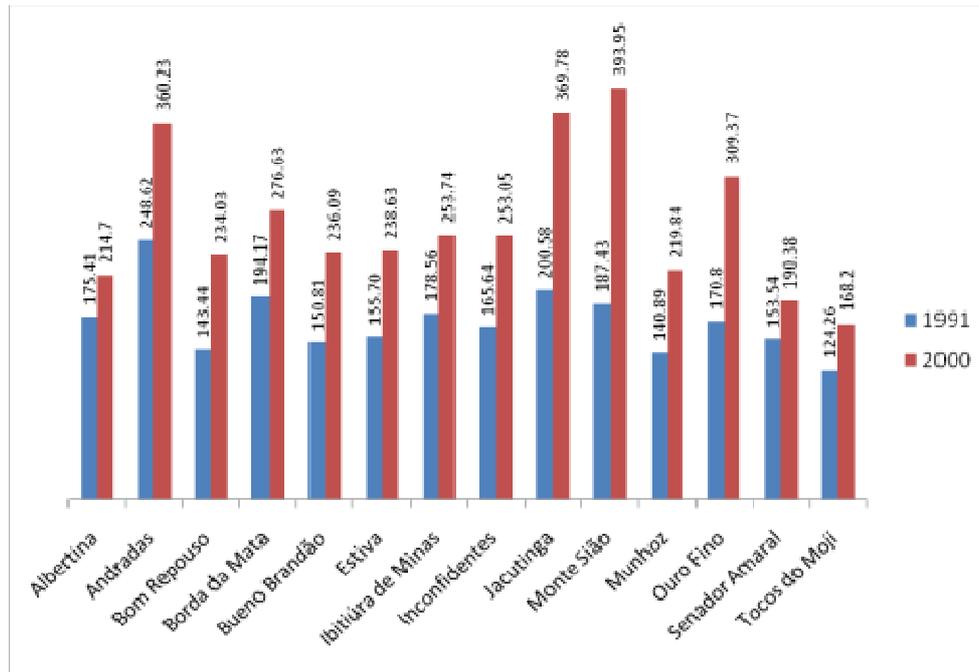


Figura 10 - Renda per capita dos municípios da Bacia do Rio Mogi-Guaçu.

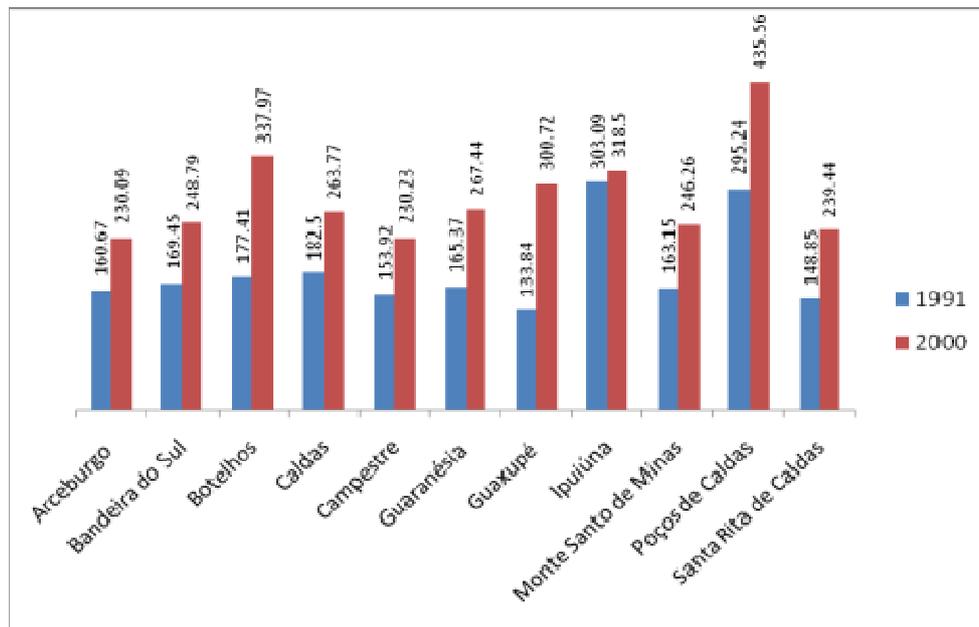


Figura 11 - Renda per capita dos municípios da Bacia do Rio Pardo.

### 3.2.2 Índice de Desenvolvimento Humano - IDH

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é uma medida comparativa que engloba três dimensões: riqueza, educação e esperança média de vida. É uma maneira padronizada de avaliação e medida do bem-estar de uma população. Em todos os municípios da bacia, com exceção de Poços de Caldas e Monte Sião, o IDH apresentou valores abaixo de 0,8, classificando-os como IDH médio.

### 3.2.3 Educação

Na Unidade de Gestão GD6 a maioria dos municípios apresenta estabelecimento de ensino

de 1º e 2º graus, sendo principalmente ofertados pelos setores públicos estaduais e municipais. O número médio de anos de estudo da população com idade igual ou superior a 25 anos encontra-se abaixo da média estadual. Com exceção dos municípios de Poços de Caldas (6,67) e Guaxupé (5,95) que têm um índice maior que a média do Estado.

É preciso destacar que, em todos os municípios da unidade de gestão no período de 1991 a 2000, os dados indicam que houve uma redução no índice de analfabetismo entre os jovens de 15 anos ou mais (Tabela 3 e Tabela 4).

Tabela 3 - Taxa de Alfabetização nos Municípios da Bacia do Rio Mogi-Guaçu.

| MUNICÍPIOS        | TAXA DE ALFABETIZAÇÃO |       |
|-------------------|-----------------------|-------|
|                   | 1991                  | 2000  |
| Bom Repouso       | 78,23                 | 83,47 |
| Borda da Mata     | 85,11                 | 89,48 |
| Bueno Brandão     | 78,43                 | 85,64 |
| Estiva            | 79,85                 | 84,23 |
| Inconfidentes     | 80,12                 | 87,15 |
| Jacutinga         | 79,72                 | 88,17 |
| Monte Sião        | 80,67                 | 89,13 |
| Munhoz            | 74,85                 | 84,59 |
| Ouro Fino         | 81,14                 | 88,33 |
| Senador Amaral    | 75,57                 | 83,23 |
| Tocos do Moji     | 82,3                  | 87,2  |
| Albertina         | 73,32                 | 83,87 |
| Andradas          | 81,5                  | 87,92 |
| Ibitiúra de Minas | 79,53                 | 85,85 |
| Taxa Média        | 79,38                 | 86,30 |
| Minas Gerais      | 81,81                 | 88,04 |
| Brasil            | 79,93                 | 83,2  |

(Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, 2003)

Tabela 4 - Taxa de Alfabetização nos Municípios da Bacia do Rio Pardo.

| MUNICÍPIOS           | TAXA DE ALFABETIZAÇÃO |       |
|----------------------|-----------------------|-------|
|                      | 2000                  | 2007  |
| Arceburgo            | 78,33                 | 86,44 |
| Guaranésia           | 79,68                 | 86,15 |
| Guaxupé              | 85,97                 | 89,89 |
| Monte Santo de Minas | 78,92                 | 85,53 |
| Bandeira do Sul      | 80,73                 | 87,56 |
| Botelhos             | 81,25                 | 86,9  |
| Caldas               | 83,27                 | 88,15 |
| Campestre            | 82,16                 | 88,04 |
| Ipuiúna              | 79,17                 | 86,13 |
| Poços de Caldas      | 91,22                 | 94,32 |
| Santa Rita de Caldas | 83,71                 | 90,56 |
| Taxa Média           | 82,22                 | 88,15 |
| Minas Gerais         | 81,81                 | 88,04 |
| Brasil               | 79,93                 | 83,20 |

(Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, 2003)

### 3.2.4 Saúde

No que se refere à saúde, nota-se que há insuficiência de recursos médicos e hospitalares na maioria dos municípios. A rede de estabelecimentos de saúde da região em estudo é integrada por hospitais de âmbito particular (alguns com contrato com o Sistema Único de Saúde - SUS), porém, a maioria dos atendimentos é realizada por meio do SUS, além de centros e postos de saúde. Havendo necessidade de maiores

tratamentos, a população desloca-se para cidades com melhores infraestruturas.

Ressalta-se que o índice médico/nº de habitantes na maioria dos municípios da unidade de gestão é inferior ao preconizado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), que recomenda o índice de 1 médico para cada 1000 habitantes, como mostram as Figura 12 e Figura 13.

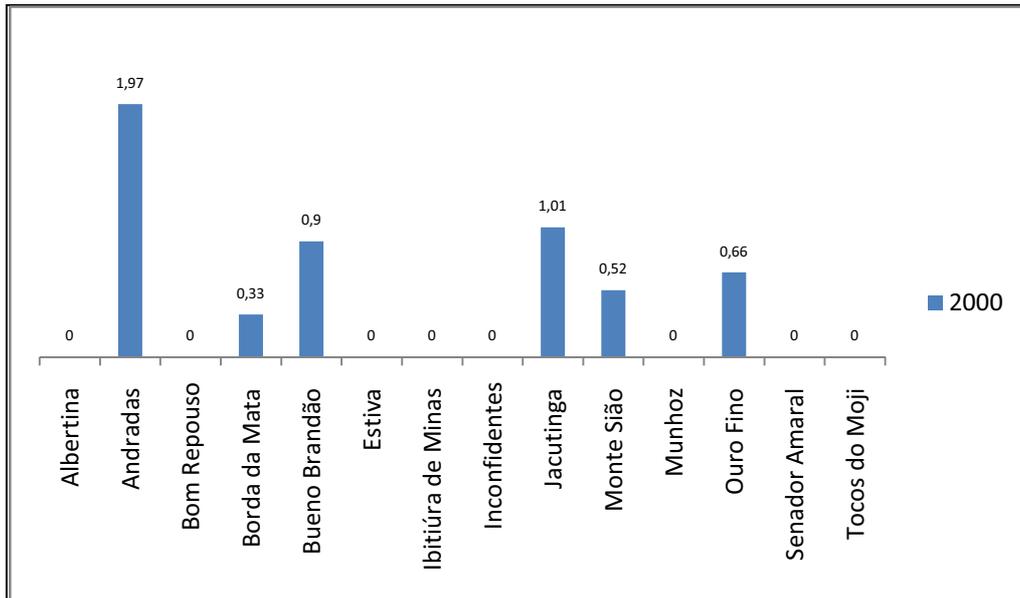


Figura 12 - Número Médicos residentes por mil habitantes na Bacia do Rio Mogi-Guaçu.

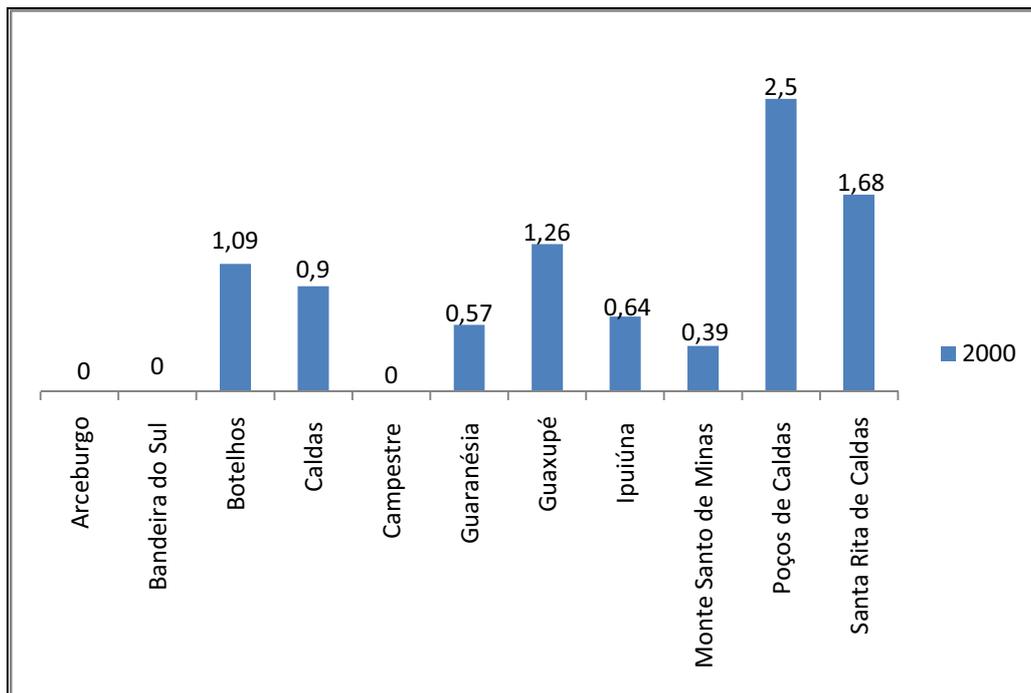


Figura 13 - Número Médicos residentes por mil habitantes na Bacia do Rio Pardo.

### 3.2.5 Aspectos Econômicos

As atividades econômicas predominantes na unidade de gestão são, respectivamente, o setor de serviços, a mineração e a indústria (Mogi-Guaçu) e a agropecuária (Pardo). Os principais problemas ambientais e de degradação dos recursos hídricos decorrem do uso inadequado do solo, da aplicação indiscriminada de agrotóxicos - principalmente nas culturas de batata e morango, do desmatamento, inclusive de matas ciliares, e do lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento.

#### PIB

Verifica-se grande importância do setor de serviços, que corresponde a 50% do PIB, seguido pelo setor da indústria regional (41%). O terceiro lugar em termos de participação no PIB, tanto na unidade de gestão como no Estado, é ocupado pela atividade agropecuária (9%).

#### Unidades Produtivas Locais e Pessoal Ocupado

O setor de atividades com maior número de unidades produtivas na Unidade de Gestão GD6 é o setor de serviços, onde se encontram 60% das unidades, contando ainda com maior índice de absorção de mão de obra (55%), seguido do setor industrial com 39% das unidades produtivas e 42% da mão de obra ocupada e o setor agropecuário com apenas 1%, o último setor apontado.

#### Atividades Econômicas

A atividade agropecuária já foi a atividade mais forte na maioria dos municípios da Unidade de Gestão GD6. Na atividade agropecuária destacam-se o desenvolvimento da avicultura, com o maior rebanho, e as culturas permanentes, com destaque para o café e, temporárias, com uma pauta produtiva diversificada, destacando-se as culturas de cana de açúcar, batata inglesa e milho (em grãos).

Na pecuária, no estado de Minas Gerais, a produção de leite expandiu-se em 2,6%, tendo havido, no ano de 2007, um período prolongado de estiagem, o que contribuiu para forte disputa entre os laticínios pela matéria prima.

No setor industrial, a maioria das unidades produtivas do setor secundário na bacia do Mogi - Pardo, englobando a indústria extrativa mineral, a indústria de transformação, os serviços industriais de utilidade pública e a indústria de construção civil, constitui 39% das unidades produtivas da Unidade de Gestão GD6 e absorve 42% da mão de obra da região.

O principal ramo das atividades industriais na Unidade de Gestão GD6 é o da indústria de transformação o que corresponde a 88% das unidades produtivas do setor industrial e possui também o maior número de pessoal ocupado nas suas unidades.

#### Infraestrutura Econômica

Nos municípios da Unidade de Gestão o setor industrial aparece como maior consumidor de energia elétrica da região, correspondente a 51,3% da energia consumida na bacia, seguido do setor residencial, com 23,5%.

O setor residencial estão 77% dos consumidores da bacia, seguido pelos consumidores da classe rural, equivalente a 11,5% dos consumidores.

### 3.2.6 Principais programas e projetos em implantação

Em relação aos recursos hídricos, dentre as atividades dos Poderes Públicos Federal e Estadual e Municipal, foram identificados alguns programas, projetos e ações relacionados aos recursos hídricos e que possuem interação com os objetivos propostos por este Plano. Em relação à esfera estadual, Minas Gerais retomou a atividade de planejamento por meio do "Plano Plurianual de Ação Governamental - PPAG". São vários os

programas estruturadores estabelecidos na atual administração. Destacam-se os que têm relação direta com este Plano, a saber:

#### 1) "Programa Gestão Ambiental MG século XXI"

Com o Projeto Gestão Ambiental, o Governo pretende modernizar os mecanismos de comando e controle, criando oportunidades para o desenvolvimento sustentável do Estado e tendo como pontos fundamentais da nova política ambiental os seguintes itens:

- ✓ A gestão dos recursos hídricos
- ✓ A melhoria da qualidade ambiental
- ✓ A conservação da biodiversidade
- ✓ O desenvolvimento florestal

#### 2) COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais)

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) está investindo R\$ 2,7 bilhões no maior programa de saneamento já realizado em Minas Gerais. Esses recursos vão garantir o fornecimento de água tratada a 100% das cidades onde a empresa atua, além da ampliação da coleta de esgoto sanitário para, no mínimo, 95% delas.

#### 3) Projeto SIAM (Sistema Integrado de Informação Ambiental)

Mais uma ação do Governo de Minas Gerais foi a implantação do SIAM – Sistema Integrado de Informação Ambiental. Considerado o mais moderno desenvolvido no país, resultado de mais de R\$ 30 milhões em investimentos, o sistema oferece acesso a uma extensa rede de dados georreferenciados, com imagens de satélite, que permite a consulta pela Internet de todos os processos de licenciamento ambiental. Além de desburocratizar o acesso à informação, o SIAM facilita o controle e a fiscalização das atividades poluidoras.

#### 4) "Projeto Agenda Água"

Pelo projeto Agenda Água, com recursos do IGAM, foi executado no âmbito da Unidade de Gestão GD6 o Relatório de Caracterização da Bacia dos Rios Mogi-Guaçu e Pardo. O objetivo básico desse projeto é proceder a uma caracterização ambiental do espaço ocupado pela porção mineira da bacia dos rios Pardo e Mogi-Guaçu, a partir de dados secundários, analisando aspectos considerados relevantes do subsistema físico e socioeconômico, no que toca ao uso dos recursos hídricos, de modo a gerar subsídios que viriam a fortalecer a ação e a objetivar as atividades do Comitê da Bacia. Este projeto teve como produto final um relatório denominado RT 05, arquivado no IGAM em 2002.

#### 5) Plano de Manejo Integrado

Implantação de sistemas de manejo integrado de sub-bacias hidrográficas, onde se inserem mananciais para abastecimento público, com objetivos de garantir quantidade e qualidade de água para distribuição a centros urbanos. No Município de Poços de Caldas foi criado a Comissão Municipal de sub-bacias Hidrográficas do Município de Poços de Caldas. Esta Comissão vinculada à administração municipal elaborou em 2005, o Plano de Manejo Integrado do Rio Lambari, principal drenagem que corta o município de Poços de Caldas. Diversas ações foram tomadas seguindo este plano, entre elas cumpre destacar:

- ✓ Adequação de estradas rurais com execução de bacias de contenção de águas pluviais.
- ✓ Elaboração de base cartográfica 1:50.000 da Bacia do Rio Lambari e 1:10.000 de bacia de manancial de abastecimento público.
- ✓ Rede Hidrológica de monitoramento – coleta de água trimestral para análise de qualidade da água na sub-bacia do Lambari.
- ✓ Revegetação e recomposição de mata ciliar e de áreas degradadas – recuperação de mata ciliar do manancial Córrego Vai-e-Volta e distribuição de mudas nativas para a comunidade.

Estes trabalhos foram desenvolvidos no período entre 2005 e 2008 em parceria EMATER, IEF, DMAE, DME e Alcoa AL/SA. O Plano prevê continuidade das ações e implementação de novos projetos para preservação dos recursos hídricos desta sub-bacia.

#### **6) Projeto ARCAL (Acordo Regional de Cooperação para a promoção da Ciência e da tecnologia nuclear na América Latina e no Caribe)**

Executado em 2008 pelo Instituto de Radioproteção e Dosimetria- IRD/CNEN, dentro do RLA/1/010- BRA- Melhoramento da gestão de corpos hídricos contaminados com metais da Agência Internacional de Energia Atômica – (AIEA) – ONU. Dos resultados deste trabalho tem-se que a qualidade da água do Ribeirão das Antas em 2008 variou entre médio e excelente pelos padrões adotados pelo IGAM (IQA-NSF) e entre marginal e regular considerando o IQA-CMMF-ARCAL. Os impactos mais significativos se devem ao lançamento de esgoto doméstico e embora as concentrações de manganês sejam aumentadas no ponto de descarga da mineração de urânio (Mina da INB), a água no local apresentou ausência de toxicidade. Está previsto uma próxima etapa com a coleta de sedimentos de fundo da drenagem e pesquisa quanto aos teores de metais nestes sedimentos.

#### **7) Projeto Mogi-Guaçu**

Trata-se de um projeto executado na bacia do rio Mogi-Guaçu com recursos do Programa “Patrocínio Ambiental” da Petrobrás em junho de 2004. Este projeto foi realizado pelo NEEA (Núcleo de Estudos de Ecossistemas Aquáticos) e FIPAI (Fundação para o Incremento da Pesquisa e Aperfeiçoamento Industrial), instituições ligadas a EESC/USP (Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo).

Este projeto teve como objetivo principal, nortear ações que reflitam na prevenção e atenuação dos impactos ambientais identificados

nesta região, com ênfase na proteção de recursos hídricos, contemplando medidas direcionadas aos setores: social (educação ambiental), econômico (agricultura, piscicultura e turismo) e saúde pública. Foram tratados temas, principalmente com os agricultores, como Proteção de Nascentes, Saneamento básico rural, Perigos dos Agrotóxicos e agricultura alternativa e Recuperação de Matas Ciliares. O projeto abrangeu todos os municípios pertencentes à Bacia do rio Mogi-Guaçu tanto no seu trecho paulista quanto no seu trecho montante em Minas Gerais.

#### **8) Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Grande**

Este projeto foi executado pelo IPT (Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo) com recursos do DAEE (Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo). Trata-se do Relatório técnico nº 92581-205-i/vii – IPT denominado “Diagnóstico da situação dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Grande-(BHRG)”. Este trabalho utilizou-se de indicadores ambientais e foi aplicado o modelo FPEIR usado pela European Environment Agency (EEA) para avaliação dos recursos hídricos. Foram gerados mapas temáticos para toda a bacia do Rio Grande compreendendo 8 (oito) Comitês Mineiros e 6 (seis) Comitês em território paulista. Este relatório consta dos documentos entregues à Agência Nacional de Águas (ANA) solicitando a Criação do Comitê de Integração do Grande, cujo território além da Unidade de Gestão GD6, abrange as Unidades de Gestão GD5, GD4, GD3, GD2 e GD1 em Minas Gerais.

#### **9) Pequenos projetos municipais**

Atualmente na Bacia, existem pequenos projetos no âmbito de alguns municípios. Em Arceburgo, por exemplo, a prefeitura mantém um programa constante de Recuperação de Mata. No ultimo ano de 2008/2009 plantou 2.000 (duas mil) mudas de 60 (sessenta) espécies de mata ciliar ao longo do Ribeirão das Onças. Para este novo ano já

preparou um projeto em parceria com a SOS Mata Atlântica para plantio de mais 5.000 (cinco mil) mudas ao longo das drenagens.

Por sua vez, o município de Bandeira do Sul através do SAELP (Serviço de Água e Esgoto) mantém um programa de revegetação de seus mananciais, como o manancial da Fazenda Ajouri/Correias e Córrego da Marambaia.

#### **10) Principais atores sociais de atuação na área de recursos hídricos na bacia**

Os municípios da Bacia contam com escritórios do IEF (Instituto Estadual de Florestas), Emater (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais) e IMA (Instituto Mineiro de Agropecuária).

A região conta com três grupamentos da Polícia Militar Ambiental. Diversas ONGs (Organizações Não Governamentais) têm atuação significativa na bacia do Mogi-Guaçu e Pardo. Na bacia do rio Mogi destacam a APRIMOF – Associação dos Amigos Protetores do Rio Mogi-Guaçu e seus Afluentes com sede na cidade de Ouro Fino, a ACECI - Associação Cultural Ecológica e Comunitária de Inconfidentes. Na bacia do Rio

Pardo tem-se a Mãos da Terra – Associação Ambiental do Sul de Minas e ADISMIG – Associação para o Desenvolvimento Sustentável do Sul de Minas com sedes em Poços de Caldas. A Associação Águas Claras com sede em Caldas e a ONG Caracol da cidade de Andradas.

Outro agente importante na área de recursos hídricos são as escolas de nível superior. A Pontifícia Universidade Católica em Poços de Caldas (PUC/Poços) e Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes. Em Poços de Caldas teve início em 2008 a instalação e funcionamento de uma Unidade do CEFET (Centro Federal de Ensino Técnico).

#### **3.2.7 Política Urbana**

São poucos os instrumentos de política urbana disponíveis para se conter/controlar o uso e a ocupação do solo dentro de padrões ambientalmente aceitáveis. São eles, por exemplo: Plano Diretor Municipal; Agenda 21 Local; Código de Obras e Lei Orgânica do Município

A Tabela 5 apresenta os municípios pertencentes à Bacia dos Rios Pardo e Mogi-Guaçu que dispõem de lei orgânica, plano diretor e/ou código de obras.

Tabela 5 - Instrumentos de Política Urbana na Bacia dos Rios Pardo e Mogi-Guaçu.

| CÓDIGO | UF | CIDADE               | LEI ORGÂNICA | PLANO DIRETOR | CÓDIGO DE OBRAS |
|--------|----|----------------------|--------------|---------------|-----------------|
| 310140 | MG | Albertina            | Sim          | Não           | Sim             |
| 310260 | MG | Andradas             | Sim          | Sim           | Sim             |
| 310410 | MG | Arceburgo            | Sim          | Não           | Não             |
| 310530 | MG | Bandeira do Sul      | Sim          | Não           | Sim             |
| 310790 | MG | Bom Repouso          | Sim          | Sim           | Sim             |
| 310830 | MG | Borda da Mata        | Sim          | Sim           | Não             |
| 310840 | MG | Botelhos             | Sim          | Sim           | Sim             |
| 310910 | MG | Bueno Brandão        | Sim          | Não           | Sim             |
| 311030 | MG | Caldas               | Sim          | Não           | Sim             |
| 311100 | MG | Campestre            | Sim          | Não           | Sim             |
| 312450 | MG | Estiva               | Sim          | Não           | Não             |
| 312830 | MG | Guaranésia           | Sim          | Não           | Não             |
| 312870 | MG | Guaxupé              | Sim          | Sim           | Sim             |
| 312990 | MG | Ibitiúra de Minas    | Sim          | Não           | Não             |
| 313060 | MG | Inconfidentes        | Sim          | Não           | Sim             |
| 313150 | MG | Ipuiúna              | Sim          | Não           | Sim             |
| 313490 | MG | Jacutinga            | Sim          | Não           | Sim             |
| 314320 | MG | Monte Santo de Minas | Sim          | Não           | Não             |
| 314340 | MG | Monte Sião           | Sim          | Sim           | Sim             |
| 314380 | MG | Munhoz               | Sim          | Não           | Sim             |
| 314600 | MG | Ouro Fino            | Sim          | Sim           | Sim             |
| 315180 | MG | Poços de Caldas      | Sim          | Sim           | Não             |
| 315920 | MG | Santa Rita de Caldas | Sim          | Não           | Sim             |
| 316557 | MG | Senador Amaral       | Sim          | Não           | Sim             |
| 316905 | MG | Tocos de Moji        | Sim          | Não           | Sim             |

## 4 USOS DO SOLO E COBERTURA VEGETAL

### 4.1 Mapa de Uso do Solo

O mapeamento do uso do solo da Unidade de Gestão GD6 foi realizado por meio de técnicas de geoprocessamento, fundamentado, sobretudo, no emprego de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas (SIG). O procedimento adotado consiste em:

- ✓ Processamento digital das imagens de satélite (LandSat 5 – TM) e Tratamento dos dados cartográficos;
- ✓ Criação de um banco de dados;
- ✓ Sobreposição das informações apoiada pelo Sistema de Informação Geográfica;
- ✓ Elaboração do mapa temático.

Assim, para a região da GD6, o mapa de uso do solo apresenta-se conforme mostrado na Figura 14, e será quantificado em seguida.

Conforme apresenta a Tabela 6, na Unidade de Gestão GD6 observa-se o predomínio de áreas de pastagem e cultivos perenes. Áreas de mata aparecem, sobretudo, em regiões montanhosas ou em pequenos fragmentos ao longo de toda a área. Os reflorestamentos com cultivo de eucalipto acontecem especialmente na região de Poços de Caldas, sendo que neste município, segundo o Mapeamento de Vegetação apresentado pelo

Zoneamento Ecológico e Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG), encontram-se aproximadamente 66 % de toda a área de eucalipto plantado na Unidade de Gestão GD6. É também nesta região que se encontram as maiores áreas de Água, devido à ocorrência de reservatórios nesta região.

Os cultivos perenes predominantes são os de café, que ocorrem principalmente nos municípios de Monte Santo de Minas, Botelhos, Campestre e Andradas (estes dois últimos também com uma produção significativa de banana). Já os cultivos anuais predominam da seguinte forma: cana-de-açúcar (nos municípios de Guaranésia, Monte Santo de Minas, Guaxupé e Arceburgo), batata inglesa (em Campestre, Ipuiúna e Poços de Caldas) e milho (nas cidades de Campestre, Ipuiúna, Santa Rita de Caldas e Ouro Fino).

Os aglomerados urbanos ocupam uma área não muito significativa da unidade, tendo sido delimitados 20 contornos de áreas urbanas referentes às sedes municipais situadas nos limites da Unidade de Gestão GD6, sendo Poços de Caldas a maior delas. Por fim, a classe Solo Exposto refere-se tanto às áreas agrícolas descobertas quanto às áreas de mineração, bastante comuns na região.

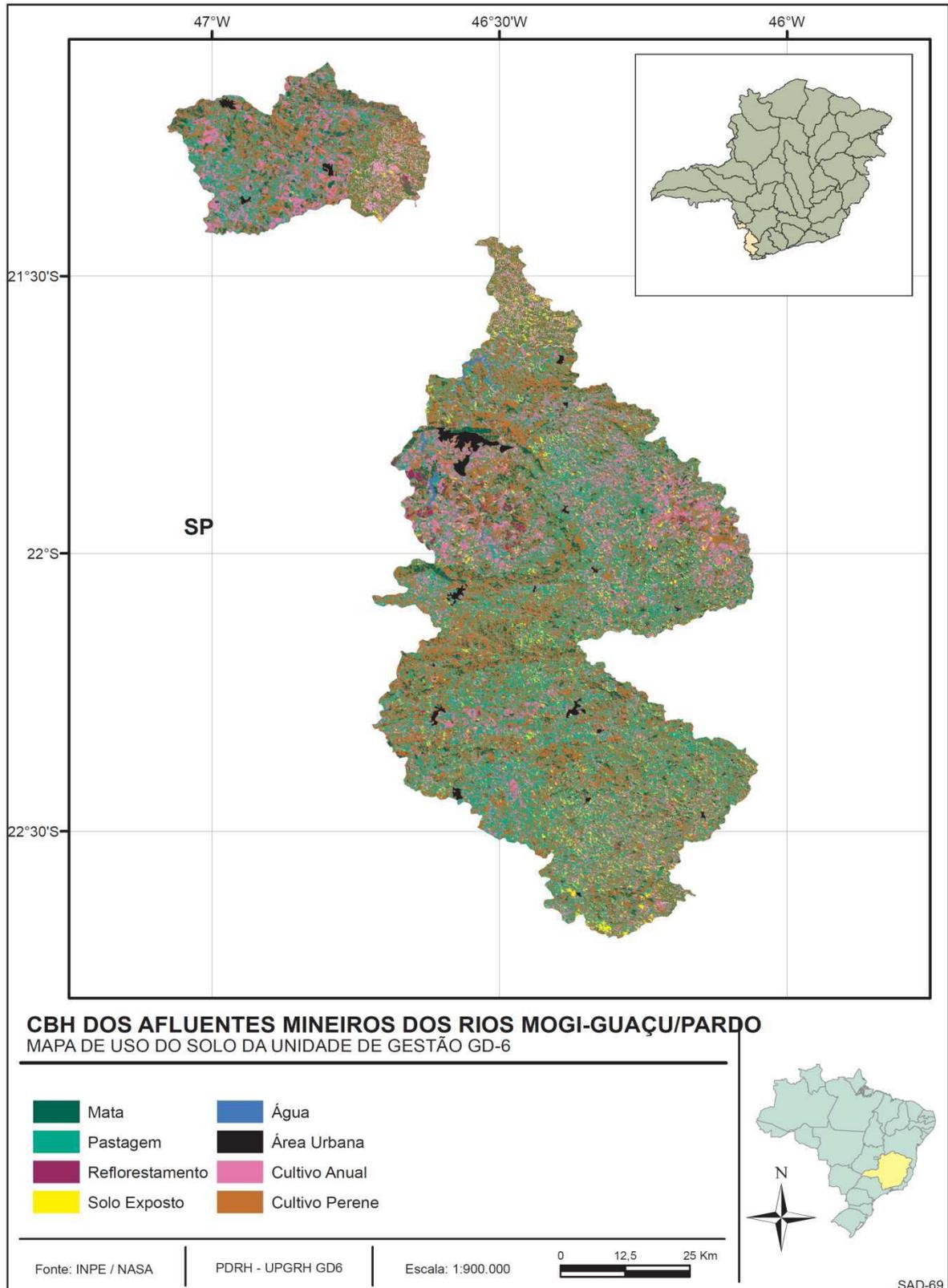


Figura 14 - Mapa de uso se solo na Unidade de Gestão GD6.

Tabela 6 - Classes de uso do solo da Unidade de Gestão GD6.

| TEMAS           | ÁREA [km <sup>2</sup> ] | %            |
|-----------------|-------------------------|--------------|
| Água            | 44,2                    | 0,7          |
| Área Urbana     | 65,9                    | 1,1          |
| Cultivo Anual   | 1.036,4                 | 17,4         |
| Cultivo Perene  | 2.152,2                 | 36,1         |
| Mata            | 587,3                   | 9,8          |
| Pastagem        | 1.817,5                 | 30,5         |
| Reflorestamento | 34,8                    | 0,6          |
| Solo Exposto    | 228,4                   | 3,8          |
| <b>Total</b>    | <b>5.966,6</b>          | <b>100,0</b> |

## 4.2 Áreas de Preservação Permanente

Segundo o artigo 1º (parágrafo 2º, inciso II) da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, as Áreas de Preservação Permanente (APP) constituem áreas protegidas nos termos dos artigos 2º e 3º desta mesma Lei, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Por esse motivo, é importante que seja efetuada uma análise do uso do solo especificamente nestas áreas, dada a grande influência destas, sobretudo em faixas marginais dos cursos d'água, sobre a quantidade e qualidade da água em uma unidade de gestão.

Baseado nestas observações e considerando as limitações já mencionadas, dos dados disponíveis para a avaliação do uso e ocupação do solo na unidade, foram quantificadas somente as APP de faixa marginal.

Dessa forma, foram obtidos os valores de áreas apresentados a seguir na Tabela 7.

Tabela 7 - Classes de uso do solo da Unidade de Gestão GD6.

| TEMAS           | ÁREA [km <sup>2</sup> ] | %            |
|-----------------|-------------------------|--------------|
| Água            | 2,2                     | 2,1          |
| Área Urbana     | 2,6                     | 2,5          |
| Cultivo Anual   | 21,1                    | 20,4         |
| Cultivo Perene  | 37,3                    | 36,0         |
| Mata            | 4,0                     | 3,8          |
| Pastagem        | 32,9                    | 31,8         |
| Reflorestamento | 0,3                     | 0,3          |
| Solo Exposto    | 3,2                     | 3,1          |
| <b>Total</b>    | <b>103,5</b>            | <b>100,0</b> |

### 4.3 Unidades de Conservação

Segundo a Lei 9.985/2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), uma Unidade de Conservação (UC) é definida como espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

Segundo o Instituto Estadual de Florestas (IEF), as Unidades de Conservação localizadas nos limites da Unidade de Gestão do GD6 correspondem principalmente à Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), conforme apresenta a Tabela 8. Sabe-se que esta categoria de Unidade de Conservação consiste numa área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica. Um termo de compromisso é assinado entre o proprietário da área e o IEF, que verifica a existência de interesse público, e averba a área. Na RPPN é permitida, conforme o seu regulamento, a pesquisa científica; a visitação com objetivos turísticos, recreativos e educacionais. O IEF presta orientação técnica e científica aos proprietário para a criação das RPPNs, para a elaboração de um Plano de Manejo ou de Proteção e de Gestão da unidade.

Vale salientar que a Alcoa Alumínio em Poços de Caldas possui um Centro de Educação

Ambiental desde 1993, chamado Centro de Estudos e Pesquisas Ambientais (CEPA-ALCOA), com representatividade nacional no contexto da educação ambiental. Em 1999 este Centro torna-se parte integrante da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) do Retiro Branco, garantindo assim a preservação permanente da floresta que a circunda, onde se encontram espécies de Pau-Cigarra, Guatambu, Jacarandá, Capixingui, Manacá-da-serra, Cedro, Paineira, Ipês, Capororoca e Embaúba.

Embora não seja citado nos registros do IEF, algumas referências do IBAMA consideram a existência da Reserva Biológica Serra da Pedra do Coração, na área do município de Caldas. Não foi encontrado nenhuma informação adicional referente a esta unidade.

Como Unidade de Porteção Integral, foi criado através do Decreto Municipal nº 4197 em 1988 o Parque Municipal da Serra de São Domingos em Poços de Caldas, com uma área de 252,74 ha e em grande parte coberto por Floresta Secundária de Mata Atlântica, constituindo importante reserva florestal urbana. A importância singular da Serra de São Domingos, prende-se a sua característica hidrogeológica de ser uma das áreas de recarga do aquífero subterrâneo profundo, o qual é responsável pelo surgimento das fontes termais na área urbana. A elaboração do Plano de Manejo deste Parque Municipal encontra-se em fase de conclusão.

Tabela 8 - Reserva Particular do Patrimônio Natural na Unidade de Gestão GD6.

| MUNICÍPIO       | NOME DA RPPN               | PROPRIETÁRIO                       | ÁREA (ha) | BIOMA                    | PORTARIA             | AVERBAÇÃO  |
|-----------------|----------------------------|------------------------------------|-----------|--------------------------|----------------------|------------|
| Caldas          | Morro Grande 1, 2, 3, 4    | Companhia Mineira de Alumínio- CBA | 363,58    | Mata Atlântica           | Nº 130<br>28/10/03   | 12/4/2004  |
| Caldas          | Pedra Branca               | Mineração Caldas Gran Ltda.        | 15,00     | Mata Atlântica e Cerrado | Nº 104<br>06/09/01   | 27/9/2001  |
| Monte Sião      | Ly e Cléo                  | -                                  | 1,78      | Mata Atlântica           | Nº 104<br>24/11/1999 | -          |
| Poços de Caldas | Fazenda das Pedras / Leste | Mineração Curimbaba LTDA           | 262       | Mata Atlântica           | Nº 162<br>30/12/02   | 19/12/2006 |
| Poços de Caldas | Retiro Branco              | Companhia Geral de Minas           | 207,46    | Mata Atlântica           | Nº 105<br>28/12/00   | 19/2/2001  |
| Poços de Caldas | Morro das Árvores          | Companhia Geral de Minas           | 216,78    | Mata Atlântica e Cerrado | Nº 071<br>08/11/00   | 18/4/2000  |

Fonte: IEF, 2009

## 5 SANEAMENTO AMBIENTAL

### 5.1 Atendimento de Água e Esgoto

A COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais) é responsável pelo abastecimento de 76% dos municípios que fazem parte da Unidade de Gestão GD6. O atendimento do outros municípios (24%) é de responsabilidade das Prefeituras Municipais. A Figura 15 e a Figura 16 mostram as concessionárias de água para uso doméstico e esgoto, respectivamente, distribuídas nos municípios da unidade.

Quanto à coleta e tratamento de esgoto, a COPASA é responsável por apenas 32% dos municípios da unidade, sendo que na maioria (68%) as prefeituras que prestam este serviço. Salienta-se que nem todos os municípios possuem estações de tratamento de esgoto, lançando o efluente diretamente nos recursos hídricos. Dos municípios onde a COPASA tem a concessão de esgoto, apenas três cidades realizam tratamento de esgoto, a saber: Bom Repouso, Borda da Mata e Bueno Brandão. No entanto vale ressaltar que a COPASA está investindo cerca de R\$ 2,7 bilhões num extenso programa de saneamento em Minas Gerais, visando garantir o fornecimento pleno de água tratada nas cidades onde a empresa atua, além da ampliação da coleta de esgoto sanitário

para, no mínimo, 95% delas. Com este programa estima-se que o volume de esgoto tratado no estado deve triplicar, passando de 25% para cerca de 75%, conforme informações da Divisão de Planejamento Estratégico da companhia (COPASA, 2009).

### 5.2 Resíduo Sólido

Conforme observado na Tabela 10, doze municípios (18%) ainda destinam seus resíduos para lixões a céu aberto. Apenas na cidade de Andradas foi verificada a presença de aterro sanitário, e nos doze municípios restantes (12%) os resíduos sólidos são dispostos em aterros controlados. A Figura 17 ilustra a disposição final dos resíduos sólidos nos municípios da Unidade de Gestão GD6. Algumas mudanças já estão sendo implantadas como é o caso dos municípios de Arceburgo e Guaranésia que se uniram a Cabo Verde, Muzambinho e São Pedro da União, e formaram um consórcio no qual os resíduos sólidos serão transportados até um aterro sanitário localizado na área de Guaranésia.

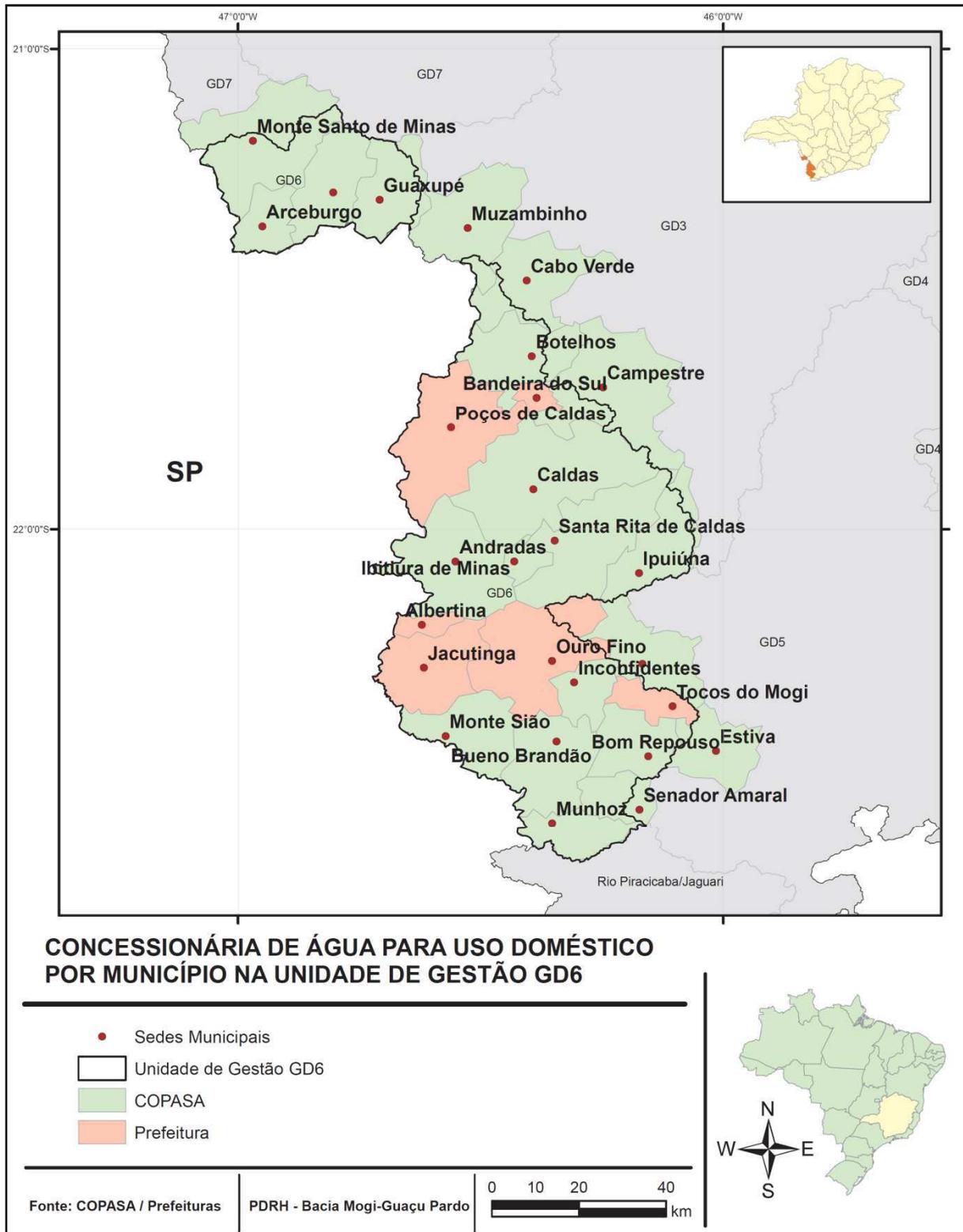


Figura 15 - Concessionárias de água para uso doméstico por município.

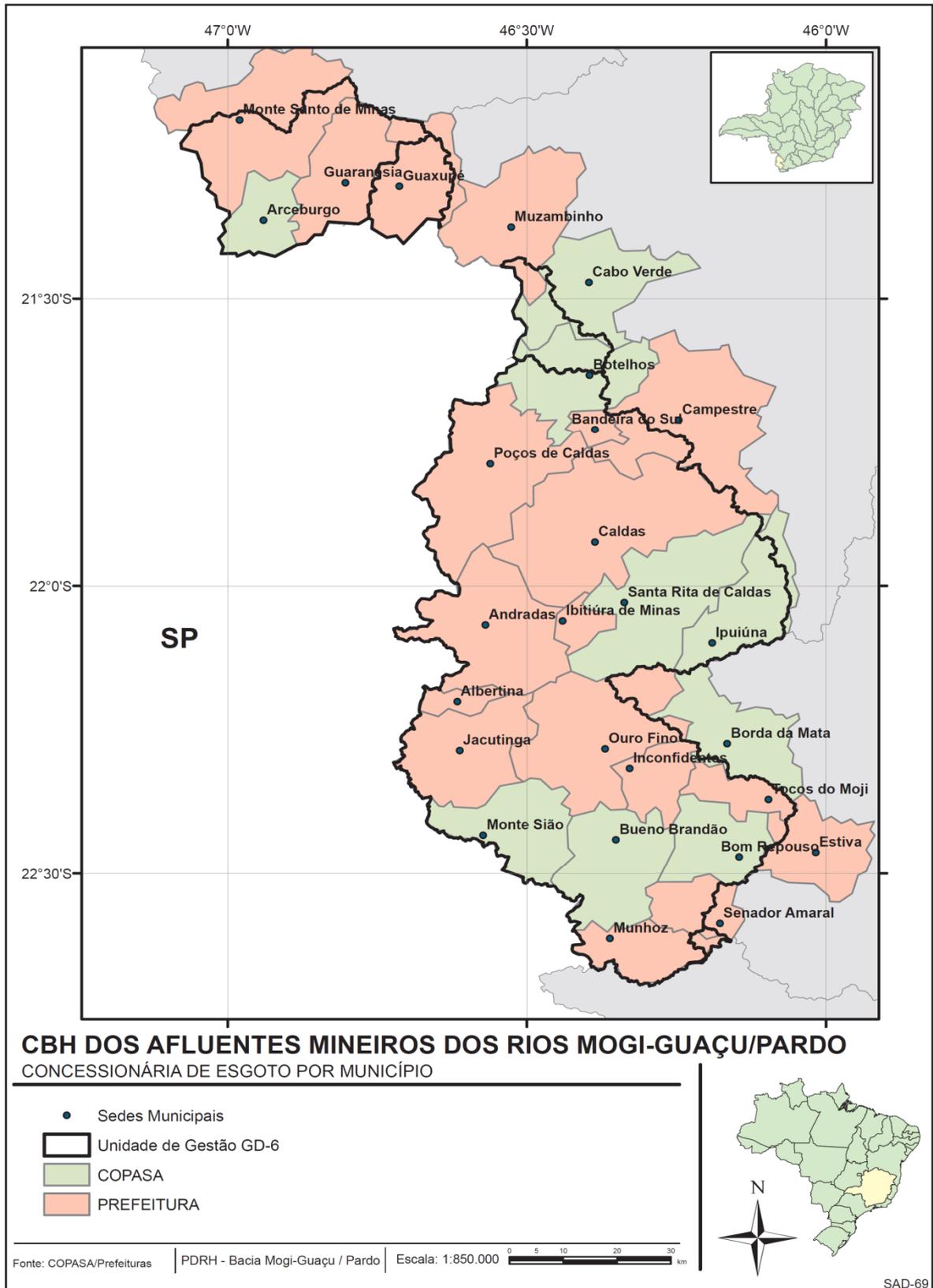


Figura 16 - Concessionárias de esgoto por município.

O percentual de pessoas que vivem em domicílios localizados na zona urbana com coleta de lixo nos anos de 1991 e 2000 pode ser visualizado na Tabela 9, observando que há um aumento deste percentual em todos os municípios da unidade.

**Tabela 9 - Percentual de pessoas que vivem em domicílios urbanos com serviço de coleta de lixo.**

| MUNICÍPIO            | 1991  | 2000  |
|----------------------|-------|-------|
| Albertina            | 91,86 | 99,25 |
| Andradas             | 94,89 | 98,67 |
| Arceburgo            | 97,91 | 99,48 |
| Bandeira do Sul      | 91,41 | 98,91 |
| Bom Repouso          | 89,23 | 98,43 |
| Borda da Mata        | 80,27 | 98,48 |
| Botelhos             | 87,59 | 98,89 |
| Bueno Brandão        | 94,47 | 98,72 |
| Caldas               | 84,00 | 96,15 |
| Campestre            | 92,46 | 99,83 |
| Estiva               | 87,90 | 99,24 |
| Guaranésia           | 95,54 | 98,6  |
| Guaxupé              | 94,78 | 98,37 |
| Ibitiura de Minas    | 90,93 | 99,39 |
| Inconfidentes        | 81,67 | 98,6  |
| Ipuiúna              | 91,51 | 99,11 |
| Jacutinga            | 96,74 | 99,48 |
| Monte Santo de Minas | 96,08 | 98,46 |
| Monte Sião           | 90,97 | 98,89 |
| Munhoz               | 90,84 | 98,5  |
| Ouro Fino            | 91,9  | 98,04 |
| Poços de Caldas      | 96,23 | 99,48 |
| Santa Rita de Caldas | 95,42 | 99,07 |
| Senador Amaral       | 63,31 | 97,84 |
| Tocos do Mogi        | 85,78 | 99,64 |

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil/PNUD, 2009

**Tabela 10 - Situação da disposição final dos resíduos sólidos.**

| MUNICÍPIO            | TIPOS DE DISPOSIÇÃO |
|----------------------|---------------------|
| Albertina            | Lixão               |
| Andradas             | Aterro Sanitário    |
| Arceburgo            | Aterro Controlado   |
| Bandeira do Sul      | Aterro Controlado   |
| Bom Repouso          | Aterro Controlado   |
| Borda da Mata        | Lixão               |
| Botelhos             | Aterro Controlado   |
| Bueno Brandão        | Aterro Controlado   |
| Caldas               | Lixão               |
| Campestre            | Aterro Controlado   |
| Estiva               | Aterro Controlado   |
| Guaranésia           | Lixão               |
| Guaxupé              | Aterro Controlado   |
| Ibitiura de Minas    | Lixão               |
| Inconfidentes        | Lixão               |
| Ipuiúna              | Aterro Controlado   |
| Jacutinga            | Lixão               |
| Monte Santo de Minas | Lixão               |
| Monte Sião           | Lixão               |
| Munhoz               | Lixão               |
| Ouro Fino            | Lixão               |
| Poços de Caldas      | Aterro Controlado   |
| Santa Rita de Caldas | Aterro Controlado   |
| Senador Amaral       | Lixão               |
| Tocos do Mogi        | Aterro Controlado   |

Fonte: FEAM

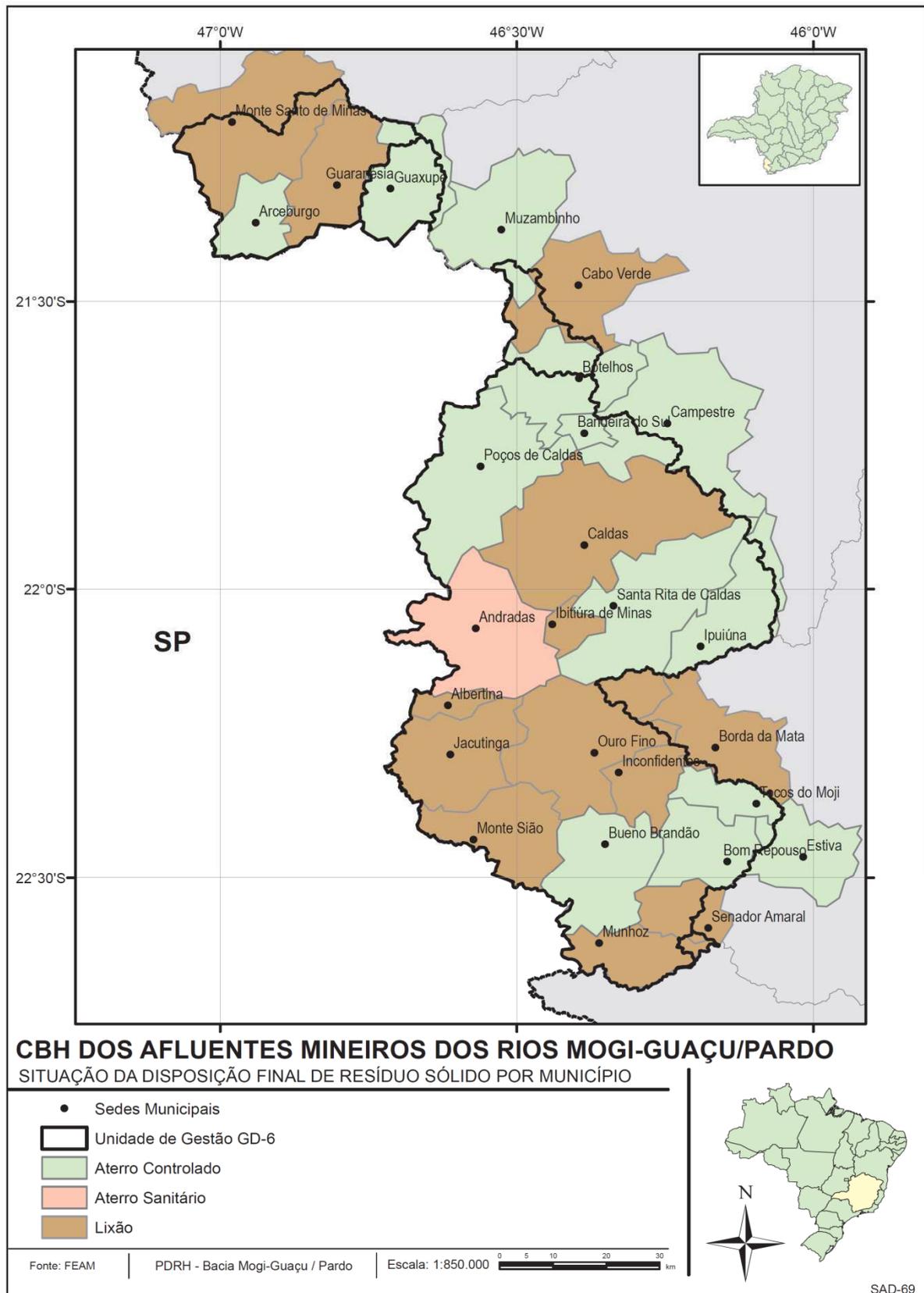


Figura 17 - Disposição final de resíduos sólidos por município.

Segundo dados do relatório P-532.01E-05 o lixão existente em Inconfidentes representa o método mais primitivo e praticado de destinação de resíduos sólidos. Cerca de 70% dos municípios brasileiros ainda recorrem aos lixões como forma de disposição de resíduos, os quais devem ser acompanhados de medidas preventivas e corretivas de proteção a saúde humana e ao meio ambiente, assim como um monitoramento ambiental da qualidade dos meios sob influência das atividades exercidas, haja visto, o chorume produzido por estes descartes, poder alcançar os cursos d'água locais, quer seja por escoamento, quer por infiltração do solo.

A partir da Lei 9.974/2000, as indústrias fabricantes de agrotóxicos estabelecidas no Brasil

criaram o INPEV (Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias) para gerenciar o sistema de destinação de embalagens. A partir de dados do INPEV (2009), percebe-se que dos municípios que fazem parte da Unidade de Gestão GD6, apenas três deles possuem unidades de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos. Todos são postos de recebimento e localizam-se nas cidades de Andradas, Botelhos e Guaxupé. Atualmente, na região do Sul de Minas Gerais operam as centrais de recebimento de Pouso Alegre, São Sebastião do Paraíso e a de Três Pontas, cidades próximas da Unidade de Gestão GD6.

## 6 OUTORGAS DE ÁGUA

### 6.1 Banco de dados do IGAM

Nesse item são apresentados os resultados da análise das outorgas de vazões constantes do banco de dados do IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das águas). São apresentadas separadamente as análises para as outorgas superficiais e subterrâneas, conforme descrito nos itens seguintes.

#### 6.1.1 Outorgas de Águas Superficiais

No presente estudo, analisou-se a relação de outorgas deferidas até agosto de 2008. No total, existem 56 outorgas superficiais vigentes na área da Unidade de Gestão GD6, para diferentes usos de recursos hídricos. A Figura 18 mostra a distribuição dessas outorgas na bacia, onde o tamanho de cada círculo é relativo ao valor de vazão outorgado. Através da análise da

distribuição espacial das outorgas, percebe-se que a maior concentração de outorgas, tanto em número quanto em vazão, concentra-se na região do Ribeirão das Antas e do Rio Lambari, representando cerca de 56,18% da vazão total outorgada na Unidade de Gestão GD6.

Na Tabela 11 é apresentada a distribuição das outorgas por tipo de uso em toda unidade de gestão, tanto em números absolutos de outorgas quanto em termos de vazão total outorgada. Observa-se que, dentre as categorias de uso, o consumo industrial e a irrigação são as que possuem o maior número de outorgas dentro da Unidade de Gestão GD6. Essas duas categorias somam juntas 53,6% das outorgas. Contudo, no que tange à vazão consumida, é o abastecimento público que se caracteriza como o maior consumidor, utilizando cerca de 46,6% de toda vazão outorgada. Já a Tabela 12 apresenta a distribuição espacial das outorgas de águas superficiais e suas vazões por município.



Figura 18 - Distribuição das outorgas do IGAM na Unidade de Gestão GD6.

Tabela 11 - Número de outorgas do IGAM por uso e vazão superficial outorgada.

| USO                      | NÚMERO DE OUTORGAS |             | VAZÃO (m³/h) |             |
|--------------------------|--------------------|-------------|--------------|-------------|
|                          | ABSOLUTO           | PORCENTAGEM | ABSOLUTO     | PORCENTAGEM |
| Abastecimento público    | 6                  | 10,71       | 1918,8       | 46,06       |
| Aquicultura              | 5                  | 8,93        | 7,26         | 0,18        |
| Consumo Agroindustrial   | 3                  | 5,36        | 105,12       | 2,52        |
| Consumo Humano           | 4                  | 7,14        | 5,4          | 0,13        |
| Consumo Industrial       | 15                 | 26,79       | 1222,92      | 29,35       |
| Dessedentação de animais | 1                  | 1,79        | 0,36         | 0,01        |
| Irrigação                | 15                 | 26,79       | 862,51       | 20,7        |
| Piscicultura             | 1                  | 1,79        | 5,04         | 0,12        |
| Lavagem de veículos      | 2                  | 3,58        | 10,44        | 0,25        |
| Outros                   | 4                  | 7,14        | 0            | 0           |

Tabela 12 - Distribuição das outorgas do IGAM para água superficial por município.

| MUNICÍPIOS           | NÚMERO DE OUTORGAS |             | VAZÃO (m³/ano) |             |
|----------------------|--------------------|-------------|----------------|-------------|
|                      | ABSOLUTO           | PORCENTAGEM | ABSOLUTO       | PORCENTAGEM |
| Andradas             | 9                  | 16,07       | 143,48         | 3,47        |
| Arceburgo            | 2                  | 3,57        | 109,08         | 2,64        |
| Botelhos             | 1                  | 1,79        | 108            | 2,61        |
| Bueno Brandão        | 2                  | 3,57        | 73,08          | 1,77        |
| Caldas               | 8                  | 14,29       | 137,16         | 3,31        |
| Guaranésia           | 2                  | 3,57        | 424,8          | 10,27       |
| Inconfidentes        | 1                  | 1,79        | 4,68           | 0,11        |
| Ipuiúna              | 3                  | 5,36        | 169,2          | 4,09        |
| Jacutinga            | 3                  | 5,36        | 342            | 8,27        |
| Monte Santo de Minas | 1                  | 1,79        | 281,52         | 6,8         |
| Monte Sião           | 1                  | 1,79        | 0,03           | 0           |
| Munhoz               | 1                  | 1,79        | 14,76          | 0,36        |
| Ouro Fino            | 3                  | 5,36        | 5,9            | 0,14        |
| Poços de Caldas      | 18                 | 32,14       | 2321,64        | 56,11       |
| Santa Rita de Caldas | 1                  | 1,79        | 2,52           | 0,06        |
| <b>TOTAL</b>         | <b>56</b>          | <b>100</b>  | <b>4137,85</b> | <b>100</b>  |

O maior detentor de outorgas dentre os municípios é Poços de Caldas com 32,14% do total,

seguido por Andradas com 16,07% e Caldas com 14,29%. Os demais municípios possuem os 62,5%

das outorgas restantes distribuídas com relativa uniformidade. No que diz respeito à distribuição das vazões outorgadas entre os municípios, a concentração em Poços de Caldas é ainda maior, o qual detém 56,11% destas vazões. O restante é distribuído de forma pouco uniforme. O percentual de alguns municípios tende a zero e o segundo município com a maior parcela das outorgas de vazão superficial é Guaranésia, com 10,27%.

### 6.1.2 Outorgas de Águas Subterrâneas

De forma semelhante às águas superficiais, analisou-se a distribuição das outorgas deferidas até agosto de 2008 na Unidade de Gestão GD6. No total, foram concedidas 45 outorgas subterrâneas

para uso de recursos hídricos. A Figura 19 mostra a distribuição das outorgas subterrâneas na bacia, sendo o tamanho de cada círculo relativo ao valor de vazão outorgada. A Tabela 13 mostra o número de outorgas concedidas e a vazão total outorgada para cada uso das águas subterrâneas feito na unidade de gestão. Destaca-se que estas vazões são aproximadas, uma vez que algumas outorgas são concedidas para usos múltiplos, não sendo possível identificar as vazões específicas para cada uso individual.

Analisando-se a Tabela 13, tornam-se evidentes três categorias de uso: o consumo humano (20%), o consumo industrial (24,44%) e o uso múltiplo consumo industrial/consumo humano (37,78%). Restando menos de 18% das outorgas para os demais usos.

Tabela 13 - Número de outorgas do IGAM por uso e vazão outorgada.

| USO                                 | NÚMERO DE OUTORGAS |             | VAZÃO (m <sup>3</sup> /h) |             |
|-------------------------------------|--------------------|-------------|---------------------------|-------------|
|                                     | ABSOLUTO           | PORCENTAGEM | ABSOLUTO                  | PORCENTAGEM |
| Abastecimento público               | 1                  | 2,22        | 1,08                      | 0,38        |
| Consumo Agroindustrial              | 1                  | 2,22        | 50                        | 17,38       |
| Consumo Humano                      | 9                  | 20          | 55,44                     | 19,27       |
| Consumo Industrial                  | 11                 | 24,44       | 46,03                     | 16          |
| Consumo industrial / Consumo humano | 17                 | 37,78       | 106,914                   | 37,16       |
| Dessedentação de animais            | 2                  | 4,44        | 2,44                      | 0,85        |
| Irrigação                           | 3                  | 6,67        | 25,74                     | 8,95        |
| Lavagem de veículos                 | 1                  | 2,22        | 0,1                       | 0,03        |

A Tabela 14 apresenta a evolução da concessão de outorgas para águas subterrâneas na bacia de março de 2002 até julho de 2008. Verifica-se que há uma tendência de crescimento

relativamente constante, tanto para o número de outorgas concedidas como para as vazões totais outorgadas.

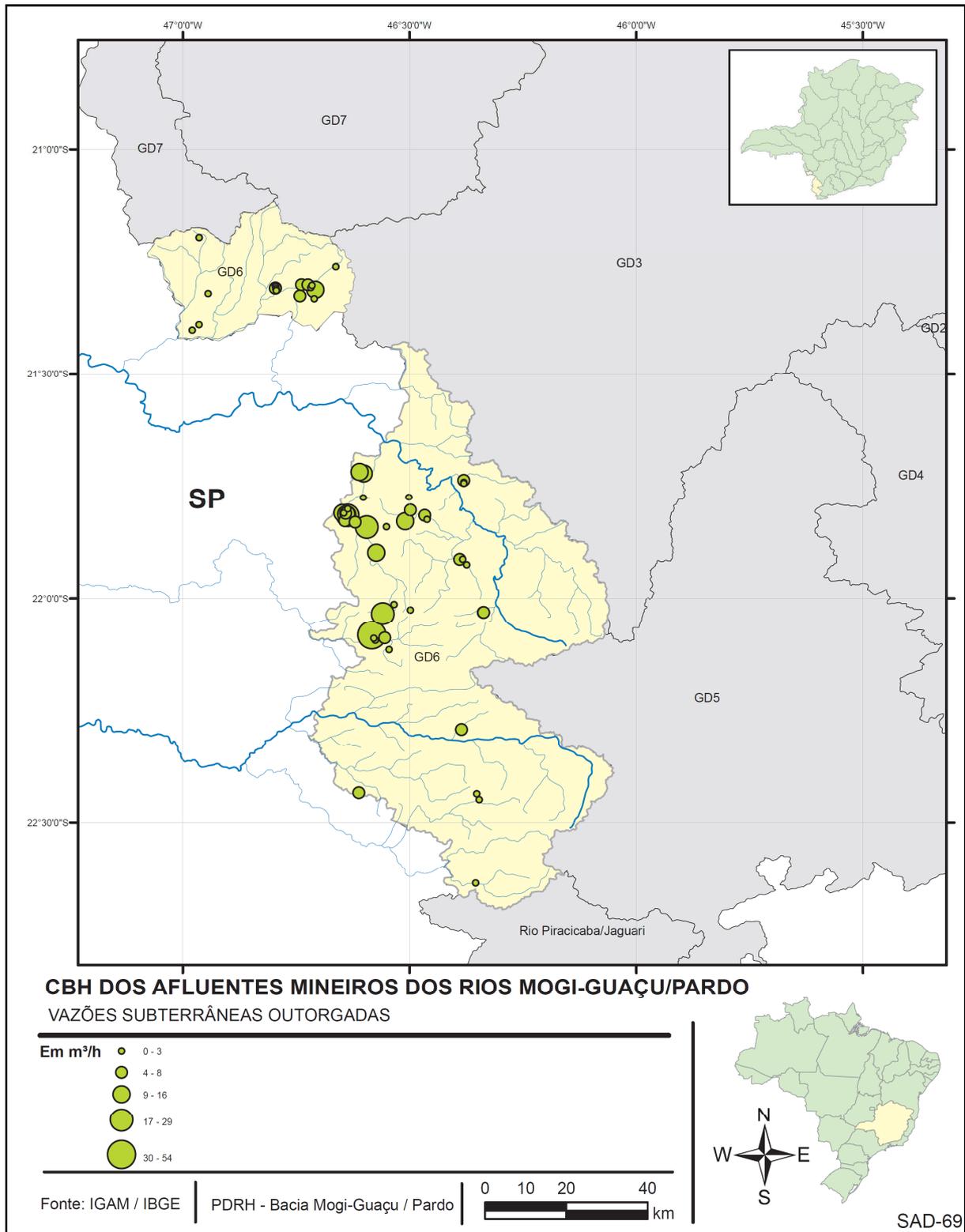


Figura 19 - Distribuição das outorgas subterrâneas concedidas pelo IGAM.

Tabela 14 - Evolução temporal das outorgas do IGAM para água subterrânea.

| ANO  | NÚMERO DE OUTORGAS |           | VAZÃO (m <sup>3</sup> /h) |           |
|------|--------------------|-----------|---------------------------|-----------|
|      | ABSOLUTO           | ACUMULADO | ABSOLUTO                  | ACUMULADO |
| 2002 | 1                  | 1         | 0,31                      | 0,31      |
| 2003 | 2                  | 3         | 1,28                      | 1,59      |
| 2004 | 23                 | 26        | 127,53                    | 129,12    |
| 2005 | 10                 | 36        | 81,18                     | 210,30    |
| 2006 | 3                  | 39        | 7,60                      | 217,90    |
| 2007 | 1                  | 40        | 6,10                      | 224,00    |
| 2008 | 5                  | 45        | 63,74                     | 287,74    |

Como pode ser observado, tanto o número de outorgas como a vazão destas foi muito baixo nos anos de 2002 e 2003, contrastando fortemente com o ano de 2004, onde foram concedidas cerca de 50% das outorgas da Unidade de Gestão GD6 até o ano de 2008. O ano de 2005 ainda teve uma relativa representatividade com 22%, seguido de queda nos anos seguintes e pequeno aumento em 2008.

No que tange à vazão outorgada, mantém-se a tendência apresentada pelo número de outorgas, mas com aumento da representatividade dos anos de 2005 e 2008. A Tabela 15 apresenta o número de outorgas concedidas e as respectivas vazões distribuídas por município.

Tabela 15 - Distribuição das outorgas do IGAM de água subterrânea por município.

| MUNICÍPIOS           | NÚMERO DE OUTORGAS |                 | VAZÃO (m <sup>3</sup> /h) |                 |
|----------------------|--------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|
|                      | ABSOLUTO           | PORCENTAGEM (%) | ABSOLUTO                  | PORCENTAGEM (%) |
| Andradas             | 8                  | 17,78           | 79,54                     | 27,64           |
| Arceburgo            | 3                  | 6,67            | 1,70                      | 0,59            |
| Bandeira do Sul      | 3                  | 6,67            | 6,65                      | 2,31            |
| Caldas               | 4                  | 8,89            | 13,50                     | 4,69            |
| Guaranésia           | 4                  | 8,89            | 8,32                      | 2,89            |
| Monte Sião           | 1                  | 2,22            | 7,20                      | 2,5             |
| Munhoz               | 1                  | 2,22            | 0,31                      | 0,11            |
| Ouro Fino            | 1                  | 2,22            | 6,00                      | 2,09            |
| Poços de Caldas      | 17                 | 37,78           | 155,44                    | 54,02           |
| Santa Rita de Caldas | 2                  | 4,44            | 8,00                      | 2,78            |
| <b>TOTAL</b>         | <b>45</b>          | <b>100</b>      | <b>287,74</b>             | <b>100</b>      |

Analisando a distribuição por município do número de outorgas concedidas, percebe-se que é em Poços de Caldas que se concentra a maior parcela das outorgas, cerca de 38%. Em seguida vem Andradas com aproximadamente 18%. Os demais possuem baixa representatividade. Vale ressaltar que pouco mais de 50% da vazão outorgada corresponde às outorgas dos empreendimentos localizados no município de Poços de Caldas.

## 6.2 Banco de Dados do CNARH

No caso do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos - CNARH estabeleceu-se a relação de outorgas deferidas até janeiro de 2008. No total, foram concedidas 18 outorgas para uso de recursos hídricos. A Figura 20 mostra a distribuição das referidas outorgas na Unidade de Gestão GD6. O tamanho de cada círculo é relativo

ao valor de vazão outorgado. A Tabela 15 apresenta o número de outorgas e a vazão total outorgada para cada tipo de uso da água na bacia solicitada. A mineração é a atividade que possui a maior quantidade de outorgas, assim como a maior vazão outorgada na bacia, segundo dados do CNARH. Comparativamente aos dados obtidos junto ao IGAM, evidenciam-se disparidades entre as duas fontes, pois neste último há uma maior quantidade de dados de outorgas e, portanto, mais informações acerca da bacia.

Em relação ao número de outorgas e sua distribuição dentre os tipos de uso na Unidade de Gestão GD6, fica evidente que o principal uso em número de outorgas é a mineração, visto que esta possui cerca de 60% das outorgas. No entanto, percebe-se que, apesar de possuir um número muito menor de outorgas, a irrigação se equipara à mineração em relação à vazão destinada às suas outorgas com cerca de 40% da vazão outorgada para cada um dos dois usos.



Figura 20 - Distribuição das outorgas do CNARH na Unidade de Gestão GD6.

Tabela 16 - Número de outorgas do CNARH por uso e vazão outorgada.

| USO                   | NÚMERO DE OUTORGAS |             | VAZÃO (m <sup>3</sup> /h) |             |
|-----------------------|--------------------|-------------|---------------------------|-------------|
|                       | ABSOLUTO           | PORCENTAGEM | ABSOLUTO                  | PORCENTAGEM |
| Abastecimento Público | 2                  | 11,11       | 149                       | 15,02       |
| Indústria             | 1                  | 5,56        | 40                        | 4,03        |
| Irrigação             | 4                  | 22,22       | 399                       | 40,22       |
| Mineração             | 11                 | 61,11       | 404                       | 40,73       |

A Tabela 17 apresenta a evolução temporal do número de outorgas e da vazão outorgada. Merece destaque o ano de 2002 que, apesar de ter um número muito reduzido de outorgas se comparado a 2006, possui praticamente a mesma vazão outorgada deste último. Isso permite inferir

que em 2002 foi focada a regulamentação de empreendimentos de grande impacto sobre os recursos hídricos. Em 2006, ano contrário, focaram-se os diversos pequenos empreendimentos que no montante geram impacto representativo.

Tabela 17 - Evolução dos usos outorgados pelo CNARH.

| ANO  | NÚMERO DE OUTORGAS |           | VAZÃO (m <sup>3</sup> /h) |           |
|------|--------------------|-----------|---------------------------|-----------|
|      | ABSOLUTO           | ACUMULADO | ABSOLUTO                  | ACUMULADO |
| 2002 | 3                  | 3         | 265                       | 265       |
| 2003 | 1                  | 4         | 134                       | 399       |
| 2004 | 1                  | 5         | 23                        | 422       |
| 2005 | 2                  | 7         | 166                       | 588       |
| 2006 | 8                  | 15        | 281                       | 869       |
| 2007 | 3                  | 18        | 123                       | 992       |

A Tabela 18 apresenta o número de outorgas concedidas e as respectivas vazões distribuídas por município. O município de Ouro Fino apresenta o

maior número de outorgas na bacia e o município de Guaranésia apresenta as maiores vazões outorgadas.

Tabela 18 - Distribuição das outorgas do CNARH para água superficial por município.

| MUNICÍPIOS    | NÚMERO DE OUTORGAS |             | VAZÃO (m <sup>3</sup> /ano) |             |
|---------------|--------------------|-------------|-----------------------------|-------------|
|               | ABSOLUTO           | PORCENTAGEM | ABSOLUTO                    | PORCENTAGEM |
| Arceburgo     | 1                  | 5,56        | 134                         | 13,52       |
| Caldas        | 1                  | 5,56        | 8                           | 0,81        |
| Guaranésia    | 3                  | 16,67       | 265                         | 26,73       |
| Inconfidentes | 2                  | 11,11       | 233                         | 23,45       |

Tabela 18 (Cont.) - Distribuição das outorgas do CNARH para água superficial por município.

| MUNICÍPIOS    | NÚMERO DE OUTORGAS |             | VAZÃO (m <sup>3</sup> /ano) |             |
|---------------|--------------------|-------------|-----------------------------|-------------|
|               | ABSOLUTO           | PORCENTAGEM | ABSOLUTO                    | PORCENTAGEM |
| Jacutinga     | 2                  | 11,11       | 166                         | 16,73       |
| Monte Sião    | 3                  | 16,67       | 15                          | 1,51        |
| Ouro Fino     | 5                  | 27,78       | 148                         | 14,92       |
| Tocos do Moji | 1                  | 5,56        | 23                          | 2,32        |
| <b>TOTAL</b>  | <b>18</b>          | <b>100</b>  | <b>992</b>                  | <b>100</b>  |

### 6.3 Usos Múltiplos dos Recursos Hídricos

O conhecimento dos usos múltiplos é fundamental para o gerenciamento dos recursos hídricos, possibilitando assim a identificação de conflitos potenciais. Conforme diagnóstico, constata-se que a bacia hidrográfica dos afluentes mineiros do Mogi-Guaçu e Pardo é caracterizada pelos seguintes tipos de usos dos recursos hídricos: abastecimento de água e diluição de efluentes, irrigação, pecuária, mineral, geração de energia, proteção da comunidade aquática, pesca e aqüicultura.

#### 6.3.1 Abastecimento de Água e Diluição de Efluentes

O abastecimento de água nas áreas urbanas da região do Mogi - Pardo abrange cerca de 90% dos domicílios, e a porcentagem da população residente com instalações adequadas de esgoto se elevou de 66% para 73% entre 1998 e 2003. Sendo assim, é necessária a intensificação da ampliação da rede de esgotos, da implementação de Estações de Tratamento de Esgotos e dos serviços de abastecimento de água.

O abastecimento é o uso de água mais relevante da bacia. Deste modo, há de se implementar, por parte das concessionárias, a

gestão dos serviços de abastecimento de água em relação ao controle de perdas, e a gestão de renda suficiente para permitir sua administração, garantindo um serviço eficiente.

A utilização da água para diluição de efluentes afeta diretamente a qualidade das águas, visto que provoca um aumento da poluição orgânica, física, química e bacteriológica dos corpos hídricos receptores, limitando o uso das águas para outras finalidades, ou seja, comprometendo o aproveitamento dos recursos hídricos para usos múltiplos.

#### 6.3.2 Irrigação

A irrigação consome cerca de 20,7% da vazão superficial total outorgada na bacia e 8,95% da vazão subterrânea total outorgada. É a atividade responsável pela utilização de maior volume de insumos agrícolas - fertilizantes e pesticidas - e pela intensificação do potencial de erodibilidade, causando a degradação dos solos e graves problemas aos cursos d'água. Assim, faz-se necessária a inicialização de um processo de controle e educação ambiental para adequação das técnicas de produção utilizadas na irrigação.

#### 6.3.3 Pecuária

O uso da água na atividade pecuária está relacionado a dessedentação de animais e se

destaca como responsável por uma significativa parcela de renda gerada na bacia Cabe salientar que o abastecimento humano e animal possuem prioridade sobre qualquer tipo de uso, havendo, portanto, a necessidade de fomentar o uso racional da água na bacia.

#### 6.3.4 Mineral

A atividade de mineração é altamente geradora de impactos sérios sobre o meio ambiente, afetando a cobertura vegetal e a fauna e produzindo rejeitos, os subprodutos descartados da escavação. Tal atividade também leva a sérios impactos sobre as águas na região em que ela se desenvolve, levando a modificações em relação à sua disponibilidade e também à sua qualidade, devido às substâncias químicas utilizadas no processo de exploração e ao carreamento de sólidos em suspensão.

#### 6.3.5 Proteção da comunidade aquática

A água destinada à preservação da fauna e flora é um uso relevante para garantir manutenção do equilíbrio ecológico do meio aquático. Segundo a Deliberação Normativa COPAM n.º 10/86, que classifica as águas e define seus usos, as Classes especiais, 1 e 2 são destinadas a esta finalidade.

A proteção e preservação da comunidade aquática estão relacionadas à definição da vazão ecológica na Bacia dos Afluentes Mineiros do Mogi-Guaçu e Pardo. Para a determinação da vazão ecológica, este Plano realizará estudos por diferentes métodos em sua próxima fase, avaliando, assim o mais adequado para esta bacia.

#### 6.3.6 Industrial

A atividade industrial é um dos usos mais relevantes, sendo a segunda maior vazão outorgada na bacia. A maioria das unidades produtivas do setor secundário na bacia do Mogi - Pardo, englobando a indústria extrativa mineral, a indústria de transformação, os serviços industriais

de utilidade pública e a indústria de construção civil.

#### 6.3.7 Pesca e Aquicultura

Para esta atividade existe apenas a exploração de águas superficiais, sendo que o número de outorgas deferidas é 5 (cinco), que equivale a aproximadamente 9% do total de outorgas deferidas, com uma vazão absoluta de 7,26 m<sup>3</sup>/h representando a ínfima percentagem de 0,18% da vazão total.

#### 6.3.8 Geração de energia

A geração de energia é fundamental como um dos usos múltiplos para o crescimento econômico da região. A produção e distribuição de eletricidade, água e gás apresentou no estado de Minas Gerias um crescimento de 1,1%, em 2007. O consumo total do mercado CEMIG cresceu 0,4%, enquanto a geração de Furnas mostrou uma queda de 1,4%.

Nos municípios da bacia do Mogi - Pardo a CEMIG é a concessionária que atende a maioria dos municípios, cerca de 70%. O setor industrial aparece como maior consumidor de energia elétrica da região correspondente a 51,3% da energia consumida na bacia, seguido do setor residencial, com 23,5%. No município de Poços de Caldas estão localizadas cinco usinas geradoras de energia, com potência instalada total de aproximadamente 27 MW.

#### Usina Hidrelétrica Engenheiro Pedro Affonso Junqueira (Antas I)

Antas I, assim conhecida, foi a primeira usina construída em Poços de Caldas. Possui seis geradores de energia, alguns com mais de cem anos de fabricação e em perfeito funcionamento. Atualmente, o DME (Departamento Municipal de Eletricidade) está concluindo a reforma e ampliação da usina, implantando mais uma unidade hidrogeradora. Esta ampliação visa o

aumento na produção de energia elétrica, ampliando a capacidade instalada para 8,8 MW.

#### **Pequena Central Hidrelétrica Ubirajara Machado de Moraes (Véu das Noivas)**

Conhecida como Véu das Noivas por se localizar na cascata Véu das Noivas no Rio das Antas, esta usina foi construída na década de 80 em função da necessidade de aumentar a produção de energia na região. Juntamente com a construção da central, foi elaborado um Manual de Pequenas Centrais Hidrelétricas pela Eletrobrás, tendo como modelo a PCH Ubirajara Machado de Moraes.

#### **Minicentral Hidrelétrica José Togni (Bortolan)**

Esta usina, também construída na década de 80, obteve reconhecimento internacional por se tornar a primeira central brasileira a utilizar turbina Bulbo “S” de dupla regulação. É uma hidrelétrica que apresenta grande simplicidade de operação e manutenção e assegura elevados rendimentos, gerando maior potência com menos água em toda faixa de operação.

#### **Usina Hidrelétrica Walther Rossi (Antas II)**

A Usina Hidrelétrica de Walther Rossi, conhecida como Antas II se destaca por ser a hidrelétrica brasileira que possui a menor área inundada por KW instalado no Brasil. É a maior hidrelétrica da cidade de Poços de Caldas com 16,5 MW de potência total instalada e que, quando inaugurada em 1998, quase triplicou o fornecimento de energia no município.

#### **Usina Hidrelétrica Padre Carlos (Usina do Rolador)**

A Usina Hidrelétrica Padre Carlos, conhecida como Usina do Rolador está localizada nas margens do Rio Lambari no município de Poços de Caldas, tem capacidade para produzir 7,8 MW e foi

inaugurada em 2004. A usina opera com três turbinas hidráulicas Francis Horizontal Dupla de 2,6 MW de potência.

#### **Usina Hidrelétrica de Caconde**

Teve suas obras iniciadas em 1958 e era conhecida como Usina Graminha, mas em 1996 foi nomeada Usina Caconde em homenagem a cidade de Caconde. A usina possui uma potência instalada de 80,40 MW e está localizada no estado de São Paulo, porém, parte do reservatório encontra-se no estado de Minas Gerais, mais especificamente, na Unidade de Gestão GD6.

#### **Usina Hidrelétrica de Jacutinga**

A Usina Hidrelétrica de Jacutinga está localizada na cidade de Jacutinga Minas Gerais e sua barragem, que está localizada no rio Mogi-Guaçu, possui altura máxima de 8m e comprimento total de 100m. A empresa que detém a concessão é a CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) e a potência instalada na usina é de 0,72 MW, fornecida por apenas uma unidade geradora.

#### **6.3.9 Reservatórios**

A região de Poços de Caldas apresenta três represas que, juntas, armazenam um volume total de aproximadamente 40 milhões m<sup>3</sup> de água. São de suma importância para a região e desempenham diversos finalidades/ usos múltiplos, tais como, turismo, regularização, controle de enchentes, captação, entre outros.

#### **Represa Saturnino de Brito**

Primeiro barramento de controle de enchentes construído e operado no Brasil. Foi inaugurada em 1936 com capacidade de armazenamento de 246680m<sup>3</sup> de água, que é utilizada como abastecimento de água para a população de Poços de Caldas.

### **Represa Bortolan**

Inaugurada em 1956 com capacidade para armazenar um volume aproximado de sete milhões m<sup>3</sup> de água. É a principal represa do município de Poços de Caldas e um dos pontos turísticos mais visitados.

### **Represa Lindolpho Pio da Silva Dias (Barragem do Cipó)**

Represa do Cipó, como ficou conhecida, fica localizada junto ao ribeirão do Cipó/rio das

Antas/rio Pardo, afluentes do rio Grande. Foi inaugurada em 1999 com a finalidade de regularizar a vazão do rio das Antas, bem como a captação de água para tratamento. É uma obra do Departamento Municipal de Eletricidade (DME) de Poços de Caldas, que obedece a todas as exigências dos órgãos de controle ambiental, onde, ao longo da represa, foram plantadas 70 mil árvores. É também a maior e mais nova represa da cidade de Poços de Caldas com capacidade aproximada de 32 milhões de metros cúbicos de água.

# 7 DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL

## 7.1 Seleção dos Dados

O conhecimento adequado do comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é essencial para a sua gestão. Desta forma são necessários estudos que mostrem a variabilidade temporal e espacial dos indicadores

ambientais. O presente estudo visa determinar de forma quantitativa a disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica da Unidade de Gestão GD6. No início do estudo foi realizada uma pesquisa para a obtenção de todos os Postos fluviométricos localizados dentro das áreas de influência da Unidade de Gestão GD6 (Tabela 19).

**Tabela 19 - Postos Fluviométricos na área de influência da Unidade de Gestão GD6.**

| NOME                  | RESPONSÁVEL | CÓDIGO   |
|-----------------------|-------------|----------|
| Congonhal             | ANA         | 61389000 |
| Usina Congonhal       | ANA         | 61463000 |
| Cachoeira Poço Fundo  | ANA         | 61565000 |
| Fazenda do Porto      | ANA         | 61585000 |
| Usina Muzambinho      | ANA         | 61605000 |
| Fazenda Carvalhais    | ANA         | 61770000 |
| Beira de Santa Rita   | ANA         | 61800500 |
| Granja Bela Vista     | ANA         | 61801500 |
| Cachoeira do Carmo    | ANA         | 61802500 |
| Alcominas             | ANA         | 61803000 |
| Barreira Fiscal       | ANA         | 61805000 |
| Usina Poços de Caldas | ANA         | 61807000 |
| Vila Cruz             | ANA         | 61807300 |
| Córrego D'antas       | ANA         | 61807400 |

Tabela 19 (Cont.) - Postos Fluviométricos na área de influência da Unidade de Gestão GD6.

| NOME                                      | RESPONSÁVEL | CÓDIGO   |
|---|-------------|----------|
| Guaxupé                                   | ANA         | 61815000 |
| Usina Guaranésia                          | ANA         | 61824000 |
| Usina Santa Teresa                        | ANA         | 61860000 |
| Inconfidentes                             | ANA         | 61861000 |
| Ponte Preta                               | ANA         | 61864000 |
| Jacutinga                                 | ANA         | 61865000 |
| Usina Ouro Fino                           | ANA         | 61868000 |
| Lindóia                                   | ANA         | 61879000 |
| São João da Boa Vista                     | ANA         | 61895000 |
| Abaixo Cascata das Antas                  | AES         | 61807002 |
| Abaixo Caconde                            | AES         | 61812000 |
| Cachoeira do Carmo                        | AES         | 61802502 |
| Abaixo Cascata das Antas                  | AES         | 61807001 |
| Sítio Marangone                           | AES         | 61874000 |
| Duas Pontes                               | AES         | 61880000 |
| Cascata                                   | CEMIG       | 61807080 |
| UHE Jacutinga                             | CEMIG       | 61873600 |
| Bom Jesus - BJE                           | CESP        | 61811000 |
| Carrapatos - Jusante - CJS                | CESP        | 61814000 |
| Sítio Cachoeira Boa Vista - SCV           | CESP        | 61816000 |
| Sítio São Gabriel                         | CESP        | 61869100 |
| Sítio São Gabriel                         | CESP        | 61869100 |
| Rio Mogi-guaçu                            | CETESB      | 61869150 |
| PCH São Sebastião Jusante                 | CLFC        | 61823000 |
| UHE Eloy Chaves - Jusante                 | CPFL        | 61872000 |
| PCH Antas I (DME)                         | DMEPC       | 61806080 |
| PCH Rolador                               | DMEPC       | 61808000 |
| Ribeirão das Antas (jus. Poços de Caldas) | IGAM        | 61807001 |

Após a análise dos dados registrados nestes postos concluiu-se que muitos não possuíam a quantidade de informações necessárias para o estudo em questão. Desta forma, os seguintes critérios foram usados para a seleção dos postos utilizados neste estudo, os quais estão listados na

Tabela 20 e cuja localização está ilustrada na Figura 21:

- ✓ Postos cujos dados passaram por análise de consistência, minimizando possíveis erros;
- ✓ Série de dados com pelo menos trinta anos de observações;
- ✓ Posto atualmente em operação.

**Tabela 20 - Postos selecionados na Unidade de Gestão GD6.**

| NOME - MG             | CÓDIGO   |
|-----------------------|----------|
| Fazenda Carvalhais    | 61770000 |
| Beira de Santa Rita   | 61800500 |
| Guaxupé               | 61815000 |
| Inconfidentes         | 61861000 |
| Jacutinga             | 61865000 |
| Lindóia               | 61879000 |
| São João da Boa Vista | 61895000 |

Obtidos os mapas de relevo, declividade, e pluviosidade de toda a região da Unidade de Gestão GD6, foram gerados mapas das bacias referentes às estações fluviométricas selecionadas a partir do georreferenciamento dos postos. A

área de drenagem estimada para os respectivos postos aproximaram-se dos valores apresentados no banco de dados HIDROWEB, conforme a Tabela 21, o que confirma os cálculos.

**Tabela 21 - Comparação dos valores de áreas de drenagem dos pontos selecionados.**

| NOME - MG             | ÁREA DE DRENAGEM CALCULADA (km <sup>2</sup> ) | ÁREA DE DRENAGEM ANA |
|-----------------------|---|----------------------|
|                       |   | (km <sup>2</sup> )   |
| Fazenda Carvalhais    | 224,8   | 227,0                |
| Beira de Santa Rita   | 358,5   | 356,0                |
| Guaxupé               | 75,0  | 73,0                 |
| Inconfidentes         | 461,4   | 462,0                |
| Jacutinga             | 914,3   | 918,0                |
| Lindóia               | 1169,1  | 1115,0               |
| São João da Boa Vista | 622,8   | 619,0                |

Utilizando os mapas gerados foi possível ainda obter os dados referentes ao comprimento do maior rio, declividade média (%), declividade média do rio principal (m/m), e precipitação média

para cada uma das bacias referentes às estações fluviométricas escolhidas. A Tabela 22 apresenta os resultados finais.

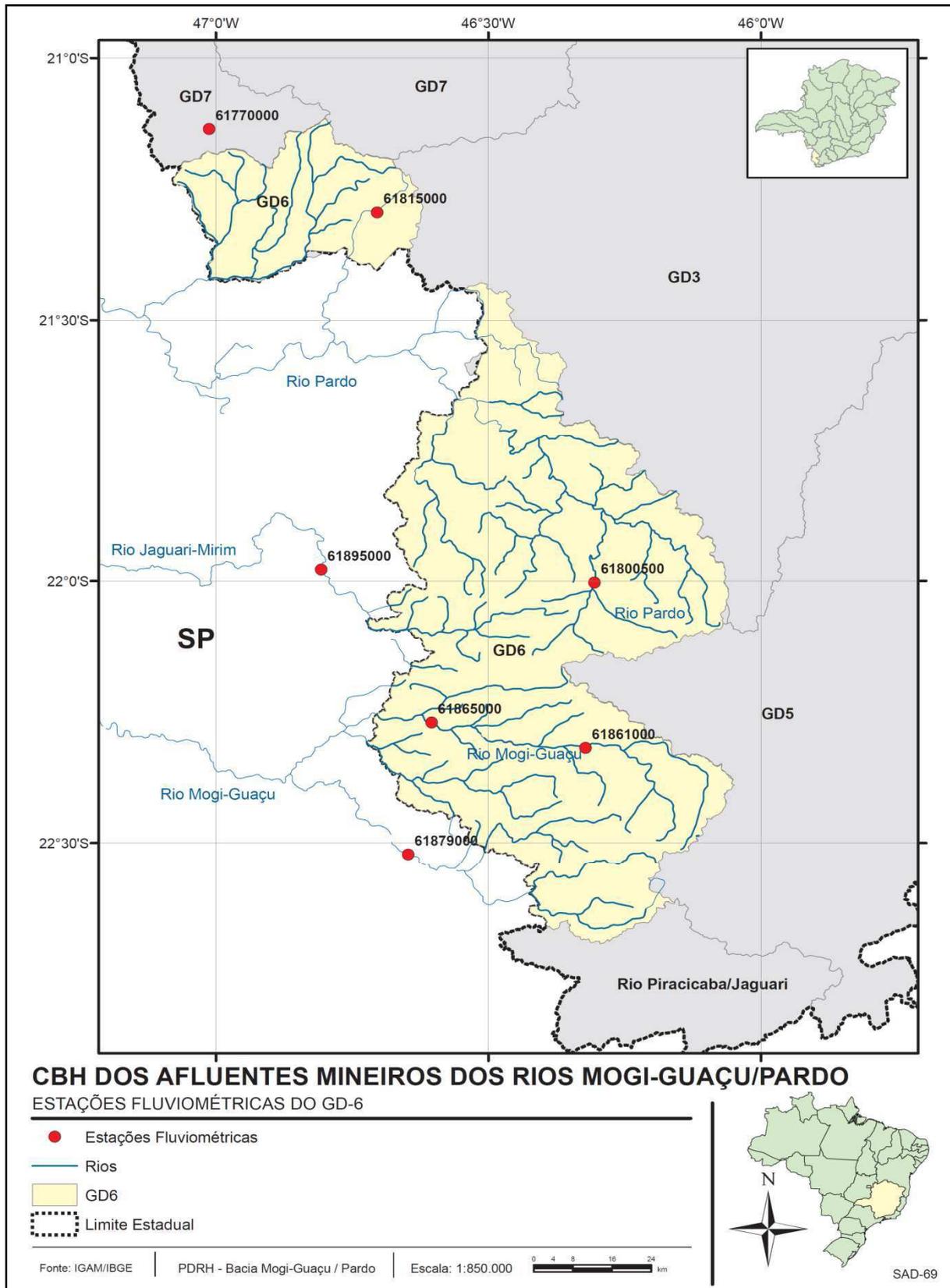


Figura 21 - Postos Fluviométricos selecionados na Unidade de Gestão GD6.

Tabela 22: Dados principais obtidos dos postos pluviométricos selecionados.

| NOME DO POSTO<br>RESPONSÁVEL - CÓDIGO   | COMPRIMENTO DO<br>RIO PRINCIPAL (Km) | DECLIVIDADE DO<br>RIO PRINCIPAL<br>(m/m) | DECLIVIDADE<br>MÉDIA (%) | ÁREA DE<br>DRENAGEM<br>(km <sup>2</sup> ) | VAZÃO<br>MÉDIA<br>(m <sup>3</sup> /s) | PLUVIOSIDADE<br>MÉDIA (mm) | LATITUDE<br>(°) | LONGITUDE<br>(°) | PERÍODO DE<br>DADOS  |
|---|--------------------------------------|--|--------------------------|---|---------------------------------------|----------------------------|-----------------|------------------|----------------------|
| Fazenda Carvalhais<br>ANA - 61770000    | 27,72                                | 0,00484                                  | 12,82                    | 227                                       | 4,2526                                | 1595                       | -21:8:7         | -46:0:45         | 01/1946 -<br>09/2006 |
| Beira de Santa Rita<br>ANA - 61800500   | 23,04                                | 0,00517                                  | 24,34                    | 356                                       | 8,0364                                | 1560                       | -21:0:11        | -46:18:20        | 07/1937 -<br>09/2006 |
| Guaxupé<br>ANA - 61815000               | 9,52                                 | 0,01513                                  | 24,41                    | 73  | 1,3464                                | 1521                       | -21:17:39       | -46:42:15        | 08/1966 -<br>09/2006 |
| Inconfidentes<br>ANA - 61861000         | 47,16                                | 0,00912                                  | 24,97                    | 462                                       | 10,345                                | 1465                       | -21:19:6        | -46:19:19        | 07/1966 -<br>09/2006 |
| Jacutinga<br>ANA - 61865000             | 84,82                                | 0,00547                                  | 22,80                    | 918                                       | 18,578                                | 1482                       | -21:16:12       | -46:36:15        | 11/1966 -<br>09/2006 |
| Lindóia<br>ANA - 61879000               | 71,47                                | 0,01119                                  | 21,70                    | 1115                                      | 23,798                                | 1507                       | -22:31:21       | -46:36:51        | 07/1966 -<br>01/2007 |
| São João da Boa Vista<br>ANA - 61895000 | 68,98                                | 0,00397                                  | 15,28                    | 619                                       | 12,11                                 | 1644                       | -21:58:45       | -46:48:25        | 04/1944 -<br>12/2007 |

## 7.2 Determinação da Vazão Mínima de Referência com base em Séries observadas

De acordo com a Portaria Administrativa Nº 010/98 do IGAM, no estado de Minas Gerais, até que se estabeleçam as diversas vazões de referência para cada bacia hidrográfica, será adotada como tal a vazão Q<sub>7,10</sub> (vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de recorrência), para concessão de outorgas de uso da água. O procedimento para determinação dessa vazão a partir de séries observadas é composto dos seguintes passos:

1. Obter a série de vazões diárias para o local de interesse;
2. Ordenar os valores de vazões diárias em ordem cronológica;
3. Calcular a média móvel de 7 dias da série de vazões ordenada;
4. Selecionar, da série da média móvel, o valor mínimo de cada ano (um valor para cada ano). Nesse caso deve-se considerar que o ano refere-se ao período de 12 meses em que ocorra somente um período de estiagem. Para as regiões Sul e Sudeste do Brasil, esse período de 12 meses coincide com o ano civil (jan a dez);
5. Obtida a série de valores mínimos, ordenar os valores em ordem crescente;
6. Calcular a probabilidade acumulada e o tempo de retorno para cada valor da série de mínimos, ou seja, a distribuição empírica;
7. Plotar o gráfico de vazão por tempo de retorno;
8. Determinar a vazão mínima média de 7 dias com tempo de retorno de 10 anos (por interpolação). No caso da vazão Q<sub>7,10</sub>, normalmente não é necessário ajustar uma distribuição teórica de probabilidades, porque geralmente o valor procurado está entre os

valores calculados, não necessitando de extrapolações.

De acordo com o procedimento citado acima, A Tabela 23 resume os valores encontrados para a vazão Q<sub>7,10</sub> em cada posto analisado.

Tabela 23 - Valores das vazões Q<sub>7,10</sub> para os postos selecionados.

| POSTO    | Q <sub>7,10</sub> |
|----------|-------------------|
| 61770000 | 0,407             |
| 61800500 | 1,065             |
| 61815000 | 0,165             |
| 61861000 | 2,855             |
| 61865000 | 4,200             |
| 61879000 | 5,745             |
| 61895000 | 2,322             |

## 7.3 Determinação da Vazão Mínima de Referência com base nos Deflúvios superficiais

Para o estabelecimento das outorgas, o IGAM utiliza a publicação DEFALÚVIOS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS, desenvolvido no ano de 1993 pela Hidrossistemas (HIDROSSISTEMAS, 1993). Essa publicação consiste da regionalização das vazões para todo o estado de Minas Gerais, através do estabelecimento regiões com comportamento hidrológico homogêneo. Para essas regiões são determinadas correlações com as características físicas da bacia, tal como a área de drenagem, que permitem estimar vazões de referência para diferentes finalidades. Desta forma, foram confeccionados mapas capazes de fornecer estimativas dos rendimentos característicos para todo território estadual.

Conhecendo o rendimento característico (l/s.km<sup>2</sup>) através do mapa de rendimento específico médio mensal de contribuições mínimas unitárias com 10 anos de recorrência, e a área de drenagem (km<sup>2</sup>) da bacia hidrográfica controlada

pela seção de interesse, pode-se estimar a vazão característica (l/s), conforme a Equação 1.

$$Q_{M,10} = Re_{M,10} \cdot Ad \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

$Q_{M,10}$  - vazão mínima de duração mensal e recorrência decenal;

$Ad$  - área de drenagem controlada pelo ponto de captação;

$Re_{M,10}$  - Rendimento específico mínimo de duração mensal e recorrência decenal.

Devido a homogeneidade das bacias da Unidade de Gestão GD6 os rendimentos específicos obtidos são de aproximadamente 7,0 (l/s.km<sup>2</sup>) para as áreas de drenagem relativas a

cada posto selecionado. A vazão  $Q_{7,10}$ , é obtida pela Equação 2.

$$Q_{7,10} = \frac{F_{7,10} \cdot Q_{M,10}}{1000} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

$F_{7,10}$  - fator de proporção;

$Q_{M,10}$  - vazão mínima de duração mensal e recorrência decenal.

Para as áreas de estudo, a tipologia regional homogênea corresponde a um número para a qual os fatores de proporção são obtidos por tabelas. A Tabela 24 traz os valores encontrados.

Tabela 24 - Tipologia da região dos postos e os respectivos fatores de referência.

| POSTO                 | TIPOLOGIA | $\alpha$ | $\beta$  | $\gamma$ |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| Fazenda Carvalhais    | 221       | 0,500785 | 0,392361 | 1,006300 |
| Beira de Santa Rita   | 221       | 0,500785 | 0,392361 | 1,006300 |
| Guaxupé               | 221       | 0,500785 | 0,392361 | 1,006300 |
| Inconfidentes         | 111       | 0,482396 | 0,415234 | 1,005878 |
| Jacutinga             | 111       | 0,482396 | 0,415234 | 1,005878 |
| Lindóia               | 111       | 0,482396 | 0,415234 | 1,005878 |
| São João da Boa Vista | 221       | 0,500785 | 0,392361 | 1,006300 |

O parâmetro  $F_{7,10}$ , é obtido pelo seguinte equacionamento (Equação 3): Observe-se que como o período  $T = 10$ , o  $\log T = 1$ , portanto a equação final para  $F_{7,10}$  será (Equação 4). Por sua

vez, a Tabela 25 apresenta os valores calculados referentes a cada área de atuação dos postos fluviométricos.

$$F_{D,T} = (\alpha + \beta \cdot \gamma^D) \cdot (\log T)^{-(r \cdot \log T + s) \cdot D} \cdot D^{(m+n \cdot \log^2 T)} \quad \text{Equação 3}$$

$$F_{D,T} = (\alpha + \beta \cdot \gamma^D) \quad \text{Equação 4}$$

Tabela 25 - Cálculo dos valores da vazão  $Q_{7,10}$  por HIDROSSISTEMAS (1993).

| POSTO                 | CÓDIGO   | ÁREA DE DRENAGEM (km <sup>2</sup> ) | RENDIMENTO ESPECÍFICO (Re) (l/s.km <sup>2</sup> ) | $Q_{10-M}$ (l/s) | $F_{7-10}$ | $Q_{7,10}$ (m <sup>3</sup> /s) |
|-----------------------|----------|-------------------------------------|---|------------------|------------|--------------------------------|
| Fazenda Carvalhais    | 61770000 | 227                                 | 7   | 1589             | 0,91078    | 1,44723                        |
| Beira de Santa Rita   | 61800500 | 356                                 | 7   | 2492             | 0,91078    | 2,26966                        |
| Guaxupé               | 61815000 | 73                                  | 7   | 511              | 0,91078    | 0,46541                        |
| Inconfidentes         | 61861000 | 462                                 | 7   | 3234             | 0,91502    | 2,95917                        |
| Jacutinga             | 61865000 | 918                                 | 7   | 6426             | 0,91502    | 5,87992                        |
| Lindóia               | 61879000 | 1115                                | 7   | 7805             | 0,91502    | 7,14173                        |
| São João da Boa Vista | 61895000 | 619                                 | 7   | 4333             | 0,91078    | 3,94641                        |

#### 7.4 Equações Regionais

Foram escolhidas cinco características físicas para servirem de possíveis variáveis explicativas na regionalização da  $Q_{7,10}$ . Essas características são

referentes a cada uma das sub-bacias contribuintes dos sete postos utilizados no cálculo da  $Q_{7,10}$ , e são apresentadas na Tabela 26.

Tabela 26 - Vazão  $Q_{7,10}$  e variáveis explicativas.

| CÓDIGO   | COMPRIMENTO DO RIO PRINCIPAL (km) | DECLIVIDADE DO RIO PRINCIPAL (%) | DECLIVIDADE MÉDIA (%) | ÁREA DE DRENAGEM (km <sup>2</sup> ) | PLUVIOSIDADE MÉDIA (mm) |
|----------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| 61770000 | 27.702                            | 0.00484                          | 12.820                | 224.8                               | 1595                    |
| 61800500 | 23.035                            | 0.00517                          | 24.340                | 358.4                               | 1560                    |
| 61815000 | 9.518                             | 0.01513                          | 24.410                | 74.9                                | 1521                    |
| 61861000 | 47.159                            | 0.00912                          | 24.970                | 461.4                               | 1465                    |
| 61865000 | 84.816                            | 0.00547                          | 22.798                | 914.3                               | 1482                    |
| 61879000 | 71.471                            | 0.01119                          | 21.680                | 1116.0                              | 1507                    |
| 61895000 | 68.977                            | 0.00397                          | 15.280                | 622.8                               | 1644                    |

A partir dos valores presentes na Tabela 27, foi utilizada a regressão linear simples e múltipla, relacionando sempre a Q<sub>7,10</sub> com uma ou mais variáveis explicativas a fim de se obter a função com o melhor coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) para a regionalização. Entre as regressões simples os melhores coeficientes foram obtidos para a área de drenagem e para o comprimento do rio principal, 0,943 e 0,741, respectivamente. Os demais coeficientes não superaram 0,20.

Portanto, testou-se somente a regressão múltipla para  $Q_{7,10} = F(A, L)$ , ou seja, área de

drenagem e comprimento do rio principal como variáveis explicativas da Q<sub>7,10</sub>. A Tabela 27 resume os valores dos coeficientes de determinação para cada regressão realizada, bem como suas equações. É importante observar que no caso das regressões múltiplas o que deve ser analisado é o valor do R<sup>2</sup> ajustado. Como o melhor valor de R<sup>2</sup> foi obtido na regressão simples com a área de drenagem (Ad), somente a área de drenagem foi adotada como variável explicativa.

**Tabela 27 - Resultados das regressões lineares testadas.**

| VARIÁVEL                            | EQUAÇÃO                                | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> - AJUSTADO |
|-------------------------------------|--|----------------|---------------------------|
| Comprimento do Rio Principal (km)   | $Q_{7,10} = 0,0622L - 0,5635$          | 0,7414         | ----                      |
| Declividade do Rio Principal (m/m)  | $Q_{7,10} = 10,719Z + 2,3102$          | 0,0005         | ----                      |
| Declividade Média (%)               | $Q_{7,10} = 0,0845Zm + 0,6278$         | 0,0399         | ----                      |
| Área de Drenagem (km <sup>2</sup> ) | $Q_{7,10} = 0,0054Ad - 0,4953$         | 0,9433         | ----                      |
| Pluviosidade Média (mm)             | $Q_{7,10} = -0,0141P + 24,174$         | 0,1954         | ----                      |
| Área e Comprimento                  | $Q_{7,10} = 0,006A - 0,00956L - 0,399$ | 0,9463         | 0,9195                    |

Dessa forma, procurou-se determinar a melhor curva de regressão entre a área e vazão de referência. A Figura 22 e Figura 23 mostram os gráficos dos ajustes lineares e de potência respectivamente. Essas figuras também fornecem o valor do R<sup>2</sup> e a equação de regressão. Observa-se que o melhor ajuste é obtido com a equação tipo potência.

As vazões de referência obtidas a partir do método publicado por Hidrossistemas (1993) tendem a ser superestimadas se comparadas às obtidas a partir das séries hidrológicas dos postos fluviométricos, como confirma a Figura 24.

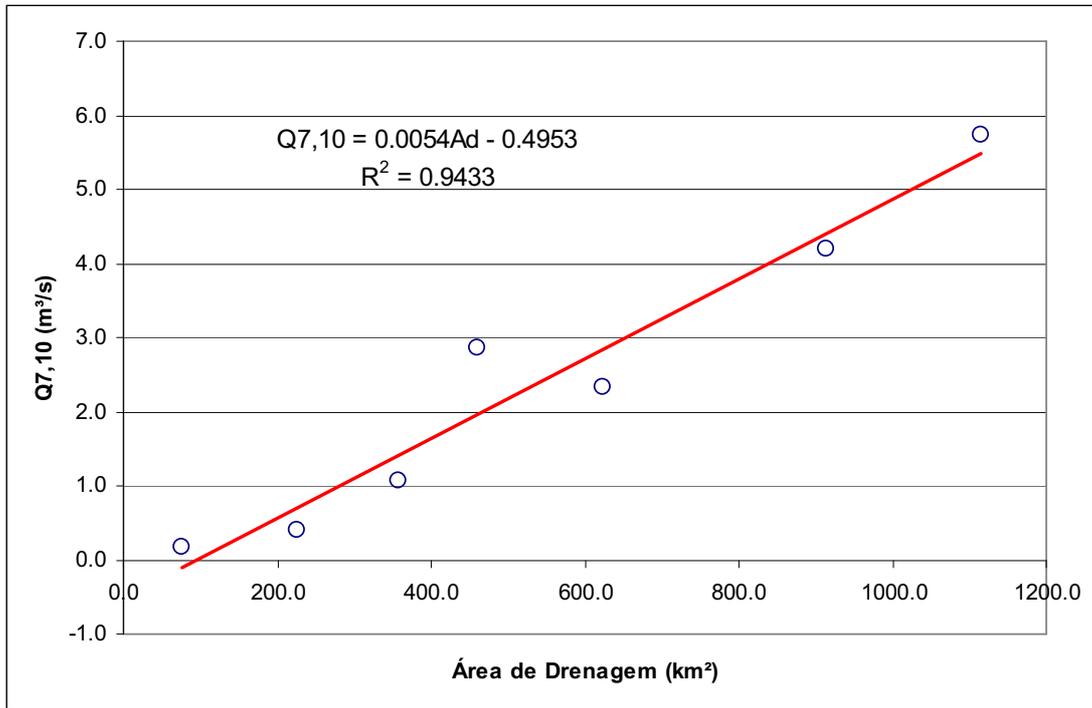


Figura 22 - Função regional tipo linear.

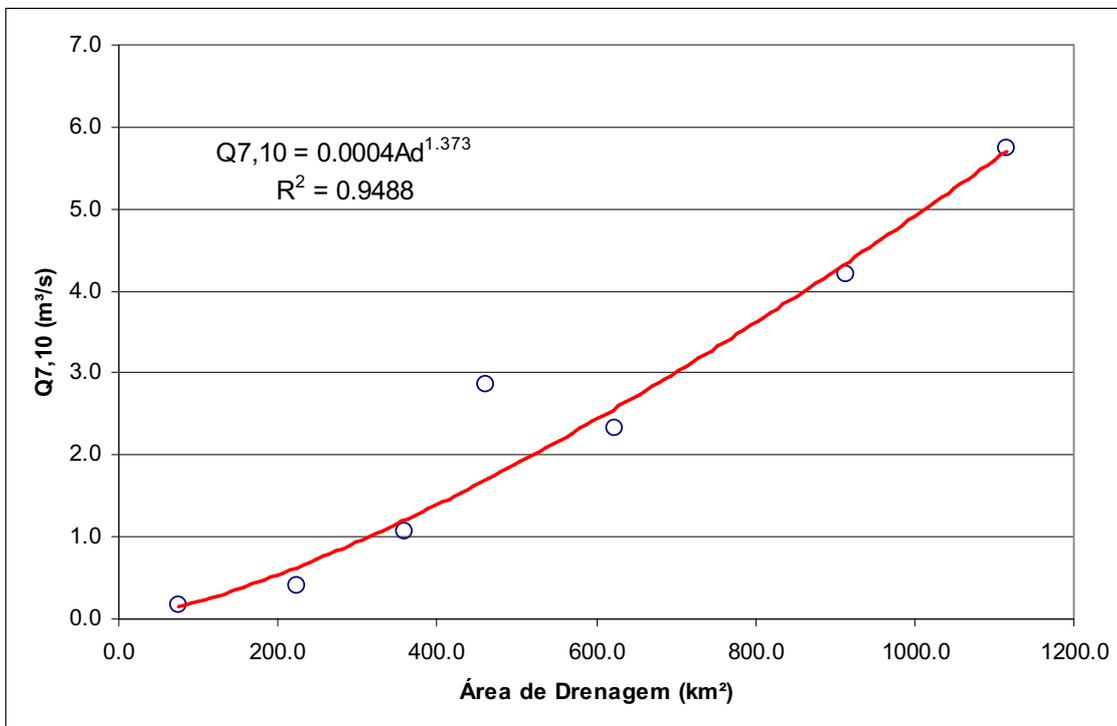


Figura 23 - Função regional tipo potência.

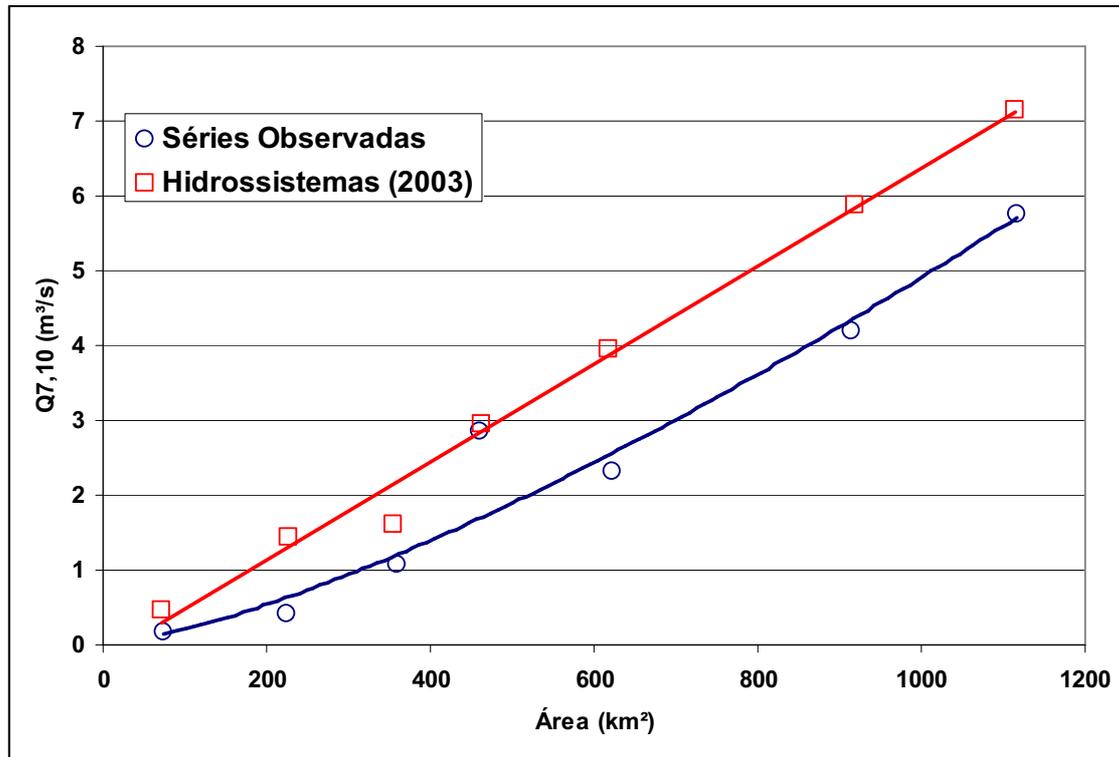


Figura 24 - Comparação entre os métodos de estimativa.

#### 7.4.1 Balanço da Disponibilidade Hídrica Superficial

Conforme se observa, a equação regional de Hidrossistemas (1993) tende a superestimar os valores da Q7,10, se comparada com a equação obtida a partir dos dados dos postos regionais. Essa característica da equação ocorre devido à baixa representatividade dos postos usados na área da Unidade de Gestão e ao fato dos estudos estarem desatualizados. Dessa forma, a estimativa da vazão de referência para a Unidade de Gestão GD6 através dos resultados de Hidrossistemas (1993) pode mascarar os resultados referentes a possíveis áreas de conflito, que não serão identificadas.

A fim de confrontar a disponibilidade e a demanda da Unidade de Gestão GD6 optou-se por dividir a área em sub-bacias, conforme apresentado na Figura 25. Nessa figura também são apresentadas as localizações das outorgas em vigor na bacia, conforme o banco de dados a que pertencem. No total foram selecionadas 13 sub-bacias, cujo rio principal correspondente encontra-se expresso na Tabela 28. Conforme já mencionado, as equações utilizadas para a regionalização da vazão mínima de referência baseiam-se na área de drenagem (Ad) como variável explicativa.

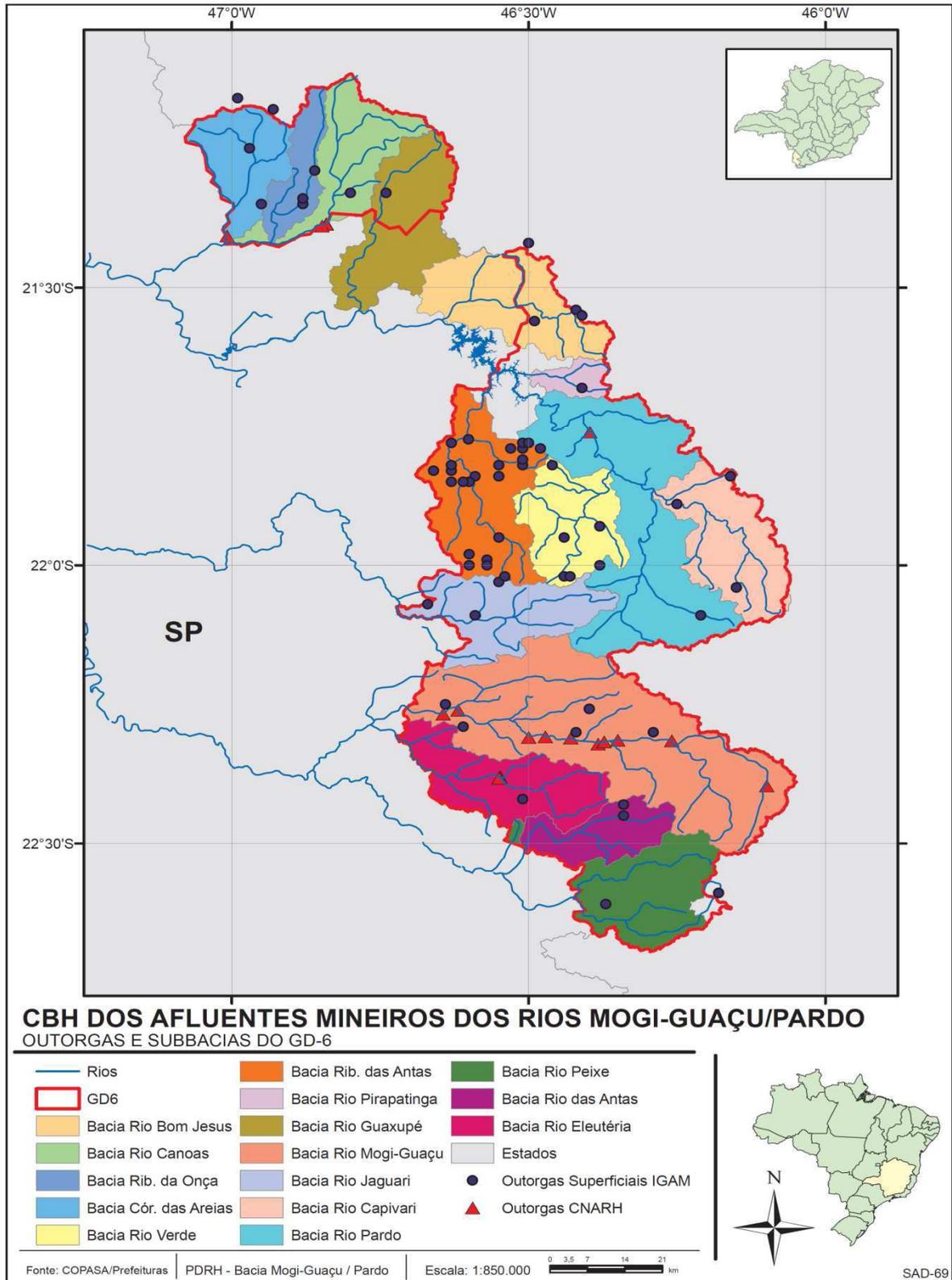


Figura 25 - Distribuição das outorgas e sub-bacias selecionadas na Unidade de Gestão GD6.

Tabela 28 - Rios principais das sub-bacias selecionadas.

| BACIA | RIO PRINCIPAL        | Nº OUTORGAS | VAZÃO TOTAL OUTORGADA (m³/s) |
|-------|----------------------|-------------|------------------------------|
| 1     | Córrego das Areias   | 2           | 0,079                        |
| 2     | Ribeirão da Onça     | 2           | 0,127                        |
| 3     | Rio Canoas           | 1           | 0,021                        |
| 4     | Rio Canoas           | 9           | 0,388                        |
| 5     | Ribeirão Pirapetinga | 1           | 0,030                        |
| 6     | Rio Pardo            | 11          | 0,072                        |
| 7     | Ribeirão das Antas   | 15          | 0,490                        |
| 8     | Ribeirão de Poços    | 9           | 0,183                        |
| 9     | Jaguari-Mirim        | 2           | 0,011                        |
| 10    | Rio Mogi-Guaçu       | 15          | 0,205                        |
| 11    | Rio Eleutério        | 4           | 0,031                        |
| 12    | Rio das Antas        | 2           | 0,020                        |
| 13    | Rio do Peixe         | 1           | 0,004                        |

Desta forma, portanto, determinaram-se as áreas de cada uma das sub-bacias e, a partir dessas áreas, estimaram-se as vazões de referência para os exutórios. Os resultados das estimativas são apresentados na Tabela 29.

Nesta tabela também são apresentados os percentuais atualmente outorgados da vazão de referência nas sub-bacias analisadas. Nota-se que, dentre as 13 sub-bacias, apenas uma encontra-se com os percentuais acima de 30% em ambas as metodologias de regionalização. Trata-se da bacia da sub-bacia número 8, que corresponde ao Ribeirão de Poços. Esse ribeirão possui todo seu curso principal na cidade de Poços de Caldas, sendo um importante manancial de abastecimento. Observa-se que mesmo com a estimativa da vazão de referência pelo método

Hidrossistemas (1993) a bacia encontra-se com o atual limite de outorgas excedido, uma vez que as outorgas atuais correspondem a 35,67% da vazão Q7,10. Caso se utilize a estimativa da vazão apresentada nesse relatório, por ser mais representativa da realidade da Unidade de Gestão GD6, a vazão outorgada já excedeu 108% da vazão Q7,10.

No caso da sub-bacia número 7, correspondente ao Ribeirão das Antas, nota-se que em seu trecho mais crítico o limite de outorgas não se encontra excedido, de acordo com a estimativa por Hidrossistemas (1993), uma vez que o total outorgado corresponde a 20,35% da vazão Q7,10. No caso da estimativa com os Postos Regionais o limite estaria excedido, chegando a 35,49% da vazão Q7,10.

Tabela 29 - Balanço hídrico da disponibilidade hídrica superficial na Unidade de Gestão GD6: comparação entre metodologias de regionalização.

| BACIA | Ad (KM <sup>2</sup> ) | DADOS DOS POSTOS                      |               | HIDROSSISTEMAS                        |              |
|-------|-----------------------|---------------------------------------|---------------|---------------------------------------|--------------|
|       |                       | Q <sub>7,10</sub> (m <sup>3</sup> /s) | % Outorgada   | Q <sub>7,10</sub> (m <sup>3</sup> /s) | % Outorgada  |
| 1     | 224,85                | 0,678                                 | 11,58         | 1,431                                 | 5,48         |
| 2     | 173,58                | 0,475                                 | <b>26,72</b>  | 1,103                                 | <b>11,51</b> |
| 3     | 306,73                | 1,038                                 | 2,02          | 1,955                                 | 1,07         |
| 4     | 1140,86               | 6,304                                 | 6,16          | 7,294                                 | 5,32         |
| 5     | 72,36                 | 0,143                                 | 20,99         | 0,455                                 | 6,59         |
| 6     | 1673,18               | 10,666                                | 0,68          | 10,701                                | 0,67         |
| 7     | 377,50                | 1,381                                 | <b>35,49</b>  | 2,408                                 | <b>20,35</b> |
| 8     | 81,37                 | 0,168                                 | <b>108,97</b> | 0,513                                 | <b>35,67</b> |
| 9     | 491,18                | 1,982                                 | 0,56          | 3,136                                 | 0,35         |
| 10    | 1263,12               | 7,250                                 | 2,83          | 8,076                                 | 2,54         |
| 11    | 363,32                | 1,310                                 | 2,38          | 2,318                                 | 1,34         |
| 12    | 228,36                | 0,693                                 | 2,93          | 1,454                                 | 1,40         |
| 13    | 227,35                | 0,688                                 | 0,60          | 1,447                                 | 0,28         |

Sobre a bacia do Ribeirão das Antas, é importante destacar que foi oficialmente declarada em estado de conflito pelo IGAM no início do ano de 2009. A motivação para a declaração surgiu no primeiro semestre de 2008, por ocasião do pedido de renovação de outorga da Empresa Danone S.A., empresa instalada no município de Poços de Caldas, quando se constatou que o limite de outorgas para sua seção de captação havia sido excedido. Desde então não foram concedidas novas outorgas na bacia. Constata-se que atualmente a bacia não se

encontra mais em estado de conflito, considerando a estimativa da vazão Q<sub>7,10</sub> pelo método Hidrossistemas (1993), oficialmente utilizado como controle da vazão outorgada no estado de Minas Gerais. Em relação às demais sub-bacias, merece destaque o Ribeirão da Onça, localizado entre os municípios de Monte Santos de Minas e Guaranésia. Embora não esteja com limite excedido pelos dois métodos, o percentual de vazão outorgável já se encontra bastante elevado em relação às demais sub-bacias.

# 8 DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA

## 8.1 Águas Subterrâneas

A água subterrânea é a componente do ciclo hidrológico que infiltra nos solos, ocupando todos os espaços vazios de uma formação geológica, dando origem aos aquíferos. Em geral apresenta boa qualidade, fazendo com que seja uma componente importante para o abastecimento público.

O escoamento dentro do solo ocorre em duas principais camadas denominadas meio não saturado, que é a zona próxima à superfície onde o solo não é saturado de água (esta escoar por percolação até o meio saturado ou de volta à superfície e tal escoamento é denominado escoamento sub-superficial), e meio saturado, sendo a parcela de solo saturado de água que se localiza imediatamente abaixo do meio não saturado ou de algumas camadas de solos permeáveis ou semi-permeáveis. Neste último, o escoamento é denominado escoamento subterrâneo e o seu volume saturado é denominado aquífero.

Um aquífero pode ser definido como uma formação geológica capaz de armazenar água, suprindo poços e nascentes. Tais formações possuem duas características fundamentais: a

capacidades de armazenamento e de escoamento de água subterrânea (Foster et al, 2003).

Os tipos aquíferos mais comuns de ocorrência na Unidade de Gestão GD6 serão citados a seguir:

- ✓ Aluvião: os depósitos de aluvião formados pelos sedimentos erodidos e transportados nas chuvas torrenciais localizam-se em locais favoráveis a recarga nos talvegues e nos leitos de rios, riachos e lagoas;
- ✓ Rocha sedimentar – arenito: rochas formadas pela compactação e cimentação de areias formam aquíferos regionais que armazenam uma grande quantidade de água potável. Sua condutividade hidráulica em geral é elevada, garantindo condições de um bom aquífero. Se o arenito se apresentar fraturado, a contribuição das fraturas para o armazenamento e o transporte da água aumenta suas propriedades aquíferas.
- ✓ Cristalino: as rochas ígneas e metamórficas apresentam porosidade primária extremamente baixa. No entanto, em regiões com rocha fraturada, o acúmulo de água é significativo formando o aquífero fissural. O sucesso na locação de um poço em região cristalina depende de se conseguir localizar domínios fraturados.

A crescente preferência pelo uso desses recursos hídricos, nos mais diversos tipos de usos, se deve ao fato de que, em geral, eles apresentam excelente qualidade. Entretanto, para proteger áreas superficiais, cuidados devem ser tomados com eventuais possibilidades de contaminação, tais como: devastação de cobertura vegetal, uso inadequado e desordenado do solo, utilização excessiva de agrotóxicos, super exploração que afeta os demais corpos armazenadores de água, obras de captação fora dos padrões e das normas técnicas, entre outras. No aquífero cárstico (em rochas carbonáticas) e no aquífero fissural o estudo da propagação de contaminantes deve levar em consideração a existência de caminhos preferenciais que podem propagar plumas de poluentes rapidamente para dentro do aquífero.

Neste sentido, o conhecimento da hidrogeologia da Bacia é um elemento essencial para a gestão integrada dos recursos hídricos. Estudos hidrogeológicos têm como objetivo determinar o potencial e as disponibilidades hídricas subterrâneas, caracterizar a qualidade das águas e sua adequação frente às diversas utilizações e apresentar um quadro relativo ao uso atual destes recursos, bem como das possibilidades de aproveitamento futuro, prevenindo a superexploração.

Para a análise das condicionantes hidrogeológicas da Unidade de Gestão GD6 utilizou-se, como base principal, o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu, o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio das Velhas e os dados hidrogeológicos dos poços registrados em cada município da bacia, disponíveis no site oficial do Serviço Geológico do Brasil, CPRM, bem como dados no Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM).

## 8.2 Hidrogeologia Regional

Pela análise dos tipos litológicos existentes na área da Unidade de Gestão GD6 conclui-se que pode haver a ocorrência de apenas dois tipos de aquíferos na região: aquíferos granulares e fissurados.

Nos aquíferos granulares a água encontra-se armazenada nos poros das rochas e/ou solos, representados, na área, pelas coberturas indiferenciadas, pelos depósitos coluvionares e aluvionares, pelos solos de alteração das rochas metamórficas pré-Cambrianas e pelas rochas pertencentes a formação Pirambóia e ao grupo Itararé Indiviso, estes últimos relativos à Bacia do Paraná.

Já nos aquíferos fissurados, que é o tipo mais frequente na área das sub-bacias pela extensão das rochas cristalinas, a água se acumula ao longo de suas descontinuidades estruturais, como falhas e fraturas. Isso ocorre pelo fato da matriz rochosa possuir uma baixa porosidade, impossibilitando que a água infiltre e se acumule em seu interior. Tais aquíferos são compostos por rochas cristalinas, que possui o caráter intrusivo, do Planalto de Poços de Caldas, pelas rochas da Formação Serra Geral, cuja ocorrência é altamente restrita, e, por fim, pelas rochas pré-Cambrianas da Associação Barbacena.

Esta concorrência de água subterrânea em apenas dois tipos de aquíferos foi confirmada pela análise das outorgas de poços de bombeamento concedidas pelo IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas, nas quais pode-se observar ainda, que o número de aquíferos fissurados se sobressai de forma significativa diante dos aquíferos granulares.

Deve-se frisar que as águas minerais constituem o principal recurso mineral não-metálico existente na Unidade de Gestão GD6, estando vinculadas, direta ou indiretamente, às atividades econômicas básicas de alguns municípios, com destaque para as estâncias hidrotermais, como balneoterapia, destacando-se os municípios de Poços de Caldas e Caldas

(Pocinhos do Rio Verde). Do mesmo modo, estas áreas respondem por parcela considerável da produção nacional de água engarrafada, provenientes de dezenas de fontes frias exploradas nos municípios de Jacutinga, Monte Sião, Poços de Caldas, entre outros.

### 8.3 Disponibilidades Hídricas Subterrâneas na Unidade de Gestão GD6

A determinação da disponibilidade hídrica subterrânea depende das propriedades hidráulicas do aquífero, que definem a capacidade de produção dos poços, e da definição das reservas exploráveis, que corresponde ao volume anual passível de ser explorado sem causar efeitos indesejáveis, tais como diminuição da vazão de rios, abandono de poços por rebaixamento excessivo, dentre outros.

Os parâmetros hidráulicos, tais como a vazão máxima explorável, são parâmetros operacionais que apontam a capacidade de extração de água dos poços profundos, e não uma quantidade efetivamente disponível para uma exploração contínua e sustentável. Por isso, o reconhecimento das potencialidades de produção dos aquíferos não pode ser obtido apenas através das indicações destes parâmetros. Parte do volume de água deve ser mantida para a alimentação dos cursos d'água, em se tratando de aquífero livre drenante, surgindo, assim, os conceitos de reservas reguladoras e reservas exploráveis.

Na verdade, a determinação das reservas exploráveis de um aquífero deve levar em consideração a sua realidade única, dentro de um contexto não apenas físico, mas também socioeconômico. A gestão dos recursos hídricos deve satisfazer a um conjunto de objetivos associados aos diversos usos da água, envolvendo uma análise dos custos e benefícios, presentes e futuros, da utilização destes recursos. A

determinação da capacidade máxima de exploração abrange um conjunto de variáveis locais, que devem ser avaliadas caso a caso.

Em termos médios de longo período e em condições não influenciadas, admite-se que as entradas de água nos sistemas se igualam às descargas ou saídas, que em geral são responsáveis pelo fluxo de base dos cursos d'água. Teoricamente, uma exploração cujo volume se iguala à recarga total do sistema acabaria por influenciar o regime de vazões mínimas do escoamento superficial. Por este motivo, neste estudo admite-se que os recursos exploráveis representam apenas uma parcela das reservas reguladoras, a fim de garantir a manutenção de uma vazão mínima dos cursos d'água (Pinto & Martins Neto, 2001, citado por Ramos & Paixão).

Embora parâmetros como vazão máxima explorável e específica apontem a capacidade de extração de água dos poços profundos, e não uma quantidade efetivamente disponível para uma exploração contínua e sustentável, estes seguem apresentados para subsidiar uma melhor compreensão da utilização de águas subterrâneas na Unidade de Gestão GD6. As vazões dos poços, registrados em cada município da Unidade de Gestão GD6 e disponíveis no site oficial do Serviço Geológico do Brasil, CPRM, foram somadas e apresentadas na forma de mapas. A Figura 26 mostra a distribuição dos poços na bacia, com o tamanho de cada círculo relativo à soma das vazões dos poços de um mesmo município. A Tabela 30 e a