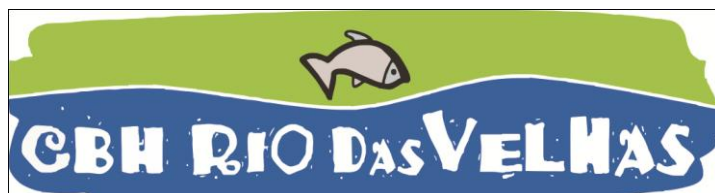


# PRODUTO 2: ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA DO RIO ITABIRITO

ATO CONVOCATÓRIO Nº 018/2012.

Contrato de Prestação de Serviços nº 023/2012

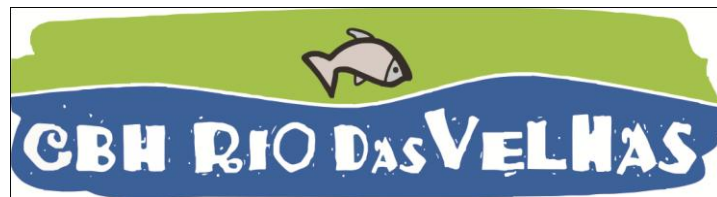
CONTRATO DE GESTÃO IGAM Nº 003/2009.



15/03/2013

MYR Projetos Sustentáveis

# PRODUTO 2 - ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA DO RIO ITABIRITO



*“CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS TÉCNICOS  
ESPECIALIZADOS PARA REALIZAÇÃO DO  
DIAGNÓSTICO DAS PRESSÕES AMBIENTAIS NA  
BACIA DO RIO ITABIRITO”*



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo

## 1 - APRESENTAÇÃO GERAL

O presente documento corresponde ao Produto 2 – Estudo de caracterização geral da Bacia do Rio Itabirito – referente ao Contrato de Prestação de Serviços nº 023/2012, Contrato de Gestão 003/IGAM/2009, celebrado entre a Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo – AGB PEIXE VIVO E Myr Projetos Estratégicos e Consultoria LTDA. A finalidade deste contrato é a elaboração de diagnóstico das pressões ambientais na bacia do rio Itabirito.

Este produto é o segundo de 7 (sete) outros que constam no ATO CONVOCATÓRIO Nº 018/2012, parte integrante do contrato supracitado. São eles:

1. Planejamento do trabalho (concluído);
2. Estudo de caracterização geral da Bacia do Rio Itabirito;
3. Estudos hidrológicos e hidrogeológicos da Bacia do Rio Itabirito e dos cenários de outorgas de recursos hídricos;
4. Estudo do diagnóstico evolutivo da qualidade da água na Bacia do Rio Itabirito e Investigação da qualidade da água na Bacia do Rio Itabirito;
5. Diagnóstico, Mapa de fragilidades ambientais e Plano de ações prioritárias para recuperação e preservação ambiental da bacia do Rio Itabirito;
6. Caderno Técnico “Conhecendo o Rio Itabirito”;
7. Relatório final consolidado.

Este estudo, assim como outros demandados pelo CBH VELHAS, foi viabilizado graças aos recursos advindos da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos. Esta cobrança, de acordo com Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM é um instrumento econômico de gestão das águas previsto na Política Nacional de Recursos Hídricos e seu objetivo é garantir os padrões de quantidade, qualidade e regime estabelecidos para as águas de cada Bacia.

Ressalta-se que não se trata de taxa ou imposto, mas uma compensação a ser paga pelos usuários que possuírem captações ou derivações de águas superficiais, extrações de águas subterrâneas e lançamentos de efluentes em corpos d'água, considerados significantes nas Bacias Hidrográficas de Rios de domínio do Estado de Minas Gerais, além dos aproveitamentos de potenciais hidrelétricos.

Assim, em concordância com o ATO CONVOCATÓRIO Nº 018/2012, apresentamos o Produto 2, denominado Estudo de Caracterização Geral da Bacia do Rio Itabirito.

O Produto 2, ora apresentado, consiste em um relatório técnico, que, para sua produção, seguiu o Termo de Referência para este estudo o qual previa apenas a utilização de dados secundários para sua produção. Ressalta-se a disponibilidade e presteza de instituições como CBH RIO DAS VELHAS, SAAE e Secretaria de Meio Ambiente de Itabirito, Projeto Manuelzão, IGAM e AGB Peixe Vivo, que contribuíram com diversos dados para que este relatório pudesse ser o mais abrangente possível.

Entretanto, ao compilar todos os dados, percebeu-se que para composição de um diagnóstico para uma bacia hidrográfica de tão grande importância, os dados secundários obtidos não atingiriam de forma satisfatória o objetivo proposto. Além disso, as outras bibliografias consultadas ou eram muito abrangentes, tratando da Bacia do Rio das Velhas e Quadrilátero Ferrífero, ou muito pontuais, através de artigos acerca de problemas específicos em subbacias da Bacia do Rio Itabirito, como, por exemplo, os processos erosivos que ocorrem no Complexo do Baçõ. Dessa forma, ficou claro que uma visita à Bacia do Rio Itabirito seria essencial.

Como mais uma justificativa para uma ida a campo, em verificação prévia dos pontos de amostragem de qualidade das águas - trabalho previsto para o Produto 4 (*Estudo do diagnóstico evolutivo da qualidade da água na Bacia do Rio Itabirito e Investigação da qualidade da água na Bacia do Rio Itabirito*), percebeu-se, pelo conhecimento da região do Quadrilátero Ferrífero, que, ao tentar atingir os locais de coleta de água previamente estabelecidos no Termo de Referência, os técnicos poderiam ter vários problemas com o acesso aos cursos de água.



Assim, apesar de não ser previsto para este trabalho, foram realizadas duas visitas à Bacia do Rio Itabirito nos dias 04 e 05 de fevereiro de 2013 onde foram levantados diversos dados primários.

Importante ressaltar que, além da coleta de dados sobre a Bacia, nessas visitas tentou-se, com afinco, atingir todos os 15 pontos de amostragem de qualidade das águas propostos, mas alguns deles não possuíam acessos, ou por estarem em áreas particulares ou por apresentarem riscos para que fossem acessados.

Assim, alguns desses pontos tiveram que ser realocados, sem prejuízo numérico ou da análise proposta no Produto 4, uma vez que foi adicionado mais um ponto à rede de amostragem, totalizando 16 pontos. Importante frisar que toda metodologia utilizada na realocação dos pontos, bem como sua disposição na bacia do rio Itabirito, será demonstrada em detalhes quando da apresentação do Produto 4.

O que é importante ressaltar aqui é a riqueza de dados primários que puderam ser obtidos nesta incursão que permeou toda a Bacia do Rio Itabirito e que jamais se conseguiria apenas utilizando os dados secundários obtidos junto às diversas fontes consultadas.

Para este trabalho foi produzido, também, um banco de dados georreferenciados e de imagens, que serviu de base para diversas produções cartográficas temáticas, que ilustraram todo o diagnóstico. Todos os mapas e figuras irão permitir ao leitor uma visão global de toda a bacia e região do entorno, através da espacialização das informações que foram organizadas no banco de dados e que será disponibilizado ao gestor deste contrato após a conclusão de todos os produtos previstos.

Assim, de posse de todas as informações, a equipe multidisciplinar da Myr Projetos produziu o diagnóstico que se segue. Acredita-se que o produto ora apresentado atingiu o objetivo específico de gerar conhecimento suficiente sobre Bacia do Rio Itabirito, servindo de base a todos os demais produtos previstos e auxiliando de forma mais assertiva a identificação dos fatores de pressão que alteram a qualidade ambiental da Bacia do Rio Itabirito.

## FICHA CATALOGRÁFICA

MYR Projetos Sustentáveis

Nome do trabalho nome do trabalho nome do trabalho nome do trabalho  
nome do trabalho nome do trabalho– Cidade, ano.

Nº de páginas: 296

Contratante : CBH VELHAS/AGB Peixe Vivo

Responsável técnico: Sergio Myssior

1. Bacia do Rio Itabirito; 2. Diagnóstico Ambiental; 3. Fatores de Pressão

## 2 - INFORMAÇÕES GERAIS

### 2.1 IDENTIFICAÇÃO DA CONTRATANTE

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>EMPRESA:</b>     | <b>AGB PEIXE VIVO</b>  |
| <b>CNPJ:</b>        | <b>09.226.288/0001-91</b>                                    |
| <b>RESPONSÁVEL:</b> | <b>ALBERTO SIMON SCHVARTZMAN</b>                             |
| <b>TELEFAX:</b>     | <b>(31) 3207-8500 / 3201-2368</b>                            |
| <b>ENDEREÇO:</b>    | <b>RUA CARIJÓS, 166, 5º ANDAR - CENTRO. CEP: 30120-060 -</b> |
| <b>E-MAIL:</b>      | <b>DITEC@AGBPEIXEVIVO.ORG.BR</b>                             |

### 2.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>EMPRESA:</b>     | <b>MYR PROJETOS SUSTENTÁVEIS</b>  |
| <b>CNPJ:</b>        | <b>05.945.444/0001-13</b>   |
| <b>RESPONSÁVEL:</b> | <b>Sergio Myssior</b>   |
| <b>TELEFAX:</b>     | <b>(31) 3245-6141 / (31) 8866-0880</b>  |
| <b>ENDEREÇO:</b>    | <b>Rua Centauro, nº 231/ 6º andar – B. Santa Lúcia – CEP: 30360-310 Belo Horizonte - MG</b> |
| <b>E-MAIL:</b>      | <b>sergio@myrprojetos.com.br</b>  |

### 3 - IDENTIFICAÇÃO DA EQUIPE DE ELABORAÇÃO DO ESTUDO

| NOME             | COMPONENTE                                    | FORMAÇÃO                   |
|------------------|---|----------------------------|
| Daniel Sampaio   | Meio físico -Geologia                         | Geógrafo, Esp.             |
| Igor Silva       | Meio físico - Clima                           | Geógrafo                   |
| João Melasipo    | Estudos socioeconômicos                       | Geógrafo                   |
| Luisa Pimentel   | Administrativo                                | Administradora             |
| Marina Barros    | Coordenação Meio Socioeconômico               | Cientista Social, M.Sc.    |
| Michel Jeber     | Coordenação Técnica-Meio Físico, Hidrografia. | Geógrafo, Esp.             |
| Raquel Silva     | Cartografia, Geomorfologia e Solos            | Geógrafa                   |
| Ronan C. Costa   | Meio Biótico - Fauna                          | Biólogo, M.Sc.             |
| Selem Lauar      | Meio Biótico- Flora e vegetação               | Biólogo, Esp.              |
| Sérgio Myssior   | Coordenação geral                             | Arquiteto, Esp.            |
| Tatiane Medeiros | Infraestrutura                                | Eng. Ambiental             |
| Thiago Metzker   | Coordenação Meio Biótico                      | Biólogo, Dr.               |
| Victor Carvalho  | Segurança do trabalho                         | Téc. segurança do trabalho |

## SUMÁRIO

|  |              |
|--|--------------|
| <b>1 - APRESENTAÇÃO GERAL</b> .....                              | <b>III</b>   |
| <b>2 - INFORMAÇÕES GERAIS</b> .....                              | <b>VII</b>   |
| 2.1 IDENTIFICAÇÃO DA CONTRATANTE .....                           | VII          |
| 2.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA .....                    | VII          |
| <b>3 - IDENTIFICAÇÃO DA EQUIPE DE ELABORAÇÃO DO ESTUDO</b> ..... | <b>VIII</b>  |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....                                   | <b>XIII</b>  |
| <b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....                                   | <b>XVIII</b> |
| <b>4 - INTRODUÇÃO</b> .....                                      | <b>20</b>    |
| <b>5 - DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO</b> .....                      | <b>23</b>    |
| 5.1 METODOLOGIA.....   | 23           |
| 5.2 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA .....                               | 24           |
| 5.2.1 Introdução .....   | 24           |
| 5.2.2 Caracterização .....                                       | 25           |
| 5.2.3 Precipitação.....  | 29           |
| 5.2.4 Ventos .....   | 31           |
| 5.2.5 Temperaturas .....   | 32           |
| 5.3 RECURSOS HÍDRICOS.....                                       | 39           |
| 5.3.1 Características e informações sobre a hidrografia .....    | 39           |
| 5.4 A ÁREA DE DRENAGEM.....                                      | 40           |
| 5.4.1 Formas de uma bacia hidrográfica .....                     | 40           |
| 5.4.2 Sistema de Drenagem.....                                   | 42           |
| 5.4.3 Padrões de drenagem .....                                  | 44           |
| 5.4.4 Caracterização hidrográfica – contexto regional .....      | 46           |
| 5.4.4.1 Qualidade das águas .....                                | 49           |
| 5.4.4.2 Enquadramento dos corpos d’água.....                     | 53           |
| 5.4.4.3 Usos da água .....                                       | 58           |
| 5.4.5 Caracterização hidrográfica local .....                    | 58           |
| 5.4.1 Caracterização hidrográfica da Bacia do Rio Itabirito..... | 63           |
| 5.4.1.1 Ribeirão Mata Porcos.....                                | 71           |
| 5.4.1.2 Ribeirão Sardinha .....                                  | 73           |
| 5.4.1.3 Córregos do Braço e Carioca.....                         | 76           |
| 5.4.1.4 Ribeirão Carioca .....                                   | 82           |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 5.4.2    | Análise Hidrográfica Comparada.....                 | 86         |
| 5.4.3    | HIDROGEOLOGIA.....                                  | 91         |
| 5.4.3.1  | Contexto Regional.....                              | 91         |
| 5.4.3.2  | Contexto Local .....                                | 93         |
| 5.5      | GEOLOGIA .....                                      | 97         |
| 5.5.1    | Contexto geológico regional .....                   | 97         |
| 5.5.2    | CONTEXTO GEOTECTÔNICO REGIONAL.....                 | 101        |
| 5.5.3    | ARCABOUÇO LITOLÓGICO .....                          | 104        |
| 5.5.4    | Litotipos e Direitos Minerários .....               | 123        |
| 5.5.4.1  | Litologia da Bacia do Rio Itabirito.....            | 123        |
| 5.5.5    | Direitos Minerários da Bacia do Rio Itabirito.....  | 126        |
| 5.5.6    | Comportamento Geotécnico.....                       | 131        |
| 5.6      | FORMAÇÃO DE CAVERNAS NABACIA DO RIO ITABIRITO ..... | 137        |
| 5.7      | PEDOLOGIA .....                                     | 143        |
| 5.7.1    | Introdução .....                                    | 143        |
| 5.7.2    | Pedologia da Bacia do Rio Itabirito .....           | 143        |
| 5.8      | GEOMORFOLOGIA .....                                 | 149        |
| 5.8.1    | Introdução .....                                    | 149        |
| 5.8.2    | Geomorfologia Regional.....                         | 150        |
| 5.8.3    | Geomorfologia local .....                           | 153        |
| 5.8.4    | Morfodinâmica Atual.....                            | 158        |
| 5.8.5    | Hipsometria e Declividade.....                      | 161        |
| 5.8.5.1  | Hipsometria .....                                   | 161        |
| 5.8.5.2  | Declividade.....                                    | 164        |
| 5.8.6    | CONSIDERAÇÕES FINAIS MEIO FÍSICO .....              | 169        |
| <b>6</b> | <b>- MEIO BIÓTICO .....</b>                         | <b>174</b> |
| 6.1      | INTRODUÇÃO .....                                    | 174        |
| 6.2      | METODOLOGIA.....                                    | 176        |
| 6.3      | DIAGNÓSTICO DE VEGETAÇÃO .....                      | 180        |
| 6.3.1    | Introdução .....                                    | 180        |
| 6.3.2    | A vegetação na Bacia do Rio Itabirito .....         | 182        |
| 6.3.2.1  | Fisionomias ocorrentes .....                        | 182        |
| 6.3.2.2  | NDVI.....   | 198        |
| 6.3.2.3  | Status de conservação da vegetação .....            | 200        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 6.4      | DIAGNÓSTICO DE FAUNA .....                                   | 206        |
| 6.4.1    | Introdução .....   | 206        |
| 6.4.1.1  | Invertebrados .....  | 207        |
| 6.4.1.2  | Peixes .....   | 208        |
| 6.4.1.3  | Herpetofauna .....   | 210        |
| 6.4.1.4  | Avifauna .....   | 211        |
| 6.4.1.5  | Mastofauna .....   | 212        |
| 6.4.2    | Integridade da fauna .....                                   | 213        |
| 6.5      | UNIDADES DE CONSERVAÇÃO .....                                | 217        |
| 6.1      | CONCLUSÃO.....   | 218        |
| <b>7</b> | <b>DIAGNÓSTICO DO MEIO SOCIOECONOMICO.....</b>               | <b>220</b> |
| 7.1      | INTRODUÇÃO .....   | 220        |
| 7.2      | METODOLOGIA.....   | 223        |
| 7.3      | DEMOGRAFIA .....   | 225        |
| 7.4      | ATIVIDADES ECONÔMICAS.....                                   | 236        |
| 7.4.1    | INDÚSTRIA.....   | 236        |
| 7.4.2    | COMÉRCIOS E SERVIÇOS .....                                   | 238        |
| 7.4.3    | AGROPECUÁRIA .....   | 239        |
| 7.5      | CONDIÇÕES DE VIDA .....                                      | 241        |
| 7.5.1    | RENDA.....   | 244        |
| 7.5.2    | EDUCAÇÃO .....   | 244        |
| 7.5.3    | LONGEVIDADE .....  | 245        |
| 7.6      | EDUCAÇÃO.....  | 246        |
| 7.7      | SAÚDE .....  | 248        |
| 7.8      | INFRAESTRUTURA.....  | 250        |
| 7.8.1    | SANEAMENTO BÁSICO.....                                       | 253        |
| 7.8.1.1  | ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....                                  | 254        |
| 7.8.1.2  | ESGOTAMENTO SANITÁRIO .....                                  | 258        |
| 7.8.1.3  | RESÍDUOS SÓLIDOS.....  | 261        |
| 7.8.2    | ENERGIA ELETRICA.....  | 263        |
| 7.9      | PLANO DIRETOR URBANÍSTICO.....                               | 263        |
| 7.9.1    | LEI DE PARCELAMENTO – USOEOCUPAÇÃO DO SOLO DE ITABIRITO..... | 264        |
| 7.9.1.1  | POLITICA DE SANEAMENTO .....                                 | 272        |
| 7.9.2    | PLANO DIRETOR DE ESGOTOS .....                               | 273        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 7.9.1    | CONSIDERAÇÕES FINAIS DO MEIO SÓCIO ECONÔMICO .....     | 277        |
| <b>8</b> | <b>- CONCLUSÃO .....</b>                               | <b>279</b> |
| <b>9</b> | <b>- REFERÊNCIAS.....</b>                              | <b>286</b> |
| 9.1      | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO MEIO SOCIOECONÔMICO..... | 286        |
| 9.2      | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO MEIO BIÓTICO .....       | 288        |
| 9.3      | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO MEIO FÍSICO.....         | 290        |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA BACIA DO RIO ITABIRITO EM RELAÇÃO À CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA SEGUNDO KÖPPEN. FONTE: ADAPTADO DO MAPA ORIGINAL PRODUZIDO PELA UNIVERSIDADE DE MELBOURNE. ....   | 28 |
| FIGURA 2: VOÇOROCAS EXISTENTES NA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS, 2013. ....  | 30 |
| FIGURA 3 - PLUVIOSIDADE ANUAL DE 1984 A 2011. FONTE: ANA, 2013. ....   | 30 |
| FIGURA 4 - MÉDIA DOS TOTAIS MENSIS DOS ANOS DE 1984 A 2011 .....   | 31 |
| FIGURA 5. DADOS HISTÓRICOS DE TEMPERATURA EM ITABIRITO (CEMIG). FONTE: AGRITEMPO .....   | 33 |
| FIGURA 6. TEMPERATURA MÉDIA NO PERÍODO DE 1980 A 2004. FONTE: REDEMET. ....  | 34 |
| FIGURA 7. MÉDIA DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS EM FEVEREIRO NO PERÍODO DE 1980 A 2004. FONTE: REDEMET. ....  | 34 |
| FIGURA 8 - GRÁFICO DE TEMPERATURA E UMIDADE DE 2012.....   | 35 |
| FIGURA 9. IMAGEM TERMAL DA BACIA DO RIO ITABIRITO.FONTE: MYR PROJETOS. ....  | 38 |
| FIGURA 10. FORMAS DE BACIA CIRCULAR, ELÍPTICA E RAMIFICADA (FONTE: CHRISTOFOLETTI, (1980). ....  | 41 |
| FIGURA 11. SIGNIFICADOS DOS PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DE UIMA BACIA HIDROGRÁFICA. ADAPTADO DE SANTOS E SOBREIRA (2008).....   | 42 |
| FIGURA 12. ORDENS DOS CURSOS D'ÁGUA. FONTE: SILVEIRA (2000). ....  | 43 |
| FIGURA 13. PADRÕES DE DRENAGEM (FONTE: CHRISTOFOLETTI, 1980) .....   | 46 |
| FIGURA 14. LOCALIZAÇÃO DA SUBBACIA DO RIO ITABIRITO EM RELAÇÃO A BACIA DO RIO DAS VELHAS. FONTE MYR PROJETOS .....   | 48 |
| FIGURA 15. QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS EM 2009, NA SUB-BACIA DO RIO DAS VELHAS. FONTE:IGAM (2009).....  | 50 |
| FIGURA 16: ENQUADRAMENTO DOS PRINCIPAIS CURSOS DE ÁGUA DA .....  | 57 |
| FIGURA 17. CONFLUÊNCIA DO RIO ITABIRITO (COR AVERMELHADA) COM O RIO DAS VELHAS (AO FUNDO, DE COR ESVERDEADA). FONTE: MYR PROJETOS, 2013. ....  | 64 |
| FIGURA 18: REDE HIDROGRÁFICA E ORDENS DOS CURSOS D'ÁGUA DA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: PROJETO MANUELZÃO .....  | 65 |
| FIGURA 19: ÁREA DE CRIAÇÃO DE GADO NA PORÇÃO CENTRAL DA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS, 2013. ....  | 66 |
| FIGURA 20: ÁREA DE MINERAÇÃO NA SUBBACIA DO RIBEIRÃO MATA PORCOS, UM DOS PRINCIPAIS CONTRIBUINTES DA BACIA DO RIO ITABIRITO. ATENTAR PARA OS SEDIMENTOS ADVINDOS DAS MARGENS E COR CARACTERÍSTICA DA ÁGUA. FONTE: MYR PROJETOS, 2013. .... | 67 |
| FIGURA 21 – RIO ITABIRITO A MONTANTE DA CIDADE DE ITABIRITO, EM ÁREA DE EXTRAÇÃO DE AREIA (A) E LOGO A JUSANTE DA CIDADE DE ITABIRITO (B). FONTE: MYR PROJETOS, 2013. ....   | 68 |
| FIGURA 22: BACIA DO RIO ITABIRITO E PRINCIPAIS SUBBACIAS. FONTE: MYR PROJETOS, 2013.....   | 70 |
| FIGURA 23 – RIBEIRÃO DO SILVA ATRAVESSANDO ÁREA DE MINERAÇÃO (A) E ASPECTO DA OCUPAÇÃO ANTRÓPICA NA BACIA (B). FONTE: MYR PROJETOS, 2013. ....   | 71 |
| FIGURA 24 – ASPECTO DO RIB. MATA PORCOS, PROXIMO AO DISTRITO DE SÃO GONÇALO DO BAÇÃO (REPARAR NO CAMINHÃO QUE AO TENTAR ATRAVESSÁ-LO, FICOU ATOLADO EM UMA VALA) E VOÇOROCAS E MINERAÇÃO PRESENTES NA BACIA (B). ....                      | 72 |
| FIGURA 25: RIBEIRÃO DO MANGO PRÓXIMO À SUA FOZ NO RIO ITABIRITO.....   | 74 |

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 26: RIBEIRÃO SARDINHA SOB PONTE NA MG030, A MONTANTE DO DISTRITO DE ENGENHEIRO CORREIA, EM ÁREA DE PASTAGEM.....   | 74  |
| FIGURA 27: CÓRREGO CARIOCA A MONTANTE DA CAPTAÇÃO PARA ABASTECIMENTO. FONTE: MYR PROJETOS .....   | 77  |
| FIGURA 28: TRANSBORDAMENTO DO CÓRREGO CARIOCA NA CIDADE DE ITABIRITO EM 2012. FONTE: <a href="http://www.agitormais.com.br/">HTTP://WWW.AGITOMAI.S.COM.BR/</a> FOTO: RILDO DIAS DE SOUZA.....                                   | 78  |
| FIGURA 29: CÓRREGO DO BRAÇÃO A MONTANTE DA LOCALIDADE DE CÓRREGO DO BRAÇÃO, CORRENDO SOBRE LEITO DE GNAISSE .....   | 80  |
| FIGURA 30: PRESENÇA DE PASTAGEM E GADO NA MARGEM DO CÓRREGO DO BRAÇÃO. ...  | 80  |
| FIGURA 31: RIBEIRÃO CARIOCA PRÓXIMO À SUA FOZ NO RIO ITABIRITO, EM ÁREA DE PASTAGEM, NA MARGEM DIREITA E FLORESTA ESTACIONAL NA MARGEM ESQUERDA.....  | 82  |
| FIGURA 32: CADASTRO DE PROCESSOS EROSIVOS NA BACIA DO RIBEIRÃO CARIOCA. FONTE: NETTO E SOBREIRA (2006).....   | 83  |
| FIGURA 33. DENSIDADE DE DRENAGEM. FONTE: PROJETO MANUELZÃO .....  | 86  |
| FIGURA 34. DENSIDADE HIDROGRÁFICA FONTE: PROJETO MANUELZÃO .....  | 87  |
| FIGURA 35. ÍNDICE DE FORMA FONTE: PROJETO MANUELZÃO.....  | 87  |
| FIGURA 36. ÍNDICE DE SINUOSIDADE FONTE: PROJETO MANUELZÃO.....  | 88  |
| FIGURA 37. COEFICIENTE DE MANUTENÇÃO FONTE: PROJETO MANUELZÃO.....  | 89  |
| FIGURA 38. EXTENSÃO DO PERCURSO SUPERFICIAL FONTE: PROJETO MANUELZÃO .....  | 89  |
| FIGURA 39. COEFICIENTE DE COMPACIDADE FONTE: PROJETO MANUELZÃO.....   | 90  |
| FIGURA 40. RELAÇÃO DE RELEVO FONTE: PROJETO MANUELZÃO .....   | 91  |
| FIGURA 41. ESQUEMA ILUSTRATIVO DO COMPORTAMENTO HIDROGEOLÓGICO DAS ROCHAS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO INDICANDO OS AQUÍFEROS NAS DIFERENTES DEFORMAÇÕES IMPOSTAS POR EVENTOS TECTÔNICOS. FONTE: INSTITUTO BIODIVERSITAS.....      | 92  |
| FIGURA 42 - PARTE DO MAPA HIDROGEOLÓGICO DO BLOCO RIO ACIMA ONDE ESTA SITUADO PARTE DA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: CPRM, 2005. ....  | 94  |
| FIGURA 43. QUADRILÁTERO FERRÍFERO - ORGANIZAÇÃO MORFOLÓGICA REGIONAL. EXTRAÍDO DE <a href="http://www.geoparkquadrilatero.org/images/mapas/1/mapa.jpg">HTTP://WWW.GEOPARKQUADRILATERO.ORG/IMAGES/MAPAS/1/MAPA.JPG</a> . ...     | 98  |
| FIGURA 44. POSIÇÃO GEOTECTÔNICA DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO NO CRÁTON DO SÃO FRANCISCO. EXTRAÍDO DE: ALKMIM & MARSHAK (1998).....   | 102 |
| FIGURA 45. ITABIRITO APRESENTANDO SISTEMA DE FALHAS NORMAIS NA SERRA DA PIEDADE, PORÇÃO NORDESTE DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO. FONTE: MYR PROJETOS, 2012 .....   | 103 |
| FIGURA 46. QUARTZITOS INTENSAMENTE DOBRADOS COMO RESULTADO DA TECTÔNICA REGIONAL.FONTE: MYR PROJETOS, 2012 .....  | 103 |
| FIGURA 47. MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO. EXTRAÍDO DE TRZASKOS ET. AL. (2011). ....   | 105 |
| FIGURA 48. MAPA GEOLÓGICO. BACIA DO RIO ITABIRITO E REGIÃO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO. ADAPTADO DE CPRM, (2005).....   | 106 |
| FIGURA 49. OCORRÊNCIA DE CANGA AO LONGO DA VERTENTE ORIENTAL DA SERRA DA MOEDA COM TRECHO TERMINAL SUL DA LAGOA REPRESA GRANDE AO FUNDO (À ESQUERDA) SITUADO A NORTE DA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS, 2012. .... | 107 |
| FIGURA 50. ATIVIDADE MINERÁRIA COM EXPOSIÇÃO DO PERFIL DE ALTERAÇÃO DA FORMAÇÃO FECHO DO FUNIL COM FILITO DOLOMÍTICO E ARGILOSO.FONTE: MYR PROJETOS, 2013. ....   | 108 |
| FIGURA 51 - FORMAÇÃO FECHO DO FUNIL E BACIA DO RIO ITABIRITO.FONTE: MYR PROJETOS.....   | 109 |

|  |     |
|--|-----|
| FIGURA 52 - FORMAÇÃO CERCADINHO E BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJÉTOS.....   | 110 |
| FIGURA 53 - FORMAÇÕES BARREIRO E TABOËS E BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJÉTOS .....  | 111 |
| FIGURA 54 - FORMAÇÃO GANDARELA E BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJÉTOS.....  | 112 |
| FIGURA 55 - FORMAÇÃO CAUÊ E BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJÉTOS .....  | 114 |
| FIGURA 56 - FORMAÇÃO MOEDA E BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJÉTOS.....  | 115 |
| FIGURA 57 - FORMAÇÃO BATATAL E BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJÉTOS .....   | 116 |
| FIGURA 58 - GRUPO ITACOLOMI E BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJÉTOS.....   | 117 |
| FIGURA 59 - GRUPO NOVA LIMA E BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJÉTOS .....  | 120 |
| FIGURA 60 - GRANITO-GNÁISSICO OBSERVADO NA PORÇÃO NORDESTE DA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJÉTOS, 2013.....   | 121 |
| FIGURA 61 - COMPLEXO BAÇÃO E BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJÉTOS.....  | 122 |
| FIGURA 62. MAPA LITOLÓGICO. BACIA DO RIO ITABIRITO E REGIÃO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO. ADAPTADO DE CPRM, (2005).....   | 124 |
| FIGURA 63- PROCESSOS MINERÁRIOS DA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJÉTOS.....  | 128 |
| FIGURA 64- MAPA DOS DIREITOS MINERÁRIOS.....   | 129 |
| FIGURA 65- MAPA DAS UNIDADES GEOTÉCNICAS DA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJÉTOS .....  | 132 |
| FIGURA 66 - VISTA PANORÂMICA DE PROCESSOS EROSIVOS EM ELEVADO ESTÁGIO - PORÇÃO LESTE DA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJÉTOS, 2013.....   | 134 |
| FIGURA 67: CAVIDADES REGISTRADAS NA BACIA DO RIO ITABIRITO .....   | 139 |
| FIGURA 68. MAPA DE SOLOS DA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJÉTOS.....   | 145 |
| FIGURA 69. NEOSSOLO SOB VEGETAÇÃO CAMPESTRE ENCONTRADO NA PORÇÃO NOROESTE DA BACIA DO RIO ITABIRITO, SUBBACIA DO RIBEIRÃO DO SILVA. FONTE: MYR, 2013. ....   | 146 |
| FIGURA 70. LATOSSOLO FÉRRICO SOB VEGETAÇÃO DE CAMPO ENCONTRADO NA SUBBACIA DO RIBEIRÃO DO SILVA. FONTE: MYR, 2013.....   | 147 |
| FIGURA 71: REGIÃO DE LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, ASSOCIADO A PROCESSOS EROSIVOS E VEGETAÇÃO ARBUSTIVA, NO COMPLEXO DO BAÇÃO. FONTE: MYR, 2013.....   | 148 |
| FIGURA 72. REGIÃO DE CAMBISSOLOS, EM RELEVO ONDULADO DO COMPLEXO BAÇÃO, ASSOCIADOS A PROCESSOS EROSIVOS. FONTE: MYR, 2013.....   | 149 |
| FIGURA 73: BLOCO DIAGRAMA DAS ESTRUTURAS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO FONTE: (BARBOSA & RODRIGUES, 1967) .....  | 152 |
| FIGURA 74: VALE DO RIBEIRÃO DO SILVA, LOCALIZADO EM DEPRESSÃO EM EIXO DE DOBRAS, COM OCORRÊNCIA DE PROCESSOS EROSIVOS.....   | 154 |
| FIGURA 75. EM SEGUNDO PLANO, EM ORIENTAÇÃO NORTE-SUL, AS CRISTAS DA SERRA DA MOEDA. FONTE: MYR, 2013. ....   | 155 |
| FIGURA 76: RELEVO DE MORROS ALONGADOS, LOCALIZADO NA PORÇÃO SUDESTE DA BACIA DO RIO ITABIRITO, COMPLEXO DO BAÇÃO. FONTE: MYR, 2013. ....   | 156 |
| FIGURA 77. MAPA GEOMORFOLOGICO DA BACIA DO RIO ITABIRITO E ENTORNO. FONTE: MYR PROJÉTOS .....  | 157 |
| FIGURA 78. FORMA EROSIVA ATIVA, EM ÁREA DE PASTAGEM, ASSOCIADA A DECLIVIDADE ACENTUADA, NA SUBBACIA DO RIBEIRÃO DO MANGO, PRÓXIMO AO DISTRITO DE SANTO ANTÔNIO DO LEITE. ....                                | 159 |
| FIGURA 79. NO CENTRO DA IMAGEM, FORMA EROSIVA ESTABILIZADA. À ESQUERDA, FORMA EROSIVA ATIVA. À DIREITA, EM PROCESSO DE ESTABILIZAÇÃO. LOCAL: PORÇÃO NORTE DO SINCLINAL MOEDA. FONTE: MYR PROJÉTOS, 2013..... | 160 |

|  |     |
|--|-----|
| FIGURA 80. EM SEGUNDO PLANO VOÇOROCA EM PROCESSO DE ESTABILIZAÇÃO ENCONTRADA NA PORÇÃO OESTE DA BACIA DO RIO ITABIRITO, SUBBACIA DO RIBEIRÃO DO SILVA FONTE: MYR PROJETOS, 2013.....   | 161 |
| FIGURA 81. MAPA HIPSOMÉTRICO E PERFIS TOPOGRÁFICOS.....  | 163 |
| FIGURA 82. MAPA DE DECLIVIDADES DA BACIA DO RIO ITABIRITO.....   | 167 |
| FIGURA 83. MAPA DOS BIOMAS EM MINAS GERAIS. FONTE: MYR PROJETOS, 2013.....   | 181 |
| FIGURA 84. MAPEAMENTO DA COBERTURA VEGETAL NA BACIA DO RIO ITABIRITO. ADAPTADO DE IEF, 2009.FONTE: MYR PROJETOS, 2013. ....  | 184 |
| FIGURA 85. PAISAGEM FREQUENTE NA PORÇÃO CENTRO-LESTE DA BACIA, ONDE PASTAGENS INTERCALAM COM FLORESTAS EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS. FONTE: MYR PROJETOS, 2013.....   | 186 |
| FIGURA 86. MAPA DE USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL PARA A BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS, 2013. ....  | 187 |
| FIGURA 87. MATA CILIAR PRESERVADA, NA REGIÃO LESTE DA BACIA.....   | 188 |
| FIGURA 88. AUSÊNCIA DE MATA CILIAR (APP) NO REGIÃO CENTRAL DA BACIA DO RIO ITABIRITO. ....   | 189 |
| FIGURA 89. VERTENTE LESTE DA SERRA DA MOEDA, LIMITE DA BACIA DO RIO ITABIRITO, COM VEGETAÇÃO DE CAMPO RUPESTRE. FONTE: MYR PROJETOS, 2013. ....  | 190 |
| FIGURA 90 - LAJEADO NA PARTE BAIXA DA SERRA DA MOEDA, PRÓXIMO À BR-040.FONTE: MYR PROJETOS, 2013. ....   | 191 |
| FIGURA 91 - VEGETAÇÃO TÍPICA EM FENDAS E POROS NO ALTO DA SERRA DA MOEDA, LIMITE DA BACIA DO RIO ITABIRITO. ESPÉCIES DA FAMÍLIA VELLOZIACEAE, O CACTUS <i>ARTHROCEREUS GLAZIOVII</i> , AMEAÇADO DE EXTINÇÃO E LÍQUENS SOBRE AS ROCHAS SÃO VISÍVEIS NESTA FOTO. FONTE: MYR PROJETOS, 2013. .... | 192 |
| FIGURA 92 - ÁREA DE CAPÃO NA PARTE BAIXA DA SERRA DA MOEDA.FONTE: MYR PROJETOS, 2013. ....   | 193 |
| FIGURA 93. ÁREA DE CERRADO NA MARGEM DIREITA DA BR-040, SENTIDO BH-RIO, PRÓXIMO À ÁREAS DE CAMPO E FLORESTA.FONTE: MYR PROJETOS, 2013. ....  | 195 |
| FIGURA 94 - ÁREA DE CAMPO LIMPO.FONTE: MYR PROJETOS, 2013. ....  | 196 |
| FIGURA 95. ÁREA DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL ÀS MARGENS DO RIO ITABIRITO, PRÓXIMO À SUA FOZ. FONTE: MYR PROJETOS, 2013. ....  | 197 |
| FIGURA 96. MAPA DE DENSIDADE DE VEGETAÇÃO, APLICANDO-SE A METODOLOGIA DE ÁLGEBRA DE BANDAS PARA GERAÇÃO DO NDVI.FONTE: MYR PROJETOS, 2013.....   | 199 |
| FIGURA 97. MAPA DE INTEGRIDADE DA FLORA, SEGUNDO ZEE-MG.FONTE: MYR PROJETOS, 2013. ....  | 202 |
| FIGURA 98. PRIORIDADE DE CONSERVAÇÃO DA FLORA NA BACIA DO RIO ITABIRITO, SEGUNDO BIODIVERSITAS, 2007.FONTE: MYR PROJETOS, 2013.....  | 205 |
| FIGURA 99. MAPA DE PRIORIDADE DE CONSERVAÇÃO PARA A FAUNA NA BACIA DO RIO ITABIRITO.FONTE: MYR PROJETOS, 2013. ....  | 216 |
| FIGURA 100. MAPA DA BACIA DO RIO ITABIRITO INSERIDA NO TRECHO ALTO VELHAS .....  | 222 |
| FIGURA 101. MAPA DE LOCALIDADES E ZONEAMENTO .....   | 228 |
| FIGURA 102. MAPA DE PESSOAS RESIDENTES POR SETOR CENSITARIO.....   | 231 |
| FIGURA 103. MAPA DE DOMICÍLIOS PARTICULARES POR SETOR CENSITARIO .....   | 233 |
| FIGURA 104. DIVISÃO ESPACIAL DA POPULAÇÃO POR SETOR CENSITARIO .....   | 235 |
| FIGURA 105. ATIVIDADE MINERÁRIA NA ÁREA DA BACIA.....  | 237 |
| FIGURA 106. AV. DOUTOR QUIEROZ JUNIOR - COMÉRCIO LOCAL EM ITABIRITO .....  | 238 |
| FIGURA 107. MARCO DE LOCALIZAÇÃO DA ESTRADA REAL NO TERRITÓRIO DA BACIA DO ITABIRITO .....   | 239 |
| FIGURA 108. MAPA DE ATIVIDADES ECONÔMICAS .....  | 240 |

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 109. PIRÂMIDE ETÁRIA ITABIRITO - 2000 .....  | 245 |
| FIGURA 110. PIRÂMIDE ETÁRIA DE ITABIRITO- 2010 .....  | 246 |
| FIGURA 111. MAPA DE ACESSO A REDE DE ÁGUA.....  | 251 |
| FIGURA 112. PERCENTUAL DE ESGOTO NA BACIA DO RIO DAS VELHAS NA RMBH - 1999 A<br>2011 .....  | 252 |
| FIGURA 113. TIPOLOGIA DA DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....   | 253 |
| FIGURA 114. PONTOS DE CAPTAÇÃO NO MUNICÍPIO DE ITABIRITO, (A) CÓRREGO DO<br>BAÇÃO; (B) CÓRREGO SECO E (C) BARRAGINHA. ....              | 255 |
| FIGURA 115. ALGUMAS ETAS NO MUNICÍPIO DE OURO PRETO, (A) ETA ITACOLOMI; (B)<br>ETA JARDIM BOTÂNICO. FONTE: SEMAE-OURO PRETO, 2013. .... | 258 |
| FIGURA 116. (A) ESTAÇÃO ELEVATÓRIA SÃO SEBASTIÃO; (B) ETE SEDE EM<br>CONSTRUÇÃO. FONTE: SEMAE-OURO PRETO, 2013.....                     | 260 |
| FIGURA 117. ETE SÃO BARTOLOMEU.....   | 261 |
| FIGURA 118. UNIDADES DE PLANEJAMENTO DE ITABIRITO – PLANO DIRETOR.....  | 269 |
| FIGURA 119. MACROZONEAMENTO DA ZONA URBANA DE ITABIRITO – PLANO DIRETOR ....  | 270 |
| FIGURA 120. ÁREAS ESPECIAIS DE IMPLANTAÇÕES VIÁRIAS – SEGUNDO PLANO DIRETOR   | 271 |



## ÍNDICE DE TABELAS

|   |     |
|---|-----|
| TABELA 1. INDICADOR DE GRUPO.: FONTE: HTTP://PORTAIS.UFG.BR/.....   | 26  |
| TABELA 2. INDICADOR DE SUBTIPO. FONTE: HTTP://PORTAIS.UFG.BR/.....  | 26  |
| TABELA 3. INDICADOR DE SUBTIPO. FONTE: HTTP://PORTAIS.UFG.BR/.....  | 27  |
| TABELA 4 – DADOS DA IMAGEM UTILIZADA. FONTE: INPE.....  | 36  |
| TABELA 5 - INDICES DE IQA. FONTE: IGAM (2009).....  | 51  |
| TABELA 6 - ENQUADRAMENTO DE CLASSE. FONTE: IGAM (2009).....   | 55  |
| TABELA 7.INFORMAÇÕES BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: PROJETO MANUELZÃO .....                                       | 68  |
| TABELA 8..PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA BACIA DO RIO ITABIRITO FONTE:<br>PROJETO MANUELZÃO .....                    | 69  |
| TABELA 9..INFORMAÇÕES BACIA DO RIBEIRÃO MATA PORCOS FONTE: PROJETO<br>MANUELZÃO .....                             | 72  |
| TABELA 10..PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA BACIA DO RIBEIRÃO MATA PORCOS.<br>FONTE: PROJETO MANUELZÃO .....           | 73  |
| TABELA 11..INFORMAÇÕES BACIA DO RIBEIRÃO SARDINHA. FONTE: PROJETO<br>MANUELZÃO .....                              | 75  |
| TABELA 12. PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA BACIA DO RIBEIRÃO SARDINHA. FONTE:<br>PROJETO MANUELZÃO .....              | 75  |
| TABELA 13..INFORMAÇÕES BACIA DO CÓRREGO SECO OU CARIOCA. FONTE: PROJETO<br>MANUELZÃO .....                        | 78  |
| TABELA 14..PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA BACIA CÓRREGO SECO OU CARIOCA.<br>FONTE: PROJETO MANUELZÃO .....           | 79  |
| TABELA 15.INFORMAÇÕES BACIA DO CÓRREGO DO BRAÇO OU BRAÇÃO. FONTE:<br>PROJETO MANUELZÃO .....                      | 81  |
| TABELA 16..PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA BACIA CÓRREGO DO BRAÇÃO. FONTE:<br>PROJETO MANUELZÃO .....                 | 81  |
| TABELA 17.INFORMAÇÕES BACIA DO RIBEIRÃO CARIOCA. FONTE: PROJETO MANUELZÃO ..                                      | 85  |
| TABELA 18. PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA BACIA DO RIBEIRÃO CARIOCA. FONTE:<br>PROJETO MANUELZÃO .....               | 85  |
| TABELA 19 - LITOLOGIA DA BACIA DO RIO ITABIRITO.....  | 125 |
| TABELA 20 – DIREITOS MINERÁRIOS EXISTENTES NA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE:<br>DNPM, 2013 .....                  | 128 |
| TABELA 21 - CAVERNAS REGISTRADAS NA ÁREA DA BACIA DO RIO ITABIRITO .....  | 140 |
| TABELA 22. GRAU DE TOLERÂNCIA DA DECLIVIDADE DOS TERRENOS PARA ALGUMAS<br>OCUPAÇÕES. FONTE: CPRM, 1998.....       | 165 |
| TABELA 23. CLASSES DE DECLIVIDADE E SUA CORRELAÇÃO COM AS CARACTERÍSTICAS<br>DOS TERRENOS, FONTE: CPRM, 1998..... | 165 |
| TABELA 24 - INDICADORES AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITABIRITO.<br>FONTE: ZEE-MG.....                  | 171 |
| TABELA 25 - DADOS DA IMAGEM LANDSAT UTILIZADA NA TÉCNICA NDVI. ....   | 179 |
| TABELA 26. POPULAÇÃO RESIDENTE NO TRECHO ALTO RIO DAS VELHAS - 2010.....  | 226 |
| TABELA 27. POPULAÇÃO RESIDENTE NA BACIA DO RIO DAS VELHAS.....  | 226 |
| TABELA 28. POPULAÇÃO - 2010 .....   | 229 |
| TABELA 29. PESSOAS RESIDENTES E DOMICÍLIOS NOS SETORES CENSITÁRIOS NA<br>BACIA DO ITABIRITO - 2010.....           | 229 |
| TABELA 30. POPULAÇÃO OCUPADA POR SETOR - 2000.....  | 236 |
| TABELA 31. IDH - ANOS 1991 E 2000 .....   | 242 |
| TABELA 32. ÍNDICES DOS MUNICÍPIOS DE ACORCO COM O IMRS DOS ANOS DE 2000 E<br>2008.....                            | 243 |

|  |     |
|--|-----|
| TABELA 33. RENDA PER CAPITA - 2000 E 2010.....   | 244 |
| TABELA 34. TAXA ANALFABETISMO DA POPULAÇÃO DE 15 ANOS OU MAIOR (%).....  | 244 |
| TABELA 35. SISTEMA EDUCACIONAL DE ITABIRITO.....   | 247 |
| TABELA 36. PROPORÇÕES DE INTERNAÇÕES NOS MUNICÍPIOS DE ITABIRITO, OURO<br>PRETO E RIO ACIMA – 2000 E 2010..... | 249 |
| TABELA 37. ESTABELECIMENTO HOSPITALAR – 2009 .....   | 249 |
| TABELA 38. PORCENTAGEM DA POPULAÇÃO DO ALTO RIO DAS VELHAS COM ACESSO A<br>ÁGUA - 2008 .....                   | 250 |
| TABELA 40 - IDENTIFICAÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO DOS ATORES SOCIAIS ATUANTES NA<br>BACIA DO RIO ITABIRITO.....       | 277 |
| TABELA 39 - INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO<br>ITABIRITO. FONTE: ZEE-MG.....          | 281 |

## 4 - INTRODUÇÃO

A vida começou na água. Por que a água não voltar a ter vida e termos os rios vivos? Por que não compatibilizar e subordinar os usos da água pelos seres humanos às necessidades do conjunto dos ecossistemas do território hidrográfico, o que, no fundo, é do interesse humano mais fundamental e perene? Evidentemente, as águas não são importantes somente para os homens, mas para toda a biodiversidade da Terra. Todos nós pertencemos a uma bacia hidrográfica. A bacia hidrográfica assemelha-se a um grande sistema circulatório, por onde circula a água necessária a vida, definindo junto com o solo a riqueza da biodiversidade de uma determinada região.

A visão de bacia traz consigo o pensamento holístico e integrado do conhecimento, demonstrando a inter-relação biótica e abiótica na manutenção do equilíbrio desses ecossistemas. Sob essa perspectiva, todos os fenômenos na natureza são vistos como partes de um universo interdependente. Essa interdependência está baseada em uma reciprocidade interior e entre os mundos natural, físico e cultural que permeiam toda a comunidade biótica.

Os conceitos de bacia e ecossistemas exigem trabalhar o conhecimento, de uma forma transdisciplinar - única capaz de captar a essência dos fenômenos que sustentam a vida neste território hidrográfico e ecossistêmico, ou seja, um sistema doente compromete a vida de todos que dele dependem.

O conceito de bacia permite, ainda, romper com a fragmentação do conhecimento, a dicotomia entre urbano/rural, entre degradação/preservação, uma vez que são faces de uma mesma realidade, partes integrantes de uma mesma bacia, integrada às bacias e ecossistemas lindeiros. É importante explicitar que as bacias hidrográficas são delimitações naturais, estabelecidas pelos fluxos das águas e que não estão sujeitas aos territórios arbitrários municipais, estaduais e nacionais.



A Bacia do Rio Itabirito é importante contribuinte da Bacia do Rio das Velhas, que é o principal afluente do Rio São Francisco em Minas Gerais. O Rio das Velhas tem sua nascente principal na Cachoeira das Andorinhas, Município de Ouro Preto, numa altitude de aproximadamente 1.500 m. Após percorrer aproximadamente 70 km, recebe as águas avermelhadas do Rio Itabirito, desaguando no rio São Francisco em Barra do Guaicuí, no município de Várzea da Palma, a quase 800 km de distância de seu nascedouro, numa altitude de 478 m, com uma vazão média de 300 m<sup>3</sup>/s.

O Rio Itabirito situa-se na zona central do domínio geológico e geomorfológico do Quadrilátero Ferrífero e sua bacia hidrográfica possui área aproximada de 520 Km<sup>2</sup>, compreendendo parte dos municípios de Rio Acima, Ouro Preto e Itabirito, sendo que a maior porção se encontra no município de Itabirito.

De acordo com as observações realizadas durante as visitas em campo, percebeu-se que a Bacia do Rio Itabirito vem sofrendo pressões oriundas de atividades minerárias, expansão das atividades imobiliárias e implantação de infraestrutura viária. Além disso, a atividade agropecuária e o crescente aporte de sedimentos e esgotos sem tratamento, despejados diretamente nos cursos de água, vêm alterando a qualidade das águas desta importante sub-bacia do rio das Velhas.

Entretanto, acredita-se que, ao ser colocado em prática o *Plano de Ações Prioritárias para Recuperação e Preservação Ambiental da Bacia do Rio Itabirito*, um dos Produtos mais importantes deste contrato, haverá um aumento significativo na qualidade ambiental da Bacia do Rio Itabirito. Com a participação efetiva e empenho de atores envolvidos, como ONGs, empresas públicas e privadas, comitês, subcomitês e agências de bacias hidrográficas e outras instituições, espera-se que a qualidade das águas da Bacia do Rio Itabirito aumente significativamente.

Conseqüentemente, por ser uma das principais contribuintes da Bacia do Rio das Velhas, esta também será beneficiada e os resultados obtidos contribuirão com as “*Metas 2010 e 2014*”, que visam revitalizar a bacia do rio das Velhas de forma a assegurar a volta do peixe e o nadar na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Segundo o sítio eletrônico oficial da “Meta 2014”, a degradação das águas pode comprometer a biodiversidade aquática e gerar diversas doenças. Além disso, o despejo de rejeitos industriais e domésticos e de produtos químicos sem tratamento nos cursos de água gera a deposição de grandes quantidades de produtos tóxicos, e tornam a água inapropriada para uso humano e animal. Dada à importância econômica da região e o nível de degradação da bacia, torna-se fundamental a instituição de ações visando à conservação, preservação e recuperação dos padrões de qualidade da água.

Assim, entendido que a Bacia Hidrográfica do Rio Itabirito é uma unidade de planejamento e possui importância sistêmica, o objetivo do presente diagnóstico ambiental é proporcionar um conhecimento acerca dos aspectos dos meios físico, biótico e socioeconômico, sendo uma base para todos os outros Produtos previstos e demais estudos que visem à melhoria da qualidade ambiental desta importante bacia hidrográfica.

## 5 - DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

### 5.1 METODOLOGIA

Para realização do diagnóstico do meio físico na bacia hidrográfica do Rio Itabirito, foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos:

- Avaliação de imagens obtidas a partir do programa Google Earth (<http://earth.google.com/>) para prévia localização e análises do território da bacia;
- Revisão bibliográfica de temas relacionados aos aspectos ambientais na região da área de estudo, bem como levantamento de dados secundários sobre a região nos órgãos IBAMA, INPE, MMA, IBGE, FEAM, IGAM, ZEE-MG, EMBRAPA, Projeto Manuelzão e o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas;
- Obtenção de dados primários por meio de trabalhos de campo;
- Modelagem de dados em ambiente SIG, para sobreposição dos planos ambientais sobre a área de estudo, a fim de subsidiar o diagnóstico e avaliação ambiental;
- Aplicação de técnicas de Sensoriamento Remoto para obtenção de dados relacionados à temperatura e usos do solo;
- Discussões entre membros da equipe multidisciplinar para caracterização de dados pertinentes a avaliação ambiental da Bacia Hidrográfica.

## 5.2 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

### 5.2.1 Introdução

O clima, segundo Ayoade (1989), refere-se às características da atmosfera, inferidas de observações contínuas durante um longo período. Seu estudo é de grande importância para o conhecimento de uma determinada área, pois seus fatores têm grande influência na distribuição dos seres vivos, além de agirem diretamente sobre aspectos do ambiente físico, modelando relevos, auxiliando na gênese dos solos e contribuindo na formação da paisagem e sua evolução no tempo.

Conforme Nimer, (1979) o relevo, além de estar associado à altitude, influencia na organização climática a partir do momento em que interfere na circulação das massas de ar. O relevo ondulado, composto por serras de cristas alongadas, depressões e amplitudes altimétricas acentuadas, dota a Bacia do Rio Itabirito de características peculiares, podendo interferir diretamente na dinâmica de alguns fenômenos, como, por exemplo, distribuição das chuvas, variação da temperatura, velocidade e direção dos ventos. Neste sentido a bacia hidrográfica assume também grande relação com a circulação dos ventos, uma vez que é delimitada por relevos de médias a altas elevações.

Assim, o estudo de fatores como a temperatura, precipitação, ventos, entre outros, proporciona um conhecimento essencial para se atingir o objetivo deste estudo, uma vez que estes fatores podem ser dispersantes de poluentes e de outros agentes impactantes, podendo alterar a qualidade ambiental da bacia do Rio Itabirito.

Para tanto, serão abordadas aqui a caracterização Climática e Meteorológica da bacia do Rio Itabirito, utilizando-se dos seguintes dados:

- Sistema de classificação global dos tipos climáticos, conforme Classificação climática de Köppen-Geiger;
- Estação Meteorológica de Itabirito- Linígrafo com código de numero 2043060 de responsabilidade de operação da ANA – Agência Nacional de Águas;

- Estação Meteorológica de Ibirité, código 02044039 , de responsabilidade de operação do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia;
- Meteogramas do CPTEC-INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e
- Dados de direção e intensidade dos ventos do *site* Climatempo.
- Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica – Estação meteorológica Aeroporto da Pampulha - SBBH -83583

---

### 5.2.2 Caracterização

---

Na classificação de Köppen-Geiger o clima da região onde se localiza a bacia do Rio Itabirito se caracteriza predominantemente pelo tipo Cwa (Figura 1). Essa classificação climática de foi proposta em 1900 pelo climatologista alemão Wladimir Köppen, com colaboração de Rudolf Geiger (daí o nome Köppen-Geiger). É, hoje, um dos sistemas de classificação climática mundial mais utilizado em diagnósticos ambientais. A classificação parte do pressuposto de que a vegetação natural de cada grande região da Terra é basicamente uma expressão do clima nela prevalente. Assim, a distribuição global dos tipos climáticos e a distribuição dos biomas apresentam elevada correlação ([HTTP://PORTAIS.UFG.BR/](http://portais.ufg.br/))

Na classificação proposta por Köppen-Geiger são considerados a sazonalidade e os valores médios anuais e mensais da temperatura do ar e da precipitação e divide os climas em 5 grandes grupos ("A", "B", "C", "D", "E") e diversos tipos e subtipos. Cada clima é representado por um conjunto variável de letras (com 2 ou 3 caracteres). Conforme Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3.

TABELA 1. INDICADOR DE GRUPO.: FONTE: HTTP://PORTAIS.UFG.BR/

| Código | Tipo   | Descrição   |
|--------|--|---|
| A      | Clima tropical                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Climas megatérmicos</li> <li>• Temperatura média do mês mais frio do ano &gt; 18 °C</li> <li>• Estação invernal ausente</li> <li>• Forte precipitação anual (superior à evapotranspiração potencial anual)</li> </ul>                      |
| B      | Clima árido                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Climas secos (precipitação anual inferior a 500 mm)</li> <li>• Evapotranspiração potencial anual superior à precipitação anual</li> <li>• Não existem cursos de água permanentes</li> </ul>  |
| C      | Clima temperado ou<br>Clima temperado quente | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Climas mesotérmicos</li> <li>• Temperatura média do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre -3 °C e 18 °C</li> <li>• Temperatura média do mês mais quente &gt; 10 °C</li> <li>• Estações de Verão e Inverno bem definidas</li> </ul> |
| D      | Clima continental<br>ou Clima temperado frio | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Climas microtérmicos</li> <li>• Temperatura média do ar no mês mais frios &lt; -3 °C</li> <li>• Temperatura média do ar no mês mais quente &gt; 10 °C</li> <li>• Estações de Verão e Inverno bem definidas</li> </ul>                      |
| E      | Clima glacial                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Climas polares e de alta montanha</li> <li>• Temperatura média do ar no mês mais quente &lt; 10 °C</li> <li>• Estação do Verão pouco definida ou inexistente.</li> </ul>   |

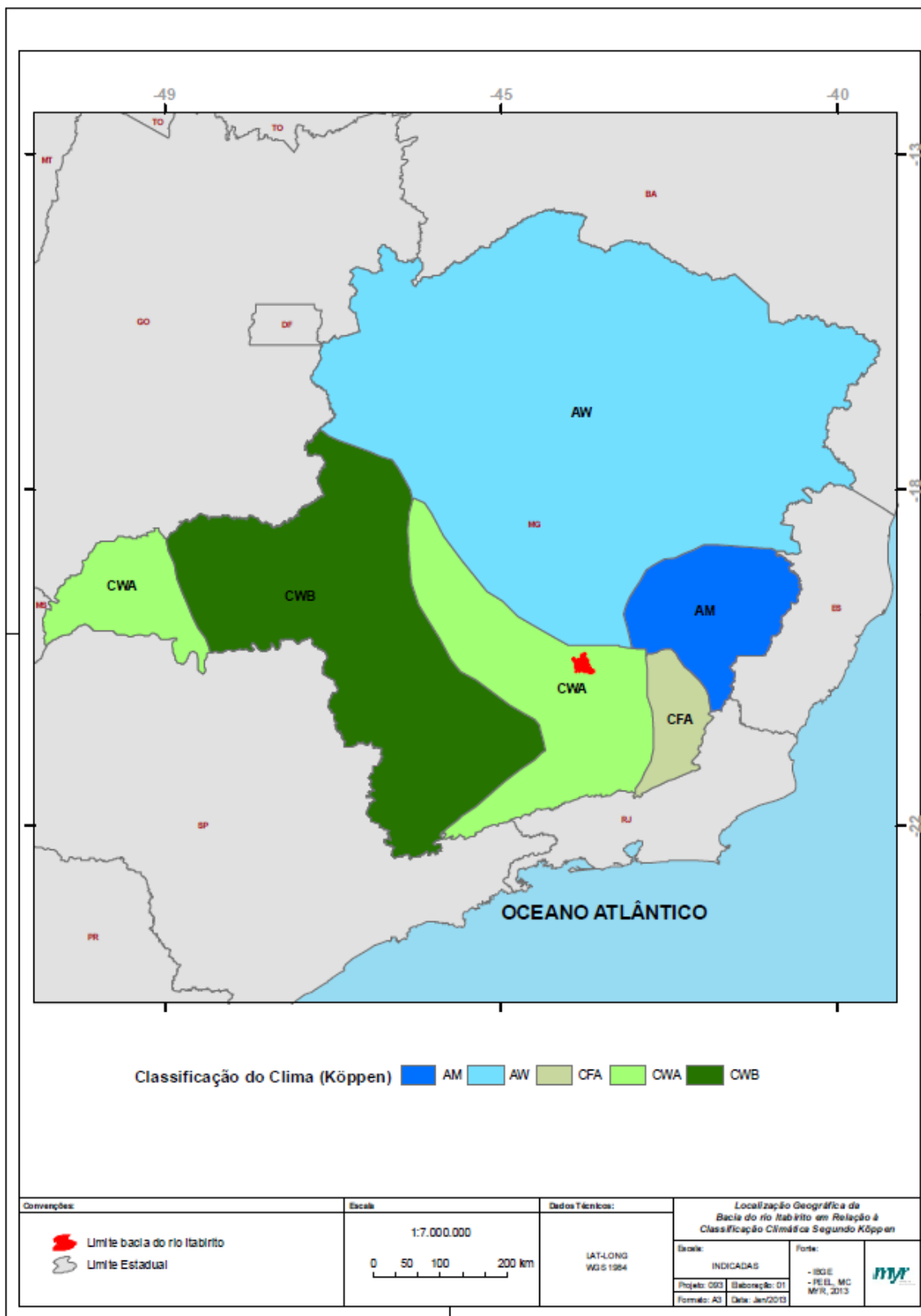
TABELA 2. INDICADOR DE SUBTIPO. FONTE: HTTP://PORTAIS.UFG.BR/

| Código | Descrição  | Aplica-se ao grupo |
|--------|--|--------------------|
| S      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clima das <i>estepes</i></li> <li>• Precipitação anual total média compreendida entre 380 e 760 mm</li> </ul>                                 | B                  |
| W      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clima <i>desértico</i></li> <li>• Precipitação anual total média &lt; 250 mm</li> </ul>   | B                  |
| f      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clima húmido</li> <li>• Ocorrência de precipitação em todos os meses do ano</li> <li>• Inexistência de estação seca definida</li> </ul>       | A-C-D              |
| w      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chuvas de Verão</li> </ul>  | A-C-D              |
| s      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chuvas de Inverno</li> </ul>  | A-C-D              |
| w'     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chuvas de Verão-outono</li> </ul>   | A-C-D              |
| s'     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chuvas de Inverno-outono</li> </ul>   | A-C-D              |
| m      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clima de <i>monção</i>:</li> <li>• Precipitação total anual média &gt; 1500 mm</li> <li>• Precipitação do mês mais seco &lt; 60 mm</li> </ul> | A                  |
| T      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura média do ar no mês mais quente compreendida entre 0 e 10 °C</li> </ul>  | E                  |
| F      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura média do mês mais quente &lt; 0 °C</li> </ul>   | E                  |
| M      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precipitação abundante</li> <li>• Inverno pouco rigoroso</li> </ul>   | E                  |

TABELA 3. INDICADOR DE SUBTIPO. FONTE: HTTP://PORTAIS.UFG.BR/

| Código                   | Descrição   | Aplica-se aos grupos |
|--------------------------|---|----------------------|
| a : Verão quente         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura média do ar no mês mais quente <math>\geq 22</math> °C</li> </ul>  | C-D                  |
| b : Verão temperado      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura média do ar no mês mais quente <math>&lt; 22</math> °C</li> <li>• Temperaturas médias do ar nos 4 meses mais quentes <math>&gt; 10</math> °C</li> </ul>  | C-D                  |
| c : Verão curto e fresco | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura média do ar no mês mais quente <math>&lt; 22</math> °C</li> <li>• Temperaturas médias do ar <math>&gt; 10</math> °C durante menos de 4 meses</li> <li>• Temperatura média do ar no mês mais frio <math>&gt; -38</math> °C</li> </ul> | C-D                  |
| d : Inverno muito frio   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura média do ar no mês mais frio <math>&lt; -38</math> °C</li> </ul>   | D                    |
| h : seco e quente        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura média anual do ar <math>&gt; 18</math> °C</li> <li>• <b>Deserto</b> ou semi-deserto quente (temperatura anual média do ar igual ou superior a 18 °C)</li> </ul>  | B                    |
| k : seco e frio          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura média anual do ar <math>&lt; 18</math> °C</li> <li>• <b>Deserto</b> ou semi-deserto frio (temperatura anual média do ar inferior a 18 °C)</li> </ul>   | B                    |

Assim, conforme citado anteriormente, o clima da do Rio Itabirito se caracteriza predominantemente pelo tipo Cwa. De acordo com a EMBRAPA, este clima é subtropical de inverno seco (com temperaturas inferiores a 18°C) e verão quente (com temperaturas superiores a 22°C). Predomina nas regiões serranas do centro e sul de Minas Gerais e no norte nas serras do Espinhaço e Cabral. Ocorre, ainda, no sudoeste do Espírito Santo, vale superior e médio do Rio Paraíba, no Estado de São Paulo e no Rio de Janeiro; e sul do Mato Grosso do Sul.



**FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA BACIA DO RIO ITABIRITO EM RELAÇÃO À CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA SEGUNDO KÖPPEN. FONTE: ADAPTADO DO MAPA ORIGINAL PRODUZIDO PELA UNIVERSIDADE DE MELBOURNE.**



---

### 5.2.3 Precipitação

---

Os estudos acerca da pluviosidade em determinada região são de grande importância para os estudos socioambientais, planejamento urbano, previsão de desastres naturais e utilizados como fonte de dados para as atividades agrosilvopastoris.

Nimer, (1979), relaciona o clima com sistemas transientes, também chamados de circulação secundária; perturbações atmosféricas relacionadas ao aparecimento de linhas de instabilidade, frentes, ciclones e anticiclones móveis que interferem nas condições de tempo meteorológico dos sistemas de grande escala.

Um sistema muito atuante na região em estudo é chamado de ZCAS – Zonas de Convergência do Atlântico Sul, formadas no período de calor intenso associado com altos índices de umidade. A ZCAS é caracterizada por uma faixa de nuvens proveniente da Amazônia, atingindo o Brasil Central e Sudeste até o Oceano Atlântico. Essas nuvens estão associadas com chuvas muitas vezes fortes, podendo causar alagamentos, inundações, escorregamentos de encostas e desabamentos.

No caso da Bacia do Rio Itabirito, as voçorocas e ravinas existentes em diversos locais são notáveis (FIGURA 2), sendo deflagradas por fatores como relevo, tipo de solo, geologia, vegetação, ação humana e a pluviosidade. Esta última, além de ser um dos fatores de gênese dos processos erosivos, acaba por carrear partículas sólidas para os cursos de água, modificando sua qualidade.



FIGURA 2: VOÇOROCAS EXISTENTES NA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

Para o estudo sobre a precipitação na Bacia do Rio Itabirito serão utilizados dados da estação meteorológica de Itabirito, localizada no município de Itabirito, nas coordenadas geográficas, latitude: -20,3011 e longitude -43,7981.

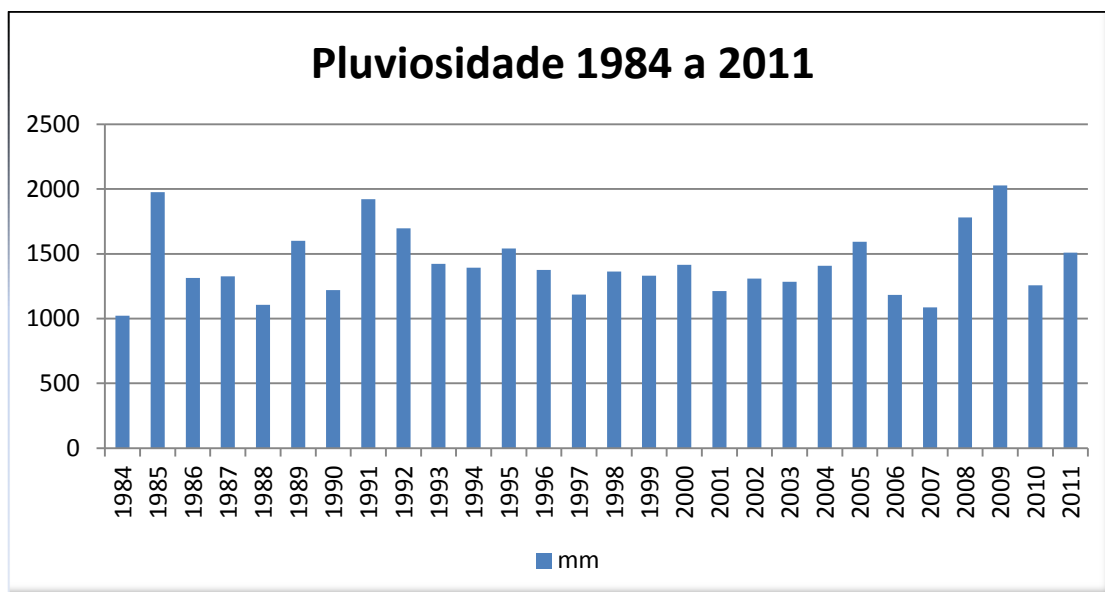


FIGURA 3 - PLUVIOSIDADE ANUAL DE 1984 A 2011. FONTE:ANA, 2013.

Pode-se observar pelo gráfico que os totais de pluviosidade dos anos de 1984 a 2011 obtiveram picos nos anos de 1985, 1991, 2008 e 2009, neste último chegando a 2028 mm. Observa-se, pelos dados dos últimos 28 anos, que não há uma regularidade na distribuição dos picos das chuvas (FIGURA 3).

No gráfico das médias dos totais mensais (FIGURA 4) verifica-se que os meses de novembro a março (verão) possuem os maiores volumes de precipitação, sendo que o mês de dezembro é o mais chuvoso, com média de 299,23 mm e o mês de julho, o mais seco, apresentando média de 7,27 mm.



FIGURA 4 - MÉDIA DOS TOTAIS MENSAIS DOS ANOS DE 1984 A 2011  
FONTE: ANA, 2013.

---

#### 5.2.4 Ventos

---

A poluição atmosférica, causada, principalmente, pela queima de combustíveis fósseis e pelas indústrias é uma das grandes responsáveis por alterações significativas no clima, sendo os ventos agentes importantes na dispersão ou confinamento desses poluentes, dependendo de fatores como velocidade, direção e até mesmo o relevo de uma região.

Os ventos que atuam na Bacia do Rio Itabirito sopram predominantemente do quadrante leste e são normalmente fracos com velocidades médias da ordem de 2,6 m/s. Os ventos de N, NW e NE, também ocorrem na região, porém com menor frequência (Ataíde, 2010). Esta condição remete a uma região com atmosfera

relativamente estável, dificultando o movimento de massas de ar e limitando a dispersão de poluentes.

Esses ventos sofrem influência, na maior parte do ano, de um sistema de alta pressão (ASAS – Alta Subtropical do Atlântico Sul) que se localiza próximo da coordenada geográfica de 25S/35W variando em alguns meses do ano mais para Sul/Sudeste diminuindo sua atuação na região. Desta forma, provoca uma atuação mais intensa da ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul, transportando umidade da região amazônica para a região Sudeste onde a bacia está localizada.

---

### 5.2.5 Temperaturas

---

O fator temperatura, segundo o CPTEC/INPE, é uma das variáveis do estado de gás e diz respeito ao grau da agitação molecular, sendo um dos principais parâmetros para a caracterização climática de uma região. No caso da Bacia do Rio Itabirito, a temperatura sofre grande influência de barreiras físicas naturais.

Para a análise das temperaturas da região em estudo foram analisados os dados da estação automática do INMET em Ibirité (Rola Moça), além de dados da estação da CEMIG em Itabirito e da Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET) para o aeroporto da Pampulha em Belo Horizonte. Todas essas estações estão localizadas a menos de 150 km da área estudada, limite considerado como raio de influência de toda estação.

Dessa forma, a temperatura na bacia em estudo pode apresentar valores em torno de 11°C em média mais baixas em função de sua elevação, que alcança em alguns trechos 1.500m de altitude. Contudo, deve-se destacar o importante papel local da topografia, uma vez que as cotas altimétricas encontram-se cerca de 400-500m acima da sua área de entorno representada pela Depressão de Belo Horizonte.

Em associação, a maior velocidade dos ventos pode fazer com que a sensação térmica seja ainda menor quando comparada ao restante da RMBH. Na Figura 5 é

representada a média da temperatura máxima e mínima em uma série histórica de 33 anos.

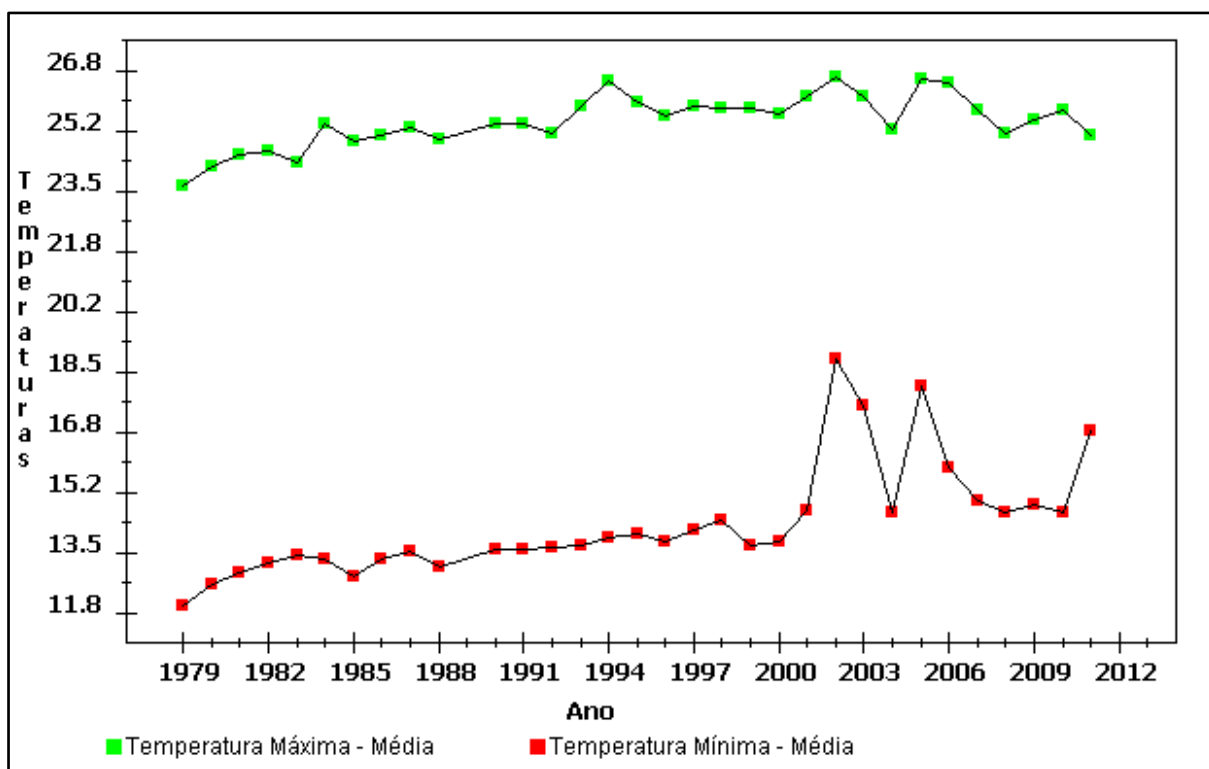


FIGURA 5. DADOS HISTÓRICOS DE TEMPERATURA EM ITABIRITO (CEMIG).  
FONTE: AGRITEMPO

Segundo a REDEMET, a temperatura de referência é a média das temperaturas máximas diárias do mês mais quente do ano, pois o mês mais quente do ano é o mês que apresenta a maior média mensal de temperatura. Desse modo, o mês mais quente do ano para o aeroporto Pampulha foi o mês de fevereiro, como mostrado na Figura 6, tendo como a temperatura de referência de 29,9°C, detalhado na Figura 7.



FIGURA 6. TEMPERATURA MÉDIA NO PERÍODO DE 1980 A 2004. FONTE: REDEMET.



FIGURA 7. MÉDIA DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS EM FEVEREIRO NO PERÍODO DE 1980 A 2004. FONTE: REDEMET.

Para ilustrar a relação umidade/temperatura, no gráfico de temperatura e umidade para o ano de 2012 (Figura 8), obtido através dos dados da Estação de Ibité, verifica-se que a pluviosidade é fator importante na regulação térmica da região, pois a temperatura oscila de acordo com a umidade.



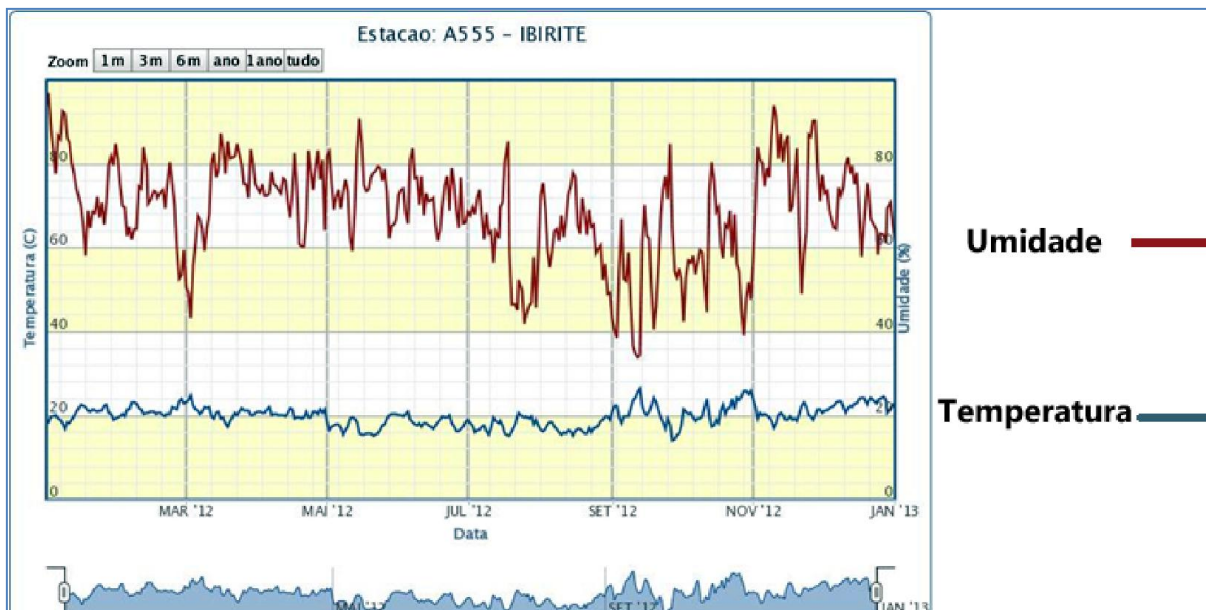


FIGURA 8 - GRÁFICO DE TEMPERATURA E UMIDADE DE 2012.  
FONTE: INMET

Para complementar a análise de temperaturas da região, foi feita a classificação de imagem banda de infravermelho termal do satélite Landsat 5, utilizando técnicas de sensoriamento remoto, as quais proporcionam um maior entendimento dos fenômenos que ocorrem na superfície terrestre. Ressalta-se que os dados aqui apresentados têm a intenção de demonstrar em escala regional as gradações das temperaturas desde as mais baixas até as mais altas, correlacionando-as com alguns tipos de usos do solo identificados na bacia e outros elementos que podem ser condicionantes da alteração desse fator climático.

Segundo Lucca (2001), um sistema imageador infravermelho termal é um dispositivo capaz de coletar, detectar e traduzir a radiação infravermelho termal emitida pelos alvos, sob a plataforma na qual está instalado e gerar uma imagem correspondente.

Os dados da banda de infravermelho termal são largamente utilizados em análises tanto direcionadas à agricultura quanto no meio urbano, na identificação, por exemplo, de ilhas de calor. Para esses estudos é necessário dar um tratamento adequado às imagens coletadas pelo satélite, uma vez que estas, ao serem captadas pelos sensores, não possuem precisão cartográfica quanto ao

posicionamento e também sofrem influência da atmosfera, que provoca alterações significativas na propagação da radiação proveniente do alvo que está sendo imageado.

Ressalta-se que toda imagem produzida por sensores remotos apresenta uma série de distorções espaciais, devido às interferências da atmosfera e não possuem precisão cartográfica quanto ao posicionamento dos objetos ou superfícies representadas, devido a fatores como ângulo do sensor de captura e curvatura da Terra, por exemplo.

Assim, fez-se necessária a utilização de procedimentos de correção geométrica e atmosférica na imagem do satélite utilizada para gerar a imagem termal. A imagem, obtida através do INPE, foi coletada por sensor imageador do satélite Landsat-5, no ano de 2011, na faixa do termal (8 – 14  $\mu\text{m}$  – banda 6). Os dados da imagem estão na

Tabela 4.

TABELA 4 – DADOS DA IMAGEM UTILIZADA. FONTE: INPE

| Satélite             | L5                 |
|----------------------|--------------------|
| Sensor               | TM                 |
| Órbita               | 218                |
| Ponto                | 74                 |
| Data de Passagem     | 21/09/2011         |
| Sceneld              | L5TM21807420110921 |
| Revolução            | 46572              |
| Latitude Norte       | -1.931.920         |
| Longitude Oeste      | -4.500.880         |
| Latitude Sul         | -2.113.930         |
| Longitude Leste      | -4.354.690         |
| Tempo Central(GMT)   | 12:45:47           |
| Orientação da Imagem | 819.998            |
| Ângulo Nadir         | 0                  |
| Azimuth Sol          | 584.868            |
| Elevação do Sol      | 532.724            |



A correção geométrica permitiu apurar seu posicionamento e a correção atmosférica diminuiu os efeitos brilho da superfície em certas regiões espectrais e a perda de nitidez em regiões de menores comprimentos de onda que, porventura, apresentaram névoa.

Após realizadas as correções, foi aplicado o modelo aplicado para estimativa de temperatura de superfície registrada em cada pixel da imagem foi o de Malaret:

$$T = 209.831 + 0.834 DN - 0.00133 DN^2$$

onde:

T = temperatura aparente em Kelvin (K)

DN = digital number ou número digital de cada pixel

Após esta etapa, as temperaturas resultantes foram convertidas para °C (graus Celsius), resultando na imagem termal ora apresentada (Figura 9).

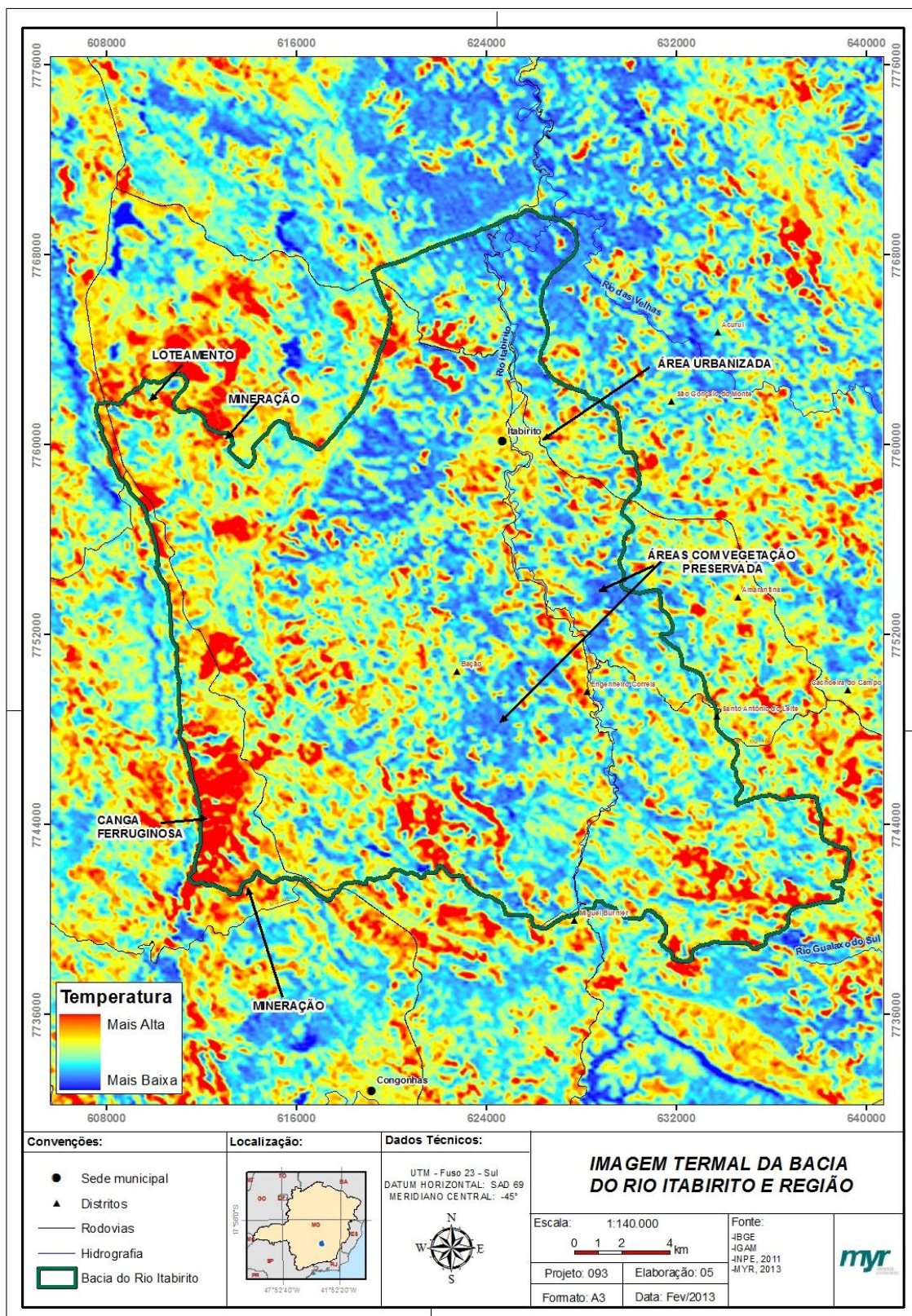


FIGURA 9. IMAGEM TERMAL DA BACIA DO RIO ITABIRITO.FONTE: MYR PROJETOS.

Em análise à imagem, percebe-se que as temperaturas mais altas estão ligadas aos locais que apresentam solo exposto, principalmente associado à presença de canga ferruginosa, no limite oeste da bacia, que por possuir baixo calor específico, esquenta rapidamente sob a luz solar. Outro fator associado às altas temperaturas percebidas na imagem está ligado às atividades minerárias e locais urbanizados. Já as temperaturas mais baixas estão associadas aos locais com maior concentração de água e densidade de vegetação, demonstrando que a vegetação é um importante componente regulador da temperatura.

## 5.3 RECURSOS HÍDRICOS

### 5.3.1 Características e informações sobre a hidrografia

As características e informações referentes à hidrografia, como se segue, tem como fonte a dissertação de mestrado defendida por Reis (2011).

A bacia de drenagem, conhecida também como bacia hidrográfica, define-se como sendo a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial, composto por um curso principal e seus tributários (Christofolletti, 1980; Suguio, 1979).

Uma bacia hidrográfica é limitada por divisores de águas ou divisores topográficos. Esses são denominados cristas de elevações do terreno, que separam a drenagem de duas bacias adjacentes. Assim sendo, a rede de drenagem de uma bacia hidrográfica é formada por um rio principal e pelos seus tributários, constituindo-se em um sistema de transporte de água e sedimentos.

A bacia de drenagem apresenta elementos que são de fundamental importância em seu comportamento hidrológico. Esses elementos são as características físicas de uma bacia tais como a área de drenagem, a forma, o sistema de drenagem e as características do relevo.



## 5.4 A ÁREA DE DRENAGEM

A área de drenagem de uma bacia é a área inclusa entre seus divisores topográficos é considerado o elemento básico para o cálculo das outras características físicas. A área é normalmente determinada por planimetria em mapas com escalas razoavelmente grandes (1:50.000) e expressa em km<sup>2</sup> ou hectares (Villela *et al.*, 1936).

### 5.4.1 Formas de uma bacia hidrográfica

Uma bacia hidrográfica pode apresentar várias formas, que supostamente refletem o seu comportamento hidrológico (Figura 10). A forma da bacia influencia o tempo de concentração, definido como o tempo, a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua na seção em estudo, ou seja, tempo que a água dos limites da bacia leva para chegar à saída da mesma (Villela *et al.*, 1936).

A forma de uma bacia pode ser circular, elíptica, radial ou ramificada. Em uma bacia circular, toda a água escoada tende a alcançar a saída da bacia ao mesmo tempo. Para uma bacia elíptica o escoamento tende a ser mais distribuído no tempo, já que apresenta a saída da bacia na ponta do maior eixo. As bacias radial ou ramificado, para chuva uniforme, apresentam um escoamento variável que origina cheias nas sub-bacias, que somam-se, mas não de forma simultânea, no curso principal. Assim, a cheia crescerá, estacionará, ou diminuirá na medida em que for recebendo as contribuições das diferentes sub-bacias.




| Formas      | Circular  | Elíptica   | Ramificada  |
|-------------|---|--|---|
| Ilustrações |  |  |  |

FIGURA 10. FORMAS DE BACIA CIRCULAR, ELÍPTICA E RAMIFICADA (FONTE: CHRISTOFOLETTI, (1980).

As características e padrões de uma rede hidrográfica podem ser utilizados para a consolidação de parâmetros importantes para a comparação em literatura com outros padrões de drenagem. Estes parâmetros ajudam a entender a dinâmica morfológica e natural de um curso d'água, possíveis tendências erosivas, manutenção de vazão superficial, entre outros aspectos (Figura 11).

Segundo Santos & Sobreira (2008): “A análise morfométrica das bacias foi feita a partir da avaliação das variáveis morfométricas da rede de drenagem e do relevo. Esses parâmetros vêm sendo utilizados por diversos pesquisadores para a compreensão de fenômenos naturais e antrópicos”.

| Padrão e Forma da Bacia                |   |  |  |
|--|---|--|--|
| Parâmetro                              | Fórmula                                 | Descrição  | Significado  |
| Densidade de drenagem (Dd)             | $Dd = \frac{Lt}{A}$                     | Lt = comprimento total de canais.<br>A = Área da bacia                           | Os valores elevados indicam áreas de pouca infiltração e melhor esculturação dos canais (Christofolletti, 1969).                     |
| Densidade hidrográfica (Dh)            | $Dh = \frac{Nt}{A}$                     | Nt = N° total de canais<br>A = Área da bacia                                     | Indica a capacidade em gerar novos cursos d'água (Christofolletti, 1969).  |
| Índice de Forma (K)                    | $K = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$           | P = Perímetro da bacia<br>A = Área da bacia                                      | Valores próximos da unidade 1,0, a bacia tende a ser circular (Gandolfi, 1971).  |
| Índice de Sinuosidade (Is)             | $Is = \frac{L}{Lv}$                     | L=Comprimento do canal principal<br>Lv = Comprimento vetorial do canal principal | Valores < 1,0 = canais retílineos<br>Valores > 2,0 = canais sinuosos (Freitas, 1952).  |
| Coeficiente de manutenção (Cm)         | $Cm = \frac{1}{Dd} \cdot 1000$          | Dd = Densidade de drenagem   | Indica a área mínima necessária para existir um metro de canal de escoamento = a capacidade de manter cursos perenes (Schumm, 1956). |
| Extensão do Percurso superficial (Eps) | $Eps = \frac{1}{2 \cdot Dd} \cdot 1000$ | Dd = Densidade de drenagem   | Representa a distância média percorrida pelas águas pluviais (Horton, 1945).   |
| Características do Relevo              |   |  |  |
| Parâmetro                              | Fórmula                                 | Descrição  | Significado  |
| Gradiente dos canais (Gc) (%)          | $Gc = \frac{Alt. \max}{L}$              | Alt. Máx = Altitude máxima<br>L = comprimento do canal principal                 | Indica a declividade dos cursos d'água (Freitas, 1952).  |
| Relação de Relevo (Rr)                 | $Rr = \frac{Hm}{L}$                     | Hm = Amplitude Altimétrica máxima  | Quanto maior o valor, maior será o desnível entre a cabeceira e a foz e maior a declividade média da bacia (Schumm, 1956).           |

FIGURA 11. SIGNIFICADOS DOS PARÂMETROS MMORFOMÉTRICOS DE UIMA BACIA HIDROGRÁFICA. ADAPTADO DE SANTOS E SOBREIRA (2008).

---

#### 5.4.2 Sistema de Drenagem

---

O sistema de drenagem é constituído pelo rio principal e seus tributários. O desenvolvimento desse sistema e o estudo das ramificações são relevantes para indicar a maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica (Villela *et al.*, 1936). Para tanto é necessário o conhecimento da ordem dos cursos d'água e a densidade de drenagem.

##### a) Ordem dos Cursos de Água

Como critérios de ordenamento dos canais da rede de drenagem de uma bacia hidrográfica, destacam-se os de *Horton* e de *Strahler*. A partir desses critérios, os rios são classificados como de primeira ordem, segunda ordem, terceira ordem, quarta ordem e assim sucessivamente (Figura 12).

Conforme Silveira (2000), no sistema de *Horton* os canais de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários; os canais de segunda ordem têm apenas afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem recebem afluência de segunda ordem, podendo receber diretamente canais de primeira ordem; sucessivamente um canal de ordem  $u$  podem ter tributários de ordem  $u-1$  até 1.

Para *Strahler*, todos os canais sem tributários são de primeira ordem, mesmo que sejam nascentes dos rios principais e afluentes; os canais de segunda ordem são os que se originam da confluência de dois canais de primeira ordem, podendo ter afluentes também de primeira ordem; os canais de terceira ordem originam-se da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo ter afluentes de segunda e de primeira ordens; sucessivamente, um canal de ordem  $u$  é formado pela confluência de dois canais de ordem  $u-1$ , podendo receber a afluência de canais com qualquer ordem inferior.

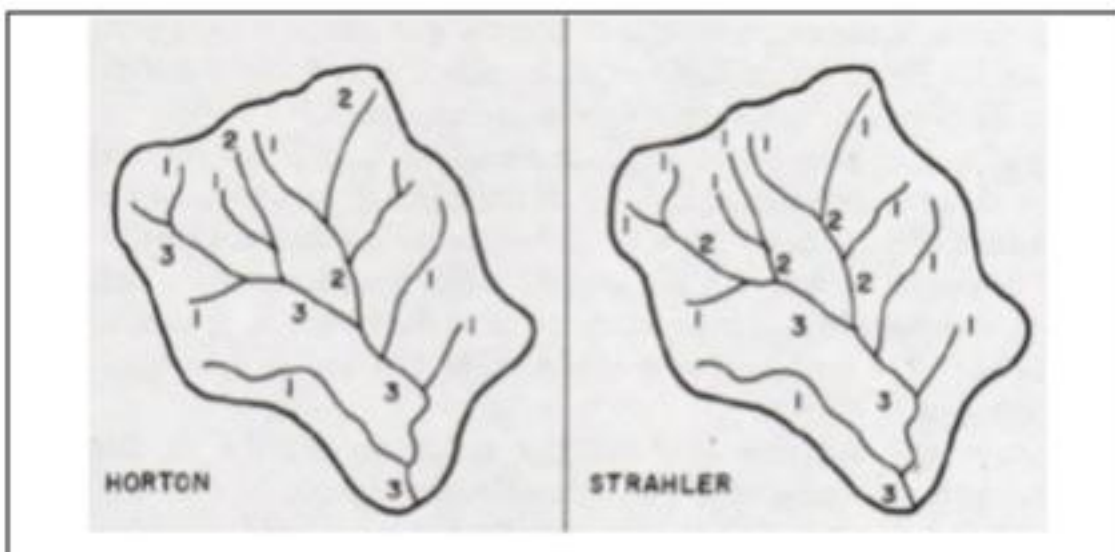


FIGURA 12. ORDENS DOS CURSOS D'ÁGUA. FONTE: SILVEIRA (2000).

**b) Densidade de Drenagem**

A densidade de drenagem (Dd) é uma boa indicação do grau de desenvolvimento de um sistema de drenagem (Villela *et al.*, 1936). Correlaciona o comprimento total (L) dos canais de escoamento com a área (A) da bacia hidrográfica (Christofolletti, 1980)

$$Dd = L / A$$

A equação acima mostra que a densidade de drenagem varia inversamente com a extensão do escoamento da drenagem da bacia. Villela *et al.* (1936) afirma que esse índice (densidade de drenagem) varia de 0,5 km/ km<sup>2</sup>, para bacias com drenagem pobres, a 3,5 ou mais para bacias excepcionalmente bem drenadas.

Christofolletti (1980) afirma que em um mesmo ambiente climático, o comportamento hidrológico das rochas repercute na densidade de drenagem. Nas rochas onde a infiltração encontra maior dificuldade há condições melhores para o escoamento superficial, gerando possibilidades para a esculturação de canais, como entre as rochas clásticas de granulometria fina, e, como consequência, densidade de drenagem mais elevada.

As áreas de drenagens pobres, ou seja, de baixa densidade de drenagem são constituídas por relevo plano e suave, cuja condição de alta permeabilidade permite rapidez de infiltração de água e conseqüente recarga de aquíferos. O regime pluvial apresenta escoamento superficial pouco significativo, gerando mecanismos de erosão hídrica ligados ao processo inicial da gota de chuva e provocando a erosão laminar ou em lençol, decorrente do atrito do próprio escoamento superficial que conduz material erodido dos pontos abaixo das encostas para as calhas fluviais.

---

#### 5.4.3 Padrões de drenagem

---

Os padrões de drenagem referem-se ao arranjo espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região (Christofolletti, 1980). Assim têm-se os tipos fundamentais dos padrões de drenagem: dentrítico, em treliça, paralela, radial e anelar (Figura 13).

A drenagem dentrítica (ou arborescente) apresenta desenvolvimento semelhante à configuração de ramos de uma árvore. Desenvolve-se tipicamente sobre rochas de resistência uniforme ou em rochas estratificadas horizontais. A presença de confluências em ângulos retos no padrão dentrítico constitui anomalia que frequentemente pode ser atribuída aos fenômenos tectônicos. (Sugio, 1979; Christofolletti, 1980).

A drenagem em treliça compõe-se por rios principais consequentes que correm paralelamente e recebem rios subsequentes, os quais fluem transversalmente aos primeiros.

Os rios subsequentes recebem afluentes obsequentes e ressequentes. O controle estrutural sobre este padrão de drenagem é muito acentuado devido à desigual resistência das camadas inclinadas que afloram em faixas estreitas e paralelas. O padrão em treliça é encontrado em estruturas sedimentares homoclinais, em estruturas falhadas e nas cristas de anticlinais (Sugio, 1979).



A drenagem paralela caracteriza-se por cursos de água que fluem quase que paralelamente uns aos outros, em extensão considerável do terreno. Devido a sua disposição recebem também o nome de padrão em “rabo de cavalo”. Este tipo de drenagem localiza-se em áreas onde há presença de vertentes com declividades acentuadas ou onde existiam controles estruturais (Sugio, 1979).

A drenagem radial é formada por correntes fluviais que se apresentam como raios de uma roda em relação a um ponto central. Pode-se desenvolver sobre os mais variados embasamentos e estruturas. Ela pode ser tipo centrífuga quando os rios divergem a partir de um ponto ou área mais elevada, como por exemplo cones vulcânicos e morros isolados.

No tipo centrípeta os rios convergem para um ponto ou área central, localizada em posição mais baixa, como em crateras vulcânicas e depressões vulcânicas (Sugio, 1979; Christofolletti, 1980).

A drenagem anelar apresenta um padrão formado por anéis concêntricos. É típica de áreas dômicas profundamente entalhadas em estruturas formadas por camadas moles e duras (Sugio, 1979).

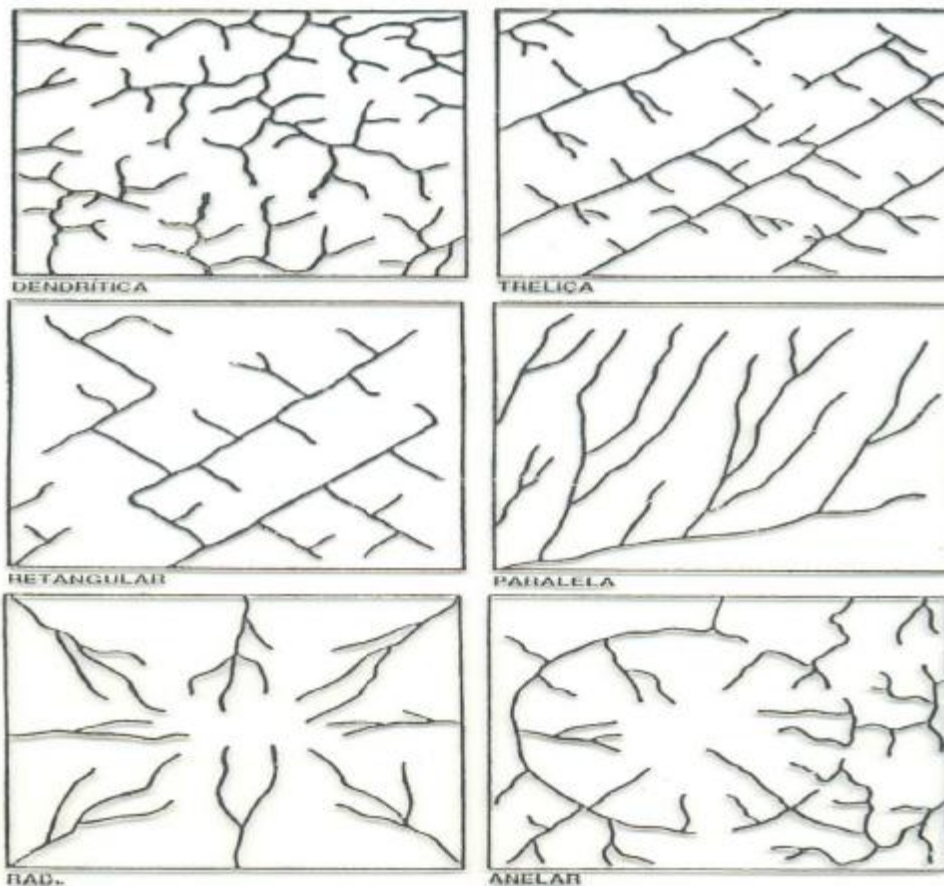


FIGURA 13. PADRÕES DE DRENAGEM (FONTE: CHRISTOFOLETTI, 1980)

Todas essas características de um rio propiciam quantidades variadas de volume para cada área. Ao associar estas características naturais com as interferências humanas, as duas juntas refletem significativamente nessa variação (qualidade e quantidade) da água de um rio. Em geral essas interferências influenciam negativamente na evolução de eventos como os hidrológicos (enchentes e inundações).

---

#### 5.4.4 Caracterização hidrográfica – contexto regional

---

A Bacia do Rio Itabirito é parte importante da rede hidrográfica do Rio das Velhas, que por sua vez, é o maior afluente em extensão da bacia do rio São Francisco, tendo sua nascente no município de Ouro Preto, desaguando naquele rio a jusante da barragem de Três Marias.

De acordo com o Projeto Manuelzão, a bacia hidrográfica do Rio das Velhas está localizada na região central do estado de Minas Gerais, entre as coordenadas 17° 15' e 20° 25' S – 43° 25' e 44° 50' W, apresentando uma forma alongada na direção norte-sul. Possui cerca de 761 km de extensão, 38,4 m de largura média, drenando uma área de 29.173 km<sup>2</sup> (Figura 14).

Fazem parte da Bacia do Rio das Velhas, 51 municípios, incluindo a maior parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Além disso, a Bacia do Rio das Velhas, que possui seu alto curso no Quadrilátero Ferrífero, abriga um dos principais mananciais de abastecimento urbano de água da região metropolitana de Belo Horizonte, atendendo a mais de 2 milhões de habitantes. Ao mesmo tempo, as águas do alto curso do Rio das Velhas recebem efluentes de grande parte da região metropolitana de Belo Horizonte, advindo de esgotos domésticos, atividades minerárias e industriais, como metalúrgicas, têxteis e químicas (Nonato et. al, 2007).

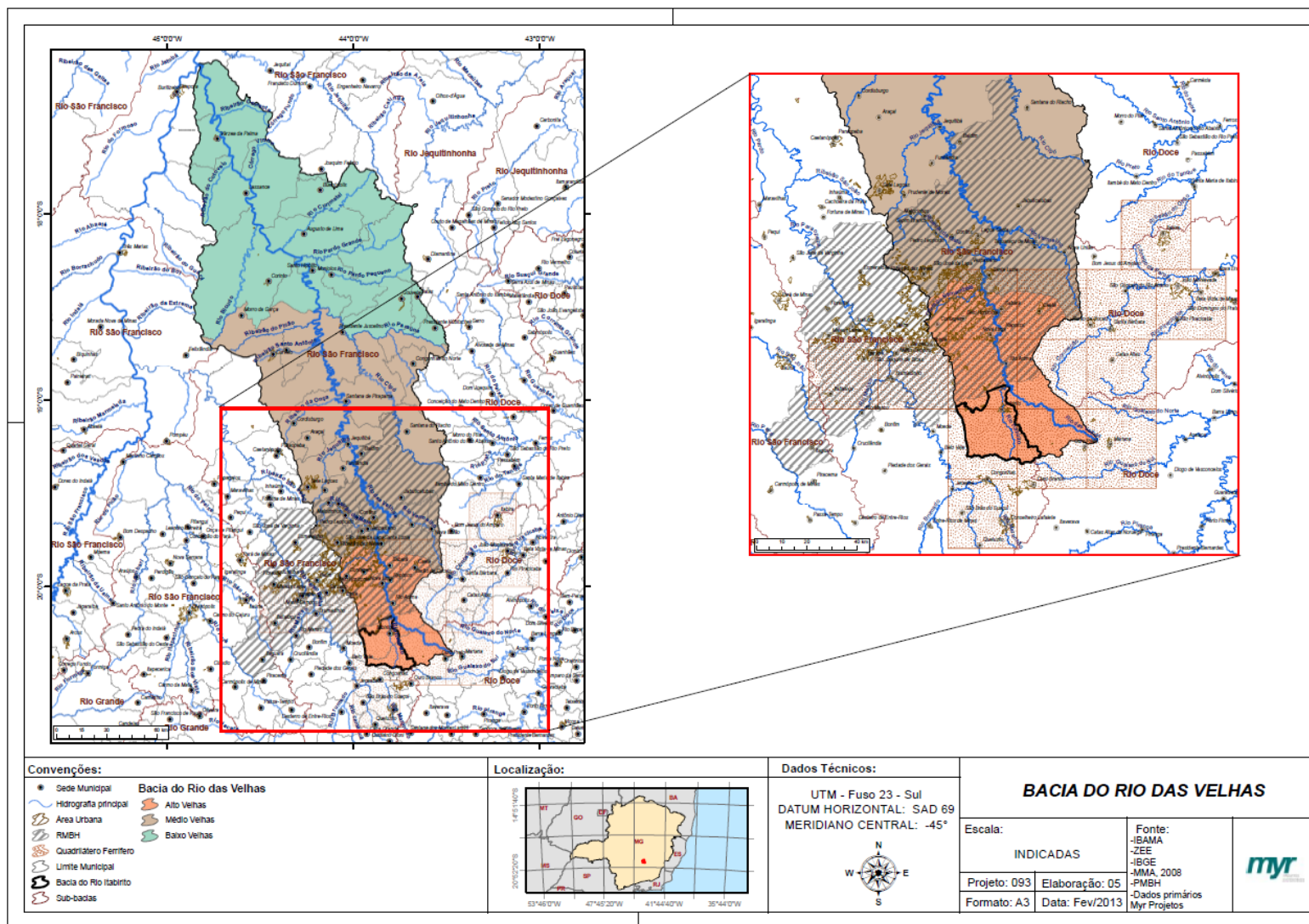


FIGURA 14. LOCALIZAÇÃO DA SUBBACIA DO RIO ITABIRITO EM RELAÇÃO A BACIA DO RIO DAS VELHAS. FONTE MYR PROJETOS

Segundo Silva (2007) no Quadrilátero Ferrífero os cursos dos rios se encontram bastante influenciados pela estrutura das rochas. Desta forma, comumente aparecem vales profundos e encaixados e trechos encachoeirados, principalmente, na área em que se encontra a Bacia do Rio das Velhas, nas porções centro-sul e norte, onde as diferenças de níveis no relevo são mais comuns. Os divisores hidrográficos mais importantes são: a Serra da Moeda, a oeste, dividindo as bacias do Rio das Velhas e do Paraopeba e as serras do Caraça e de Antônio Pereira, na porção centro leste, dividindo as bacias do Rio das Velhas e do Piracicaba.

---

#### 5.4.4.1 Qualidade das águas

---

A qualidade das águas da Bacia do Rio das Velhas é monitorada pelo IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas, sendo publicado anualmente um relatório e mapa contendo o resultado dessas análises (Figura 15). O IGAM classifica a qualidade das águas de acordo com os parâmetros indicativos de várias fontes poluidoras, tais como efluentes domésticos, efluentes industriais, carga difusa (urbana e rural), mineração, de natureza natural e acidental.



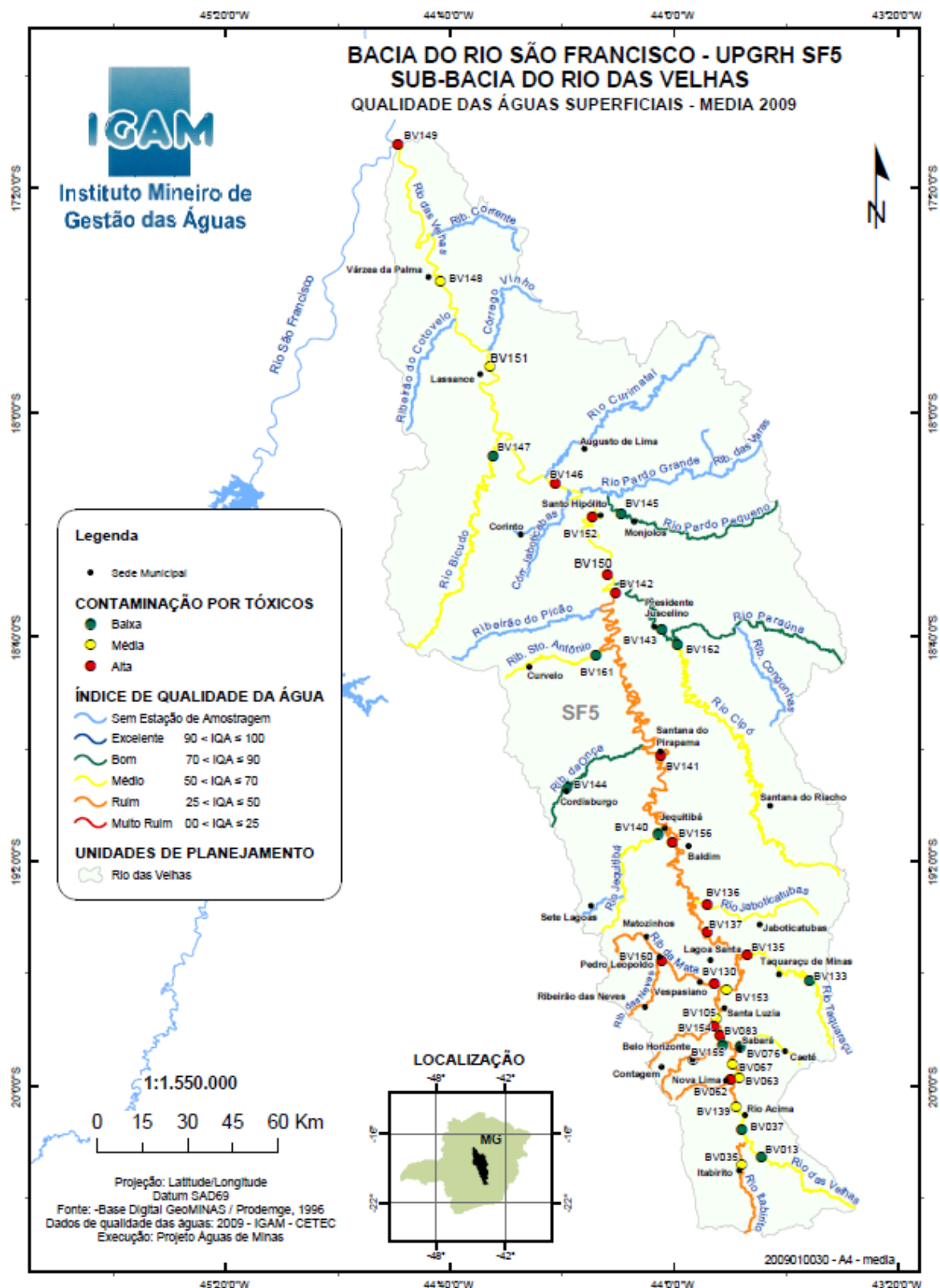


FIGURA 15. QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS EM 2009, NA SUB-BACIA DO RIO DAS VELHAS. FONTE:IGAM (2009).

Para cada estação de monitoramento são analisados parâmetros físicos, químicos, microbiológicos, hidrobiológicos e ensaios de ecotoxicidade de qualidade de água cujos resultados definem a origem de fontes que possuem potencial de poluição das águas. Além desses parâmetros, o IGAM também utiliza índices que determinam a qualidade das águas monitoradas.

O IQA – Índice de Qualidade da Águas, desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* dos Estados Unidos, utiliza 9 parâmetros considerados mais representativos para a caracterização da qualidade das águas, quais sejam: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, variação da temperatura da água, turbidez e sólidos totais.

Para o cálculo do IQA é utilizado um software específico, desenvolvido pelo CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Os valores de referência do índice variam entre 0 e 100, conforme determinado na (Tabela 5) e também indicam o nível qualidade das águas, utilizando-se uma escala de cores:

TABELA 5 - INDICES DE IQA. FONTE: IGAM (2009).

| Nível de Qualidade | Faixa                |
|--------------------|----------------------|
| <b>Excelente</b>   | $90 < IQA \leq 100$  |
| <b>Bom</b>         | $70 < IQA \leq 90$   |
| <b>Médio</b>       | $50 < IQA \leq 70$   |
| <b>Ruim</b>        | $25 < IQA \leq 50$   |
| <b>Muito Ruim</b>  | $0 \leq IQA \leq 25$ |

Para o estudo da qualidade das águas da bacia do Rio Itabirito, utilizou-se o último Relatório Anual de Qualidade das Águas da Bacia do Rio das Velhas em 2009, publicado pelo IGAM. Transcrevem-se do relatório os seguintes trechos pertinentes às condições da Bacia do Rio das Velhas.

*“Em 2009 as ocorrências de IQA médio e ruim aumentaram em relação ao ano anterior, passando de 31,6% e 44,1%, respectivamente.”*

*“Os parâmetros que mais influenciaram no cálculo de IQA ao longo da série de monitoramento foram coliformes termotolerantes, turbidez, fósforo total e DBO, indicando a interferência dos lançamentos de esgotos domésticos e de fatores como mau uso do solo sobre a qualidade dos corpos de água dessa bacia.”*

*“A presença de chumbo, cobre, cianeto e fenóis totais, que ocorreram de forma aleatória na bacia, está associada aos lançamentos de efluentes dos processos industriais (como por exemplo, dos ramos têxtil, galvanoplastia e siderurgia).”*

Segundo o IGAM, diante do quadro apresentado para a Bacia do Rio das Velhas, a qual inclui o Rio Itabirito, as principais fontes poluidoras são os esgotos domésticos e a indústria.

Quanto à qualidade das águas do Rio das Velhas foi verificado um IQA, para o ano de 2009, considerado “ruim”, com o mesmo índice ocorrendo para o trecho monitorado do Rio Itabirito. Com relação aos parâmetros sanitários, no trecho monitorado do Rio Itabirito (ver Figura 15) foram observadas violações dos parâmetros coliformes termotolerantes nas quatro campanhas de 2009, e para fósforo total na primeira campanha de monitoramento.

De acordo com o IGAM, as ocorrências de violações desses parâmetros podem ser indicativas de lançamentos de esgotos sanitários sem tratamento do município de Itabirito e do aporte da poluição de origem difusa sobre as águas desse rio, pois



como informado pelo SAAE Ide Itabirito, apesar da existência de uma ETE logo a jusante dessa cidade, a ETE ainda não se encontra em funcionamento.

Apesar de o IQA ser um índice de fácil compreensão da situação da qualidade das águas para o público leigo, por condensar a interpretação de nove variáveis em um único número, o índice foi desenvolvido visando avaliar o impacto apenas dos esgotos domésticos nas águas utilizadas para abastecimento público, não representando efeitos originários de outras fontes poluentes. Além disso, possui certa limitação devido à perda na interpretação das variáveis individuais e da relação destas com as demais. Assim, como uma forma de diminuir a parcialidade do IQA foi adotado, em Minas Gerais, o Índice de Contaminação por Tóxicos (CT) de maneira a complementar as informações do IQA, conferindo importância a outros fatores que afetam os usos diversos da água.

Em função das concentrações observadas dos seguintes parâmetros tóxicos: arsênio total, bário total, cádmio total, chumbo total, cianeto livre e cianeto total, cobre dissolvido, cromo total, fenóis totais, mercúrio total, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal total e zinco total, a Contaminação por Tóxicos é caracterizada como Baixa, Média ou Alta.

Em 2009 foi verificada CT Alta na estação de monitoramento no rio Itabirito, BV035, em função da violação de chumbo total na primeira campanha anual. Esses resultados, de acordo com o IGAM, podem refletir os lançamentos de efluentes, principalmente industriais.

---

#### 5.4.4.2 Enquadramento dos corpos d'água

---

De acordo com a resolução CONAMA nº 357, enquadramento é o estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo d'água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo.

Abaixo podemos verificar o quadro de enquadramento e os usos de acordo com a Deliberação Normativa Conjunta 01/2008:

TABELA 6 - ENQUADRAMENTO DE CLASSE. FONTE: IGAM (2009).

| Classe   | Cor    | Usos Possíveis  |
|----------|--------|---|
| Especial | Blue   | Abastecimento para consumo humano, com filtração e desinfecção;<br>Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e<br>Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.   |
| 1        | Green  | Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;<br>Proteção das comunidades aquáticas;<br>Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;<br>Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e<br>Proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. |
| 2        | Yellow | Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;<br>Proteção das comunidades aquáticas;<br>Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;<br>Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e<br>Aqüicultura e à atividade de pesca.                    |
| 3        | Orange | Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;<br>Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;<br>Pesca amadora;<br>Recreação de contato secundário; e<br>Dessedentação de animais.  |
| 4        | Red    | Navegação;<br>Harmonia paisagística; e<br>Usos menos exigentes.   |

Para os resultados do ano de 2009, nas estações de amostragem localizadas na Bacia do Rio das Velhas, os parâmetros monitorados foram avaliados pelo IGAM em relação ao percentual de violação tendo como referência os limites legais estabelecidos na Deliberação Normativa COPAM/CERH N°01/08, considerando o enquadramento do corpo de água no local de cada estação.

De acordo com o IGAM e segundo a Lei Federal nº 9.433/97 e Lei Estadual nº 13.199/99, além da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH Nº01/2008, o enquadramento de acordo com parâmetros de qualidade para usos preponderantes no trecho do Rio Itabirito, a jusante da cidade de Itabirito, (estação BV035), é considerado como Classe 2.

Entretanto, de acordo com os dados de qualidade analisados, os parâmetros estão em desacordo com os limites legais estabelecidos para rios de Classe 2, devido, principalmente a fatores de pressão como atividade minerária, lançamentos de esgotos sanitários, lançamentos de efluentes industriais, disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos, expansão urbana desordenada, além do aporte de carga difusa (IGAM, 2009).

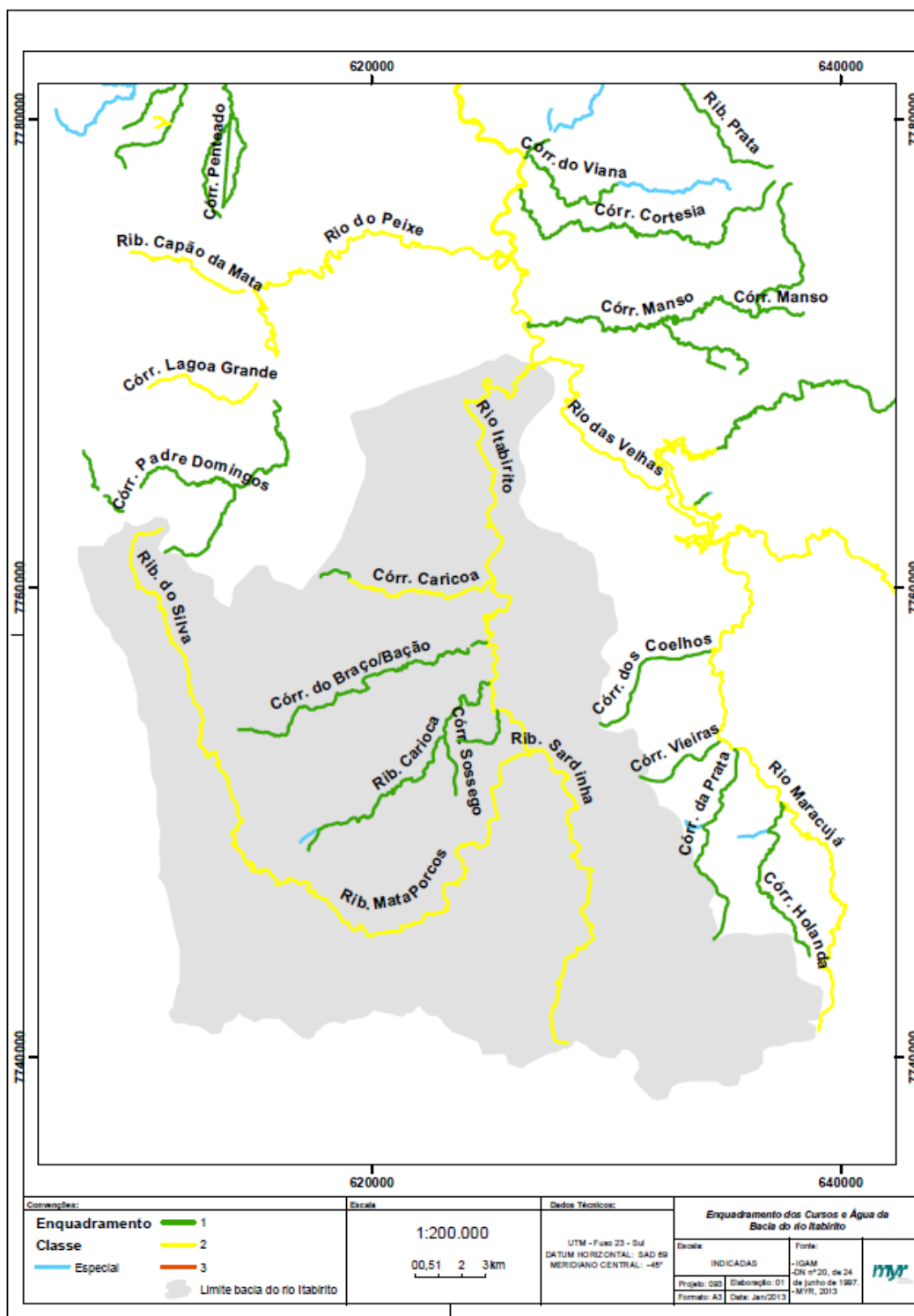


FIGURA 16: ENQUADRAMENTO DOS PRINCIPAIS CURSOS DE ÁGUA DA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: ADAPTADO DE DNCOPAM Nº 20, DE 24 DE JUNHO DE 1997. FONTE: MYR PROJETOS

---

#### 5.4.4.3 Usos da água

---

De acordo com o IGAM (2009), a bacia hidrográfica do Rio das Velhas é caracterizada pela presença dos seguintes tipos de uso dos recursos hídricos: abastecimento público, industrial, irrigação e usos diversos. Estes usos estão relacionados às atividades econômicas dominantes na bacia.

A geração de energia, a proteção e a preservação das comunidades aquáticas, o turismo, o lazer e a possibilidade de navegação entre Sabará e Jaguará Velha (distrito de Mocambeiro) também se destacam, constatando-se, assim, a multiplicidade dos usos dos recursos hídricos na bacia.

Em relação ao aspecto quantitativo, dados do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (IGAM, 2004) apontam que a demanda de água, resguardado o critério de outorga atualmente aplicado em Minas Gerais, supera fortemente a disponibilidade hídrica. A distribuição dos usos e dos volumes outorgados é bastante irregular ao longo da Bacia do Rio das Velhas. O alto curso, onde está inserida a RMBH, concentra os usos para consumo humano, indústria e abastecimento público e é a região que concentra as maiores demandas de água. O médio e baixo cursos concentram principalmente o uso para irrigação.

---

#### 5.4.5 Caracterização hidrográfica local

---

Neste tópico serão explicitadas as principais características da Bacia do rio Itabirito e de suas principais subbacias, sendo utilizados dados secundários e primários coletados em campo. Além disso, ao final, serão demonstrados estudos e análises envolvendo a rede hidrográfica, que podem ajudar a elucidar importantes questionamentos e informações sobre a dinâmica morfológica dos cursos d'água da bacia em voga. Informações como essas tem sua importância por permitirem compreender, por exemplo, as áreas nas quais predominam ações erosivas e ações de deposição e, conseqüentemente, entender a dinâmica da paisagem nas bacias hidrográficas.

A análise da rede hidrográfica buscando estabelecer relações causa-efeito com a dinâmica erosiva da bacia e suas possibilidades de deposição e esculturação dos canais fluviais é uma importante fonte de informação para o entendimento das dinâmicas hidrogeomorfológicas dos cursos d'água.

A partir das bases de dados de hidrografia otocodificada disponibilizadas pelo IGAM foram aferidas as seguintes informações referentes à rede de drenagem e às formas da bacia do Rio Itabirito e seus principais afluentes: área da bacia (A), perímetro da bacia (P), comprimento total de canais (Lt), número total de canais (Nt), comprimento do canal principal (L), comprimento vetorial do canal principal (Lv) altimetria máxima (alt. Max), altimetria mínima (alt Min) amplitude altimétrica (Hm).

A partir das informações da rede de drenagem da bacia do Rio Itabirito e de seus afluentes, serão disponibilizadas informações e dados sobre os seguintes parâmetros morfométricos: densidade de drenagem (Dd), densidade hidrográfica (Dh), Índice de forma (K), índice de sinuosidade (Is), coeficiente de manutenção (Cm), extensão do percurso superficial (Eps), relação de relevo (Rr), gradiente dos canais (Gc).

➤ Densidade de Drenagem:

A densidade de drenagem (Dd) é uma boa indicação do grau de desenvolvimento de um sistema de drenagem (Villela et al., 1936). Correlaciona o comprimento total (L) dos canais de escoamento com a área (A) da bacia hidrográfica (Christofoletti, 1980).

A Densidade de Drenagem é expressa pela fórmula

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

A equação acima mostra que a densidade de drenagem varia inversamente com a extensão do escoamento da drenagem da bacia. Villela et al. (1936) afirma que esse

índice (densidade de drenagem) varia de 0,5 km/ km<sup>2</sup>, para bacias com drenagem pobres, a 3,5 ou mais para bacias excepcionalmente bem drenadas. Nas rochas onde a infiltração encontra maior dificuldade há condições melhores para o escoamento superficial, gerando possibilidades para a esculturação de canais, como entre as rochas clásticas de granulometria fina, e, como conseqüência, densidade de drenagem mais elevada.

Christofolletti (1980) comenta que a Dd apresenta relação inversa à densidade hidrográfica (Dh), visto que, segundo este autor, quanto mais canais existirem, menos extensos eles serão.

➤ Densidade Hidrográfica (Dh)

A densidade hidrográfica é um parâmetro de análise inicialmente proposto por Horton (1945) é apresenta a quantidade de cursos d'água em uma determinada bacia hidrográfica. Cherem (2008) destaca que esse parâmetro, quando gerado para os canais de primeira ordem na hierarquia fluvial, representa o comportamento hidrográfico das bacias, pois, em bacias com alta densidade hidrográfica, pode-se inferir uma maior capacidade de gerar canais, independente das extensões.

A densidade hidrográfica é expressa pela fórmula

$$Dh = \frac{Nt}{A}$$

➤ Índice de forma

O índice de forma representa a relação existente entre o perímetro da bacia e a área que ela possui. O menor resultado final possívelé K=1 que indica uma bacia de forma aproximadamente circular.

O índice de forma é dado pela fórmula:



$$K = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

A forma da bacia influencia o tempo de concentração, definido como o tempo, a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua na seção em estudo, ou seja, tempo que a água dos limites da bacia leva para chegar à saída da mesma.

➤ Índice de Sinuosidade

O índice de sinuosidade é um parâmetro importante para o entendimento do comportamento de sinuosidade do rio, seu grau de condicionamento litológico e estrutural e podendo ser influenciado pela carga sedimentar de um curso d'água.

O índice de Sinuosidade é dado pela fórmula:

$$I_s = \frac{L}{L_v}$$

Valores próximos a 1 indicam forte condicionamento estrutural, enquanto valores acima de 2 indicam formas de transição entre canais retilíneos e meandrantos.

➤ Coeficiente de manutenção

O coeficiente de manutenção indica a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento de fluxo perene.

O coeficiente de manutenção é dado pela seguinte equação:

$$C_m = \frac{1}{D_d} \cdot 1000$$

➤ Extensão do percurso superficial

A extensão do percurso superficial indica a distância em metros de percurso médio de escoamento superficial necessário para que a água encontre um canal fluvial de drenagem.

A extensão de percurso superficial é expressa pela fórmula:

$$Eps = \frac{1}{2 \cdot Dd} \cdot 1000$$

➤ Relação de relevo

Quanto maior o valor resultado da relação de relevo, maior será o desnível entre a cabeceira da bacia hidrográfica e a foz e maior será a declividade média da bacia.

A relação de relevo é expressa pela fórmula:

$$Rr = \frac{Hm}{L}$$

➤ Coeficiente de Compacidade ou Índice de Gravelius

O coeficiente de compacidade representa a área da bacia com forma de círculo e quanto mais próximo o valor resultante for de 1, maior a susceptibilidade da bacia a eventos de cheias.

O coeficiente de compacidade é medido pela fórmula:

$$kc = \frac{0,282xP}{\sqrt{A}}$$

---

#### 5.4.1 Caracterização hidrográfica da Bacia do Rio Itabirito

---

O Rio Itabirito é um rio de classe 2, de 6ª ordem (Figura 18) e é um dos principais afluentes do Rio das Velhas na bacia de seu alto curso. Situa-se na zona central do domínio geológico e geomorfológico do Quadrilátero Ferrífero e sua bacia hidrográfica possui área aproximada de 520 Km², compreendendo parte dos municípios de Rio Acima, Ouro Preto e Itabirito, sendo que a maior porção se encontra no município de Itabirito.

O Rio Itabirito tem suas primeiras nascentes na porção noroeste da bacia e suas cabeceiras estão localizadas na vertente oeste da Serra da Moeda e situam-se em altitudes de 1460 m a 1520 m. Seu canal tem sentido norte percorrendo aproximadamente 23,5 km e atravessa a área urbana do Município de Itabirito até o encontro com o córrego Luiza dos Santos ou Moleque. A partir de então segue no sentido nordeste percorrendo aproximadamente 5,4 km até o encontro com o Rio das Velhas (





Figura 17).



FIGURA 17. CONFLUÊNCIA DO RIO ITABIRITO (COR AVERMELHADA) COM O RIO DAS VELHAS (AO FUNDO, DE COR ESVERDEADA). FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

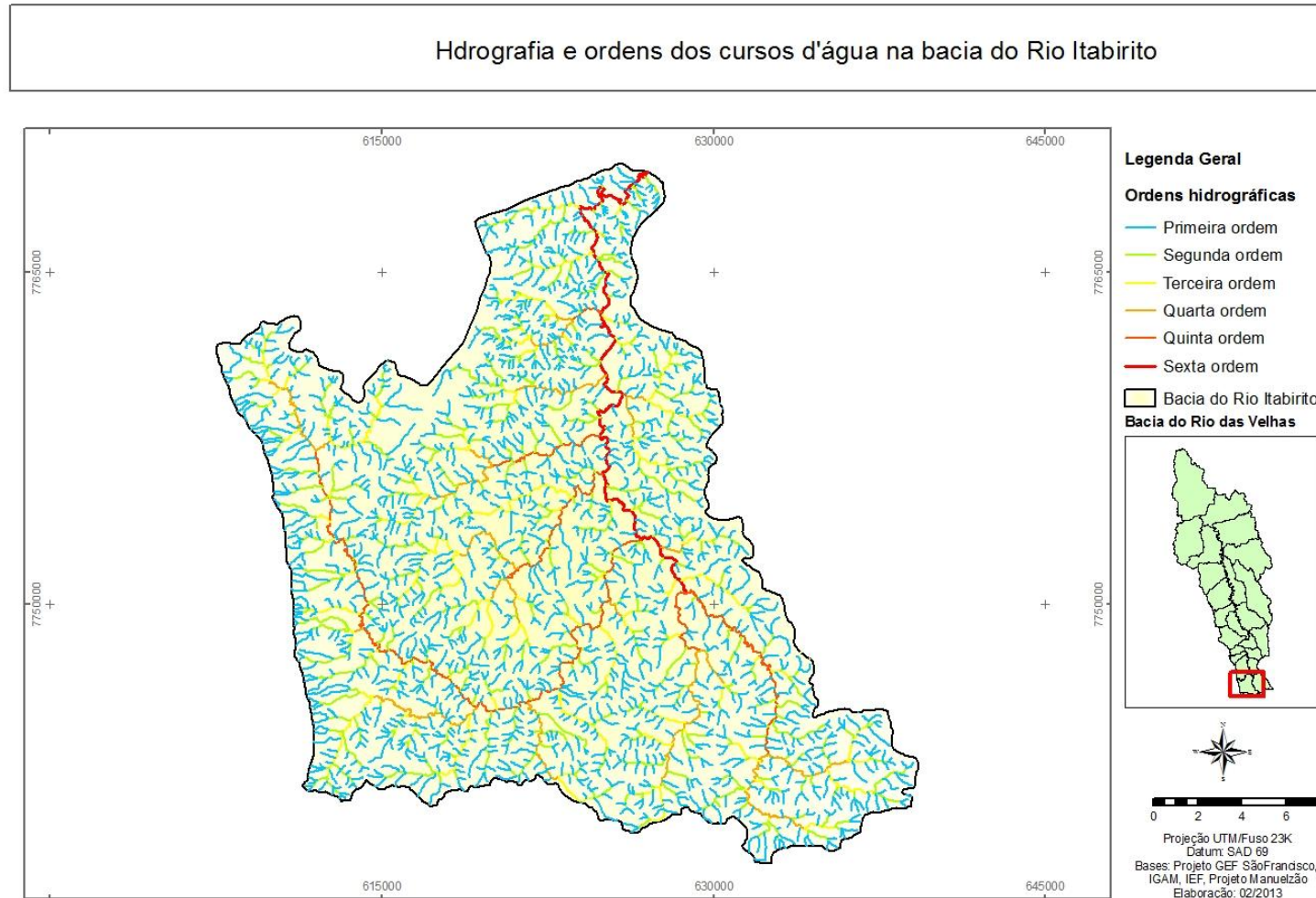


FIGURA 18: REDE HIDROGRÁFICA E ORDENS DOS CURSOS D'ÁGUA DA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: PROJETO MANUELZÃO

As principais atividades identificadas na bacia, quais sejam, agrosilvopastoris, mineração, extração de areia, além da ocupação antrópica e focos de erosão acentuados, configuram como potenciais pressões para os cursos de água da bacia, modificando características físicas, químicas e biológicas e, por conseguinte, alterando sua qualidade (Figura 21).

As atividades agrosilvopastoris são realizadas principalmente na porção central, principalmente a pecuária, pelas declividades serem um pouco mais baixas que em outras áreas da bacia, favorecendo a movimentação do rebanho (Figura 19).



FIGURA 19: ÁREA DE CRIAÇÃO DE GADO NA PORÇÃO CENTRAL DA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

Entretanto de acordo com Carvalho (2010), o poder cisalhante da pata do boi rasga capim e solo saturado já em locais principalmente com declividade a partir de 40%. Ao fim de anos o boi pisa trilhas planas em ziguezagues, caminho das águas que descem da encosta íngreme, compactadas, impermeáveis, favoráveis ao escoamento superficial e desperdício de água.



A mineração também é atividade comumente vista nesta bacia, principalmente em áreas do Supergrupo Minas, ricas em itabiritos. Esta atividade pode ser causadora de impactos sobre as águas subterrâneas e superficiais da Bacia do Rio Itabirito, alterando a sua qualidade. Os impactos sobre as águas superficiais são mais perceptíveis, pois a sua cor e turbidez são visíveis, indicando aporte de sedimentos oriundos desta atividade. (Figura 20).



**FIGURA 20: ÁREA DE MINERAÇÃO NA SUBBACIA DO RIBEIRÃO MATA PORCOS, UM DOS PRINCIPAIS CONTRIBUINTE DA BACIA DO RIO ITABIRITO. ATENTAR PARA OS SEDIMENTOS ADVINDOS DAS MARGENS E COR CARACTERÍSTICA DA ÁGUA. FONTE: MYR PROJETOS, 2013.**

A extração de areia pelo sistema de dragagem diretamente do leito dos cursos de água é também atividade comum na bacia (Figura 21). Esta atividade pode, também, acarretar importantes impactos diretos, como, por exemplo, a aceleração de processos erosivos, afugentamento e decréscimo da fauna aquática, pela diminuição das áreas de refúgio de diversas espécies e aumento da turbidez no curso de água, alterando sua qualidade.

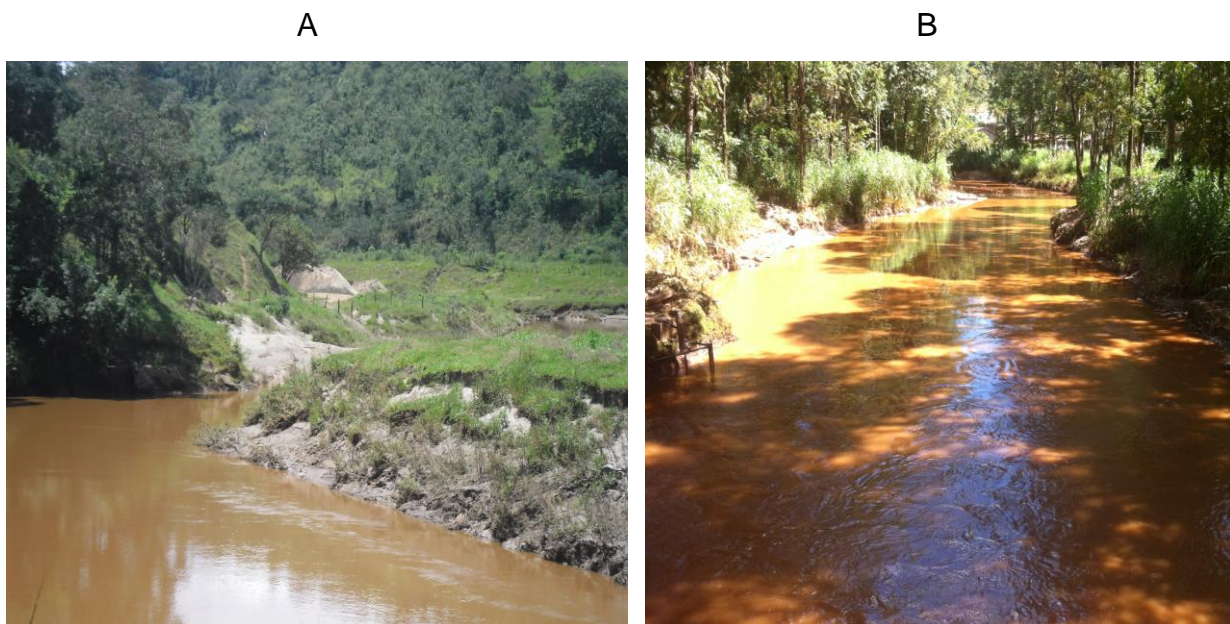


FIGURA 21 – RIO ITABIRITO A MONTANTE DA CIDADE DE ITABIRITO, EM ÁREA DE EXTRAÇÃO DE AREIA (A) E LOGO A JUSANTE DA CIDADE DE ITABIRITO (B). FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

TABELA 7. INFORMAÇÕES BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: PROJETO MANUELZÃO

| Parâmetro                               | Unidade         | Resultado |
|---|-----------------|-----------|
| Comprimento total de canais             | Km              | 1430,110  |
| Área da bacia                           | Km <sup>2</sup> | 522,315   |
| Número total de canais                  | -               | 1430,011  |
| Perímetro da bacia                      | Km              | 131,304   |
| Comprimento do canal principal          | Km              | 72,180    |
| Comprimento vetorial do canal principal | Km              | 50,422    |
| Altimetria máxima                       | m               | 1580,000  |
| Altimetria mínima                       | m               | 780,000   |
| Amplitude altimétrica                   | m               | 800,000   |

Desta forma, a Bacia do Rio Itabirito apresenta os seguintes padrões e formas:



TABELA 8..PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA BACIA DO RIO ITABIRITO  
FONTE: PROJETO MANUELZÃO

| Padrão e forma                   | Resultado |
|----------------------------------|-----------|
| Densidade de drenagem (Dd)       | 2,738     |
| Densidade hidrográfica(Dh)       | 4,078     |
| Índice de forma (K)              | 1,621     |
| Índice de sinuosidade            | 1,432     |
| Coeficiente de manutenção        | 365,227   |
| Extensão do percurso superficial | 182,614   |
| Relação de relevo                | 10,252    |
| Gradiente dos canais             | 1,620 (%) |

A partir de sua formação o Rio Itabirito recebe vários e importantes afluentes. Sua bacia possui 5 sub-bacias de maior significância (Figura 22) que, pela área ocupada, tipos de usos do solo, atividades potencialmente impactantes e distinção de seu ambiente, serão caracterizadas a seguir.

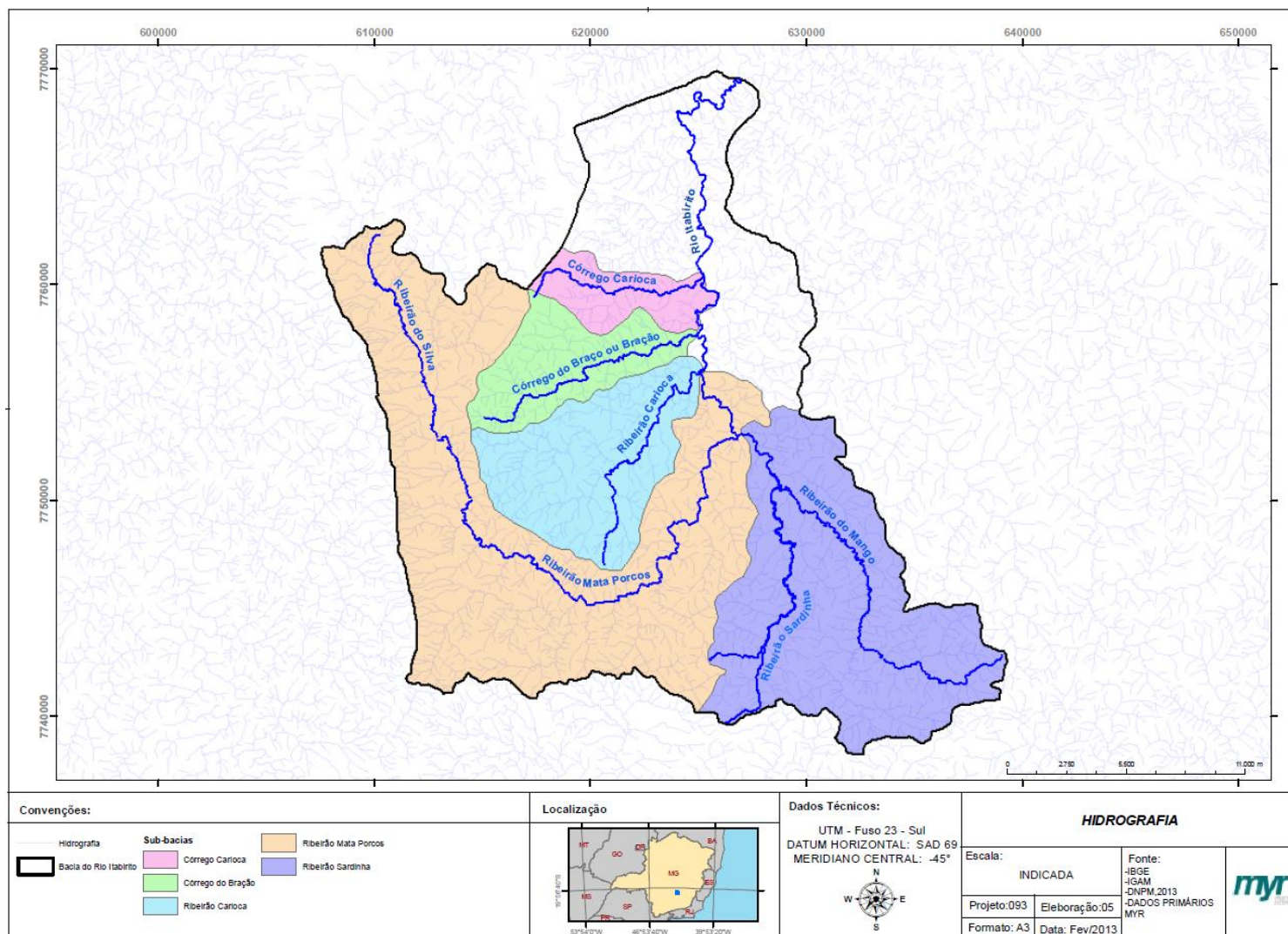


FIGURA 22: BACIA DO RIO ITABIRITO E PRINCIPAIS SUBBACIAS. FONTE: MYR PROJETOS, 2013

---

#### 5.4.1.1 Ribeirão Mata Porcos

---

O ribeirão Mata Porcos é um curso d'água de 5ª ordem, de classe 2, que nasce da confluência do córrego Retiro ou da Cruz com o ribeirão do Silva, que, por sua vez, é um curso d'água de quarta ordem, também de classe 2, e tem suas nascentes localizadas entre 1400 e 1500 metros. Drena boa parte do sinclinal moeda, onde, em campo, foram verificadas principalmente atividades de mineração e ocupação antrópica em loteamentos (Figura 23).



FIGURA 23 – RIBEIRÃO DO SILVA ATRAVESSANDO ÁREA DE MINERAÇÃO (A) E ASPECTO DA OCUPAÇÃO ANTRÓPICA NA BACIA (B). FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

O Ribeirão Mata Porcos (Figura 24) representa uma das divisas entre os municípios de Itabirito e Ouro Preto e seu canal percorre aproximadamente 33,5 km até o encontro com o Ribeirão Sardinha. A partir da confluência entre os dois ribeirões é formado o Rio Itabirito. Na bacia, em campo, foram verificados alguns fatores de pressão, como estradas, ocupação antrópica e atividades agrosilvopastoris, além de focos erosivos.



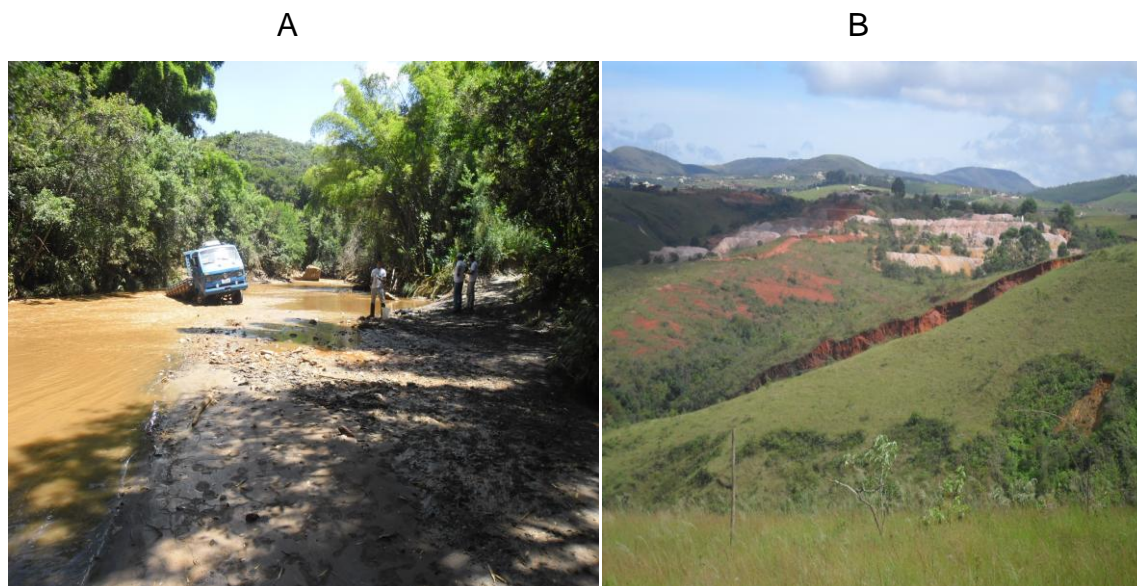


FIGURA 24 – ASPECTO DO RIB. MATA PORCOS, PROXIMO AO DISTRITO DE SÃO GONÇALO DO BAÇÃO (REPARAR NO CAMINHÃO QUE AO TENTAR ATRAVESSÁ-LO, FICOU ATOLADO EM UMA VALA) E VOÇOROCAS E MINERAÇÃO PRESENTES NA BACIA (B).

TABELA 9..INFORMAÇÕES BACIA DO RIBEIRÃO MATA PORCOS FONTE: PROJETO MANUELZÃO

| Parâmetro                               | Unidade         | Resultado |
|---|-----------------|-----------|
| Comprimento total de canais             | Km              | 526,757   |
| Área da bacia                           | Km <sup>2</sup> | 188,830   |
| Número total de canais                  | -               | 769,000   |
| Perímetro da bacia                      | Km              | 99,507    |
| Comprimento do canal principal          | Km              | 43,797    |
| Comprimento vetorial do canal principal | Km              | 31,446    |
| Altimetria máxima                       | m               | 1520,000  |
| Altimetria mínima                       | m               | 880,000   |
| Amplitude altimétrica                   | m               | 640,000   |

A bacia do ribeirão Mata Porcos apresenta os seguintes padrões e formas:

TABELA 10..PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA BACIA DO RIBEIRÃO MATA PORCOS. FONTE: PROJETO MANUELZÃO

| Padrão e forma                   | Resultado |
|----------------------------------|-----------|
| Densidade de drenagem (Dd)       | 2,790     |
| Densidade hidrográfica(Dh)       | 4,072     |
| Índice de forma (K)              | 2,043     |
| Índice de sinuosidade            | 1,393     |
| Coeficiente de manutenção        | 358,477   |
| Extensão do percurso superficial | 179,238   |
| Relação de relevo                | 14,613    |
| Coeficiente de Compacidade       | 2,043     |

#### 5.4.1.2 Ribeirão Sardinha

A Bacia do Ribeirão Sardinha, um curso de água de classe 2, se localiza na porção noroeste do município de Ouro Preto, Minas Gerais, entre as longitudes 624021E e 639743E e latitudes 7754611N e 7738440N, com uma área de 121,16 km<sup>2</sup>.

A bacia conta com dois principais cursos d'água, o curso do Ribeirão Sardinha, na porção oeste da bacia e o curso do Ribeirão do Mango (Figura 25), na porção leste apresente maior vazão e extensão. Apesar disto, após a confluência dos dois ribeirões, o curso fluvial passa a se denominar Ribeirão Sardinha (Figura 26). Esse ribeirão deságua no Ribeirão Mata Porcos, que, por sua vez, tem sua foz no Rio Itabirito.(Raposo *et al.*, s/d).





FIGURA 25: RIBEIRÃO DO MANGO PRÓXIMO À SUA FOZ NO RIO ITABIRITO



FIGURA 26: RIBEIRÃO SARDINHA SOB PONTE NA MG030, A MONTANTE DO DISTRITO DE ENGENHEIRO CORREIA, EM ÁREA DE PASTAGEM.

Em campo, as atividades agrosilvopastoris, ocupação antrópica e estradas, no caso a MG030, que percorre seu leito por quase toda sua extensão, são alguns dos principais fatores de pressão. Há também uma mineração na porção sul da bacia, cujos impactos advindos desta atividade podem ser fatores de alteração na qualidade das águas.

TABELA 11..INFORMAÇÕES BACIA DO RIBEIRÃO SARDINHA. FONTE: PROJETO MÂNUELZÃO

| Parâmetro                               | Unidade         | Resultado |
|---|-----------------|-----------|
| Comprimento total de canais             | Km              | 323,864   |
| Área da bacia                           | Km <sup>2</sup> | 122,075   |
| Número total de canais                  | -               | 477,000   |
| Perímetro da bacia                      | Km              | 61,314    |
| Comprimento do canal principal          | Km              | 23,953    |
| Comprimento vetorial do canal principal | Km              | 13,967    |
| Altimetria máxima                       | m               | 1300,000  |
| Altimetria mínima                       | m               | 880,000   |
| Amplitude altimétrica                   | m               | 420,000   |

A bacia do Ribeirão Sardinha apresenta os seguintes parâmetros:

TABELA 12. PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA BACIA DO RIBEIRÃO SARDINHA. FONTE: PROJETO MÂNUELZÃO

| Padrão e forma                   | Resultado |
|----------------------------------|-----------|
| Densidade de drenagem (Dd)       | 2,653     |
| Densidade hidrográfica(Dh)       | 3,907     |
| Índice de forma (K)              | 1,566     |
| Índice de sinuosidade            | 1,715     |
| Coeficiente de manutenção        | 376,932   |
| Extensão do percurso superficial | 188,466   |
| Relação de relevo                | 17,535    |
| Coeficiente de compacidade       | 1,565     |



---

#### 5.4.1.3 Córregos do Bração e Carioca

---

As bacias hidrográficas do córrego Carioca (ou Seco) e do córrego do Bração inserem-se nos limites do município de Itabirito. Possuem grande importância regional, uma vez que são utilizadas para o abastecimento da sede municipal e dos distritos da região.

Em concordância com Santos e Sobreira (2010), em visita a campo, pode-se perceber que o ambiente dessas bacias é marcado por processos erosivos acelerados ocasionando o surgimento de ravinas e voçorocas, responsáveis por uma série de problemas, como perdas de terras e assoreamento de cursos d'água provocando graves problemas socioambientais. Observa-se também a extração irregular de areia assoreamento em diversos trechos das bacias, áreas destinadas à ocupação urbana e atividades agrosilvopastoris.

➤ **Córrego Carioca**

A bacia do córrego Carioca (Figura 27), um curso de água de classe 2 por em quase toda sua extensão, é formada pelas sub-bacias do córrego Fazenda do Cocho e do córrego Sem Nome, que apresentam um relevo composto de morros alongados, com vertentes íngremes e vales encaixados, recobertos por cambissolos. A cobertura vegetal encontra-se mais preservada do que no restante da área de estudo (Santos e Sobreira, 2008).



FIGURA 27: CÓRREGO CARIOCA A MONTANTE DA CAPTAÇÃO PARA ABASTECIMENTO. FONTE: MYR PROJETOS

Segundo o Planejamento Técnico-Operacional e Institucional do Serviço de Abastecimento de Água e Esgotos Sanitários da Cidade de Itabirito (SAAE, 2007) a captação no Córrego Carioca se faz através de barragem de elevação de nível de onde a água é aduzida por gravidade, até a Estação de Tratamento de Água através de uma Adutora de Água Bruta.

A adutora de água bruta por gravidade interliga a captação no Córrego Carioca até a Estação de Tratamento de Água – ETA. Existe ainda outra captação no Córrego Carioca, conhecida como Barraginha, composta de barragem de elevação de nível de onde a água é aduzida por gravidade até uma elevatória de água bruta seguindo a partir daí por recalque até a ETA.

A ocupação urbana e a impermeabilização do solo na bacia córrego Carioca vem ocasionado diversos problemas à população que mora próximo a suas margens. Em março de 2012 o córrego Carioca, que atravessa a cidade de Itabirito, transbordou inundando ruas, casas, escolas e estabelecimentos comerciais (Figura 28).



FIGURA 28: TRANSBORDAMENTO DO CÓRREGO CARIOCA NA CIDADE DE ITABIRITO EM 2012. FONTE: [HTTP://WWW.AGITOMAI.S.COM.BR/](http://www.agitormais.com.br/) FOTO: RILDO DIAS DE SOUZA

TABELA 13..INFORMAÇÕES BACIA DO CÓRREGO SECO OU CARIOCA. FONTE: PROJETO MANUELZÃO

| Parâmetro                               | Unidade         | Resultado |
|---|-----------------|-----------|
| Comprimento total de canais             | Km              | 45,538    |
| Área da bacia                           | Km <sup>2</sup> | 16,572    |
| Número total de canais                  | -               | 71,000    |
| Perímetro da bacia                      | Km              | 22,161    |
| Comprimento do canal principal          | Km              | 9,033     |
| Comprimento vetorial do canal principal | Km              | 8,809     |
| Altimetria máxima                       | m               | 1560,000  |
| Altimetria mínima                       | m               | 860,000   |
| Amplitude altimétrica                   | m               | 700,000   |

A bacia do córrego Carioca apresenta os seguintes padrões e formas:

TABELA 14..PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA BACIA CÓRREGO SECO OU CARIOCA. FONTE: PROJETO MANUELZÃO

| Padrão e forma                   | Resultado |
|----------------------------------|-----------|
| Densidade de drenagem (Dd)       | 2,748     |
| Densidade hidrográfica(Dh)       | 4,284     |
| Índice de forma (K)              | 1,536     |
| Índice de sinuosidade            | 1,026     |
| Coeficiente de manutenção        | 363,915   |
| Extensão do percurso superficial | 181,958   |
| Relação de relevo                | 77,490    |
| Coeficiente de Compacidade       | 1,535     |

➤ **Córrego do Braço**

A bacia do córrego do Braço, um curso de água de classe 1, é uma bacia de 6ª ordem, com área de 35 km<sup>2</sup> e perímetro de 35,4 km. Os aspectos físicos desta bacia são semelhantes aos da bacia do córrego Carioca, sendo diferenciados somente pela maior ocorrência litológica do Gnaisse Funil (Ga) na bacia do Córrego Carioca. Entretanto, em campo também foram verificados gnaisses em seu leito, conforme Figura 29. Nessa bacia, também se observam formas erosivas e atividades agrosilvopastoris (Figura 30).





FIGURA 29: CÓRREGO DO BRAÇÃO A MONTANTE DA LOCALIDADE DE CÓRREGO DO BRAÇÃO, CORRENDO SOBRE LEITO DE GNAISSE



FIGURA 30: PRESENÇA DE PASTAGEM E GADO NA MARGEM DO CÓRREGO DO BRAÇÃO.

TABELA 15. INFORMAÇÕES BACIA DO CÓRREGO DO BRAÇO OU BRAÇÃO.  
FONTE: PROJETO MANUELZÃO

| Parâmetro                               | Unidade         | Resultado |
|---|-----------------|-----------|
| Comprimento total de canais             | Km              | 91,925    |
| Área da bacia                           | Km <sup>2</sup> | 33,009    |
| Número total de canais                  | -               | 135,000   |
| Perímetro da bacia                      | Km              | 30,561    |
| Comprimento do canal principal          | Km              | 13,657    |
| Comprimento vetorial do canal principal | Km              | 10,732    |
| Altimetria máxima                       | m               | 1420,000  |
| Altimetria mínima                       | m               | 880,000   |
| Amplitude altimétrica                   | m               | 540,000   |

A bacia do Córrego do Braço apresenta os seguintes parâmetros:

TABELA 16..PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA BACIA CÓRREGO DO  
BRAÇÃO. FONTE: PROJETO MANUELZÃO

| Padrão e forma                   | Resultado |
|----------------------------------|-----------|
| Densidade de drenagem (Dd)       | 2,785     |
| Densidade hidrográfica(Dh)       | 4,090     |
| Índice de forma (K)              | 1,501     |
| Índice de sinuosidade            | 1,272     |
| Coeficiente de manutenção        | 359,083   |
| Extensão do percurso superficial | 179,542   |
| Relação de relevo                | 39,542    |
| Coeficiente de compacidade       | 1,5       |

---

#### 5.4.1.4 Ribeirão Carioca

---

A bacia do ribeirão Carioca, um curso de água de classe 1, possui área aproximada de 66 km<sup>2</sup> e trata-se de uma bacia de 6<sup>a</sup> ordem. Seus afluentes são os córregos Saboeiro, Olaria, Augusto e Felipe e o córregos que os forma localizam-se, em sua maioria, na Serra das Serrinhas, em Itabirito.

Como visto em campo, a bacia do Ribeirão Carioca é caracterizada pelo uso predominante de atividades pecuárias (Figura 31), e em menor escala, chácaras para lazer e extração de areia do leito dos córregos. Outra característica marcante dessa bacia é o grande número de ravinas e voçorocas existentes, principalmente próximo ao distrito de São Gonçalo do Bação (Figura 32).



**FIGURA 31: RIBEIRÃO CARIOCA PRÓXIMO À SUA FOZ NO RIO ITABIRITO, EM ÁREA DE PASTAGEM, NA MARGEM DIREITA E FLORESTA ESTACIONAL NA MARGEM ESQUERDA.**



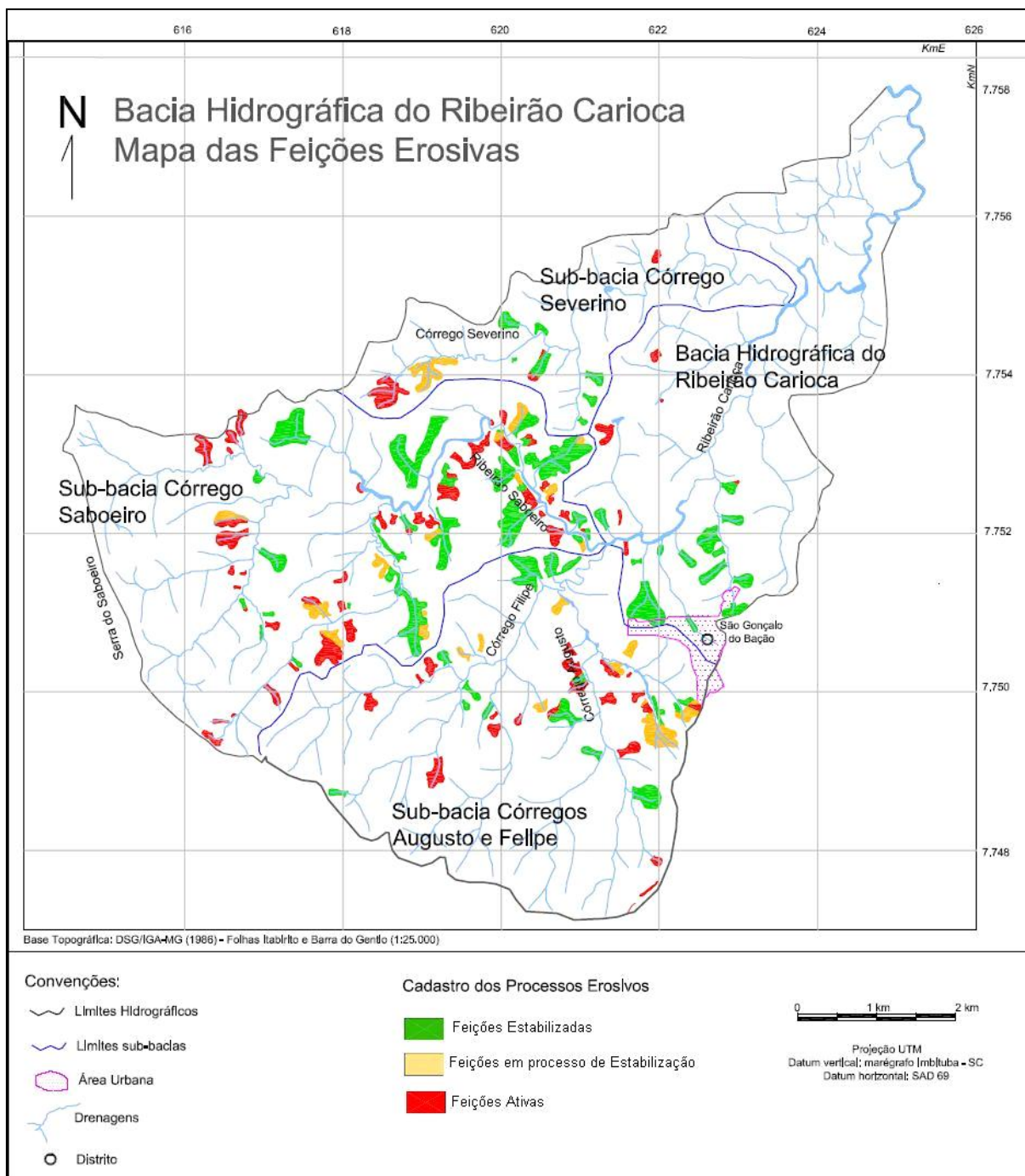


FIGURA 32: CADASTRO DE PROCESSOS EROSIVOS NA BACIA DO RIBEIRÃO CARIOCA. FONTE: NETTO E SOBREIRA (2006).

Neste mapa Netto e Sobreira (2006) apresentam a distribuição das feições erosivas na bacia, além da sua classificação quanto ao seu atual estágio de desenvolvimento, quais sejam:

- Forma Erosiva Estabilizada: Formas/feições erosivas recobertas por vegetação natural, independente de sua profundidade, alongamento e ramificações; conectada ou não à rede fluvial;
- Forma Erosiva em Processo de Estabilização: Formas/feições erosivas que apresentam uma cobertura vegetal pouco desenvolvida, mas guardam ainda, pequena atividades erosiva, associando trechos da forma erosiva plenamente recoberta por vegetação natural a outro ainda descoberto, ou com cobertura incipiente.
- Forma Erosiva Ativa: formas/feições erosivas com suscetibilidade de movimentos de massa rápidos ou não, independente de sua profundidade, alongamento e ramificações; conectada ou não à rede fluvial.

Relacionando os dados coletados em campo e observações realizadas por Netto e Sobreira (2006), conclui-se que as atividades antrópicas na bacia, principalmente a pecuária, que substitui áreas de vegetação expressiva por pastagens, desprotege o solo e favorece, juntamente com outros fatores do meio físico, como certos tipos de solos e declividade, a formação de voçorocas e ravinas.

TABELA 17. INFORMAÇÕES BACIA DO RIBEIRÃO CARIOCA. FONTE: PROJETO MANUELZÃO

| Parâmetro                               | Unidade         | Resultado |
|---|-----------------|-----------|
| Comprimento total de canais             | Km              | 156,858   |
| Área da bacia                           | Km <sup>2</sup> | 58,337    |
| Número total de canais                  | -               | 228,000   |
| Perímetro da bacia                      | Km              | 35,365    |
| Comprimento do canal principal          | Km              | 13,420    |
| Comprimento vetorial do canal principal | Km              | 10,532    |
| Altimetria máxima                       | M               | 1260,000  |
| Altimetria mínima                       | M               | 880,000   |
| Amplitude altimétrica                   | m               | 380,000   |

TABELA 18. PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA BACIA DO RIBEIRÃO CARIOCA. FONTE: PROJETO MANUELZÃO

| Padrão e forma                   | Resultado |
|----------------------------------|-----------|
| Densidade de drenagem (Dd)       | 2,689     |
| Densidade hidrográfica(Dh)       | 3,908     |
| Índice de forma (K)              | 1,306     |
| Índice de sinuosidade            | 1,274     |
| Coeficiente de manutenção        | 371,907   |
| Extensão do percurso superficial | 185,954   |
| Relação de relevo                | 28,316    |
| Coeficiente de compacidade       | 1,306     |

### 5.4.2 Análise Hidrográfica Comparada

Após explanadas as informações e parâmetros morfométricos sobre a Bacia do Rio Itabirito e demais subbacias, apresenta-se, a seguir a análise e discussão dos dados hidrográficos apresentados, realizadas para este estudo pelo Projeto Manuelzão. Entretanto ressalta-se que tais análises e discussões devem ser ajustadas ainda aos outros estudos realizados para a inferência de causas e efeitos na bacia do Rio Itabirito. Contudo, os dados consolidados permitem uma leitura comparativa entre as diferentes bacias hidrográficas analisadas.

Dessa forma, a partir das informações e resultados obtidos, comparativamente, considera-se:

➤ **Sobre a Densidade de drenagem (Figura 33)**

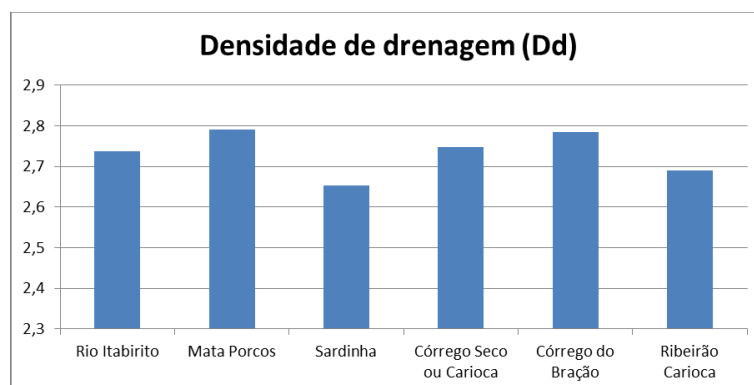


FIGURA 33. DENSIDADE DE DRENAGEM. FONTE: PROJETO MANUELZÃO

Todos os cursos d'água analisados possuem densidade de drenagem significativa, próximo a 3, caracterizando bacias hidrográficas com alto percentual de escoamento superficial.

➤ **Sobre a Densidade hidrográfica (Figura 34)**

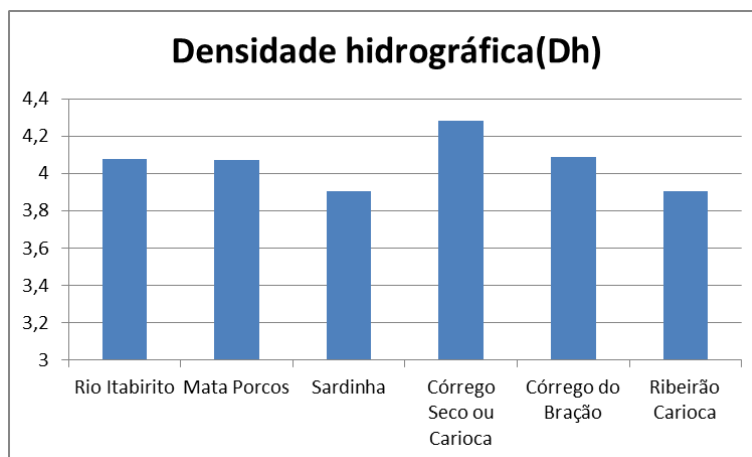


FIGURA 34. DENSIDADE HIDROGRÁFICA FONTE: PROJETO MANUELZÃO

Da mesma forma que a densidade de drenagem, as bacias analisadas apresentam uma grande quantidade de canais por Km<sup>2</sup>, favorecendo a esculturação dos canais.

➤ **Sobre o índice de forma (Figura 35)**

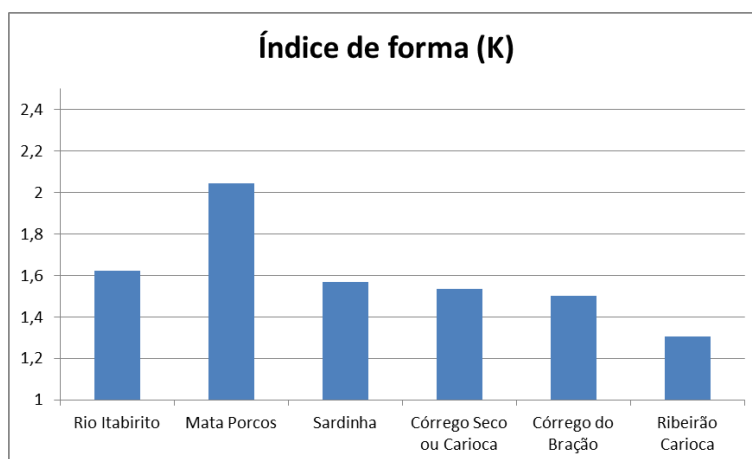


FIGURA 35. ÍNDICE DE FORMA FONTE: PROJETO MANUELZÃO

➤ As bacias analisadas apresentam variações no que tange aos índices de forma. EssaS variações podem ter como fundamentação a grande diversidade litológica e geomorfológica da região. A Bacia do Ribeirão Carioca

se aproxima de uma forma circular e a do Ribeirão Mata Porcos de uma forma ramificada. As demais sub-bacias apresentam uma forma aproximando-se do padrão elíptico, sendo teoricamente menos susceptíveis a inundações.

➤ **Sobre o índice de sinuosidade (Figura 36)**

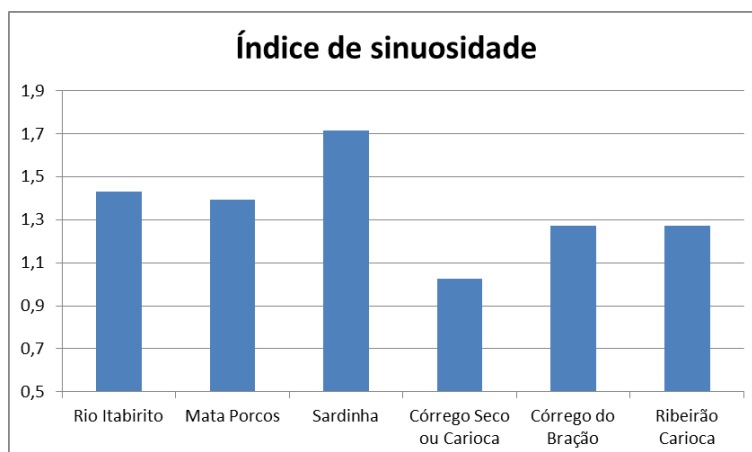


FIGURA 36. ÍNDICE DE SINUOSIDADE FONTE: PROJETO MANUELZÃO

O valor encontrado para a subbacia do Córrego Carioca, por estar abaixo do coeficiente 1, indica um padrão de drenagem demonstrando forte influencia geológica local. Os valores encontrados para as demais bacias indicam baixa sinuosidade de seus cursos de água, demonstrando um valor intermediário entre canais retilíneos e meandrantos, demonstrando pouco condicionamento estrutural.

➤ **Sobre o Coeficiente de manutenção (Figura 37)**



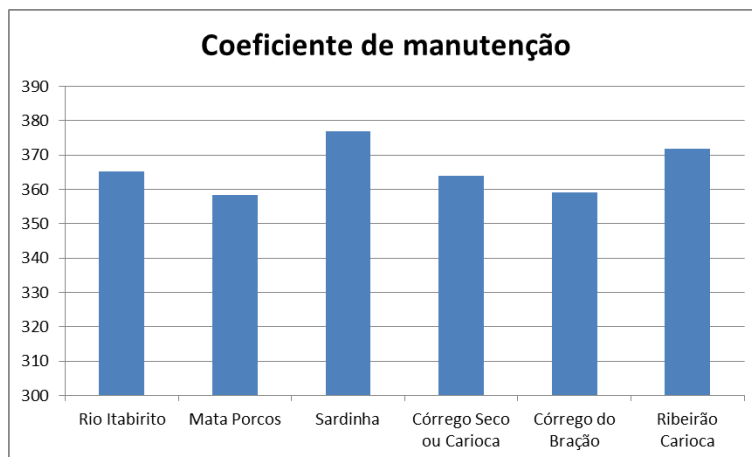


FIGURA 37. COEFICIENTE DE MANUTENÇÃO FONTE: PROJETO MANUELZÃO

O coeficiente de manutenção das bacias analisadas apresenta valores bastante aproximados, identificando que as bacias têm capacidades semelhantes de manutenção de cursos d'água perenes.

O valor encontrado corresponde que, em média, cada canal da bacia possui, 365 m<sup>2</sup>/m para sua manutenção (área de recarga) e evolução da drenagem, demonstrando ter uma boa área de manutenção da rede hidrográfica.

➤ **Sobre a extensão do percurso superficial (Figura 38)**

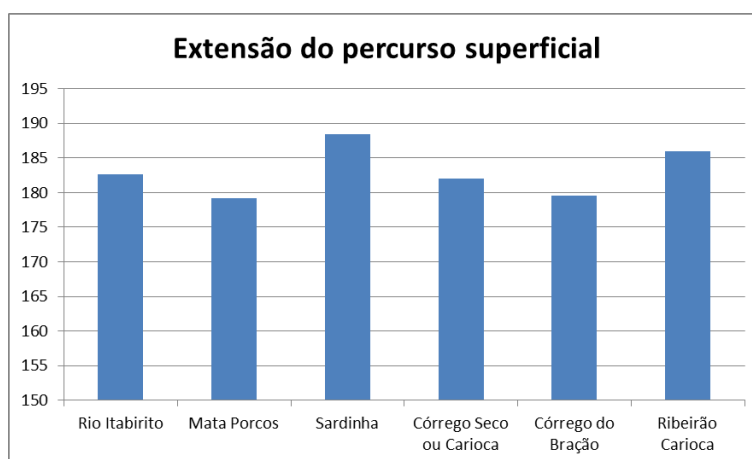


FIGURA 38. EXTENSÃO DO PERCURSO SUPERFICIAL FONTE: PROJETO MANUELZÃO

As bacias hidrográficas analisadas apresentam uma média de 182 metros para que a água de escoamento pluvial encontre um canal fluvial. A extensão média do percurso superficial de 182 m revela que as águas precipitadas percorrem um trajeto relativamente longo até atingir o curso de água receptor, contribuindo mais lentamente para o aumento do volume de água desses canais receptores.

➤ **Sobre o coeficiente de Compacidade (Figura 39)**

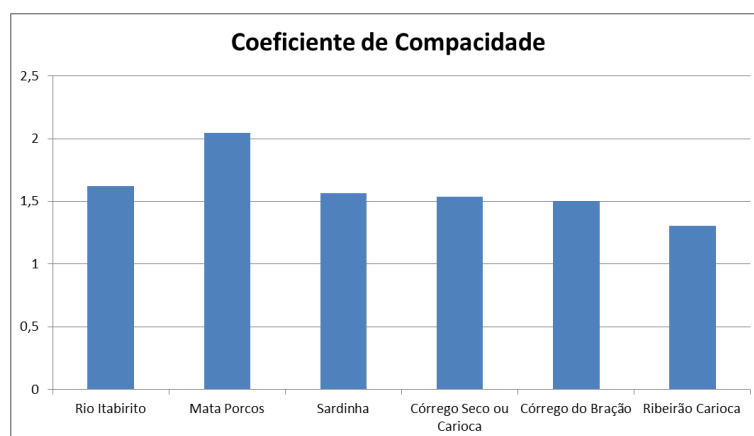


FIGURA 39. COEFICIENTE DE COMPACIDADE FONTE: PROJETO MANUELZÃO

O coeficiente de compacidade indica que todos os afluentes estão mais susceptíveis a manifestação de cheias nas partes baixas, principalmente o Ribeirão Mata Porcos, pois quanto mais próximo de 1 estão os valores, maior a compacidade e tendência a concentrar o escoamento.

➤ **Sobre a Relação de relevo (Figura 40)**

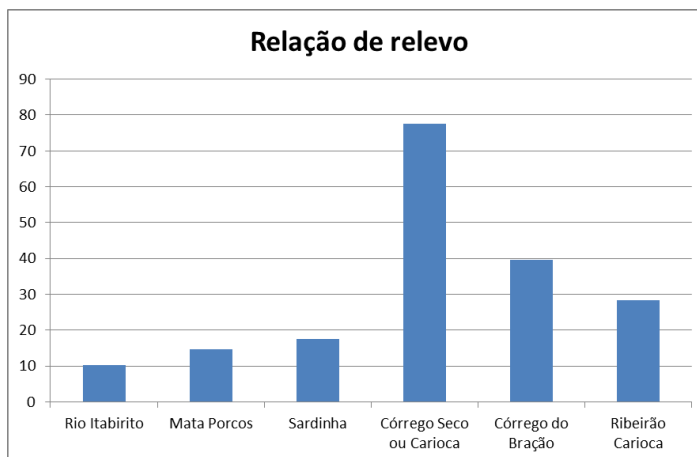


FIGURA 40. RELAÇÃO DE RELEVO FONTE: PROJETO MANUELZÃO

Considerando os resultados da relação de relevo nas bacias analisadas é perceptível o diferencial das três bacias afluentes do Rio Itabirito, Córrego Seco ou Carioca, Córrego do Braço e Ribeirão Carioca. As bacias têm suas nascentes localizadas no Grupo Nova Lima a altitudes aproximadas de 1500 metros e em poucos quilômetros encontram o Rio Itabirito. A relação de relevo nas três bacias indica altíssima energia de escoamento e poder erosivo.

---

### 5.4.3 HIDROGEOLOGIA

---

---

#### 5.4.3.1 Contexto Regional

---

O potencial hídrico subterrâneo no Quadrilátero Ferrífero, região onde se insere a Bacia do Rio Itabirito, é conhecido desde os primórdios da ocupação da região devido à grande quantidade e qualidade das águas das nascentes, característica essa que no século XIX foi um dos fatores que qualificaram Belo Horizonte como futura capital do estado.

Assim, além do ser importante depósito natural de diversos recursos minerais, o Quadrilátero ferrífero, hoje, é também responsável pelo abastecimento de água de parte da porção sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte, sendo importante a caracterização e conhecimento da disponibilidade hídrica que oferece. Diversos

estudos sobre a hidrogeologia do Quadrilátero Ferrífero. Silva *et al.*, (1994) apresentam uma abordagem hidroestratigráfica para as unidades (Figura 41).

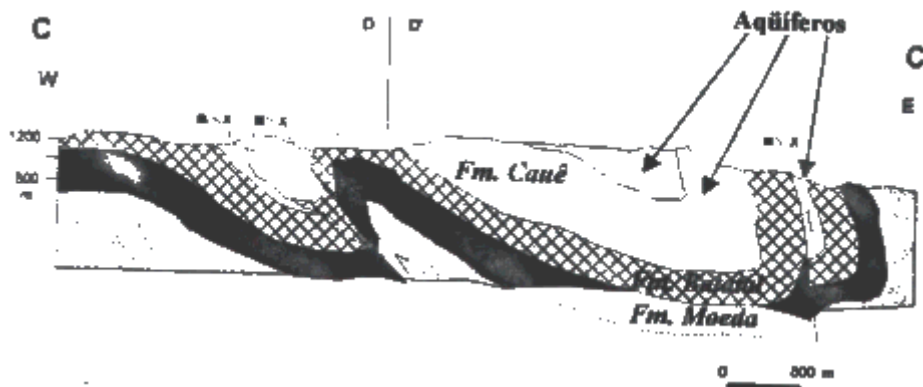


FIGURA 41. ESQUEMA ILUSTRATIVO DO COMPORTAMENTO HIDROGEOLÓGICO DAS ROCHAS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO INDICANDO OS AQUÍFEROS NAS DIFERENTES DEFORMAÇÕES IMPOSTAS POR EVENTOS TECTÔNICOS. FONTE: INSTITUTO BIODIVERSITAS

Restituições naturais dos aquíferos através de nascentes são observadas por toda a área em consequência da elevada precipitação pluviométrica e das diversas capacidades de armazenamento dos diferentes tipos litológicos.

O principal sistema aquífero está presente nas rochas da Formação Cauê do Grupo Itabira, constituídas de itabiritos, e corpos de hematita compacta e friável (CPRM, 2005). Essas rochas proporcionam a formação de aquíferos descontínuos, fortemente anisotrópicos, heterogêneos, condicionados pelo fraturamento e pela importante dissolução química do carbonato e quartzo.

Estão estruturados pela conformação estratigráfica com dobramentos e falhamentos transcorrentes e de empurrão, cortados por diques básicos e sobrepostos a um litotipo confinante. Os processos individuais de dissolução química dos itabiritos foram importantes para aumentar o teor de ferro e criar as excepcionais reservas minerais e reservatórios subterrâneos (CPRM, 2005).

Outros aquíferos relevantes para os ecossistemas estão presentes nas rochas quartzíticas muito comuns na região que, como resultado dos esforços tectônicos, encontram-se fraturadas formando significativos reservatórios de água. O solo arenoso resultante do intemperismo armazena a água de chuva. Nos períodos secos alimenta os cursos d'água encachoeirados, de grande beleza cênica e apelo ao lazer e turismo ecológico.

Na região são verificadas diversas ações antrópicas que têm criado graves conflitos entre os usuários dos recursos hídricos e são causadas principalmente por:

1. Inadequações na disposição de resíduos sólidos e no lançamento de efluentes;
2. Rebaixamento dos níveis de água nas minerações reduzindo as vazões naturais dos mananciais e os níveis de água no entorno;
3. Captação das vazões totais dos mananciais, comprometendo o escoamento de base e os ecossistemas ciliares.

---

#### 5.4.3.2 Contexto Local

---

Para a caracterização hidrogeológica da Bacia do Rio Itabirito, foi utilizado o diagnóstico detalhado da hidrogeologia da APA Sul - RMBH realizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, que procurou avaliar os diferentes tipos de ocorrência de água subterrânea em conformidade com as particularidades geológicas, hidrodinâmicas e hidroquímicas utilizando uma cartografia de 1:50.000. Considerando o maior grau de detalhamento, foram utilizadas para a caracterização da área os dados da CPRM (2005), (figura 27), de acordo com a descrição a seguir.



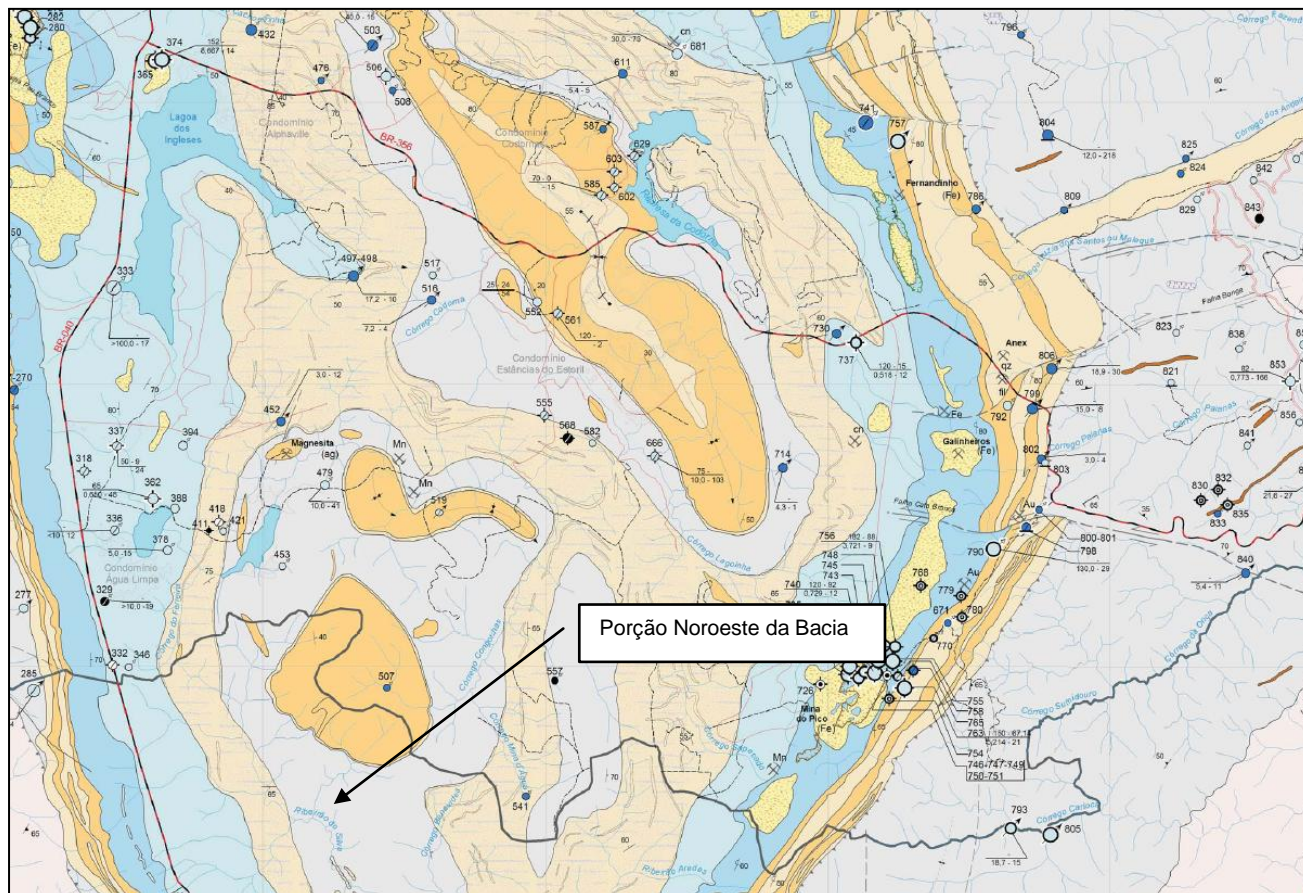


FIGURA 42 - PARTE DO MAPA HIDROGEOLÓGICO DO BLOCO RIO ACIMA ONDE ESTA SITUADO PARTE DA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: CPRM, 2005.

Os domínios hidrogeológicos na área da Bacia do Rio Itabirito guardam estreita relação com os grupos litológicos, em função das características granulométricas e estruturais que lhes são inerentes. Desse modo, podem ser identificados sete sistemas (CPRM, 2005) com a indicação da litologia correspondente. Ressalta-se que estudo mais detalhado acerca deste tema será realizado no Produto 3, onde serão estudados mais profundamente as características dos aquíferos e a disponibilidade hídrica subterrânea da bacia.

- Sistema Aquífero Granular (Canga): Aquíferos granulares descontínuos, livres em sedimentos inconsolidados aluvionares, flúvio-lacustres, de tálus, de enchimento de vales, ou em formações lateríticas (Lt). Espessura saturada geralmente pequena e níveis estáticos rasos (mediana 8m). Alguns dados



indicam poços tubulares com profundidade de até 120m (mediana 80m) e vazões baixas. Águas de boa qualidade com condutividade elétrica frequentemente baixa (mediana 170S/cm) e pH mediano de 6,4;

- Sistema Aquífero Carbonático (Dolomitos): Aquíferos fraturados e cársticos, descontínuos, livres a confinados em metassedimentos constituídos predominantemente de calcário dolomítico. Espessura saturada bastante variável e níveis estáticos com mediana de 24m. Poços tubulares com profundidade de até 150m (mediana 99m) e vazões geralmente baixas (mediana 0,58m<sup>3</sup>/h/m). Águas de boa qualidade com condutividades elétricas frequentemente baixas (mediana 120S/cm) e pH mediano de 6,1;
- Sistema Aquífero Quartzito Cercadinho (Quartzitos): Aquíferos fraturados, descontínuos, livres a confinados em metassedimentos da Formação Cercadinho constituídos predominantemente de quartzitos, quartzitos ferruginosos, dolomitos e conglomerados, intercalados por filitos prateados. Espessura saturada bastante variável e níveis estáticos com mediana de 26m. Os poucos dados indicam poços tubulares com profundidade de até 185m (mediana 120m) e vazões baixas (mediana 0,04 m<sup>3</sup>/h/m). Águas de boa qualidade com condutividade elétrica frequentemente baixa (mediana 150S/cm) e pH mediano de 6,7;
- Sistema Aquífero Itabirítico (Itabiritos): Aquíferos fraturados e granulares, descontínuos, livres a confinados em metassedimentos constituídos predominantemente de formações ferríferas bandadas do tipo Lago Superior. Espessura saturada bastante variável e níveis estáticos com mediana de 49m. Poços tubulares com profundidade de até 350m (mediana 150m) e vazões geralmente boas (mediana 1,63m<sup>3</sup>/h/m). Águas de boa qualidade com condutividades elétricas geralmente baixas (mediana 120S/cm) e pH mediano de 6,1.
- Sistema Aquífero Xistoso (Metapelitos e Xistos): Nesse sistema são predominantes os metapelitos e xistos intercalados por freqüentes níveis

quartzosos que apresentam uma porosidade efetiva resultante dos esforços tectônicos a que foram submetidos. Este comportamento não é homogêneo nem contínuo, no entanto é bastante comum, pois é a unidade hidrogeológica com o maior número de poços tubulares produtivos e é inexpressiva a quantidade de poços totalmente secos.

Os aquíferos são descontínuos, do tipo fissural em fraturas, diáclases, juntas e falhas, livres a confinados pelos níveis de metapelitos e xistos de baixa permeabilidade, fortemente anisotrópicos e heterogêneos. A porosidade e a permeabilidade são secundárias e resultantes dos esforços tectônicos. Espessura saturada relativamente pequena com mediana de 12,7 m. A mediana das vazões é de 1,1 m<sup>3</sup>/h com máxima de 150,5 m<sup>3</sup>/h de boa qualidade que atualmente está sendo engarrafada como água mineral.

- Sistema Aquífero Formação Ferrífera (Metapelitos): Aquíferos descontínuos, do tipo fraturado, ou fissural, em fraturas, diáclases, juntas e falhas. São anisotrópicos, heterogêneos e livres a confinados por níveis de metapelitos e xistos pouco permeáveis. A porosidade e a permeabilidade são secundárias, resultantes dos esforços tectônicos e parcialmente dos processos de dissolução nos níveis carbonáticos. Apresenta poços jorrantes com capacidades específicas de até 2,80 m<sup>3</sup>/h/m. As vazões são baixas, exceto na Mina do Faria que drenam um volume na ordem de 100m<sup>3</sup>/h.
  
- Sistema Aquífero Granito-Gnáissico (Granitos Gnaisses): Constituem aquíferos descontínuos, do tipo fraturado, ou fissural, em fraturas, diáclases, juntas e falhas conectadas hidráulicamente com as formações superficiais de intemperismo ou de sedimentos alúvio-coluvionares. São aquíferos livres a semiconfinados pelas formações superficiais, heterogêneos e anisotrópicos. A porosidade e a permeabilidade são secundárias, resultantes dos esforços tectônicos e dos processos de meteorização. A espessura apresenta-se bem variável e recoberta por manto de intemperismo que pode atingir de 40 a 120 metros de profundidade. A mediana das vazões é de 1,5 m<sup>3</sup>, com máxima de 8,5 m<sup>3</sup>/h.

## 5.5 GEOLOGIA

A geologia de uma determinada área caracteriza-se pela configuração dos materiais de substrato, representados pelas rochas preservadas ou em diferentes graus de alteração, com suas respectivas propriedades químico/mineralógicas e a organização estrutural das mesmas, incluindo os sistemas de falhas e fraturas.

Através dessas características é possível inferir acerca do suporte que o substrato geológico oferece e os impactos que pode sofrer, considerando a intervenção humana por meio das diversas formas de alteração da paisagem, como a mineração, urbanização e atividades agrosilvopastoris. Além disso, o conhecimento da natureza geológica permite administrar as diversas formas de uso e ocupação do solo concomitantemente com a preservação dos processos naturais, conciliando múltiplas atividades e minimizando os impactos ambientais decorrentes.

No que tange ao planejamento de bacias hidrográficas, os futuros parcelamentos que trazem consigo a implantação de arruamentos, escavação e perfuração do solo e a abertura de novas áreas com diferentes usos, devem ser realizadas respeitando-se as características geológicas, evitando-se áreas de risco tais como deslizamento, queda de blocos, subsidência e ao mesmo tempo reduzindo o impacto sobre o patrimônio natural.

---

### 5.5.1 Contexto geológico regional

---

A área do presente estudo insere-se numa unidade geoambiental de destaque no cenário mineiro, no que tange aos aspectos geológicos, o Quadrilátero Ferrífero (QF), (Figura 43). Trata-se de uma área de cerca de 7200 Km<sup>2</sup> (ICMbio, 2010) situada no centro-sul do Estado de Minas Gerais, imediatamente a Sul do município de Belo Horizonte.



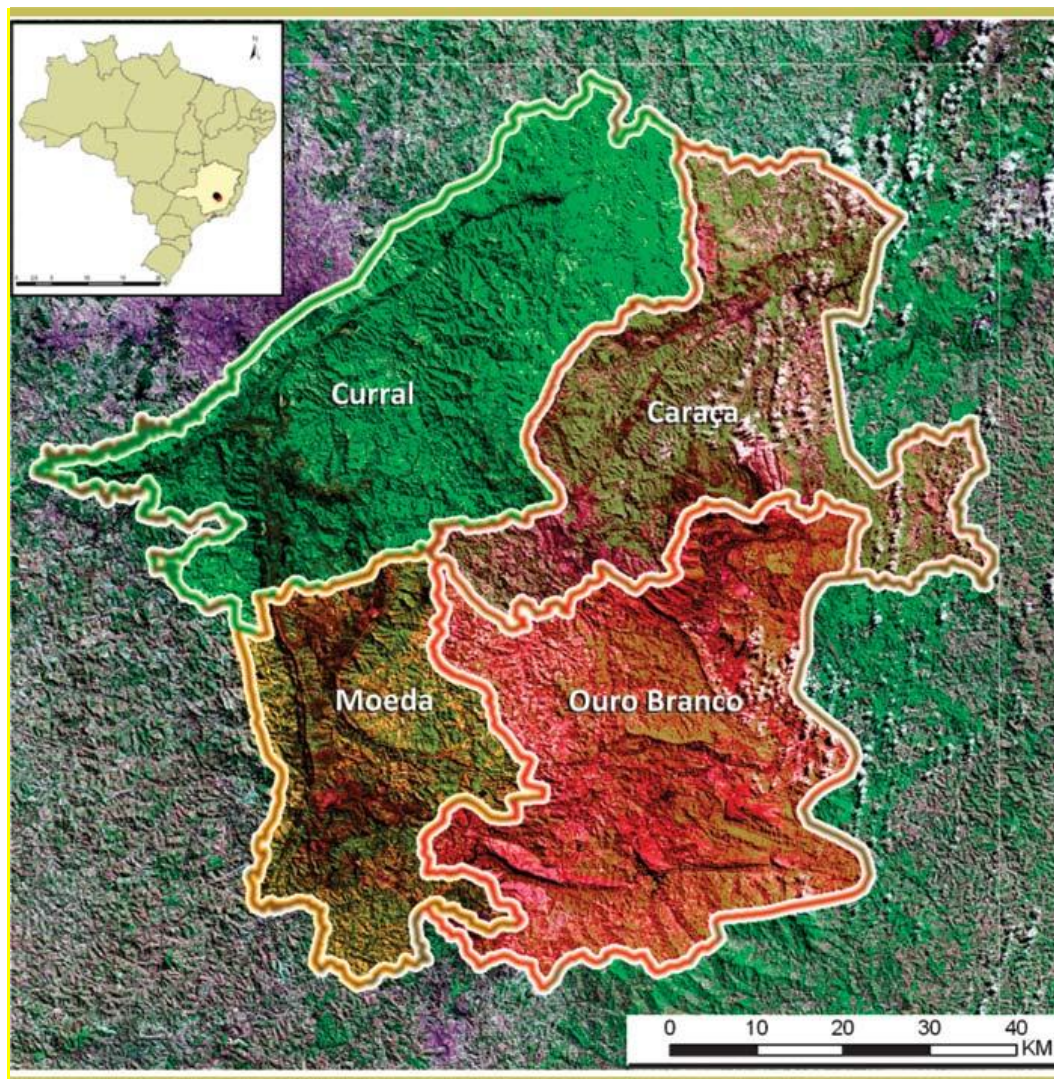


FIGURA 43. QUADRILÁTERO FERRÍFERO - ORGANIZAÇÃO MORFOLÓGICA REGIONAL. EXTRAÍDO DE [HTTP://WWW.GEOPARKQUADRILATERO.ORG/IMAGES/MAPAS/1/MAPA.JPG](http://www.geoparkquadrilatero.org/images/mapas/1/MAPA.JPG).

Tal denominação provém do fato de que a área é nitidamente marcada por alinhamentos de serras geometricamente dispostas aludindo à figura de um quadrado tendo a Serra do Curral como limite norte; Serra da Moeda, limite Oeste; de modo menos preciso Serra do Ouro Branco a Sul e Serra do Caraça a Leste (UHLEIN, 2000).

Ao longo dessas estruturas serranas ocorrem jazidas minerais diversas, especialmente de minério de ferro, emprestando-lhes o adjetivo pelo qual a unidade é reconhecida. Pelo seu importante papel no cenário metalogenético o QF configura-

se como uma das áreas mais estudadas no Brasil em relação à sua geologia. Os diversos eventos geotectônicos e magmáticos que moldaram o QF propiciaram-lhe a gênese e acumulação de uma série de minerais que foram e são intensamente explorados.

Além do Minério de Ferro, o Minério de Manganês é destaque na região, representando a segunda área em produção deste recurso no Brasil, atrás somente da Serra do Navio no Amapá. O manganês é produto residual do intemperismo, com ocorrência predominante em áreas de clima tropical onde as condições térmicas e de umidade são favoráveis à intensificação dos processos químicos. Trata-se de um metal de liga, sem o qual não é possível produzir nem ferro, nem aço, sendo também utilizado para a produção de esmalte e pilhas elétricas.

Nas proximidades de Ouro Preto e Mariana, outro recurso, a Bauxita (Minério de Alumínio) é bastante explorada. As vantagens do alumínio são o baixo peso específico, a alta maleabilidade e a elevada resistência à corrosão. Como ponto negativo, o produto só pode ser conseguido com um elevado consumo de energia elétrica (cerca de 22 000 KW/h por tonelada).

Quatro das principais cidades históricas de Minas Gerais estão localizadas no QF: Ouro Preto, Mariana, Congonhas e Sabará. No Período Colonial, estas cidades se desenvolveram graças à busca do ouro para ser enviado para a Europa.

A partir da Segunda Guerra, a necessidade de metais para a crescente indústria siderúrgica, associado ao vertiginoso avanço da indústria naval (produção de cargueiros mais velozes e com maior capacidade de transporte), vários pontos no mundo onde antes se acreditava ser impraticável a exploração de minerais, passou a fazê-lo de modo intenso. A mão-de-obra barata desses novos centros minerais, aliada a grande concentração de materiais cujas características físicas e químicas de alta qualidade e de fácil exploração, tornaram estes locais capazes de competir no mercado internacional, exigindo uma nova postura das empresas atuantes no QF.



No QF assim como em vários outros países de clima tropical, os minérios<sup>1</sup>, principalmente de ferro, são explorados a céu aberto, o que diminui os custos de produção. Os minérios do QF são de elevada qualidade (quantidade de ferro e pureza), o que explica a intensa atividade mineraria que se instalou nessa região ao longo da segunda metade do século XX.

Os minérios de ferro, carro-chefe da exploração mineral na região são classificados segundo o teor de Fe neles encontrados:

| <b>Minério</b> | <b>Composição Química</b>      | <b>Teor de Fe (%)</b> |
|----------------|--------------------------------|-----------------------|
| Magnetita      | Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> | 72,4                  |
| Hematita       | Fe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> | 70,0                  |
| Limonita       | HFeO <sub>2</sub>              | 62,9                  |
| Siderita       | FeCO <sub>3</sub>              | 48,2                  |

O minério de ferro mais explorado no QF é a Hematita, principal responsável pela coloração vermelha dos solos na região. O QF é a principal área produtora<sup>2</sup> de minério de ferro do país. Cerca de 70 % da sua produção é destinada à exportação, tendo como via de escoamento a Estrada de Ferro Vitória/Minas até o Porto de Tubarão/ES, maior exportador de minério do Brasil. Secundariamente, é utilizada a Estrada de Ferro Brasil-Central, que liga Minas Gerais ao Porto de Sepetiba no Rio de Janeiro.

---

<sup>1</sup> Minério: concentração de um mineral ou associação de diversos minerais que podem ser explorados economicamente.

<sup>2</sup> Em termos de reserva, a maior do Brasil está na Serra dos Carajás no Estado do Pará.

Em toda a região, também se explora: ouro<sup>3</sup>, quartzito, quartzo, talco, topázio e mármore. Consideradas as características inerentes à mineração, as explorações realizadas, em sua grande maioria resultam em problemas ambientais, desde o paisagístico, até alterações no nível do lençol freático, além do assoreamento dos cursos d'água e impactos na flora e fauna regionais.

---

### 5.5.2 CONTEXTO GEOTECTÔNICO REGIONAL

---

O Quadrilátero Ferrífero, onde está situada a Bacia do Rio Itabirito, está alojado na borda sudeste do Cráton do São Francisco – CSF (ALMEIDA, 1977), uma estrutura geotectônica caracterizada pelo comportamento relativamente estável em face aos movimentos crustais sofridos ao longo do Evento Brasileiro (~ 950 M.a.) que mobilizou as faixas adjacentes produzindo nelas intensos episódios de deformação, cisalhamento e magmatismo (Figura 44).

---

<sup>3</sup> A extração é feita em minas subterrâneas com cerca de 1 a 3 Km de profundidade. O teor do ouro nesta área é de cerca de 5 a 12 g/tonelada de rocha bruta, considerado elevado.

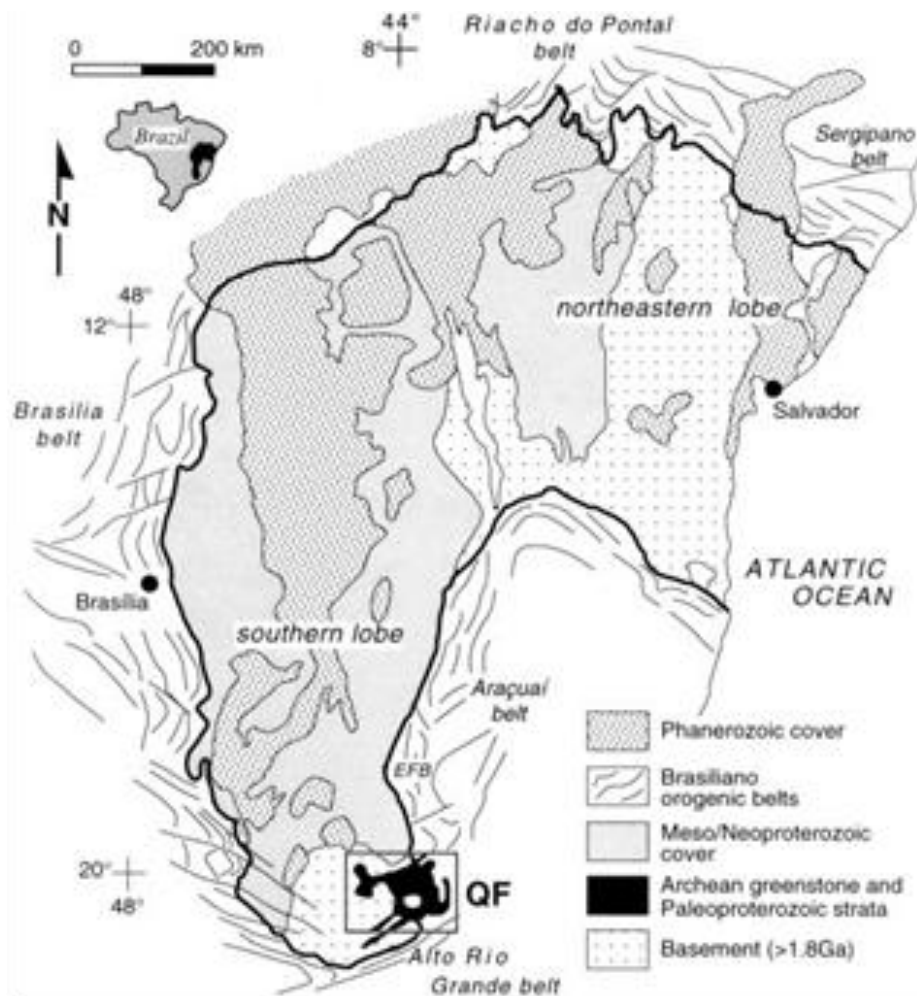


FIGURA 44. POSIÇÃO GEOTECTÔNICA DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO NO CRÁTÓN DO SÃO FRANCISCO. EXTRAÍDO DE: ALKMIM & MARSHAK (1998).

A evolução geológica do Quadrilátero registra pulsos neotectônicos de soerguimento, tal como aqueles verificados a leste do Lineamento Transbrasiliano conforme pontuado por Saadi (1991).

A complexidade dos processos geológicos inclui eventos distensivos e compressivos que permitiram a formação de bacias deposicionais, posteriormente expostas a intensos episódios de deformação resultando em dobramentos, falhamentos e sobreposição de sequências rochosas (Figura 45 e Figura 46). Esse histórico responde pela ocorrência lado a lado de litotipos de idades discrepantes no Quadrilátero Ferrífero.



FIGURA 45. ITABIRITO APRESENTANDO SISTEMA DE FALHAS NORMAIS NA SERRA DA PIEDADE, PORÇÃO NORDESTE DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO. FONTE: MYR PROJETOS, 2012



FIGURA 46. QUARTZITOS INTENSAMENTE DOBRADOS COMO RESULTADO DA TECTÔNICA REGIONAL.FONTE: MYR PROJETOS, 2012

---

### 5.5.3 ARCABOUÇO LITOLÓGICO

---

Espacialmente, o QF constitui-se de três grandes conjuntos litológicos (Figura 47), segundo Chemale Jr. et. al. (1991):

- Terrenos Granito-Gnáissicos de idade arqueana e transamazônica: ocorrem na forma de um envoltório das estruturas serranas principais e no interior do QF, em área identificada como Complexo do Bação. Correspondem em alguns casos a estruturas dômicas associadas a gnaisses polideformados, metatonalitos e metagranitos, anfibolitos, migmatitos, metaultramafitos e pegmatitos;
- Greenstone Belts de idade arqueana: rochas dispostas no Supergrupo Rio das Velhas, dividido em dois grupos; I - Nova Lima composto por uma sequência basal vulcânica ultramáfica, uma intermediária vulcano-sedimentar e uma superior químico-clástica, II – Maquiné representado por rochas predominante quartzíticas sobrepostas às anteriores;
- Supergrupo Minas de idade proterozóica: sobrepondo-se aos Terrenos Granito-gnáissicos e aos Greenstone Belts, representado por uma unidade basal clástica, uma intermediária químico-clástica e uma superior clástico-química. Na unidade intermediária concentram-se as extensas formações ferríferas bandadas (BIF's), as quais são exploradas pela mineração de ferro.



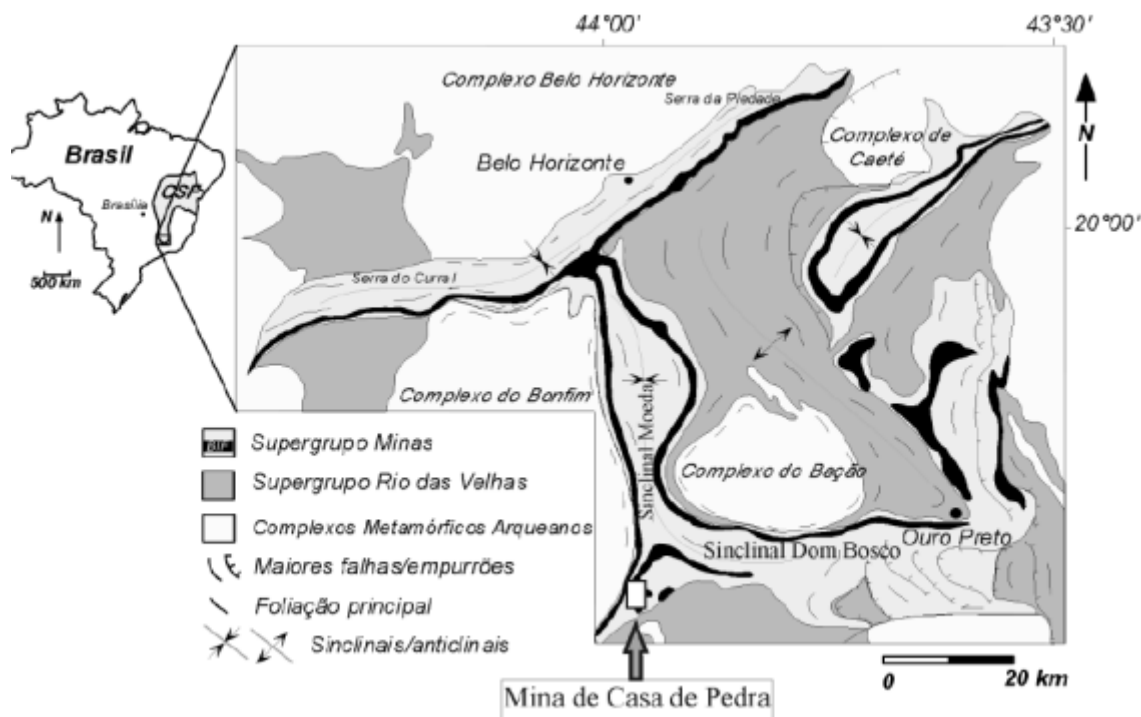


FIGURA 47. MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO. EXTRAÍDO DE TRZASKOS ET. AL. (2011).

Especificamente na área da Bacia do Rio Itabirito, os levantamentos do CPRM (2005) identificaram a seguinte distribuição geológica (Figura 48).

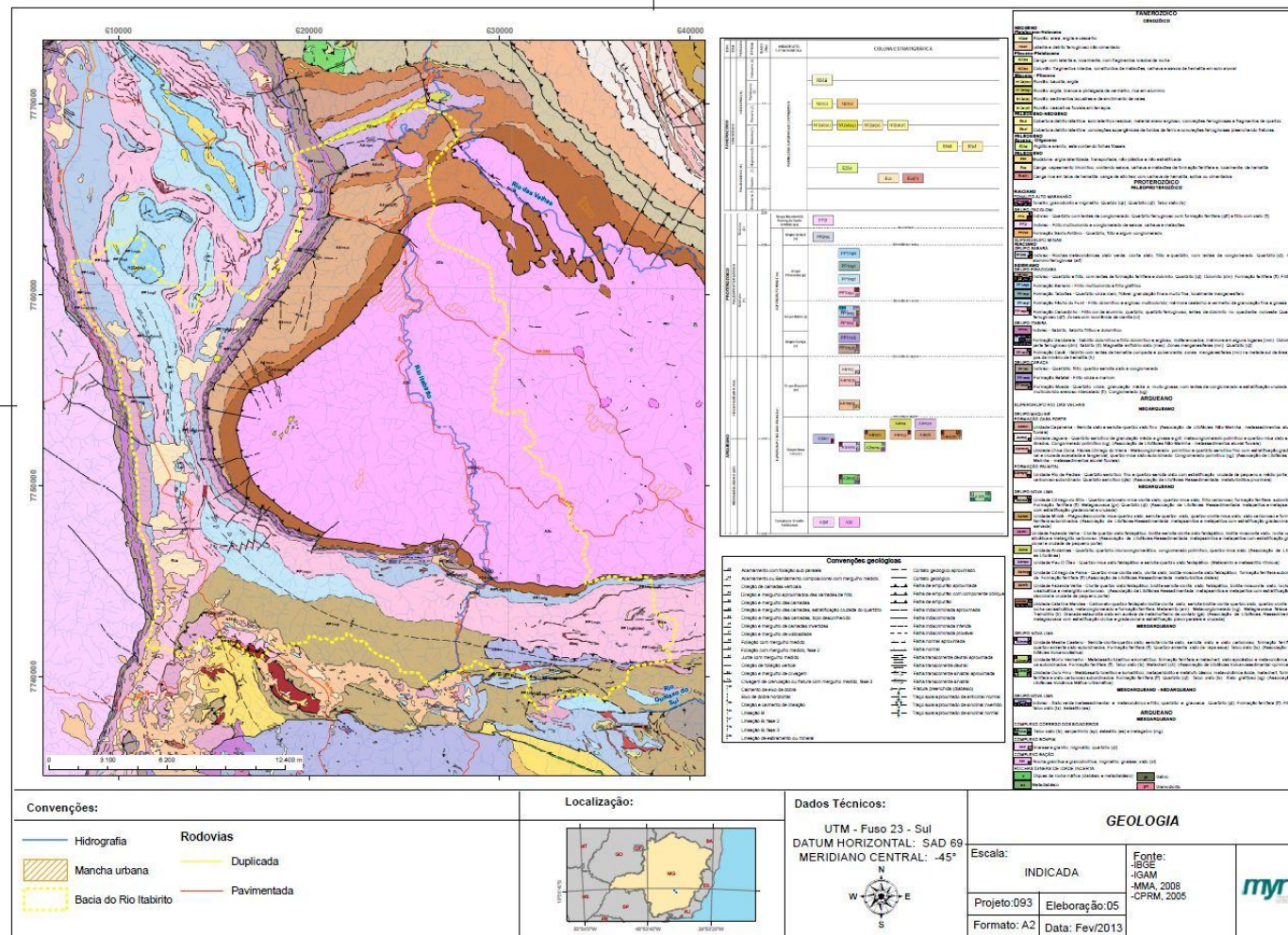


FIGURA 48. MAPA GEOLÓGICO. BACIA DO RIO ITABIRITO E REGIÃO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO. ADAPTADO DE CPRM, (2005).

- **Canga** (Enec): formações superficiais de idade cenozoica, representadas por fragmentos de itabirito e hematita compacta, cimentados por limonita. Ocorre na forma de faixas aproximadamente alongadas no sentido N-S, especialmente ao longo da Serra da Moeda, podendo ser verificados núcleos isolados na margem leste da BR-040 que margeia a Bacia do Rio Itabirito – Porção Oeste (Figura 49).



FIGURA 49. OCORRÊNCIA DE CANGA AO LONGO DA VERTENTE ORIENTAL DA SERRA DA MOEDA COM TRECHO TERMINAL SUL DA LAGOA REPRESA GRANDE AO FUNDO (À ESQUERDA) SITUADO A NORTE DA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS, 2012.

- **Rochas do Supergrupo Minas (Grupo Piracicaba)**: formação fecho do funil de idade paleoproterozóica, representada por Filito dolomítico e argiloso multicolorido com intercalações de mármore dolomítico de granulação fina a Gross (Figura 50). Predominam especialmente na porção oeste da Bacia do Rio Itabirito (Figura 51).





FIGURA 50. ATIVIDADE MINERÁRIA COM EXPOSIÇÃO DO PERFIL DE ALTERAÇÃO DA FORMAÇÃO FECHO DO FUNIL COM FILITO DOLOMÍTICO E ARGILOSO.FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

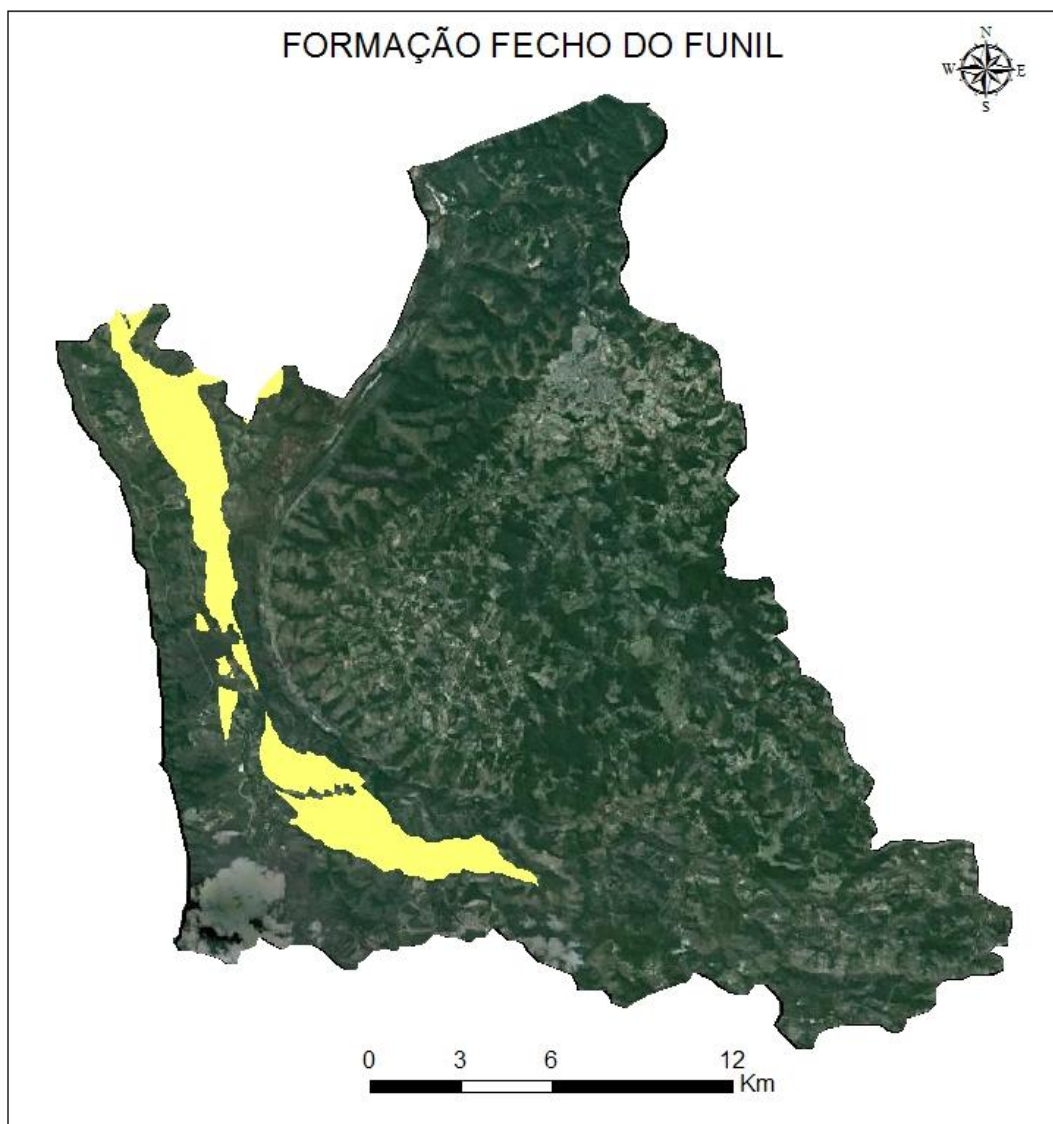


FIGURA 51 - FORMAÇÃO FECHO DO FUNIL E BACIA DO RIO ITABIRITO.FONTE: MYR PROJETOS

- **Rochas do Supergrupo Minas (Grupo Piracicaba)- Formação cercadinho:** De idade paleoproterozóica, é composta de quartzito ferruginoso, dolomito, conglomerado, quartzito e filito e filito dolomítico. Esses últimos, quando associado aos neossolos, estão mais susceptíveis a ocorrência de voçorocas, devido a grande fiabilidade da rocha e profundidade do horizonte C. Apresenta espessura máxima de 317 m na localidade-tipo, no entanto, possui espessura média em torno de 100 m (DORR et al., 1959). Representa uma ampla



cobertura na bacia estando presente nas porções noroeste, oeste e sul conforme apresentado na Figura 52.

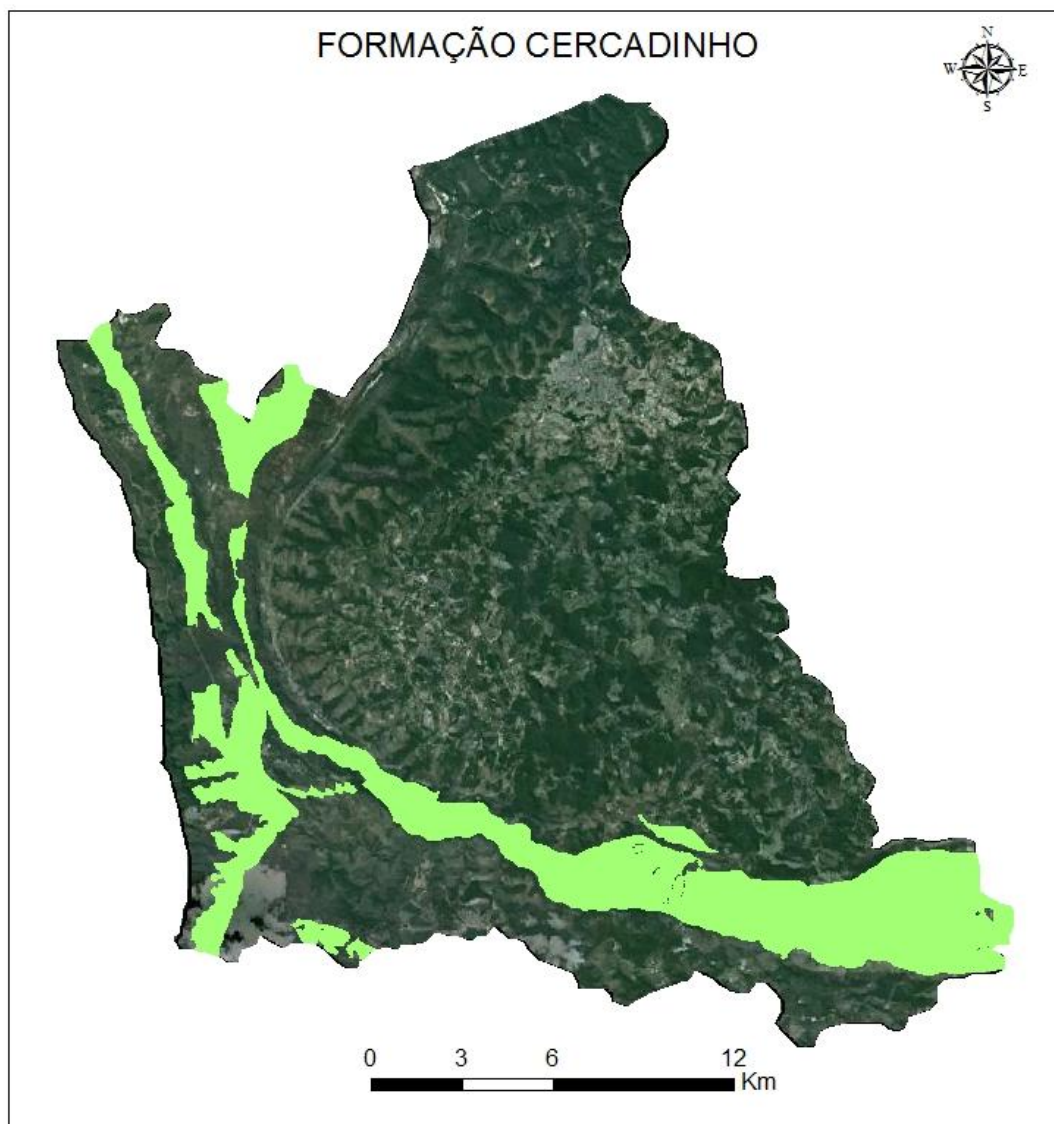


FIGURA 52 - FORMAÇÃO CERCADINHO E BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS

- **Rochas do Supergrupo Minas (Grupo Piracicaba) - Formação Barreiro:** De idade paleoproterozóica é constituída de filito e filito grafitoso sobrepostos ao quartzito da Formação Taboões. De acordo com Maxwell

(1972) as rochas desta formação são muito macias, facilmente intemperizáveis, gerando solos espessos. Já a formação Taboões é composta por quartzito de granulação muito fina. Nas regiões o quartzito é pouco intemperizado, caracterizado pela granulação fina e pela cor cinza oliva clara. Especialmente, estas formações estão concentradas na porção noroeste da Bacia do Rio Itabirito (Figura 53).

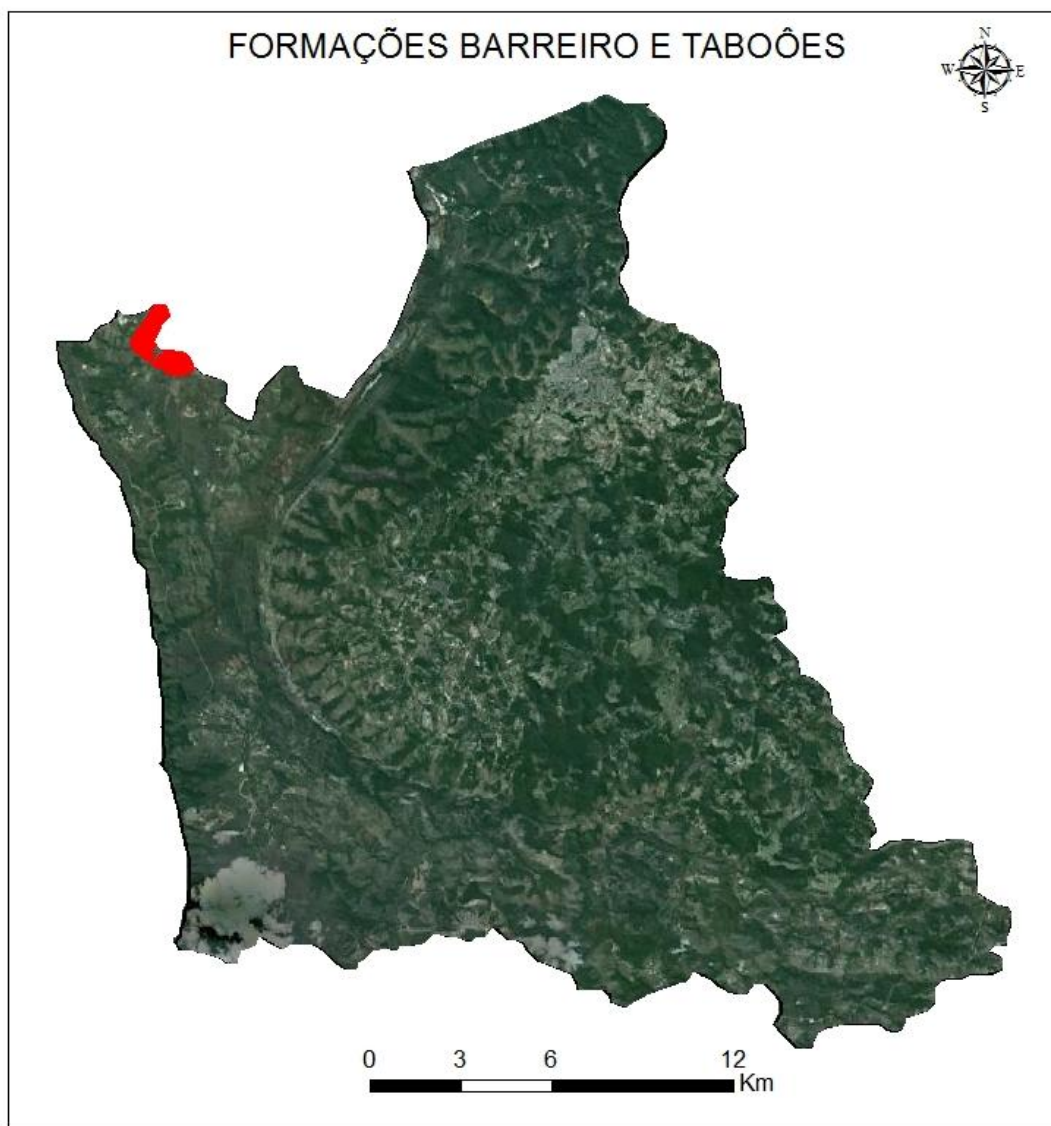


FIGURA 53 - FORMAÇÕES BARREIRO E TABOÕES E BACIA DO RIO ITABIRITO.  
FONTE: MYR PROJETOS

- **Rochas do Supergrupo Minas (Grupo Itabira):** Formação Gandarela de idade paleoproterozóica constituída por dolomito, calcário magnesiano, itabirito dolomítico e argiloso, indiferenciados. Intercalações de hematita (h) mármore (mm), zonas manganesíferas (Mn) e itabirito dolomítico. Espacialmente essa formação apresenta-se predominantemente nas porções oeste e sul da Bacia do Rio Itabirito (Figura 54).

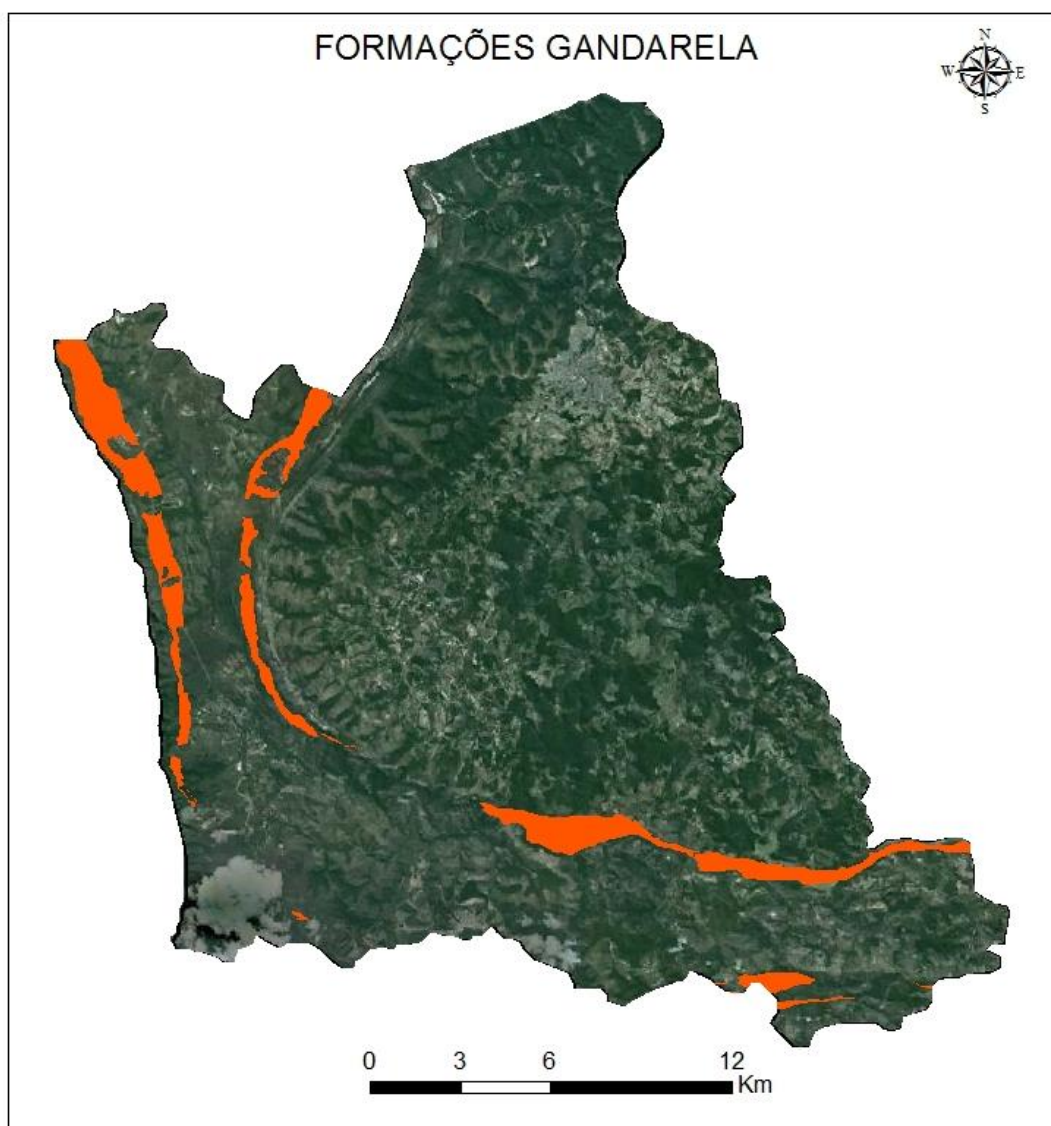


FIGURA 54 - FORMAÇÃO GANDARELA E BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS

- **Rochas do Supergrupo Minas (Grupo Itabira):** Formação Cauê de idade paleoproterozóica, constituída por itabirito hematítico e magnetítico indiferenciados. Segundo (DORR e BARBOSA, 1963) o itabirito é uma formação ferrífera fácies óxido, laminada e metamorfisada, onde o chert ou jaspe original foram recristalizados num quartzo granular e o ferro em hematita, magnetita ou martita.

A Formação Cauê varia em espessura aparente desde uns poucos metros até mais de 1.000 m. Dorr *et al.* (1959) sugere uma espessura média de 250 m para essa formação. Convém ressaltar que, esta unidade apresenta a maior relevância econômica no Quadrilátero Ferrífero devido aos seus depósitos de minérios de ferro e ouro.

Localmente, essa formação encontra-se predominantemente na porção oeste da Bacia do Rio Itabirito, apresentando pequenas áreas nos setores sul e sudeste da bacia (Figura 55).



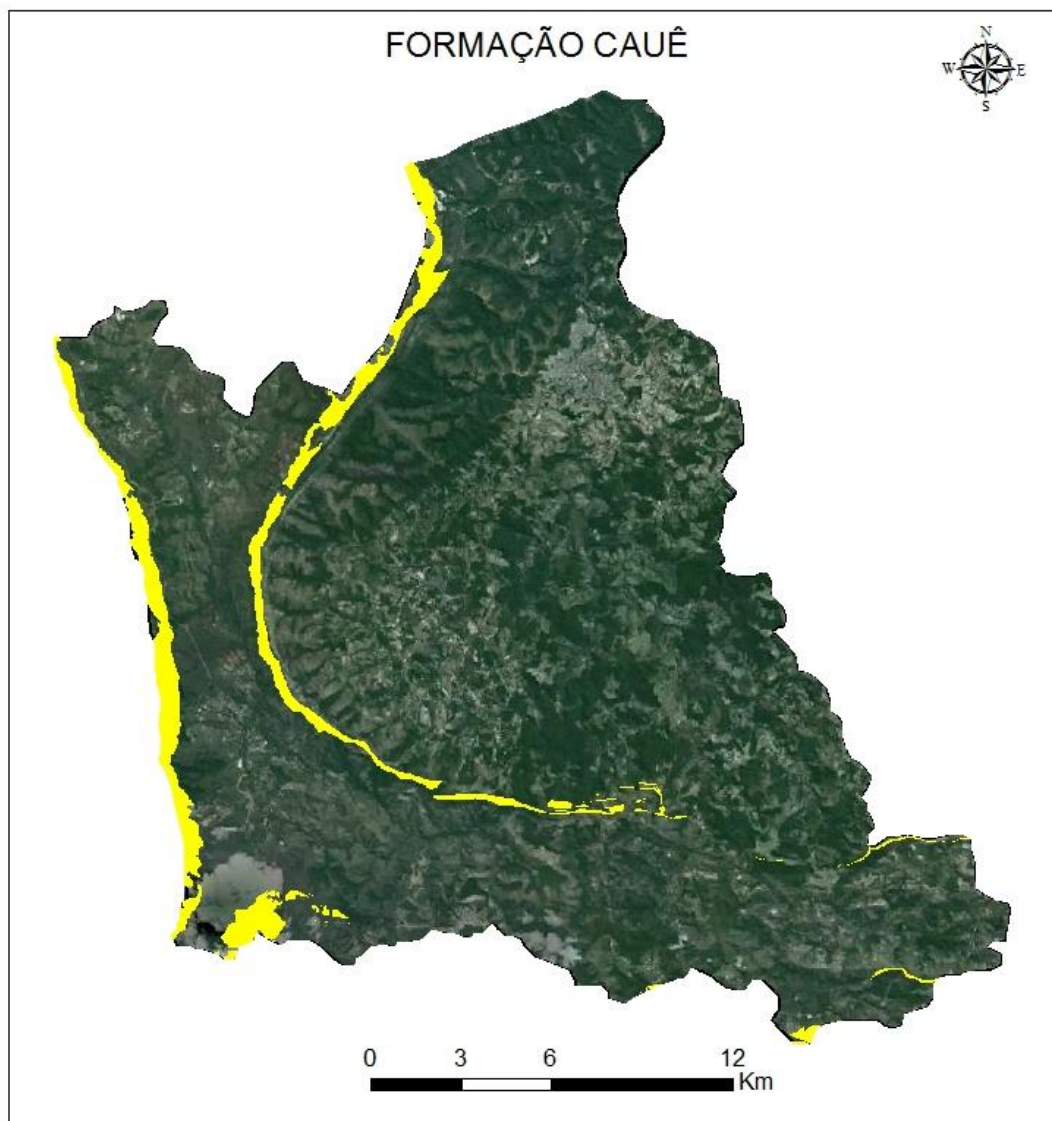


FIGURA 55 - FORMAÇÃO CAUÊ E BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS

- **Supergrupo Minas (Grupo Caraça):** A formação Moeda é composta predominantemente por quartzitos e filitos. Os quartzitos ocorrem principalmente na borda oeste (Serra da Moeda) do Sinclinal e na porção centro – sul da borda leste (Serra das Serrinhas) onde esta situada grande parte da Bacia do Rio Itabirito. Já os filitos encontram-se distribuídos ao longo de toda a Formação. A Figura 56 apresenta sua distribuição espacial na Bacia



onde se verifica as maiores concentrações situadas nas porções norte e oeste.

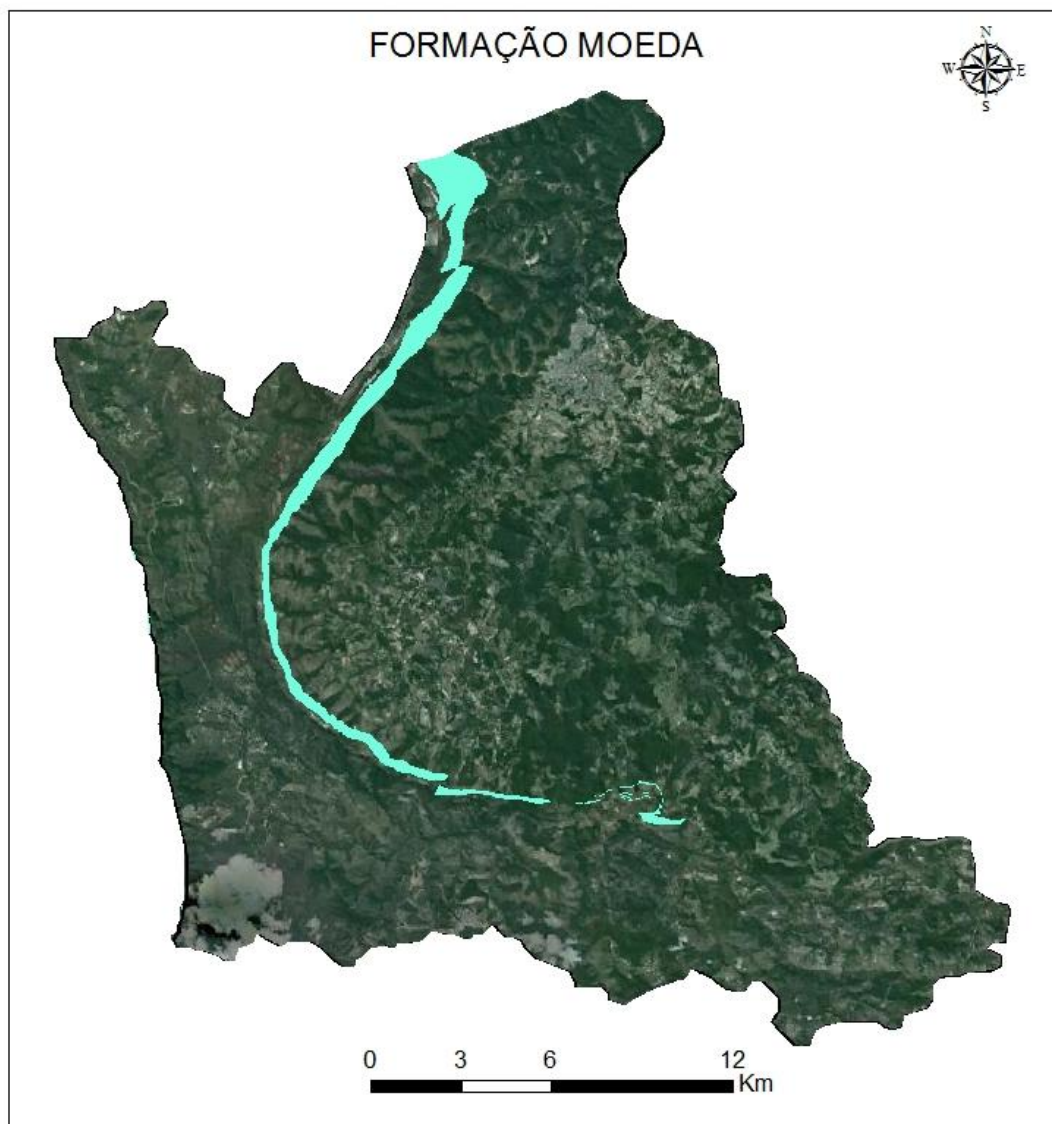


FIGURA 56 - FORMAÇÃO MOEDA E BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS

- **Supergrupo Minas (Grupo Caraça):** a formação Batatal consiste de filitos sericíticos, filitos grafitosos, e localmente, contem quantidades significativas de clorita e material carbonático. Ocorrem intercalações de metachert e delgadas lentes de hematita (itabiritos) no topo desta formação. Tem espessura de 30 m na área tipo, no entanto sua espessura é normalmente superior a 50 m (CPRM, 2005). Topográficamente encontra-se mais próxima às cumeadas do Sinclinal. Assim como os filitos da Formação Moeda, ocorre ao longo de todas as bordas do Sinclinal (Figura 57).

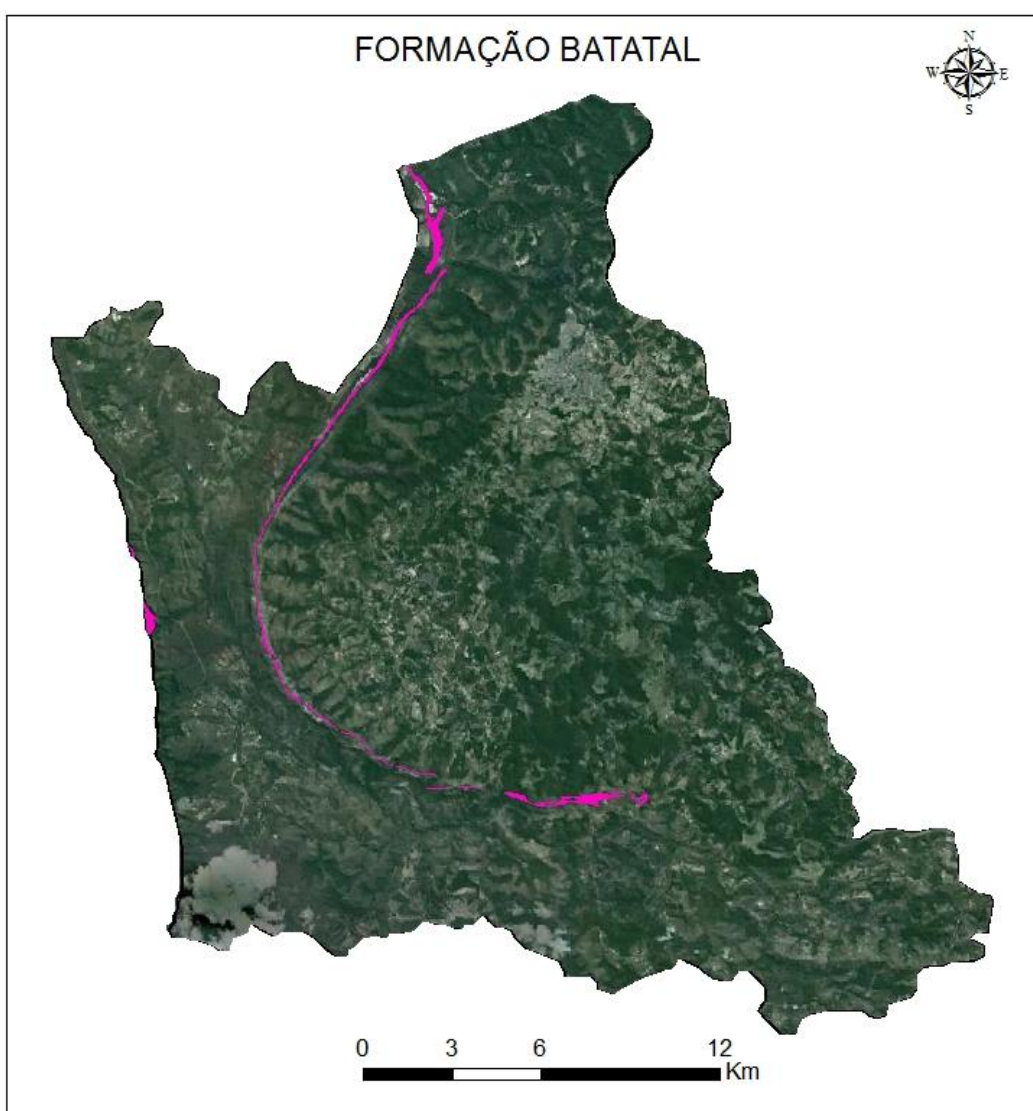


FIGURA 57 - FORMAÇÃO BATATAL E BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS

- **Rochas do Grupo Itacolomi:** O Grupo Itacolomi ocorre no extremo sudoeste da Bacia do Rio Itabirito. Localmente ele é composto por quartzitos com lentes de conglomerado, quartzito ferruginoso e formação ferrífera (Figura 58).

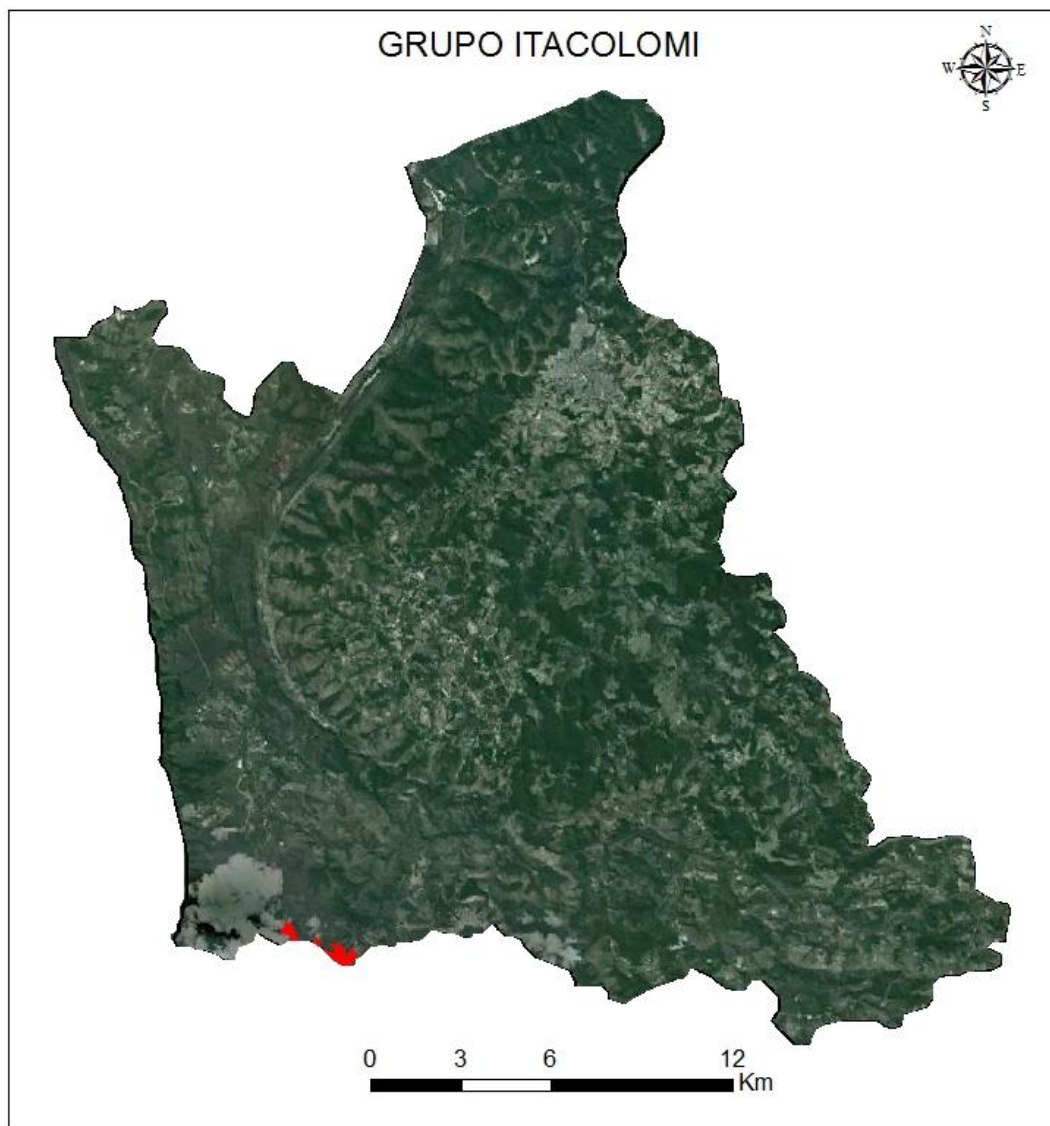


FIGURA 58 - GRUPO ITACOLOMI E BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS

➤ **Rochas do Supergrupo Rio das Velhas (Grupo Nova Lima):**

De acordo com Dorr et al. (1957), o Grupo Nova Lima apresenta uma sucessão de micaxistos com leitos, lentes e zonas de formações ferríferas, grauvacas e subgrauvacas, quartzito, conglomerado, rochas metavulcânicas, xistos e filitos grafitosos, quartzo-anquerita xisto e outros metassedimentos. Na área da Bacia do Rio Itabirito, essa formação apresenta as seguintes unidades: Catarina Mendes; Córrego da Paina, Andaimés, Fazenda Velha. Considerando a subdivisão orientada por Ladeira (1980), Oliveira et al. (1983), Vieira e Oliveira (1988) e Vieira et al. (1991), as unidades presentes na Bacia correspondem predominantemente as unidades informais de topo (Figura 59).

Localmente as unidades supracitadas apresentam os seguintes litotipos (CPRM,2005):

**Unidade Catarina Mendes:** é constituída de metagrauvacas homogêneas com freqüentes níveis centimétricos de rochas calcissilicáticas, além de turmalinito, níveis de metagrauvaca félsica, lentes de metaparaconglomerado, tremolita xisto e metarenitos impuros. O metamorfismo é da fácies anfíbolito (presença de estauroлита, biotita titanífera e granada) com retrometamorfismo na fácies xisto verde.

**Unidade Fazenda Velha:** trata-se de uma seqüência de metagrauvaca, metagrauvaca feldspática, metaquartzwacke, metarenito feldspático, finos níveis de metargilito carbonoso e de rocha calcissilicática, que se distribuem em ciclos granodecrescentes de espessura centimétrica a métrica. Os principais litótipos são (plagioclásio)-clorita-quartzo xistos, sericita-(plagioclásio)-biotita-clorita-quartzo xistos e biotita-plagioclásio-quartzo-mica xistos com metamorfismo na fácies anfíbolito e retrometamorfismo na fácies xisto verde.

**Unidade Córrego da Paina:** é constituída de quartzo-mica-clorita xisto, quartzo-clorita xisto e biotita-plagioclásio-quartzo-mica xisto com delgadas intercalações de xisto carbonoso e formação ferrífera. Representa uma seqüência turbidítica argilosa,

depositada em ambiente marinho distal. As estruturas sedimentares observadas nesta unidade são estratificações gradacional, plano-horizontal e cruzada de pequeno porte.

**Unidade Andaimas:** é constituída de quartzitos micáceos com níveis subordinados de quartzito microconglomerático e metaconglomerado polimítico. Os quartzitos micáceos (metaquartzo arenitos) têm granulação fina à média, marcas de onda, estratificações cruzadas dos tipos “herring bone” e tabulares a tangenciais de médio porte. O metaconglomerado ocorre como lentes decimétricas a métricas contendo seixos de quartzo de veio, metachert ferruginoso, quartzito e xisto cinza escuro, sustentado por matriz quartzosericítica fina a média. Representam uma sedimentação detrítica depositada em ambiente litorâneo, fácies planície de maré com dunas eólicas.



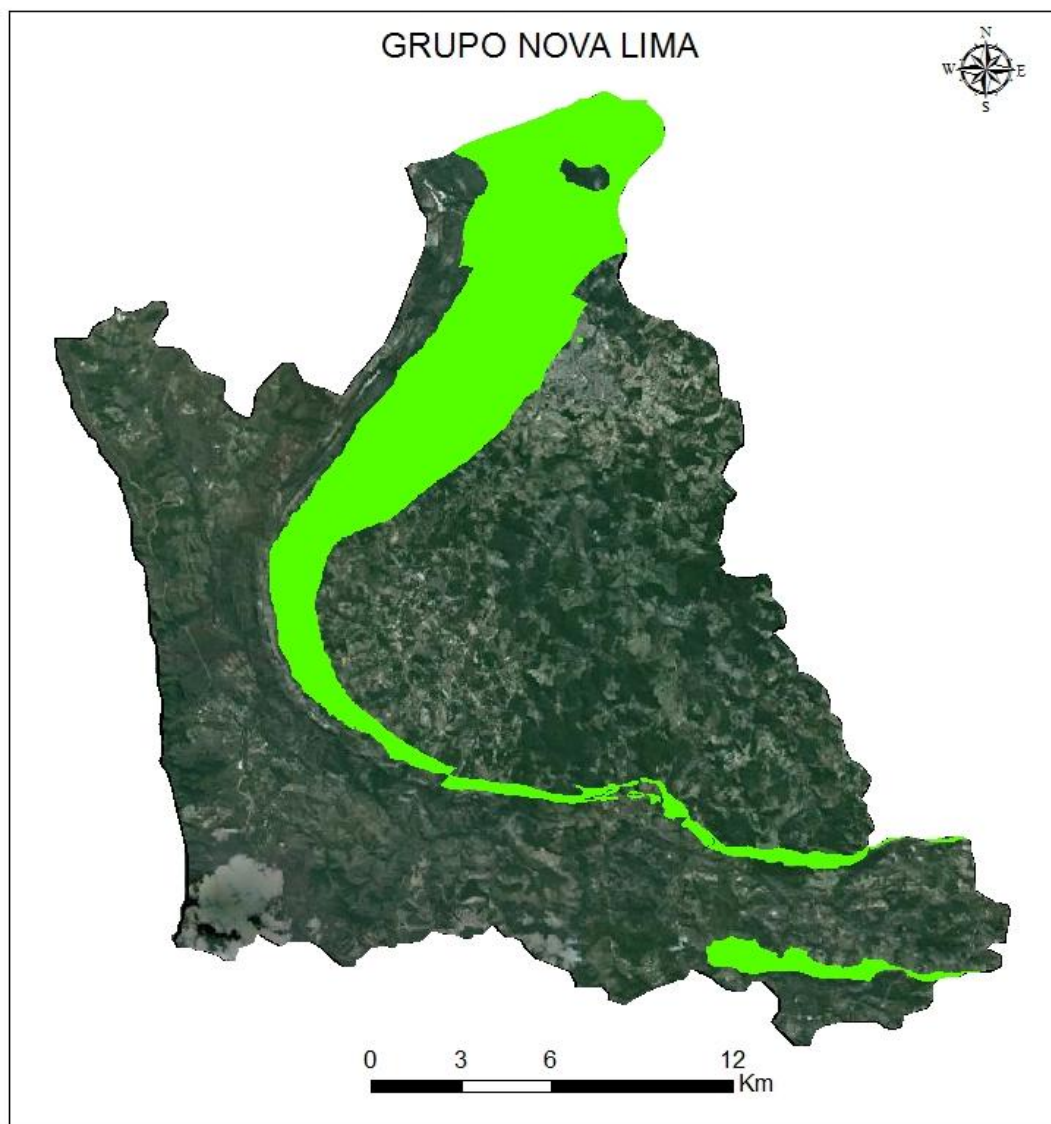


FIGURA 59 - GRUPO NOVA LIMA E BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS

➤ **Rochas do complexo Basal**

O Complexo do Bação é composto por terrenos granito-gnáissicos (Figura 60) constituídos por tonalitos migmatizados a gnaisses granodioríticos com características geoquímicas das suítes tonalíticastrondjemíticas-granodioríticas arqueanas (Noce, 1995). Especialmente, este complexo representa o maior pacote litológico presente na Bacia do Rio Itabirito concentrado predominantemente nas porções central e leste (Figura 61) e

merece destaque por apresentar a maior concentração de ravinas e voçorocas da bacia. Ressalta-se que o relevo dissecado associado a vegetação degradada (pastagens) e intenso fluxo da drenagem, fazem desta uma área de grande instabilidade ambiental (Netto e Sobreira, 2006).



**FIGURA 60 - GRANITO-GNÁISSICO OBSERVADO NA PORÇÃO NORDESTE DA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS, 2013**

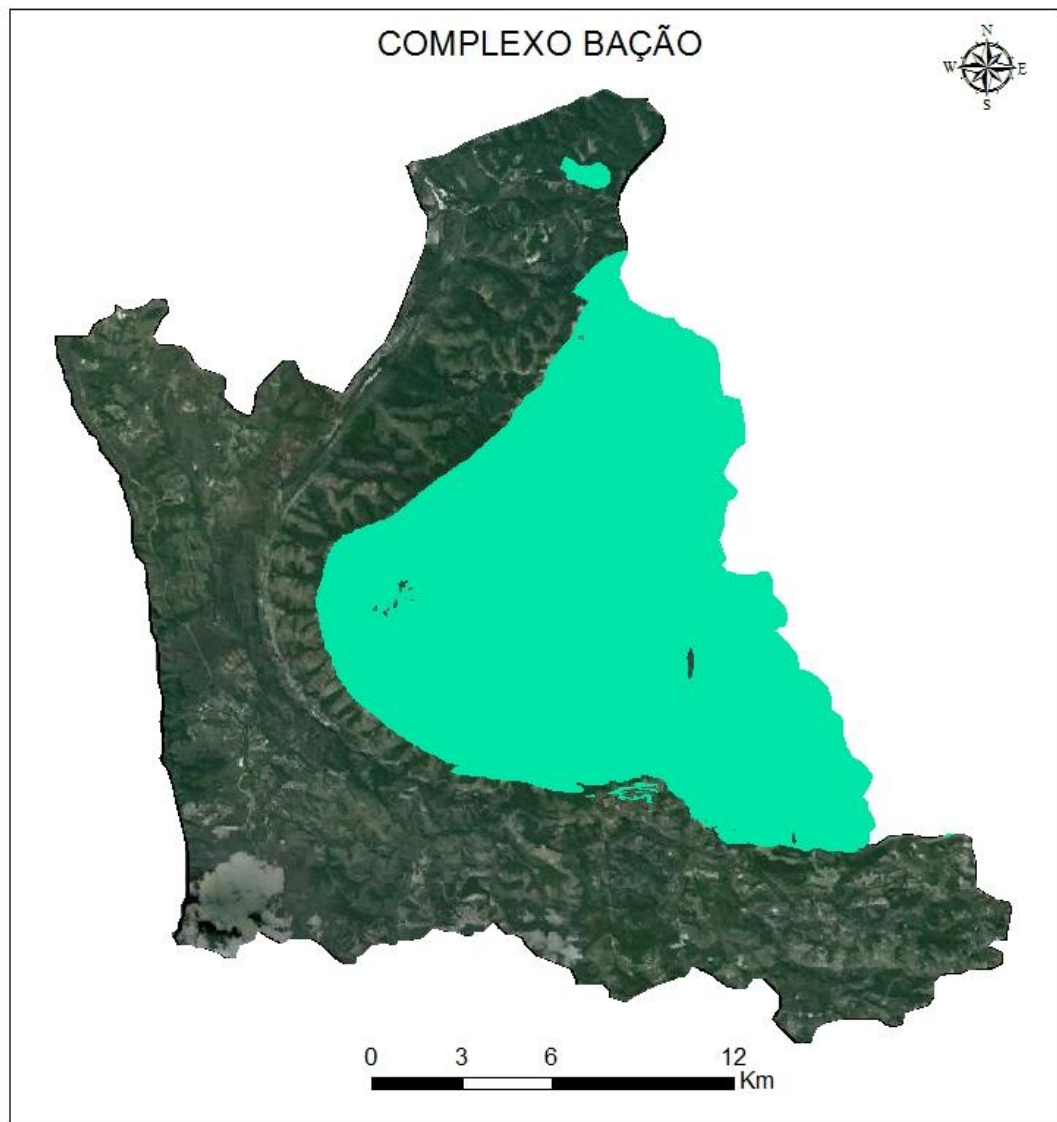


FIGURA 61 - COMPLEXO BAÇÃO E BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS

---

## 5.5.4 Litotipos e Direitos Minerários

---

---

### 5.5.4.1 Litologia da Bacia do Rio Itabirito

---

Conforme já mencionado, os recursos minerais mais importantes da região em estudo são os minérios de ferro e ouro. Associados ao ouro encontram-se concentrações de prata e arsênio (CPRM, 2005). Atualmente, os co-produtos do ouro estão restritos à obtenção de ácido sulfúrico a partir da lavra e tratamento dos minérios sulfetados.

Um grande número de substâncias minerais não metálicas compreende uma importante parcela de produção de materiais de construção com destaque para areia, brita, cascalho e argila. Os altos níveis de produção, observados para a maioria dessas substâncias na área, devem-se, basicamente, à sua inserção na Região Metropolitana de Belo Horizonte, cujo desenvolvimento urbano apresenta relação na crescente demanda desses minerais. Outras substâncias, como o quartzo e as areias especiais, têm uma produção mais restrita e atendem às necessidades do parque industrial local (CPRM, 2005).

Neste sentido a (Figura 62) representa a descrição litológica dos minerais presentes na Bacia do Rio Itabirito, com objetivo de verificar a representabilidade de minerais existentes na área de estudo. A caracterização do mapa litológico indicou a presença de aproximadamente 64 litotipos na bacia. A Tabela 19 apresenta as cinco litologias mais expressivas com suas respectivas porcentagens.



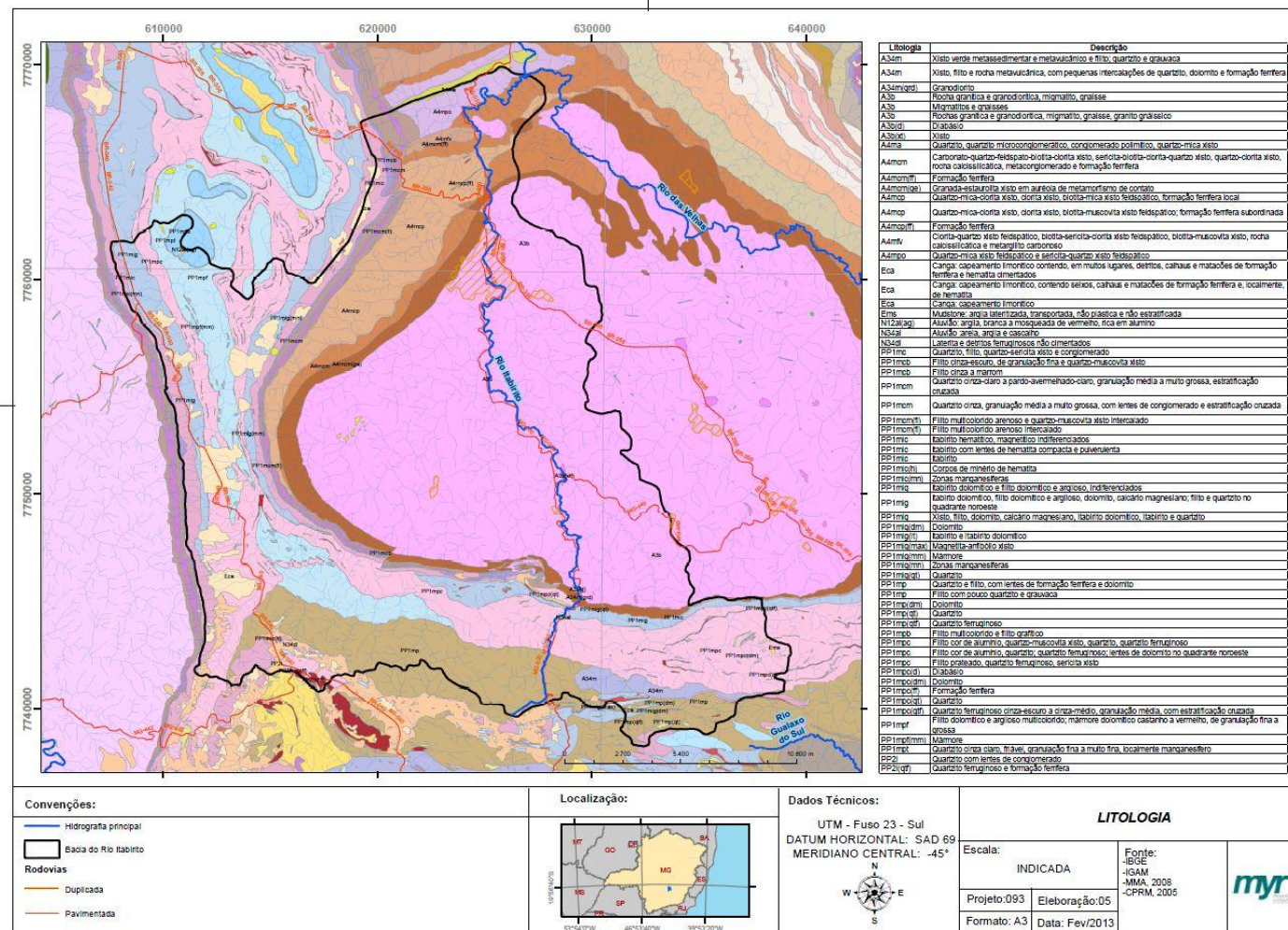


FIGURA 62. MAPA LITOLÓGICO. BACIA DO RIO ITABIRITO E REGIÃO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO. ADAPTADO DE CPRM, (2005).



TABELA 19 - LITOLOGIA DA BACIA DO RIO ITABIRITO

| Litologia da Bacia do Rio Itabirito e representabilidade |   |       |
|--|---|-------|
| Litologia  | Descrição   | %     |
| PP1mpc   | Filito prateado, quartzito ferruginoso, sericita xisto  | 4,89  |
| PP1mpf   | Filito dolomítico e argiloso multicolorido, mármore dolomítico castanho a vermelho, de granulação fina a grossa | 5,70  |
| PP1mp  | Quartzito e filito, com lentes de formação ferrífera e dolomito   | 6,75  |
| PP1mpc   | Filito cor de alumínio, quartzo-muscovita xisto, quartzito, quartzito ferruginoso                               | 10,25 |
| A3b  | Rocha granítica e granodiorítica, migmatito, gnaiss   | 29,71 |

De acordo com a Tabela 19 a rocha granítica e granodiorítica, migmatito e o gnaiss representam a maior porcentagem, com aproximadamente 29,71% da área da bacia, estando situada predominantemente na porção leste. A segunda maior representação de rochas com aproximadamente 10,25 % da área da bacia refere-se ao filito cor de alumínio, cor de alumínio, quartzo-muscovita xisto, quartzito e quartzito ferruginoso, concentrados de forma predominante nas porções oeste e sul da Bacia do Rio Itabirito.

Praticamente toda produção de ferro do Quadrilátero Ferrífero é extraída dos minérios de hematita compacta e pulverulenta, canga e itabirito, que se encontram encaixados nas camadas itabiríticas da Formação Cauê (CPRM, 2005). O minério de hematita compacta apresenta 66 a 69% de ferro e baixa concentração de sílica, fósforo e enxofre. O mineral principal é a especularita de granulometria muito fina e contém subordinadamente quartzo, talco e crisotila. O minério pulverulento é derivado do minério compacto por lixiviação supergênica da hematita ao longo dos interstícios dos grãos. A canga é o principal minério de teor intermediário com uma concentração de 50 a 60% de ferro (CPRM, 2005).

Na Bacia do Rio Itabirito as litologias que contém hematita, canga e o Itabirito, e demais elementos relacionados ao ferro, representam aproximadamente 10,77% do território da bacia e estão predominantemente concentrados no sinclinal moeda (porção leste).

O ferro existente no itabirito apresenta grande variabilidade (25 a 50%) e o itabirito fortemente intemperizado é macio, friável, de lavra simples e fonte de larga tonelagem

de material que pode ser concentrado a 67% de ferro no produto final. O itabirito pode ser encontrado enriquecido sob as camadas de canga em lugares que chegam conter 55% de ferro (CPRM, 2005).

As litologias da Formação Cauê são resistentes à erosão, dessa forma sustentam serras de grandes dimensões longitudinais e favorecem a aplicação da técnica de lavra a céu aberto. Esta lavra é desenvolvida com a remoção do capeamento laterítico e do estéril por meio de explosivos, escavadeiras e caminhões.

O tratamento para enriquecimento do minério é executado em áreas de servidão localizadas nas proximidades das minas sendo que os rejeitos ficam retidos em barragens de decantação.

---

### 5.5.5 Direitos Minerários da Bacia do Rio Itabirito

---

Utilizando as bases georreferenciadas disponibilizadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), foi possível realizar a sobreposição das bases de direitos minerários com a área em estudo em ambiente SIG. Desta forma verificou-se que na Bacia do Rio Itabirito existem 2112 processos referentes à exploração mineral conforme verificado na Tabela 20.

Em análise dos dados representados na Tabela 20, observa-se que o maior número de processos minerários existentes na bacia trata-se da exploração do Minério de Ferro com 1187 processos; em seguida os processos referentes a Ferro (286) e Minério de Ouro (203) (Figura 63). Especialmente observa-se que os processos do Minério de Ferro concentram-se em maior parte na porção oeste da bacia seguindo o alinhamento da Serra Serrinhas até a porção sul (FIGURA 64).

Segundo Haber (2012), o direito minerário encontra sua expressão máxima na Constituição Federal (CF). É ela quem delimita a quem pertence à propriedade dos

recursos minerários, quem os normatiza e os regula com suas especificidades inerentes e as obrigações decorrentes desta exploração.

Com efeito, “a propriedade dos recursos minerários é da União”. Art. 20 – São bens da União IX – os recursos minerais, inclusive os do subsolo. Em adendo, a Constituição Federal mais adiante detalha o que vem a ser essa propriedade da União.

*Art. 176 - As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.*

TABELA 20 – DIREITOS MINERÁRIOS EXISTENTES NA BACIA DO RIO ITABIRITO.  
 FONTE: DNPM, 2013

| TIPO DE EXPLORAÇÃO  | TIPOS DE PROCESSOS      |                    |                 |               |                       |                               |                          | TOTAIS | %      |
|---------------------|-------------------------|--------------------|-----------------|---------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|--------|--------|
|                     | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA | CONCESSÃO DE LAVRA | DISPONIBILIDADE | LICENCIAMENTO | REQUERIMENTO DE LAVRA | REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO | REQUERIMENTO DE PESQUISA |        |        |
| ÁGUA MINERAL        | 5                       | 7                  | -               | -             | 3                     | -                             | 2                        | 17     | 0,80   |
| AREIA               | 33                      | 20                 | 5               | 6             | 3                     | 23                            | 6                        | 96     | 4,55   |
| AREIA P/ VIDRO      | -                       | 3                  | -               | -             | -                     | -                             | -                        | 3      | 0,14   |
| ARGILA              | -                       | 3                  | -               | -             | -                     | -                             | 11                       | 14     | 0,66   |
| ARGILA REFRAATÁRIA  | 3                       | -                  | -               | -             | -                     | -                             | -                        | 3      | 0,14   |
| BAUXITA             | -                       | 2                  | 7               | -             | -                     | -                             | -                        | 9      | 0,43   |
| CAULIM              | -                       | 12                 | -               | -             | -                     | -                             | -                        | 12     | 0,57   |
| DADO NÃO CADASTRADO | -                       | -                  | 16              | -             | -                     | -                             | -                        | 16     | 0,76   |
| DOLOMITO            | -                       | 1                  | -               | -             | 2                     | -                             | -                        | 3      | 0,14   |
| FERRO               | 4                       | 235                | 28              | -             | 19                    | -                             | -                        | 286    | 13,54  |
| FILITO              | -                       | 12                 | -               | -             | -                     | -                             | 2                        | 14     | 0,66   |
| GNAISSE             | 8                       | -                  | 8               | -             | 5                     | -                             | 3                        | 24     | 1,14   |
| GRANITO             | 6                       | -                  | -               | -             | -                     | -                             | -                        | 6      | 0,28   |
| MANGANÉS            | -                       | 8                  | 12              | -             | 37                    | -                             | -                        | 57     | 2,70   |
| MÁRMORE             | -                       | 18                 | -               | -             | 3                     | -                             | 12                       | 33     | 1,56   |
| MINÉRIO DE FERRO    | 238                     | 13                 | 58              | -             | 17                    | -                             | 861                      | 1187   | 56,20  |
| MINÉRIO DE MANGANÉS | 23                      | -                  | 8               | -             | -                     | -                             | -                        | 31     | 1,47   |
| MINÉRIO DE OURO     | 69                      | 3                  | 5               | -             | 18                    | -                             | 108                      | 203    | 9,61   |
| OCRE                | -                       | 4                  | -               | -             | -                     | -                             | 13                       | 17     | 0,80   |
| OURO                | -                       | 43                 | -               | -             | -                     | -                             | -                        | 43     | 2,04   |
| QUARTZO             | -                       | -                  | 7               | -             | 7                     | -                             | 19                       | 33     | 1,56   |
| TOPÁZIO             | -                       | -                  | 1               | -             | 2                     | -                             | -                        | 3      | 0,14   |
| VANÁDIO             | -                       | -                  | -               | -             | 2                     | -                             | -                        | 2      | 0,09   |
| Total               |                         |                    |                 |               |                       |                               |                          | 2112   | 100,00 |

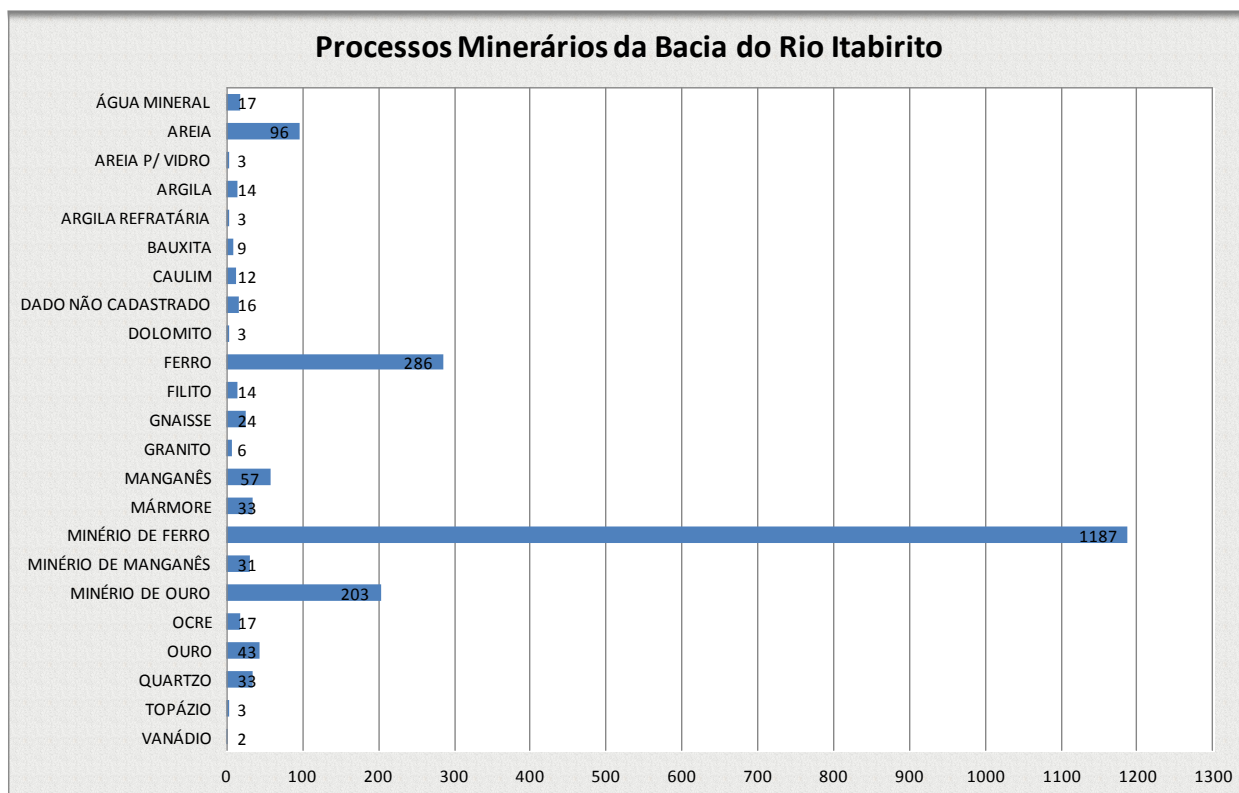


FIGURA 63- PROCESSOS MINERÁRIOS DA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS.

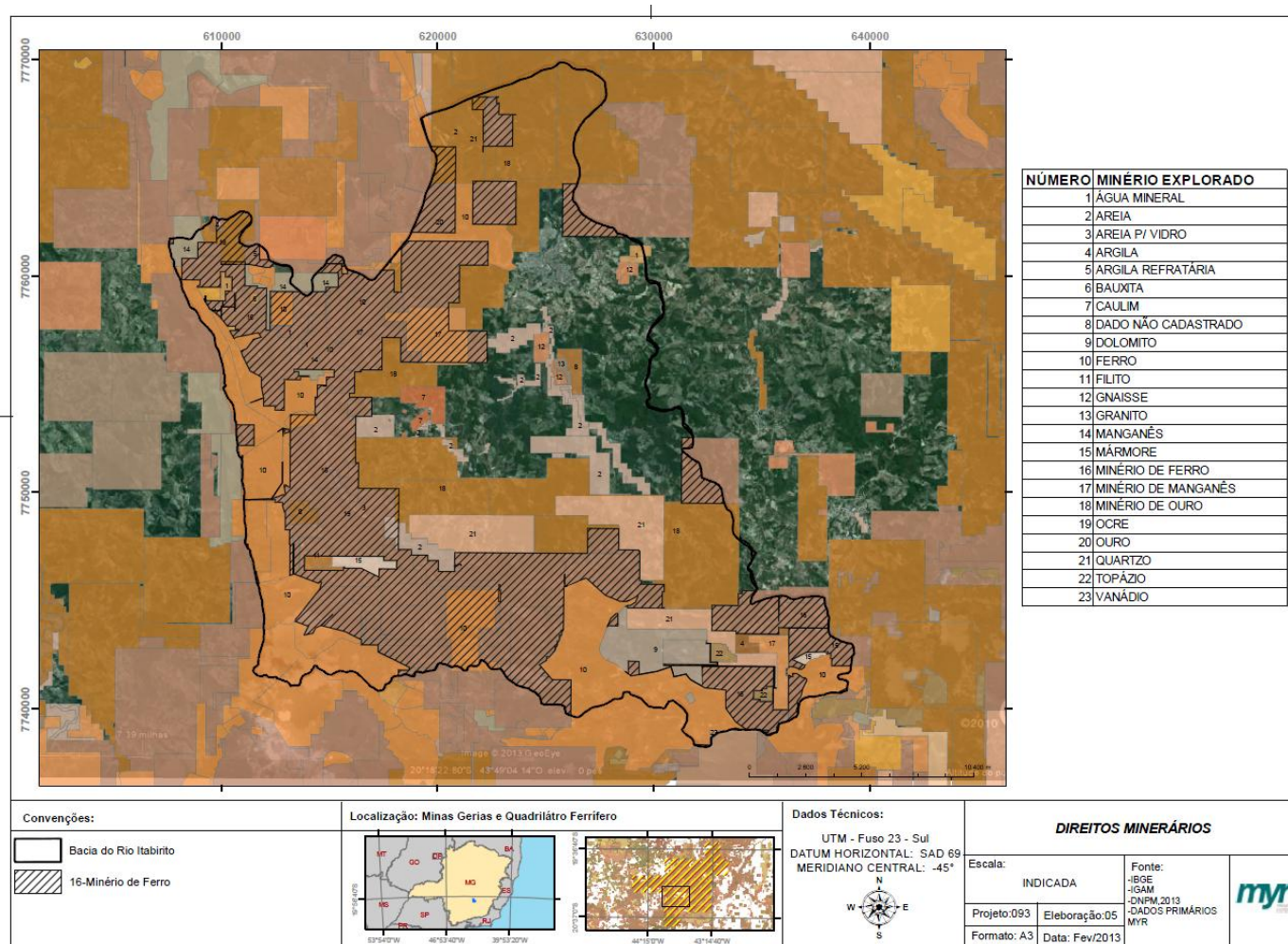


FIGURA 64- MAPA DOS DIREITOS MINERÁRIOS.



A Constituição Federal prossegue ao explicitar de que modo pode ser esta exploração, ou seja, qual regime de direito minerário poderá ser aplicado.

*Art. 176 - § 1º - A pesquisa e a lavra de recursos minerais e o aproveitamento dos potenciais a que se refere o "caput" deste artigo somente poderão ser efetuados mediante autorização ou concessão da União, no interesse nacional, por brasileiros ou empresa constituída sob as leis brasileiras e que tenha sua sede e administração no País, na forma da lei, que estabelecerá as condições específicas quando essas atividades se desenvolverem em faixa de fronteira ou terras indígenas (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 6, de 1995) (...)*

*§ 3º - A autorização de pesquisa será sempre por prazo determinado, e as autorizações e concessões previstas neste artigo não poderão ser cedidas ou transferidas, total ou parcialmente, sem prévia anuência do poder concedente.*

*§ 4º - Não dependerá de autorização ou concessão o aproveitamento do potencial de energia renovável de capacidade reduzida.*

Sendo assim, no dispositivo supracitado observa-se que a Constituição utiliza as expressões autorização e concessão, todavia, estas não são idênticas aos institutos de direito administrativo, já que têm regras próprias na própria Constituição e na legislação minerária. Normas constitucionais estas que devem encontrar ressonância em todo o ordenamento minerário infraconstitucional e tem precedência sobre as demais, vez que são aplicadas em razão do interesse nacional.

O interesse nacional decorre do fato de que os recursos minerários são considerados essenciais, estratégicos para o desenvolvimento econômico do país e a União proprietária e a quem compete privativamente legislar manifesta com estas prerrogativas a soberania do país sobre os seus próprios recursos (Haber, 2012).

---

### 5.5.6 Comportamento Geotécnico

---

Conforme salientado no item introdutório, os aspectos geotécnicos de uma área apontam para o comportamento do substrato geopedológico em relação as intervenções referentes ao uso e ocupação do solo sendo, portanto, fundamental a sua compreensão para o planejamento de Bacias Hidrográficas.

Podem-se destacar dois trabalhos de referência no mapeamento geotécnico que contemplam a área de estudo, sendo o primeiro da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais para a APA Sul da RMBH (CPRM, 2005) na escala de 1:50.000, com a classificação local em cinco Unidades Geotécnicas (UG's). O segundo, realizado pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional de Minas Gerais – CEDEPLAR na escala de 1:100.000 (CEDEPLAR, 2010), com a classificação local de 07 unidades.

Considerando a abrangência total de dados na Bacia do Rio Itabirito, foram utilizadas para a caracterização da área, primordialmente os dados da CEDEPLAR (2010), destacando a litologia principal de cada unidade geotécnica, conforme descrito a seguir.

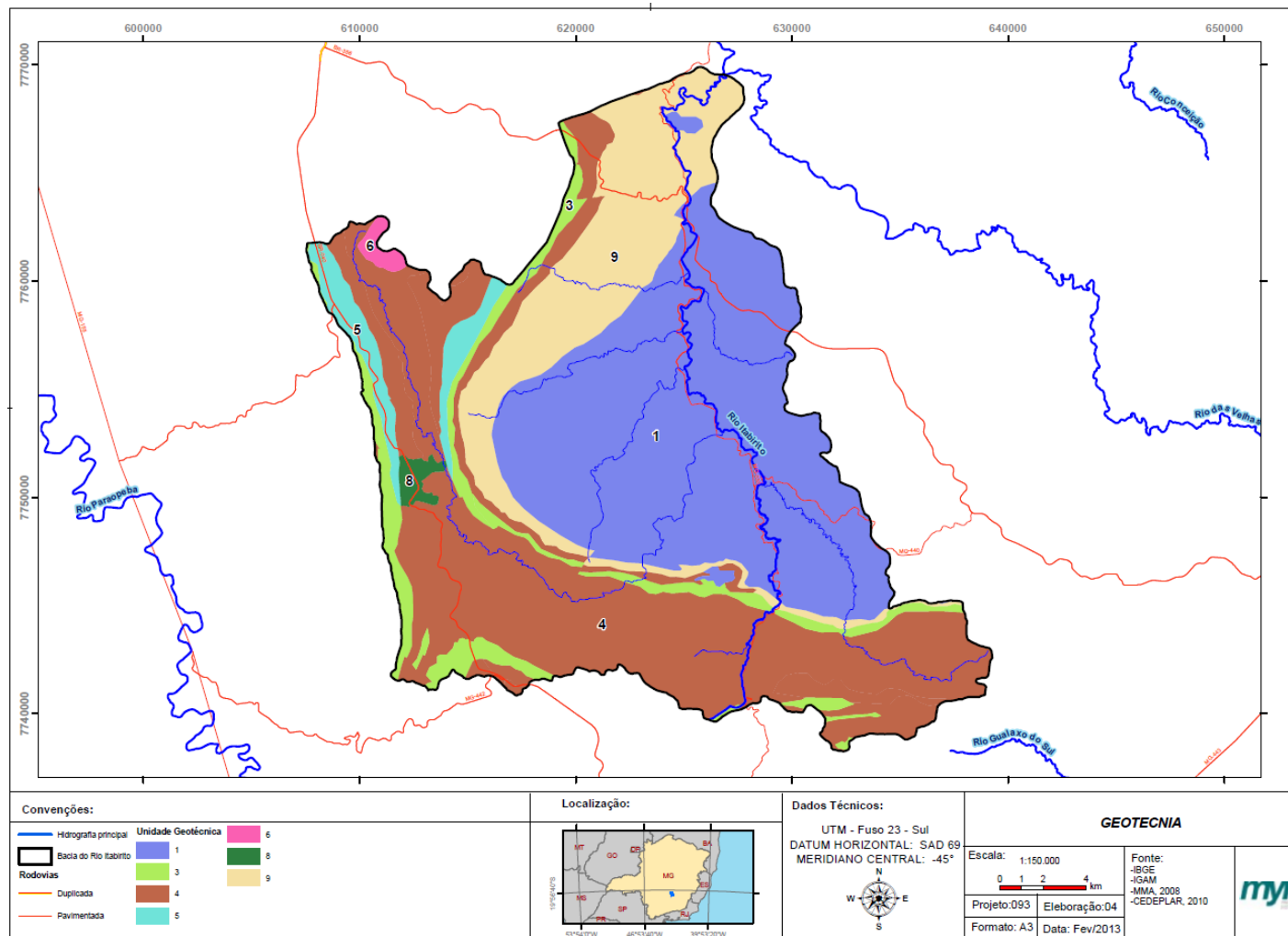


FIGURA 65- MAPA DAS UNIDADES GEOTÉCNICAS DA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS

➤ Unidade Geotécnica – Grupo 1 (Granito – Granodiorito):

Os granitos – granodiorito se encontram predominantemente no complexo do Bação situado na porção leste da bacia. Essas rochas quando são expostas em afloramentos ou abaixo de fino manto de intemperismo são bastante resistentes, sendo excelentes para execução de fundações diretas. Entretanto, devido à sua resistência mecânica elevada são escaváveis apenas a fogo o que pode encarecer a execução de galerias e tubulações. As rochas graníticas e gnáissicas são excelentes como materiais de construção como brita e agregados e também como rochas ornamentais de revestimento. Cuidados especiais devem ser tomados com relação à queda de blocos a partir de cortes de estradas que podem desconfinar a rocha já fraturada. Em escavações subterrâneas (Túneis) deve-se ter cuidado com o elevado estado de tensão natural destes maciços rochosos. Elevadas concentração de tensões naturais no maciço em uma determinada região ou local e que apresenta instabilidade quando escavado.

Em rochas intemperizadas observa-se a concentração de maiores riscos associados. O granito gnaisse gera um solo residual silto-arenoso ou argilo-areno siltoso, com baixa coesão é altamente susceptível a erosão e processos correlacionados. Desta maneira, uma atenção especial deve ser dada no momento de execução de cortes, terraplanagens, desmatamentos que exponham estes solos à ação das águas pluviais, principalmente em regiões de relevo colinoso com superfícies côncavas e bem drenadas. Em visita técnica na bacia realizada no dia 07/02/2013 foi possível verificar a presença de diversas feições erosivas como ravinas e voçorocas na região do Bação que provocam danos e geram áreas de risco (Figura 66).

Em consequência dos processos erosivos observa-se o surgimento de outros impactos relacionados como o assoreamento, enchentes e inundações. Os sedimentos transportado dos terrenos pelos agentes erosivos são carregados até os cursos d'água e galerias de drenagem provocando o assoreamento. Conseqüentemente, as águas de drenagens e rios extravasam os respectivos leitos

e enchentes e inundações ocorrem.



FIGURA 66 - VISTA PANORÂMICA DE PROCESSOS EROSIVOS EM ELEVADO ESTÁGIO - PORÇÃO LESTE DA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

- Unidade Geotécnica – Grupo 3 (Itabirito, Dolomito e Filito): Os itabiritos, dolomitos e o Filito estão situados de forma predominante na porções norte, sul e oeste da bacia, e pertencem a formação geológica Cauê. Como já citado anteriormente, essas rochas apresentam alta concentração de hematita (óxido de ferro) o que justifica o alto valor econômico das mesmas, sendo uma das rochas mais mineradas na região metropolitana. De forma geral os Itabiritos ocupam o topo das serras do Quadrilátero Ferrífero devido sua resistência à erosão, revelando sua grande importância paisagística. As rochas podem ser maciças ou pulverulentas (friáveis) e no caso de maciças apresentam elevada



resistência mecânica. Já as rochas pulverulentas, apresentam baixa resistência e elevada susceptibilidade a escorregamentos ao longo dos planos de foliação ou acamamento (planos comuns nas rochas). As topografias com declividades acentuadas, onde estão situadas essas rochas, contribui para a ausência de ocupações urbanas nessas áreas.

- Unidade Geotécnica – Grupo 4 (Quartzito ferruginoso, filito, Xisto, Rocha Metamáfica e Metagrauvaca): Na área da Bacia do Rio Itabirito, o agrupamento de rochas pertencentes a unidade geotécnica 4, são pertencentes as unidades geológicas Cercadinho, Nova Lima e Rio das Velhas. A característica principal dessas rochas é a presença de planos de foliação e acamamentos além de serem rochas em elevado estado de alteração. Apresenta comportamento variado, baixa resistência da parte foliada estimulando escorregamentos e quedas de blocos (CEDEPLAR, 2010). Os planos de acamamento e foliação são feições planares, adquiridas durante a formação das rochas sedimentares e metamórficas, podendo se constituir em planos potenciais de ruptura devido a sua menor resistência. Desta forma, é fundamental o conhecimento do ângulo de mergulho destes planos e sua direção, para o planejamento de cortes nos maciços rochosos a fim de se evitar o desencadeamento de terrenos instáveis e escorregamentos.
  
- Unidade Geotécnica – Grupo 5 (Dolomito): Os dolomitos estão situados de forma predominante na formação Gandarela que encontra-se nas porções leste e sul da Bacia do Rio Itabirito. Essas rochas são constituídas por carbonato de magnésio e apresentam alto grau de dissolução e baixa resistência ao intemperismo. Para a construção elas representam bons materiais (agregados e rochas ornamentais) quando maciços. Com presença de foliação (filitos dolomíticos) podem se romper facilmente, entretanto, os processos de carstificação são mais comuns (cavernas e colapsos de terrenos e recalque); Comparado com os itabiritos, essas rochas também estão em áreas de grande importância paisagística.

- Unidade Geotécnica – Grupo 6 (Quartzito): Na Bacia do Rio Itabirito, os quartzitos que correspondem uma das litologias principais da unidade geotécnica 6, estão presentes na formação Tabooês situada na porção noroeste da bacia. Essas rochas apresentam excelente qualidade como aquíferos (área de recarga de águas subterrâneas) e alguns autores recomendam a preservação destas áreas e impedimento da sua impermeabilização (Menegasse et al. 2000). Possuem elevada resistência mecânica, podendo, quando fraturadas, liberar alguns blocos (quedas). Quando alteradas podem ficar friáveis e susceptíveis a erosão. Boa resistência para fundações e bons materiais de construção (brita e rochas ornamentais como a conhecida pedra de São Tomé), Cedeplar (2010).
  
- Unidade Geotécnica – Grupo 8 (Depósitos de Areia e Cascalho): Para a bacia em estudo, a unidade geológica que representa este grupo geotécnico refere-se aos depósitos aluvionares presentes nas porções noroeste, central e sudeste. De acordo com os estudos da Cedeplar (2010), esses depósitos geológicos são bastante conhecidos devido a sua forma de ocorrência, geralmente como depósitos transportados por gravidade (quedas e escorregamentos) ou depositados em planícies aluvionares. Nas planícies de inundações os depósitos aluvionares são altamente plásticos e recalques por adensamento são processos comuns, exigindo tratamentos especiais de fundação. Geralmente estão em áreas susceptíveis a alagamentos e inundações frequentes, com baixa resistência mecânica e sua ocupação não é recomendada (CEDEPLAR, 2010).
  
- Unidade Geotécnica – Grupo 9 (Metagrauvaca e Laterita): Na área de estudo as litologias principais referente a unidade geotécnica 09 são a Metagrauvaca e a Laterita pertencente ao grupo Nova Lima (Porção sul da bacia). Possuem características mecânicas bem variadas devido à proporção irregular da parte quartzosa (arenosa mais resistente) e pelítica (fina menos resistente).

Geotecnicamente é semelhante à rocha do grupo 4, porém, por ocorrerem em área topograficamente baixas e menos inclinada os escorregamentos são em menor frequência. A susceptibilidade erosiva esta relacionada ao grau de alteração da rocha nesta unidade, que alguns casos apresentam-se em elevado estágio.

## 5.6 FORMAÇÃO DE CAVERNAS NABACIA DO RIO ITABIRITO

Ao se analisar a importância que as cavernas têm na história da humanidade, deve-se destacar a sua importância do ambiente no qual estão inseridas, pois as cavidades não estão isoladas na paisagem e fazem parte de um relevo bastante particular (Gomes, 2010). Há também que se destacar as peculiaridades e fragilidades dos animais que as habitam e sua importância para os estudos paleoarqueológicos.

No Brasil, a maioria dos geossistemas ocorre em Minas Gerais, em especial em três regiões: no Quadrilátero Ferrífero (região metropolitana da capital mineira, Belo Horizonte), próximo às cidades de Serro e Conceição do Mato Dentro (centro-leste do estado) e ao longo do vale do rio Peixe Bravo (norte do estado). Importantes áreas de cangas ocorrem ainda em Carajás (PA), Caetité (BA) e Morraria de Urucum (MS).

Cerca de 20% das cavernas catalogadas no Brasil ocorrem nos geossistemas ferruginosos. Recentemente, novo sítio espeleológico ferruginoso, contendo dezenas de cavernas, foi descrito no vale do rio Peixe Bravo. Também foram descobertas nessa região paleotocas, ou seja, estruturas em forma de túneis, atribuídas à escavação por animais extintos, provavelmente tatus gigantes, que viveram no território brasileiro por milhões de anos, até cerca de 10 mil anos atrás. Registros de paleotocas ocorrem ainda em cangas no Quadrilátero Ferrífero e na região de Carajás.

Assim, para este estudo, considerou-se de extrema importância traçar um panorama sobre este tema na região da Bacia do Rio Itabirito, pois as atividades antrópicas que ocorrem na região, principalmente a minerária, pode ser fator de pressão importante

sobre essas cavidades.

De acordo com o Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais (ZEE), na Bacia do Rio Itabirito foram registradas, até o momento, 58 cavernas das mais diversificadas formações, sendo 2 de composição itabirítica, 11 ferruginosas, 2 calcárias, 22 de formação em canga, 14 de formação Ferrífera Bandada, 03 de formação Canga/Minério de Ferro e 04 de formação Canga e Formação Ferrífera Bandada (Tabela 21), (Figura 67). Importante destacar que, devido a sua importância, essas cavernas demandam a realização de estudos para a verificação do status de sua conservação tanto do ponto de vista histórico-paleoarqueológico, quanto de sua biota.



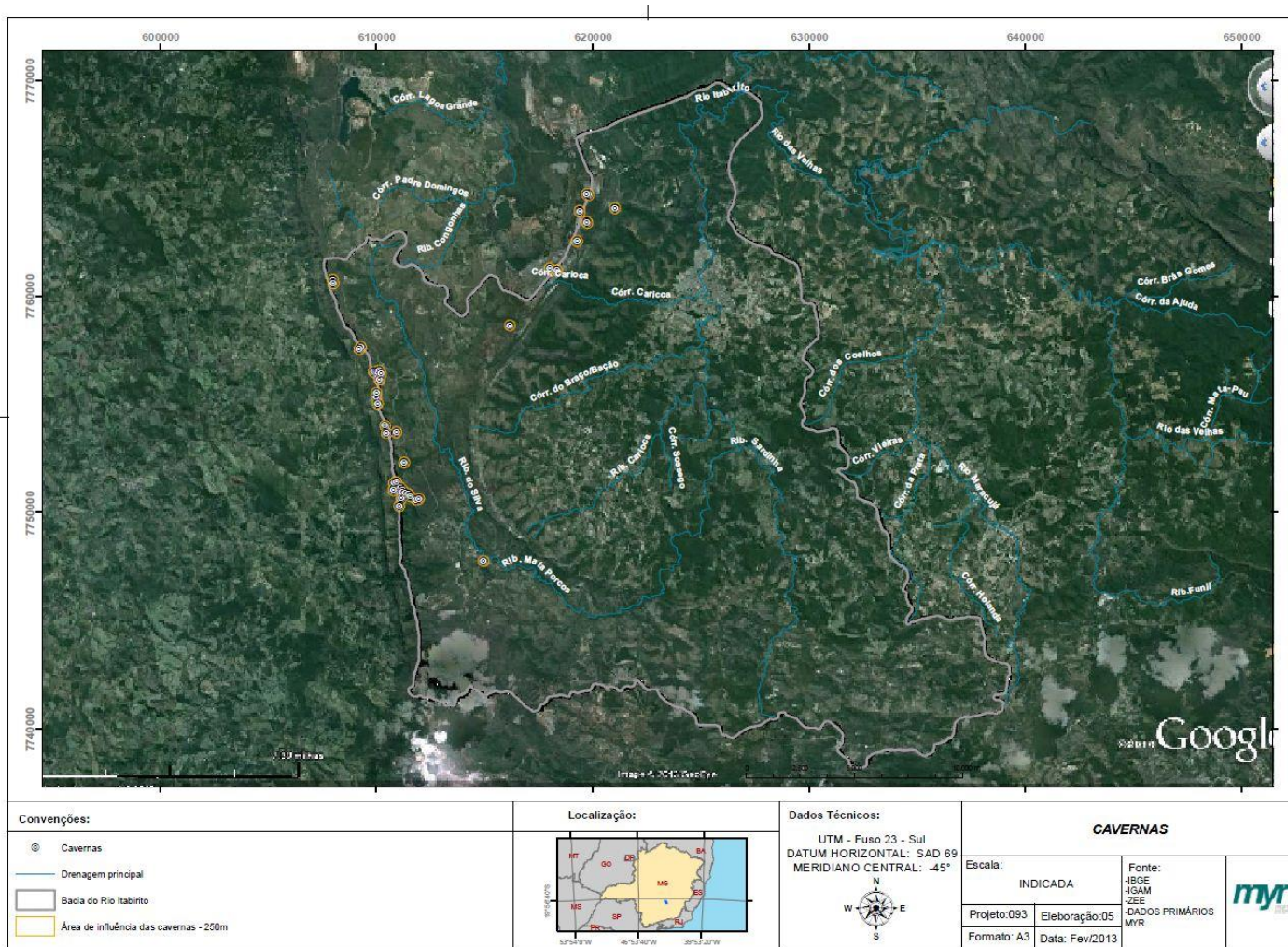


FIGURA 67: CAVIDADES REGISTRADAS NA BACIA DO RIO ITABIRITO



TABELA 21 - CAVERNAS REGISTRADAS NA ÁREA DA BACIA DO RIO ITABIRITO

| Nome                              | Localidade               | Latitude   | Longitude  | Litologia                          |
|-----------------------------------|--------------------------|------------|------------|------------------------------------|
| Gruta do Cav III                  | Distrito Córrego do Eixo | -20,364551 | -43,8988   | Calcário                           |
| Gruta Ressurgência da Casa Branca | Casa Branca              | -20,216749 | -43,841678 | Calcário                           |
| Caverna MS-24                     | Área Moeda Sul           | -20,247597 | -43,966479 | Canga                              |
| Caverna MS-25                     | Área Moeda Sul           | -20,247505 | -43,966231 | Canga                              |
| Caverna MS-26                     | Área Moeda Sul           | -20,248715 | -43,966098 | Canga                              |
| Caverna MS-27                     | Área Moeda Sul           | -20,248968 | -43,966001 | Canga                              |
| Caverna MP-010                    | Mina do Pico             | -20,266063 | -43,887816 | Canga                              |
| Caverna MP-015                    | Mina do Pico             | -20,242189 | -43,870439 | Canga                              |
| Caverna MP-016                    | Mina do Pico             | -20,242855 | -43,867141 | Canga                              |
| Caverna VL-31                     | Mina Várzea do Lopes     | -20,332206 | -43,938646 | Canga                              |
| Caverna VL-38                     | Mina Várzea do Lopes     | -20,310995 | -43,937766 | Canga                              |
| Caverna VL-08                     | Mina Várzea do Lopes     | -20,28583  | -43,94783  | Canga                              |
| Caverna VL-13                     | Mina Várzea do Lopes     | -20,296241 | -43,946697 | Canga                              |
| Caverna VL-10                     | Mina Várzea do Lopes     | -20,285292 | -43,945478 | Canga                              |
| Caverna VL-04                     | Mina Várzea do Lopes     | -20,286787 | -43,944807 | Canga                              |
| Caverna VL-30                     | Mina Várzea do Lopes     | -20,335107 | -43,93878  | Canga                              |
| Caverna VL-16                     | Mina Várzea do Lopes     | -20,341814 | -43,936301 | Canga                              |
| Caverna VL-17                     | Mina Várzea do Lopes     | -20,341905 | -43,936272 | Canga                              |
| Caverna VL-24                     | Mina Várzea do Lopes     | -20,334177 | -43,935798 | Canga                              |
| Caverna VL-27                     | Mina Várzea do Lopes     | -20,335439 | -43,935425 | Canga                              |
| Caverna VL-28                     | Mina Várzea do Lopes     | -20,335039 | -43,934911 | Canga                              |
| Caverna VL-21                     | Mina Várzea do Lopes     | -20,337539 | -43,93156  | Canga                              |
| Caverna VL-20                     | Mina Várzea do Lopes     | -20,339048 | -43,928695 | Canga                              |
| Caverna MP-006                    | Mina do Pico             | -20,222711 | -43,854029 | Canga e Formação Ferrífera Bandada |

|                |                      |            |            |                                    |
|----------------|----------------------|------------|------------|------------------------------------|
| Caverna MP-007 | Mina do Pico         | -20,211396 | -43,85349  | Canga e Formação Ferrífera Bandada |
| Caverna MP-008 | Mina do Pico         | -20,211044 | -43,853541 | Canga e Formação Ferrífera Bandada |
| Caverna MP-011 | Mina do Pico         | -20,217899 | -43,857233 | Canga e Formação Ferrífera Bandada |
| Caverna VL-02  | Mina Várzea do Lopes | -20,286028 | -43,946162 | Canga/Minério de Ferro             |
| Caverna VL-11  | Mina Várzea do Lopes | -20,28618  | -43,945912 | Canga/Minério de Ferro             |
| Caverna VL-03  | Mina Várzea do Lopes | -20,287336 | -43,945837 | Canga/Minério de Ferro             |
| Caverna VL-01  | Mina Várzea do Lopes | -20,286062 | -43,945817 | Canga/Minério de Ferro             |
| Caverna MP-002 | Mina do Pico         | -20,230584 | -43,858605 | Formação Ferrífera Bandada         |
| Caverna MP-003 | Mina do Pico         | -20,230545 | -43,85826  | Formação Ferrífera Bandada         |
| Caverna MP-004 | Mina do Pico         | -20,222927 | -43,853846 | Formação Ferrífera Bandada         |
| Caverna MP-005 | Mina do Pico         | -20,222522 | -43,854088 | Formação Ferrífera Bandada         |
| Caverna MP-009 | Mina do Pico         | -20,211066 | -43,854191 | Formação Ferrífera Bandada         |
| Caverna VL-39  | Mina Várzea do Lopes | -20,275448 | -43,95377  | Formação Ferrífera Bandada         |
| Caverna VL-37  | Mina Várzea do Lopes | -20,299137 | -43,946121 | Formação Ferrífera Bandada         |

|                |                        |            |            |                               |
|----------------|------------------------|------------|------------|-------------------------------|
| Caverna VL-33  | Mina Várzea do Lopes   | -20,331776 | -43,937692 | Formação Ferrífera<br>Bandada |
| Caverna VL-34  | Mina Várzea do Lopes   | -20,323578 | -43,934223 | Formação Ferrífera<br>Bandada |
| Caverna VL-14  | Mina Várzea do Lopes   | -20,285571 | -43,946845 | Formação Ferrífera<br>Bandada |
| Caverna VL-09  | Mina Várzea do Lopes   | -20,286256 | -43,94664  | Formação Ferrífera<br>Bandada |
| Caverna VL-26  | Mina Várzea do Lopes   | -20,33578  | -43,934992 | Formação Ferrífera<br>Bandada |
| Caverna VL-22  | Mina Várzea do Lopes   | -20,336759 | -43,932494 | Formação Ferrífera<br>Bandada |
| Caverna VL-19  | Mina Várzea do Lopes   | -20,338662 | -43,927606 | Formação Ferrífera<br>Bandada |
| Caverna VL-06  | Mina Várzea do Lopes   | -20,289068 | -43,945366 | Itabirito                     |
| Toca do Lobo   | Serra da Moeda         | -20,276447 | -43,954396 | Itabirito                     |
| Caverna VL-35  | Mina Várzea do Lopes   | -20,308324 | -43,942726 | Minério de Ferro              |
| Caverna VL-36  | Mina Várzea do Lopes   | -20,311337 | -43,941997 | Minério de Ferro              |
| Caverna VL-32  | Mina Várzea do Lopes   | -20,331849 | -43,937883 | Minério de Ferro              |
| Caverna VL-07  | Mina Várzea do Lopes   | -20,285686 | -43,947994 | Minério de Ferro              |
| Caverna VL-15  | Mina Várzea do Lopes   | -20,294614 | -43,946688 | Minério de Ferro              |
| Caverna VL-05  | Mina Várzea do Lopes   | -20,286216 | -43,945902 | Minério de Ferro              |
| Caverna VL-29  | Mina Várzea do Lopes   | -20,33528  | -43,938884 | Minério de Ferro              |
| Caverna VL-18  | Mina Várzea do Lopes   | -20,338501 | -43,935289 | Minério de Ferro              |
| Caverna VL-25  | Mina Várzea do Lopes   | -20,335869 | -43,934752 | Minério de Ferro              |
| Caverna VL-23  | Mina Várzea do Lopes   | -20,336314 | -43,933724 | Minério de Ferro              |
| Caverna MP-017 | Quadrilátero Ferrífero | -20,218339 | -43,857229 | Minério de Ferro              |

## 5.7 PEDOLOGIA

### 5.7.1 Introdução

Os solos têm suas propriedades, de composição e formação, resultantes da ação integrada dos processos dinâmicos da geologia e relevo. Este tem como material de origem as rochas, que irão determinar suas propriedades física e química. Já no que tange à geomorfologia, essa está relacionada com a gênese e formação dos solos, pois o condicionamento do relevo influencia de modo diversificado sob os processos climáticos e hidrológicos, o que determina propriedades como a profundidade, o teor de matéria orgânica, a drenagem do perfil, temperatura, entre outros.

### 5.7.2 Pedologia da Bacia do Rio Itabirito

Na área em estudo a geomorfologia e a geologia possuem uma estreita relação com a pedologia, já que esta está inserida no Quadrilátero Ferrífero (QF), onde os solos são conhecidos pelo elevado teor de óxidos de ferro em seus perfis, resultado direto das propriedades mineralógicas dos materiais de origem.

Em 2010 a Universidade Federal de Viçosa – UFV desenvolveu o Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais baseando-se no mapeamento já realizado pelo CETEC e órgãos especializados do Ministério da Agricultura. Neste foi seguido à versão atualizada do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

De acordo com esse mapeamento na Bacia do Rio Itabirito existem três tipos predominantes de solos, são eles (Figura 68):

- RLd4 - NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A fraco/moderado + AFLORAMENTO ROCHOSO; ambos fase cerrado e caatinga hipoxerófila, relevo ondulado e forte ondulado e montanhoso.
- CXbd21 - CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico e léptico A moderado

textura média/argilosa, pedregoso/ não pedregoso + NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A moderado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura média/argilosa.

- LVAd1 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura argilosa; fase cerrado, relevo plano e suave ondulado.



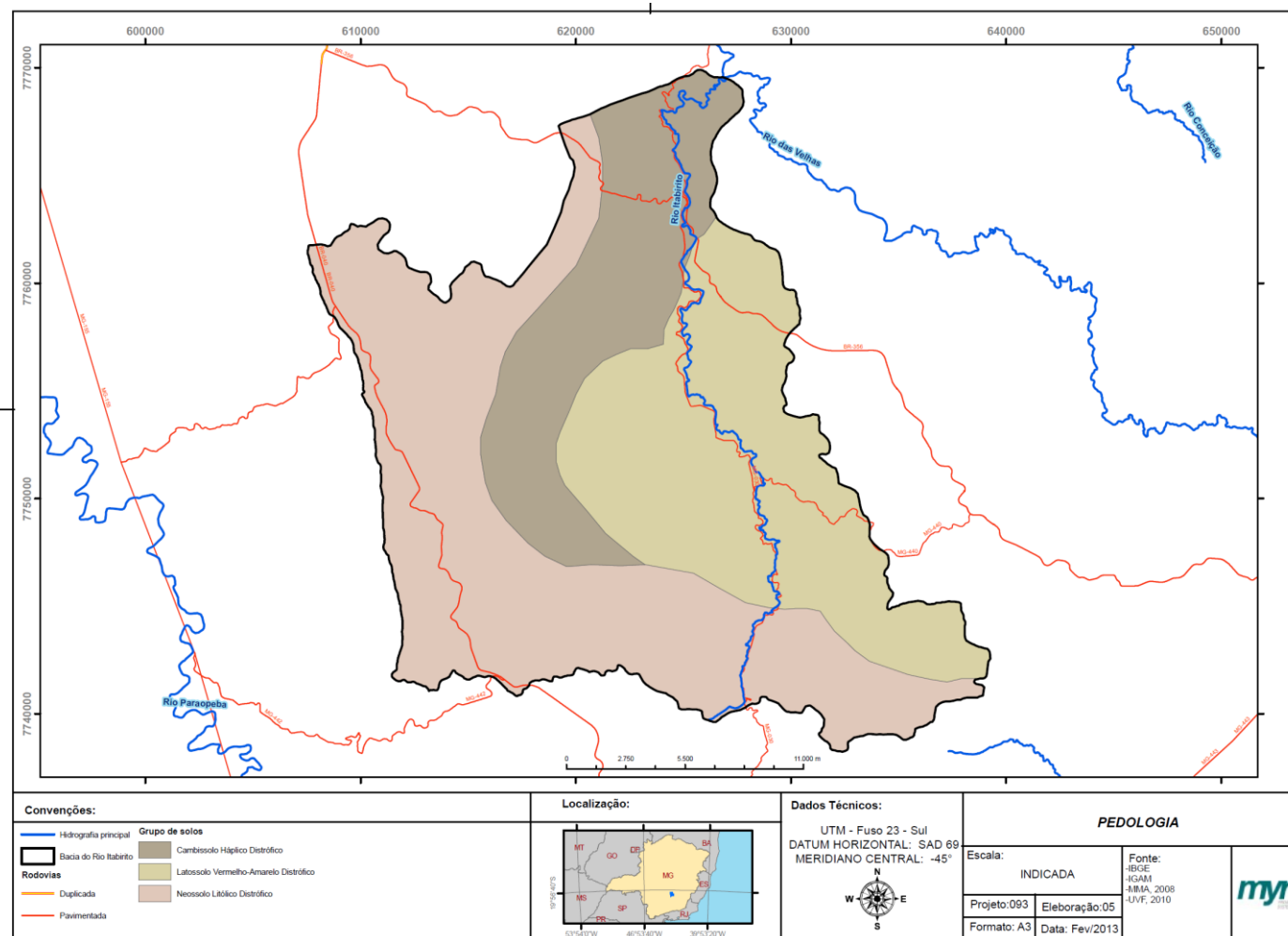


FIGURA 68. MAPA DE SOLOS DA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS

➤ **Neossolo Litólico Distrófico**

De acordo com o mapa do CETEC (2010), os Neossolos correspondem a cerca de 45% da área total da bacia, encontrado, principalmente, em áreas de relevo movimentado do Supergrupo Minas. São solos pouco evoluídos, sem horizonte B definido, onde o horizonte A ocorre diretamente sobre a rocha. São solos em via de formação, seja pela reduzida atuação dos processos pedogenéticos ou por características inerentes ao material originário.

Em razão a pouca espessura, é comum possuírem elevados teores de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo, assim como cascalhos e calhaus de rocha semi-intemperizada na massa do solo. Dependente da morfologia local esses solos apresentam elevada susceptibilidade à erosão pela ocorrência de substrato rochoso a pequena profundidade, especialmente em vertentes declivosas.

Na área de estudo o material de origem desses solos são rochas graníticas e granodioríticas, migmatitos, gnaisses e filitos. São formadores de terras com pequena aptidão agrícola, sendo mais indicados para pastagem, pela sua pouca profundidade.



**FIGURA 69. NEOSSOLO SOB VEGETAÇÃO CAMPESTRE ENCONTRADO NA PORÇÃO NOROESTE DA BACIA DO RIO ITABIRITO, SUBBACIA DO RIBEIRÃO DO SILVA. FONTE: MYR, 2013.**

Na mesma região onde há o predomínio dos neossolos, encontram-se também latossolos férricos, no flanco Oeste da bacia (Supergrupo Minas) de coloração avermelhada, devido ao alto teor de óxidos de ferro associado (Figura 70).



FIGURA 70. LATOSSOLO FÉRRICO SOB VEGETAÇÃO DE CAMPO ENCONTRADO NA SUBBACIA DO RIBEIRÃO DO SILVA. FONTE: MYR, 2013.

#### ➤ **Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico**

Os Latossolos Vermelho Amarelo representam aproximadamente 34% da área total da bacia e aparecem sob relevo suavemente ondulado também do Complexo Bação, associado muitas vezes, a presença vegetação arbustiva (Figura 71). Este apresenta evolução muito avançada com atuação expressiva de processo de latolização (ferralitização ou laterização), resultando em intemperização intensa dos constituintes minerais primários, e mesmo secundários menos resistentes, e concentração relativa de argilominerais resistentes e, ou, óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, com inexpressiva mobilização ou migração de argila, ferrólise, gleização ou plintitização (EMBRAPA, 2006).



FIGURA 71: REGIÃO DE LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, ASSOCIADO A PROCESSOS EROSIVOS E VEGETAÇÃO ARBUSTIVA, NO COMPLEXO DO BAÇÃO. FONTE: MYR, 2013.

Na área em estudo esses solos possuem horizonte B latossólico, com avançado estágio de intemperização, apresentam cor vermelha devido ao elevado teor de óxido de ferro e ocorrem relacionados a rochas graníticas e granodioríticas, migmatitos e os gnaisses. (EMBRAPA, 2006). Neles ocorre maior infiltração de água e a erosão laminar é fraca devido ao escoamento difuso. Nas baixas planícies de acumulação com declividades menores a vulnerabilidade a erosão é considerada baixa.

#### ➤ **Cambissolo Háplico Distrófico**

Os Cambissolos aparecem com menor expressão na bacia, compondo 21% de sua área total, estendendo-se em uma faixa central da bacia de montante a jusante e estão predominantemente sob relevo ondulado do Complexo Bação. Seu material de origem na área são os Filitos cor de alumínio, quartzo-muscovita xisto, quartzito, quartzito ferruginoso.



Estes são mais suscetíveis à erosão por não apresentarem estrutura bem desenvolvida, serem pouco profundos e moderadamente drenados. Pouco evoluídos com horizonte B incipiente, pedogênese pouco avançada evidenciada pelo desenvolvimento da estrutura do solo, alteração do material de origem expressa pela quase ausência da estrutura da rocha ou da estratificação dos sedimentos, cromas mais alto, matizes mais vermelhos ou conteúdo de argila mais elevados que os horizontes subjacentes (EMBRAPA, 2006).



FIGURA 72. REGIÃO DE CAMBISSOLOS, EM RELEVO ONDULADO DO COMPLEXO BAÇÃO, ASSOCIADOS A PROCESSOS EROSIVOS. FONTE: MYR, 2013

## 5.8 GEOMORFOLOGIA

### 5.8.1 Introdução

As formas de relevo são resultantes da combinação de diversos fatores, dentre os quais se destacam a litoestrutura, os processos intempéricos e os movimentos tectônicos. A área em estudo está inserida em um contexto geomorfológico de extrema importância em função de sua bio e geodiversidade, em que há uma grande densidade populacional e uma intensa atividade mineira.



---

## 5.8.2 Geomorfologia Regional

---

Segundo Silva (2002), o compartimento geomorfológico do Quadrilátero Ferrífero corresponde a uma fisiografia serrana que denota a íntima relação entre os atributos geológicos (litologia+ estrutura) e as formas de relevo. As camadas de itabirito (Formação Cauê), protegidas da erosão pelas couraças ferruginosas, constituem a linha de crista e o terço superior da escarpa sub-vertical da serra do Curral. As altitudes superam os 1.100m podendo chegar a 1.500m como no pico do Rola Moça, limite sudoeste do município. Esta unidade exerceu papel fundamental na evolução do relevo de Belo Horizonte, limitando a extensão dos processos erosivos que moldavam a depressão periférica de Belo Horizonte, a norte.

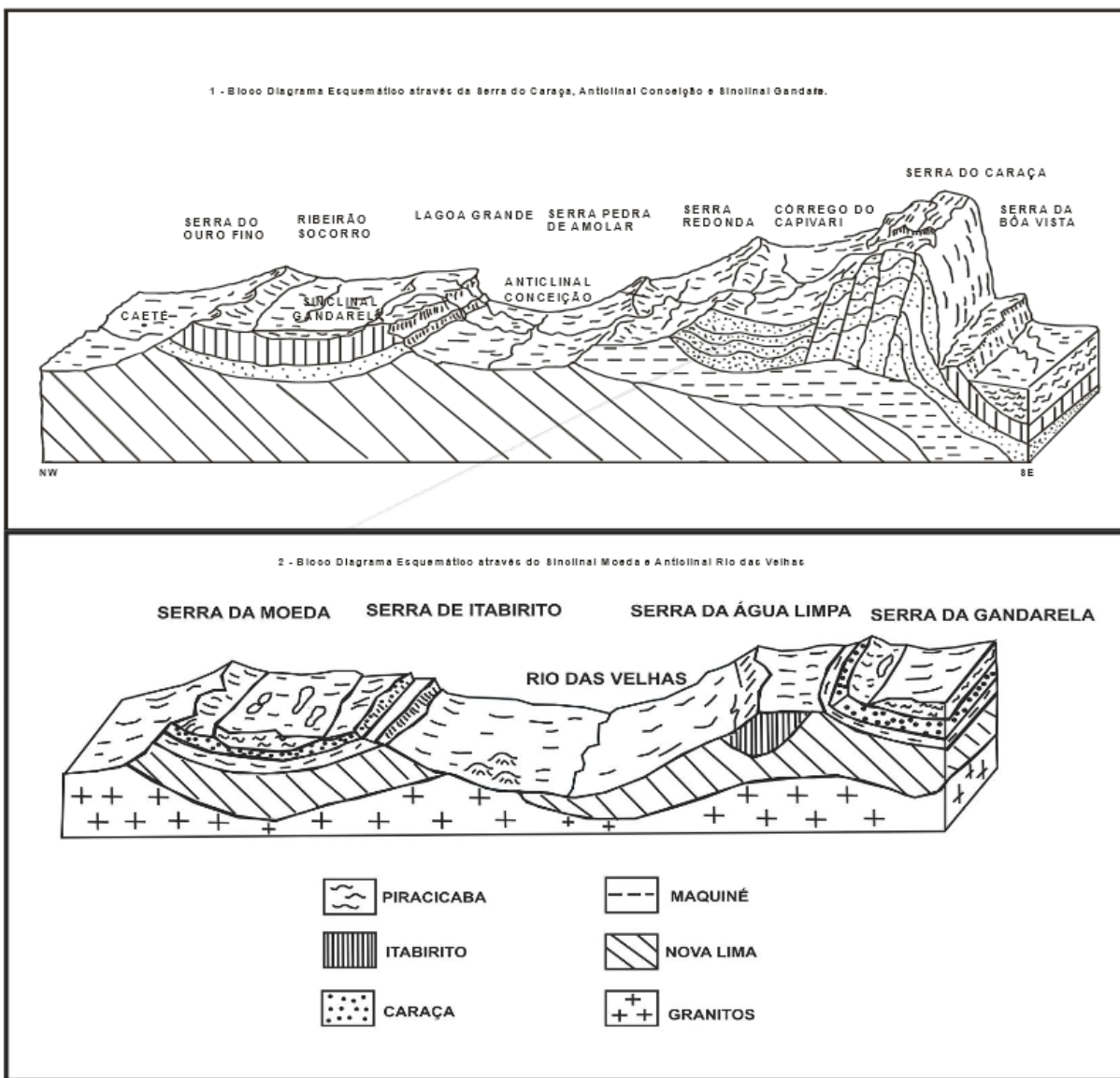
Rochas pouco resistentes ao intemperismo, como dolomitos e filitos dolomíticos da Formação Gandarela, dão origem a áreas aplainadas com espessa cobertura laterítica. Localmente, processos de carstificação podem ter sido responsáveis por tais feições. Na serra do Curral, entre Belvedere e Parque das Mangabeiras, a Formação Gandarela constitui dos dois terços inferiores da escarpa com dolomito aflorante em paredões que mergulham para sudeste Silva (2002).

A Formação Cercadinho constitui uma faixa de subserras com linhas de cristas de altitudes entre 1.100m e 1.240m. O relevo caracteriza-se por uma sucessão de cristas constituídas de quartzito intercaladas com patamares suavizados de filito. Observa-se uma correspondência geral entre a preservação dessas cristas da Formação Cercadinho e dos depósitos alúvio-colúviais acima referidos sobre a faixa de afloramento da Formação Gandarela. Em vários pontos da serra, especialmente a sudoeste de Belo Horizonte, a ruptura da crista da Formação Cercadinho, proporcionou a destruição desses depósitos e conseqüente formação de esplêndidos cones de dejeção, localmente de caráter torrencial, a exemplo de registros existentes a sul do ribeirão Arrudas.

Silva (2002) afirma, ainda, que os filitos da Formação Fecho do Funil são geralmente pouco resistentes ao intemperismo e transformam-se à superfície num saprólito de

menor resistência à erosão que as formações Cercadinho e Taboões. O relevo tende a ser rugoso e mais suave do que o resultante daquelas formações. Constitui, a sul do Barreiro, depressões entre as cristas de quartzitos das Formações Cercadinho e Taboões.

A Figura 73 mostra o resultado dos cortes realizados no Quadrilátero Ferrífero, apresentando sucessões de “anticlinais escavadas” e “sinclinais suspensas”, cujos limites são estabelecidos por linhas de cristas sustentadas pelas formações ferríferas e quartzitos, formando as respectivas “escarpas internas” e “escarpas externas”.



**FIGURA 73: BLOCO DIAGRAMA DAS ESTRUTURAS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO FONTE: (BARBOSA & RODRIGUES, 1967)**

Entretanto, os estudos sobre a morfogênese do QF remontam ao início do século passado, destacando-se o trabalho de Hader e Chamberlin (1915), em que os autores apontaram para o binômio *estrutura x erosão* diferencial como sendo o motor das engrenagens responsáveis pelo modelado que se impõe na região. Ou seja, as geoformas seriam o resultado da maior ou menor resistência dos materiais geológicos frente aos processos de intemperismo. Assim, identificaram três conjuntos distintos:

- i. **Terras Altas:** correspondendo às serras com topografia em torno de 1.200m de altitude, chegando a 2.000m na Serra do Caraça, sustentadas pelos quartzitos e itabiritos que lhes conformam as cristas salientes;
- ii. **Altitudes Medianas:** suportadas por xistos e filitos em posição intermediária em relação às serras e as terras baixas;
- iii. **Terras Baixas:** correspondem aos terrenos com altitude em torno de 700-900 m, fruto do maior desgaste intempérico-erosivo dos granito-gnaisses.

Esse posicionamento acerca do papel da litoestrutura como aspecto fundamental da configuração da paisagem sempre foi um tema pacífico entre os geomorfólogos, contudo, carente de dados mais objetivos na corroboração dessa teoria Varajão (1991) analisou as superfícies aplainadas suportadas pelos quartzitos e itabiritos, destacando seu domínio macro morfológico em relação às superfícies que tangenciam o topo das colinas esculpidas em xistos e filitos.

Apontou ainda a existência de superfícies somitais nos terrenos mais rebaixados do embasamento. Segundo este autor, a formação dessas superfícies erosivas deveu-se ao papel da litoestrutura, isentando ainda a correlação dessas formas com aquelas verificáveis nos domínios exteriores ao Quadrilátero Ferrífero.

Recentemente, coube a Salgado et. al. (2004), Varajão et. al. (2009), a definição de parâmetros objetivos na explicação da gênese litoestrutural do QF. Esses autores identificaram através de métodos hidrogeoquímicos o papel resiliente dos diferentes materiais geológicos ao longo dos processos denudacionais, apontando as taxas de rebaixamento do relevo<sup>4</sup>:

| <b>Morfologia</b>           | <b>Litologia</b>        | <b>Taxa de Denudação<br/>Geoquímica<br/>(m Ma<sup>-1</sup>)</b> |
|-----------------------------|-------------------------|---|
| <b>Serras e Cristas</b>     | Quartzitos e Itabiritos | 1,3-4,0   |
| <b>Zona Intermediária</b>   | Xistos e Filitos        | 4,0-8,0   |
| <b>Colinas Policonvexas</b> | Granito-gnaisse         | 5,5   |

Através desses dados, Salgado et. al. (2004) concluíram pelo papel decisivo dos processos químicos sobre materiais de diferentes coeficientes de resistência, aos quais devem se somar a ação da orogenia controlando as flutuações do nível de base representado pelo Rio das Velhas, para uma exata compreensão da morfogênese regional.

---

### 5.8.3 Geomorfologia local

---

Hamdan e Ziviani, (2008) afirmam que as macro-estruturas tectônicas, tais como sinclinais, anticlinais e domos cristalinos, têm papel crucial na compartimentação do Quadrilátero Ferrífero em macro-unidades de relevo, resultante da adequação dos

---

<sup>4</sup> O mesmo estudo apontou para os mármore e dolomitos com a maior taxa de denudação geoquímica com 25 m Ma<sup>-1</sup>.

sistemas de erosão ao modelo da morfogênese em estruturas dobradas, dos tipos “jurassiano” e “apalachiano”.

Essa demonstração da importância dos fatores estruturais veio sendo confirmada por Varajão (1991) que, ao pesquisar as coberturas lateríticas do Quadrilátero Ferrífero, incluindo sua repartição, cronologia e eventual afinidade com ciclos de aplainamento geomorfológico, comprovou a existência de patamares morfológicos escalonados a favor das frequentes variações litoestruturais.

Esta verificação, comprovada por estudo estatístico da concentração de topos em faixas de altitude, permitiu determinar as possibilidades de existência de remanescentes de superfícies aplanadas. A posterior análise das relações desses com as unidades espaciais litoestruturais foi a base para a compartimentação geomorfológica utilizada neste estudo.

As unidades geomorfológicas encontradas na região, que se aplicam à Bacia do Rio Itabirito, podem ser verificadas na Figura 77, de acordo com a descrição a seguir:

- **Depressões Alojadas em Eixos de Dobras:** Estes tipos de compartimentos geomorfológicos são o resultado de aproveitamentos diferenciais das estruturas tectônicas pela erosão, segundo o modelo clássico da dissecação em estruturas dobradas, gerando depressões alongadas em anticlinais escavados e sinclinais suspensos (Figura 74).



FIGURA 74: VALE DO RIBEIRÃO DO SILVA, LOCALIZADO EM DEPRESSÃO EM EIXO DE DOBRAS, COM OCORRÊNCIA DE PROCESSOS



## EROSIVOS.

- **Cristas Armadas por Formações Ferríferas e Quartzitos:** O desenho em planta do arranjo geo-estrutural do Quadrilátero Ferrífero, é feito de uma série de cristas rígidas e sinuosas que delineiam a forma de quadrilátero, sustentadas por formações ferríferas e/ou quartzitos. Essas cristas correspondem quase sempre a bordas de sinclinais (às vezes e/ou anticlinais), e onde se apresentam duas vertentes sempre muito íngremes, mas diferenciadas pelo caráter estrutural (Figura 75).



FIGURA 75. EM SEGUNDO PLANO, EM ORIENTAÇÃO NORTE-SUL, AS CRISTAS DA SERRA DA MOEDA. FONTE: MYR, 2013.

A vertente que ocupa o reverso das estruturas aparece, geralmente, menos inclinada e mais comprida, sendo o palco da extração do minério de ferro. A vertente formada pelo recorte erosivo das estruturas apresenta-se como um front escarpado, geralmente subvertical e dominando as depressões relativas analisadas como compartimentos geomorfológicos de depressões cristalinas.

- **Depressão Cristalina Central do Baçõ:** Este compartimento é muito importante geomorfológicamente no contexto do Quadrilátero Ferrífero, pois

ocupa o centro do mesmo, sendo bordejada pelas altas cristas internas da estrutura geológica. Este posicionamento revela uma origem conduzida por processos de escavação de uma área dômica, facilitados pela litologia composta, principalmente, por um núcleo granito-gnáissico e migmatítico cercado por pacotes a predominância xistosa (Figura 76).



**FIGURA 76: RELEVO DE MORROS ALONGADOS, LOCALIZADO NA PORÇÃO SUDESTE DA BACIA DO RIO ITABIRITO, COMPLEXO DO BAÇÃO. FONTE: MYR, 2013.**

Esta composição litológica, muito mais suscetível ao intemperismo que as formações ferríferas e quartzíticas que sustentam as escarpas lindeiras, facilitou a escavação dos alto e médio vales do Rio das Velhas e seus afluentes. As formas de relevo são predominantemente morros situados entre as cotas de 950 e 1300 m e, em geral, na direção NW-SE pelo referido controle estrutural.

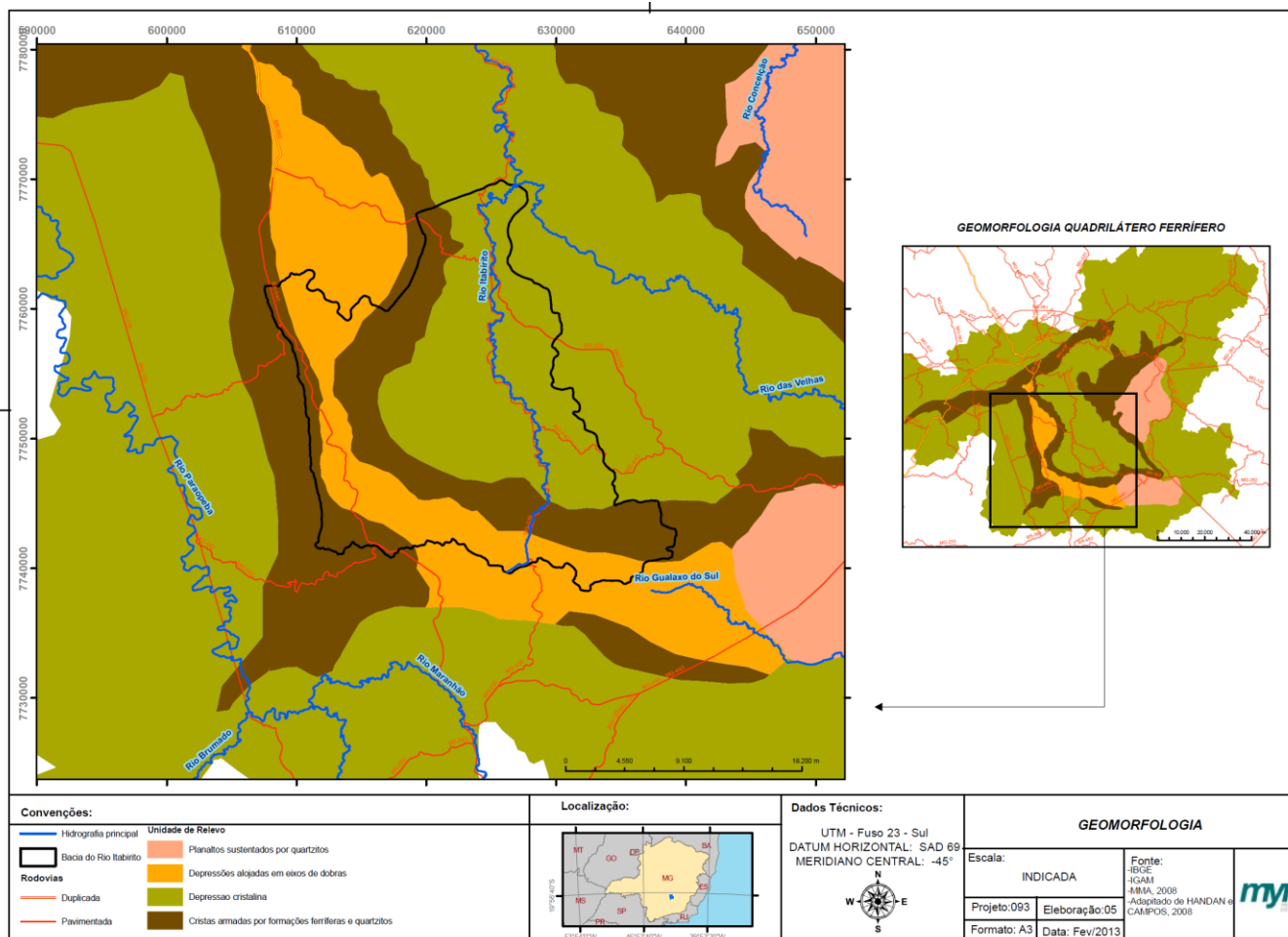


FIGURA 77. MAPA GEOMORFOLOGICO DA BACIA DO RIO ITABIRITO E ENTORNO. FONTE: MYR PROJETOS

---

#### 5.8.4 Morfodinâmica Atual

---

Os processos morfogenéticos são condicionados pela interação entre o clima, a geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação. Uma das consequências dessa dinâmica é o surgimento de processos erosivos. Nesse sentido, as voçorocas e ravinas que ocorrem ao longo da bacia em estudo, são fruto da relação entre fatores naturais e a ação antrópica sobre o ambiente e podem causar prejuízos ambientais, sociais e econômicos para a região.

Em vistoria de campo foram encontrados processos erosivos em diferentes estágios de evolução. Diversos são os agentes que geram condições facilitadoras para a ocorrência e evolução de tais processos relacionados ao uso e ocupação do solo associados a atividades antrópicas como a exploração mineral, o uso agrosilvopastoril, estradas e divisores de propriedades.

Conforme explanado em capítulo anterior, relativo a descrição da bacia do ribeirão Carioca, Netto e Sobreira (2006) categorizaram os processos erosivos da bacia do referido ribeirão, conforme seu estágio de evolução. Entretanto, pela sua semelhança com os demais processos verificados no restante da Bacia do Rio Itabirito, esta categorização pode ser utilizada para classificar tais formas erosivas, representando-as, como se segue:

- 1. Forma Erosiva Ativa:** apresenta suscetibilidade de movimentos de massa rápidos ou não, independente de sua profundidade, alongamento e ramificações; conectada ou não à rede fluvial. Estas são dinâmicas e susceptíveis de escorregamentos rotacionais ou translacionais, associados ao escoamento superficial concentrado e/ou sub-superficiais. Ocorrem ainda, os movimentos de “queda” associados a planos de fraqueza (desplacamento), não apresentando obrigatoriamente uma superfície de deslizamento (Figura 79).



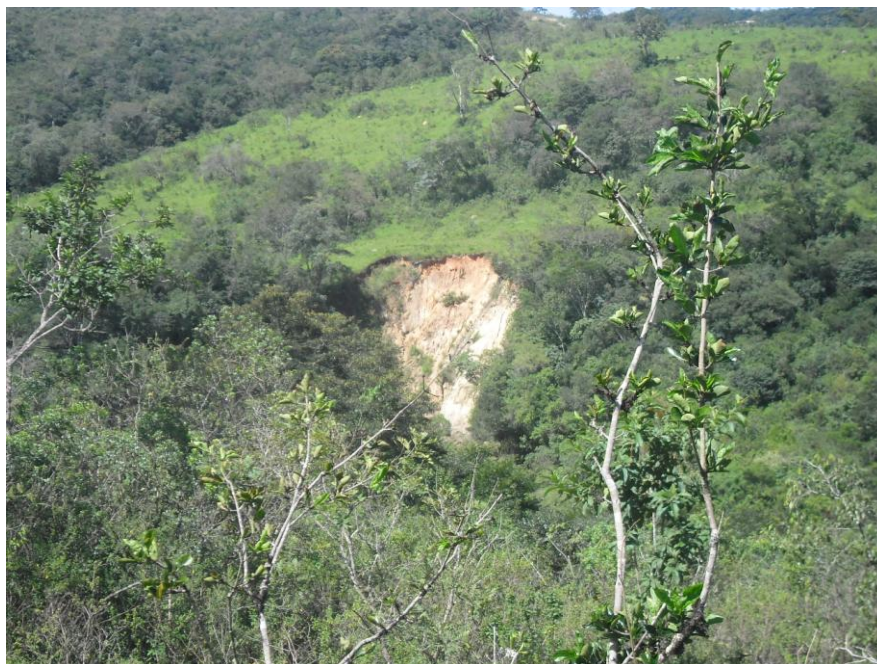


FIGURA 78. FORMA EROSIVA ATIVA, EM ÁREA DE PASTAGEM, ASSOCIADA A DECLIVIDADE ACENTUADA, NA SUBBACIA DO RIBEIRÃO DO MANGO, PRÓXIMO AO DISTRITO DE SANTO ANTÔNIO DO LEITE.

- 2. Forma Erosiva Estabilizada:** são recobertas por vegetação natural, independente de sua profundidade, alongamento e ramificações; conectada ou não à rede fluvial. O fato de que tais feições se encontrem estáveis e de não apresentarem sinais de atividade ou reativação dos processos, não elimina possíveis reativações gerando uma sinergia de mecanismos e o retorno do processo à atividade (Figura 79).





FIGURA 79. NO CENTRO DA IMAGEM, FORMA EROSIVA ESTABILIZADA. À ESQUERDA, FORMA EROSIVA ATIVA. À DIREITA, EM PROCESSO DE ESTABILIZAÇÃO. LOCAL: PORÇÃO NORTE DO SINCLINAL MOEDA. FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

- 1. Forma Erosiva em Processo de Estabilização:** apresentam uma cobertura vegetal pouco desenvolvida, mas guardam ainda, pequena atividade erosiva, associando trechos já estabilizados, a outros em processo de estabilização. Tais feições são susceptíveis a movimentos de massa, podendo a qualquer instante, dependendo da ação dos agentes erosivos, retornar à atividade (Figura 80).



FIGURA 80. EM SEGUNDO PLANO VOÇOROCA EM PROCESSO DE ESTABILIZAÇÃO ENCONTRADA NA PORÇÃO OESTE DA BACIA DO RIO ITABIRITO, SUBBACIA DO RIBEIRÃO DO SILVA FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

---

### 5.8.5 Hipsometria e Declividade

---

---

#### 5.8.5.1 Hipsometria

---

Hipsometria é uma técnica de reprodução cartograficamente níveis de elevação de um terreno através de intervalos representados por cores, que, por sua vez, se equivalem a elevação do terreno.

O conhecimento da hipsometria de uma região possibilita identificar importantes fatores do meio físico que nela ocorrem e, quando associado a outros elementos naturais, tais como vegetação, usos do solo, clima, entre outros, permite prever locais de maior vulnerabilidade ambiental ou melhores locais para ocupação antrópica, por exemplo.

Nesse sentido, visando uma melhor forma de representar a topografia do terreno, foram utilizadas as curvas de nível (30m) do IBGE e o módulo 3D Analyst do software ArcCis 9.3, para gerar um mapa hipsométrico da bacia e dois perfis topográficos, retratando visualmente a dinâmica morfométrica local (Figura 81).



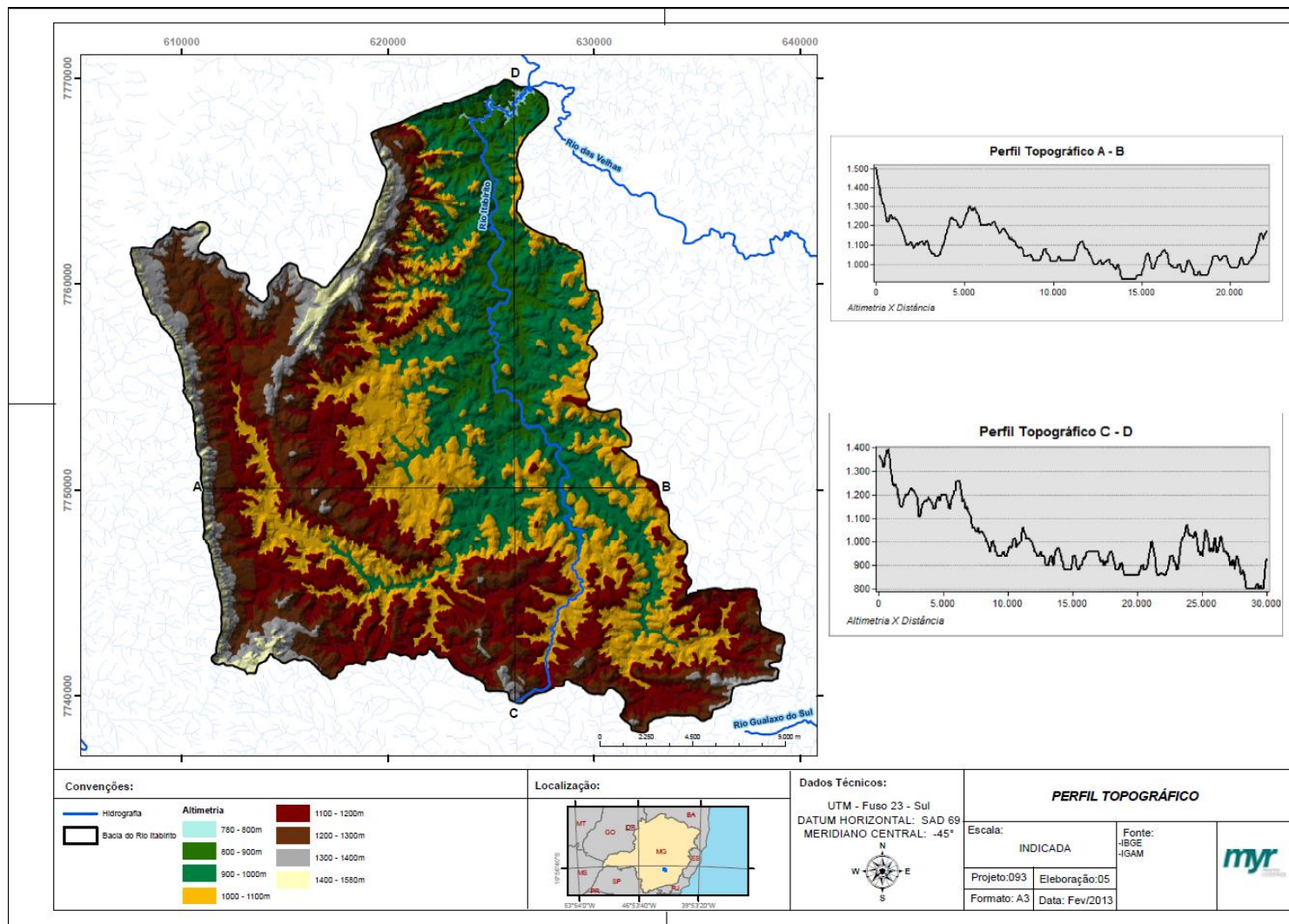


FIGURA 81. MAPA HIPSOMÉTRICO E PERFIS TOPOGRÁFICOS.

As maiores altitudes da Bacia do Rio Itabirito oscilam entre 1200m a 1580m, estando associadas a Serra da Moeda e a Serra das Serrinhas. No entanto, as altitudes predominantes variam entre 780m a 1100m, que correspondem a dissecção do fundo de vale onde corre o Rio Itabirito. Em análise ao mapa, a maior cota é de 1580m e a menor de 780m, ou seja, a amplitude altimétrica é de 800m.

No primeiro perfil (A – B) o ponto inicial parte da cumeada da Serra da Moeda, atingindo altitudes de até 1.500m. As altitudes diminuem ao passar pelo Platô Sinclinal Moeda onde atinge cerca de 1.000m, em seguida, ao passar pela Serra das Serrinhas atinge altitudes de até 1.300m. Deste ponto então, no Vale Anticlinal do Rio das Velhas, atinge as menores altitudes, cerca de 900m, correspondentes ao vale do rio Itabirito. O ponto final deste perfil atinge cerca de 1.200m, no limite da bacia, no divisor de águas entre a Bacia do Rio das Velhas.

No segundo perfil (C – D) o ponto inicial encontra-se nas proximidades da cabeceira do Rio Itabirito e suas altitudes atingem 1400m. Depois as altitudes variam entre 1000 a 1.300m até atingir o vale do rio Itabirito com altitudes entre 800 a 1000m, é nessas altitudes que está localizado o município de Itabirito. Logo depois o perfil atinge as altitudes de 1.100m no limite da bacia. As altitudes mais baixas encontram-se na foz do rio Itabirito, onde ele desemboca no Rio das Velhas, atingindo altitudes de 780m a 800m.

---

#### 5.8.5.2 Declividade

---

A declividade de um terreno representa o desnível relativo entre dois pontos distintos de sua superfície. No tocante à caracterização de uma bacia hidrográfica, a declividade é considerada como o atributo fundamental, pois, assim como a hipsometria, ao ser analisada concomitantemente com outros elementos do meio, auxilia na identificação de potenciais problemas e melhores condições de uso do solo na área em estudo.

Dessa forma, em função do uso ou do tipo de ocupação que se deseja analisar ou informação que se deseja obter, definem-se limites ou classes de declividade,



estabelecendo-se zonas ou parcelas de terreno, dentro dos limites de declividade. A Tabela 22 exhibe o grau de tolerância das diversas classes de declividade, em função de variados tipos de ocupação. As classes de declividade utilizadas no zoneamento geotécnico são mostradas na Tabela 23, com uma correlação sucinta relativa a algumas características do terreno. (CPRM, 1998).

TABELA 22. GRAU DE TOLERÂNCIA DA DECLIVIDADE DOS TERRENOS PARA ALGUMAS OCUPAÇÕES. FONTE: CPRM, 1998.

| Usos ou atividades        | Declividade % |      |       |       |         |
|---------------------------|---------------|------|-------|-------|---------|
|                           | 0-3           | 3-10 | 10-20 | 20-45 | >45     |
| Áreas de lazer            |               |      |       |       | Até 100 |
| Usos urbanos gerais       |               |      |       |       |         |
| Rodovias                  |               |      |       |       |         |
| Operações c/ maq. Pesadas |               |      |       |       | Até 54  |
| Autopistas                |               |      |       |       |         |
| Aeroportos                |               |      |       |       |         |
| Ferrovias                 |               |      |       |       |         |

TABELA 23. CLASSES DE DECLIVIDADE E SUA CORRELAÇÃO COM AS CARACTERÍSTICAS DOS TERRENOS, FONTE: CPRM, 1998.

| Classe | Declividade (%) | Classificação | Características do terreno   |
|--------|-----------------|---------------|--|
| a      | 0-3             | muito baixa   | Terrenos planos, com escoamento superficial lento. Não há problemas para uso de maquinário agrícola. Erosão hídrica desprezível  |
| b      | 3-10            | baixa         | Terrenos planos com escoamento superficial lento ou médio. Não há limitação para uso de maquinários agrícolas. Erosão hídrica desprezível.   |
| c      | 10-20           | moderada      | Áreas com relevo fortemente ondulado a montanhoso. Escoamento superficial rápido. Problemas para utilização de maquinários agrícolas. Erosão hídrica em função da susceptibilidade do solo |
| d      | 20-45           | alta          | Terrenos montanhosos susceptíveis a erosão. Escoamento superficial muito rápido e torrencial.  |

|   |     |            |   |
|---|-----|------------|---|
| e | >45 | muito alta | Terrenos escarpados, sujeitos a leis específicas. |
|---|-----|------------|---|

Para melhor entendimento e descrição sobre as declividades da Bacia do Rio Itabirito, foi produzido uma mapa contendo tais informações (Figura 82) gerado através do módulo Spatial Analyst, do software ArcGis 9.3 e tendo como base o mapa hipsométrico previamente gerado.

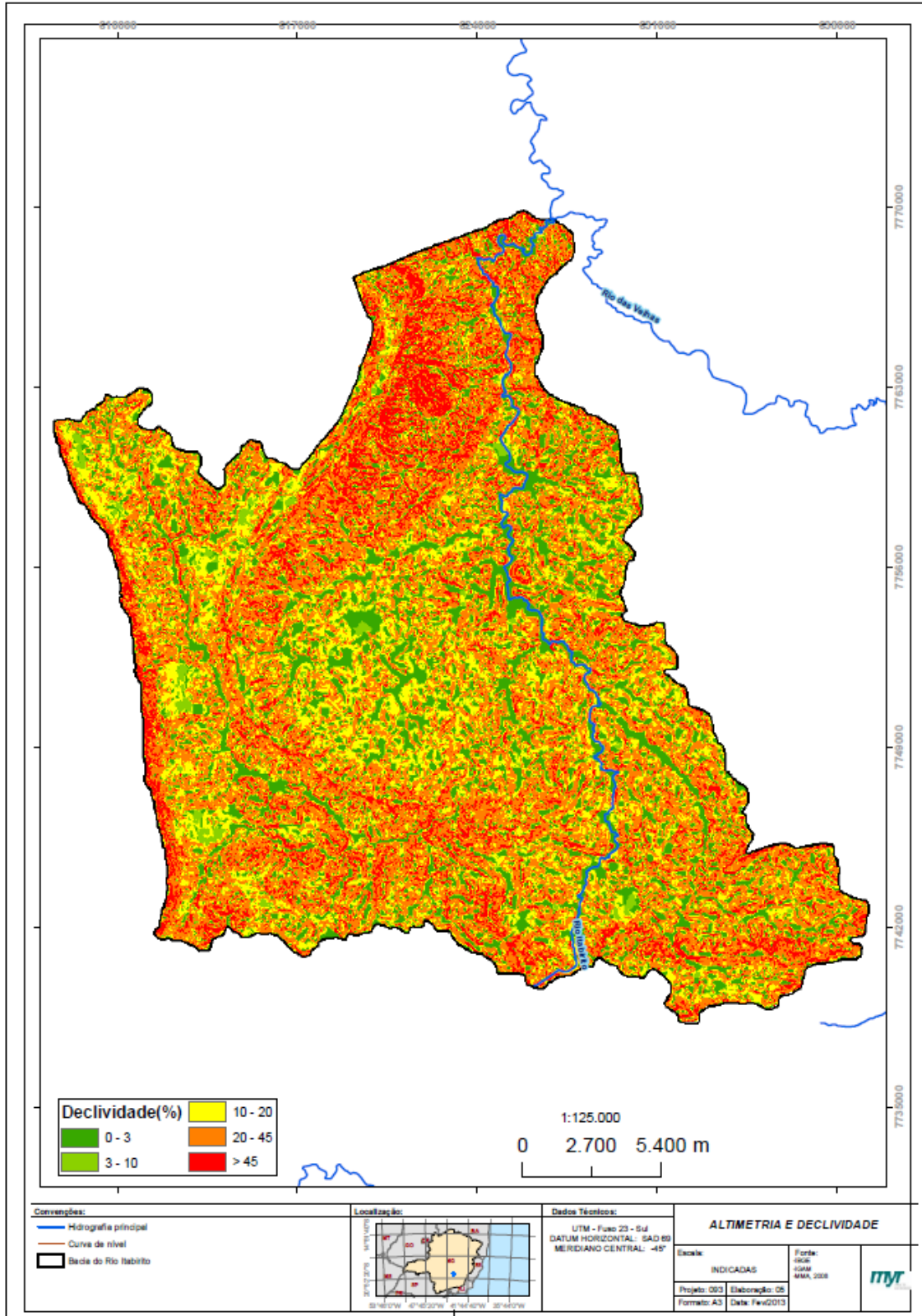


FIGURA 82. MAPA DE DECLIVIDADES DA BACIA DO RIO ITABIRITO

Na Bacia do Rio Itabirito as declividades altas (20% a 45%) a muito altas (>45%) representam cerca de 56% de sua área e estão quase sempre associadas às serras que compõem o sinclinal e o anticlinal, em terrenos escarpados e vertentes íngremes. Entretanto, é notável a ocorrência em maior intensidade na porção norte da bacia, a oeste da cidade de Itabirito.

Na área rural da bacia, as declividades altas, associadas à retirada de cobertura vegetal nativa e tipos de solos pouco resistentes ao intemperismo, podem causar processos erosivos intensos. Já no meio urbano, essas declividades altas ocorrem em diversos locais dentro da cidade de Itabirito e, juntamente com a impermeabilização do solo, proporcionam um escoamento superficial muito rápido que, recorrentemente, causam enchentes e inundações na cidade, trazendo inúmeros prejuízos a seus habitantes.

As áreas com declividade moderada (10% a 20%), ocorrem em cerca de 16% da bacia e localizam-se principalmente em locais de maior intervenção antrópica, quais sejam, mineração e urbanização (condomínios e loteamentos) na porção Oeste da bacia e na Depressão Cristalina Central do Baçõ, caracterizada por propriedades rurais, que praticam atividades agrosilvopastoris. Nesses locais, a erosão hídrica pode ser favorecida em função de uma maior susceptibilidade do solo, substituição de vegetação nativa por pastagem e abertura de trilhas e estradas sem manejo adequado.

As declividades muito baixas (0-3%) a baixas (3-10%) ocorrem em, aproximadamente, 28% da bacia, principalmente nas planícies aluviais e acompanham os córregos por quase toda sua extensão. Apesar de a erosão hídrica ser desprezível, a ocupação ou utilização desses locais deve ser evitada, pois as vertentes dos córregos e rios da bacia são geralmente muito íngremes e, devido ao rápido escoamento superficial, suas margens podem estar susceptíveis ao transbordamento desses cursos de água.

---

### 5.8.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS MEIO FÍSICO

---

A Bacia do Rio Itabirito sinaliza grande predisposição a processos erosivos, que finalizam na maioria das vezes em movimentação de massas. Esses processos estão concentrados em vertentes íngremes, verificadas em praticamente todos os setores da bacia, especialmente nas porções nordeste e sudeste. Em campo, verificou-se que as causas da maioria dos processos erosivos estão relacionadas com atividades minerárias desativadas e sem descomissionamento; implantações de vias sem pavimentação que não apresentam dispositivos de controle dos fluxos de águas superficiais e outras intervenções relacionadas com uso agropecuário, principalmente a substituição de vegetação nativa por pastagens, em vertentes com declividade acentuada.

A área de estudo apresentou 64 grupos de litotipos distintos cujo risco de deslizamento esta condicionado à rocha específica. O predomínio na Bacia do Rio Itabirito é de rochas graníticas e granodioríticas, migmatito e gnaisses que apresentam baixa suscetibilidade a movimentos de massa e alta a moderada suscetibilidade a erosão. Entretanto, solos mais susceptíveis ao intemperismo e algumas rupturas de taludes isoladas com avanço e alargamento de feições erosivas observadas na porção central da bacia (Complexo Bação), ilustram sua alta suscetibilidade à perda de solos.

A característica fundamental da região é a mineração em suas diversas modalidades, em proximidade a uma grande região metropolitana, características conjuntas que possuem um elevado potencial de uso e ocupação do solo, especialmente na porção oeste da bacia.

Conforme descrito neste diagnóstico do meio físico, a Bacia do Rio Itabirito apresenta uma geodiversidade de ambientes com aptidões e fragilidades específicas. Neste sentido, com o propósito de apresentar uma visão sintética e objetiva da bacia, foram utilizados dados do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais que integram complexos diagnósticos realizados na região, no que tange aos aspectos do meio físico que precisam ser considerados (Tabela 24).



Assim, a caracterização geral dos aspectos físicos realizada na bacia indicou sobreposições de fragilidades ambientais que precisam ser exploradas considerando o longo processo histórico de ocupação do território, a exemplo das atividades industriais de extração, processamento mineral, atividades agrosilvopastoris, ocupações habitacionais e demais fatores de transformação do meio. Neste sentido, a análise de fragilidade ambiental da bacia deve apresentar uma avaliação hierárquica das variáveis do meio físico, caracterizadas nesse diagnóstico para futura projeção dos cenários críticos da Bacia do Rio Itabirito.

TABELA 24 - INDICADORES AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITABIRITO. FONTE: ZEE-MG.

| Aspecto                             | Classificação  | Características  |
|-------------------------------------|----------------|--|
| <b>Zona Ecológica<br/>Econômica</b> | 1<br>(Serra)   | São áreas de elevado potencial social que pressupõem condições de gerenciar empreendimentos de maior porte e causadores de maiores impactos sócio-ambientais. São caracterizados por possuírem capacidades nos níveis estratégicos, tático e operacional e de serem facilmente estimuladas para alavancar o desenvolvimento sustentável local. Nessa zona, os locais são menos vulneráveis ambientalmente, os empreendedores têm melhor condição para implantar ações preventivas e mitigadoras dos impactos.              |
|                                     | 2<br>(Colinas) | São áreas de elevado potencial social que pressupõem condições de gerenciar empreendimentos de maior porte causador e causadores de maiores impactos sócio-ambientais. São caracterizadas por possuírem capacidades nos níveis estratégico, tático e operacional e de serem facilmente estimuladas para alavancar desenvolvimentos sustentável local. Nessa zona, os locais são mais vulneráveis ambientalmente, e os empreendedores devem procurar estabelecer maior gama de ações preventivas e mitigadoras de impactos. |
| <b>Vulnerabilidade<br/>Natural</b>  | Baixa          | Nessa classe de vulnerabilidade, as áreas apresentam sérias restrições quanto à utilização dos recursos naturais, pelo fato de que os mesmos encontram-se altamente vulneráveis às ações antrópicas. Uma combinação de fatores condicionantes determina esse nível de vulnerabilidade natural demandando avaliações cuidadosas para intervenção no território da bacia. As estratégias de desenvolvimento dessas áreas devem apontar para ações que não causem impactos  |
|                                     | Média          |  |
|                                     | Alta           |  |
|                                     | Muito Alta     |  |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | ambientais.   |
| <b>Zonas Temáticas</b>                       | Zona de Uso Potencial para a Mineração | Como detalhado no diagnóstico, as áreas com autorização de pesquisa mineraria foram incluídas com destaque no Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais. Os perímetros registrados junto ao DNPM foram considerados áreas de potencial exploração mineral. Como tal, foram chamados de “Zona de Uso Especial para Mineração”. Essas zonas de uso especial mantêm sua classificação quanto à Vulnerabilidade Natural, mas ao mesmo tempo são marcadas como áreas eventualmente passíveis de serem exploradas para mineração. Dessa forma, a aptidão natural dessas áreas é mantida, ao mesmo tempo em que sua possível vocação mineraria é devidamente assinalada e registrada. |
| <b>Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos</b> | Média                                  | Essa classe de vulnerabilidade baseia-se na interpretação da disponibilidade natural de água e da potencialidade de contaminação dos aquíferos, assumindo-se que a existência de uma oferta natural mais elevada caracteriza uma menor vulnerabilidade e o oposto uma maior. No tocante à potencialidade de contaminação, quanto maior, maior a vulnerabilidade.  |
|  | Alta                                   |   |
| <b>Qualidade da Água (Contexto da RMBH)</b>  | Muito Baixa                            | Por se tratar de um contexto regional de concentração populacional, a quantidade de material orgânico nas águas é bastante considerável, influenciando diretamente em sua qualidade.  |

|   |                              |  |
|---|------------------------------|--|
| <b>Comprometimento das Águas Subterrâneas</b> | Baixo a Muito Baixo          | Sistema Aquífero Granular (Canga); Sistema Aquífero Carbonático (Dolomitos); Sistema Aquífero Quartzito Cercadinho (Quartzitos); Sistema Aquífero Itabirítico (Itabiritos); Sistema Aquífero Xistoso (Metapelitos e Xistos); Sistema Aquífero Formação Ferrífera(Metapelitos); Sistema Aquífero Granito-Gnáissico (Granitos Gnaisses). |
| <b>Qualidade Ambiental</b>                    | Baixa                        | Reflete o uso e ocupação histórica da região de inserção com a supressão da cobertura vegetal, instalação de processos erosivos e avanço da mineração.   |
|   | Média                        |  |
|   | Muito Baixa                  |  |
| <b>Risco Ambiental</b>                        | Baixo                        | O Risco Ambiental é definido como a presença de uma atividade ou empreendimento humano que possua impacto potencial de dano significativo (no caso específico a presença de atividades minerárias e de indústrias) num local de considerável vulnerabilidade natural.  |
|   | Média                        |  |
|   | Alto<br>(39% da bacia)       |  |
|   | Muito Alto<br>(60% da bacia) |  |

## 6 - MEIO BIÓTICO

### 6.1 INTRODUÇÃO

O entendimento do status conservacionista de uma determinada região é de suma importância para o planejamento e o desenvolvimento de ações que visam o estabelecimento, de forma parcimoniosa, entre as atividades humanas e a preservação ambiental. Um dos maiores entraves para o direcionamento de ações que busquem uma revitalização ou conservação de áreas importantes para o meio ambiente é a enorme carência de informações que direcionem um raciocínio de onde estão às prioridades de conservação e quais seriam as ações necessárias para a preservação destas áreas.

As formações vegetais naturais da Bacia do Rio das Velhas, de forma geral, vão desde os campos rupestres e de altitude no extremo sul, leste e serra do Cabral, com fragmentos de matas de transição entre a mata Atlântica e o Cerrado, em áreas ínvias ou em fundos de vales onde sobrevive a mata ciliar; nas áreas dominadas pelos metapelitos e arenitos a vegetação natural predominante é de Cerrado, às vezes com mata ciliar, como acima. Os substitutos mais comuns da flora original são as pastagens e os eucaliptais.

As tipologias vegetacionais predominantes na região da Bacia do Rio Itabirito são a Floresta Estacional Semidecidual, o Cerrado e suas diversas fitofisionomias, além das áreas de transição entre estas. Devido à influência da geologia e altitude, também são encontrados outros importantes tipos de cobertura vegetal, como campos cerrados nas áreas de média vertente e campos rupestres sobre os afloramentos rochosos, sendo também encontrados campos ferruginosos. Como silvicultura, destacam-se as plantações de eucalipto, visíveis em alguns pontos da bacia, mas que ocupam uma extensão muito pequena desta.

A fauna registrada para a Bacia do Rio das Velhas se mostra, apesar da grande riqueza, bastante fragmentada e restrita aos bolsões de vegetação ainda existentes



em reservas legais e em Unidades de Conservação, como por exemplo, o PARNA Serra do Cipó e Serra do Cabral. Estas unidades de conservação abrigam exemplares ameaçados da mastofauna, como felinos, destacando-se a onça parda (*Pumaconcolor*), tamanduá-mirim (*Tamanduatetradactyla*) lobo guará (*Chrysocyonbrachyurus*), guigó (*Callicebuspersonatus*) raposa (*Lycalopexvetulus*), a cuíca (*Marmosopsincanus*).

Para a Avifauna são encontradas, além de uma grande diversidade de espécies, um grande número de espécies ameaçadas como o cara-dourada (*Phyllocartesroquette*) que apresenta registros escassos, o joão-cipó (*Asthenesluizae*), colhereiro (*Ajaiaajaja*), além de uma grande quantidade de gaviões e falcões ameaçados.

As informações relativas às espécies de anfíbios e répteis da região do Rio das Velhas se apresentam de modo insuficiente tendo em vista a diversidade de ambientes que esta região oferece. Alguns complexos como a Serra do Espinhaço e o Quadrilátero Ferrífero, além de apresentarem faunas endêmicas a seus ambientes, apresentam também espécies restritas a determinadas formações dentro de seus domínios. Espécies como *Placosomacipoense*, *Phyllomedusaayeaye* e *Heterodactyluslundii*, *Philodryaslaticeps*, *P.agassizii*, *Liophismaryellenae* e *Hydromedusamaximiliani* são restritas a algumas características de determinados habitats, como corredeiras, formações de canga ou campos rupestres. Alguns trabalhos como os de Pedralli e Guimarães-Neto (2001), Silveira *et al.* (2004) e São Pedro e Pires (2009), revelam a ocorrência e distribuição de algumas espécies de anfíbios e répteis em algumas formações dentro da Bacia do Rio das Velhas, em especial na região de Ouro Preto, Itabirito e Mariana.

Devido à diversidade de espécies e os fatores de pressão antrópicos sobre essas comunidades, o levantamento dessas informações demanda um esforço contínuo nas mais diversas áreas do conhecimento. Para tal é necessário que o grupo foque seus esforços em alguns pontos básicos, como as estratégias de desenvolvimento e planejamento a serem abordadas devido à importância da diversidade regional;

os padrões de distribuição que espécies obedecem; a identificação de bolsões de diversidade dentro da área; e a pressão que estas espécies sofrem (negativa e positivamente) com base nas características da região.

Tendo em vista estas premissas, este estudo se pautará na formação de uma equipe de conhecimento holístico e que tenha conhecimento da área de estudo, além de buscar, tanto em instituição de ensino, órgãos públicos, Planos Diretores e afins, quanto em revisores de literatura, as informações que subsidiarão o norteamento e a construção de um cenário do status de conservação local e regional para a Bacia do Rio Itabirito.

## 6.2 METODOLOGIA

Para levantamento de dados secundários acerca da disciplina Meio Biótico, serão consultados bancos de dados disponíveis para a região da Bacia do Rio Itabirito e revisores bibliográficos, tais como Scielo, Google Scholar e Periódicos Capes. Adicionalmente, serão consultadas as bases do Governo do Estado, especialmente o Zoneamento Ecológico Econômico - MG e o Atlas para Conservação da Biodiversidade em Minas Gerais (DRUMMOND, 2005; FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2007), com finalidade de se obter dados atualizados sobre as unidades de conservação da Bacia do Rio Itabirito e dados acerca da biodiversidade da bacia. Ainda, a estes dados, serão cruzadas informações geográficas a fim de serem espacializadas as informações coletadas, que sejam de valor relevante ao estudo. Para este fim, serão utilizadas as bases cartográficas disponibilizadas pelo IGAM e outras do IBGE, IEF e Ministério do Meio Ambiente (i3Geo).

O estudo sobre os usos do solo e cobertura vegetal da Bacia do Rio Itabirito tem sua importância por permitir identificar e analisar as tipologias e distribuição da vegetação, além de outros usos na área - incluindo antrópicos - permitindo conhecer as características e as condições da bacia, fornecendo subsídios para análise dos fatores de pressão sobre a área.

As disciplinas aqui abordadas foram escolhidas por serem passíveis de sofrerem pressão dos fatores atuantes sobre a área, permitindo uma visualização mais abrangente dos impactos sofridos pela bacia. Por exemplo, os campos rupestres existentes na bacia, áreas de incontestável biodiversidade, conflitam com as áreas de mineração, pois ambos são presentes com maior frequência na mesma região, o Complexo Moeda. Ainda, a diversidade e abundância da avifauna podem ser resultantes da qualidade do ar, assim como a ictiofauna pode refletir a qualidade das águas e a mastofauna a presença, qualidade e fragmentação do habitat, especialmente das áreas florestais. Tais interações justificam os temas aqui abordados.

A produção cartográfica utilizada neste estudo será a base produzida pela Myr Projetos Sustentáveis, com contribuições do projeto Manuelzão, em 2009, para a Bacia do Rio Itabirito. Este produto foi concebido através de técnicas de sensoriamento remoto, digitalização de feições cartográficas sobre imagem de satélite e idas a campo para confirmação de resultados.

Esta base foi analisada e, além de estar topologicamente correta, possui as tipologias vegetais e usos do solo interessantes a este trabalho, pois permite identificar a substituição da cobertura do solo original através dos anos. Além disso, de posse de imagens do satélite GeoEye do ano de 2011, cedidas pelo projeto Manuelzão exclusivamente para este trabalho e mais as duas incursões a campo, que foram realizadas no mês de fevereiro, foi realizada uma atualização dos dados de uso do solo e cobertura vegetal, o qual será analisado mais adiante.

Ressalta-se que este produto será também a base para o mapeamento das fragilidades ambientais da bacia, pois, de posse de dados georreferenciados como tipos de solo, geologia, geomorfologia, altimetria, indústrias, estradas, centros urbanos, loteamentos, entre outros, será efetuado um cruzamento desses dados, através da álgebra de mapas, em ambiente SIG (Sistemas de Informações

Geográficas), gerando um produto que irá demonstrar uma escala de fragilidades da bacia em estudo.

Com a finalidade de obter uma análise atualizada e apurada sobre a vegetação na Bacia do Rio Itabirito, optou-se neste estudo, em aplicar a técnica de sensoriamento remoto denominada NDVI (Índice de Vegetação Diferença Normalizada) para destacar a biomassa e a cobertura vegetal existente na bacia.

O NDVI é um dos mais representativos índices de vegetação espectrais e de acordo com Moreira (2005), ele serve para ressaltar o comportamento espectral da vegetação em relação ao solo e a outros alvos da superfície terrestre. Em uma escala que varia entre -1 a + 1 este índice é capaz de reduzir os efeitos topográficos em uma escala linear onde quanto mais próximo de 1, maior a densidade da cobertura vegetal e o zero representa o valor onde predomina as superfícies com ausência de vegetação.

Para gerar o NDVI, foram utilizadas as bandas 3 e 4 da imagem Landsat do ano de 2011 (

Tabela 25), adquiridas junto ao INPE, com o comprimento de onda variando de 0,63  $\mu\text{m}$  a 0,70  $\mu\text{m}$ , correspondentes a região do visível-vermelho e ao infravermelho próximo, respectivamente. A utilização dessas bandas se dá pela vegetação se caracterizar pela grande absorção do espectro devido à clorofila na região do vermelho (0,63 - 0,70  $\mu\text{m}$ ) e pela intensa energia refletida na região do infravermelho próximo (0,76 - 0,90  $\mu\text{m}$ ), causada pela estrutura celular das folhas (LOURENÇO,2004).

TABELA 25 - DADOS DA IMAGEM LANDSAT UTILIZADA NA TÉCNICA NDVI.

| Satélite             | L5                 |
|----------------------|--------------------|
| Sensor               | TM                 |
| Órbita               | 218                |
| Ponto                | 74                 |
| Data de Passagem     | 21/09/2011         |
| SceneId              | L5TM21807420110921 |
| Revolução            | 46572              |
| Latitude Norte       | -1.931.920         |
| Longitude Oeste      | -4.500.880         |
| Latitude Sul         | -2.113.930         |
| Longitude Leste      | -4.354.690         |
| Tempo Central(GMT)   | 12:45:47           |
| Orientação da Imagem | 819.998            |
| Ângulo Nadir         | 0                  |
| Azimuth Sol          | 584.868            |
| Elevação do Sol      | 532.724            |

O NDVI é definido pela seguinte fórmula:

$$\text{NDVI} = (\text{IVP} - \text{R}) / (\text{IVP} + \text{R})$$

Onde:

IVP = Infravermelho próximo (0,76 – 0,90  $\mu\text{m}$ );

R = Vermelho (0,63 – 0,70  $\mu\text{m}$ ).



## 6.3 DIAGNÓSTICO DE VEGETAÇÃO

### 6.3.1 Introdução

As diferentes formas de relevo em Minas Gerais, somadas às especificidades de solo e clima, propiciaram paisagens muito variadas, recobertas por vegetações características, adaptadas a cada um dos inúmeros ambientes particulares inseridos no domínio de três biomas brasileiros: o Cerrado, a Mata Atlântica e a Caatinga (DRUMMOND, 2007). Segundo Martins (2000), é possível, assim, entender a ocorrência de vegetações distintas em ambientes semelhantes do ponto de vista topográfico e climático, mas com características locais particulares.

Enquanto o domínio do Cerrado ocupa cerca de 57% da extensão territorial do Estado, especialmente a porção centro-ocidental, o domínio da Mata Atlântica, este já localizado na porção oriental, perfaz mais de 41% da área do Estado. O domínio da Caatinga, restrito ao extremo norte do Estado, ocupa menos de 2% do território mineiro. De modo geral, a paisagem transita para o cerrado ao sul e a oeste, para a região dos campos rupestres ao centro e para a floresta atlântica a leste, exibindo fases de transição de difícil caracterização, ou como manchas inclusas em outras formas de vegetação (DRUMMOND, 2005). As comunidades hidromórficas, como as veredas e os campos de várzeas, aparecem incluídas nos biomas.

A Bacia do rio Itabirito, apesar de estar totalmente inserida no domínio da mata atlântica (IBGE, 2004), situa-se em região de ecótono entre os biomas do cerrado e da mata atlântica, segundo veloso *et al.* (1991), onde se encontra o Quadrilátero Ferrífero (Figura 83).

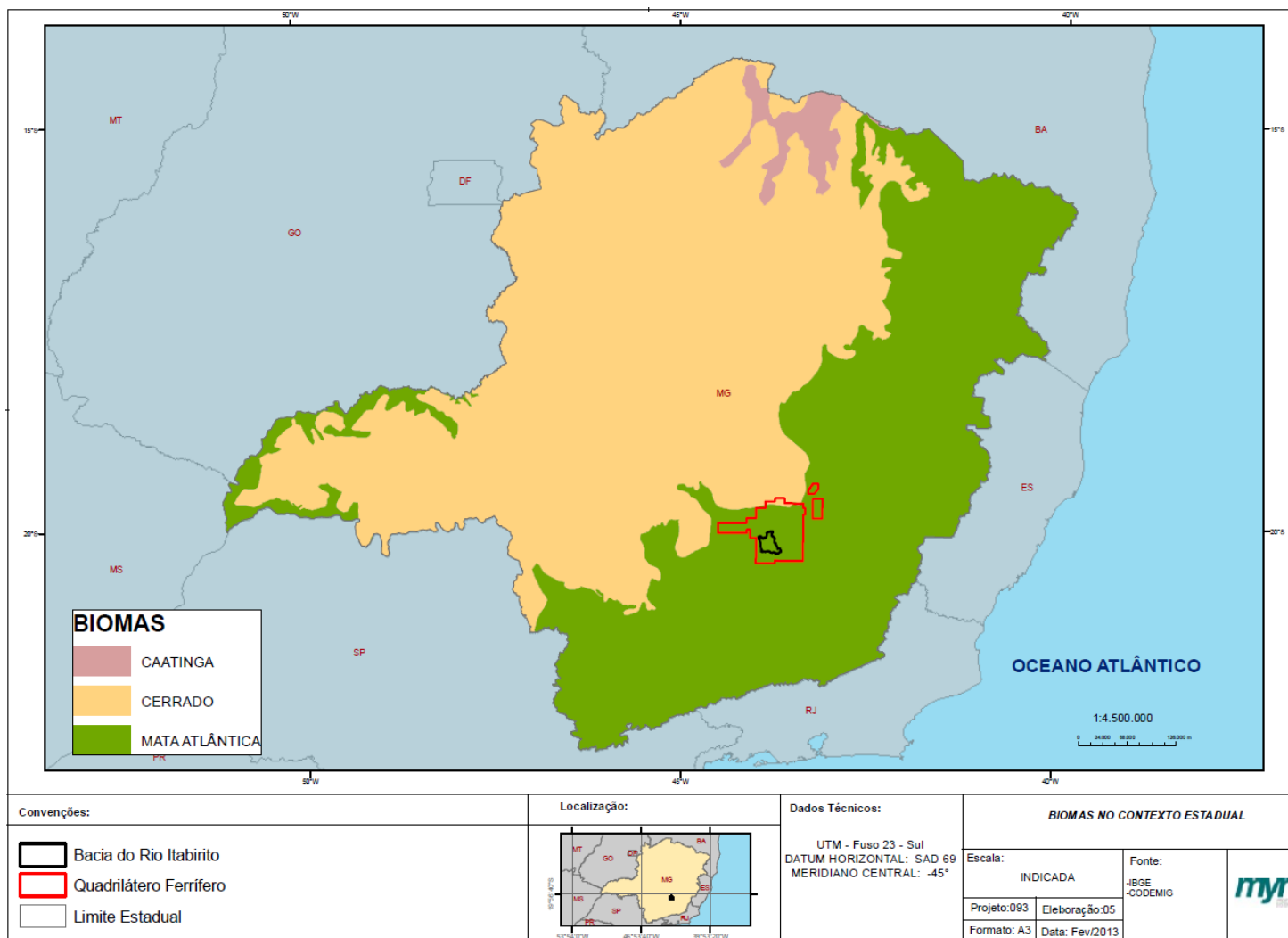


FIGURA 83. MAPA DOS BIOMAS EM MINAS GERAIS. FONTE: MYR PROJETOS, 2013

Esta região, situada na área central de Minas Gerais, é rica em minério de ferro, com grande concentração de empresas mineradoras. Nesta transição entre os dois biomas ocorrem florestas estacionais semidecíduas, florestas ripárias, diferentes fitofisionomias do cerrado (campo cerrado, campo sujo e campo limpo) e os campos rupestres que ocorrem nas maiores altitudes, onde ocorrem afloramentos rochosos conhecidos como canga ferruginosa.

Nos tópicos a seguir, serão caracterizadas, com base em estudos anteriormente realizados para a bacia, os tipos vegetacionais encontrados na região, bem como seu grau de conservação, integridade e prioridade de conservação.

---

### 6.3.2 A vegetação na Bacia do Rio Itabirito

---

---

#### 6.3.2.1 Fisionomias ocorrentes

---

O mapeamento da cobertura vegetal do estado, iniciado no ano de 2003 pelo Governo do Estado em parceria com a Universidade Federal de Lavras, divulgou em 2009 os dados mais atualizados para o Estado.

Segundo o mapeamento de 2009 (Figura 84), 21.921 ha, ou 41,97%, correspondem à fisionomias naturais. Deste total, 14.061 ha correspondem à floresta estacional semidecidual (26,92% da área total da bacia), 5.560 ha, ou 10,65% da bacia, correspondem à formações campestres típicas de Cerrado e 2.300 ha (4,4%) à campos rupestres, estas duas últimas praticamente restritas à porção oeste da bacia, no Complexo Moeda.

Para o restante da bacia, 830 ha (1,59%) correspondem à áreas urbanizadas, onde se destaca a sede municipal de Itabirito, 101 ha (0,19%) à monocultura de Eucalipto e 29.306 ha, ou 56,12% da área total da bacia, à tipologia classificada como “Outros”. Diante deste grande número para esta fisionomia, tais áreas foram sobrepostas à imagem de satélite a fim de serem verificadas quanto à fisionomia

ocorrente. Observou-se que grande parte desta área corresponde à fisionomias antropizadas, como pastagens, atividades minerárias e áreas em estágios iniciais de regeneração.

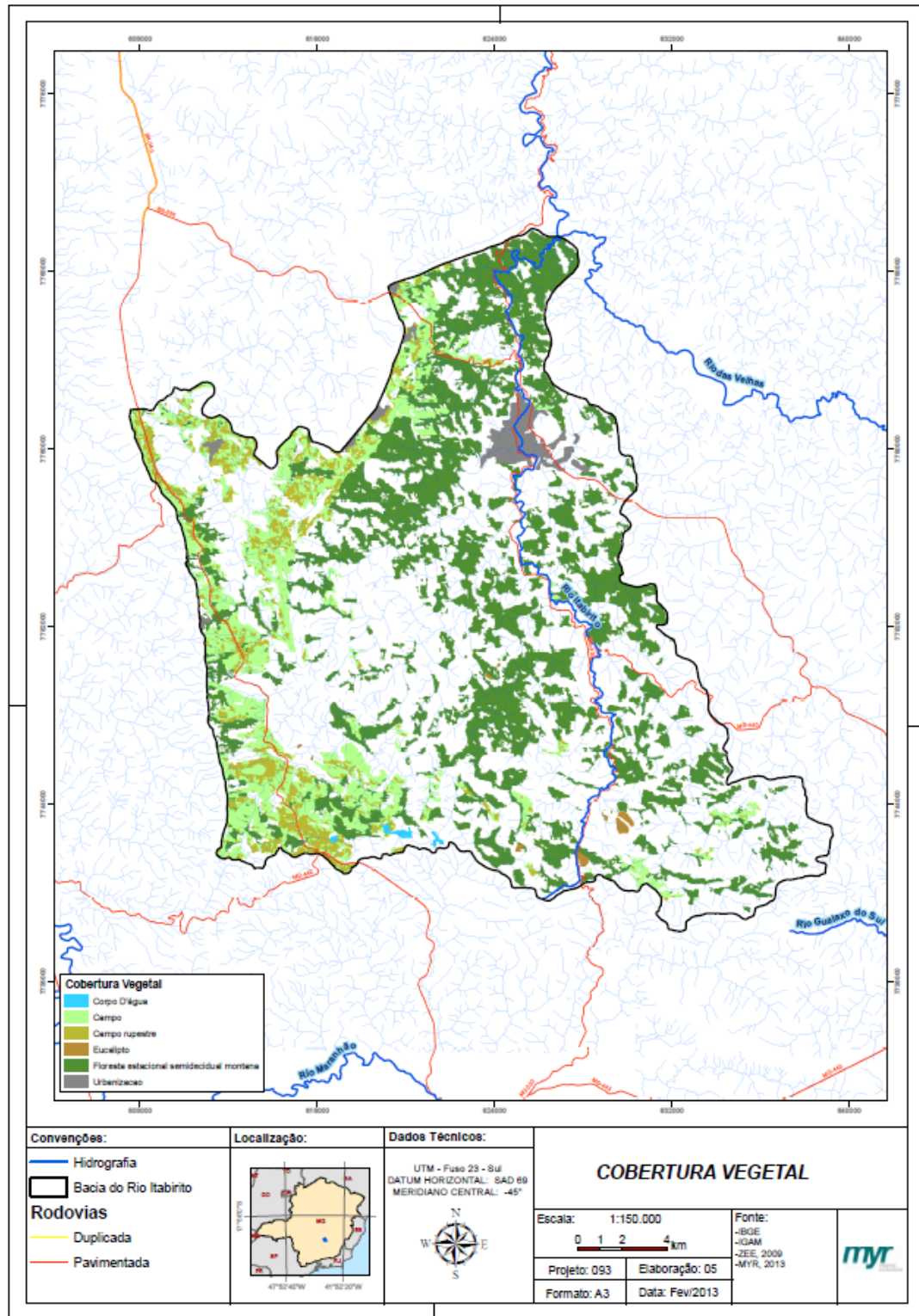


FIGURA 84. MAPEAMENTO DA COBERTURA VEGETAL NA BACIA DO RIO ITABIRITO. ADAPTADO DE IEF, 2009.FONTE: MYR PROJETOS, 2013.



De maneira a acrescentar informações e até mesmo atualizar os dados obtidos do mapeamento da cobertura vegetal do Estado para a Bacia do Rio Itabirito, procedeu-se com os estudos de uso do solo e cobertura vegetal da bacia, através da utilização de imagem de satélite Cbers datada de 2011, disponibilizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e utilização da metodologia de NDVI.

Foram mapeados fragmentos florestais ao longo de toda a bacia, com concentração maior em toda a porção leste, especialmente na região próxima à foz do Rio Itabirito. Ainda, são observadas na porção centro-leste da bacia grandes áreas utilizadas para a agropecuária, intercaladas com as formações florestais existentes nesta área (Figura 85). Já na porção oeste predominam as formações campestres, com destaque para os campos rupestres existentes no Complexo Moeda. Fragmentando esta paisagem campestre natural, estão presentes loteamentos do solo (uso antrópico) e atividades minerárias.

Segundo o mapa de uso do solo e cobertura vegetal (Figura 86), 68,81% da área apresenta fisionomias naturais, mesmo que com diferentes graus de intervenção humana, divididas em formações campestres (34,56%) e florestais (34,25%). Apenas 5,82% da bacia é urbanizada, correspondente à sede do município de Itabirito, alguns de seus distritos e aos loteamentos especialmente próximos à BR-040. As atividades minerárias correspondem a 5,44% da bacia, ao passo que 19,72% é utilizada pelas atividades agropecuárias. Apenas 0,06% da área bacia é utilizada para reflorestamentos de eucalipto. O restante da bacia, 0,15%, corresponde às massas de água.



FIGURA 85. PAISAGEM FREQUENTE NA PORÇÃO CENTRO-LESTE DA BACIA, ONDE PASTAGENS INTERCALAM COM FLORESTAS EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCCESIONAIS. FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

Através destes números, observa-se o crescimento considerável da urbanização, representado especialmente pela implantação de parcelamentos do solo na bacia. A diferença encontrada entre os mapeamentos para as áreas florestais (26,92% no mapeamento da cobertura vegetal de 2009 (Figura 84) *versus* 34,25% para o mapeamento do uso do solo realizado para este estudo, com imagens de 2011) (Figura 86) não necessariamente se deve ao crescimento da área florestal. Muitas áreas definidas como “Outros” no mapeamento da cobertura vegetal do Estado, de 2009, apresentam cobertura vegetal florestal, áreas estas mapeadas no uso do solo. O mesmo vale para as formações campestres, que representavam 15,05% da bacia no mapeamento do Estado e representam 34,56% no uso do solo e cobertura vegetal deste estudo.



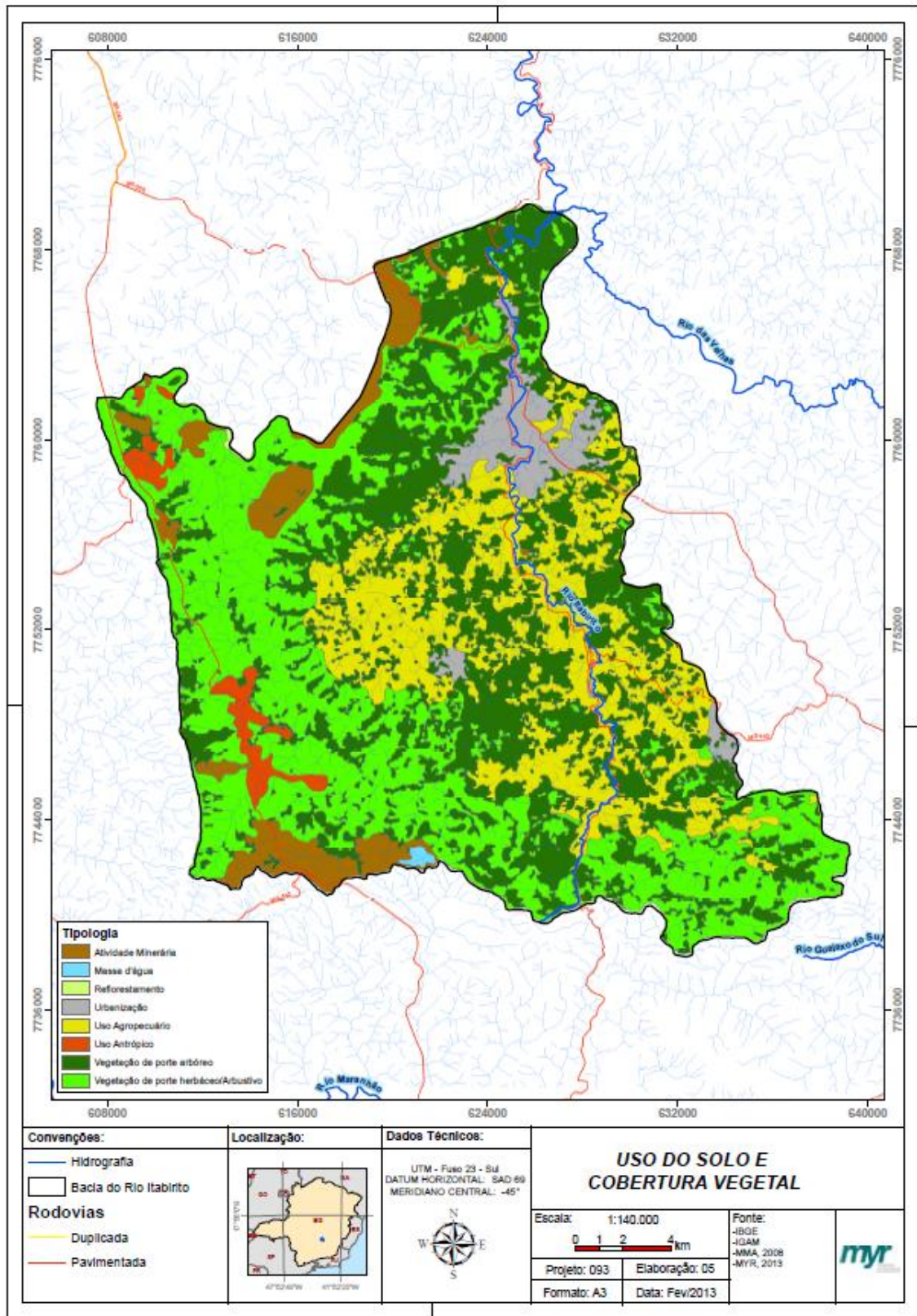


FIGURA 86. MAPA DE USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL PARA A BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

O mapa de uso do solo também permite a observação do status das áreas de preservação permanente (APP) existentes na bacia. Observa-se que não existe um padrão quanto ao nível de degradação destas. Áreas mais à leste possuem suas áreas de preservação permanente em estado melhor de conservação (Figura 87), diferente das áreas centrais (Figura 88) e à oeste, que possuem mais áreas de preservação permanente degradadas, em diferentes níveis, mesmo este fato não sendo padrão para toda a bacia.



FIGURA 87. MATA CILIAR PRESERVADA, NA REGIÃO LESTE DA BACIA.





FIGURA 88. AUSÊNCIA DE MATA CILIAR (APP) NO REGIÃO CENTRAL DA BACIA DO RIO ITABIRITO.

Analisados o mapeamento da cobertura vegetal e o mapa de uso e cobertura do solo, as fisionomias naturais mapeadas, bem como as citadas em estudos para a região foram definidas e são descritas nos parágrafos seguintes.

A Serra da Moeda, limite oeste da Bacia do Rio Itabirito, apresenta alta incidência de plantas raras. Juntamente com as outras serras do Quadrilátero Ferrífero, exibem uma alta diversidade de ambientes com diferentes tipos de canga ferruginosa, áreas alagadas, capões, lajeados, fendas e depressões com presença de vegetação herbácea, arbustos e pequenas árvores. Apenas parte da vertente leste da Serra da Moeda está inserida na bacia, na qual nas altitudes elevadas ocorrem campos rupestres sobre canga, com belas paisagens e alta riqueza e endemismo da flora (Figura 89).





FIGURA 89. VERTENTE LESTE DA SERRA DA MOEDA, LIMITE DA BACIA DO RIO ITABIRITO, COM VEGETAÇÃO DE CAMPO RUPESTRE. FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

Os campos rupestres ocorrem principalmente em todo o Complexo Moeda, à oeste da Bacia, com a presença de afloramentos rochosos e altas declividades. O tipo de afloramento rochoso que ocorre nestas áreas é conhecido como canga ferruginosa, pela predominância de óxidos e os hidróxidos de ferro. Outra característica importante é que as cangas formam cobertura conglomeráticas que constituem paleoambientes onde os processo ecológicos e as condições ambientais estão interagindo com as comunidades naturais há milhões de anos (CARMO E JACOBI 2012).

A heterogeneidade das cangas reflete-se em diferentes variedades de habitats que ocorrem em lajeados, fendas depressões e poros, além das escarpas e bordas de afloramento (Figura 90). Na Serra da Moeda, ocorrem os seguintes ambientes de vegetação campestre sobre canga, de acordo com a descrição de Carmo & Jacobi (2012):

“Lajeado: o substrato pode ser plano a levemente inclinado e pouco fragmentado e poroso devido à cimentação de uma matriz de limonita que ‘preenche’ os poros e fissuras. Existe uma cobertura vegetal incipiente, onde líquens e briófitas sobrevivem a uma intensa radiação solar. São frequentes as ilhas de *Vellozia* spp. e *Trilepishotzkiana* (Cyperaceae), espécies tolerantes a condições extremas como a falta de água, mediante a capacidade de dessecação e reidratação, uma adaptação fisiológica conhecida como poiquiloidria.”



FIGURA 90 - LAJEADO NA PARTE BAIXA DA SERRA DA MOEDA, PRÓXIMO À BR-040.FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

“Fendas, depressões, poros (irregularidades na couraça): quando o substrato rochoso apresenta diferentes tipos de irregularidades, como fissuras, fendas e poros, e ocorre um acúmulo de matéria orgânica. Essa condições favorecem o desenvolvimento de espécies graminóides (Poaceae, Cyperaceae e Xyridaceae), ervas de Asteraceae, Fabaceae, Rubiaceae e Melastomataceae que crescem entre os típicos arbustos de ambientes rupestres, representados por espécies de *Lychnophora* e *Baccharis* (Asteraceae), *Croton* e *Microstachys* (Euphorbiaceae), *Mimosa* (Fabaceae), *Hyptis* (Lamiaceae), *Byrsonima* (Malpighiaceae), *Tibouchina* (Melastomataceae) e *Lippia* e *Stachytarpheta* (Verbenaceae). Os gêneros epilíticos



mais comuns são *Dyckia* e *Vriesea* (Bromeliaceae), *Acianthera*, *Bulbophyllum* e *Cattleya* (Orchidaceae). Entre as plantas escandentes ocorrem espécies de *Ditassa* (Apocynaceae), *Ipomoea* e *Jacquemontia* (Convolvulaceae) e *Smilax* (Smilacaceae). Neste ambiente, cresce a rara cactácea *Arthrocereusglaziovii* onde também são frequentes as ‘ilhas’ de *Vellozia* spp. e *TrilepisIhotzkiana*.” (Figura 91).



FIGURA 91 - VEGETAÇÃO TÍPICA EM FENDAS E POROS NO ALTO DA SERRA DA MOEDA, LIMITE DA BACIA DO RIO ITABIRITO. ESPÉCIES DA FAMÍLIA VELLOZIACEAE, O CACTUS *ARTHROCEREUSGLAZIOVII*, AMEAÇADO DE EXTINÇÃO E LÍQUENS SOBRE AS ROCHAS SÃO VISÍVEIS NESTA FOTO. FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

Os capões são bastante comuns nos afloramentos rochosos. Desenvolvem-se em pequenas ilhas de vegetação arbustiva associadas a vestibulos de cavernas e a macro-fendas e depressões no substrato. Espécies arbustivas de *Eremanthus* (Asteraceae), *Miconia* (Melastomataceae), *Myrcia* e *Eugenia* (Myrtaceae) e *Guapira* (Nyctaginaceae), dentre outras, crescem nesses ambientes (CARMO E JACOBI 2012) (Figura 92).



FIGURA 92 - ÁREA DE CAPÃO NA PARTE BAIXA DA SERRA DA MOEDA.FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

Muitas espécies que ocorrem nas áreas de canga apresentam alto endemismo e são consideradas espécies raras. Carmo & Jacobi (2012) listaram, em publicação recente, 1109 espécies de plantas vasculares, distribuídas em 456 gêneros , 14 famílias de pteridófitas e 101 famílias de angiospermas. Dentre estas espécies, cerca de 15% do total (144 spp.) ocorreram exclusivamente na Cadeia do Espinhaço e 60 são endêmicas do Quadrilátero Ferrífero. Diante desse dados, os autores sugerem que o principal fator a ser evitado em ambientes insulares como os sistemas rochosos é a perda de habitats. Outros estudos realizados na região encontraram a arnica (*Lycnophoravilosissima* - Asteraceae), espécie classificada como “em perigo” na lista de espécies da flora ameaçadas de extinção em Minas Gerais da Fundação Biodiversitas (2008).

Entretanto, nas últimas décadas, milhares de hectares de cangas já foram perdidos devido a extração de minério de ferro, o que provavelmente já levou a extinção de algumas espécies endêmicas de canga. Apesar do elevado grau de degradação ambiental e ameaça aos afloramentos ferruginosos, existem poucas áreas



protegidas e a maioria das espécies endêmicas não consta ainda das listas de espécies ameaçadas de extinção (CARMO E JACOBI 2012).

A vegetação de cerrado caracteriza-se pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente com evidências de queimadas. Os arbustos e subarbustos encontram-se espalhados, com algumas espécies apresentando órgãos subterrâneos perenes (xilopódios), que permitem a rebrota após a queima ou corte. Na época chuvosa, os estratos subarbusivo e herbáceo tornam-se exuberantes, devido ao seu rápido crescimento (RIBEIRO E WALTER 2008). Áreas de cerrado também ocorrem no Complexo Moeda, principalmente às margens da BR-040, porém muito empobrecidas floristicamente, em consequência do fogo a que estas áreas estão sujeitas constantemente e do corte seletivo que acontece em algumas áreas (Figura 93).

Esta fisionomia apresenta-se principalmente como campo cerrado, ora como um cerrado típico, com cobertura arbórea de 20 a 50% e altura média de 3 a 6 m e algumas vezes com um cerrado ralo, cuja cobertura arbórea é de 5 a 20 % e altura média de 2 a 3 m. O Cerrado ocorre contíguo às áreas de campo, com árvores e arbustos apresentando-se ora concentrados, ora um pouco mais esparsos, em menor densidade. Estudos realizados na região encontraram com frequência o barbatimão (*Stryphnodendronadstringens* - Fabaceae), o jacarandá-do-cerrado (*Dalbergiamiscolobium* – Fabaceae), a candeia (*Eremanthuserythropappus* - Asteraceae), o murici (*Byrsonimaverbascifolia* - Malpighiaceae), o mercúrio-do campo (*Erythroxylumsuberosum* – Erythroxylaceae) e *Myrciaretorta* (Myrtaceae) dentre outras.





FIGURA 93. ÁREA DE CERRADO NA MARGEM DIREITA DA BR-040, SENTIDO BH-RIO, PRÓXIMO À ÁREAS DE CAMPO E FLORESTA. FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

As formações campestres são predominantes no Complexo Moeda e ocorrem como campo sujo, campo limpo e campos rupestres, já citados anteriormente. O campo sujo caracteriza-se pela presença evidente de arbustos e subarbustos entremeados no estrato arbustivo-herbáceo. No campo limpo, a presença de arbustos e subarbustos é insignificante (Figura 94). O campo rupestre possui trechos com estrutura similar ao campo sujo ou ao campo limpo, diferenciando-se tanto pelo substrato, composto por afloramentos de rochas, quanto pela composição florística, que apresenta muitos endemismos (RIBEIRO E WALTER 2008).

No campo sujo, as espécies arbustivas geralmente são constituídas por indivíduos menos desenvolvidos das espécies arbóreas do cerrado. São muito comuns na região as espécies de Asteraceae do gênero *Eremanthus*. Áreas de campo limpo são cobertas de gramíneas e ciperáceas, com ocorrência de indivíduos herbáceos das famílias Asteraceae, Lythraceae, Melastomataceae, Verbenaceae e Rubiaceae. Dentre as espécies mais comuns foram listadas por estudos na região: *Achyroclinesatureioides*, *Baccharis trimera*, *Baccharis dracunculifolia*,

*Eremanthusincanus*, *Hololepispedunculata*, *Cupheaericoides*, *Diplusodonhirsutus*, *Cambessedesiaespora*, *Microlicia* sp., *Marcetiataxifolia*, *Borreriawarmingii*, *Lantanalundiana*, *Lippiagracilis* e *Stachytarpehtaglabra*. Em todas as áreas de campo, duas famílias de destaque são Poaceae, com os gêneros *Andropogon*, *Aristida*, *Axonopus*, *Ichnanthus*, *Panicum* e *Paspalum* e Cyperaceae com os gêneros *Bulbostylis*, *Eleocharis* e *Rhynchospora*.



FIGURA 94 - ÁREA DE CAMPO LIMPO.FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

A floresta estacional semidecidual ocorre principalmente em toda a porção leste da bacia, com fragmentos ora mais isolados, ora mais agregados, estando muitos deles em estágio médio e avançado de regeneração (Figura 95). Por ser uma região de ecótono, espécies comuns do cerrado costumam ser encontradas nas matas e vice-versa. Algumas áreas florestais da APA Sul foram estudadas por Sposito & Stehmann (2006), quando foram listados 221 espécies arbóreas pertencentes a 55 famílias botânicas. Neste estudo, as famílias com maior número de espécies foram Fabaceae (33), Myrtaceae (31), Lauraceae (26) e Rubiaceae (13). Entre as espécies mais comuns estão: *Amaiouaintemedia* (= *A. guianensis*), *Aspidosperma parvifolium*, *Copaiferalangsdorffii*, *Cabraleacanjera*,



*Caseariasyvestris*, *Carinianaestrellensis*, *Crotonfloribundus*, *Cupaniavernalis*, *Nectandraoppositifolia* e *Piptadeniagonoacantha*.

No Complexo Moeda, a vegetação florestal ocorre principalmente como galerias, acompanhando os rios de pequeno porte e córregos, formando corredores fechados sobre o curso d'água. Geralmente localizam-se nos fundos de vales ou nas cabeceiras de drenagem onde os cursos d'água ainda não escavaram um canal definitivo (RIBEIRO E WALTER 2008).



FIGURA 95. ÁREA DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL ÀS MARGENS DO RIO ITABIRITO, PRÓXIMO À SUA FOZ. FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

---

### 6.3.2.2 NDVI

---

Como explicitado no tópico referente à metodologia, o NDVI é dado pela diferença da banda espectral 4, 3 e pela soma das mesmas provenientes do satélite LANDSAT/TM. Esta ferramenta de contraste faz com que as áreas com uma composição vegetal mais densa e uniforme se apresentem em tons mais escuros e as regiões desnudas, ou com menor densidade de vegetação, apresentem-se em tons claros. Na utilização da falsa cor verde escuro para representar a densidade da vegetação e tons mais claros de verde para áreas com baixa densidade.



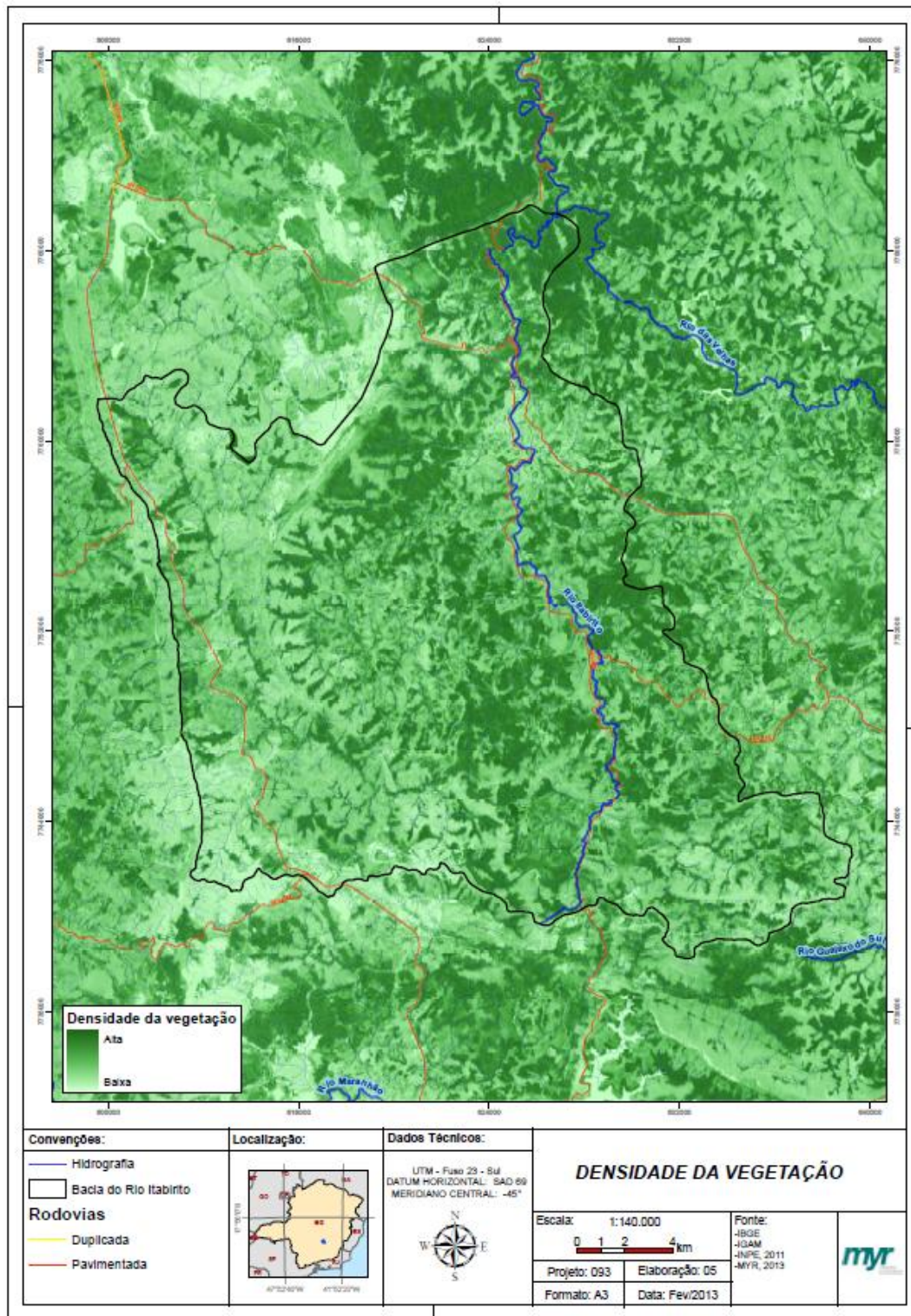


FIGURA 96. MAPA DE DENSIDADE DE VEGETAÇÃO, APLICANDO-SE A METODOLOGIA DE ÁLGEBRA DE BANDAS PARA GERAÇÃO DO NDVI.FONTE: MYR PROJETOS, 2013.



Observa-se, reforçando o que foi posto nos tópicos anteriores, que a vegetação mais densa, correspondente às áreas de Floresta Estacional Semidecidual, ocorre em toda a porção leste da bacia, especialmente próximo à foz do Rio Itabirito. Nesta porção leste, as áreas com tons mais claros de verde geralmente correspondem às áreas utilizadas pela agropecuária.

Não obstante, as áreas a oeste da bacia, no Complexo Moeda, com tons mais claros de verde, não necessariamente significam áreas ocupadas por atividades agropecuárias. Nesta região, como explicitado, nos tópicos anteriores, predominam formações campestres, geralmente típicas de Cerrado, incluindo os campos rupestres.

---

### 6.3.2.3 Status de conservação da vegetação

---

Para descrição deste tópico, foram utilizados principalmente os dados do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais – ZEE-MG, que consiste na elaboração de um diagnóstico dos meios geo-biofísico e sócio-econômico-jurídico-institucional, gerando respectivamente duas cartas principais, a carta de Vulnerabilidade Ambiental e a Carta de Potencialidade Social, que sobrepostas irão conceber áreas com características próprias, determinando o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado.

O ZEE-MG tem a coordenação da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, participação de todas as Secretarias de Estado de Minas, de outras entidades e da sociedade civil. Os índices do ZEE-MG que foram estudados e abordados para elaboração deste tópico foram Prioridade de Conservação da Flora, Integridade da Flora e Grau de Conservação da Flora Nativa.

Em relação ao grau de conservação da flora nativa, regiões que sofreram um histórico mais severo de perturbações apresentam a maior parte de sua área na classe de conservação muito baixa. Neste sentido, áreas da bacia mais

montanhosas, como o Complexo Moeda e a região próximo à foz do Rio Itabirito, apresentam grau de conservação da flora classificado como muito alto. Segundo o ZEE-MG, a integridade da flora é fator condicionante da Vulnerabilidade Natural e representa as áreas que ainda apresentam certa integridade ecológica e que, portanto, são mais vulneráveis à ação do homem.

Regiões menos exploradas e modificadas ainda possuem boa parte de sua área na classe de integridade da flora muito alta. A influência do grau de conservação da vegetação, citado anteriormente, foi captada de maneira a conferir maior valor de integridade para áreas mais preservadas. Logo, o grau de conservação, dentre outros fatores, condiciona a integridade do local.

De acordo com a Figura 97, 7% da área da bacia são de integridade alta e 45%, apresentam integridade muito alta, principalmente as áreas mais montanhosas, como o Complexo Moeda e a região próxima à foz do Rio Itabirito. Outras áreas mais ao centro também possuem integridade muito alta devido a existência de grandes fragmentos florestais.

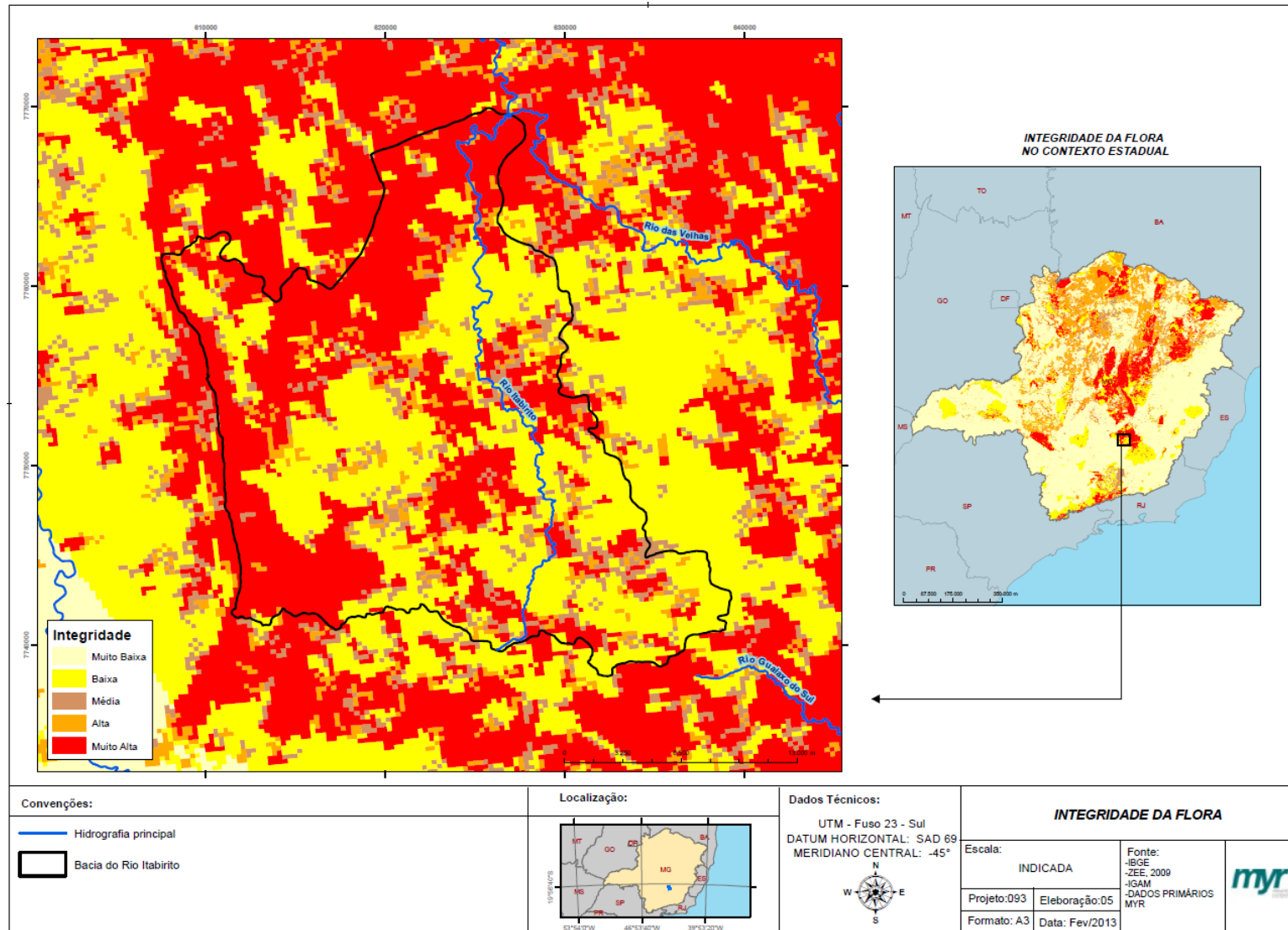


FIGURA 97. MAPA DE INTEGRIDADE DA FLORA, SEGUNDO ZEE-MG.FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

Segundo o ZEE-MG, o mapa das áreas Prioritárias para Conservação indica aquelas áreas que ainda possuem elevada qualidade ambiental, em locais naturalmente frágeis e sob provável pressão humana. Essas são áreas muito úteis para os organismos gestores e de fiscalização e são áreas onde o poder público ainda pode intervir favoravelmente para conservar recursos biológicos que, possivelmente, estarão em risco num futuro bem próximo. O mapeamento de áreas prioritárias também fornece subsídios para o planejamento e gestão, pois direciona esforços de recuperação, conservação e/ou desenvolvimento de acordo com a necessidade de cada área.

Para a Bacia do Rio Itabirito, pouco mais que 99% da área é considerada como de prioridade muito alta para conservação, ao passo que o restante é considerada como de prioridade alta para conservação. O mapa de áreas prioritárias para conservação da Biodiversitas (2007) também reforça esta condição, para o qual a área é classificada em três níveis de importância biológica: extrema, à oeste da bacia na região do Complexo Moeda; especial, à leste e; alta, num pequeno trecho do extremo sul da bacia (Figura 98).

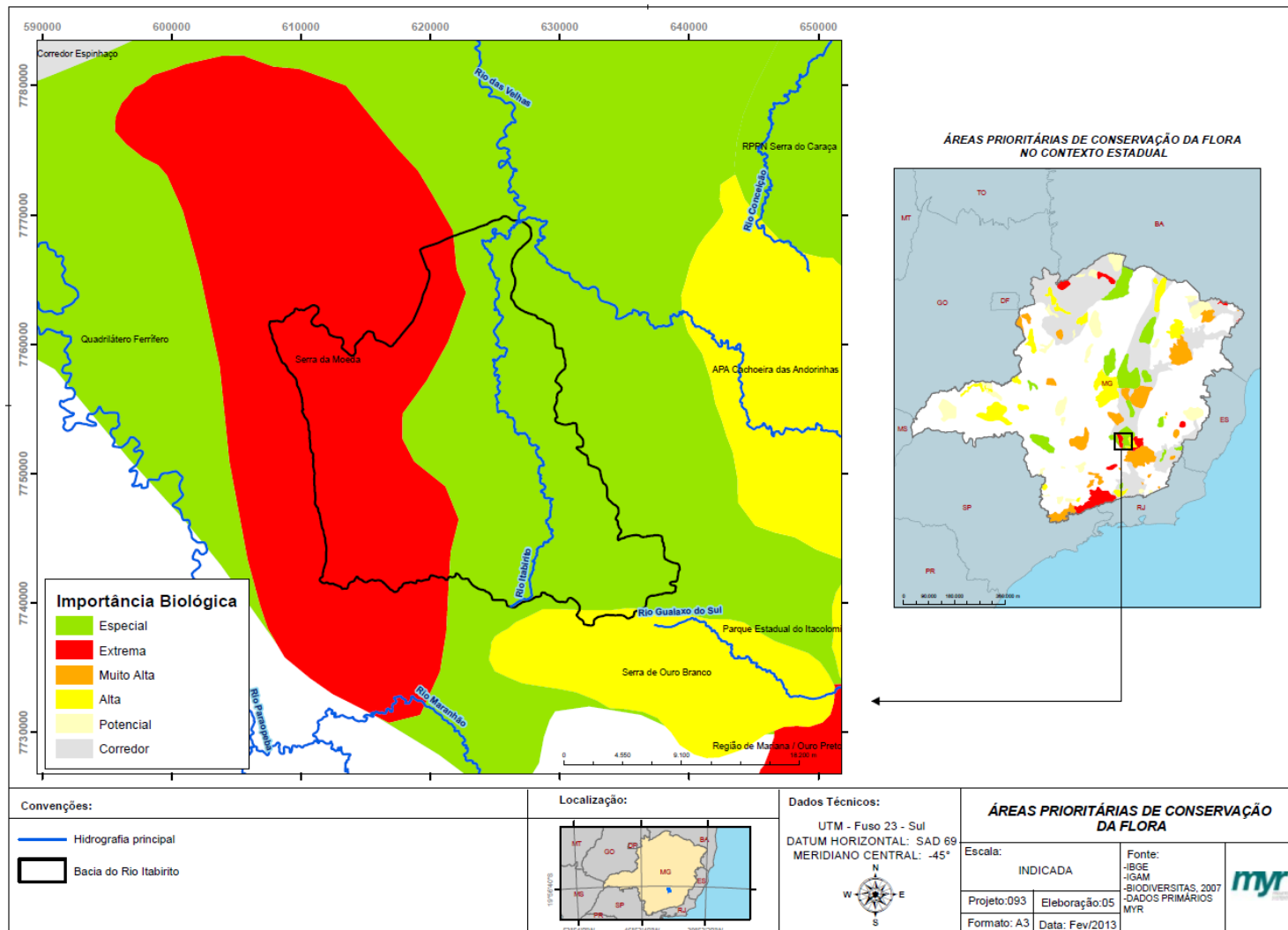


Figura 98. prioridade de conservação da flora na Bacia do Rio Itabirito, segundo biodiversitas, 2007. Fonte: Myr projetos, 2013.



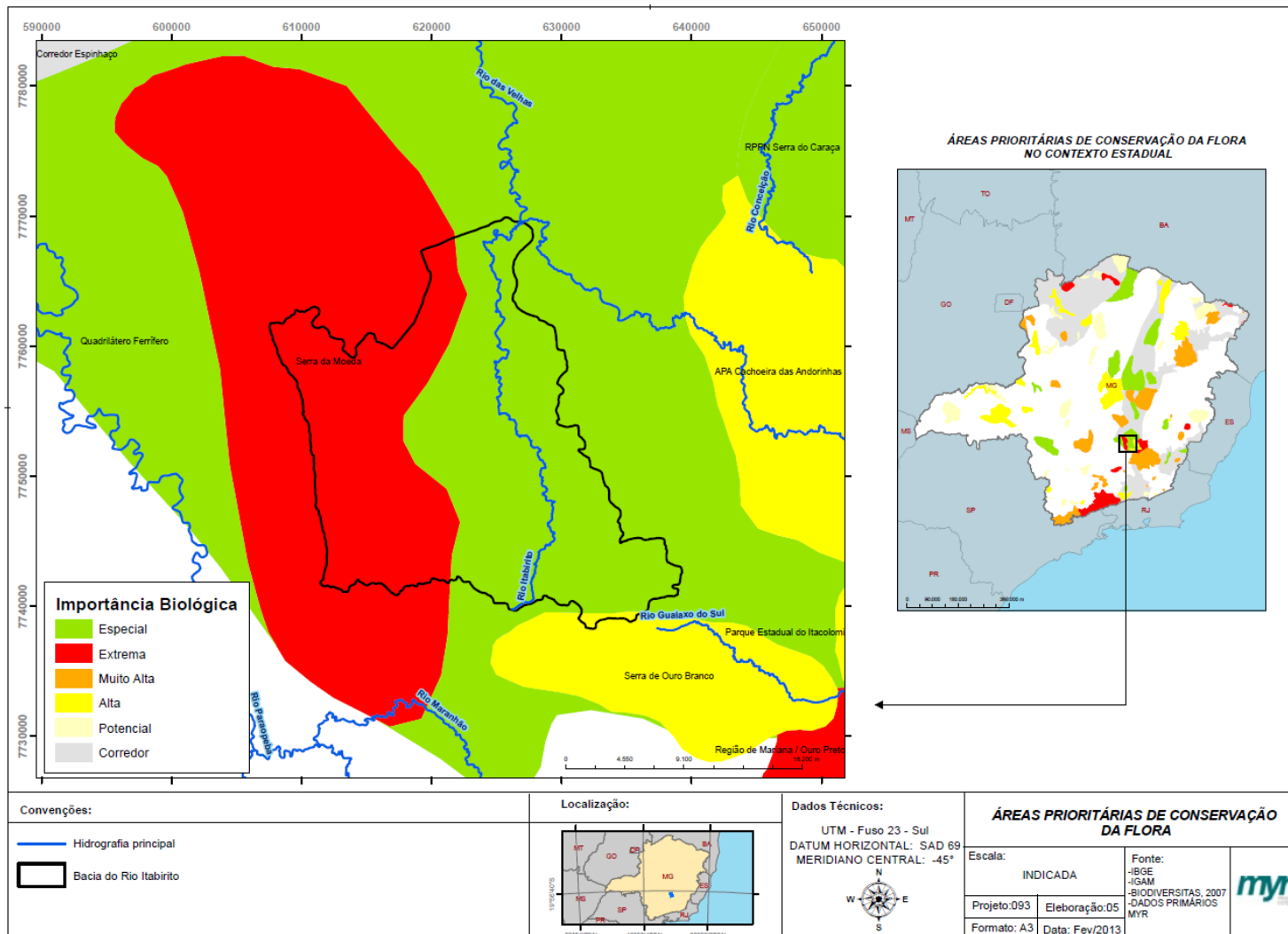


FIGURA 98. PRIORIDADE DE CONSERVAÇÃO DA FLORA NA BACIA DO RIO ITABIRITO, SEGUNDO BIODIVERSITAS, 2007.FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

## 6.4 DIAGNÓSTICO DE FAUNA

### 6.4.1 Introdução

A composição da fauna na região que abrange a Bacia do Rio Itabirito o torna uma localidade privilegiada por apresentar uma biodiversidade tão heterogênia quanto o número de ecossistemas ali presentes, destacando esta área como de extrema importância para a conservação e para o uso de práticas de manejo sustentável (DRUMOND *ET AL.* 2005). A grande diversidade de fauna apresentada para a bacia é explicada pela heterogeneidade ambiental devido ao fato de ser uma área de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado. Nessa área é possível destacar formações de florestas semidecíduais em diferentes estágios sucessionais, quais sejam, mata ciliar; formações de canga ferrugínea e tipologias de cerrado; além de paisagens antrópicas como cultivos de *Eucalyptus* sp. e pastagens. Não obstante, está inserida nos domínios dos Mares de Morros (área mamelonares tropical-atlântica florestadas) e do Cerrado (chapadões tropicais com cerrados e florestas-galeria) (AB' SÁBER, 2003).

A Bacia do Rio Itabirito insere-se nos domínios do complexo da Serra da Moeda que é considerado uma importante área de endemismos da Cadeia do Espinhaço (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2008). Esta região sofre também grande influência de formações importantes para a conservação da fauna, que são os complexos do Espinhaço e do Quadrilátero Ferrífero, dando maior importância ainda para a região.

Apesar da região onde se insere a bacia ser foco de prospecções em busca de dados ambientais da região desde o século 19 com as expedições dos naturalistas Carl Friedrich Philip von Martius e Johann Baptiste Ritter von Spix (trabalhos publicados entre 1823 e 1827) que realizaram significativo papel na prospecção de espécies da fauna para a região, e a implantação das Universidades na região, poucas diretrizes para a conservação efetivamente foram produzidas em

contrapartida da grande importância que a região possui. Alguns trabalhos como, por exemplo, estudos propostos por pesquisadores das Universidades Federais de Viçosa, Ouro Preto e Rio de Janeiro, destacam a grande diversidade apresentada para o complexo em que a bacia está localizada, como a presença de uma grande diversidade de herpetofauna (e.g. PEDRALLI E GUEMARÃES NETO 2001, COSTA 2003, SÃO PEDRO E PIRES 2009 E SILVEIRA *ET AL.* 2004), de Aves (e.g. FERRERIA *ET AT.* 2009 e RIBOM 2009) e de mamíferos (e.g. BIASIZZO *ET AL.* 2011). Segundo Drummond (2005) a fauna de peixes e de invertebrados também merece grande destaque, apesar da falta de estudos.

---

#### 6.4.1.1 Invertebrados

---

Os invertebrados (principalmente os insetos) correspondem a mais de 80% da biodiversidade de animais conhecidas pelo homem. São componentes fundamentais em praticamente todos os ecossistemas terrestres, desempenhando funções tais como a polinização, remoção de detritos orgânicos, controle biológico etc. este grupo também constitui a base alimentar em muitas teias tróficas.

Para cada área prioritária para conservação de invertebrados no Estado, fez-se a reclassificação dos critérios de prioridade para conservação, associando às áreas valores de vulnerabilidade, principalmente a perda futura de biodiversidade de invertebrados. Nesse caso, se a área é prioritária para conservar o grupo em função do grau de endemismos e riqueza total de espécies, presume-se que a ocupação indiscriminada da área poderá acarretar em perda de biodiversidade deste grupo faunístico.

Para a região da Bacia do Rio Itabirito os invertebrados possuem prioridade de conservação como potencial, sendo indicados como recomendações para sua conservação o investimento em novos estudos na região e a criação de novas Unidades de Conservação. Diversas espécies requerem determinadas características ótimas de qualidade ambiental, como onicóforas e insetos aquáticos. Por sua vez, estes grupos possuem significativas populações dentro da área da

bacia, entretanto os impactos gerados pelas atividades de mineração e o isolamento de remanescentes naturais afetam significativamente de forma negativa as populações destas espécies, desequilibrando as interações que participam.

---

#### 6.4.1.2 Peixes

---

Os peixes estão entre os componentes da biodiversidade faunística que sofrem a maior pressão antrópica. Em função da ambiguidade da legislação de proteção da fauna em relação a esse grupo de vertebrados, esse é o único grupo faunístico brasileiro onde a caça amadora e profissional é permitida. Os peixes sofrem ameaças de vários tipos. As principais são a poluição dos rios, a pesca predatória, a construção de barragens e a introdução de espécies exóticas predadoras.

O grupo apresenta grande diversidade de espécies e vem sendo utilizado como indicador de qualidade ambiental de corpos d'água submetidos às mais diferentes condições ambientais. Além disso, espécies domesticadas e as introduzidas no país são a base para a atividade de piscicultura, desenvolvida em diferentes escalas no estado de Minas Gerais. As espécies de peixes introduzidas para a piscicultura são também alvo de problemas ambientais por causa das invasões biológicas de riachos e lagos, citando, como exemplo, as tilápias e os bagres-africanos.

Tanto o Rio Itabirito quanto os seus afluentes possuem uma rica fauna de peixes com registros de endemismos para o complexo onde a bacia está inserida (e.g. as espécies da família Trichomycteridae) sendo considerada como de prioridade de conservação muito alta. Entretanto esta fauna sofre enorme pressão por parte de atividades de mineração, desmatamento e dos insumos utilizados na agropecuária que são carregados para o leito dos riachos, além da introdução de espécies exóticas.

Os usos e ocupação das bacias de drenagem podem causar alterações nos habitats aquáticos, provocando modificações na estrutura das comunidades e

peixes. A saúde do peixe é um indicador sensível da saúde do ecossistema em que ele vive, esse fato é a base para o monitoramento dos impactos ambientais.

Os peixes são afetados diretamente por uma grande variedade de impacto, como destruição de habitats e eliminação de invertebrados, devido sua dependência desses componentes para a reprodução, sobrevivência e crescimento. Por viverem um período relativamente longo, suas populações podem apresentar os efeitos de impactos ambientais passados. O peixe é um indicador das condições do rio que é seu habitat. A qualidade das águas de uma região indica um pouco sobre a qualidade de vida da população local. Portanto, o peixe é um bioindicador da nossa qualidade de vida.

A extinção de espécies é notada quando as mortes excedem os nascimentos por um período prolongado. Elas podem resultar de diversos mecanismos que influenciam o processo de nascimento e morte, sendo:

- A mudança de habitat
- A restrição de habitat
- Qualidade de habitat declinante
- Sobre exploração do recurso

O estudo desenvolvido pelo Projeto Manuelzão estabeleceu coletas de peixes próximas ao município de Itabirito, em São Bartolomeu, distrito de Ouro Preto. Nesse trabalho foram registradas as espécies *Astyanax bimaculatus*, *A. scabupinis*, *Rhamdia quelen*, *Harttia leiopleura*, *Neoplecostomus franciscoensis*, *Characidium cf. zebra*, *C. fasciatum*, *Hoplias lacerdae* e *Cyprinus carpio*.

Como medidas de preservar as espécies que habitam a bacia e também fornecer subsídios para futuras colonizações do Rio Itabirito por outras espécies são necessárias a implantação de algumas ações como a criação de novas Unidades de Conservação e a execução de seus respectivos planos de manejo, bem como o



incentivo de novos estudos sobre a ictiofauna local. Estes pontos iniciais são de primordial importância para a manutenção desta grande diversidade.

---

#### 6.4.1.3 Herpetofauna

---

A herpetofauna compreende as espécies de répteis, tais como serpentes, lacertílios, anfisbênios, testudines e crocodilianos, e anfíbios, como rãs, sapos, pererecas, cecílias e salamandras. O agrupamento de dois grupos tão diferentes em um só reflete o grau de desconhecimento que se tem atualmente de ambos os grupos.

Inseridos na herpetofauna estão muitas espécies de valor cultural (por exemplo, as serpentes) e econômico (por exemplo, os jacarés). Apesar de serem considerados animais resistentes e pouco susceptíveis, muitas espécies do grupo apresentam grande sensibilidade a modificações ambientais.

A fauna de anfíbios e répteis registradas para a Bacia do Rio Itabirito além de apresentar um grande número de espécies, também é composta por espécies ameaçadas de extinção e por espécies endêmicas ou com distribuição restrita. Algumas espécies como os anfíbios *Physalaemuserythros*, *Phylomedusajandaia*, *P. ayeaye* e *P. itacolomi*, serpentes como as do gênero *Atractus* e *Leptotyphlops*, e são bons exemplos de espécies que possuem boas populações dentro da área da bacia que são carentes de informações, ameaçadas ou são endêmicas para a região onde o Rio Itabirito se insere.

Algumas atividades econômicas exercidas na Bacia do Rio Itabirito vêm, ao longo dos anos, exercendo influência negativa sobre a herpetofauna da região. As modificações na paisagem realizadas pela agropecuária, barramento de leito de rios e a mineração vem afetando a dinâmica das populações destas espécies dificultando sua dispersão alterando significativamente a saúde de suas populações. Para mitigar estas pressões, são necessárias a realização de estudos

que visem diagnosticar a saúde destas espécies bem como verificar quais ações pontuais deverão ser implementadas para a correção destes passivos.

---

#### 6.4.1.4 Avifauna

---

As aves compreendem o grupo de vertebrados mais facilmente reconhecível, em função de suas características peculiares de coloração e período de atividade, predominantemente diurno. A capacidade de voar permite a este grupo ocupar alguns habitats impossíveis para outros animais. O grupo das aves é muito utilizado como bioindicadores de qualidade ambiental e o maior conhecimento delas pode subsidiar programas de conservação e manejo de ecossistemas. Por exemplo, espécies típicas de florestas podem ser bastante úteis em programas de monitoramento da recuperação ambiental de áreas degradadas. A coloração e o canto de algumas espécies chamam a atenção dos olhos e ouvidos humanos, muitas delas são usadas como animais de estimação e algumas espécies que são domesticadas contribuem para o suprimento da alimentação humana. A caça predatória ou de subsistência, mesmo ilegal, continua a ser praticada em muitas regiões do país.

As aves possuem prioridade de conservação categorizada como extrema devido o endemismo na região. Entretanto faz-se necessário que novos estudos busquem melhor informar sobre as quais as condições em que as espécies e suas populações se distribuem ao longo da bacia. Uma das principais pressões exercidas sobre este grupo é o desmatamento e o isolamento dos fragmentos de vegetação nativa, inibindo a dispersão de muitas espécies.

Alguns registros de aves para a região são de importância para a conservação como as aves campestres corruíra-do-campo (*Cistothorus platensis*) e o canário-rabudo (*Embernagralongicauda*), algumas de mata com o pavó (*Pyroderuscutatus*), o trepador-coleira (*Anabazenopisfuscus*), o limpa-folhade-testa-baia (*Phylidorrufus*), o bico-virado-miúdo (*Xenops minutus*) e a gemedeira (*Leptotilarufaxilla*). Algumas espécies florestais possuem endemismos no bioma

Mata Atlântica, como a borralhara-assobiadora (*Mackenziaenaleachii*), o tangarazinho (*Ilicuramilitaris*), o tangará dançarino (*Chiroxiphicaudata*) ou de montanhas da região Sudeste, como o pula-pula-assoviador (*Basileuterusleucoblepharus*), a douradinha (*Tangaracyanoventris*) o teque-teque (*Todirostrumpoliocephalum*).

As espécies de aves com registros de ocorrência na Bacia do Rio Itabirito possuem prioridade extrema de conservação, sendo estas espécies afetadas por ações de desmatamento, falta de conectividade e modificações no ambiente causadas por mineração e barramento de leito de rios. Grande parte desta diversidade está concentrada em Unidades de Conservação que, carentes de estudos, ainda não fornecem garantias totais de preservação das espécies. Uma medida recomendada seria o desenvolvimento de planos de manejo e a implantação das ações por eles recomendadas.

---

#### 6.4.1.5 Mastofauna

---

Os mamíferos constituem o grupo de vertebrados onde se observa o maior desenvolvimento de estruturas e adaptações derivadas, do ponto de vista evolutivo. Entre seus representantes temos gambás, morcegos, roedores, gatos, golfinhos, vacas, macacos, o homem entre outras formas vivas e espécies extintas. Estes exemplos ilustram a capacidade desta classe, com cerca de 4.600 espécies viventes, de se adaptar e ocupar os mais diferentes habitats do planeta. Os mamíferos têm grande importância para a sociedade, história e economia humana, fornecendo alimento, vestuário e transporte.

Algumas poucas espécies podem se comportar como pragas agrícolas (roedores) e, eventualmente, causar danos à pecuária, atuando como predadores, enquanto outras podem funcionar como reservatórios e/ou vetores de doenças (por exemplo, morcegos hematófagos, roedores silvestres, cães e gatos). Em consequência do seu grande apelo junto à sociedade, os mamíferos são frequentemente usados como animais “bandeira” em programas de educação ambiental e, eventualmente,

como caça em comunidades mais isoladas, principalmente das regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte do Brasil.

Para a região da Bacia do Rio Itabirito são citadas ocorrências de espécies ameaçadas como o lobo-guará (*Chrysocyonbrachyurus*), o sauá (*Callicebusnigrifrons*), duas espécies do gênero *Cabassous* com ocorrência confirmada para Minas Gerais são consideradas Vulneráveis à extinção em nível estadual (*C.unicinctus* e *C.tatouay*), o gato-do-mato (*Leopardustigrinus*), a jaguatirica (*Leoparduspardalis*), a onça-parda (*Pumaconcolor*), o tamanduá-mirim (*Tamanduatetradactyla*), o cateto (*Pecaritajacu*), e a onça-pintada (*Pantheraonca*).

Como medidas para contornar a situação de declínio das populações destas espécies na região, são listadas algumas ações como programas de conectividade entre fragmentos florestais, criação de Unidades de Conservação nas áreas relevantes e o acompanhamento destas espécies por meio de estudos e planos de manejo.

---

#### 6.4.2 Integridade da fauna

---

Na região central está localizado um dos complexos mais significativos para a conservação da biodiversidade no Estado de Minas Gerais e, por consequência direta onde se devem adotar mecanismos de controle e fiscalização eficientes. O complexo do espinhaço se estende por uma vasta área territorial que têm início na regional Centro.

Nesta regional, destacam-se as pressões crescentes do turismo desordenado e, principalmente, da criação de gado em áreas de relevo inapropriado e em áreas de vegetação campestre nativa. Além disso, é nesta regional onde se encontra a maior concentração urbana do estado e grande parte da indústria de extração de minério de ferro. A região central do estado é a que apresenta o maior conhecimento acumulado a respeito da fauna.

Em função disto é a região também onde se tem um panorama mais preciso de graus de ameaça e vulnerabilidade dos diferentes elementos da fauna. Os efeitos negativos de empreendimentos e crescimento urbano desordenado sobre este componente biótico podem ser notados em diversos exemplos na área.

Devido ao longo histórico e as atividades realizadas durante a colonização da região, diversas são as pressões exercidas pelas atividades antrópicas na Bacia do Rio Itabirito. Atividades como agropecuária, mineração, monoculturas e barramento de leito de rios exercem pressão significativa sobre a biota local. Aliado a estes fatores, o uso do fogo, desmatamento (que causa a perda de habitats e isolamento de populações inviabilizam que algumas espécies ou comunidades perdurem e prosperem na área de influência da bacia). Vale ressaltar que a Bacia do Rio Itabirito esta em uma formação singular que forneceu condições para sucesso de espécies únicas, raras e de grande importância para a manutenção de diversas interações.

Como recomendações para a recuperação e manutenção da diversidade da fauna na região são sugeridas as estratégias de conectividade da paisagem, unido os fragmentos existentes e criando assim corredores de fauna, criação e viabilização de Unidades de Conservação, e favorecimento ao desenvolvimento de estudos que busquem levantar informações sobre a fauna local e seu status. Devido ao grande número de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção também são recomendadas ações de desenvolvimento de planos de manejos, tanto para as Unidades de Conservação quanto para a bacia como um todo.

O complexo onde está inserida a bacia rio Itabirito destaca-se pela sua relevância por congregar uma complexa e heterogênea fauna que habitam a grande variedade fisionomia vegetacional ali exibida. Esta fauna é caracterizada como de prioridade Especial para a conservação de todo estado de Minas Gerais (Figura 99).

Entretanto ressaltamos mais uma vez que pressões como desmatamento e atividades minerarias são os fatores que mais declinam as populações das



espécies que ali habitam. Ações como a mobilização da sociedade civil que atuariam em consórcio com o poder público são extremamente importantes para a busca de soluções sérias para a manutenção e aumento da diversidade.

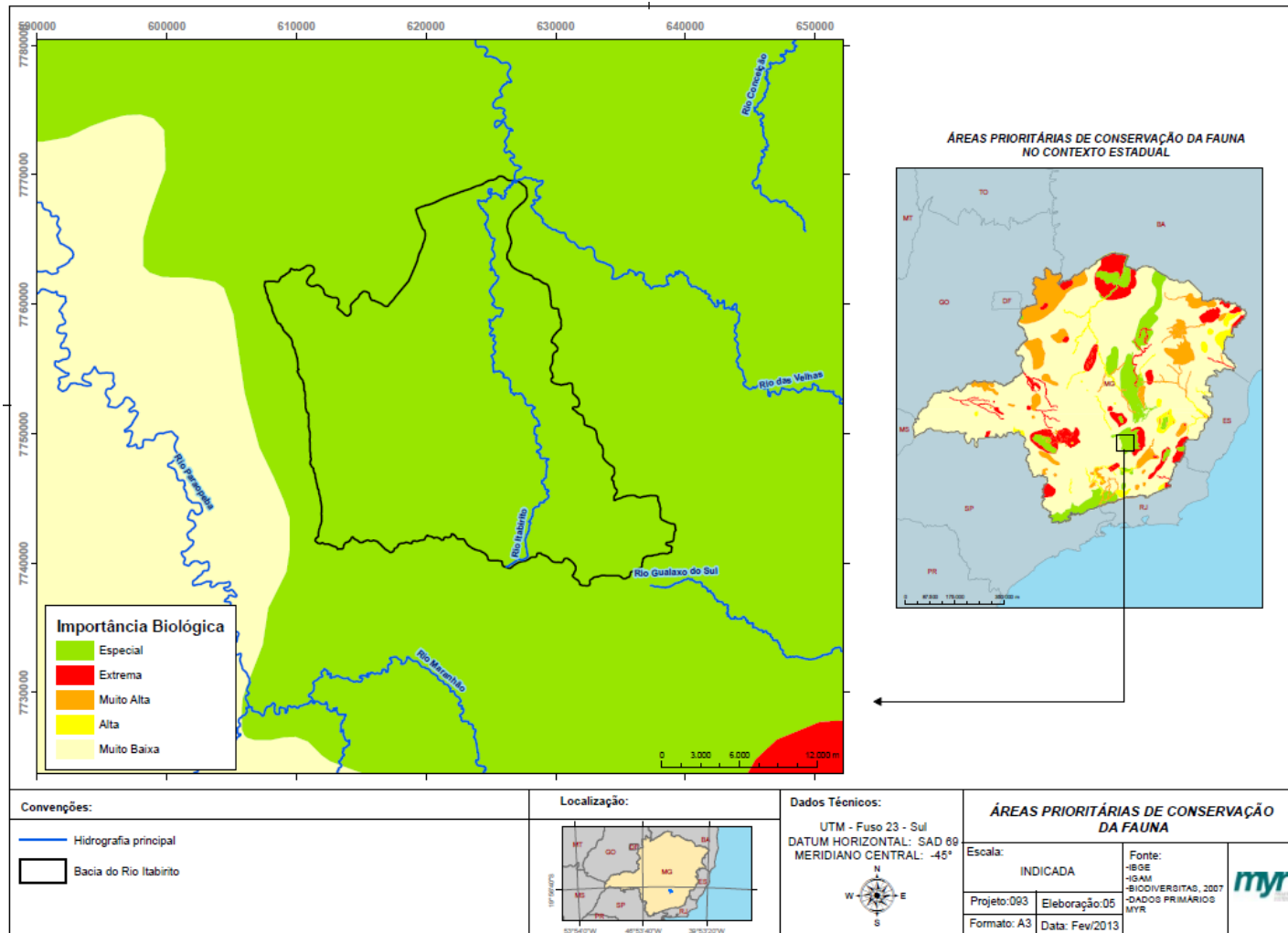


FIGURA 99. MAPA DE PRIORIDADE DE CONSERVAÇÃO PARA A FAUNA NA BACIA DO RIO ITABIRITO. FONTE: MYR PROJETOS, 2013.

## 6.5 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

No contexto regional, a porção norte da área está inserida na APA Sul – Área de Proteção Ambiental ao Sul da região Metropolitana de Belo Horizonte. Esta APA foi criada em 1994 com o objetivo de ordenar a utilização do território na região, visto que existem muitas áreas com vegetação natural em bom estado de conservação, inseridas numa paisagem onde a expansão urbana e atividades minerárias causam os principais impactos ambientais (Decretos n. 35.624, de 8/06/1994 e n. 37812, de 8/03/1996, publicados no Diário Oficial de Minas Gerais).

A APA Sul também é compreendida por parte das bacias dos rios Paraopeba, das Velhas, Doce e está localizada em área coberta por Floresta Estacional Semidecidual e encaves de Cerrado e Campo. Inseridas no trecho da APA Sul dentro da bacia, existem a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Andaime e parte da RPPN do Córrego Seco. Juntas, estas Unidades de Conservação somam 7.026 ha, ou 13,5%, aproximadamente, de áreas destinadas ao uso sustentável dentro da bacia.

A RPPN Córrego Seco, de propriedade da Vale S.A., possui vegetação predominantemente constituída em sua maioria por fisionomias de cerrado, incluindo campo rupestres e floresta estacional semidecidual, especialmente acompanhando os cursos de água e talvegues existentes na UC. Dentre os cursos de água existentes, o destaque, e daí a grande importância desta Reserva, é o Córrego Seco, localizado no interior da RPPN da Vale que, desde sua nascente até a estação de captação de água, fornece cerca de 70% da água que abastece a cidade de Itabirito.

Já as Unidades de Conservação na categoria de Proteção Integral existentes na bacia são a Estação Ecológica de Aredes e pequenas áreas do Monumento Natural da Serra da Moeda e do Parque Estadual Serra do Ouro Branco. Juntas, essas áreas de proteção integral somam 3,11% da bacia, aproximadamente, ou 1.630 ha.

Ainda, deverá ser incluído nesta área o trecho correspondente ao Parque Linear do Rio Itabirito, parque municipal cujos limites e confrontantes não foram encontrados ou disponibilizados.

A cobertura vegetal da Estação Ecológica de Aredes, criada pelo Decreto nº 45.397, de 14 de junho de 2010 e contígua à RPPN Córrego Seco, é constituída em sua maioria por campos rupestres e floresta estacional semidecidual. Compondo também a biodiversidade local, existem na várias nascentes e cursos d'água, incluindo o Córrego de Arêdes e o Córrego do Bugre que são áreas de cabeceiras e de recarga hídrica da Bacia do Rio Itabirito. Nesta UC também é onde ocorre a nascente do Córrego do Bação, importante córrego que abastece parte do município de Itabirito.

A partir dos dados expostos acima, observa-se que 8.656 ha da bacia estão dentro de unidades de conservação, seja ela de proteção integral ou uso sustentável, o que corresponde à 16,57% da área total da bacia, que é de aproximadamente 52.232 ha.

**Erro! Fonte de referência não encontrada.**

## 6.1 CONCLUSÃO

De maneira geral, a Bacia do Rio Itabirito se apresenta em bom estado de conservação, uma vez que ainda são frequentes grandes fragmentos de vegetação, relativamente agregados, bem como uma extensa área protegida por unidades de conservação, áreas estas estratégicas para a conservação dos recursos hídricos locais, como já citado durante o diagnóstico.

Como ilustrado no mapa de uso do solo e cobertura vegetal, 68,81% da área apresenta fisionomias naturais, mesmo que com algum grau de intervenção humana, divididas em formações campestres e florestais. Apenas 5,82% da bacia é urbanizada, correspondente à sede do município de Itabirito, alguns de seus distritos e aos loteamentos especialmente próximos à BR-040. 5,44% da bacia é

afetada por atividades minerárias, ao passo que 19,72% é utilizada pelas atividades agropecuárias. Apenas 0,06% da área bacia é utilizada por reflorestamentos de eucalipto. O restante da bacia, 0,15%, corresponde a massas de água.

Entretanto, a implantação de novos empreendimentos, especialmente minerários, e o consequente avanço do desmatamento vem fragmentando o mosaico vegetacional, segregando as populações das espécies de fauna e flora, não permitindo a conectividade entre estas. Tais fatores, a médio e longo prazo, podem causar fenômenos de efeito gargalo, segregando geneticamente estas espécies, causando seu declínio ou extinção.

As ações propostas no diagnóstico, que serão mais detalhadas nos próximos produtos, como por exemplo a criação de unidades de conservação e a implantação de planos de manejo, são urgentes e fundamentais para a conservação da fauna e vegetação na Bacia do Rio Itabirito.



## 7 - DIAGNÓSTICO DO MEIO SOCIOECONOMICO

Neste capítulo será avaliado a Bacia do Rio Itabirito através dos elementos básicos para a compreensão da sua estrutura organizacional (em termos sociais, econômicos e culturais) e a identificação de indicadores estratégicos para o diagnóstico. Para tal serão realizadas análises que permitam identificar as atividades econômicas, a evolução das atividades produtivas, os aspectos demográficos e análise das condições de vida, além de aspectos institucionais e legais, além da caracterização da infraestrutura urbana.

Para atender aos aspectos citados serão utilizados indicadores de medição quali-quantitativos, pois permitem avaliar determinados fenômenos de forma objetiva e dentro da realidade da unidade territorial estratégica da bacia, sub-bacia e municípios envolvidos. Os indicadores sócio-ambientais devem mostrar também como está o estado do meio ambiente e o que pode acontecer a curto e longo prazo, de forma compreensível e útil (Ribeiro, 2006). Para retratar os estágios da revitalização, os indicadores devem refletir os múltiplos usos das águas e os objetivos da revitalização (fatores de pressão sobre a área). Do ponto de vista conceitual, a revitalização no sentido pleno e sustentável implica em compatibilizar a qualidade das águas com o desenvolvimento humano, e a existência da biodiversidade.

### 7.1 INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas localiza-se dentro do Estado de Minas Gerais, em sua região central (FEAM, 1998). Com a extensão de 801 km, o Rio das Velhas é o maior afluente em extensão da Bacia do São Francisco. A bacia do Rio das Velhas é subdividida em três trechos Alto, Médio e Baixo Rio das Velhas como descrita por Costa, 2008:

- Alto Rio das Velhas: compreende toda a região denominada Quadrilátero Ferrífero, tendo o Município de Ouro Preto como o limite ao sul e os municípios de Belo Horizonte, Contagem e Sabará como limite ao norte. Uma porção do município de Caeté faz parte do alto Rio das Velhas, tendo a Serra da Piedade como limite leste.
- Médio Rio das Velhas: ao norte traça-se a linha de limite desse trecho da bacia coincidindo com o rio Paraúna, o principal afluente do Rio das Velhas. No lado esquerdo, atravessa o município de Curvelo e, em outro trecho, coincide com os limites do município de Corinto.
- Baixo Rio das Velhas: compreende, ao sul, a linha divisória entre os municípios de Curvelo, Corinto, Monjolos, Gouveia e Presidente Kubitscheck e, ao norte, os municípios de Buenópolis, Joaquim Felício, Várzea da Palma e Pirapora.

O objeto desse trabalho é a Bacia do Rio Itabirito, que se localiza no Alto Rio das Velhas, à margem esquerda do rio, ocupando posição de destaque na Bacia do Rio das Velhas.

Tendo em vista que as bacias hidrográficas não respeitam os limites municipais por ser um conjunto de terras que fazem a drenagem da água das precipitações para o curso d'água principal e seus afluentes, temos dentro do limite desta bacia os municípios de: Ouro Preto na porção sul, Itabirito na porção centro-norte e Rio Acima na porção norte. Contudo, os principais indicadores existentes tem como referência espacial o limite municipal, de tal forma que evidenciaremos nesse trabalho o município de Itabirito por compreender 60,82% de toda a Bacia do Rio Itabirito, ante a 37,96% o município de Ouro Preto e 1,22% de Rio Acima.

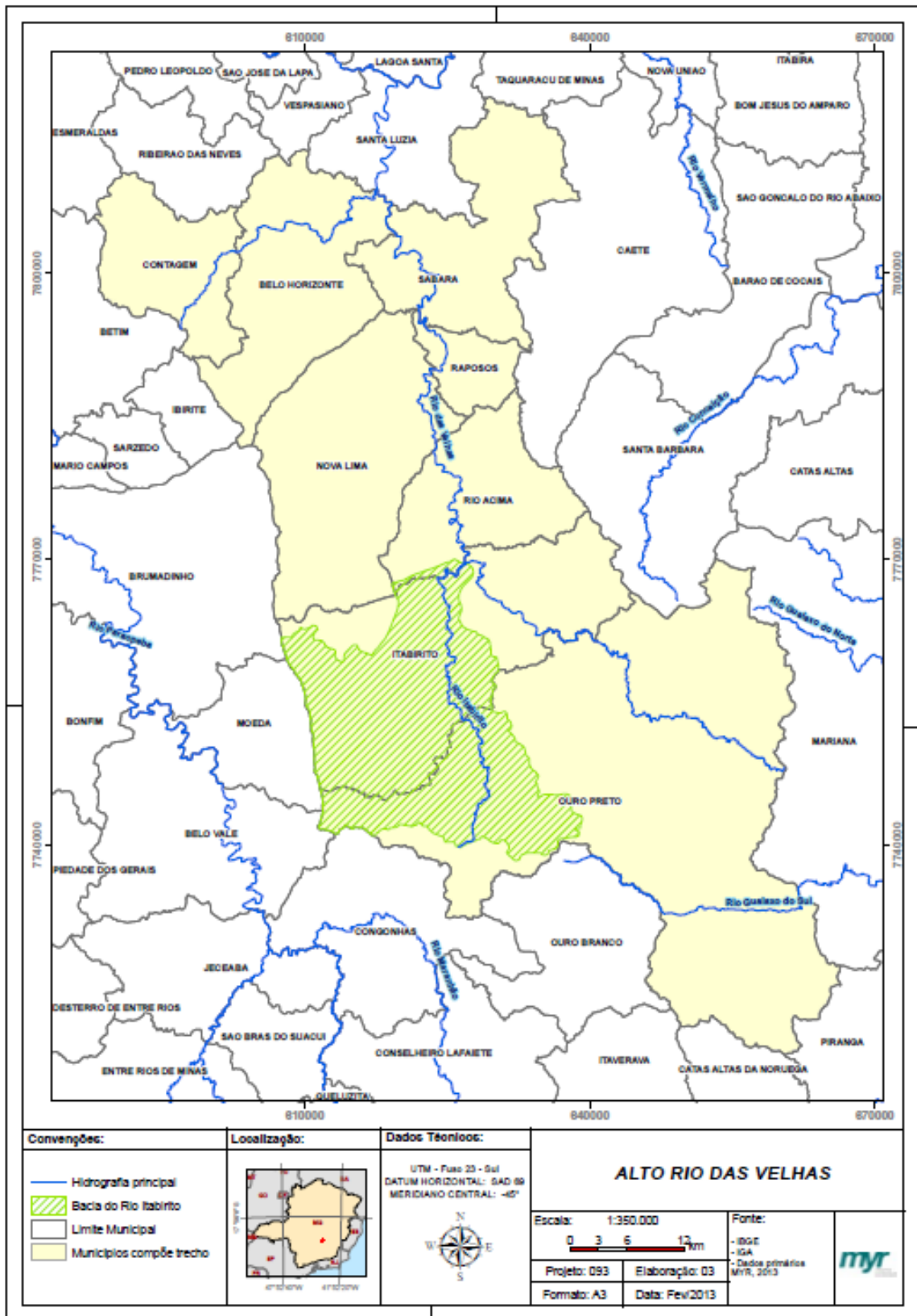


FIGURA 100. MAPA DA BACIA DO RIO ITABIRITO INSERIDA NO TRECHO ALTO RIO DAS VELHAS

## 7.2 METODOLOGIA

O entendimento do status conservacionista de uma determinada região é de suma importância para o planejamento e o desenvolvimento de ações que visam o estabelecimento, de forma parcimoniosa, entre as atividades humanas e a preservação ambiental. Um dos maiores entraves para o direcionamento de ações que busquem uma revitalização ou conservação de áreas importantes para o meio ambiente é a enorme carência de informações que direcionem um raciocínio de onde estão às prioridades de conservação e quais seriam as ações necessárias para a preservação destas áreas.

Para levantamento de dados secundários acerca do Meio Socioeconômico, foram consultados bancos de dados disponíveis para a região da Bacia do Rio Itabirito e revisores bibliográficos, tais como Scielo, Google Scholar e Periódicos Capes. Adicionalmente, serão consultadas as bases de Instituições no âmbito Municipal, Estadual e Federal como Fundação João Pinheiro, DATASUS, SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto, com finalidade de se obter dados atualizados sobre educação, saúde, demografia, atividades econômicas, indicadores de desenvolvimento e infraestrutura da Bacia do Rio Itabirito. Ainda, à estes dados, serão cruzadas informações geográficas a fim de serem espacializadas as informações coletadas, que sejam de valor relevante ao estudo. Para este fim, serão utilizadas as bases cartográficas disponibilizadas pelo IGAM e outras do IBGE, IEF e Ministério do Meio Ambiente (i3Geo).

Os dados referentes à influência antrópica na transformação da paisagem adotados neste estudo foram escolhidos em função do potencial de degradação e consumos de recursos naturais e do potencial de poluição. Considerando a estrutura e a situação socioeconômica nos territórios municipais, foram analisados:

- dados demográficos (população, distribuição rural/urbana, distribuição espacial das pessoas e domicílios, densidade demográfica);
- atividade econômica: indústria, comércio, agropecuária

- condições de vida: IDH-M – índice de desenvolvimento humano municipal e IMRS – índice mineiro de responsabilidade social; educação e saúde
- Infraestrutura: abastecimento, esgotamento, resíduos e energético.

Assim, os indicadores e informações apresentadas sobre o meio socioeconômico subsidiarão o norteamento e a construção de um cenário do status de conservação local e regional para a Bacia do Rio Itabirito e de um plano de ações para minimizar as pressões ambientais existentes.



### 7.3 DEMOGRAFIA

A análise da dinâmica populacional, através da identificação do volume, distribuição e concentração espacial, é fundamental para entender as pressões ambientais na Bacia do Itabirito, tendo por base principalmente a relação entre o número de habitantes de uma localidade e a sua capacidade de consumo de recursos naturais, bem como a capacidade de gerir os mesmos.

A análise da dinâmica populacional da Bacia do Rio das Velhas foi realizada através dos dados oficiais do IBGE, relativos aos Censos Demográficos de 1980 a 2010, no qual é possível verificar que população dessa região totaliza mais de 3 milhões de pessoas (Tabela 26). O trecho do Alto Rio das Velhas, historicamente, tem apresentado a maior população, no total de habitantes, dos municípios da bacia, tal fato pode ser explicado pelo dinamismo econômico dos municípios que compõem o trecho, notadamente Belo Horizonte e Contagem com a maior parcela da população.

Sendo que Belo Horizonte e Contagem abrigam quase 90% desse contingente. Os municípios da bacia do Itabirito tem uma população de aproximadamente 117 mil pessoas, considerando a população total dos municípios de Itabirito, Ouro Preto e Rio Acima<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Como já apresentado anteriormente a Bacia do Rio Itabirito abrange os municípios de Itabirito, Ouro Preto e Rio Acima, contudo os limites municipais são divergentes dos limites da bacia.

TABELA 26. POPULAÇÃO RESIDENTE NO TRECHO ALTO RIO DAS VELHAS - 2010

| MUNICÍPIOS      | POPULAÇÃO        | %             | ÁREA (km <sup>2</sup> ) |
|-----------------|------------------|---------------|-------------------------|
| Belo Horizonte  | 2.375.151        | 71,41         | 331,401                 |
| Contagem        | 603.442          | 18,14         | 195,268                 |
| Itabirito       | 45.449           | 1,37          | 542,609                 |
| Nova Lima       | 80.998           | 2,44          | 429,164                 |
| Ouro Preto      | 70.281           | 2,11          | 1245,865                |
| Raposos         | 15.342           | 0,46          | 72,068                  |
| Rio Acima       | 9.090            | 0,27          | 229,812                 |
| Sabará          | 126.269          | 3,80          | 302,173                 |
| <b>SUBTOTAL</b> | <b>3.326.022</b> | <b>100,00</b> | <b>3348,36</b>          |

Fonte: Censo, 2010 – IBGE.

Na análise dos anos de 1991, 2000 e 2010, Tabela 27, pode-se observar o incremento da população dessa região ao longo das ultimas décadas. O acréscimo populacional total dos municípios da Bacia do Rio das Velhas foi de 26%, 17% e 10% nos períodos 1980-1991, 1991-2000, 2000-2010, respectivamente. Ou seja, apesar do incremento absoluto na população nota-se uma tendência decrescente no ritmo.

TABELA 27. POPULAÇÃO RESIDENTE NA BACIA DO RIO DAS VELHAS

| POPULAÇÃO   |        | Alto      | Médio     | Baixo   | Total     |
|-------------|--------|-----------|-----------|---------|-----------|
| <b>1980</b> | Urbana | 2.222.238 | 395.981   | 107.695 | 2.725.914 |
|             | Rural  | 41.780    | 134.396   | 52.618  | 228.794   |
|             | Total  | 2.264.018 | 530.377   | 160.031 | 2.954.426 |
| <b>1991</b> | Urbana | 2.647.813 | 657.983   | 150.870 | 3.456.666 |
|             | Rural  | 79.989    | 161.031   | 46.878  | 287.898   |
|             | Total  | 2.727.802 | 819.014   | 197.748 | 3.744.564 |
| <b>2000</b> | Urbana | 3.059.153 | 1.015.842 | 167.373 | 4.242.368 |
|             | Rural  | 23.254    | 105.495   | 35.073  | 163.822   |
|             | Total  | 3.082.407 | 1.116.337 | 202.446 | 4.406.190 |
| <b>2010</b> | Urbana | 3.306.049 | 1.207.936 | 179.041 | 4.693.026 |
|             | Rural  | 19.973    | 93.765    | 31.420  | 145.158   |
|             | Total  | 3.326.022 | 1.301.701 | 210.461 | 4.838.184 |

Fonte: Censo, 2010 – IBGE.

No Alto Rio das Velhas a população urbana cresceu cerca de 19% de 1980 a 1991, 15% de 1991 a 2000 e 9% 2000 a 2010, indicando uma acentuada concentração

populacional nas zonas urbanas, decorrência da baixa oferta de trabalho no meio rural e uma alta nos setores secundário e terciário da economia.

As cidades são os palcos onde a concentração populacional vai gerar uma série de problemas como a ocupação de áreas de riscos, poluição, desmatamentos, entre outros impactos. De maneira geral, as pressões ambientais são diferenciadas pelo tipo de ocupação rural-urbana e afetam de forma direta a qualidade ambiental dos solos, da água e do ar.

Segundo o IBGE, a localização do domicílio pode ser rural ou urbana, definida por Lei Municipal em vigor a partir de 01 de abril de 2007, que classifica da seguinte forma:

Na situação urbana, consideram-se as pessoas e os domicílios recenseados nas áreas urbanizadas ou não, correspondentes às cidades (sedes municipais), às vilas (sedes distritais) ou às áreas urbanas isoladas. A situação rural abrange a população e os domicílios recenseados em toda a área situada fora dos limites urbanos, inclusive os aglomerados rurais de extensão urbana, os povoados e os núcleos (IBGE, 2007).

De acordo com o Plano Diretor Municipal de Itabirito, o município tem um adensamento urbano central que é o distrito sede, além de dois distritos que são Bação, e Acuruí. Já no território todo da Bacia do Rio Itabirito, pode-se observar as áreas urbanas como a sede de Itabirito, Engenheiro Correia e Santo Antônio do Leite, além de mais duas localidades, Córrego do Bração e Ribeirão do Biro. O distrito de Acuruí, em Itabirito, bem como as sedes de Ouro Preto e Rio Acima estão fora do limite da Bacia do Itabirito.

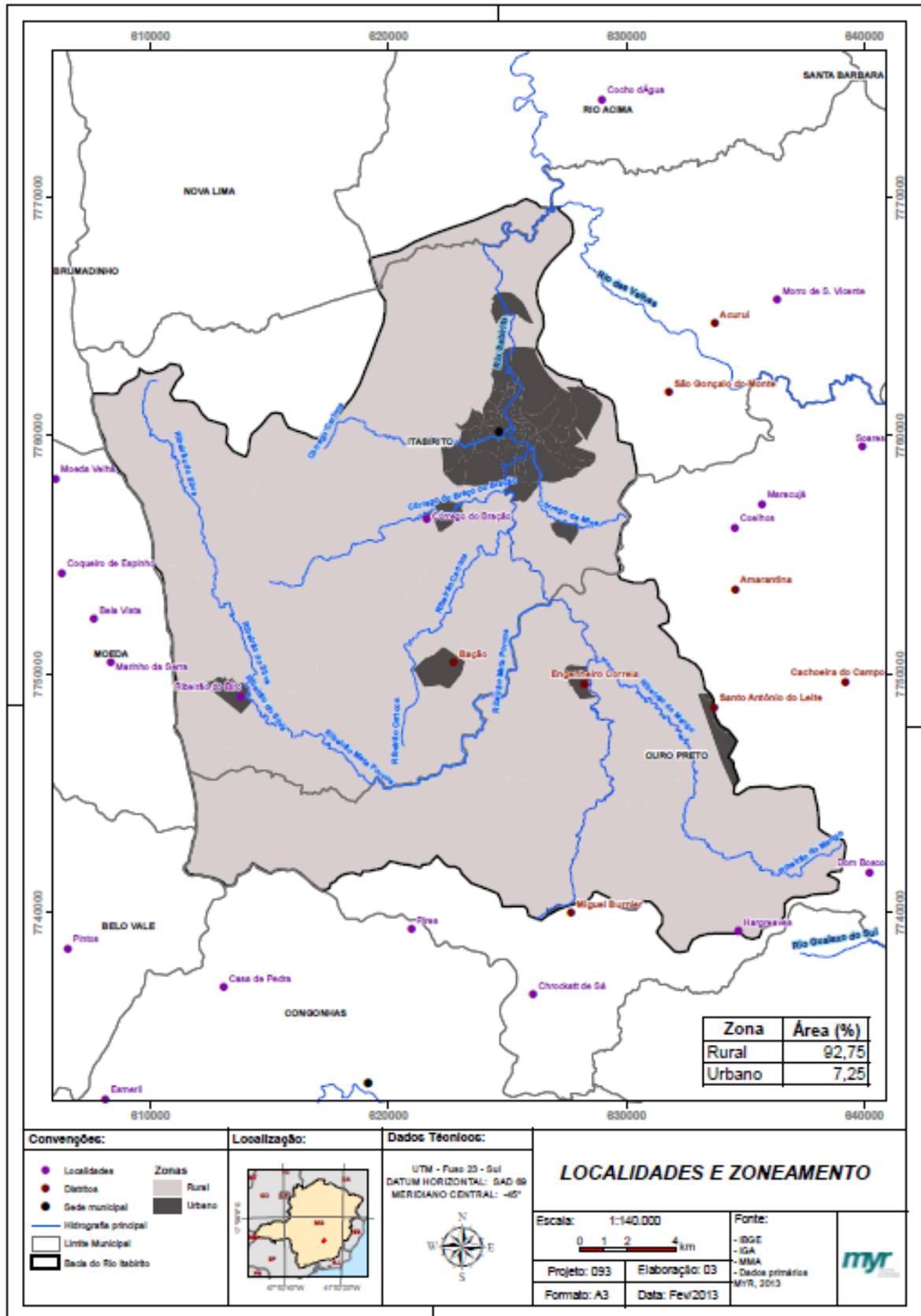


FIGURA 101. MAPA DE LOCALIDADES E ZONEAMENTO

De acordo com o censo de 2010, o grau de urbanização dos municípios pertencentes a bacia é bastante elevado, variando de 86,9% em Ouro Preto à 95,86% em Itabirito, indicando um adensamento populacional no espaço urbano como mostra tabela a seguir.

TABELA 28. POPULAÇÃO - 2010

| MUNICÍPIOS             | POPULAÇÃO |       |       |       |        |
|------------------------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                        | Urbano    | (%)   | Rural | (%)   | Total  |
| <b>Itabirito - MG</b>  | 43.566    | 95,86 | 1.883 | 4,14  | 45.449 |
| <b>Ouro Preto - MG</b> | 61.120    | 86,90 | 9.161 | 13,10 | 70.281 |
| <b>Rio Acima - MG</b>  | 7.944     | 87,40 | 1.146 | 12,60 | 9.090  |

Fonte: Censo, 2010 – IBGE.

Em contrapartida, a maior parcela do território da Bacia insere-se na zona rural com 92,75% ante a 7,25% na zona urbana. Isso indica que há um grande adensamento no espaço urbano, por conseguinte requer uma atenção para estes núcleos urbanos com relação à forma de destino do esgoto e resíduos, principalmente o doméstico, bem como a ocupação de áreas irregulares, sobretudo perto dos cursos d'água. Com a população em área rural as preocupações são mais relacionadas às atividades econômicas desenvolvidas e o uso da água.

A partir dos setores censitários conseguimos selecionar algumas informações de população e domicílios, apenas para a área da Bacia do Itabirito e não mais para os municípios, como pode ser observada na Tabela 29.

TABELA 29. PESSOAS RESIDENTES E DOMICÍLIOS NOS SETORES CENSITÁRIOS NA BACIA DO ITABIRITO - 2010

| Município         | Nº de Pessoas Residentes | Nº de Domicílios |
|-------------------|--------------------------|------------------|
| <b>Itabirito</b>  | 45354                    | 15564            |
| <b>Ouro Preto</b> | 4032                     | 2031             |
| <b>Rio Acima</b>  | 123                      | 76               |
| <b>Total</b>      | 45354                    | 17671            |

Fonte: Censo, 2010 – IBGE.



A distribuição da população residente dentro da área da bacia evidencia variações espaciais e a concentração da população, com setores mais populosos e outros pouco habitados, como se pode observar nos mapas de pessoas residentes e domicílios por setor censitário dentro da Bacia do Itabirito. As áreas com o maior número de residentes coincidem com o núcleo central de Itabirito e na porção sudoeste da bacia.

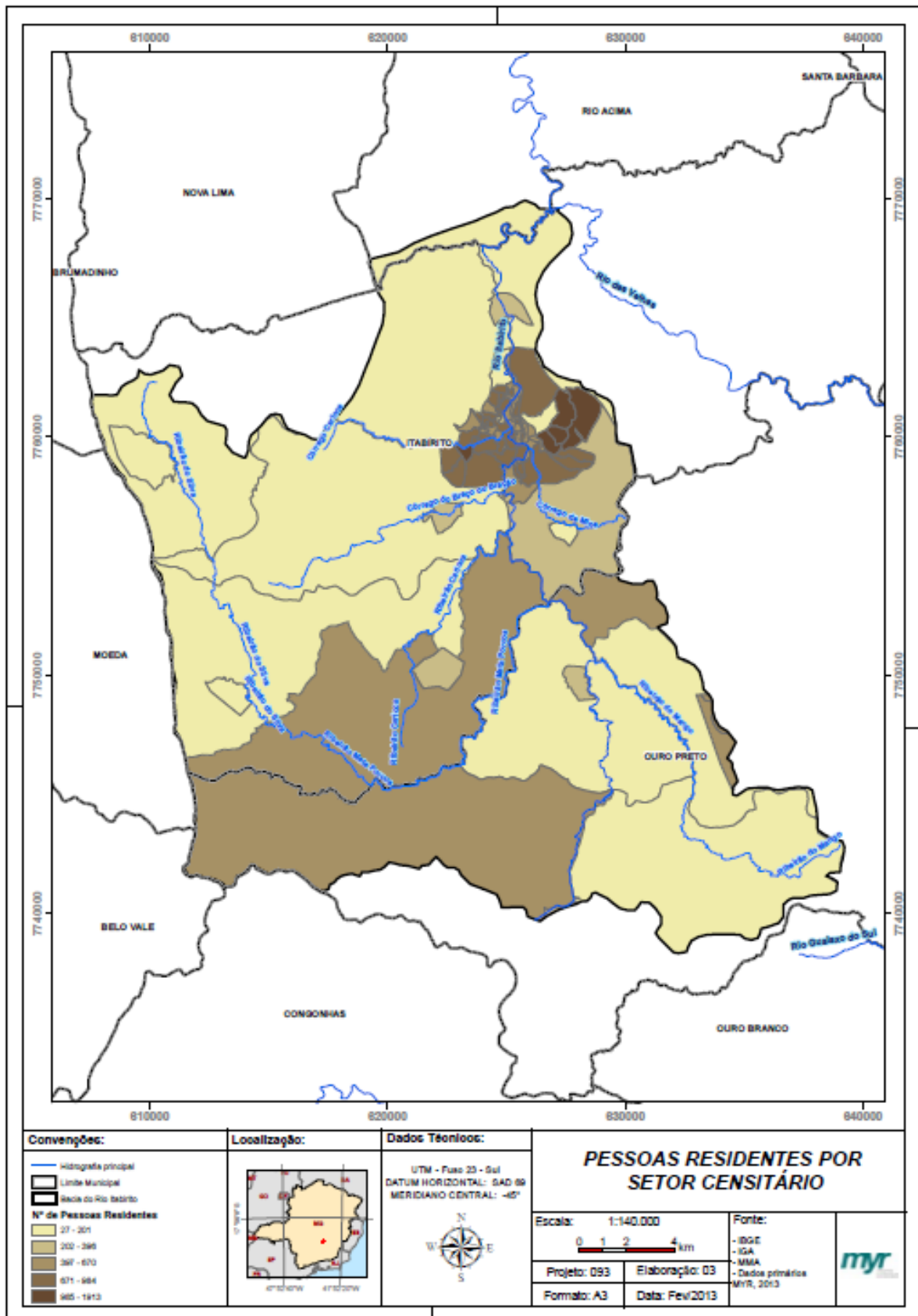


FIGURA 102. MAPA DE PESSOAS RESIDENTES POR SETOR CENSITARIO

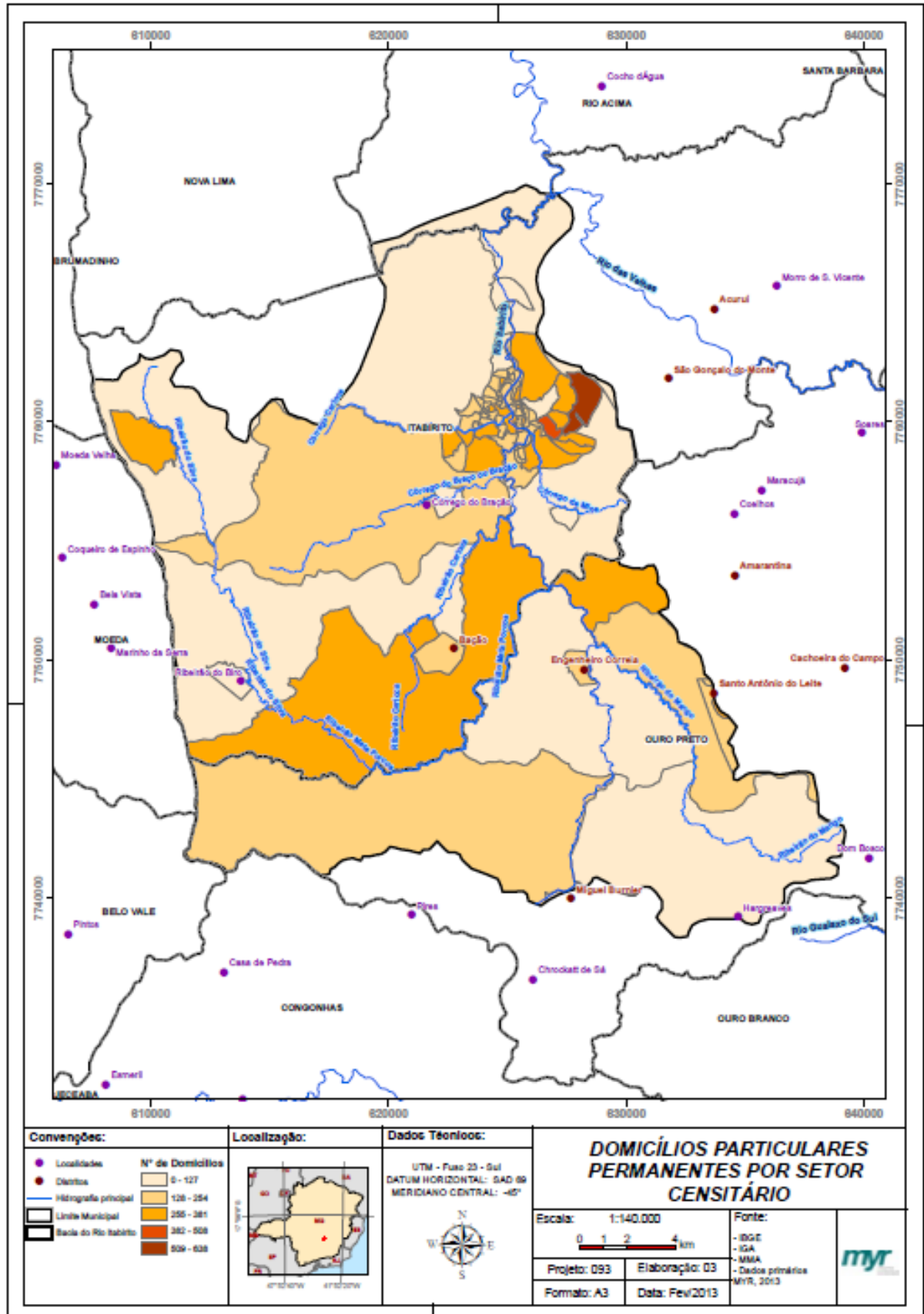


FIGURA 103. MAPA DE DOMICILIOS PARTICULARES POR SETOR  
CENSITARIO

A densidade demográfica representa a quantidade de indivíduos por unidade espacial. Considera-se que, principalmente no Brasil, pelo contexto da deficiência na implementação de políticas públicas ambientais, essa informação tenha ligação direta com a pressão sobre a qualidade ambiental, principalmente no que concerne ao saneamento de áreas urbanas (Carvalho *et. al.*, 2011).

Analisando concentração da população em relação ao território ocupado, percebe-se claramente o adensamento associado aos núcleos urbanos. As maiores taxas encontram-se no distrito central de Itabirito, com uma densidade variando de 12,01 à 269,19 hab/km<sup>2</sup> enquanto as menores taxas se inserem na zona rural com uma densidade variando de 0,02 à 12 hab/km<sup>2</sup>. Alguns setores populosos em termos numéricos (população residente) têm uma menor densidade, resultado possível pelo tamanho dos setores áreas que ocupam.



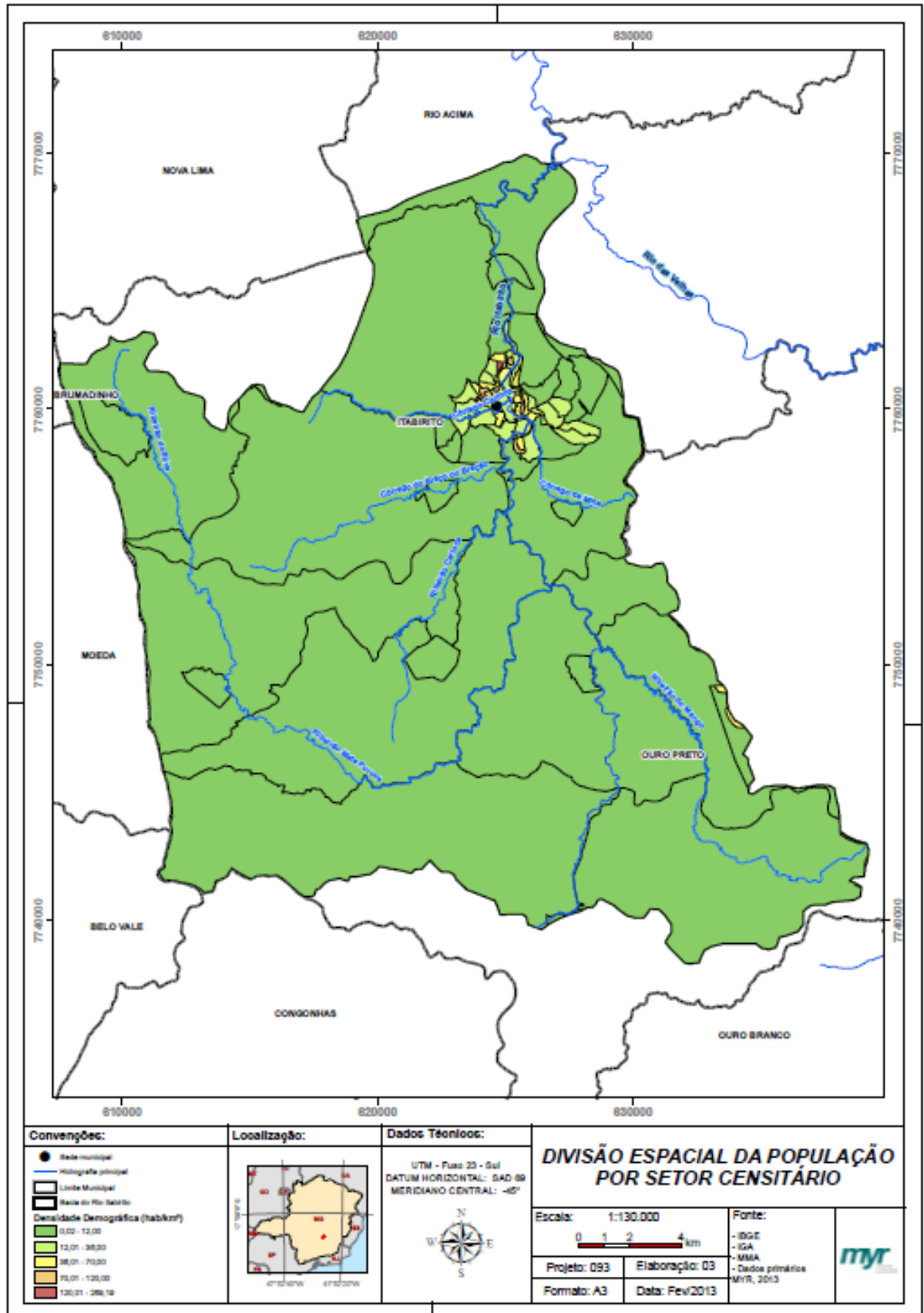


FIGURA 104. DIVISÃO ESPACIAL DA POPULAÇÃO POR SETOR CENSITARIO

## 7.4 ATIVIDADES ECONÔMICAS

A análise das atividades econômicas predominantes dentro dos limites da Bacia do Itabirito é fundamental para identificar as pressões ambientais possíveis, seja pela questão de grande demanda sobre o sistema de saneamento urbano (esgoto e resíduo), uso de defensivos e outros componentes químicos poluentes, seja pelo uso da água indiscriminado, etc.

As atividades econômicas desenvolvidas na Bacia do Rio Itabirito são diversificadas, e se dividem em três grandes seguimentos da economia. Dentre eles, o setor que mais emprega é o de serviços e comércio com contingente de 8.278 pessoas que corresponde 58,02% do total, o restante se divide em Indústria com 40,47% e por fim Agropecuário com 1,51%. Os dados computados são de 2000 por não ter disponível totalmente os dados do Censo de 2010.

TABELA 30. POPULAÇÃO OCUPADA POR SETOR - 2000

| Setores                                      | Nº de pessoas | %      |
|--|---------------|--------|
| Agropecuário, extração vegetal, caça e pesca | 216           | 1,51   |
| Indústria                                    | 5.774         | 40,47  |
| Comércio e Serviços                          | 8.278         | 58,02  |
| TOTAL  | 14.268        | 100,00 |

Fonte: Adaptação do Censo/IBGE - 2000

### 7.4.1 INDÚSTRIA

A Bacia do Rio Itabirito está inserida na porção central do Quadrilátero Ferrífero, este de grande relevância, com destaque para as jazidas de ferro, sobretudo de minério de ferro. A maior concentração da atividade mineraria (cor marrom) está na porção oeste da bacia como pode ser visto no mapa. (Figura 108)

Em Itabirito, tem-se a Vale (antiga Companhia Vale do Rio Doce), na qual atua no município desde a década de 1940, cuja intensa extração há várias décadas vem impactando e pressionando a qualidade ambiental da Bacia do Rio das Velhas.

Além dela, recentemente a Herculano Mineração firmou parceria com a Gerdau para exploração e comercialização do minério. Dessa forma uma das grandes pressões exercidas na bacia são os rejeitos provocados pela mineração, aumentando a turbidez da água. Outros minerais também são extraídos no município como ouro, manganês, caulim, areia industrial e outros, porém em menor escala.

FIGURA 105. ATIVIDADE MINERÁRIA NA ÁREA DA BACIA



Fonte: MYR, 2013

A indústria de transformação apresenta certa diversificação econômica, com empresas de beneficiamento do minério de ferro, siderurgia, de autopeças e dos ramos têxtil e alimentício.

---

## 7.4.2 COMÉRCIOS E SERVIÇOS

---

O setor de serviços é bem dinâmico na economia da bacia. Há um grande desenvolvimento no setor terciário, notável pela mineração, pela proximidade com a capital – Belo Horizonte e pela proximidade das tradicionais cidades turísticas.

Já o comércio é bem desenvolvido nos municípios de Itabirito e Ouro Preto, atraindo compradores da região. Uma peculiaridade de Itabirito é a tradição oferecer um comércio melhor e preços baixos se comparado as cidades históricas vizinhas.

FIGURA 106. AV. DOUTOR QUIEROZ JUNIOR - COMÉRCIO LOCAL EM ITABIRITO



Fonte: Google Street View, 2013

E a atividade turística é de extrema relevância na região por ter grandes cidades históricas na redondeza como Ouro Preto que é considerado pela Organização das Nações Unidas (ONU), Patrimônio Histórico e Cultural da Humanidade. Além das cidades históricas, toda a região faz parte do circuito Estrada Real conhecida



mundialmente, foi construída no século XVII com a finalidade de ligar a região do litoral carioca às regiões produtoras de ouro no interior de Minas Gerais.

FIGURA 107. MARCO DE LOCALIZAÇÃO DA ESTRADA REAL NO TERRITÓRIO DA BACIA DO ITABIRITO



Fonte: MYR, 2013

---

### 7.4.3 AGROPECUÁRIA

---

Outra atividade exercida na bacia são as atividades ligadas ao setor primário, com a agricultura e pecuária. A agropecuária exercida na região é caracterizada por ser agricultura familiar e de subsistência, com cerca de 80% das propriedades rurais ocupadas pelos próprios donos e não ultrapassam 50 ha. As atividades de destaque são criação de bovinos; lavoura permanente de laranja, banana e café, e lavoura temporária de feijão, milho e cana-de-açúcar. Essa atividade (cor amarela) está espalhada por grande parte da bacia, se concentra na porção centro-leste e pode ser identificado no mapa a seguir. (Figura 108)



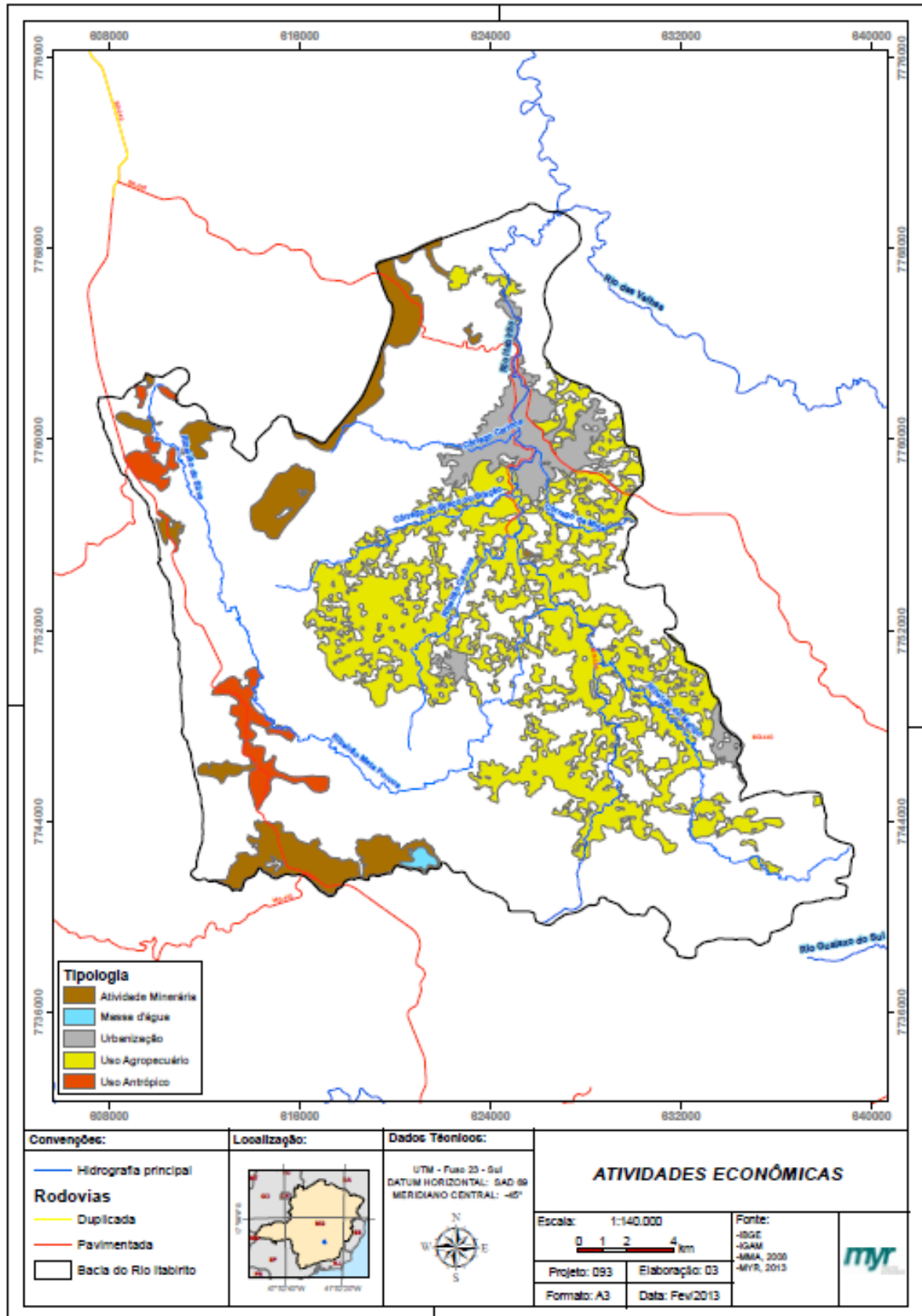


FIGURA 108. MAPA DE ATIVIDADES ECONÔMICAS

## 7.5 CONDIÇÕES DE VIDA

O Índice de Desenvolvimento Humano – IDH tem por objetivo analisar e comparar as condições de vida da população. O mesmo foi criado pela Organização das Nações Unidas – ONU, com uma escala de pontuação variando de 0,1 à 1,0, sendo que, quanto mais próximo o resultado estiver de 1,0, melhor a qualidade de vida do município.

Desde 2010, quando o Relatório de Desenvolvimento Humano completou 20 anos, novas metodologias foram incorporadas para o cálculo do IDH. Atualmente, os três pilares que constituem o IDH (saúde, educação e renda) são mensurados da seguinte forma (PNUD, 2013):

- *Uma vida longa e saudável (saúde) é medida pela expectativa de vida;*
- *O acesso ao conhecimento (educação) é medido por: i) média de anos de educação de adultos, que é o número médio de anos de educação recebidos durante a vida por pessoas a partir de 25 anos; e ii) a expectativa de anos de escolaridade para crianças na idade de iniciar a vida escolar, que é o número total de anos de escolaridade que um criança na idade de iniciar a vida escolar pode esperar receber se os padrões prevalecentes de taxas de matrículas específicas por idade permanecerem os mesmos durante a vida da criança;*
- *E o padrão de vida (renda) é medido pela Renda Nacional Bruta (RNB) per capita expressa em poder de paridade de compra (PPP) constante, em dólar, tendo 2005 como ano de referência.*

O Índice de Desenvolvimento Humano também é utilizado para aferir o nível de desenvolvimento humano em municípios, denominando-se IDH-Municipal ou IDH-M e, embora se concentrem na análise de três dimensões – educação, longevidade e renda, são capazes de mensurar em razão da correlação das questões sociais as condições de vida e qualidade ambiental de forma satisfatória.

TABELA 31. IDH - ANOS 1991 E 2000

| Município | IDH   |       | Longevidade |       | Educação |       | Renda |       |
|-----------|-------|-------|-------------|-------|----------|-------|-------|-------|
|           | 1991  | 2000  | 1991        | 2000  | 1991     | 2000  | 1991  | 2000  |
| Itabirito | 0,727 | 0,786 | 0,722       | 0,756 | 0,809    | 0,907 | 0,649 | 0,696 |
| Média MG  | 0,697 | 0,773 | 0,689       | 0,759 | 0,751    | 0,850 | 0,652 | 0,711 |

Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano – FJP, 2011

Considerando os índices do município de Itabirito no período analisado, o IDH cresceu 8,12% e considerando as variáveis separadamente, podemos destacar a educação com um aumento de 54,7%, seguida pela renda, com 26,3% e por último a longevidade com 19%.

O IDH-M de Itabirito é de 0,733 em 2000, e é considerado médio desenvolvido de acordo com a classificação da Organização das Nações Unidas – ONU. Em comparação com os municípios de Minas Gerais, Itabirito está na 86ª posição – dado do censo de 2000, por ainda não estar disponível as informações do censo de 2010.

Apesar de ser um ótimo indicador das condições de vida de maneira geral, o IDH-M ainda não foi atualizado com os dados de 2010. Dessa forma, optou-se por analisar o Índice Mineiro de Responsabilidade Social - IMRS, este que se aproxima do IDH, como citado a seguir:

*[...] contempla a base de todos os municípios mineiros e é baseado pela [...] Média ponderada dos subíndices referentes a sete dimensões cujos pesos estão entre parêntesis: Educação (20%); Saúde (20%); Segurança Pública (10%); Meio Ambiente e Habitação (10%); Cultura, Esporte e Lazer (10%); Renda e Emprego (15%); e Finanças Municipais (15%). Este índice, assim como seus subíndices, foram calculados para os anos de 2000, 2002, 2004, e 2006. Para 2008 a metodologia de cálculo foi alterada. O índice pode variar de 0 a 1, valores que representam, respectivamente, a pior e a melhor situação [...] como o IDH.*

(Fundação João Pinheiro, 2011)

O IMRS apresenta como fontes principais os registros administrativos que tem a vantagem de ter periodicidade curta, possibilitando a construção de séries anuais. Os parâmetros para classificações e acompanhamento de desempenho dos municípios são os seguintes:

- IMRS entre 0 e 0,4 – pequena responsabilidade social;
- Entre 0,4 e 0,6 – regular;
- Entre 0,6 e 0,8 – moderada;
- Entre 0,8 e 1,0 – de grande responsabilidade social.

TABELA 32. ÍNDICES DOS MUNICÍPIOS DE ACORCO COM O IMRS DOS ANOS DE 2000 E 2008

| MUNICÍPIO  | Itabirito |       | Ouro Preto |       | Rio Acima |       |
|--|-----------|-------|------------|-------|-----------|-------|
|  | 2000      | 2008  | 2000       | 2008  | 2000      | 2008  |
| IMRS (Índice Mineiro de Responsabilidade Social) | 0,655     | 0,753 | 0,662      | 0,737 | 0,599     | 0,680 |
| IMRS - Saúde                                     | 0,472     | 0,744 | 0,478      | 0,757 | 0,606     | 0,661 |
| IMRS - Educação                                  | 0,628     | 0,620 | 0,644      | 0,647 | 0,577     | 0,606 |
| IMRS - Segurança Pública                         | 0,626     | 0,540 | 0,628      | 0,600 | 0,550     | 0,596 |
| IMRS - Meio Ambiente e Habitação                 | 0,543     | 0,903 | 0,449      | 0,657 | 0,588     | 0,723 |
| IMRS - Cultura e Esporte                         | 0,909     | 0,921 | 0,902      | 0,945 | 0,200     | 0,654 |
| IMRS - Renda e Emprego                           | 0,748     | 0,830 | 0,776      | 0,816 | 0,709     | 0,694 |
| IMRS - Finanças Municipais                       | 0,767     | 0,784 | 0,791      | 0,748 | 0,819     | 0,769 |

Fonte: Fundação João Pinheiro, 2013

De acordo com a TABELA 9, todos os três municípios tiveram uma melhora no Índice Mineiro de Responsabilidade Social, no período de 2000 e 2008, sendo Itabirito com uma variação aproximada de 14,97%, seguindo Rio Acima com 13,52% e por último Ouro Preto com 11,33%. Dentre os parâmetros, a maioria obteve uma melhora no período estudado, as maiores variações entre os parâmetros foram nos índices de saúde e meio ambiente e habitação.

### 7.5.1 RENDA

De acordo com a Fundação João Pinheiro, a Taxa Média Anual de Crescimento de todos os municípios inseridos na bacia no período analisado obteve um crescimento, sendo o de maior destaque o Rio Acima com 6,29%, em seguida Itabirito com 4,21% e por fim Ouro Preto com 4,05%. Já a Renda *per capita* de 2010, o município que obteve a maior renda foi Itabirito, em seguida Ouro Preto e Rio Acima. Por conseguinte, entre 2000 e 2010, todos os municípios que compõem a bacia apresentaram um aumento na renda *per capita*, destacando o município de Itabirito com a maior renda dentre os três.

TABELA 33. RENDA PER CAPITA - 2000 E 2010

| Município  | Renda Per Capita 2000 (R\$ de ago/2010) | Renda Per capita 2010 (R\$ ago/2010) | Taxa Média Anual de Crescimento 2000 a 2010 (%) |
|------------|---|--------------------------------------|---|
| Itabirito  | 492,28                                  | 743,33                               | 4,21  |
| Ouro Preto | 495,34                                  | 736,85                               | 4,05  |
| Rio Acima  | 357,51                                  | 657,72                               | 6,29  |

Fonte: Fundação João Pinheiro, 2010

### 7.5.2 EDUCAÇÃO

Baseando no sub-índice do IDH, à educação, as taxas de analfabetismo indicam uma queda da população de 15 anos ou maior em todos os municípios que compõem a Bacia do Rio Itabirito, entre 2000 e 2010. Em 2010, todos os espaços analisados apresentavam taxas de analfabetismo inferiores a 7,2% na faixa etária de escolarização obrigatória (10 a 14 anos). Minas Gerais, em comparação, registrava uma taxa de analfabetismo de 7,9% neste mesmo grupo etário.

TABELA 34. TAXA ANALFABETISMO DA POPULAÇÃO DE 15 ANOS OU MAIOR (%)

| Ano  | Itabirito | Ouro Preto | Rio Acima |
|------|-----------|------------|-----------|
| 2000 | 6,02      | 7,84       | 11,06     |
| 2010 | 4,00      | 5,02       | 7,16      |

Fonte: Fundação João Pinheiro, 2011

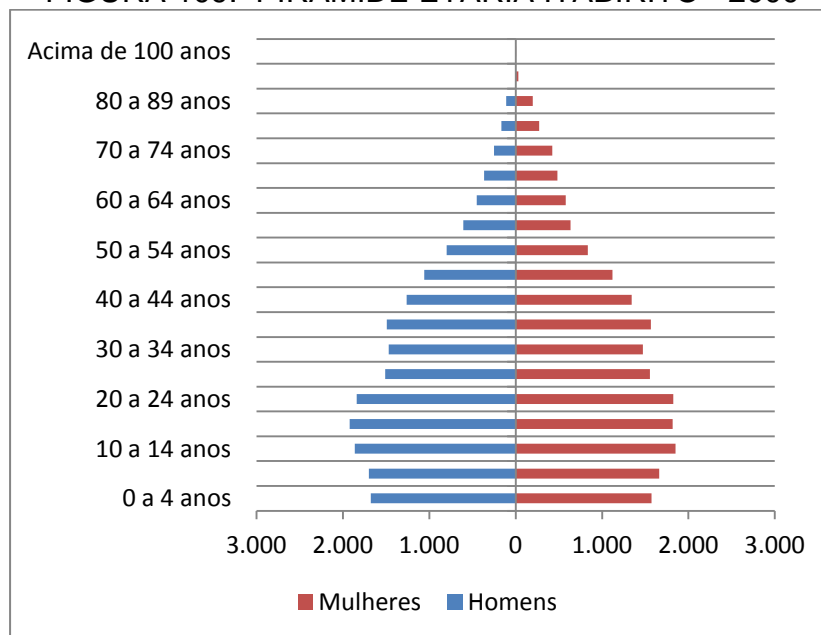


### 7.5.3 LONGEVIDADE

De acordo com o Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a média de vida do brasileiro aumentou para 74,08 anos em 2012. E ao longo dos anos a esperança de vida ao nascer do Brasil cresceu, em média, anualmente, em três meses e 29 dias. O ganho na última década foi maior para os homens 3,8 anos, contra 3,4 para as mulheres. Assim, um recém-nascido homem espera viver 70,6 anos e a mulher 77,7 anos.

A população do município de Itabirito de acordo com o censo de 2000 tem um perfil jovem e uma razão de sexo equilibrada como pode ser observado na pirâmide etária abaixo.

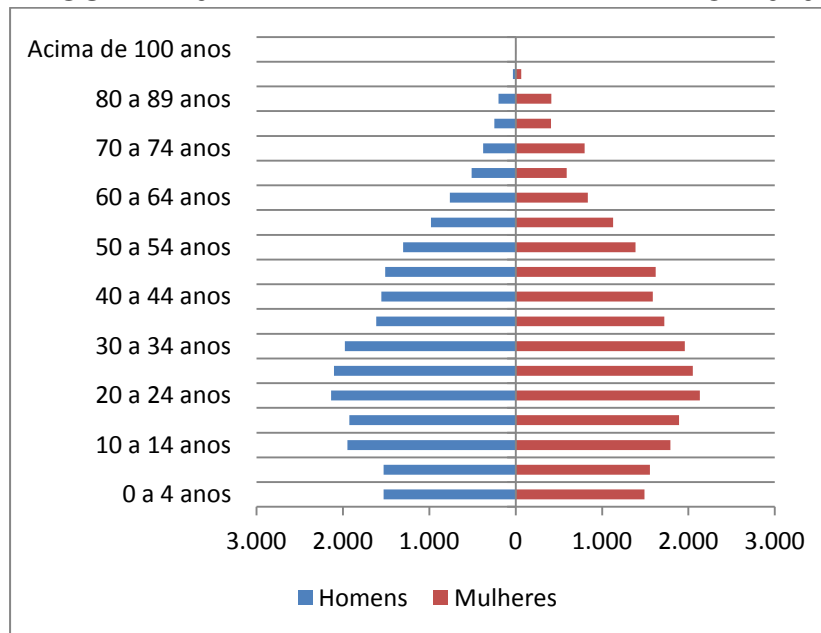
FIGURA 109. PIRÂMIDE ETÁRIA ITABIRITO - 2000



Fonte: IBGE, Censo 2000

Em 2010 pode-se observar uma continuidade de 2000, com um perfil jovem ainda bem marcante, com aumento da população adulta. Quanto à razão de sexo, observa-se que até a faixa de 50 a 54 anos manteve uma razão equilibrada, a partir da faixa de 54 a 59 anos a razão feminina teve um pequeno aumento se comparado ao masculino.

FIGURA 110. PIRÂMIDE ETÁRIA DE ITABIRITO- 2010



Fonte: IBGE, Censo 2010

## 7.6 EDUCAÇÃO

Atualmente estamos vivendo em um mundo que está passando por várias transformações, e os conceitos não estão sendo mais os mesmos. A era pós-industrial influenciou e continua influenciando no modo de vida da humanidade e essas transformações trás conseqüências que às vezes podem ser devastadoras e irreversíveis. As pressões que exercemos sob a natureza e seus elementos – água, ar, clima e vegetação são grandes e às vezes não percebemos o tanto que estamos “destruindo” o nosso planeta.

A atual legislação que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional (artigo 2º, da Lei Federal nº9.394) defende a educação como dever da família e do estado, inspirando nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. (BRASIL, 1996). Desta forma, a educação tem como papel orientar e conscientizar o cidadão.

Como complemento à educação normal, destaca-se a educação ambiental como um meio de acesso facilitado por contribuir, primordialmente, na sensibilização da coletividade sobre questões ambientais e na conscientização do seu papel em defesa da preservação, conservação e melhoria da qualidade do Meio Ambiente da importância de preservar o meio ambiente, colaborar para melhorar ou até mesmo acabar com os maus hábitos.

Baseado nos dados da prefeitura de Itabirito, no município existem instituições de ensino que se iniciam na pré-escola, perpassa por todos os níveis de ensino até o ensino superior. Os números relacionados ao sistema de educação de Itabirito pode ser visualizado na tabela a seguir.

TABELA 35. SISTEMA EDUCACIONAL DE ITABIRITO

| Tipo de Educação                  | Matriculas | Docentes | Instituições de Ensino |
|-----------------------------------|------------|----------|------------------------|
| Pré-Escola <sup>(6)</sup>         | 1139       | 94       | 27                     |
| Ensino Fundamental <sup>(1)</sup> | 7649       | 430      | 24                     |
| Ensino Médio <sup>(1)</sup>       | 1685       | 86       | 3                      |
| Ensino Superior <sup>(7)</sup>    | 674        | 54       | 2                      |

Fonte: Adaptação de MEDEIROS, 2009

De acordo com o Atlas do Desenvolvimento Humano, a taxa de alfabetização aumentou de 89,98 no ano de 1991 para 93,98% no ano de 2000. Isso indica que as pessoas estão buscando cada vez mais pelo conhecimento e alternativas para deixar a ignorância do conhecimento científico.

Com esse processo espera-se a formação de cidadãos com consciência crítica, quanto ao desenvolvimento da região e aos problemas ambientais. As metas principais perpassam por desenvolver atitudes voltadas para a valorização e

---

<sup>6</sup>Dados do ano de 2008 – IBGE Cidades

<sup>7</sup>Dados do ano de 2007 – IBGE Cidades

conservação dos recursos naturais, bem como para melhoria das condições de vida local, incentivando a participação individual e coletiva na gestão do uso sustentável e na conservação dos recursos naturais.

Desse modo, a meta a ser atingida é envolver a comunidade local, o poder público local e a sociedade civil em ações educativas relacionadas à preservação dos recursos naturais da região.

## 7.7 SAÚDE

De acordo com o Plano Diretor da Bacia do Rio das Velhas, a infraestrutura de serviços de saúde é bastante precária em toda a bacia. Porém no trecho Alto Rio das Velhas os municípios que compõe a Bacia do Rio Itabirito apresentam índices melhores se comparado aos da bacia do Velhas, devido a sua proximidade com a capital Belo Horizonte.

A Organização Mundial de Saúde – OMS estabelece como recomendável a proporção de 5 leitos para cada mil habitantes. Desta forma, os municípios do trecho Alto Rio das Velhas apresenta uma média de 3,79 leitos por mil habitantes, sendo Rio Acima com 6,95 leitos, Ouro Preto com 2,21 leitos e Itabirito com 2,20 leitos. No cômputo geral, a Bacia do Rio Itabirito está próximo ao da Bacia do Rio das Velhas que dispõe de 3,8 leitos para cada mil habitantes.

A tabela a seguir (Tabela 36), indica a proporção de internações por doenças de veiculação hídrica e doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado. Dentre as proporções houve uma queda das taxas no período de 2000 a 2010 em quase todos os municípios que compõem a Bacia do Rio Itabirito.

TABELA 36. PROPORÇÕES DE INTERNAÇÕES NOS MUNICÍPIOS DE ITABIRITO, OURO PRETO E RIO ACIMA – 2000 E 2010

| MUNICÍPIO  | PROPORÇÃO DE INTERNAÇÕES POR DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA (%) |      | PROPORÇÃO DE INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RELACIONADAS AO SANEAMENTO AMBIENTAL INADEQUADO (%) |      |
|------------|--|------|--|------|
|            | 2000   | 2010 | 2000   | 2010 |
| ITABIRITO  | 2,11   | 0,79 | 2,05   | 2,57 |
| OURO PRETO | 2,11   | 2,8  | 2,05   | 1,39 |
| RIO ACIMA  | 0,88   | 1,62 | 1,05   | 0,2  |

Fonte: Índice Mineiro de Responsabilidade Social, 2013

Com relação às unidades de saúde dos municípios da bacia têm-se quatro “categorias”, entre elas uma unidade no âmbito federal em Ouro Preto e uma estadual em Rio Acima, dentre o restante, pode-se observar em maior quantidade unidades de saúde municipal e privadas.

TABELA 37. ESTABELECIMENTO HOSPITALAR – 2009<sup>8</sup>

| Estabelecimento hospitalar |         |          |           |         |
|----------------------------|---------|----------|-----------|---------|
| Município                  | Federal | Estadual | Municipal | Privado |
| Itabirito                  | 0       | 0        | 20        | 16      |
| Ouro Preto                 | 1       | 0        | 36        | 32      |
| Rio Acima                  | 0       | 1        | 2         | 0       |

Fonte: IBGE, Assistência Médica Sanitária, 2009

No município de Itabirito, o atendimento à saúde é de responsabilidade do município e tem uma estruturação hierarquizada e descentralizada, regida pela Secretária Municipal de Saúde – SEMSA, e pelo Conselho Municipal de Saúde, estando classificada no Sistema Único de Saúde – SUS, como Gestão Plena de Atenção Básica. A rede ambulatorial da cidade conta com diversas unidades de

<sup>8</sup> Atribui-se zeros aos valores dos municípios onde não há ocorrência da variável ou onde, por arredondamento, os totais não atingem a unidade de medida.



atendimento, além de um hospital privado, Hospital São Vicente de Paula locado no bairro Praia e algumas clínicas particulares, todos voltados para o atendimento básico, e os casos mais graves são encaminhados para a capital, Belo Horizonte.

## 7.8 INFRAESTRUTURA

O processo de urbanização, geralmente de forma desordenada, gera pressão sobre o ambiente e a demanda por serviços públicos especialmente no que se refere ao abastecimento de água, esgotamento sanitário e lixo. Alguns aspectos da Bacia do Rio das Velhas podem ser observados a seguir.

TABELA 38. PORCENTAGEM DA POPULAÇÃO DO ALTO RIO DAS VELHAS COM ACESSO A ÁGUA - 2008

| MUNICÍPIOS     | Parcela da população (%) |
|----------------|--------------------------|
| Belo Horizonte | 100,00                   |
| Contagem       | 100,00                   |
| Itabirito      | 96,41                    |
| Nova Lima      | 100,00                   |
| Raposos        | 100,00                   |
| Rio Acima      | 97,82                    |
| Sabará         | 0,00*                    |
| Ouro Preto     | 99,33                    |

Fonte: IMRS, 2013

\* Sem dados do município

No que se refere ao acesso à água, grande parte da população dos municípios que pertence à bacia têm acesso a rede de água. De acordo com o Índice Mineiro de Responsabilidade Social, no ano de 2008 os municípios da bacia, Ouro Preto é o que tem a maior porcentagem com 99,33%, seguindo Rio Acima com 97,82% e por último Itabirito com 96,41% de sua população com acesso a rede de água tratada.

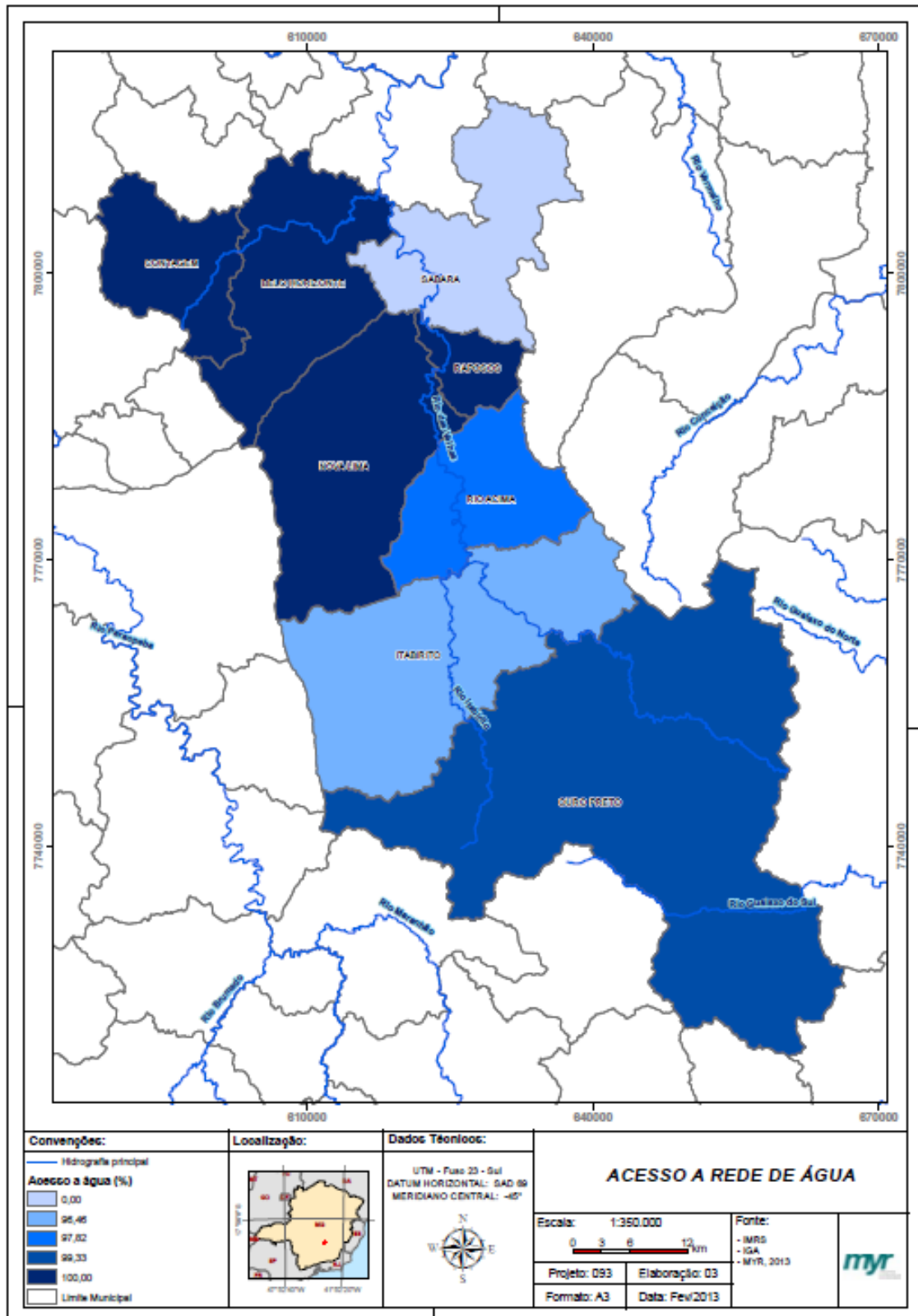
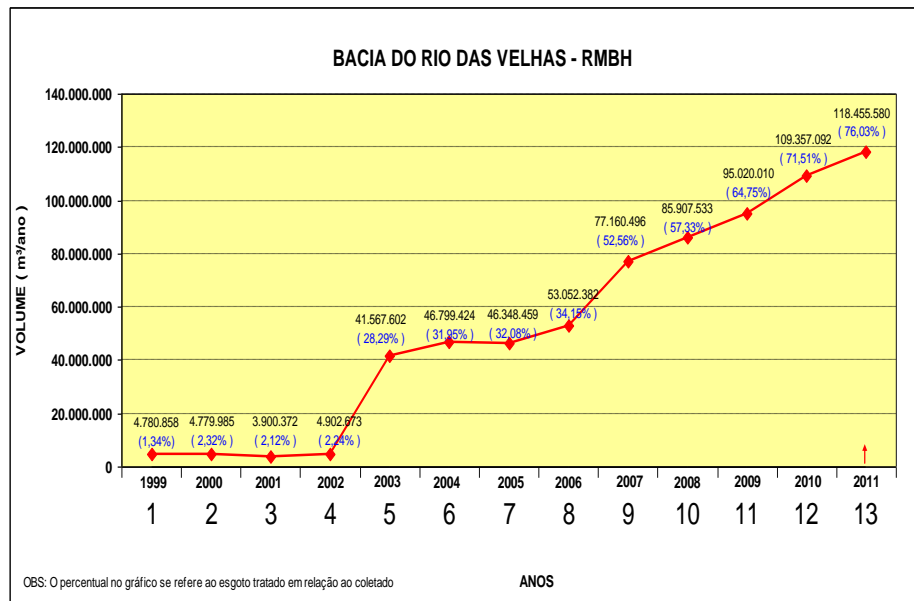


FIGURA 111. MAPA DE ACESSO A REDE DE ÁGUA

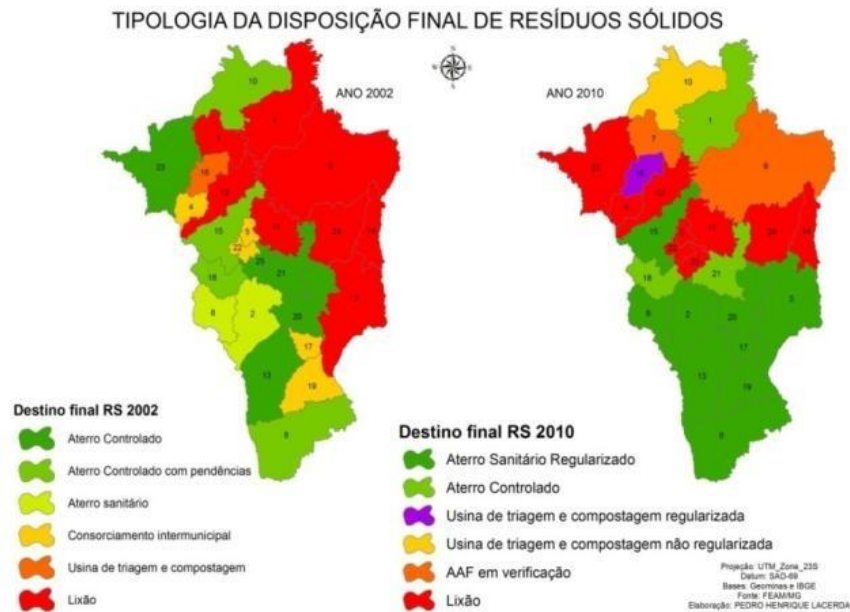
FIGURA 112. PERCENTUAL DE ESGOTO NA BACIA DO RIO DAS VELHAS NA RMBH - 1999 A 2011



FONTE: PROJETO MANUELZÃO

O tratamento dos esgotos foi uma das questões que mais evoluíram na bacia e que auxiliaram no processo de revitalização com a Meta 2010. Meta essa que consiste em um acordo entre o Projeto Manuelzão e o Governo de Minas Gerais, que propõe uma revitalização do Rio das Velhas no trecho que passa pela região metropolitana de Belo Horizonte até o ano de 2010.

FIGURA 113. TIPOLOGIA DA DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS



FONTE: FEAMIG

No que se refere à questão do resíduo sólido, embora tenha havido melhoras na coleta e destino final do lixo, ainda continua sendo um grande desafio para o poder público e a sociedade civil.

Na infraestrutura, destacaremos os municípios de Itabirito e Ouro Preto por compreenderem 60,82% e 37,96% respectivamente da área da bacia, ante 1,22% o município de Rio Acima.

### 7.8.1 SANEAMENTO BÁSICO

A questão do saneamento básico sempre se constituiu em um dos pontos mais discutidos quando o assunto volta-se para a saúde pública. Na busca de soluções para as questões voltadas para o esgotamento sanitário das cidades acabava-se pela indução de soluções para o saneamento dos cursos d'água, alterando sua condição original.

No entanto, até há pouco tempo às soluções apresentadas para os problemas dos cursos d'água em área urbana (deposição de lixo, lançamento de esgotos, dentre outros), voltavam-se para obras de engenharia na grande maioria cercadas de complexos sistemas de canalização que fechavam os canais alterando por definitivo sua condição original, além de modificar todo o ambiente do entorno. Estas soluções traziam consigo impactos futuros, às vezes complexos, que acabavam por acarretar em novas intervenções visto que, além de não preverem uma avaliação do ambiente em seu entorno, também desconsideravam fatores antrópicos voltados para os aspectos sociais das áreas.

Hoje a premissa é preservar os cursos d'água em leito natural, com o devido investimento em infraestrutura básica, de modo a optar-se por soluções ambientalmente sustentáveis. É adotar medidas em um determinado local, para melhorar a vida e a saúde dos habitantes impedindo que fatores físicos de efeitos nocivos possam prejudicar as pessoas no seu bem-estar físico mental e social.

Será elencado a seguir, o diagnóstico da Bacia do Rio Itabirito, com maior destaque no município de Itabirito, detalhando as questões ligadas a infraestrutura obtida a partir de dados secundários de banco de dados e por meio de vistorias técnicas.

---

#### 7.8.1.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA

---

- **Município de Itabirito**

No município de Itabirito o sistema de abastecimento público de água é realizado pelo Sistema Autônomo de Água e Esgoto – SAAE, autarquia municipal operante desde 1978.

A Estação de Tratamento de Água – ETA da sede do município de Itabirito, no ano de 2008, aumentou seu volume máximo de tratamento para 200 l/s, calculado para atender os próximos 20 anos.



Segundo informações do SAAE, o município possui 03 outorgas de captação de água em mananciais superficiais, as quais, juntas, lançam cerca de 160L/s na ETA para o tratamento convencional e posterior reservação e distribuição à população. As referidas captações são provenientes da barragem do Córrego Seco (50 l/s), barragem do Córrego do Bração (82 l/s) e Barraginha (28 l/s).

No Córrego Seco a água é captada e chega através da gravidade por meio de adutoras (tubulações) à Estação de Tratamento de Água (ETA), já a do Córrego do Bração, ela chega até à Estação Elevatória de Água Bruta (no Chifrão), através da gravidade, sendo bombeada para a ETA.

FIGURA 114. PONTOS DE CAPTAÇÃO NO MUNICÍPIO DE ITABIRITO, (A) CÓRREGO DO BAÇÃO; (B) CÓRREGO SECO E (C) BARRAGINHA.



(A)

(B)



(C)

FONTE: SAAE-ITABIRITO, 2013.

O sistema operacional conta com uma rede automatizada de monitoramento altamente sofisticada propiciando total controle das unidades de tratamento, reservação e elevação de água. Após todas essas etapas, a água é bombeada para os vinte reservatórios existentes em vários pontos da cidade e distribuída para a população.

O Distrito de Acuruí conta com uma ETA compacta, de vazão 5L/s, onde a água é tratada, reservada e distribuída com os mesmos padrões de potabilidade existentes na sede, atendendo desta forma à portaria 518/2004 do MS. A água captada que abastece a ETA é proveniente do Córrego Tijuco.

São Gonçalo do Bração conta com três poços artesianos de onde a água é captada no subsolo e bombeada para dois reservatórios, a seguir, passa por um sistema de desinfecção e, posteriormente é distribuída para a população.

A comunidade do Córrego do Bração recebe água tratada bombeada da ETA da sede para um reservatório de 50.000 (cinquenta mil) litros que atende por gravidade toda a população.

Para garantir a qualidade da água distribuída à população da sede, e dos distritos, a autarquia municipal conta com dois laboratórios (físico-químico e microbiológico) para a realização das análises. Além dos laboratórios próprios, a Autarquia conta com laboratórios terceirizados, para assegurar o cumprimento das exigências da Portaria 518/2004 do MS na sua totalidade, que estabelece padrões de potabilidade da água para o consumo humano.

- **Ouro Preto**

No município de Ouro Preto o sistema de abastecimento público de água é realizado pelo Serviço Municipal de Água e Esgoto – SEMAE, autarquia municipal operante desde 2005.

Atualmente, o SEMAE possui 6 Estações de Tratamento de Água: ETA do Itacolomi, ETA do Jardim Botânico, ETA de Antônio Pereira, ETA do Vila Alegre, ETA do Funil e ETA de Amarantina, todas operam com o chamado “sistema convencional” – que realiza as etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção da água. De acordo com a autarquia e em cumprimento à legislação vigente, *portaria 2914 de 12/12/2011* que “*Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.*” do Ministério da Saúde, o Semae acompanha a qualidade de água em sua rede de distribuição, coleta e analisa em média de 360 amostras de cada parâmetro mensalmente.

Segundo informações do SEMAE, o município elaborou um plano de amostragem da sede do Município, dividindo o abastecimento deste território em dois grandes sistemas, sendo a Estação de Tratamento de Água do Itacolomi (vazão de 70 l/s) e do Jardim Botânico (vazão 50 l/s), uma vez que as fontes subterrâneas existentes possuem uma vazão baixa e suas águas se misturam nas redes desses existentes maiores que constituem de fontes superficiais.

Para garantir a qualidade da água distribuída à população de todo o município, a autarquia municipal prevê a implantação em curto prazo de outras três estações de tratamento de água, localizadas em Lavras Novas, Mota e outra na sede do município, sendo todas em fase de elaboração de projetos.

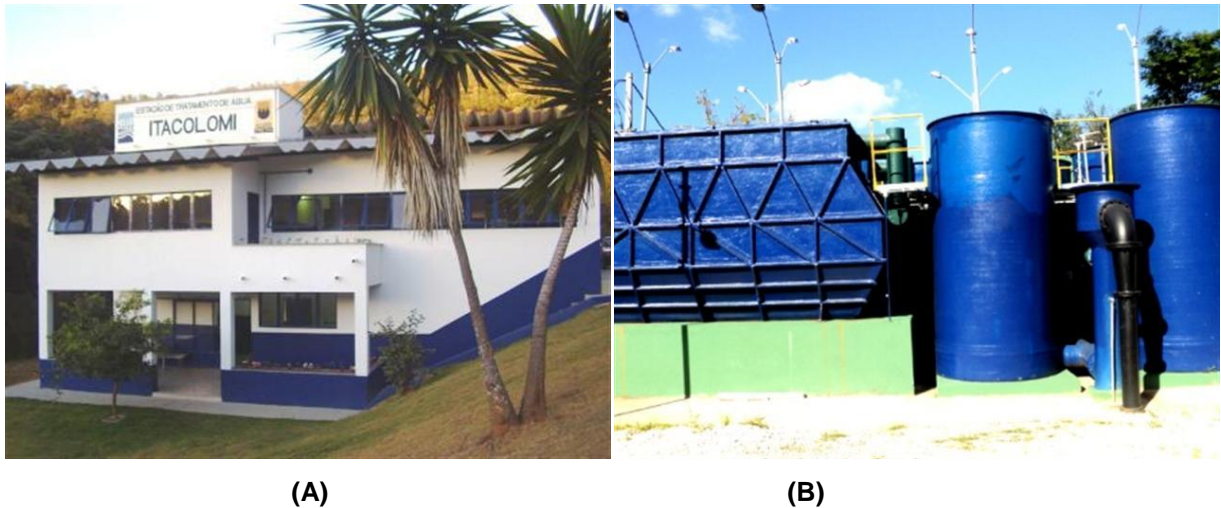


FIGURA 115. ALGUMAS ETAS NO MUNICÍPIO DE OURO PRETO, (A) ETA ITACOLOMI; (B) ETA JARDIM BOTÂNICO. FONTE: SEMAE-OURO PRETO, 2013.

---

#### 7.8.1.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

---

- **Município de Itabirito**

O Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Itabirito – SAAE – foi criado seguindo um planejamento para o sistema público de esgotamento sanitário para toda a sede urbana do município de Itabirito.

Atualmente, como incremento do sistema de esgotamento sanitário da sede do município, está em fase final de construção aproximadamente 20 km de interceptores de esgotos, cinco estações elevatórias e uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) que correspondem à primeira etapa da obra projetada, utilizando recursos do PAC I do Governo Federal, no valor de R\$ 16.846.257,26 (dezesseis milhões, oitocentos e quarenta e seis mil, duzentos e cinquenta e sete reais e vinte e seis centavos).

A segunda etapa, que contempla a construção de interceptores em bairros mais populosos, ligações domiciliares e ampliação da ETE, está em fase de captação de



recursos em pleitos junto ao Ministério das Cidades, com valor estimado em R\$ 10 (dez) milhões.

Os sistemas de coleta e tratamento dos esgotos sanitários serão responsáveis por coletar e tratar, nessa primeira etapa, 60% (sessenta por cento) dos esgotos sanitários gerados na sede de Itabirito, com a eficiência de tratamento acima de 80% (oitenta por cento). O lançamento do efluente tratado será feito no Rio Itabirito.

Diante dessa nova realidade, com expectativa de melhoria da qualidade das águas e da vida dos cidadãos, torna-se necessário a implantação de projetos de educação sanitária para fomentar as boas práticas do uso dos esgotos sanitários pela população. Para viabilizar a operação dos sistemas de coleta e tratamento dos esgotos -- operação de alto custo, por exigir pessoal qualificado e várias unidades de bombeamento com grande consumo de energia elétrica - haverá a necessidade, de acordo com estudos realizados, da readequação das tarifas de serviços do SAAE.

Visando estabelecer o sistema de concepção proposto no projeto de tratamento dos esgotos - separação absoluta, em que não se admite interferências de águas de chuvas nas redes de esgoto e vice versa - o SAAE desenvolve o Projeto Caça Esgoto, o qual tem como objetivo a eliminação dos lançamentos das águas pluviais nas redes de esgoto.

- **Ouro Preto**

O Serviço Municipal de Água e Esgoto – SEMAE – foi criado seguindo um planejamento para o sistema público de esgotamento sanitário para toda a sede urbana do município de Ouro Preto.

Os sistemas de coleta e tratamento dos esgotos sanitários compreendem em duas Estações de Tratamento de Esgoto – ETEs que são responsáveis por coletar e tratar o esgoto do município.



Para resolver o problema da destinação do esgoto, a autarquia criou um projeto de Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), com o objetivo de proporcionar à população uma significativa melhoria na qualidade de vida e recuperar os cursos d'água que cortam a cidade. Dessa forma, em 2010 iniciou uma das maiores obras já planejadas com o intuito de implantar coletores e interceptores de esgoto por toda a cidade, e construir mais uma estação de tratamento de esgoto, ETE sede.

Além da implantação de redes coletoras, ramais de interligação predial e poços de visitas, foi construída também uma Estação Elevatória de Esgotos no bairro São Sebastião, com a finalidade de transpor o esgoto que correria para a Bacia do Rio das Velhas para a ETE em construção.

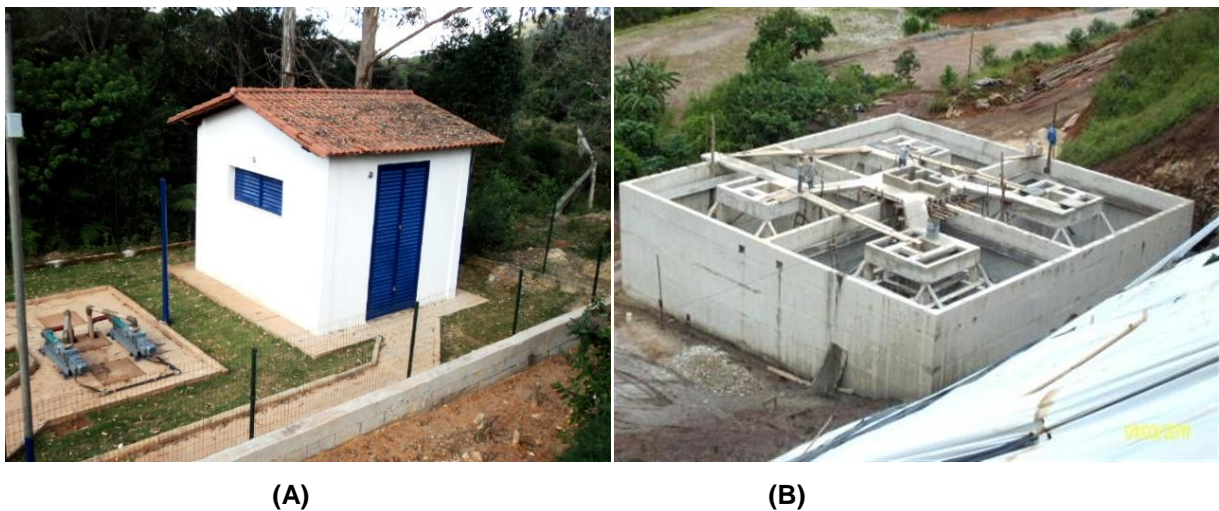


FIGURA 116. (A) ESTAÇÃO ELEVATÓRIA SÃO SEBASTIÃO; (B) ETE SEDE EM CONSTRUÇÃO. FONTE: SEMAE-OURO PRETO, 2013.

A ETE São Bartolomeu foi inaugurada em 2008 e está localizada a montante no Rio das Velhas. Dessa forma o Semaec está minimizando o impacto evitando que a cabeceira do Rio das Velhas receba cargas de matérias orgânicas.

FIGURA 117. ETE SÃO BARTOLOMEU.



FONTE: SEMAE-OURO PRETO, 2013

Diante dessa nova realidade, com expectativa de melhoria da qualidade das águas e da vida dos cidadãos, torna-se necessário a implantação de projetos de educação sanitária para fomentar as boas práticas do uso dos esgotos sanitários pela população.

---

### 7.8.1.3 RESÍDUOS SÓLIDOS

---

- **Município de Itabirito**

Segundo José de Oliveira Almeida Junior, que é o responsável pelo Aterro Sanitário informou que a cidade de Itabirito apresenta como forma de acondicionamento do resíduo sólido um Aterro Sanitário. Este aterro foi inaugurado em 22 de outubro de 2006 e está localizado à margem da Rodovia dos Inconfidentes, km 47, ocupa uma área de 26,8 hectares e tem por finalidade dispor e tratar os resíduos sólidos gerados no município.

O aterro é dividido da seguinte forma: sede administrativa, balança, área de aterramento de resíduos sólidos domiciliares/comerciais, lagoas de tratamento do chorume e queimadores de gases.

O Aterro Sanitário de Itabirito possui LO (Licença de Operação), concedida pelo COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental, essa licença credencia Itabirito a receber parcela do ICMS Ecológico do Estado de Minas Gerais.

José de Oliveira Almeida Junior, informou que a coleta dos resíduos foi terceirizada pela prefeitura e o responsável por essa coleta é Ápia Engenharia (Foto 18 do ANEXO XI). A coleta ocorre de segunda a sábado, porém o aterro não recebe a parcela inerte dos resíduos sólidos produzidos no município, pois eles são utilizados para recuperação de voçorocas. A quantidade de resíduos recebida gira em torno de 23 a 25 toneladas/dia que passa por uma inspeção visual para ter noção do tipo de resíduo que chega ao Aterro.

Quanto ao resíduo hospitalar, a Ápia Engenharia efetua a coleta as segundas, quartas e sextas-feiras e destina-os para a empresa Oxigás, localizada no município de Contagem, onde ele é incinerado.

- **Ouro Preto**

O município de Ouro Preto que apresenta como forma de acondicionamento do resíduo sólido um Aterro controlado, esse, porém com a má administração acabou se tornando um lixão. Segundo denuncia do vereador Chiquinho de Assis, a situação é de emergência e o aterro já não pode mais ser controlado, uma vez que a prática ali está causando riscos à saúde pública com sério impacto ambiental.

Dessa forma, a disposição inadequada do lixo causa poluição do solo, das águas e do ar, além de propiciar a proliferação de vetores de doenças por atrair animais transmissores de doenças como a raiva, meningite, leptospirose e entre outras.

---

## 7.8.2 ENERGIA ELETRICA

---

Em Itabirito e Ouro Preto a concessionária responsável pelo fornecimento de energia elétrica é a Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG. Sendo que em Ouro Preto 100% da população são abastecidos por energia elétrica, já em Itabirito o fornecimento é 99,10% na zona urbana e 45,35% na zona rural.

## 7.9 PLANO DIRETOR URBANÍSTICO

Para a elaboração de um plano setorial é necessário um levantamento prévio dos estudos e planos recentes. A categoria de projetos de Planos Urbanísticos é muito importante para o presente projeto. Dentre os planos urbanísticos o fundamental é o Plano Diretor por ser uma síntese das diretrizes de desenvolvimento urbano.

O Plano Diretor é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana. Conforme definido pela Constituição brasileira ele tem como objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade, e garantir o bem estar de seus habitantes.

Para alcançar esse objetivo o Plano Diretor de Itabirito trata de diversos assuntos, entre os quais podemos citar aqueles que apresentam maior interferência com o objeto do presente estudo:

- os padrões de utilização dos recursos naturais: solo, água, ar;
- a localização preferencial das atividades produtivas;
- as áreas públicas (sistema viário e áreas livres);
- os elementos do meio ambiente a serem preservados;
- as áreas para atividades rurais;

- gerar recursos para o abastecimento da demanda de infra-estrutura e de serviços públicos.

O Plano Diretor visa o desenvolvimento sustentável da Zona Urbana do Distrito Sede de Itabirito, onde o Poder Público Municipal deverá estruturar e articular suas ações, tomando como referência territorial Unidades de Planejamento – UP, apresentadas no Mapa I, objetivando reduzir as desigualdades regionais na sede municipal. Os planos setoriais, assim como os programas e projetos que compõem as Políticas Públicas Municipais deverão adotar as UP como base territorial de planejamento.

A Zona Urbana do Distrito Sede de Itabirito está dividida nas seguintes unidades:

- I- UP Bela Vista;
- II- UP Carioca;
- III- UP Central;
- IV- UP Chancudo;
- V- UP Esperança;
- VI- UP Monte Sinai;
- VII- UP Núcleo Histórico;
- VIII- UP Padre Adelmo;
- IX- UP Quintas dos Incofidentes;
- X- UP Santa Efigênia;
- XI- UP Vila Gonçalo.

---

#### 7.9.1 LEI DE PARCELAMENTO – USO/Ocupação DO SOLO DE ITABIRITO

---

O solo urbano do município de Itabirito, segundo o Plano Diretor, será dividido nas seguintes zonas e áreas:

- I- Zonas Especiais de Interesse Histórico – ZEIH;
- II- Zonas de Uso Misto – ZUM;



- III- Zonas de Adensamento Restrito – ZAR;
- IV- Zonas de Atividades Econômicas – ZAE;
- V- Zonas de Proteção Ambiental – ZPA;
- VI- Zonas de Expansão Urbana – ZEU;
- VII- Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS;
- VIII- Zonas Especiais de Interesse Urbano-Ambiental – ZEIUA;
- IX- Áreas Especiais de Implantações viárias – AEIV;
- X- Áreas Urbanas Especiais – URBE.

O controle da ocupação e uso do solo nas Zonas Especiais de Interesse Histórico – ZEIH, tem como objetivo a salvaguarda dos núcleos histórico, suas edificações, ruas e vistas urbanas, integrando os valores da cidade antiga às funções urbanas atuais, preservando o valor do conjunto.

As Zonas de Uso Misto – ZUM, correspondem às áreas aptas à ocupação urbana diversificada na Sede Municipal de Itabirito e na sede do distrito de Bação, incluindo as áreas do centro tradicional da cidade de Itabirito, onde concentram-se atividades de alcance local e geral, além da atividade residencial uni e multifamiliar, as quais apresentam características urbanas consolidadas ou em processo de consolidação, permitindo uma diferenciação do uso compatível com as características do seu Sistema Viário urbano e infra-estrutura disponível ou potencial.

As Zonas de Adensamento Restrito – ZAR, correspondem às áreas que apresentam tendência de ocupação por meio de loteamentos em condomínios ou chacreamentos e àquelas onde é recomendável o controle da ocupação e sua densidade em função de:

- a) relevo acidentado;
- b) estrangulamento do sistema viário;
- c) acessibilidade restrita;

d) desarticulação com relação à malha urbana.

As Zonas de Atividades Econômicas – ZAE, correspondem às áreas urbanas que, em função de sua localização, de sua acessibilidade, de suas tendências de ocupação e de suas características topográficas, são indicadas exclusivamente para uso econômico (de prestação de serviços, comercial, atacadista e varejista, e industrial de médio e grande porte), vedados os usos residenciais, os usos mistos que envolvam o uso residencial e os usos que gerem grande circulação de pedestres, salvo quando se tratar de trabalhadores desses estabelecimentos.

As zonas de Proteção Ambiental – ZPA, englobam regiões das Zonas Urbanas consideradas como não parceláveis e não edificáveis, por serem áreas representativas dos ecossistemas locais e/ou regionais, não sendo permitidas nelas quaisquer atividades, modificações da paisagem ou do meio ambiente.

Mesmo quando não estiverem inseridas em Zonas de Proteção Ambiental – ZPA, terão o mesmo tratamento as seguintes áreas em todo território municipal:

- i- as encostas ou parte destas, com declividade superior a 45°, equivalem a 100% na linha de maior declive;
- ii- as áreas inundáveis, exceto quando tiverem um uso especial previsto por lei;
- iii- os cursos de água existentes no Município e suas margens, os quais não podem ser utilizados como depósitos de lixo ou como rede de esgotos, nem serem ocupados, aterrados ou desviados, exceto quando as interferências forem devidamente aprovadas pelos órgãos ambientais municipais e estaduais, quando for o caso, ouvidos os Conselhos Municipais de Política Urbana – COMPURB, e de Desenvolvimento Sustentável e Melhoria do Ambiente;
- iv- as faixas de proteção com largura de 15 metros ao longo de rodovias federais, estaduais e das vias classificadas na hierarquização municipal

como regionais ou de integração regional, além da faixa de domínio dessas vias.

As Zonas de Expansão Urbana – ZEU, correspondem às áreas vazias pertencentes ao perímetro urbano da Sede Municipal de Itabirito, onde a ocupação urbana é permitida, pelas condições de relevo, oferta e/ou a possibilidade de oferta de infraestrutura básica e articulação com as áreas já ocupadas, excluindo-se as ZPA e as ZAR, onde deverão ser aplicados prioritariamente ao parâmetros de uso e assentamento da ZUM 1.

As Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS, têm por objetivo garantir o cumprimento da função social da cidade e da propriedade, de forma a diminuir as desigualdades sociais expressas no território, bem como proporcionar a melhoria da qualidade de vida da população carente.

As Zonas Especiais de Interesse Urbano-Ambiental – ZEIUA, correspondem às áreas de preservação ambiental ao longo do rio Itabirito e córregos Carioca, Criminoso e Chancudo, assim como aquelas que devem ser protegidas ambientalmente pelos seus atributos naturais ou para a sua recuperação e cujo tratamento paisagístico e urbanístico amplia a oferta de áreas para a cultura, esportes e lazer.

As Áreas especiais de Implantações Viárias – AEIV, são aquelas destinadas à implantação de projetos destinados a melhorar o sistema viário urbano.

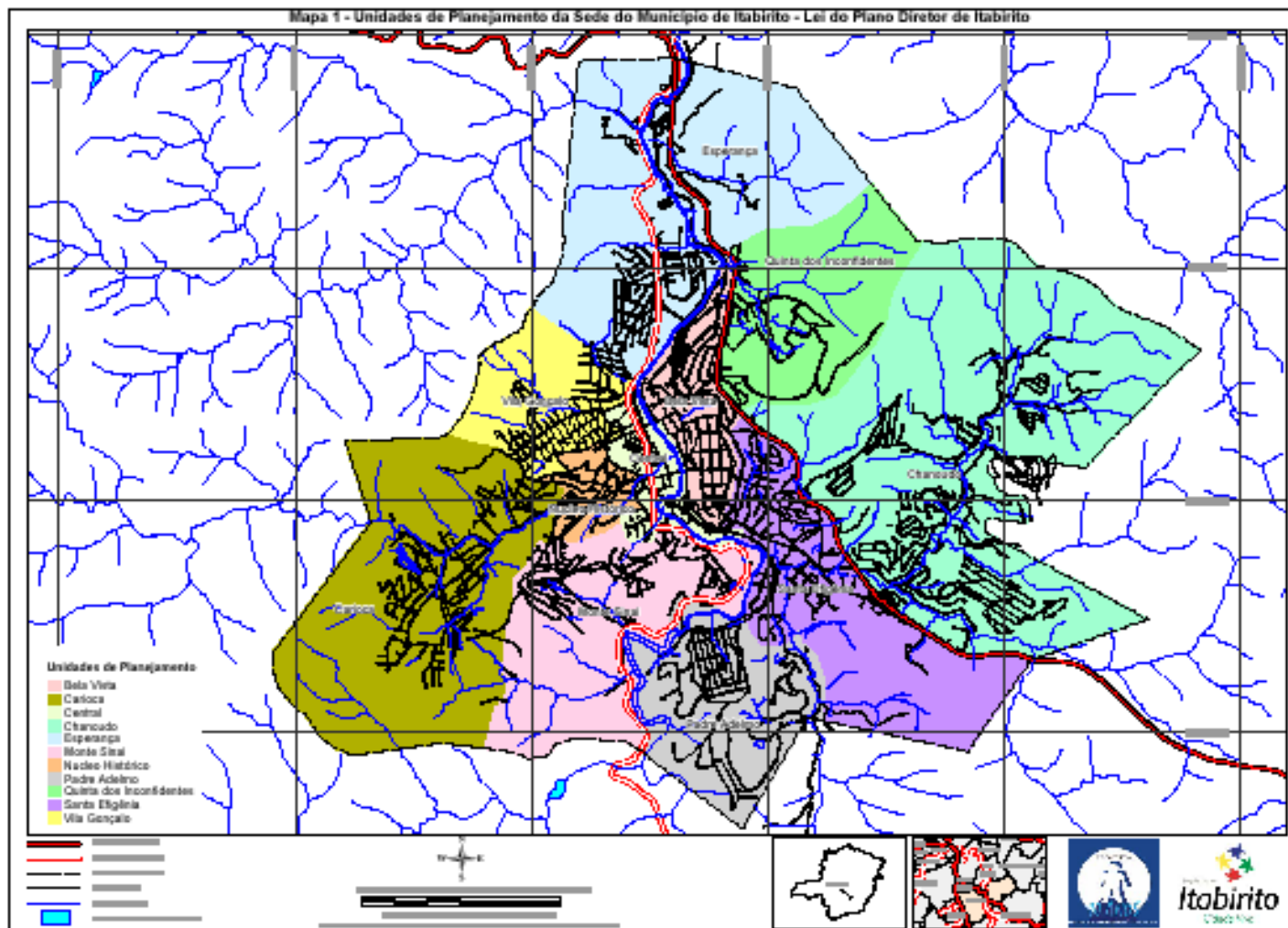
As Áreas Urbanas Especiais – URBE, correspondem às áreas que apresentam características urbanas incipientes ou que têm potencialidade para tal, sendo aptas à ocupação urbana diversificada.

Segundo informações da Secretaria de Urbanismo de Itabirito, não houve alteração no uso e ocupação do solo em relação às áreas de preservação ambiental, áreas de fragilidade ambiental e áreas de valor histórico, cultural e paisagístico, daquelas definidas no Plano Diretor Urbanístico.

O mesmo ocorre, segundo informações obtidas junto à Secretaria de Urbanismo de Itabirito, com as áreas com tendência de expansão urbana, que são as mesmas definidas pelo Plano Diretor de Itabirito, conforme mostrado na figura 3.8 abaixo. As regiões com tendência à expansão urbana são a Região do São José e a Região do Bota (atrás do Gutierrez e Munu).

O sistema viário atual de Itabirito se encontra conforme mostrado na figura 3.9 sendo que as áreas de implantações viárias continuam as mesmas.

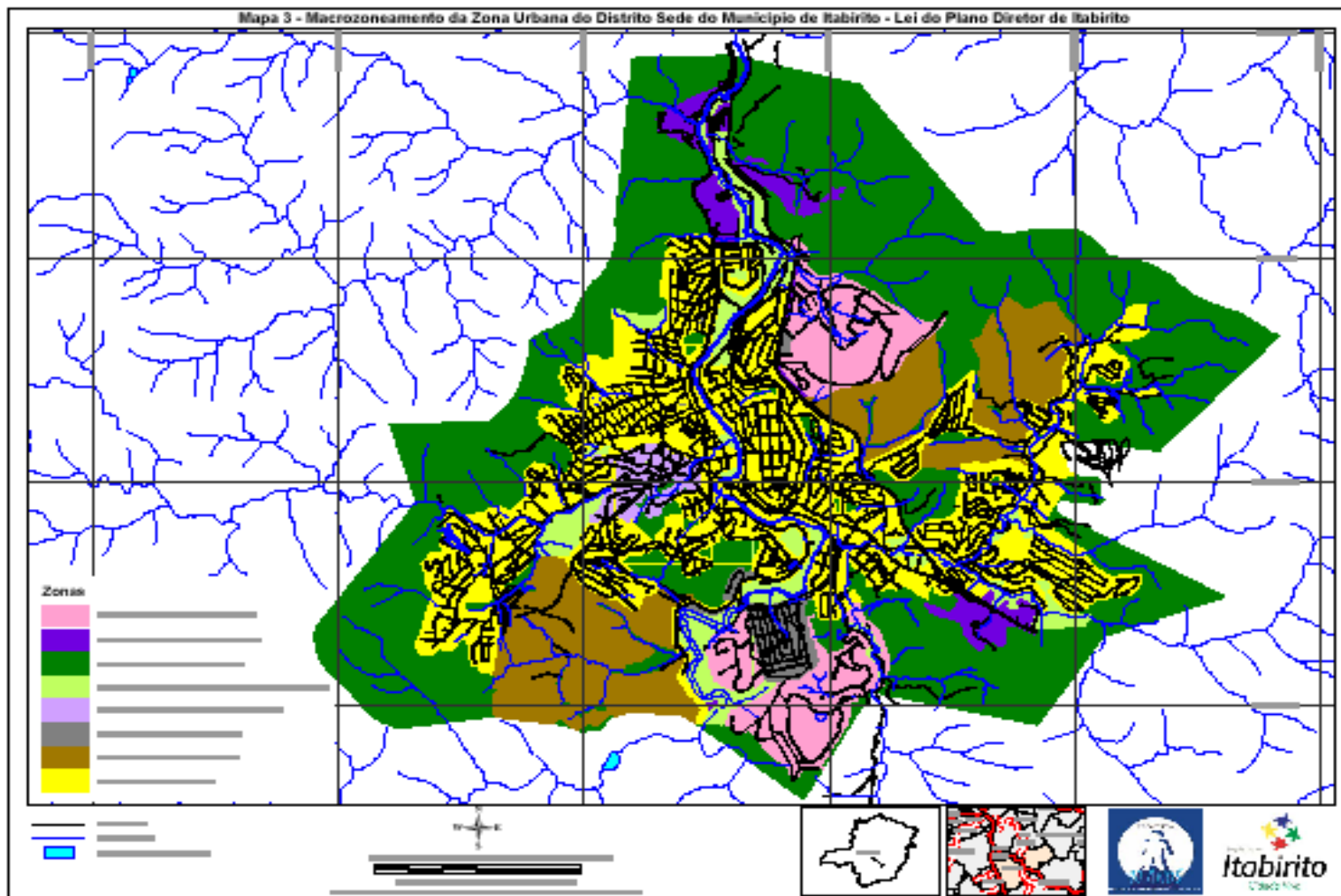
FIGURA 118. UNIDADES DE PLANEJAMENTO DE ITABIRITO – PLANO DIRETOR



Fonte: Saae, 2013

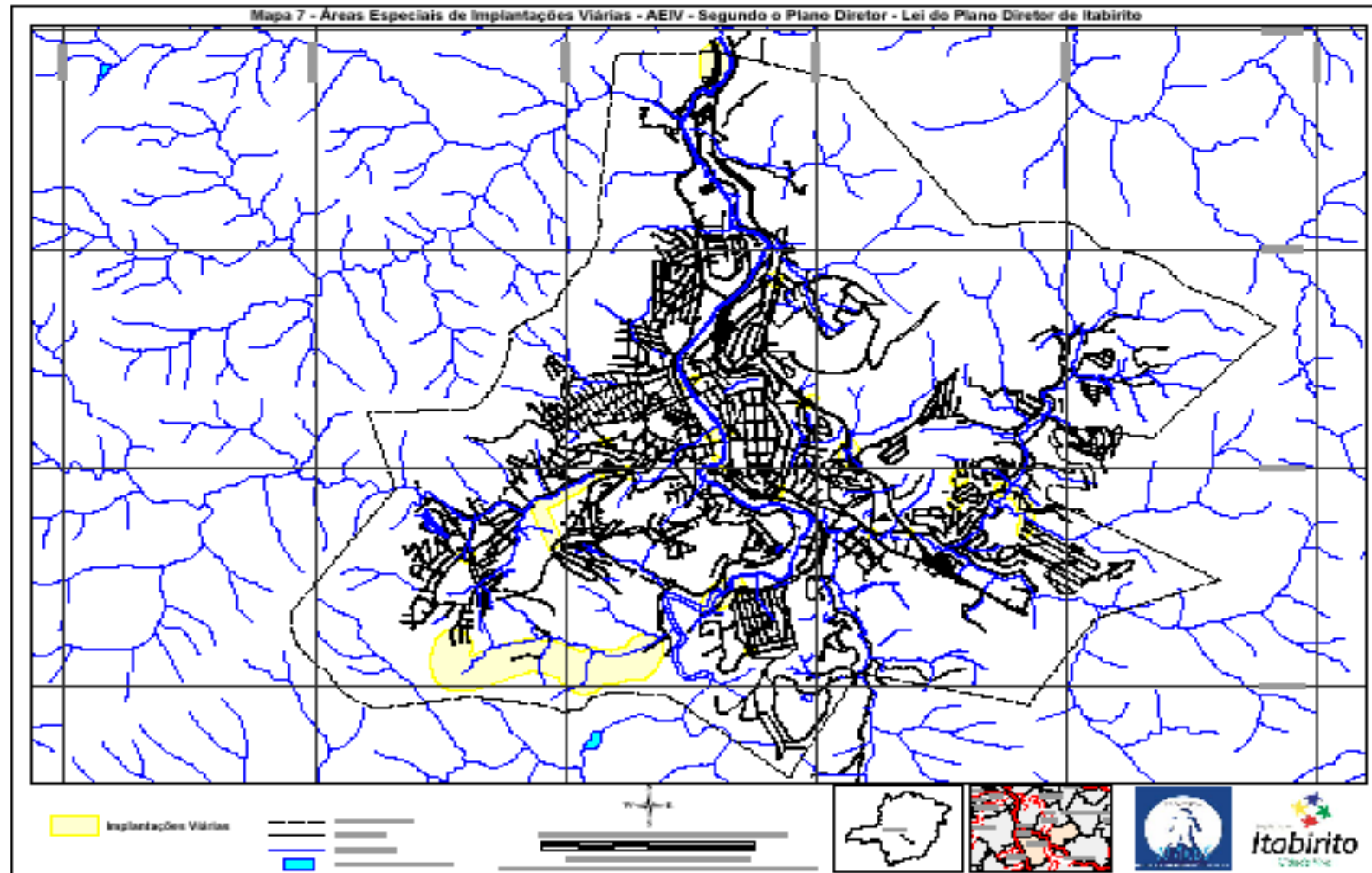


FIGURA 119. MACROZONEAMENTO DA ZONA URBANA DE ITABIRITO – PLANO DIRETOR



Fonte: Saae, 2013

FIGURA 120. ÁREAS ESPECIAIS DE IMPLANTAÇÕES VIÁRIAS – SEGUNDO PLANO DIRETOR



Fonte: Saae, 2013

---

### 7.9.1.1 POLITICA DE SANEAMENTO

---

A política de saneamento implementará a melhoria das condições sanitárias do Município, com prioridade para as Zonas de Uso Misto – ZUM, do Distrito Sede e do distrito do Baçõ, das Zonas de Adensamento restrito – ZAR, dos distritos de Acuruí, Baçõ e São Gonçalo do Monte e das Áreas Urbanas Especiais – URBE, para as áreas ocupadas ou com ocupação planejada nas Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS, e nas Zonas Especiais de Interesse Histórico – ZEIH, mediante incremento da infra-estrutura e dos serviços públicos, visando solucionar de forma integrada as deficiências do abastecimento de água, das macro e micro drenagens, do esgotamento sanitário e da coleta e destinação dos resíduos sólidos.

A política de saneamento complementarás atividades de recuperação e preservação do meio ambiente, atuando de forma integrada em suas ações, cabendo ao SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto e à Secretaria Municipal de Meio Ambiente o desenvolvimento dos programas que compõem essa política. Deverá compreender programas que tratem de:

- I- Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário;
- II- Drenagem;
- III- Coleta e Destinação Final dos Resíduos Sólidos.

O Programa de Abastecimento de Água e de Esgotamento sanitário do Município de Itabirito abrangerá a coleta, o armazenamento, o tratamento e a distribuição de água, assim como a implantação gradual de sistema de coleta e tratamento de esgotos nas áreas já urbanizadas do Município, contando com instrumentos normativos e executivos que regulem a exigência de tratamento dos efluentes domésticos e outros, para a eliminação de riscos de transmissão de doenças e proteção do meio ambiente.

O Programa de Drenagem compreende as ações relativas à macro e micro drenagem e tem por objetivo a solução dos problemas relacionados ao escoamento de águas superficiais no Município, parte integrante da gestão de seus recursos hídricos.

O Programa de Coleta e Destinação Final de Resíduos Sólidos tem por objetivo a ampliação e a melhoria da oferta do serviço, de modo a reduzir o impacto causado sobre o meio ambiente por suas deficiências e seus efeitos no que concerne à saúde pública, em toda área urbana.

---

## 7.9.2 PLANO DIRETOR DE ESGOTOS

---

O Plano Diretor de Esgotos da cidade de Itabirito foi desenvolvido a partir de um Contrato de Prestação de Serviço firmado entre o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de Itabirito e a Fundação Christiano Ottoni (FCO), em 1998.

O Plano Diretor teve como finalidade principal orientar a Prefeitura Municipal e o SAAE de Itabirito na escolha da melhor alternativa técnico-econômica para a complementação do sistema de esgotamento sanitário.

A área de abrangência do Plano Diretor foi delimitada com base em discussões mantidas entre o Prefeito da cidade e Secretários da Prefeitura, representantes do SAAE, consultores da Fundação Christiano Ottoni (DESA/UFMG) e o engenheiro coordenador do trabalho, em reuniões realizadas na Prefeitura, em 10/10/97 e 24/10/97.

A área de abrangência do Plano Diretor ficou definida como sendo aquela apresentada na planta de Zoneamento Demográfico, na qual são apresentados os limites dos bairros e loteamentos existentes, áreas de loteamentos em processo de avaliação na Prefeitura e algumas áreas de expansão, tais como: área de 40 ha no bairro São José, área de 20 ha nas proximidades da Rodoviária e área de 24 ha entre os bairros Padre Adelmo e Cardoso. Outros bairros, loteamentos, chacreamentos ou distritos industriais que surgirem fora da área de abrangência do plano, mesmo estando na área urbana ou de expansão urbana, definidas por lei, deverão ter soluções próprias para o sistema de esgotamento, seja doméstico ou industrial.

O alcance do Plano Diretor foi estabelecido em 20 anos, tendo o ano 2000 como o de início de operação do sistema e o término em 2019. Foram feitos estudos demográficos utilizando vários métodos (aritmético, geométrico, exponencial, gráfico e de curva

logística), sendo escolhido a projeção com método Geométrico, utilizando como base dados do IBGE, refletindo a tendência de crescimento do período de 1980 e 1991. Para efeito das etapas do projeto foram considerados: início de plano no ano de 2000; alcance 1ª etapa no ano de 2004 e final de plano no ano de 2019.

O Plano Diretor de Esgotos do município de Itabirito está bastante desatualizado, assim como a projeção populacional, pois o crescimento de 1991 até 2005 foi diferente do que no período considerado no estudo.

Feito o estudo demográfico e o cálculo das contribuições de cada bacia (foram também analisadas as indústrias e definido que cada uma teria que tratar seu efluente, optando-se pela não inclusão das indústrias no sistema proposto), foram propostas duas alternativas para o sistema de esgotamento sanitário de Itabirito, conforme descritas a seguir:

- **Alternativa 1**

O lançamento dos interceptores da cidade de Itabirito foi realizado procurando o melhor traçado e respeitando as diretrizes da norma para dimensionamento de rede interceptora.

#### I-CA: Interceptor do Córrego Carioca

Tem o seu início na bacia do bairro Munu, seguindo a margem esquerda do córrego, recebendo no percurso as contribuições das bacias adjacentes até o encontro com o interceptor I-IT-E (interceptor da margem esquerda do Rio Itabira) no cruzamento com a Av. Queiroz Júnior.

#### I-IT-E: Interceptor da margem esquerda do Rio Itabira

Constituído por dois trechos: o primeiro tem o seu início na antiga BR-356, onde recebe a descarga da estação elevatória EE-1, seguindo por gravidade ao longo da Rua Eng.º Simão Lacerda, passando pela Av. Queiroz Júnior até o cruzamento com a Rua Emílio Quites. O segundo trecho inicia-se próximo ao Colégio ISAP, seguindo por gravidade na Av. Queiroz Júnior, em sentido contrário ao rio, interligando-se ao primeiro trecho na Rua Emílio Quites. Deste ponto em diante, percorre parte desta rua atingindo o outro



lado do Rio Itabira, por meio de uma travessia, terminando na estação elevatória EE-2 juntamente com o interceptor I-IT-D (interceptor da margem direita do Rio Itabira). Da elevatória EE-2 os esgotos são finalmente recalcados para a estação de tratamento.

#### I-SJ: Interceptor São José

Inicia-se no Bairro São José e se desenvolve ao longo da rua principal deste bairro, situada à margem direita do córrego, até o encontro com o interceptor I-NI (interceptor do Bairro Novo Itabirito) na Av. João Pinheiro. A partir deste ponto, segue nesta mesma avenida, interligando-se ao interceptor I-IT-D (interceptor da margem direita do Rio Itabira).

#### I-NI: Interceptor do Bairro Novo Itabirito

Trata-se de um pequeno interceptor que receberá as contribuições de parte do referido bairro, através da Av. João Pinheiro, até encontrar o interceptor I-SJ (interceptor São José), na mesma avenida.

#### I-IT-D: Interceptor da margem direita do Rio Itabira

Inicia-se no Bairro Padre Adelmo e tem seu percurso margeando o Rio Itabira até o seu término junto à estação elevatória EE-2, juntamente com o interceptor I-IT-E (interceptor da margem esquerda do Rio Itabira). Da elevatória EE-2 os esgotos são finalmente recalcados para a estação de tratamento.

#### Estação Elevatória EE-1

Recebe as contribuições da Vila Andrade Gutierrez e destina-se ao recalque dos esgotos até o início do I-IT-E (interceptor da margem esquerda do Rio Itabira).

#### Estação Elevatória EE-2

Trata-se da estação elevatória principal do sistema e destina-se ao bombeamento dos esgotos provenientes dos interceptores das margens direita e esquerda do Rio Itabira (I-IT-D e I-IT-E). O traçado da linha de recalque envolve uma nova travessia para a

margem esquerda do Rio Itabira, pela Rua Emílio Quites, seguindo pela Avenida Queiroz Júnior até a estação de tratamento de esgotos.

### Estação Elevatória EE-3

Responsável pelo recalque dos esgotos oriundos de áreas localizadas a jusante da estação de tratamento, a saber: Bairros Capanema, Santo Antônio (parte), Nossa Senhora de Fátima e Distrito Industrial. Localizada junto ao Bairro Nossa Senhora de Fátima, próximo à margem esquerda do Rio Itabira, recalca os esgotos diretamente para a ETE.

### Estação de Tratamento de Esgotos (ETE)

A estação de tratamento que compõe a Alternativa 1 localiza-se em uma área do Bairro Santo Antônio compreendida entre a Avenida Queiroz Júnior e o Rio Itabira.

- **Alternativa 2**

O sistema proposto nesta alternativa é basicamente o mesmo da anterior, possuindo algumas modificações conforme descrito a seguir:

#### I-IT-E: Interceptor da margem esquerda do Rio Itabira

Esse interceptor manteve-se inalterado até a EE-2, sendo que após esse recalque, surge um novo trecho interligando a descarga do recalque até a ETE.

#### EE-2: Estação Elevatória 2

Conduzirá o efluente recebido dos interceptores I-IT-D e I-IT-E utilizando-se de uma nova travessia para a margem esquerda do Rio Itabira pela Rua Emílio Quites seguindo pela Avenida Queiroz Júnior até a transpor a bacia de onde seguirá por gravidade até uma área onde se localiza uma ETE no Bairro Nossa Senhora de Fátima, próximo à margem do Rio Itabira.

#### EE-3: Estação Elevatória 3

Nessa alternativa a elevatória foi eliminada, sendo as contribuições absorvidas pelo interceptor

I-IT-E que segue até a ETE por gravidade

- ETE: Estação de Tratamento de Esgotos

A estação de tratamento proposta nessa alternativa localiza-se no Bairro Nossa Senhora de Fátima em uma área próxima ao Rio Itabira. Como descrito anteriormente o processo de tratamento mantém-se o mesmo.

---

### 7.9.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO MEIO SÓCIO ECONÔMICO

---

De acordo com os estudos realizados, os principais problemas sociais e econômicos observados na Bacia do Rio Itabirito foram, principalmente, o acesso ao saneamento básico, a falta de programas de educação ambiental no meio rural, deficiências no planejamento da expansão urbana, além da necessidade de aquecimento da economia local em conflito com os atributos ambientais da bacia.

Sabendo-se que os problemas socioambientais identificados na Bacia do Rio Itabirito vão além dos impactos das atividades econômicas que ali são realizadas, considera-se o fator político também determinante na transformação do território dessa bacia.

Assim, por meio de percepções técnicas em campo, de resgate de dados históricos nos documentos de referência da região (ZEE da Serra da Moeda e Plano Diretor de Itabirito) e de análise dos cenários atuais de uso e ocupação, foi possível identificar tais atores e classificá-los, levando em consideração o retorno socioeconômico que as atividades da região podem gerar para a bacia (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

TABELA 39 - IDENTIFICAÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO DOS ATORES SOCIAIS ATUANTES NA BÁCIA DO RIO ITABIRITO.

| Hierarquia de Atuação | Atores Sociais | Classificação (Grau de Intervenção) |
|-----------------------|----------------|-------------------------------------|
|-----------------------|----------------|-------------------------------------|

|    |  | Político) |
|----|--|-----------|
| 1  | Mineração  | Alto      |
| 2  | Transporte                                       | Médio     |
| 3  | Indústria  | Médio     |
| 4  | Empreendimentos imobiliários                     | Médio     |
| 5  | Condomínio, chácaras e bairros                   | Médio     |
| 6  | Institucional (poder público, academia, ONGs...) | Médio     |
| 7  | Área Urbana                                      | Médio     |
| 8  | Agrossilvopastoril                               | Baixo     |
| 9  | Comunidades Tradicionais                         | Baixo     |
| 10 | Comércio   | Baixo     |
| 11 | Ocupações ilegais (invasão)                      | Baixo     |
| 12 | Outros   | Baixo     |

A análise dos multiatores indicou, por meio de uma classificação qualitativa, a ordem crescente da capacidade de intervenção *versus* o poder decisório. A capacidade de intervenção refere-se ao potencial de a atividade intervir no meio, considerando seus próprios recursos. Já o poder decisório pode ser conceituado como a força política dos atores sociais que potencializa a mudança de uso e ocupação.

Após a hierarquização dos atores, estes foram classificados, de acordo com o grau de intervenção, em alto, médio e baixo, com o intuito de agrupá-los em categorias de impacto ambiental. Com os dados diagnosticados, gerou-se a **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, demonstrando quais são os atores prioritários, qual a sua capacidade de intervenção/atuação na transformação socioambiental do território da bacia e qual o poder decisório (capacidade política) de tais agentes.

Assim, considerou-se essencial sua identificação para que qualquer ação de melhoria da qualidade ambiental da Bacia do Rio Itabirito seja efetiva, uma vez que a vontade política pode ser preponderante sobre as decisões que deverão ser tomadas.

## 8 - CONCLUSÃO

De maneira geral, a Bacia do Rio Itabirito se apresenta em bom estado de conservação ambiental, uma vez que ainda são frequentes grandes fragmentos de vegetação, relativamente agregados, bem como uma extensa área protegida por unidades de conservação, áreas estas estratégicas para a conservação dos recursos hídricos locais. Os dados de uso do solo e cobertura vegetal da bacia indicaram 68,81% da área em estudo apresenta fisionomias naturais. Apenas 5,82% da bacia é urbanizada, correspondente à sede do município de Itabirito, alguns de seus distritos e aos loteamentos especialmente próximos à BR-040. 5,44% da bacia é afetada por atividades minerárias, ao passo que 19,72% é utilizada pelas atividades agropecuárias. Apenas 0,06% da área bacia é utilizada por reflorestamentos de eucalipto. O restante da bacia, 0,15%, corresponde a massas de água.

A área em estudo sinaliza grande predisposição a processos erosivos, que finalizam na maioria das vezes em movimentação de massas. Esses processos estão concentrados em vertentes íngremes, verificadas em praticamente todos os setores da bacia, especialmente nas porções nordeste e sudeste. Em visitas de campo, verificou-se que as causas da maioria dos processos erosivos estão relacionadas com atividades minerárias desativadas e sem descomissionamento; implantações de vias sem pavimentação que não apresentam dispositivos de controle dos fluxos de águas superficiais e outras intervenções relacionadas com uso agropecuário, principalmente a substituição de vegetação nativa por pastagens, em vertentes com declividade acentuada.

O predomínio na Bacia do Rio Itabirito é de rochas graníticas e granodioríticas, migmatito e gnaisses. Entretanto, a formação Cauê presente em grande parte da porção oeste da bacia e demais formações que apresentam sua litologia principal relacionada ao minério de ferro, configura este setor da bacia como uma região com elevado potencial de transformação do uso solo para as atividades de mineração. Tal atividade como apresentado nos diagnósticos tem intensificado consideráveis impactos



ambientais da área em estudo, que interferem diretamente na qualidade das águas, como:

- Avanço do desmatamento que vem fragmentando o mosaico vegetal existente na bacia;
- Segregação das populações das espécies de fauna e flora;
- Desenvolvimento de processos erosivos em diversos estágios;
- Assoreamento e alteração da qualidade das águas da rede de drenagem;
- Dentre outros.

Conforme descrito neste documento, a Bacia do Rio Itabirito apresenta uma geodiversidade de ambientes com aptidões e fragilidades específicas. Neste sentido utilizando-se o que foi exposto neste diagnóstico, juntamente com os dados do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais, que integram complexos diagnósticos realizados na região, apresenta-se, a seguir, uma visão sintética e objetiva dos setores da bacia e suas características (Tabela 40).

TABELA 40 - INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITABIRITO. FONTE: ZEE-MG.

| Aspecto                     | Classificação  | Características  |
|-----------------------------|----------------|--|
| Zona Ecológica<br>Econômica | 1<br>(Serra)   | São áreas de elevado potencial social que pressupõem condições de gerenciar empreendimentos de maior porte e causadores de maiores impactos sócio-ambientais. São caracterizados por possuírem capacidades nos níveis estratégicos, tático e operacional e de serem facilmente estimuladas para alavancar o desenvolvimento sustentável local. Nessa zona, os locais são menos vulneráveis ambientalmente, os empreendedores têm melhor condição para implantar ações preventivas e mitigadoras dos impactos.              |
|                             | 2<br>(Colinas) | São áreas de elevado potencial social que pressupõem condições de gerenciar empreendimentos de maior porte causador e causadores de maiores impactos sócio-ambientais. São caracterizadas por possuírem capacidades nos níveis estratégico, tático e operacional e de serem facilmente estimuladas para alavancar desenvolvimentos sustentável local. Nessa zona, os locais são mais vulneráveis ambientalmente, e os empreendedores devem procurar estabelecer maior gama de ações preventivas e mitigadoras de impactos. |

|  |                                   |   |
|--|-----------------------------------|---|
| <b>Potencial Social</b>                  | Pouco Favorável                   | Representa o conjunto de condições atuais, medido pelos potenciais produtivo, natural, humano e institucional que determina o ponto de partida de um município ou uma micro-região para alcançar o desenvolvimento sustentável.   |
|  | Favorável                         |   |
|  | Muito Favorável<br>(98% da bacia) |   |
| <b>Prioridade de conservação a Flora</b> | Baixa                             | Indica aquelas áreas que ainda possuem elevada qualidade ambiental, em locais naturalmente frágeis e sob provável pressão humana. Essas são áreas muito úteis para os organismos gestores e de fiscalização e são áreas onde o poder público ainda pode intervir favoravelmente para conservar recursos biológicos que, possivelmente, estarão em risco num futuro bem próximo.   |
|  | Média                             |   |
|  | Alta<br>(30% da bacia)            |   |
|  | Muito Alta<br>(43% da bacia)      |   |
| <b>Vulnerabilidade Natural</b>           | Baixa                             | Nessa classe de vulnerabilidade, as áreas apresentam sérias restrições quanto à utilização dos recursos naturais, pelo fato de que os mesmos encontram-se altamente vulneráveis às ações antrópicas. Uma combinação de fatores condicionantes determina esse nível de vulnerabilidade natural demandando avaliações cuidadosas para intervenção no território da bacia. As estratégias de desenvolvimento dessas áreas devem apontar para ações que não causem impactos ambientais. |
|  | Média                             |   |
|  | Alta                              |   |
|  | Muito Alta                        |   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p><b>Zonas Temáticas</b></p>                       | <p>Zona de Uso Potencial para a Mineração</p> | <p>Como detalhado no diagnóstico, as áreas com autorização de pesquisa mineral foram incluídas com destaque no Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais. Os perímetros registrados junto ao DNPM foram considerados áreas de potencial exploração mineral. Como tal, foram chamados de “Zona de Uso Especial para Mineração”. Essas zonas de uso especial mantêm sua classificação quanto à Vulnerabilidade Natural, mas ao mesmo tempo são marcadas como áreas eventualmente passíveis de serem exploradas para mineração. Dessa forma, a aptidão natural dessas áreas é mantida, ao mesmo tempo em que sua possível vocação mineral é devidamente assinalada e registrada.</p> |
| <p><b>Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos</b></p> | <p>Média</p>                                  | <p>Essa classe de vulnerabilidade baseia-se na interpretação da disponibilidade natural de água e da potencialidade de contaminação dos aquíferos, assumindo-se que a existência de uma oferta natural mais elevada caracteriza uma menor vulnerabilidade e o oposto uma maior. No tocante à potencialidade de contaminação, quanto maior, maior a vulnerabilidade.</p>  |
| <p>Alta</p>   |   |  |
| <p><b>Qualidade da Água (Contexto da RMBH)</b></p>  | <p>Muito Baixa</p>                            | <p>Por se tratar de um contexto regional de concentração populacional, a quantidade de material orgânico nas águas é bastante considerável, influenciando diretamente em sua qualidade.</p>  |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p><b>Comprometimento das Águas Subterrâneas</b></p> | <p>Baixo a Muito Baixo</p>   | <p>Sistema Aquífero Granular (Canga); Sistema Aquífero Carbonático (Dolomitos); Sistema Aquífero Quartzito Cercadinho (Quartzitos); Sistema Aquífero Itabirítico (Itabiritos); Sistema Aquífero Xistoso (Metapelitos e Xistos); Sistema Aquífero Formação Ferrífera(Metapelitos); Sistema Aquífero Granito-Gnáissico (Granitos Gnaisses).</p> |
| <p><b>Qualidade Ambiental</b></p>                    | <p>Baixa<br/>Média<br/>Muito Baixa</p>                                       | <p>Reflete o uso e ocupação histórica da região de inserção com a supressão da cobertura vegetal, instalação de processos erosivos e avanço da mineração.</p>   |
| <p><b>Risco Ambiental</b></p>                        | <p>Baixo<br/>Média<br/>Alto (39% da bacia)<br/>Muito Alto (60% da bacia)</p> | <p>O Risco Ambiental é definido como a presença de uma atividade ou empreendimento humano que possua impacto potencial de dano significativo (no caso específico a presença de atividades minerárias e de indústrias) num local de considerável vulnerabilidade natural.</p>  |



Conforme descrito na Tabela 40, a caracterização geral dos aspectos socioambientais da bacia indicou sobreposições de fragilidades ambientais que precisam ser exploradas considerando o longo processo histórico de ocupação do território, a exemplo das atividades industriais de extração, processamento mineral, atividades agrossilvopastoris, ocupações habitacionais e demais fatores de transformação do meio. Neste sentido, a análise de fragilidade ambiental da bacia deve apresentar uma avaliação hierárquica das variáveis ambientais, caracterizadas nesse diagnóstico para futura projeção dos cenários críticos da Bacia do Rio Itabirito.

Apesar das intervenções antrópicas que a bacia vem sofrendo ao longo dos anos, devido, principalmente às atividades de exploração da terra, esta ainda apresenta uma qualidade ambiental satisfatória. Acredita-se que um planejamento estratégico aplicado e um plano de ações consistente e exequível, tragam o equilíbrio necessário para que as atividades econômicas convivam harmoniosamente com o meio ambiente, fazendo com que o processo de exploração dos recursos ambientais da Bacia do Rio Itabirito seja realizado de forma sustentável, trazendo qualidade de vida para todos os seus habitantes.

## 9 - REFERÊNCIAS

### 9.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO MEIO SOCIOECONÔMICO

BRASIL. Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 21 outubro 1996.

BRASIL. Contagem da população 2007. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE**, Rio de Janeiro, 2007.

BRASIL. Expectativa de vida do brasileiro aumenta para 74 anos. **Portal Brasil**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2012/11/29/expectativa-de-vida-do-brasileiro-aumenta-para-74-anos>>. Acesso em 21 fev 2013.

CARVALHO, Rodrigo Guimarães de *at* **El. Indicadores Socioeconômicos e Gestão Ambiental nos Municípios da bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, RN**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 2011. v 23. p 143-159.

FANTINI, Débora. **Qualidade do Rio Itabirito é ruim, mas recuperação é possível**. Disponível em: <<http://www.manuelzao.ufmg.br/expedicao/imprensa/boletins/boletim2.htm>>. Acesso em: 08 fev 2013.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Atlas de Desenvolvimento Humano**. Belo Horizonte: FJP, 2011.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Índice Mineiro de Responsabilidade Social**. Belo Horizonte: FJP, 2013.

ITABIRITO. Programa de Modernização do Setor Saneamento: Diagnostico Técnico Operacional e Institucional de Itabirito. **Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Itabirito**. Itabirito, 2008.

ITABIRITO. Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE. Disponível em: <<http://www.saaeita.mg.gov.br/>>. Acesso em: 14 fev 2013.

LINS, Dóris Aparecida Garisto. **III Conferência Municipal de Saneamento Básico** – Caderno Final Parte 1 e Parte 2. Itabirito, 2011. Disponível em: <[http://www.saaeita.mg.gov.br/documentos\\_diversos](http://www.saaeita.mg.gov.br/documentos_diversos)>. Acesso em: 14 fev 2013.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Gestão das Águas . **Plano diretor de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas: resumo executivo**. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Belo Horizonte, 2005.

MINAS GERAIS. Renda Per Capita dos municípios de Minas Gerais (Censo Demográfico – 2010). **Fundação João Pinheiro**. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <<http://www.fjp.gov.br/index.php/servicos/82-servicos-cepp/1423-tabelas-sintese-de-rpc-municipios-2010xls>>. Acesso em: 18 fev 2013

MEDEIROS, Tatiane Patrícia de, *at. et.* **Diagnóstico Ambiental do Município de Itabirito/MG**. Universidade Fumec. Belo Horizonte, 2009.

OURO PRETO. Serviço Municipal de Água e Esgoto – SEMAE. Disponível em: <<http://www.semaeop.com.br/index/index.php>>. Acesso em: 22 fev 2013.

## 9.2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO MEIO BIÓTICO

Biasizzo, R. L. Morcatty, T. Q.; Carneiro, H. C. S.; El Bizri, H.R.; Rocha, P. C.; Dutra, D. B. O.; Silva; E. S.; Rodrigues; F. H. G.. 2011. Parque Estadual do Itacolomi: **Levantamento da mastofauna de médio e grande porte e atualização da lista de mamíferos**. IN: X Congresso de Ecologia do Brasil, 16 a 22 de Setembro de 2011, São Lourenço – MG.

Carmo, F. F.; Jacobi, C. M. 2012. **As cangas do Quadrilátero Ferrífero**. In Jacobi, C.M. & Carmo, F. F. Diversidade florística nas cangas do Quadrilátero Ferrífero. Código Editora. Belo Horizonte. MG 222p.

Costa, R.C. 2003. **Estudo de comunidade de anfíbios na Lagoa do Gambá, município de Ouro Preto, MG**. Monografia de conclusão de curso, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 39pp.

Ferreira, J.D., Costa, I. M. & Rodrigues, M. **Aves de um remanescente florestal do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**. Biota Neotrop. 9(3): <http://www.biotaneotropica.org.br/v9n3/pt/abstract?article+bn00509032009>.

MINAS GERAIS. Fundação Biodiversitas. 2007. **Revisão das listas de espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção do estado de Minas Gerais**. Relatório final. vol. Resultados: Lista vermelha da flora de Minas Gerais.

BRASIL. IBAMA. 1998. **Estudo do meio biótico**; organizado por Gisela Herrmann, Heinz Charles Kohler, Júlio César Duarte. IN APA Carste de Lagoa Santa – Belo Horizonte: IBAMA/CPRM.

PEDRALLI, G.; GUIMARÃES-NETO, A. S. & TEIXEIRA, M. C. B. (2001). **Diversidade de anfíbios na região de Ouro Preto**. Ciência Hoje. Vol. 30. 178: 70-76.

LOURENÇO, R.W, LANDIM,P.M.B. **Estudos da Variabilidade do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), Utilizando Krigagem Indicativa.** HOLOS Environment,v.4 n.1, 2004 – P.38.

MOREIRA, Maurício Alves. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação.** 3. Ed. Atual. Ampl. – Viçosa: Ed. UFV, 2005.

Pedralli, G.; Guimarães-Neto, A. S. & Teixeira, M. C. B. (2001). **Diversidade de Anfíbios na Região de Ouro Preto.** Ciência Hoje. Vol. 30. 178: 70-76.

São Pedro, V.A. Pires, M.R.S., 2009. **As Serpentes Da Região De Ouro Branco, Extremo Sul da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais.** Ceres 56(2): 166-171.

Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T. 2008. **As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado.** In Sano, S. M.; Almeida, S. P. e Ribeiro J. F. 2008. Cerrado: ecologia e flora. p 151-212.

Ribon, R. 2006. Relatório Avifauna. In **Plano de Manejo do Parque Estadual do Itacolomi.** Fundação Biodiversitas /UFOP/IEF, Belo Horizonte, p.42.

Silveira AL, Pires MRS & Cotta GA (2004) **Composição Faunística de Serpentes da Região de Ouro Preto, Mariana e Itabirito, Minas Gerais, Brasil.** In: XXV Congresso Brasileiro de Zoologia, Brasília. Resumos, UnB. p. 389.

Sposito, T. C & Stehmann, J. R. 2006. **Heterogeneidade Florística e Estrutural de Remanescentes Florestais da Área De Proteção Ambiental ao Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (APA Sul - RMBH), Minas Gerais, Brasil.** Acta Botanica Brasilica. 20(2): 347-362.

Veloso, H. P., Rangel Filho, A. L. & Lima, J. C. A. 1991. **Classificação da Vegetação Brasileira Adaptada a um Sistema Universal.** IBGE. Rio de Janeiro. 124 p.



Von Spix, J. B. e Wagner, J. A. 1827 **Testacea fluviatilia Brasiliensia**. Munique, Herausgeber Dr. F. A Paul von Schrank und Dr. C. F. P. von Martius. 36 S., 29 Tafeln.

Von Spix, Johann Baptist Ritter e von Martius, Karl Friedrich Philipp 1823 **Fauna Brasiliensis**.

### 9.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO MEIO FÍSICO

ALKMIM, F.F.; MARSHAK, S.: (1998) **Transamazonian orogeny in the southern São Francisco Craton region, Minas Gerais, Brazil: evidence for paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero**. *Precambrian Research, Issues 1-2*, 30 June 1998, p 29-58.

ALMEIDA, F.F.M. **O Cráton do São Francisco**. *Revista Brasileira de Geociências*. 1977. v 7. p 349-364.

ATAÍDE, E. S. **Zoneamento Florístico em Campo Ferruginoso em uma Área No Sul-Sudeste Do Quadrilátero Ferrífero - MG**. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) – Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2010.

AYOADE, J.O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Rio de Janeiro, Ed. Bertrand Brasil, 2001.

BARBOSA, G. V.; RODRIGUES, D. M. S. **Quadrilátero Ferrífero**. Belo Horizonte: UFMG, 1967. p 123.

BRASIL. **Agência Nacional de Águas – ANA**, Brasília. 2013.

BRASIL. **Instituto Nacional de Meteorologia – INMET**. 2013.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais Climatempo - CPTEC-INPE, 2013

BELO HORIZONTE. **Estudos Integrados de Recursos Naturais da Bacia do Alto Rio São Francisco e Parte Central da Área Mineira da SUDENE.CETEC** - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Belo Horizonte: 2006.

CARVALHO Filho, Amaury de. **Solos e Ambientes do Quadrilátero Ferrífero (MG) e aptidão silvicultural dos Tabuleiros Costeiros** / Amaury de Carvalho Filho. Lavras UFLA, 2008.

CHEMALE JR. F.; ROSIÉRE, C.A.; ENDO, I. **Evolução geotectônica do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais – Um modelo**. Pesquisas em Geociências, 18 (2). Belo Horizonte, set./dez., 1991. p 104-127.

CHEREM, L. F. S. **Análise morfométrica da bacia do alto Rio das Velhas: comparação de metodologias e dados**. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais)– Departamento de Cartografia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise morfométrica das bacias hidrográficas. Not. Geomorfol.**, v. 9, n. 18, p.36-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia. A análise de Bacias Hidrográficas**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 97p, 1980.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (2005) **Projeto Apa Sul RMBH: geologia, mapa geológico, escala 1:50.000 em 3 partes**. Sérgio L. da silva (Org.). Eduardo A. Monteiro, Orivaldo F. Baltazar, Márcia Zucchetti – Belo Horizonte: SEMAD/CPRM, 64p.

CPRM – Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil. **Zoneamento Ambiental da APA Carste de Lagoa Santa-MG.** Belo Horizonte, 1998.

DORR II, J. V. N.; HERZ, N.; BARBOSA, A. L. M.; SIMMONS, G. C. **Esboço geológico do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, Brasil.** Rio de Janeiro, DNPM, 1959, 120p. (DFPM, Publicação Especial, 1).

DORR II, J. V. N.; BARBOSA, A. L. M. Geology and ore deposits of the Itabira district, Minas Gerais, Brazil: U. S. Geol. Survey Prof. Paper 341-C, 1963.110p.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Geomorfologia: Conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008

HANDAM, Michel Jeber; ZIVIANI, Ligia Nasif. **Análise da Fragilidade Natural na região do Quadrilátero Ferrífero.** Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.

LADEIRA, E. A. **Metallogenesis of gold of the Morro Velho Mine and in the Nova Lima District, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil.** 1980. 272 p. Tese. (Doutorado) - Ontario: University Of Western Ontario , 1980.

LUCCA, Eduardo Viegas Dalle; BASTOS, Antônio Frederico. **Sistema Imageador Infravermelho Termal: Características, Descrição e Resultados.** CTA/ IEAv. São José dos Campos. 2001.

OLIVEIRA, G. A. I.; CLEMENTE, P. L. C.; VIAL, D. S. **Excursão à mina de ouro de Morro Velho.** In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 2, 1983, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: SBG/MG, 1983 boletim 3, p. 497-505.

MINAS GERIAS. CEDEPLAR – CENTRO DE DESENVOLVIMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL DE MINAS GERAIS (2010) **Mapa de unidades**

**geotécnicas da Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH. Relatório do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da RMBH.** Maria Giovana Parizzi, Ana Clara Mourão Moura, Eduardo Memória e Danilo Marques Magalhães. Belo Horizonte, 2010.

NETTO, M. M, SOBREIRA, F.G. **Os processos erosivos lineares da bacia hidrográfica do ribeirão Carioca, Itabirito/MG e seus condicionantes principais: observações preliminares.** Revista Brasileira de Geomorfologia, 2006. Ano7, nº2, p 13-21.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro, Ed. IBGE, 1979.

NOCE, C.M. **Geocronologia dos eventos magmáticos, sedimentares e metamórficos da região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais.** 1995. Tese. (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo/USP,1995.

MAXWELL, C. H. **Geology and ore deposits of the Alegria District, Minas Gerais, Brazil.** U.S.Geol. Survey Prof. Paper 341 J, 1972. 72p.

REIS, P. E. **O escoamento superficial como condicionante de inundação em Belo Horizonte, MG (Manuscrito):** estudo de caso da sub-bacia do córrego do Leitão, bacia do Ribeirão Arrudas. Dissertação de Mestrado: Instituto de Geociências – UFMG, 2011.

SÁ JUNIOR, Arinaldo de, **Aplicação da classificação de koppen para zoneamento climático do Estado de Minas Gerais /** Arinaldo de Sá Júnior. – Lavras : UFLA, 2009.

SAADI, A. **Neotectônica da plataforma brasileira: esboço e interpretações preliminares.** Revista Geonomos, Belo Horizonte, 1991. 1 (1). p 1 - 15.

SALGADO, A.A.R.; COLIN, F. NALINI JR.; H.A. BRAUCHER, R.; VARAJÃO, A.F.D.C.; VARAJÃO, C.A.C. **O papel da denudação geoquímica no processo de erosão diferencial do Quadrilátero Ferrífero.** Revista Brasileira de Geomorfologia, 2004. n 5. p 55-69.

SANTOS, Clibson Alves dos; SOBREIRA, Frederico Garcia. **Análise pluviométrica: uma base para a prevenção de enchentes e para o entendimento da ocorrência das ravinas e voçorocas nas bacias Ribeirão Carioca, Córrego do Bação e Córrego Carioca, afluentes do Rio Itabirito, tributário do alto Rio das Velhas, no município de Itabirito, Minas Gerais.** In: Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento. Saneamento ambiental: a hora da solução. Rio Grande do Sul, ASSEMAE, 2004.

SANTOS. C. A, SOBREIRA, F. G. **Análise da fragilidade e vulnerabilidade natural dos terrenos aos processos erosivos como base para o ordenamento territorial:** o caso das bacias do córrego Carioca, córrego do Bação e ribeirão Carioca na região do Alto Rio das Velas-MG. Revista Brasileira de Geomorfologia, 2008. v9, n.1, p.65-47.

SANTOS, C. A., SOBREIRA, F. G. **Unidades territoriais básicas como subsídio ao ordenamento territorial em Itabirito - MG.** In. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 12. Natal-RN. 2007b CD Anais... UFRN, 2007.

SILVA, Fabiano Reis. **A paisagem do Quadrilátero Ferrífero, MG:** Potencial para o uso turístico da sua Geologia e Geomorfologia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007

SOBREIRA, F. G. **Geociências Análise morfométrica como subsídio ao zoneamento territorial: o caso das bacias do Córrego Carioca , Córrego do Bação e Ribeirão Carioca na região do Alto Rio das Velhas-MG.** Revista da Escola de Minas de Ouro Preto. Ouro Preto, 2008. v. 61, n. 1, p. 77-85.



SUGUIO, K. 1979. **Ambientes de Sedimentação sua Interpretação e Importância – Ambiente Fluvial**. In: Suguio, K. Hidrologia. Universidade Federal do Paraná, Associação de Defesa e Educação Ambiental, p 3-12, 1979.

UHLEIN, A., OLIVEIRA. H.A.: (2000) **História Geológica do Quadrilátero Ferrífero**. In: Ciência Hoje. Rio de Janeiro, Volume 27, Nº 160. Páginas 68 a 71

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA; FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS; UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS; FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. BELO HORIZONTE: FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, (2010).**Mapa de solos do Estado de Minas Gerais, escala 1:650.000 em 4 partes.**

VARAJÃO, A.C. **A questão da correlação das superfícies de erosão do Quadrilátero Ferrífero**, Minas Gerais. Revista Brasileira de Geociências, 1991. 21(2), p 138-145.

VARAJÃO, C.A.C.; SALGADO, A.A.R.; VARAJÃO, A.F.D.C.; BRAUCHER, R.; COLIN, F.; NALINI JR, H.A. **Estudo da evolução da paisagem do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais, Brasil) por meio da mensuração das taxas de erosão (10Be) e da pedogênese**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2009. n 33, p 1409-1425.

VIEIRA, F. W. R., OLIVEIRA, G. A. I. **Geologia do distrito aurífero de Nova Lima, Minas Gerais**. In: SCHOBENHAUS, C.; COELHO, C. S., (COORD) Principais Depósitos Minerais do Brasil. Brasília, DNPM/CVRD, v.3, 1988.p 377-391.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. Ed. Mcgraw-Hill. 1975.

Publicações eletrônicas:

BRASIL. Instituto Chico Mendes – ICMBIO, Brasília. Disponível em: <<http://geosisemanet.meioambiente.mg.gov.br/zee/>>. Acesso em: 04 mar 2013.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agrosilvopastoris - EMBRAPA. Solos – Classes de solo: características, ocorrências, limitações e potenciais, 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltasMatoGrosso/solos.htm#lvd>>. Acesso em: 12 dez 2011.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agrosilvopastoris - EMBRAPA: Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>>. Acesso em 21 fev 2013.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agrosilvopastoris - EMBRAPA: Disponível em: <<http://www1.cptec.inpe.br/glossario.shtml#9>>. Acesso em 21 fev 2013.

HABER, Lilian Mendes – Aspectos Constitucionais do Direito Minerário. Disponível em: <<http://www.pge.pa.gov.br/files/u13/aspectos%20constitucionais.pdf>>. Acesso em: fev. 2012.

ITABIRITO. Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE. Disponível em: <<http://www.saaeita.mg.gov.br/>>. Acesso em: 14 fev 2013.

MINAS GERAIS. Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE. Disponível em: <<http://geosisemanet.meioambiente.mg.gov.br/zee/>>. Acesso em: 06 mar 2013.

MINAS GERAIS. Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE. Disponível em: <<http://geosisemanet.meioambiente.mg.gov.br/zee/>>. Acesso em: 06 mar 2013.

BRASIL. Universidade Federal de Goiás. Disponível em:  
[http://portais.ufg.br/uploads/68/original\\_Classifica\\_\\_\\_o\\_Clim\\_\\_tica\\_Koppen.pdf](http://portais.ufg.br/uploads/68/original_Classifica___o_Clim__tica_Koppen.pdf)