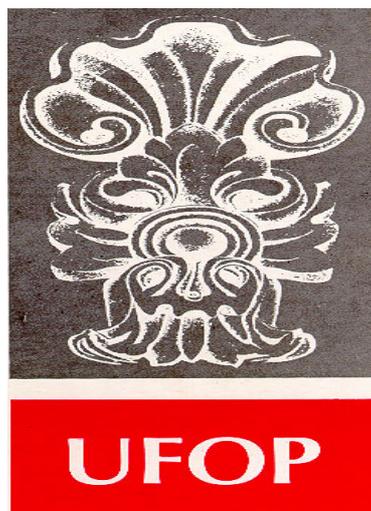


**ATIVIDADES EXTRATIVAS MINERAIS E SEUS
COROLÁRIOS NA BACIA DO ALTO RIBEIRÃO DO
CARMO: DA DESCOBERTA DO OURO AOS DIAS ATUAIS**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

Reitor

João Luiz Martins

Vice-Reitor

Antenor Barbosa

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Tanus Jorge Nagem

ESCOLA DE MINAS

Diretor

José Geraldo Arantes de Azevedo Brito

Vice-Diretor

Marco Túlio Ribeiro Evangelista

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Chefe

César A. Chicarino Varajão



EVOLUÇÃO CRUSTAL E RECURSOS NATURAIS

CONTRIBUIÇÕES ÀS CIÊNCIAS DA TERRA – VOL. 38

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Nº 250

**ATIVIDADES EXTRATIVAS MINERAIS E SEUS COROLÁRIOS NA
BACIA DO ALTO RIBEIRÃO DO CARMO: DA DESCOBERTA DO
OURO AOS DIAS ATUAIS.**

Ruzimar Batista Tavares

Orientador

Frederico Garcia Sobreira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais do Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ciências Naturais, Área de Concentração: Geologia Ambiental e Conservação de Recursos Naturais.

OURO PRETO

2006

Universidade Federal de Ouro Preto – <http://www.ufop.br>
Escola de Minas - <http://www.em.ufop.br>
Departamento de Geologia - <http://www.degeo.ufop.br/>
Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais
Campus Morro do Cruzeiro s/n - Bauxita
35.400-000 Ouro Preto, Minas Gerais
Tel. (31) 3559-1600, Fax: (31) 3559-1606 e-mail: pgrad@degeo.ufop.br

Os direitos de tradução e reprodução não são reservados.
Qualquer parte desta publicação poderá ser gravada, armazenada em sistemas eletrônicos, fotocopiada ou reproduzida por meios mecânicos ou eletrônicos.

T231a Tavares, Ruzimar Batista.
Atividades extrativas minerais e seus corolários na bacia do alto ribeirão do Carmo: da descoberta do ouro aos dias atuais / Ruzimar Batista Tavares – Ouro Preto: UFOP: 2006.
xxi 103 p.: il.; graf. tabs (Contribuições às ciências da terra, vol. 38, n. 250)
ISSN: 85-230-0108-6

Orientador: Prof. Dr. Frederico Garcia Sobreira

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Geologia. Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais.

1. Ouro - Minas e mineração - Teses. 2. Impacto ambiental - Mariana (MG) - Teses. 3. Ciclo do Ouro - Teses I. Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Geologia. II. Título

CDU: 622.27

Catlogação: sisbin@sisbin.ufop.br

Agradecimentos

Eternamente a:

Luís Eduardo de Magella Mattos Tavares e

Odette Batista Tavares

A Margareth da Silva Correa, pelo apoio e incentivo

A confraria formada por: Adélia, Zélia, Célia, Clélia, Lélia, Gélia, Damião e João.

A Geraldo Tavares Coelho

A Ouro Preto

“Vila Rica é, talvez, um dos lugares mais estranhamente situados no mundo inteiro, somente mesmo, o poderoso ouro poderia ter dado origem a uma cidade em tal posição”.

John Luccock (1818)

Ao meu orientador, Prof. Dr. Frederico Garcia Sobreira, pelo crédito na recuperação de um ex-geólogo e aos demais professores do DEGEO que contribuíram como co-orientadores extras oficiais.

(César F. Mendonça, Fernando F. Alkmin, Issamu Endo, Luis A. P. Bacellar, Paulo P. M. Junior,) e do DEMIN (Hernani M. Lima)

Aos amigos e funcionários pelo apoio extra-oficial na pós-graduação, Edson W. Martins e Maria Aparecida D. C. Gonçalves.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG

Ao programa de pós-graduação em Evolução Crustal e Conservação de Recursos Naturais

Especiais aos companheiros de jornada pela ajuda:

Leonardo Souza Andrade,

Cristina Alves Rocha e

Cláudio Eduardo Lana.

Sumário

AGRADECIMENTOS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE TABELAS.....	xv
LISTA DE ANEXOS.....	xvii
RESUMO.....	xix
ABSTRACT.....	xxi
CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Introdução ao tema.....	1.
1.2. Localização e vias de acesso.....	6
1.3. Objetivos.....	8
1.3.1. Objetivo geral.....	8
1.3.2. Objetivos específicos.....	8
CAPÍTULO 2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO.....	9
2.1. Considerações.....	9
2.2. Geologia regional.....	9
2.3 Geologia local.....	11
2.3.1. Substrato rochoso.....	11
2.3.2. Depósitos de coberturas.....	12
2.4. Geomorfologia.....	15
2.4.1 – Geomorfologia regional.....	15
2.4.2. Geomorfologia local.....	15

2.5. Rede hidrográfica.....	18
2.6. Solos.....	18
2.7. Clima.....	18
2.8. Vegetação.....	19
CAPÍTULO 3. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS.....	21
3.1. Considerações.....	21
3.2. Enfoque epistemológico.....	21
3.3. Percurso metodológico e técnicas.....	22
3.4. Desenvolvimento das atividades.....	24
3.4.1 Organização dos dados básicos.....	24
3.4.1.1 Trabalhos de gabinete.....	24
3.4.1.2 Trabalhos de campo.....	24
3.4.2. Execução dos trabalhos a partir dos dados.....	25
3.4.3. Elaboração dos produtos finais.....	25
3.4.4. Diagnóstico final.....	26
CAPÍTULO 4. EMBASAMENTO E CONCEITOS.....	27
4.1. Considerações.....	27
4.2. Impacto Ambiental.....	27
4.2.1. Conceito.....	28
4.2.2. Estudo de impactos ambientais.....	28
4.2.3. Avaliação ambiental.....	29

4.2.4. Degradação ambiental e desenvolvimento sustentável.....	32
4.3. Passivos ambientais.....	34
4.3.1. Passivos da mineração.....	34
4.3.2. Levantamentos de passivos ambientais.....	35
4.3.3. Mensuração do passivo ambiental.....	36
4.4. Uso e ocupação na região de Ouro Preto e Mariana.....	36
4.4.1. Ciclo do Ouro.....	36
4.4.2. Locais, serviços e métodos extrativos.....	38
4.4.2.1. Serviço de leitões.....	40
4.4.2.2. Serviço de tableiros.....	40
4.4.2.3. Serviço de grupiara.....	40
4.4.2.4. Serviço em rochas friáveis com veios auríferos.....	40
4.4.3. Ocupação pós-ciclo do ouro.....	40
4.5. Fenômenos de movimentos de massa.....	42
4.5.1. Introdução.....	42
4.5.2. Movimentos gravitacionais de massas.....	42
4.5.3. Fatores preponderantes nos movimentos gravitacionais de massas.....	45
4.5.4. Movimentos de massa na área de estudo.....	47

CAPÍTULO 5. ÁREAS DE INTERVENÇÕES.....	51
5.1. Considerações.....	51
5.2. Ciclo do Ouro.....	51
5.2.1. Serra de Ouro Preto – Borda da Cidade.....	53
5.2.2. Passagem de Mariana – Morro de Santo Antônio.....	60
5.3. Século XX.....	64
5.3.1. Mariana – Mina Del Rei.....	64
5.3.2. Ouro Preto – Mina de Pirita.....	67
5.4. Áreas em Atividades.....	71
5.4.1. Exploração de quartzitos.....	71
5.4.2. Vermelhão – Ouro Preto.....	75
5.4.3. Áreas de empréstimos.....	78
5.5 – Atividade Contínua.....	80
5.5.1. Mariana – Mata Cavalos.....	80
CAPÍTULO 6. ANÁLISE E DISCUSSÃO.....	83
6.1. Considerações.....	83
6.2. Tipologias.....	84
6.2.1. Tipologia A - Ciclo do Ouro.....	84
6.2.2. Tipologia B - Século XX.....	85
6.2.3. Tipologia C - Atividades Inadequadas.....	86
6.2.4. Tipologia D - Áreas com Atividades Legais.....	87
6.2.5 Tipologia E – Intervenções Continuadas.....	88

6.3. Discussão.....	89
6.3.1. Meio físico.....	89
6.3.2. Meio biológico.....	90
6.3.3. Meio antrópico/social.....	91
CAPÍTULO 7. CONCLUSÃO E SUGESTÕES.....	93
7.1. Considerações.....	93
7.2. Conclusão.....	93
7.3. Sugestões.....	94
7.3.1. Áreas enquadradas na tipologia A.....	94
7.3.2. Áreas enquadradas na tipologia B.....	95
7.3.3. Áreas enquadradas na tipologia C.....	95
7.3.4. Áreas enquadradas na tipologia D.....	96
7.3.5. Áreas enquadradas na tipologia E.....	96
7.3.4. Recomendações.....	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
ANEXOS	
BANCA EXAMINADORA (<i>Ficha de Aprovação</i>)	

Lista de Figuras

1.1 - Evolução da produção de Ouro em toneladas no século XVIII.....	2
1.2 - Início da ocupação em locais de antigas atividade mineiras.....	4
1.3 - Ocupação total em locais de antigas atividades mineiras.....	5
1.4 - Mapa de localização e acesso a bacia.....	6
1.5 - Mapa de localização das áreas urbanas, hidrografia e vias de acesso.....	7
2.1 - Esboço geológico do Quadrilátero Ferrífero.....	9
2.2 - Coluna estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero.....	10
2.3 - Mapa geológico da bacia do alto ribeirão do Carmo.....	14
2.4 - Cobertura conglomerática encontrada próximo ao Ribeirão do Carmo.....	13
2.5 - Relevo de serra anterior intervenção antrópica.....	17
2.6 - Forma de relevo após as intervenções na serra.....	17
3.1 - Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa.....	23
4.1 - Equacionamento para a degradação líquida.....	31
4.2 - Alguns locais e métodos extrativos descritos.....	39
4.3 - Muro atirantado para contenção de terreno.....	47
4.4 - Rompimento do aterro, com corrida de detritos.....	48
4.5 - Deslizamento.....	49
5.1 - Mapa topográfico da serra de Ouro Preto.....	52
5.2 - Esboço geológico do flanco sul do Anticlinal de Mariana.....	53
5.3 - Área de desmonte superficial	54

5.4 - Terrenos revolvidos.....	55
5.5 - Alterações na encosta.....	56
5.6 - Aerofoto do Morro da Queimada.....	57
5.7 - Escorregamento favorecido pela ocupação inadequada do terreno	58
5.8 - Escorregamentos devido ao saturamento do material de topo.....	59
5.9 - Movimento de massas, deslocando o muro de contenção.....	60
5.10 - Aspecto atual do morro de Santo Antônio.....	61
5.11 - Áreas onde foram identificados os desmontes em Passagem de Mariana.....	62
5.12 - Representação da topografia atual e reconstituída	63
5.13 - Área retalhada e revegetada da antiga lavra da Mina del Rey.....	64
5.14 - Diques de contenção.....	65
5.15 - Mapa topográfico da Mina del Rei.....	66
5.16 - Aspecto atual da área de uma cava da mina de pirita.....	68
5.17 - Mapa topográfico da mina de pirita.....	69
5.18 - Empreendimentos comerciais, de grandes portes.....	71
5.19 - Cavas da mina de pirita.....	71
5.20 - Rejeitos gerados pela lavra artesanal de quartzito.....	72
5.21 - Mapa topográfico das áreas de exploração de quartzitos.....	73
5.22 - Área de exploração de quartzito.....	74
5.23 - Mapa topográfico da região do Vermelhão.....	76
5.24 - Lavras do Vermelhão (esquerda) e JJC.....	77
5.25 - Revegetação de taludes.....	77

5.26 - Barragem de decantação dos finos.....	77
5.27 - Área típica utilizada para tomada de material de empréstimo.....	78
5.28 - Dimensões de ravinas.....	79
5.29 - Planície assoreada nas margens do ribeirão do Carmo.....	80
5.30 - Garimpo atual nos rejeitos gerados no século XVIII.....	81
5.31 -Mapa topográfico da região do Mata Cavalos.....	82

Lista de Quadros e Tabelas

4.1 - Resumo dos principais métodos de avaliação de impacto ambiental.....	31
4.2 - Evolução da população de Ouro Preto.....	41
4.3 - Classificação dos movimentos de massa.....	44
4.4 - Definições dos tipos de movimentos gravitacionais de massa.....	45
4.5 – Parâmetros de correlação mais relevantes na evolução da geomorfologia.....	46
6.1 - Principais impactos da tipologia A.....	84
6.2 - Principais impactos da tipologia B.....	86
6.3 – Principais impactos da tipologia C.....	87
6.4 - Principais impactos da tipologia D.....	88

Lista de Anexos

1.1 – Mapa completo bacia na escala 1:50.000

Resumo

A descoberta de ouro nas cabeceiras do Ribeirão do Carmo no final do Século XVII trouxe um notável fluxo migratório para a região, originando diversos povoados, dentre os quais aqueles que originaram as atuais cidades de Ouro Preto e Mariana. Em mais de trezentos anos de ocupação, a região passou por uma alternância de períodos com predomínio marcantes de algumas atividades e outros de estagnação. Em toda sua história, a região foi palco de atividades extrativas minerais. Após o ciclo do ouro (Séc. XVIII), as atividades de mineração praticamente cessaram até meados do Séc. XX, quando as jazidas de pirita, alumínio, manganês e ferro chamaram de novo a atenção para a região. Atualmente também é notável a produção de gemas e rochas ornamentais. O objetivo principal da pesquisa foi identificar as áreas que foram ou estão sendo local de extrações minerais das mais diversas naturezas, analisando o impacto, o histórico, a evolução dos processos morfodinâmicos no tempo e as intervenções posteriores. Estas são as bases para a proposição de diretrizes mitigadoras dos problemas existentes. Os trabalhos foram desenvolvidos através da interpretação de fotografias aéreas, com a identificação das áreas, formas e feições típicas, desenvolvimento de análise temporal dos processos e levantamentos de campo. Foram avaliados os processos ocorrentes nesses locais, suas causas e possíveis conseqüências, além da atualização das informações obtidas na interpretação de imagens. As áreas foram agrupadas por atividades congêneres e contemporaneidade, visando sistematizar as classes de impactos. O agrupamento das áreas gerou classes com peculiaridades e caracteres transversais, visando soluções comuns aos grupos distintos. Tipificar as áreas permitiu analisar os processos e listar os efeitos das explorações de bens minerais correlacionando aos impactos e passivos ambientais nos meios físico, bióticos e antrópicos. O diagnóstico possibilitar sugerir ações para a minimização e mitigação de impactos em atividades atuais e estudo qualitativo dos passivos. Medidas mitigadoras conceituais são propostas como soluções, que atendem a maioria dos casos. Entretanto, não são dispensáveis análises “*in locu*” para a intervenção nesses locais, visando confirmar as soluções ou especificar a necessidade de outras medidas, com base em avaliação técnica.

Abstract

The discovery of gold in the headboards of Ribeirão of Carmo in the end of the 18th Century brought a notable migratory flow for the area, originating several villages, among the ones which those that originated the current towns of Ouro Preto and Mariana. In more than three hundred years of occupation, the area passed by an alternation of periods with prevalence outstanding of some activities and others of stagnation. In all its history, the area was stage of activities extractive minerals. After the “Ciclo do Ouro” (18th Century), the mining activities practically ceased, even middles of 20th Century, when the pyrite, aluminum, manganese and iron got the attention for the area again. Now it is also notable the production of gemstone and dimensional stones. The objective of this research was to identify mined areas and areas being mined of diverse natures, and to assess the impact, the history and the evolution of the dynamic processes in the time and the subsequent interventions, base for the proposition of guidelines for impact mitigation. The works were developed through the interpretation of aerial photos, for identifying areas, forms and typical features, development of temporary analysis of the processes and field inspections. It were assessed the processes in those places, their causes and possible consequences, besides the updating of the information obtained in the interpretation of images. Congenerous activities areas and contemporary ones were grouped together to systematize the impacts. The grouping of areas process generated classes with peculiarities and transverses characters, seeking solutions common to the different groups. The typified areas allowed to analyze the processes and to list the effects of mineral exploitations, correlating to the physical, chemical and biological impacts and environmental liabilities. The diagnosis produced suggestions for mitigating impacts in current activities and for analyzing the liabilities qualitatively. Conceptual actions of mitigation are proposed, which can assist most of the cases. However, analyses *"in locu"* are always need for the intervention in those places, seeking to confirm the solutions or to specify the need of another measure with base in technical evaluation.

CAPITULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 – INTRODUÇÃO AO TEMA

A região de estudo, onde se situam as cidades de Ouro Preto e Mariana, compreende o alto Ribeirão do Carmo, um dos mais importantes tributários do alto Rio Doce e é emblemática historicamente, economicamente e socialmente. Os problemas de ordem ambiental nela detectados têm uma dimensão subestimada em relação às informações disponíveis. As duas cidades (Ouro Preto e Mariana) são conhecidas mundialmente e consagradas como patrimônio histórico da humanidade (Ouro Preto) e patrimônio histórico nacional (Mariana) No entanto, como a maioria das cidades brasileiras, sofre as conseqüências da falta de planejamento para o uso e ocupação do solo.

O início da colonização do estado de Minas Gerais se deveu ao descobrimento do ouro no final do Século XVII, que proporcionou imediatamente um notável desenvolvimento para região. As cidades de Ouro Preto, Mariana e o distrito Passagem de Mariana, localizados nos contrafortes da Serra de Ouro Preto foram fundados e se desenvolveram a partir da descoberta de abundantes depósitos de ouro aluvionar nesse mesmo período.

O apogeu da mineração na colônia portuguesa aconteceu entre os anos de 1729 e 1769 (fig.1.1), com o desenvolvimento de intensas atividades extrativas mineiras subterrâneas e a céu abertos, nos vales e encosta da serra de Ouro Preto, consolidando uma fase impar no processo civilizatório nos trópicos, jamais vista no continente americano. Segundo Ruas (1964), na primeira metade do século XVIII, a produção do metal na região alcançou cerca de 50% da produção mundial. “Abundava o ouro, em profusão, quer em veios riquíssimos, quer em aluvião, quer de mistura com cascalho e areia encontrava-se nos córregos, nos rios, nas montanhas” (Ruas, 1964).

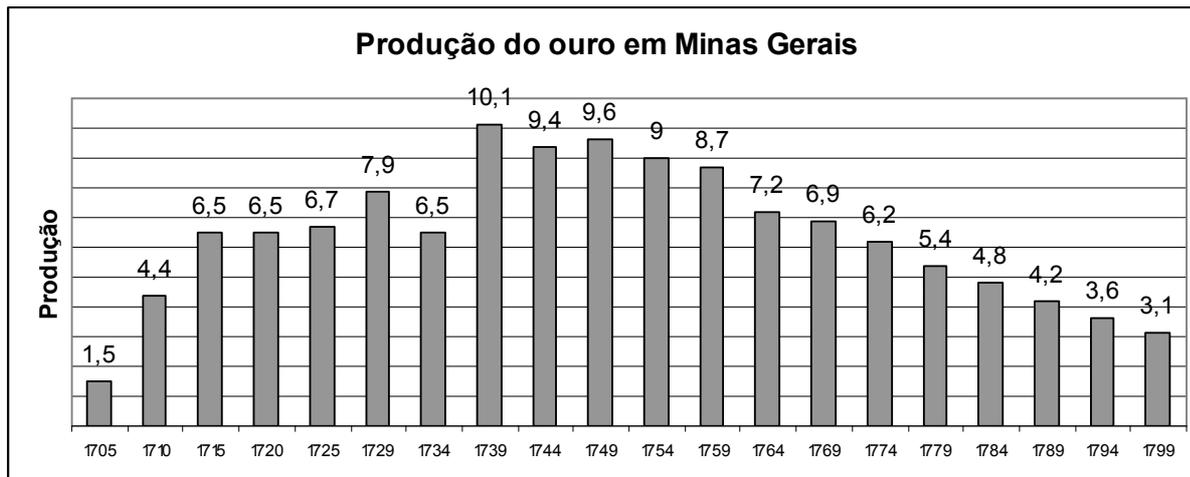


Figura 1.1 – Evolução da produção de ouro em toneladas no século XVIII. (Modificado de Ziravello 1999)

As intervenções relacionadas às atividades de extração de ouro foram as principais causas da alteração do meio físico local e perduraram por mais de um século (Sobreira e Fonseca 2001). A riqueza gerada pelo ouro extraído no século XVIII deu-nos como bônus, uma cidade de arquitetura barroca ímpar no mundo. Segundo Sobreira e Fonseca (2001) além de herdarmos um patrimônio cultural e arqueológico representado pelas estruturas remanescentes (mundéus, galerias, muros e edificações), temos como ônus as alterações diretas no meio físico, como a modificação da topografia, os depósitos de rejeitos, o desmatamento, o desvio da drenagem, etc., que afetaram principalmente uma boa parte da Serra de Ouro Preto.

No final do século XVIII, a produção do ouro entra em declínio e o endividamento do reino português acarreta aumento substancial na carga tributária. Essa decisão gerou conflitos entre os reinóis e os habitantes natos em solo brasileiro, que já desenvolviam um sentimento nacionalista e se inspirando nos movimentos político/filosóficos francês e americano, iniciaram um movimento para a independência política do país.

Em 1819 o Barão de Eschwege inicia a exploração de ouro na região de Passagem de Mariana, tentando introduzir novas técnicas de extração e beneficiamento, sem, contudo alcançar sucesso. No século XIX, com a chegada das companhias mineradoras inglesas, cujo objetivo era a produção de ouro houve outra fase de extração mineral na região. Essa atividade foi basicamente localizada no distrito de Passagem de Mariana, com a extração subterrânea do ouro pela Cia. Minas de Passagem. Nas décadas de 1880 e 1890 foi a segunda mina mais produtiva da região metalúrgica. Também neste período houve a tentativa de exploração em maior escala de ouro ao norte da cidade de Mariana nos locais conhecidos hoje como Gogô e Mina del Rei (Ferrand 1897), no mesmo local onde foi extraído minério de ferro no século seguinte. Segundo Libby (1988) em termos gerais houve insucesso nos investimentos na mineração aurífera no século XIX.

Mesmo com a decadência, a região manteve seu *status* de pólo, com a capital permanecendo em Ouro Preto até o final do século XIX. Com o advento sistema republicano e supremacia da visão positivista, uma nova capital para o estado foi erigida - Belo Horizonte - acarretando o total declínio econômico da região e tendo como conseqüência imediata o despovoamento da periferia, o que foi favorável à preservação da paisagem e do conjunto estruturas físicas utilizadas para a extração aurífera.

Na final do século XIX até o final da década de 1930, a região manteve-se estagnada e decadente, tanto em termos de atividades econômicas quanto populacional, fato que tem profunda influência na preservação do patrimônio histórico e arquitetônico de Ouro Preto e Mariana. Na década de 1930 as cidades foram tombadas como patrimônio nacional. Esta situação perdurou até a década de 1940.

Em 1934, Américo Renê Gianetti e Simão fundam a companhia Electro Química Brasileira S.A. e em 1935 inicia-se a exploração de pirita, na região hoje conhecida como Pocinho, em Ouro Preto, para a produção de ácido sulfúrico (Romano 2000). Em 1940, com a demanda de enxofre para a produção de pólvora há o incremento da atividade extrativa desse mineral supracitado. Essa atividade acontece até os meados da década de 1960. Segundo Sobreira, na década de 1940, devido à demanda de alguns bens minerais numa conjuntura de guerra mundial, iniciou-se também as extrações de minério de ferro e manganês em jazidas de baixo teor, porém explotáveis, no município de Ouro Preto. Estas atividades concentraram-se na região conhecida atualmente como Pocinho e Osso de Boi, onde hoje estão assentados os bairros Nossa Senhora do Carmo e Santa Cruz. Ainda nessa década a produção de chá em escala industrial foi vultosa em áreas próximas (Manso, Tesoureiro, Saramenha, Patronato, etc.) à cidade de Ouro Preto (Trindade 1946)

O desenvolvimento retornou em 1950, com as atividades de mineração de ferro e outros minérios, inclusive o ouro. A Eletctro Química Brasileira passa para o controle da ALCAN – Alumínios do Brasil S/A, tornando-se a maior produtora de alumínio do país. A implantação de algumas indústrias na região também contribuiu para o crescimento urbano desordenado de Ouro Preto com a ocupação de vários locais onde se desenvolveram atividades de mineração (Sobreira, 1991, 1992, Fonseca e Sobreira, 1998).

Na década de 1970, segundo dados do SEBRAE (1995) –Serviço de apoio a micro e pequena empresa, o crescimento das indústrias siderúrgicas e mineradoras na região ocasionou considerável crescimento da população em Ouro Preto e Mariana. Nesta época também teve início a exploração de topázio na região de Saramenha, atividade que persiste até hoje no local conhecido como Mina do

Vermelho. Na década de 1980 ocorre um novo surto de desenvolvimento regional, com o setor industrial (incluindo a mineração) retomando um ritmo de crescimento acima da média estadual.

Como consequência do aumento populacional e da falta de planejamento urbano as cidades de Ouro Preto e Mariana e o distrito de Passagem de Mariana passaram a sofrer um processo de expansão desordenada. Em Mariana, além das ocupações das encostas, ocorreu também a ocupação das margens e planícies de inundação do Ribeirão do Carmo. Em Ouro Preto, vários locais no entorno da cidade, onde foram desenvolvidas atividades mineiras (fig.1.2), com características morfológicas e geotécnicas desfavoráveis, foram ocupados, gerando núcleos habitacionais sem estruturas urbanísticas adequadas para a segurança e qualidade de vida da população.



Figura 1.2 – Ocupação em locais de antigas atividade mineiras, destaque para o mundéo, estrutura utilizada para deposição da lama aurífera. Localizado no Bairro São Cristovão, atualmente tomado por construções. Foto de 1970 (Dimas Guedes).

No início da década de 1990 o crescimento populacional foi menos expressivo, possivelmente causado pelas mudanças econômicas ocorridas no setor minero-metalúrgico. As ocupações na serra de Ouro Preto em locais de antigas minas de ouro continuaram, como comprova a foto a seguir (fig.1.3)



Figura 1.3 – O mundéo da figura 1.2 e seu entorno tomado por construções na década de 1990.

Atualmente, a mineração ainda provoca alterações pontuais na bacia devido à extração irregular de quartzito, cascalho e material de empréstimo para obras públicas que, embora tenham um porte menor, pela frequência, acabam por produzir grandes impactos.

Diversos problemas ambientais são identificáveis na região. Pode se afirmar, *lato sensu*, que há uma utilização predatória do meio físico e a exemplo pode-se nomear: o desperdício e subaproveitamento dos recursos hídricos, a contaminação e poluição dos mananciais e a existência de inúmeras áreas urbanas sob risco geológico, sendo muitas delas localizadas em antigas áreas mineradas.

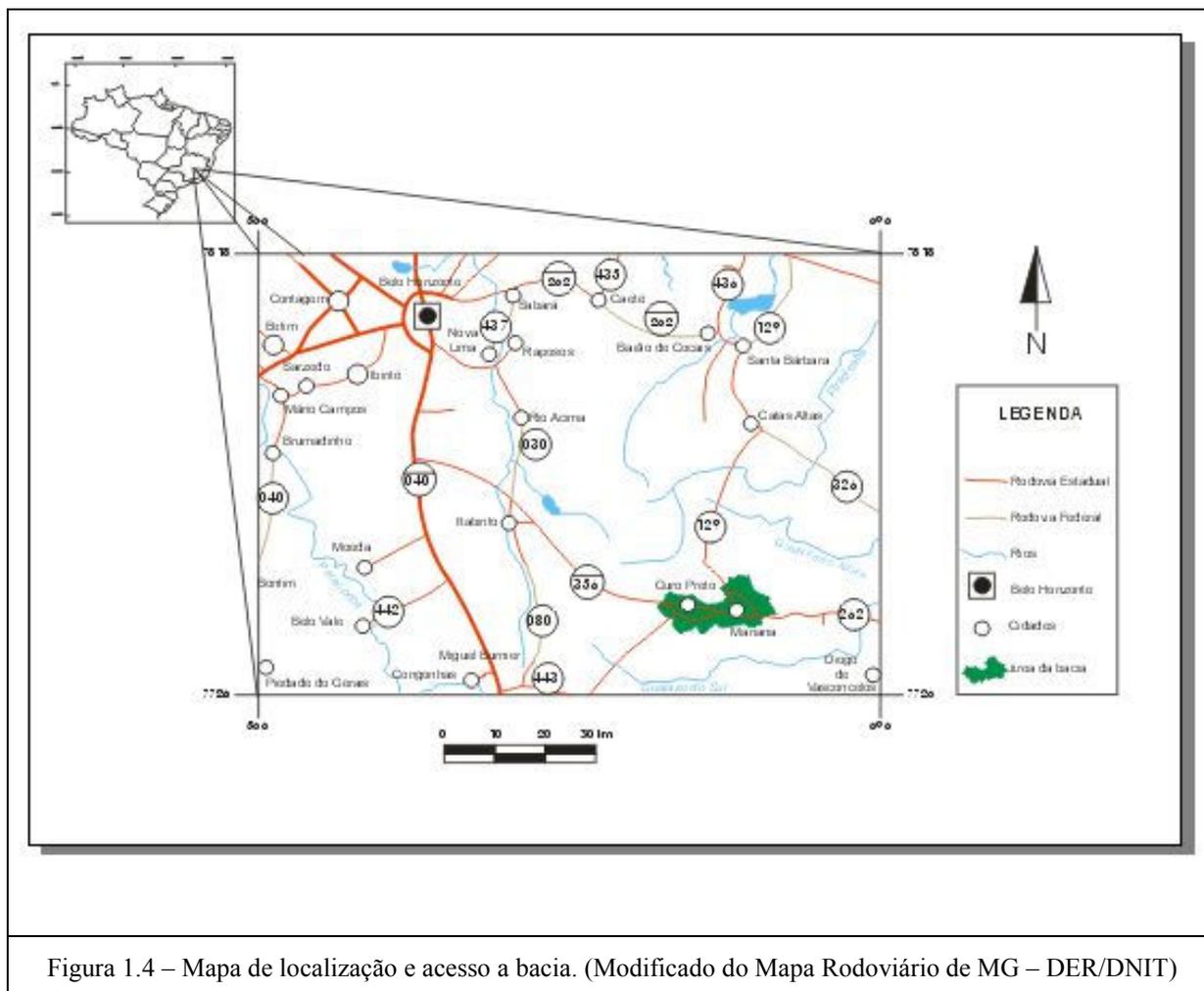
Existem estudos abordando essa questão na cidade de Ouro Preto (Sobreira 1991, 1992, Carvalho 1982, IGA 1995, Sobreira e Fonseca 1998, Gomes *et al* 1998, Castro 2000, Bonucelli 1999, Fonseca e Sobreira 2001 e outros) e em Mariana (Sobreira 2000 e Souza 2004) porém no que diz respeito às questões ambientais há muitos temas a serem estudados.

Busca-se com este estudo fornecer um panorama histórico da ação antrópica no meio físico e avaliar o quadro ambiental, ressaltando os principais problemas e indicando ações mitigadoras. A análise da evolução do uso e impactos gerados pelas atividades mineradoras, ocupação urbana e suas influências na atual situação ambiental da bacia, certamente contribuirão para um melhor entendimento de vários problemas existentes que se relacionam ao uso dos espaços, além de poderem fornecer bases para estudos aplicados no futuro

O estudo aqui proposto está inserido no projeto de pesquisa: Análise geo-ambiental aplicada à gestão territorial: estudo do alto Ribeirão do Carmo, sub-bacia do alto Rio Doce, com ênfase nas áreas urbanas de Ouro Preto e Mariana, aprovado pela FAPEMIG -Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais.

1.2 - LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

A área estudada localiza-se nos municípios de Ouro Preto e Mariana, região central do estado de Minas Gerais, cerca de 100 km da capital estadual - Belo Horizonte - na direção leste, extremidade sudeste do Quadrilátero Ferrífero (fig. 1.4). O acesso a partir da capital é feito no sentido Rio de Janeiro - RJ pela rodovia BR 040 até o entroncamento com a rodovia BR 356 (Rodovia dos Inconfidentes), seguindo até o município de Ouro Preto, limite oeste da área estudada, distante aproximadamente 60 km. Outro percurso pode ser feito a partir de Vitória, capital do estado do Espírito Santo pela rodovia BR 262, até o entroncamento com a rodovia MG 262 no município de Rio Casca - MG - seguindo até o município de Mariana, limite leste da área estudada, distante aproximadamente 120 km. A figura 1.5 mostra em detalhe a bacia do alto Ribeirão do Carmo, com a localização das áreas urbanas, hidrografia e vias de acesso.



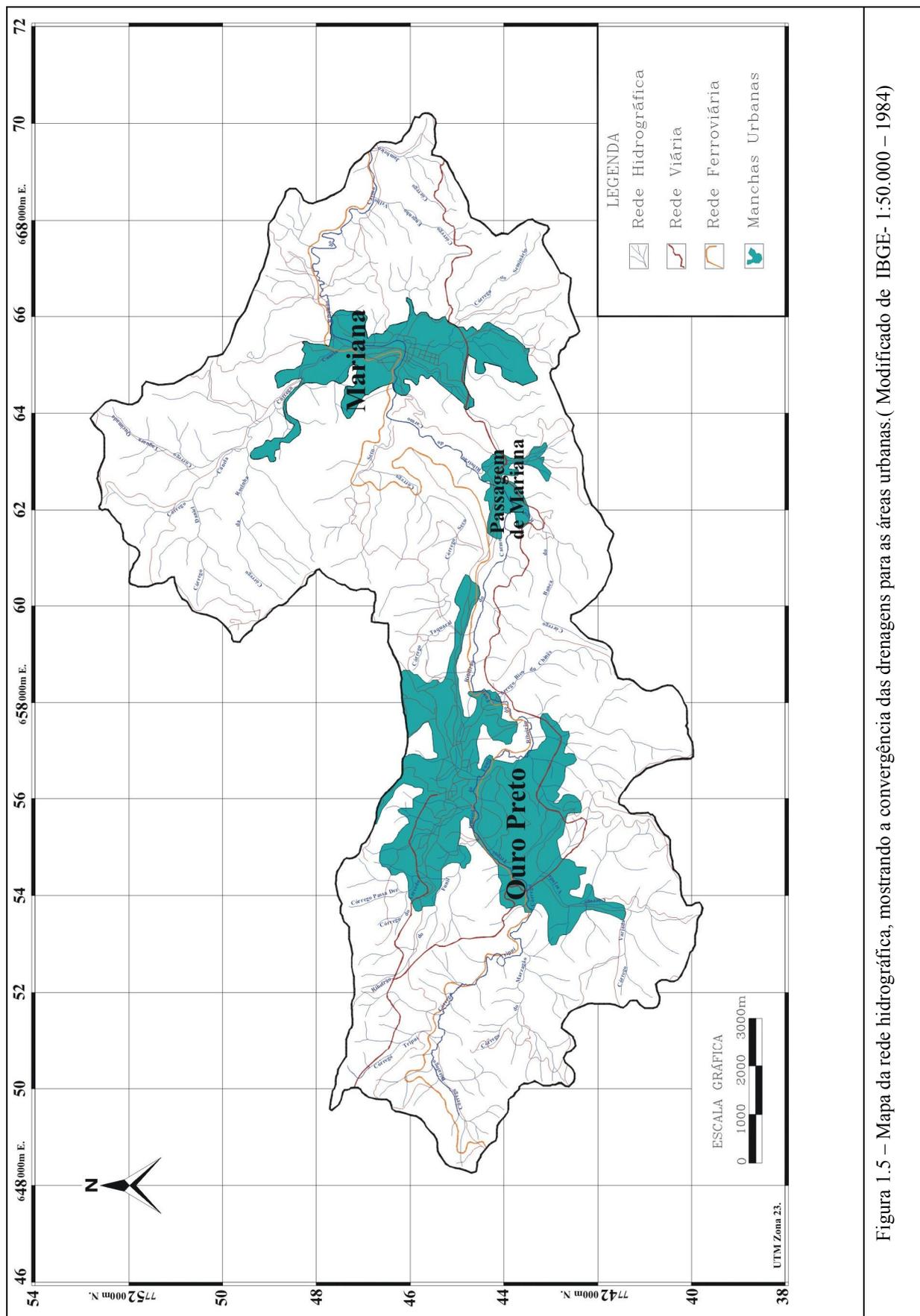


Figura 1.5 – Mapa da rede hidrográfica, mostrando a convergência das drenagens para as áreas urbanas. (Modificado de IBGE- 1:50.000 – 1984)

1.3 - OBJETIVOS

1.3.1 - Objetivo Geral.

O objetivo geral desta dissertação consiste em identificar, qualificar e confirmar os efeitos negativos das atividades mineiras realizadas na bacia do Alto Ribeirão do Carmo no decorrer dos últimos 300 anos.

1.3.2 - Objetivos Específicos

Outros objetivos importantes podem ser listados separadamente para melhor entendimento, a saber:

- Identificar, através da descrição e delimitação os locais de atividades extrativas durante os séculos XVIII, XIX e XX (ouro, pirita, e ferro).
- Identificar, através da descrição e delimitação as áreas com atividades extrativas recentes (quartzito, topázio, ouro e materiais de construção).
- Avaliar as condições de uso e ocupação urbana atuais em antigas áreas de mineração.
- Descrever os impactos ambientais decorrentes dos processos geodinâmicos superficiais causados pelas atividades extrativas pretéritas e atuais.
- Analisar qualitativamente os passivos ambientais nos locais onde ocorreram atividades mineiras e ocupações atuais.
- Sugerir ações mitigadoras dos impactos causados pelas atividades pretéritas.
- Indicar ações efetivas para o planejamento das áreas ocupadas desordenadamente.
- Recomendar planos de reabilitação para as áreas de antigas lavras ainda não ocupadas.

As unidades lito-estratigráficas aflorantes são representadas, da base para o topo: complexos metamórficos, seqüências supracrustais arqueanas do tipo *greenstone belt* (Supergrupo Rio das Velhas), seqüências metassedimentares proterozóicas (Supergrupos Minas e Itacolomi) e coberturas sedimentares de idade cenozóica. Alkmin e Marshak (1998) definiram a coluna estratigráfica para o Quadrilátero Ferrífero (fig. 2.2).

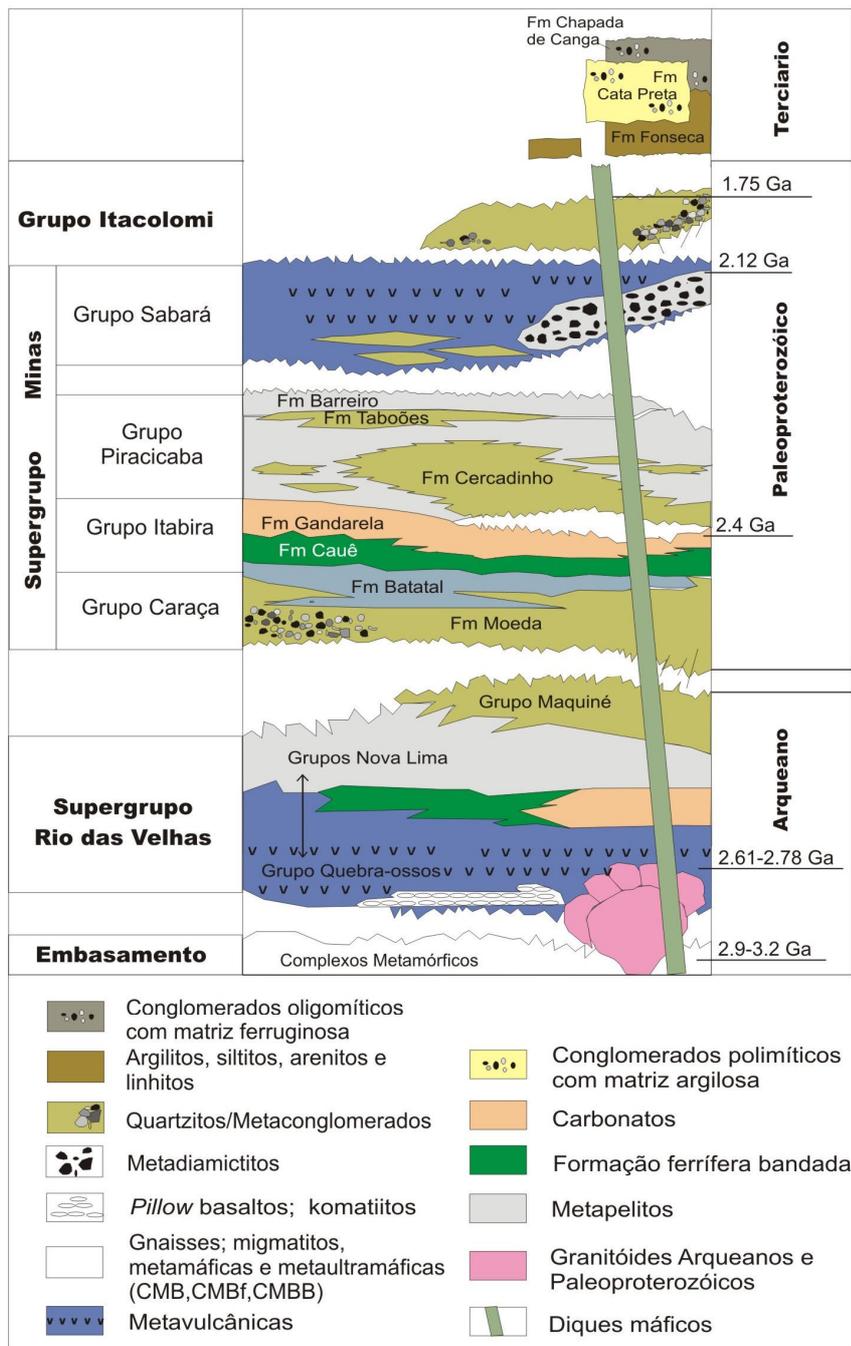


Figura 2.2 – Coluna Estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero (Alkmin e Masrshak 1998).

2.3 - GEOLOGIA LOCAL

A bacia do Alto Ribeirão do Carmo situa-se na borda leste do Quadrilátero ferrífero, próximo à transição para o embasamento, ocupando o flanco sul e a zona de charneira da estrutura regional, conhecida como Anticlinal de Mariana. As litologias caracterizam-se por apresentarem foliação metamórfica marcante, descontinuidades planares e estando os terrenos, geralmente, muito alterados. O mapa (fig. 2.3) mostra a geologia da bacia do alto Ribeirão do Carmo, representada pelo substrato rochoso e depósitos de coberturas.

2.3.1 - Substrato rochoso.

Os litotipos encontrados são representados por:

- Grupo Nova Lima, representado por rochas metavulcânicas e metassedimentares clásticas. Na borda da cidade de Mariana os xistos apresentam alto grau de alteração e os afloramentos menos alterados ocorrem no núcleo do antiforme (CPRM 1993).

- Grupo Caraça, representado por quartzitos e quartzitos sericíticos da Formação Moeda e filitos da Formação Batatal, esta última pouco representativa, segundo Sobreira (2000).

- Grupo Itabira, constituído por itabiritos de cores que variam de cinza escuro a preto e granulometria variando de fina a grossa da Formação Cauê. Rochas dolomíticas e dolomitos ferruginosos da formação Gandarela acompanhando o vale do Ribeirão do Carmo a partir do limite leste da zona urbana de Ouro Preto até Passagem de Mariana.

- Grupo Piracicaba, localmente representado por filitos cinza-prateados intercalados com quartzitos da Formação Cercadinho. Segundo Souza (2004) essa formação se expressa no relevo através de sucessivas cristas separadas por suaves patamares esculpidas pela erosão diferencial de camadas mais resistentes (quartzitos) e camadas menos resistentes a erosão (filitos). A formação Fecho do Funil é composta por filitos e quartzitos dolomíticos e sobrejacente a esta aparecem os quartzitos de granulações fina a muito fina, frequentemente alterados e friáveis da Formação Taboões. No topo deste grupo, encontra-se bem representada na bacia a Formação Barreiro constituída por filitos carbonosos e grafitosos de coloração que variam de cinza escuro a preto. Souza (2004) cita: “Na maior parte de suas exposições, o filito apresenta-se bastante alterado, com um aspecto terroso, fosco e pulverulento quando seco, o que facilita o desenvolvimento de processos erosivos”.

- Grupo Sabará, constituído por rochas bastante alteradas representado por filitos, xistos e quartzitos com a coloração variando nos tons avermelhados, amarelados e acinzentados (Noce 1995).

- Grupo Itacolomi, ocorrendo no limite sul/sudoeste da bacia e constituído por quartzitos de granulação grossa, metaconglomerados e níveis centimétricos de filitos (Guimarães 1931), sotoposto discordantemente sobre as rochas do Grupo Sabará.

2.3.2 - Depósitos de Cobertura

Os depósitos sedimentares cenozóicos são representados por aluviões e colúvios com matacões de minério de ferro e canga (Maizatto 1993). Souza (2004) desenvolveu um trabalho detalhando os depósitos de coberturas, representados por terrenos aluviais, coluviais, tálus e canga que ocorrem na bacia.

- Depósitos Aluviais.

Os depósitos aluviais são observados nas planícies de inundação dos ribeirões e córregos. São constituídos em sua maioria por sedimentos arenosos com fragmentos inconsolidados de itabiritos, quartzitos, xistos e filitos, acumulados a partir de processos fluviais e por atividades antrópicas.

- Colúvios.

Os depósitos coluvionares resultam do acúmulo de agregados heterogêneos de rochas transportados por ação da gravidade e contribuição da água de escoamento superficial. Difere do depósito de tálus quanto à dimensão reduzida dos fragmentos imersos na matriz homogênea de cor avermelhada. Geralmente recobrem os xistos do Grupo Sabará.

- Tálus.

O depósito de tálus marcante ocorre no sopé da Serra do Itacolomi, no limite sul da zona urbana de Mariana, sendo resultado da acumulação de fragmentos de rochas desprendidos do quartzito Itacolomi por efeito da gravidade. A composição é predominantemente quartzítica, imersos em uma matriz argilo-siltosa.

- Canga.

A canga recobre as rochas das formações ferríferas. É resultado do processo de enriquecimento supergênico em ferro e alumínio com a remoção de sílica por lixiviação. O acúmulo de fragmentos detríticos imersos em uma matriz ferruginosa cria uma cobertura resistente aos processos erosivos, preservando as feições geomorfológicas nos topos e nas vertentes.

- Conglomerado

Durante o trabalho de campo foi identificado um conglomerado, em uma área próxima ao Ribeirão do Carmo, (km 186 da rodovia do Contorno) no topo do Supergrupo Minas. Esta ocorrência alcança uma espessura de 3 metros, apresentando granulometria bastante variada, desde areia até cascalhos com aproximadamente 15 cm de diâmetro. A composição das partículas é predominantemente de quartzo e hematita. O arredondamento vai de médio a bem arredondado, predominando as formas ovaladas. Não há relatos sobre essa ocorrência e sobre as atividades garimpeiras no local. Essa cobertura, possivelmente, possui teor de ouro que a torna economicamente explorável. A maior parte foi lavrada com métodos rudimentares para a retirada desse metal (fig.2.4).



Figura 2.4 – Cobertura conglomerática encontrada próximo ao Ribeirão do Carmo.

2.4 - GEOMORFOLOGIA.

2.4.1 - Geomorfologia regional.

As unidades morfológicas são expressões da superfície formada por processos naturais, com composição definida e conjunto de características físicas e naturais distintas, que refletem os processos erosivos, intempéricos e tectônicos (MOPT 1992).

A geomorfologia regional é definida por duas unidades geomorfológicas distintas: O Quadrilátero Ferrífero e os Planaltos Dissecados. A paisagem regional evidencia a passagem do relevo típico do Quadrilátero Ferrífero, onde as serras do Caraça, de Ouro Preto e a do Itacolomi são as feições mais marcantes a oeste, passando aos Planaltos Dissecados na borda leste da bacia, registrando variações bruscas no relevo através da queda acentuada das altitudes (CPRM 1993).

A primeira unidade é evidenciada na porção oeste, com altitudes médias em torno de 1.400-1.600m, sendo morfologia marcada pelo controle estrutural e são descritos relevos tipo sinclinais suspensos e anticlinais esvaziados além de cristas estruturais do tipo *hog back* (CPRM, 1993). A segunda unidade é observada a partir do limite leste da bacia, sendo um domínio morfo-estrutural com exposição de rochas cristalinas, deformadas e deslocadas do embasamento, atingidas por sucessivos estágios de erosão e submetidos a processos intempéricos que produziram pacotes de alteração evoluídos (RADAMBRASIL, 1983). O intenso processo de dissecação fluvial foi responsável pela origem das formas de colinas e cristas com vales encaixados e/ou de fundo chato (CPRM, 1993). As altitudes oscilam entre 1.000 e 1.200m nas cristas e 500-800m nos vales.

2.4.2 - Geomorfologia local.

As estruturas geológicas locais condicionam os traços do relevo. As vertentes possuem declividades acentuadas e os vales são profundos e encaixados. As serras do Itacolomi e a de Ouro Preto são os elementos geomorfológicos que sobressaem como divisores da bacia. As altitudes variam de 1400 m. nos topos da serra de Ouro Preto a 700 m. na porção basal que se encontra no final da área, a jusante, delimitada para este estudo (Sobreira e Fonseca 2001).

Souza (2004), adotando como referência o trabalho de Sobreira (2000), define seis unidades principais de relevos na bacia para o município de Mariana: Planície aluvial, Relevo suave, Relevo de rampa, Relevo de colinas, Relevo de vales encaixados e Relevo escarpados. No município de Ouro Preto são observáveis o relevo de Planície aluvial na área da Estação Biológica do Tripuí e as unidades de Vales Encaixados e Escarpados no restante da bacia. No município de Mariana são observáveis todas as unidade descritas a seguir.

- Unidade Planícies aluviais

As altitudes são em torno dos 700 metros com declividades inferiores a 8%. São condicionadas pelos principais cursos d'água e representam as zonas de aporte dos sedimentos, de granulometria silte, areia e cascalhos, oriundos das partes mais elevadas.

- Unidade Relevos Suaves

Os declives são suaves, variando de 10 a 20% em declividade e altitudes entre 700 e 750m. Corresponde à transição entre as planícies aluviais e as unidades vertentes e colinas.

Unidade Relevo de Rampa

As rampas englobam declividades variando entre 8 e 30%. Representada pelo depósito de tálus nas bordas da Serra do Itacolomi.

- Unidade Relevo de Colinas

Representada por faixas de direção aproximadamente norte-sul em transição com as unidades morfológicas planícies aluviais, relevos suaves e relevos escarpados. As altitudes variam de 830 a 870m, com superfície ondulada ou levemente ondulada, com o topo aplainado. Os declives se encontram na faixa de 20% a 40% e diminuem em direção ao topo.

- Unidade Relevo de Vales Encaixados

Representa as linhas de drenagem profundas instaladas em vales com declividades superiores aos 45%. Ocorre em todas as partes da bacia, com altitudes e litologias variadas. Estas áreas são importantes por gerarem, durante os períodos de chuva, um grande fluxo de água, cuja intensidade pode acarretar corridas de lama e detritos, associados aos movimentos de massa instaurados em suas vertentes.

- Unidade Relevos Escarpados

Abrangem a grande estrutura antiformal e a transição entre o Supergrupo Minas e o Supergrupo Rio das Velhas a leste. Representam as maiores altitudes, com valores acima de 1000 m. A declividade possui valores médios de 40% a 70%, podendo chegar até a declividades superiores aos 100%. Destaca-se pelos processos geodinâmicos superficiais, apresentando feições erodidas, ravinamentos, antigas voçorocas, movimentos de rastejo e escorregamentos.

Nesse estudo sugere-se a diferenciação de uma área de relevo escarpado, como relevo escarpado côncavo, sendo essa, uma feição geomórfica de origem antrópica. Essa feição ocorre

predominantemente na borda norte da cidade de Ouro Preto, representando as áreas de intervenções relacionadas aos processos extrativos no século XVIII. Anteriormente às atividades predominava o relevo típico da unidade relevo de serra (fig. 2.5), refletindo na paisagem a geologia estrutural (CPRM 1993).



Figura 2.5 – Relevo de serra antes da intervenção antrópica, coberto por floreta Ombrófila, típica dos campos rupestres na bacia.

O substrato rochoso é constituído pelo itabirito Cauê, quartzito Moeda e às vezes canga, que devido à boa coesão dos grãos, conferem certa estabilidade à forma da encosta. O desmonte das porções mineralizadas ocasionou o recuo das vertentes nas partes medianas, deixando as cristas preservadas gerando um aspecto conchoidal aberto. Essas áreas se encontram em altitudes entre 1.000 m. e 1 400 m. com declividade acentuada, geralmente acima dos 100%. Propõe a denominação de **Unidade de relevo côncavo**, como uma nova unidade geomorfológica local do tecnogênico (fig. 2.6).



Figura 2.6 – Escarpa côncava, ressaltando a evolução do relevo causada por processo antrópicos.

2.5 - Rede hidrográfica

A serra de Ouro Preto é o *aquae divorcium* de duas grandes bacias hidrográficas brasileiras: a do rio São Francisco e a do rio Doce. O Ribeirão do Carmo pertencente à segunda bacia, possui 134 km de extensão e sua bacia abrange uma área 2.279 km², que equivale a 2,73% da bacia do rio Doce, (IBGE 2000).

A bacia do alto Ribeirão do Carmo estende-se desde a região a oeste de Ouro Preto, até o distrito de Bandeirantes, em Mariana (fig.1.5). Tem sua nascente o córrego Tripuí, a oeste da área urbana de Ouro Preto e como principais formadores, além do Tripuí, os córregos: Funil e Marzagão. Em seu trecho médio a bacia é bem encaixada entre as serras de Ouro Preto e do Itacolomi, tendo como contribuintes pequenos cursos d'água. Na porção final, na região de Mariana, a bacia se espalha e tem como contribuintes os córregos: Canelas, Matadouro, Seminário e Catete. A sub-bacia do córrego Canelas é a de maior extensão, correndo pelo flanco norte da estrutura anticlinal.

O padrão de drenagem é dentritico, com alguns cursos condicionados estruturalmente. A declividade dos cursos é mais acentuada a oeste (região de Ouro Preto e Passagem de Mariana), sendo os cursos encaixados e sem planícies de inundação mais extensas. Na região de Mariana os declives dos cursos são mais suaves e os vales são mais abertos, com o ribeirão formando uma grande planície, já totalmente ocupada pela malha urbana.

Toda esta rede de drenagem encontra-se degradada e contaminada por esgotos das áreas urbanas, visto que Ouro Preto e Mariana não possuem sistema de tratamento das águas residuárias. Além deste problema, o Ribeirão do Carmo é local de lançamento de resíduos sólidos urbanos e em suas margens são depositados material inerte de escavações e restos de construção.

2.6 - Solos

As coberturas superficiais de crosta laterítica - canga - nos topos e nas vertentes dos morros, produtos de alteração supergênica em climas tropicais, dificultam a pedogênese e o amadurecimento do solo. Na área em estudo ocorrem os seguintes tipos de coberturas superficiais: Solos litólicos, neossolos, cambissolos e manchas maiores e mais espessas de coberturas aluvionares, coluvionares e tálus segundo Fernandes *et al.* (1991).

2.7 - Clima

O clima da região onde a bacia está inserida, de acordo com a classificação climática de Köppen, está enquadrado nos tipos Cwa e Cwb. Ambos são marcados pela elevada pluviosidade, com

maior concentração entre os meses de outubro e março (IGA 1995). O primeiro (Cwa) predomina nas partes menos elevadas, com verões úmidos e quentes, sendo o índice pluviométrico médio anual de 1100 - 1.500mm, estação seca curta e temperatura média anual entre 19,5 - 21,8 °C. O segundo (Cwb) predominante nas porções mais elevadas caracteriza-se por verões brandos, temperatura média anual mais baixa (17,4 - 19,8 °C) e média do mês mais quente próxima a 22 °C (Antunes 1986). A precipitação pluviométrica anual varia entre 1400 a 2000 mm, com 89,6% da precipitação anual concentrando-se no verão e os invernos chegam a registrar temperaturas negativas, devido a fatores como: elevada umidade relativa, variações bruscas da temperatura do ar, baixa precipitação e formação de nuvens local. As características básicas são de um clima tropical de montanha, onde a baixa latitude é compensada pela altitude e conformação orográfica regional (Carvalho 1982).

2.8— Vegetação

A área está inserida nos domínios da Mata Atlântica e do Cerrado, apresentando essencialmente quatro tipos de vegetação (Fernandes *et al.* 1991): florestas mesófilas (estacionais semi-decíduas), *habitat* méxicos (brejos), candeal.

Scolforo e Carvalho (2006), no inventário da flora nativa de Minas Gerais classificam a vegetação da bacia na fisionomia como Vegetação Rupícula Montana - VRM, onde estão incluído os campos rupestres sobre afloramentos quartzíticos (solos muito rasos) e a vegetação sobre formações ferruginosas, ou canga. A VRM, por estar associada a áreas de altas declividades em montanhas, geralmente está incluída nas áreas de preservação permanente, em acordo com a legislação ambiental.

A variação fisionômica compreende desde relvado (campos propriamente ditos) até maciços arbustivos e florestas de baixa estatura. As espécies são adaptadas fisiologicamente e morfológicamente a períodos de baixas temperaturas, a déficit e excessos hídricos.

Na VRM os candeais e florestas anãs representam uma transição dinâmica para as florestas Ombrófila Densa, Ombrófila Mista e Estacional Semidecídua. Os maciços arbustivos dos campos rupestres em muitos locais representam uma transição para o Cerrado, denominada Cerrado Rupestre.

As espécies desse tipo de vegetação têm uma distribuição eco-geográfica muito restrita (endêmica). Destacam-se as famílias *Asteraceae*, *Velloziaceae*, *Melastomataceae*, *Bignoniaceae*, *Bromeliaceae*, *Orchidaceae*, *Eriocaulaceae*, *Cyperaceae* e *Ericaceae*. Destacam-se as candeias (*Eremanthus erythropappus*) (Scolforo e Carvalho 2006).

São encontradas algumas espécies botânicas raras e algumas em risco de extinção devido à devastação da vegetação para o uso de madeira. A mineração, ocupação e uso desordenado do solo, desde início da colonização, são as prováveis causas da perda de espécies e descaracterização das comunidades ecológicas. Espécies nativas encontradas em algumas encostas demonstram o longo processo de perda de diversidade biológica. Verifica-se, também, que em vários locais a vegetação nativa vem sendo substituída pelo eucalipto (Souza 2004).

CAPITULO 3

MÉTODO E PROCEDIMENTOS

3.1 – CONSIDERAÇÕES.

Para o desenvolvimento do estudo, o método observado foi o preconizado por Husserl - método fenomenológico – empregado em pesquisas qualitativas. Silva *et al* (2001) citando Triviños (1992) e Gil (1999), explica que este método tem como preocupação primordial a descrição direta da experiência, como ela se produz, portanto não sendo indutiva nem dedutiva. A realidade é construída socialmente e entendida como o compreendido, o interpretado e o comunicado. Então a realidade não é única, uma vez que existem tantas quantas forem as suas interpretações e comunicações, onde o sujeito é reconhecidamente importante no processo de construção do conhecimento.

A pesquisa qualitativa considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa, que nem sempre requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva, o processo e seu significado são os focos principais da abordagem (Silva *et al* 2001).

3.2 - ENFOQUE EPISTEMOLÓGICO.

Considerando os estados típicos, estados modais e as inter-relações do objeto, a pesquisa proposta se enquadra dentro dos objetivos da ciência - Idéia Cosmonômica de Hermman Dooyeweerd, explicado por Martins Jr. (2002). Deve-se considerar que no decorrer do desenvolvimento da pesquisa os objetivos específicos devem ser atingidos, para que o produto final tenha aberturas para um entendimento amplo.

Para o alcance do objetivo geral desta dissertação, procurou-se observar e perseguir os objetivos da ciência fundamental, descritos resumidamente com base em Martins Jr. (2002).

- Descobrir e descrever a ordem e a estrutura - uso e ocupação - fundamental para a abordagem ambientalista.
- Analisar o sujeito ontologicamente e as leis que o regem, que são fundamentais para a abordagem da realidade, partindo da observação empírica da área e suas relações formais.

- Observar o relacionamento e a análise da lito-estratigrafia, relevo, drenagens, solo e os resultados finais: erosão, escorregamentos, assoreamento dos cursos de água, pilha de rejeitos, construções, etc, que refletem no relevo atual.
- Relacionar o aspecto geral das áreas pontuais estudadas dentro da bacia, quando se observa e analisa o domínio de cada área como objeto e as correlacionar ao sistema. De acordo com as características e associações das litologias, estruturas regionais e intervenções, chegam-se às feições geomorfológicas atuais, procurando observar se as atividades correlatas em um meio físico com as mesmas características geram feições próximas ou similares.
- Investigar como os processos se “constroem” e como ocorreram; os modos corretos de se fazer as intervenções, considerando os conjuntos de fenômenos, a coerência dos mesmos e nas leis típicas que regem essas relações.
- Sintetizar os objetivos anteriores no objetivo geral da dissertação.

3.3 - PERCURSO METODOLÓGICO E TÉCNICAS

O desenvolvimento do estudo para a bacia do alto Ribeirão do Carmo foi executado seguindo um percurso metodológico calcado na historicidade, este termo significando comparações, utilizado por Martins Jr. (1995) como um conceito epistemológico e se referindo a todo objeto geológico como portador de um significado. Para melhor visualização o percurso foi esquematizado no fluxograma a seguir (quadro 3.1).

As técnicas, com base em Marconi *et al* (1982), utilizadas para levantamento de dados foram:

- Documentação indireta, através de: pesquisa documental (fontes primárias) onde os dados foram adquiridos nos arquivos públicos/particulares, fontes estatísticas e fontes não escritas. Na pesquisa bibliográfica (fontes secundárias) levantou-se as obras já publicadas com relação ao tema do estudo
- Documentação direta, através de pesquisa de campo para obtenção de informações sobre determinados fenômenos, também realizado com outros pesquisadores (mesmo projeto).
- Observação direta intensiva, observando os fatos e os fenômenos e entrevistas.
- Observação assistemática, de forma espontânea e sem controle previamente elaborado.
- Recursos da auditoria de passivos.
- Observação na vida real.

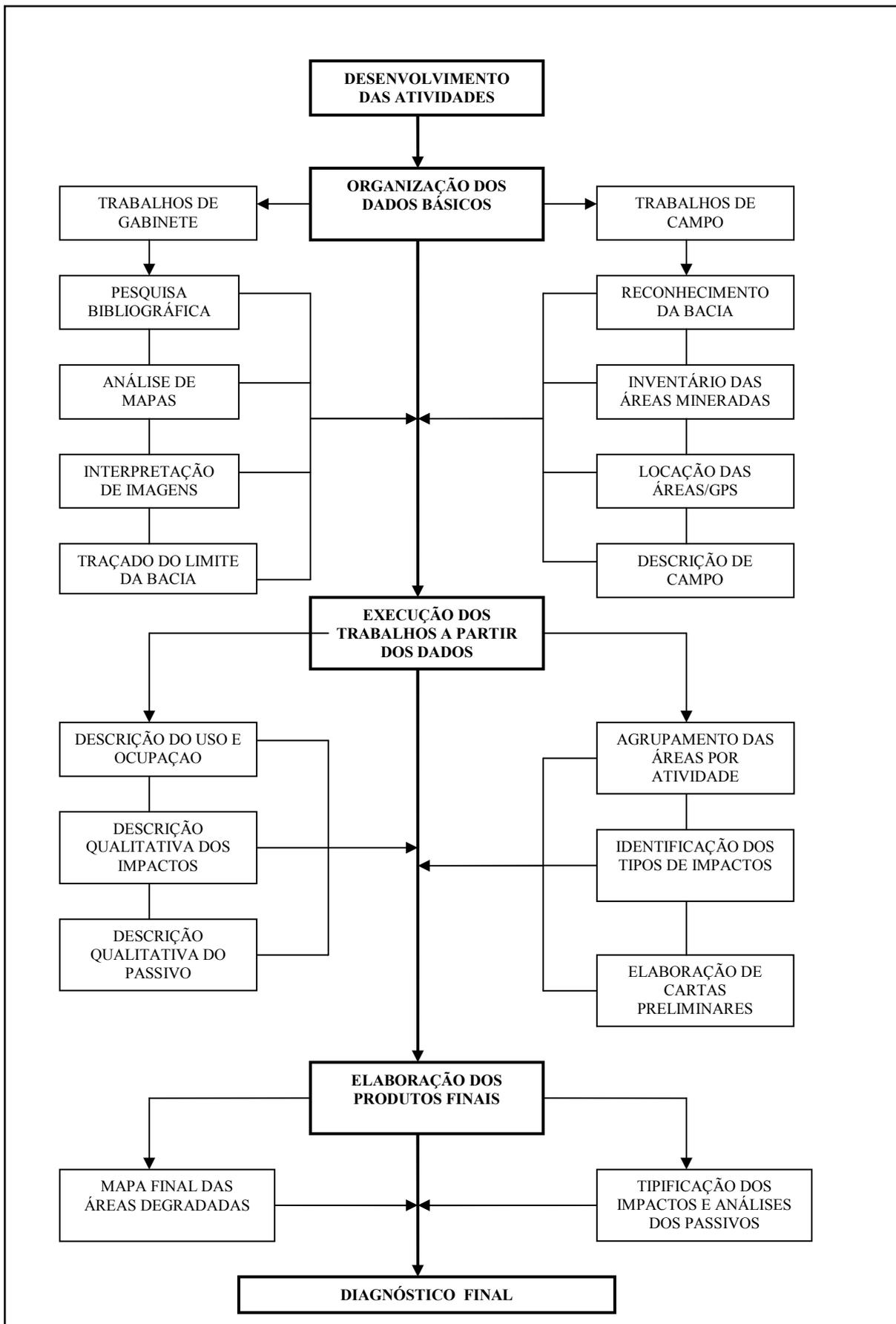


Figura 3.1 – Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa.

3.4 - DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

O desenvolvimento das atividades foi executado em acordo com o exposto no fluxograma seguindo etapas distintas para análise das várias causas e seus respectivos efeitos que são sintetizados na interpretação global dos impactos efetivos nas áreas de intervenções. A divisão em etapas distintas tem a finalidade de agilizar as tarefas dentro das metas estabelecidas e são discriminadas a seguir.

3.4.1 - Organização dos dados básicos

3.4.1.1 - Trabalhos de gabinete

Essa etapa constou no levantamento das informações disponíveis através de:

- Pesquisa bibliográfica constando de livros, artigos, dissertações e teses sobre a área de estudo e o tema em questão, coleta de informações históricas sobre o local de estudo e outras informações pertinentes;
- Análise de bases cartográficas: mapas topográficos, geológicos, geomorfológicos e ambientais da bacia em estudo;
- Interpretações de imagens: fotos aéreas, ortofotos e imagens de satélites. As análises e interpretações de fotografias aéreas e ortofotos contribuíram para o reconhecimento das estruturas, do relevo, dos padrões de drenagem e para a compreensão da evolução do uso e ocupação espaço-temporal do meio físico, principalmente a partir da segunda metade do século XX;
- Delimitação da área da bacia através de foto-interpretações.

3.4.1.2 – Trabalhos de campo

Nessa etapa foram realizados os reconhecimentos da área da bacia e locais específicos das atividades extrativas. As ações foram executadas em acordo aos objetivos propostos para as análises da bacia, buscando o reconhecimento *in situ* das informações cartografadas e dos atributos as perceptíveis nas fotos aéreas e ortofotos, visando inventariar as áreas mineradas e/ou com outras intervenções.

- Verificação das interpretações da fase de escritório, com localização e delimitação das áreas de intervenções com GPS (*Global Positioning System – SAD 69*);
- Descrição dos objetos portadores de significados passíveis de identificação e interpretação
- As tarefas em campo consistiram em delimitar as áreas com as feições geomorfológicas modificadas por ações antrópicas ou naturais que tiveram os processos erosivos desencadeados antropicamente, ou seja, alguma intervenção humana para extração de bens minerais ocorreu na área. Para essa tarefa foram utilizados os mapas topográficos, as ortofotos, as fotos aéreas e GPS. Observar a causa e a evolução dos processos dos movimentos gravitacionais de massas e a estabilidade, onde houve a paralisação desses processos. Acompanhar a evolução da ocupação das áreas de antigas minerações e seus arredores, assim como a situação atual das estruturas de ocupação (Casas, arruamento, rede de saneamento, etc.). Coletar as informações pertinentes a lito-estratigrafia e relevo local. Buscar informações verbais com ocupantes das áreas mineradas ou proximidades. Registrar em imagens as feições erosiva e ocupacional das áreas mineradas e do entorno.

3.4.2 – Execução dos trabalhos a partir dos dados

- A partir dos dados adquiridos na fase anterior em gabinete e campo, foi feita uma descrição histórica do uso e ocupação da região, diagnóstico e descrição qualitativa dos impactos, estudo das causas impactantes pretéritas e descrição dos passivos herdados destas.
- Agrupamento das áreas de intervenções por atividades congêneres e contemporaneidade, visando a sistematização de causas e efeitos, identificando os tipos de impactos e listando-os a fim de se gerar tipologias ou classes de impactos.
- Elaboração dos mapas topográficos com a delimitação das áreas de intervenções na escala 1:5.000.

3.4.3 – Elaboração dos produtos finais

- Elaboração das cartas finais na escala 1:50.000 com localização das áreas de intervenções.
- Localização das áreas em carta topográfica na escala 1:5.000.
- Tipificação dos impactos com base em listagem dos impactos nos meios físicos, biológicos e social.
- Análise dos impactos das atividades.
- Análise dos passivos.

3.4.4 – Diagnóstico final.

Conclusão sobre a relação de causas e efeitos das explorações de bens minerais na bacia e sugestões para a minimização dos impactos negativos herdados, mitigação de impactos em atividades atuais e tratamento qualitativo dos passivos.

CAPÍTULO 4

EMBASAMENTO E CONCEITOS

4.1 – CONSIDERAÇÕES

Esse capítulo apresenta uma abordagem concisa de alguns trabalhos que descrevem informações relevantes à pesquisa, detalhados em maior ou menor grau, de acordo com a interação dos objetivos da dissertação, segundo visão do autor; podendo citar: conceitos e definições relativos às ciências ambientais, ocupação da região e seus efeitos, fases de extração de bens minerais e outros temas correlatos ou associados à caracterização de processos naturais ou antrópicos que impactam a área, dimensões ou proeminência das atividades, descrição dos atributos ou fatores que influenciam na ocorrência dos processos.

4.2 - IMPACTO AMBIENTAL

São encontradas referências à erosão dos solos e destruição das florestas em escritos gregos e romanos. No século XI, São Francisco de Assis - pregava maior respeito pela natureza. No século XVII Francis Bacon escreveu a máxima: "Não podemos comandar a natureza exceto se a obedecermos" citados por Curi (1995). Benjamin Franklin, no século XVIII, sentenciou que "ao tentarmos reparar o Esquema da Providência, e interferir na direção do mundo, precisamos ter muita prudência para não provocarmos mais malefícios do que benefícios" (Curi 1995). No final do século XVIII, algumas teorias sobre a escassez de recursos começaram a aparecer. Thomas Malthus publicou seus "Ensaio sobre os Princípios da População", segundo tal teoria pouco poderia ser feito para conter a deterioração da qualidade de vida ou o aumento da pobreza. Alguns poetas românticos expressaram seu interesse pelo meio ambiente, essencialmente a considerar o "homem industrial" como um corruptor da natureza (Curi 1995).

4.2.1 - Conceito.

O artigo 1º da Resolução N.º 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA define como impacto ambiental “ qualquer alteração das propriedade físicas, químicas, biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante da atividades humanas que afetem diretamente ou indiretamente:

- A saúde, a segurança e o bem estar da população;
- As atividades sociais e econômicas;
- A biota;
- As condições estéticas e sanitárias ambientais;
- A qualidade dos recursos ambientais.

Com base na definição legal pode-se dizer que, o impacto ambiental é a alteração no meio ou em algum de seus componentes por determinada ação ou atividade antrópica..

O termo impacto ambiental, usado contemporaneamente com grande abrangência, não expressa um fenômeno novo, este acontecimento ocorre desde o início do desenvolvimento humano, ao qual está intrinsecamente relacionado em todas as fases da evolução do gênero *homo* no planeta. Tal expressão serve para designar de forma sucinta e explicita todos os aspectos relacionados com os problemas que alteram as condições do meio ambiente.

4.2.2 - Estudo de impactos ambientais

As alterações no meio ambiente ou em algum dos seus componentes precisam ser quantificadas, pois apresentam variações relativas, podendo ser positivas ou negativas, grandes ou pequenas, de curta ou longa duração.

O estudo dos impactos ambientais objetiva, principalmente, avaliar as conseqüências de algumas ações, para que possa haver a prevenção da qualidade de determinado ambiente que poderá sofrer alguma ação ou intervenção (Tauf 1996)

Conhecer melhor o que cada área possui de ambiente natural (atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera) e ambiente social (estruturas constituídas pelo homem e sistemas sociais criados), facilita o estudo para a avaliação do impacto e permite que os temas: proteção e preservação do ambiente e desenvolvimento econômico sejam melhores compreendidos (Tauf 1996).

Segundo Soares (2003), para estudar os impactos ambientais e as ações pertinentes para a mitigação dos mesmos com eficácia, devem-se seguir certas etapas metodológicas:

- Análise do estado inicial do sistema.
- Análise do risco de impacto da intervenção.
- Justificativa da escolha realizada.
- Anúncio das medidas tomadas para reduzir o risco de impacto.

A constituição Federal de 1988 preceitua, no artigo 225, parágrafo 1º, inciso IV, incumbindo ao poder executivo: “exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade”.

A resolução CONAMA 001 de 23/01/86 (alteradas pelas resoluções 11/86, 05/87 e 237/97) estabelece que o estudo de Impacto Ambiental (EIA) deve contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização do projeto, confrontando-as com a hipótese de não executá-lo. O EIA é detalhado em linguagem técnica e portanto complexo, exigindo assim, ser relatado em uma linguagem acessível, o Relatório de Impacto Ambiental. De acordo com a resolução CONAMA 001/86 deve conter entre outros aspectos:

- Objetivos.
- Justificativas e descrição do projeto.
- Impactos.
- Medidas mitigadoras.
- Síntese do diagnóstico ambiental da área, assim como indicação da alternativa mais favorável.

4.2.3 – Avaliação ambiental.

É o conjunto de estudos sistemáticos sobre as repercussões previsíveis, diretas ou indiretas, que podem resultar de uma intervenção humana no meio ambiente. Ela engloba toda ação de gestão do meio ambiente e toda ação cujo impacto previsível sobre o meio não deva ser negligenciado. A avaliação ambiental passa, primeiramente, por uma definição prévia do sistema ambiental (caracterização do que vem a ser o meio ambiente em questão), em seguida por uma formalização dos objetivos, de critérios e do método a ser aplicado, para finalmente ser estabelecida a quantificação e/ou qualificação desses critérios (Soares 2003).

A avaliação dos impactos possibilita realizar um planejamento melhor para o uso e manutenção dos recursos utilizados. O instrumento de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é constituído de uma série de procedimentos legais, institucionais e técnico-científicos que visa

identificar os possíveis impactos decorrentes da futura instalação de um empreendimento, prever a magnitude destes impactos e avaliar sua importância (Bitar 1998).

A definição de uma metodologia de impactos ambientais consiste em definir os procedimentos lógicos, técnicos e operacionais capazes de permitir a consecução do projeto proposto. Alguns métodos auxiliam a avaliação de impactos ambientais. As descrições dos métodos foram sintetizadas por Aguiar (1997) e são apresentados na quadro 4.1 a seguir:

Quadro 4.1 - Resumo dos principais métodos de avaliação de impacto ambiental.

Método	Descrição	Aplicação	Vantagens(+)/Desvantagens(-)	Exemplos
<i>Ad Hoc</i>	Reunião de especialistas	Avaliações rápidas	+Rapidez e baixo custo - Alto grau de subjetividade	Método Delfos
<i>Check list</i>	Listagem de fatores e impactos ambientais	Diagnóstico ambiental até a comparação de alternativas	+ Memorização de todos os fatores - Não identifica: impactos diretos e indiretos, características temporais e dinâmica dos sistemas	Lista de: Threshold of concern, de Batelle
Matrizes de interação	Listagem de controle bidimensional (fatores X ação)	Identificação de impactos diretos	+ Boa visualização, simplicidade e baixo custo. - Não identifica: impactos diretos e indiretos, características temporais e dinâmicas dos sistemas; subjetividade na magnitude	Matrizes de: Leopold, Fisher e Davies
Redes de interação	Gráfico ou diagrama da cadeia de impacto	Determinação de impactos diretos e indiretos	+ Abordagem integrada de impacto e interações - Não detectam: importância relativa dos impactos, aspectos temporais e espaciais, dinâmica dos sistemas	<i>Rede de IMPACT</i>
Superposição de cartas	Cartas geradas por superposição de mapas e recursos e usos	Projetos lineares e diagnósticos ambientais	+ Boa visualização e exposição de dados- resultados subjetivos; não quantifica magnitude; difícil integração de dados sócios econômicos; não considera dinâmica dos sistemas	Cartas de Mc Harg
Simulação	Modelos matemáticos automatizados	Diagnósticos e prognósticos da qualidade ambiental	+ Considera: dinâmica dos sistemas, interações entre os fatores, impactos e variável temporal - Custo elevado, representação imperfeita da qualidade	<i>Simulação KSIM</i>
Combinação de métodos	Utilização de dois ou mais métodos	Avaliar impactos negativos de projetos (uso simples ou múltiplos)	+ Simplicidade, rapidez e baixo custo na avaliação dos impactos negativos, boa visualização -Alto grau de controle governamental no planejamento ambiental, avaliação globalizada pouco segura.	<i>Método LESA</i>

4.2.4 - Degradação ambiental e desenvolvimento sustentável

- Degradação

Pelo decreto federal 97.632/89 degradação é definida como: “o conjunto de processo resultante de danos no meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais”.

- Degradação do solo

Bitar (1995) cita: a ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (1989) define como: “alterações adversas das características do solo em relação aos seus diversos usos potenciais, tanto estabelecidos em planejamento quanto ambientais”.

A degradação ambiental de uma área ou região é a perda de sua utilidade, potencialidade ou a redução, perda ou mudança das características e/ou organismos que não podem ser repostos. Uma definição precisa é impossível, tendo em consideração o grande número de fatores intervenientes (Curi 1995). Em geral, a degradação de uma área implica na redução de seu "status" como, por exemplo, a degradação e/ou perda de solo, ou mudança para uma composição de flora / fauna mais simples ou substituição de uma forma orgânica por outro mais elementar. Barrow (1994) sugere que um ambiente é degradado quando “este sofre uma perda de suas qualidades intrínsecas ou um declínio de suas capacidades. Isto é mais bem entendido não como uma via de sentido único, mas como o resultado de diversas forças, ou o produto de uma equação na qual o homem e as forças naturais se interagem”. Efetivamente pode ser resumida segundo a expressão (fig. 4.1).

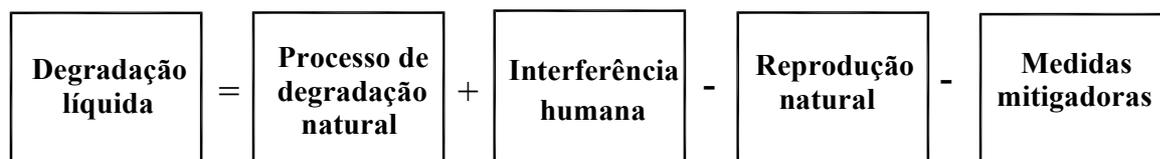


Figura 4.1 – Equacionamento para a degradação líquida. (Curi 1995).

Uma vez que o ambiente tenha sido degradado, será sempre possível reabilitá-lo até certo nível de utilidade, provavelmente não tão bom como em seu estado original, mas, melhor do que aquele vigente na condição degradada. Contanto que se tenha percepção satisfatória do impacto ambiental, dos recursos disponíveis, da tecnologia e do gerenciamento, a degradação ambiental, qualquer que seja a causa poderá ser reduzida (Curi 1995).

Bitar (1995) fazendo referências a ABNT (1989) define os termos reabilitação, recuperação, remediação e restauração como:

- Reabilitação

“Local alterado destinado a uma dada forma de uso de solo, de acordo com o projeto prévio e em condições compatíveis com a ocupação circunvizinha, ou seja, trata-se de reaproveitar a área para outra finalidade”.

A reabilitação implica no retomo da área ao uso primitivo com níveis de produtividade compatíveis com o original e com um estado de equilíbrio ecológico estável que não contribua substancialmente para a deteriorização do meio ambiente e respeite as características estéticas da área Law (1984).

- Recuperação.

“Local alterado trabalhado de modo que as condições ambientais acabem se situando próximas às condições anteriores à intervenção; ou seja; trata-se de devolver ao local o equilíbrio e a estabilidade dos processos atuantes”. É utilizado no sentido geral incorporando os sentidos dos termos restauração e reabilitação.

- Remediação

“Ações e tecnologias que visam eliminar, neutralizar ou transformar contaminantes presentes em sub-superfície (solo e águas subterrâneas). Refere-se a áreas contaminadas”.

- Restauração

“Reprodução das condições exatas, tais como eram antes de serem alteradas pela intervenção”. O termo restauração implica na reconstituição da área degradada ao estado padrão que esta tinha originalmente, algo impossível devido às infinitas variáveis que atuam em um ambiente e ao dinamismo destas no tempo.

- Desenvolvimento sustentável.

A demanda de bens e recursos naturais exigida para a manutenção do progresso humano como ainda é suprida hoje é simplesmente insustentável. O volume explorado é grande e o ritmo é acelerado, deixando como herança um passivo impagável, assim não há perspectiva de devolução do capital ambiental tomado emprestado atualmente às gerações futuras.

Schmidheiny (1992) conceitua desenvolvimento sustentável como: “aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades”.

4.3 - PASSIVOS AMBIENTAIS

O conceito passivo ambiental tem origem na economia, podendo ser assim definido: “Valor monetário composto basicamente de três conjuntos de itens: o primeiro composto das multas, dívidas, ações jurídicas (existentes ou possíveis), taxas e impostos pagos devidos à inobservância de requisitos legais; o segundo composto dos custos de implantação de procedimentos e tecnologias que possibilitem o atendimento às não conformidades; o terceiro dos dispêndios necessários à recuperação de área degradada e indenização à população afetada. Importante notar que este conceito embute os custos citados acima mesmo que eles não sejam ainda conhecidos; e, pesquisadores estudam como incluir no passivo ambiental os riscos existentes, isto é, não apenas o que já ocorreu, mas também o que poderá ocorrer” (Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais 1999).

4.3.1 - Passivos da Mineração.

A Constituição da República Federativa do Brasil é clara no Capítulo VI, §2º. do art. 225:

"Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei."

Porém a carga tributária incidente é elevada, as alíquotas e a base de cálculo diferenciada são fatos que contribuem para gerar práticas de mineração predatória, clandestina e nociva ao meio ambiente (Vilas Boas 2004).

A atividade extrativista acarreta constantes impactos negativos - muitas vezes irreversíveis - ao meio ambiente: desmatamento, geração de rejeitos, poluição dos recursos hídricos, modificação da paisagem, danos à água, ao solo, à fauna, à flora e outros. Projetos de extração considerados de baixos impactos individuais, como as áreas de empréstimos, licenciados em série e em grande número, provocam impactos cumulativos e sinérgicos, mostrando interferências das áreas com outras atividades e outros ecossistemas contíguos.

Segundo Caubert (2004), a responsabilidade do agente impactador tem que ser objetiva, porque a reparação do dano independe da aferição da culpabilidade do agente, dada à importância da proteção ambiental e dos demais interesses difusos e coletivos. O mesmo autor afirma que nossa cultura precisa mudar de paradigma e passar a considerar o meio ambiente como algo importante.

A recuperação de áreas degradadas, prática adotada há algum tempo, deve levar em consideração o passivo social deixado após a paralisação das atividades, possibilitando a continuidade de uma atividade dimensionada para atender o desenvolvimento sustentável (Vilas Boas 2002). Quando há o aproveitamento da área de extração para outras atividades ou mesmo recuperação visando mitigar o impacto causado e minimizando o passivo, pode-se dizer no que tange a questão social que há um aspecto positivo. O grande problema são as áreas órfãs, deixadas por pequenos empreendimentos ou órgãos que utilizam o bem mineral e não apresentam um plano para a recuperação ou minimização dos impactos que irão afetar outras áreas de uma dada bacia (Vilas Boas 2002).

O instrumento atual que estabelece a recuperação de áreas degradadas pela extração mineral é o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), instituído pelo decreto lei 97.632/89 para cumprir a constituição. Os órgãos responsáveis pelo licenciamento ambiental e os fiscalizadores têm dificuldades de ordem técnica e financeira, deixando os responsáveis pelos impactos praticamente livres para decidirem sobre o processo de recuperação ambiental. Geralmente este é um mecanismo que não prevê o passivo social, já que as cidades mineiras surgiram em função da atividade extrativa. Depois do fechamento da mina, há um grande problema social, como evasão em massa dos moradores, desemprego e desaparecimento da cidade (Barreto 2000).

O Diagnóstico de Passivo Ambiental é uma ferramenta muito importante, pois irá definir a necessidade ou não da implantação de medidas corretivas de remediação ambiental. O passivo ambiental é reconhecido quando existe uma obrigação por parte da empresa que incorreu em um custo ambiental ainda não desembolsado, desde que atenda ao critério de reconhecimento como uma obrigação. Portanto, esse tipo de passivo é definido como sendo uma obrigação presente da empresa que surgiu de eventos passados.

Para Ribeiro e Lisboa (2000), os passivos ambientais podem ter como origem qualquer evento ou transação que reflitam a interação de uma atividade com o meio, cujo sacrifício de recursos econômicos se dará no futuro.

4.3.2 - Levantamentos de Passivos Ambientais

O levantamento do passivo ambiental é um procedimento dos mais recomendáveis. Este é um serviço relativamente novo. Levantar o passivo ambiental de um empreendimento significa identificar e caracterizar os efeitos ambientais adversos, de natureza física, biológica e antrópica, proporcionados pela construção, operação, manutenção, ampliação ou desmobilização de um empreendimento ou atividade (Kraemer 2002).

Esses efeitos ambientais podem ser ocorrentes ou previstos, isto é, tanto podem ser processos que já se manifestam ou processos que possam ocorrer no futuro. Esses últimos deverão ser identificados no presente em função de quadros de transformação ambiental. Kraemer (2002) sugere que para a realização de um levantamento de passivo ambiental devem ser realizadas algumas atividades básicas, a saber:

- Inspeção ambiental da organização ou processo a ser analisado (documentação fotográfica dos itens de passivo encontrados).
- Identificação dos processos de transformação ambiental que deram origem aos itens de passivo identificados.
- Caracterização ambiental dos itens de passivo e de seus processos causadores (hierarquização dos itens de passivo, em termos de sua representatividade, assim como de seus processos causadores).

Quando os levantamentos de passivo ambiental demandam ainda atividades relativas à proposição de ações corretivas e preventivas, devem ser realizadas as seguintes tarefas complementares:

- Estabelecimento de ações corretivas e preventivas para cada item de passivo identificado.
- Orçamento das ações propostas, considerando recursos humanos, técnicos e logísticos necessários, assim como eventuais serviços de terceiros.

4.3.3 - Mensuração do Passivo Ambiental

O passivo ambiental deve ser reconhecido nos relatórios financeiros se é de ocorrência provável e pode ser razoavelmente estimado, existindo vários padrões de contingências que devem ser usados para caracterizar o que seria um evento de ocorrência provável. Se existir dificuldades para estimar seu valor deverá ser provisionado um valor estimável, registrando os detalhes dessa estimativa em notas explicativas (Bergamini Jr. 1999).

Segundo Bergamini Jr (1999), o passivo ambiental que não será liquidado de imediato, expressa preferência pela medição através do método do valor presente de uma estimativa de custos e despesas futuras, realizadas com base em custos correntes que a atividade requer e supondo a existência de exigência legal e/ou de outras exigências.

4.4 – USO E OCUPAÇÃO NA REGIÃO DE OURO PRETO E MARIANA

4.4.1 – Ciclo do Ouro

Os anos seguintes após o descobrimento das Américas foram marcados pela incessante busca riquezas naturais pelos colonizadores, atores do processo civilizatório do novo mundo.

No final do século XVII, após a descoberta do ouro, iniciou-se uma corrida para as Minas Gerais. A cada dia aumentava a onda migratória para os sertões, que culminou em descobertas de novas regiões auríferas. A posição do povoamento foi inteiramente decidida pela riqueza dos terrenos, nenhum outro fator poderia sugerir um local com condições extremamente desfavoráveis para o desenvolvimento de um aglomerado urbano, como o de Ouro Preto.

A ocupação da bacia do alto Ribeirão do Carmo teve início com a chegada da bandeira de Salvador Fernandes Furtado de Mendonça e Miguel Garcia em 1696, que se instalaram às margens do ribeirão onde fizeram as primeiras descobertas de ouro, iniciando assim a povoação da região (Vasconcelos 1974). O arraial recebeu o nome de Vila de Nossa Senhora do Carmo e a 16 de Julho de 1711 foi elevado à categoria de vila com o nome de Vila do Carmo.

Em 1698, Antonio Dias de Oliveira e o Padre João de Faria Fialho com seus bandeirantes encontraram ouro nas proximidades do Pico do Itacolomi, a partir dessa data o fluxo migratório para região foi sempre crescente e a produção de ouro na região aumentou gradativamente, alcançando o apogeu entre os anos de 1739 a 1759 (Ziravello *et al* 1999).

Com o ouro encontrado, o local ia sendo dominado para que os descobridores fincassem os esteios de seus ranchos, pensando em não permanecer mais que o tempo de enriquecer, ou seja, poucos dias, tanto era a fartura do nobre metal. Eram muitos os que partiam, os que morriam, deixando a vaga para os que chegavam aos grupos, afundando-se naqueles vales de esperança (Lima Jr. 1957)

Segundo Eschwege (1833), no início da exploração os trabalhos foram limitados aos depósitos de aluviões que eram classificados em três tipos: no leito dos rios; nos tabuleiros, depósitos nas margens dos rios em um nível logo acima do leito e as grupiaras, mais elevadas, situadas nos flancos das montanhas originados geralmente por meandros abandonados. Os aluviões constituíram inicialmente o alvo das buscas devido aos maiores teores e facilidade de tratamento.

“Os garimpeiros revolviam os aluviões até a exaustão desses, quando então se dirigiram para as montanhas a procurar e tirar, ao custo de muitos sacrifícios e trabalhos consideráveis, o ouro que encerravam em seu interior” (Ferrand 1894).

A seguir passou a explorar as encostas, que rapidamente ganharam um aspecto desnudado e inteiramente desolado, aplicando às montanhas métodos de lavra a céu aberto. Para atingir o veio aurífero, retiravam toneladas de material de cobertura, talhando as encostas em taludes a fim de atingir o fundo com os menores riscos possíveis. À medida que penetravam em profundidade, os mineradores

eram obrigados a alargar as bordas dessas imensas escavações, cujas jazidas com frequência tinham apenas alguns decímetros (Ferrand 1894).

Lima Jr. (1957) descreve a região no início do século XVIII como vales sinistros, onde nos fundos das grotas abertas pelos córregos que desciam da serra, existiam florestas colossais. Árvores de madeiras rijas, cabiúnas, cedros, perobas, pau ferro, braúnas, araribás, etc., e nos cabeços e encostas, as araucárias e candeias constituindo densos bosques nos tabuleiros da serra. A certa altura da encosta se tornavam rala e “carrasquenha”, senão rasteira de gramíneas.

As terras designadas como Rio das Velhas, Rio das Mortes, Ribeirão do Carmo (Mariana) e Minas Gerais do Ouro Preto (Ouro Preto), pela Carta Régia de 9/11/1709 passaram a constituir uma Capitania com o título de Minas Gerais, com autonomia administrativa, mas tendo em comum com a de São Paulo, o governador (Lima Jr. 1957).

Segundo Faria (1996), a partir de 1711 houve o crescimento de núcleos habitacionais, aberturas de ruas aumento da densidade populacional. A consolidação da população e urbanização foi concomitante com a fase áurea da mineração, no período de 1730 a 1765.

As minas constituíram um fator preponderante para o desenvolvimento da nação que se formava. Após 1750, iniciou a fase de decadência, um período de extrema carência de alimentos, trazendo a miséria, fome e desordem, somadas aos primeiros indícios de esgotamento do ouro de aluvião, que iria se concretizar no final daquele século (Meniconi 2001).

Pohl (1837) relata que na década de 1810, “a situação da cidade, não tem vista atraente, antes oferece um quadro tristonho, pela peculiaridade das formas dos seus arredores... Das florestas, que primitivamente, cobriam as margens do ribeirão de Ouro Preto, ordinariamente raso, porém, muito caudaloso na época das chuvas, não resta hoje, vestígios algum”.

Nesse período a cidade de Ouro Preto chegou a contar com 30.000 habitantes, com a decadência, em 1843 o naturalista Francis Castelnau relata que a população não passava de 12.000 habitantes (Lima Jr. 1957). Vestígios dos antigos trabalhos são encontrados por toda a região: aquedutos, montanhas revolvidas, mundéos - reservatórios para a recepção da lama aurífera, etc.

4.4.2 – Locais, serviços e métodos extrativos.

Conhecer os métodos de mineração e estruturas utilizados para a extração aurífera no século XVIII serve para elucidar e compreender o passivo ambiental herdado, assim como interpretar as feições geomorfológicas atuais.

Eschwege (1833) e Ferrand (1894, 1897) ofereceram completas possibilidades de entendimento da mineração na época, constituindo-se nas principais referências bibliográficas desse levantamento. Eschwege (1833) e Calógeras (1904) dividem os trabalhos em três categorias de acordo com a localização do jazimento: nos vales, nos flancos (encostas) ou no interior das montanhas (minas). Nos vales o objetivo era cavar até atingir camadas ricas, geralmente compostas por argilas xistosas, que eram retiradas e transportadas para serem tratadas. Abriram-se dessa maneira catas muito profundas, de onde muitas vezes só era possível extrair poucos centímetros da camada. Nas encostas eram exploradas as rochas friáveis ou decompostas, geralmente xistos argilosos vermelhos e cortados por ricos veios de quartzo que afloravam à meia encosta nas montanhas. Nas minas as jazidas localizadas no interior das montanhas demandaram o desenvolvimento de métodos de lavras para a extração em galerias subterrâneas. Procuravam as camadas de Itabirito cortadas por veios de quartzo, que geralmente afloravam nas bases das montanhas e seguiam a direção do veio em direção ao seu interior. O desenho abaixo ilustra sumariamente os métodos e locais de extração preferenciais para a atuação dos primeiros ocupantes da bacia. (fig. 4. 2).

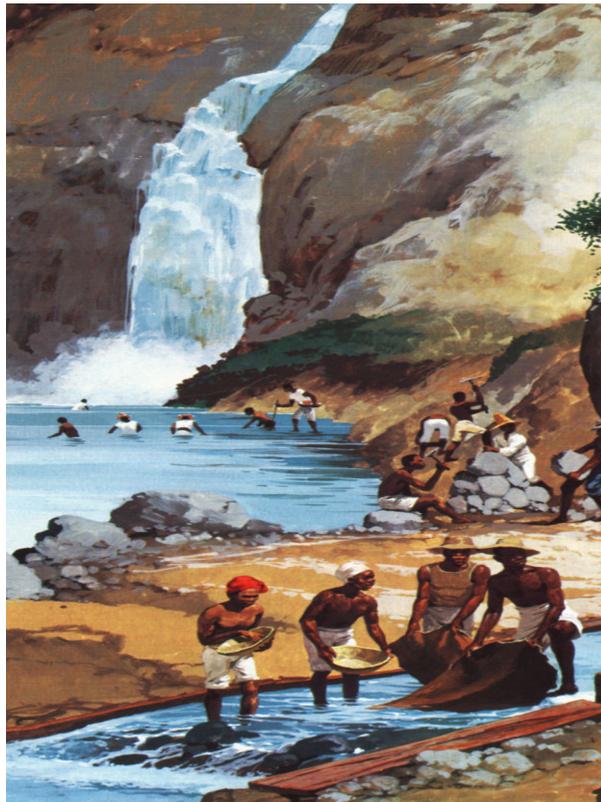


Figura 4.2 – Alguns locais e métodos extrativos descritos. Gravura de Rugendas. (Extraído de Ziravello *et al* 1999).

4.4.2.1 - Serviço nos leitos.

Os primeiros faiscadores utilizavam apenas de paus afiados com os quais remexiam o leito e a seguir colocavam-os cascalhos em pratos de estanho ou gamelas de madeira e separavam os fragmentos de ouro com os dedos. Com o aperfeiçoamento dos meios de exploração passaram a operar no cascalho situado a uma profundidade maior ou recoberto por camadas de cascalho estéril (Eschwege 1833). Segundo Eschwege (1833) os métodos utilizados para a operacionalização dos serviços eram: o desvio dos cursos de água por barragens e canal lateral, construção de diques encravando uma parte do leito e a pesca do cascalho do leito.

4.4.2.2 - Serviço nos taboleiros.

Antonil (1711) descreve alguns trabalhos não em depósitos de leitos dos rios, mas sim, em terras às suas margens. “... quando viram os faiscadores que a pinta do ouro se aproximava da riba e, provada esta, ali continuava também” (Calógeras 1904). Os métodos segundo Ferrand (1894), empregados para a extração do ouro neste tipo de serviço são a cata e os canais paralelos ao leito para o desvio do fluxo de água.

4.4.2.3 - Serviço nas grupiaras.

Nesses depósitos nos flancos das montanhas os mineradores utilizavam a diferença de nível para canalizar a água, fazendo-a passar pela área onde se desejava minerar, arrastando assim a massa que era recolhida mais à frente e o ouro apurado.

4.4.2.4 - Serviço em rochas friáveis com veios auríferos.

Segundo Eschwege (1833), o ouro estava associado aos veios de quartzos, ocorrendo nos Xistos hematíticos, nos Itabiritos e nos Filitos friáveis em locais mais altos do que nas grupiaras, o que tornava a captação de água mais cara e difícil. A alta friabilidade dessas rochas permitiu que as paisagens fossem completamente modificadas, onde morros deram lugar a escavações e praças de lavra.

4.4.3. Ocupação pós Ciclo do Ouro.

O século XIX representou para a região um longo período de estagnação, sucedida pelas crescentes dificuldades de expansão urbana, além de ser considerada incompatível com os padrões funcionais de uma cidade típica do século que estaria por vir. Com a inauguração da cidade Belo Horizonte 1897, a região foi marcada pelo abandono e a população passou a

migrar para a recente capital. Acredita-se que cerca de 45% de seus habitantes tenha se mudado.

No século XX inicia-se a extração de pirita em 1935 para a produção de ácido sulfúrico na Electro Química Brasileira S.A. - atual Novellis (Romano 2000). Em decorrência da Segunda Guerra Mundial, a partir de 1940 a Argentina suspende o fornecimento de enxofre para o exército brasileiro, e o governo incentiva o aumento da extração do mineral para a retirada de enxofre usado na fabricação de pólvora na cidade de Piquete, SP até meados da década de 1960. Começam também as extrações de minério de ferro e manganês em jazidas de baixo teor, porém explotáveis, no município de Ouro Preto (Sobreira 1991). Essas extrações desencadearam processos de movimentos de massa que até hoje se manifestam, promovendo grandes alterações na morfologia local.

Com o fim do conflito entre as nações, o ocidente teve um surto de desenvolvimento tecnológico nunca antes observado, que requereu a produção de grande volume de bens minerais. A região favorecida pelas condicionantes geológicas com grandes reservas de minério de ferro, alumínio e outros bens minerais, retoma o crescimento a partir década de 1950 com a implantação de indústrias extrativas e de beneficiamento de minério (Sobreira 2000)

A partir da década de 1960 a população urbana sofre um acréscimo representativo. Segundo os dados do IBGE de 2000 sua população urbana é de 56.292 habitantes, com maior taxa a partir da década de 1980. O quadro 4.2 ilustra a evolução dos números da população município de Ouro Preto, no período de 1960 a 2000.

Quadro 4.2 - Evolução da população de Ouro Preto.

ANOS	URBANA	RURAL	TOTAL
1960	-	-	33.927
1970	31.883	14.282	46.165
1980	37.964	15.446	53.410
1991	-	-	62.483
1992	-	-	63.800
1993	-	-	65.003
2000	56.292	9.985	66.277

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

As atividades industriais e terciárias se intensificaram, estimulando a crescente urbanização da região, iniciando-se um novo crescimento populacional, marcado pelas freqüentes migrações dos habitantes do meio rural para as cidades, em busca de melhores condições de vida. Assim, os núcleos urbanos estabilizados desde o final do século XVIII, passam a sofrer alterações provocadas pelo processo de expansão urbana que trouxe um aporte de novo contingente humano, ocupando as encostas de forma desordenada e não planejada, gerando um desenho urbano *sui generis*.

Em áreas periféricas onde se desenvolveram atividades de mineração, instalou-se grande número de pessoas, pelas encostas e em torno dos córregos. Este processo tem gerado o adensamento populacional em locais da região com elevado risco geológico, com características morfológicas e geotécnicas desfavoráveis à ocupação (Sobreira 2000)

A ocupação desordenada representa uma ameaça aos mananciais de água. A cada dia aumenta a quantidade de lixo e esgoto doméstico lançados nos inúmeros córregos da bacia.

4.5 - FENÔMENOS DE MOVIMENTOS DE MASSA.

4.5.1 - Introdução

Os movimentos de massa são reconhecidos como os mais importantes processos geomórficos modeladores da superfície terrestre. Constituem-se no deslocamento de material (solo e rocha) vertente abaixo sob influência da gravidade, sendo desencadeado pela interferência direta de outros meios ou agentes independentes, (Bigarella 2003).

Na bacia do alto Ribeirão do Carmo é bem conhecida a ocorrência de escorregamentos, erosões e inundações na época de chuvas (Outubro a Março), colocando em risco a população, o acervo histórico e outras obras civis. Esses problemas nas encostas da região (Ouro Preto e Mariana), têm acontecido desde o início do povoamento, primeiro nas minerações e nos garimpos e, nas últimas décadas, na zona urbana. Vários trabalhos já foram realizados abrangendo a área urbana de Ouro Preto, enfatizando principalmente os locais de antigas minerações com reocupação (Carvalho 1982, Sobreira 1990 e Sobreira *et al.* 1990, Sobreira 1992, Souza e Costa 1994, Sobreira e Fonseca. 1998, Bonucelli 1999, Sobreira e Fonseca 2001).

Esses trabalhos foram baseados em levantamentos qualitativos e/ou expeditos, dos movimentos gravitacionais de massa e processos correlatos e das características geológico-geotécnicas.

A classificação e descrição dos tipos de movimentos gravitacionais de massa, segundo Bonucelli (1999) têm grande importância porque auxilia na definição e estruturação do campo de

estudo e estabelece uma terminologia clara e consensual que podem ser consideradas como globais, permitindo assim, sua aplicação em praticamente todas as situações.

Serão apresentadas descrições dos diferentes tipos de movimentos gravitacionais de massa e processos correlatos na área, com aplicação para o caso da bacia em estudo.

4.5.2 - Movimentos gravitacionais de massas.

Segundo Bonuccelli (1999), é imprescindível para o estudo dos movimentos gravitacionais de massa perpetrar, em primeira instância, um levantamento dos processos, das características do meio físico e fazer o zoneamento e hierarquizar as áreas sujeitas à ocorrência de movimentos de massas e processos correlatos. Isso permite solucionar, minimizar ou prever problemas futuros.

Diversas são as classificações e descrições para os movimentos gravitacionais de massa. Todas agrupam o tipo de movimento a uma série de parâmetros ou características, tais como, o material envolvido, velocidade e direção do movimento, profundidade e extensão, a geomorfologia local e ambiente climático, etc. Os movimentos de massa são tipificados principalmente em: queda (“fall”); tombamento (“topple”); escorregamentos (“slide”); espalhamento (“spread”); escoamentos (“flow”) e ainda pode ser do tipo complexo (mais de um tipo de movimento).

Varnes (1978), Guidicini e Nieble (1983), Hutchinson (1988) e Augusto Filho (1992) são os autores das classificações dos movimentos de massas mais citados. Nesse estudo optou-se pela utilização da classificação proposta por Augusto Filho (1992) pela sua simplicidade e fácil compreensão, enfatizando ênfase na descrição do tipo de processo do movimento, com as principais características do material e da encosta. O quadro 4.3 mostra esta classificação.

Quadro 4.3 - Classificação dos movimentos de massa (Augusto Filho, 1992)

Processos	Características do Movimento/Material/Geometria
Rastejo (<i>creep</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Vários planos de deslocamento (internos) - Velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e decrescentes com a profundidade - Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes - Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada - Geometria indefinida
Escorregamentos (<i>slides</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Poucos planos de deslocamento (externos) - Velocidades médias (m/h) a altas (m/s) - Pequenos a grandes volumes de material - Geometria e materiais variáveis: Planares ⇒ solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza Circulares ⇒ solos espessos, homogêneos e rocha muito fraturada Em cunha ⇒ solos e rochas com dois planos de fraqueza
Quedas (<i>falls</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Sem planos de deslocamento - Movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado - Velocidades muitas altas (vários m/s) - Material rochoso - Pequenos a médios volumes - Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc. - Rolamento de matação - Tombamento
Corridas (<i>flows</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação) - Movimento semelhante ao de um líquido viscoso - Desenvolvimento ao longo das drenagens - Velocidades médias a altas - Mobilização de solo, rocha, detritos e água - Grandes volumes de material - Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas

Bonuccelli (1999), com base na classificação de Augusto Filho (1992) definiu os movimentos de massa em Ouro Preto como mostra o resumo no quadro abaixo (Quadro 4.4).

Quadro 4.4 - Definições dos tipos de movimentos gravitacionais de massa, que servirão de base para as interpretações das feições no campo, em descrição das áreas.

Quedas	São massas de material que se destacam de um talude íngreme ou escarpa, descendo encosta abaixo através de queda livre, saltos ou rolamentos dos componentes, sem ocorrência de deslocamentos cisalhantes.
Tombamentos	Caracteriza-se pela rotação de uma ou mais unidades em torno de um ponto situado abaixo do centro de gravidade, pela ação da gravidade, por forças aplicadas pelas unidades adjacentes ou por fluidos presentes nas discontinuidades.
Escorregamento	É a movimentação que ocorre através de deformações e deslocamentos cisalhantes, ao longo de uma ou várias superfícies facilmente observáveis, ou ainda dentro de uma zona (estreita) que pode ser bem definida.
Espalhamento	Esse movimento se caracteriza pela ruptura e espalhamento lateral de solos e rochas, resultante de fraturas de cisalhamento ou tração, que se encontram sobrejacentes a materiais que sofreram perda de resistência e ruptura repentina (colapso)
Escoamento	Esses movimentos podem acontecer com diferentes níveis de velocidade: lentos, rápidos, extremamente rápidos; ocorrem com maior frequência em materiais inconsolidados com diferentes teores de umidade São conhecidos também como: "creep" ou rastejo; corridas; avalanches,

4.5.3 - Fatores preponderantes nos movimentos gravitacionais de massa.

Segundo Bigarella (2003), as condições que favorecem os movimentos de massa dependem da estrutura geológica, da forma topográfica do regime de chuvas, da perda da vegetação e da atividade antrópica, assim como do manto de intemperismo e dos níveis impermeáveis que atuam nos planos de deslizamentos.

Guidicini e Nieble (1984.) complementam: os agentes efetivos se referem aos elementos diretamente responsáveis pelo desencadeamento do movimento de massa, incluindo-se as ações humanas. Exemplos: chuvas intensas, dimensões das ravinas após dois períodos de chuvas, desmatamento, erosões, terremotos, variações do nível do lençol freático, etc.

Para Augusto Filho e Virgili (1998), os principais condicionantes dos movimentos de massa na dinâmica ambiental são:

- Características climáticas, principalmente o regime pluviométrico;

- Características e distribuição dos materiais que compõe o substrato rochoso das encostas/talude. Exemplos: solos, rochas, depósitos e estruturas geológicas, tais como, xistosidade, fratura, etc;
- Características geomorfológicas, principalmente inclinação, amplitude e forma do perfil das encostas;
- Regime das águas de superfície e sub-superfície;
- Características de uso e ocupação, na qual se incluem cobertura vegetal e intervenções antrópicas nas encostas.

De acordo com Bonuccelli (1999), na correlação entre a evolução da geomorfologia do terreno e movimentos gravitacionais de massa deve-se considerar determinados parâmetros, sistematizados no quadro que se segue, segundo os atributos geomorfológicos, hídricos e substrato rochoso (Quadro 4.5). No entanto, a cobertura vegetal, o clima (precipitação) e principalmente a ação antrópica devem ser observados criteriosamente.

Quadro 4.5 – Parâmetros de correlação mais relevantes na evolução da geomorfologia.

Geomorfológicos	Hídricos	Substrato rochoso
<i>Declividade</i>	<i>densidade de canais de drenagem</i>	<i>Litologia</i>
<i>Forma das encostas</i>	<i>variações nos gradientes dos canais de drenagem</i>	<i>Presença de rochas aflorantes</i>
<i>presença de escarpas</i>	<i>zonas de concentração de fluxo superficial</i>	<i>caracterização das discontinuidades presentes</i>
<i>Características dos vales</i>	<i>Lagoas nos canais ou depressões do terreno</i>	
	<i>alterações nos canais natural e</i>	
	<i>características da zona saturada</i>	
	<i>zonas mais favoráveis a variações de poro-pressão nível de água suspenso</i>	
	<i>fluxo de água sub-superficial</i>	
	<i>Relações do nível de água (NA) com depósitos de materiais retrabalhados</i>	

4.5.4 - Movimentos de massa na área de estudo.

Para a bacia do Ribeirão do Carmo, principalmente com foco em Ouro Preto, vários são os relatos e trabalhos desenvolvidos concernente a movimentos gravitacionais de massas. Eschwege (1833) faz o primeiro relato sobre o assunto, citando um acidente de grandes proporções ocorrido em 1814, com o conseqüente soterramento do proprietário de uma lavra de ouro. Segundo Sobreira (1991), as condições geológicas e geomorfológicas são fatores predisponentes à ocorrência de movimentos de massas e processos erosivos. Os fatores climáticos somados a utilização inadequada dos terrenos na área urbana geram riscos para a população e estruturas urbanas.

Em 1979 a precipitação acumulada, entre Novembro/78 e Fevereiro/79, de 2193,7 mm ocasionou mais de 100 ocorrências graves, atingindo boa parte do núcleo histórico (Tecnosolo 1979). Este foi o maior índice pluviométrico registrado e os efeitos foram marcantes, principalmente em relação a monumentos históricos importantes, podendo ser ressaltados a destruição parcial dos cemitérios das igrejas de São José e das Mercês, que também tiveram que sofrer intervenções para reforçar as estruturas de sustentação. A Igreja de São Francisco de Assis teve parte de sua estrutura abalada, exigindo a construção de um muro atirantado e instalação de piezômetros para monitoramentos posteriores, como registra a figura 4.3.



Figura 4.3 – Muro atirantado no fundo da Igreja São Francisco de Assis, para contenção do terreno abalado nos eventos chuvosos de 1979 e equipamento de monitoramento no local.

O Morro do Curral, margem norte do Ribeirão do Carmo, teve sua encosta leste praticamente toda modificada em 1979, quando ocorreu o escorregamento de um volume aproximado de 100.000 m³ (Sobreira *et al* 1990). As encostas da Vila São José e da Santa Casa de Misericórdia, próximo ao centro, exigiram o retaludamento e revegetação para se estabilizarem mesmo que precariamente. As conseqüências desse episódio motivaram o primeiro estudo de ordenamento territorial da cidade, a Carta Geotécnica de Ouro Preto (Carvalho 1982).

As previsões contidas na Carta Geotécnica foram confirmadas em 1989, com a ocorrência de novos problemas nas áreas afetadas pelo evento de 1979 (Sobreira 1990). Em decorrência de 1087,8 mm de precipitação entre Outubro/88 e Fevereiro/89 vários pontos de destruições ocorreram na periferia da cidade, em locais de ocupação desordenada e sem planejamento. Em decorrência destes episódios, novos estudos foram desenvolvidos abordando a questão das áreas de risco geológico e apontando soluções conceituais para os diversos locais levantados (Sobreira 1990, Sobreira et al 1990)

Em Janeiro/97, outro evento catastrófico provocou a destruição da principal via de acesso ao centro histórico, no local conhecido como Volta do Córrego, deixando o trânsito interditado por mais de um ano (fig. 4.4).



Figura 4.4 – Rompimento do aterro na Volta do Córrego (1997), ocasionando uma corrida de detritos que destruiu vários imóveis.

Nesse mesmo período, ocorreu o deslizamento de grande quantidade de material rochoso no Bairro Piedade, ocasionando a destruição de moradias e causando doze vítimas fatais (fig. 4.5). Sobreira e Fonseca (1998) elaboraram uma carta de zoneamento de risco para o referido bairro.



Figura 4.5 – Deslizamento ocorrido no Bairro Piedade em Janeiro de 1997, causando 12 vítimas fatais.

Bonuccelli (1999) elaborou um inventário de movimentos de massa e processos erosivos na área urbana de Ouro Preto, levantando tipos de processos, dimensões, tipos de materiais envolvidos e estado de atividade, concluindo que 82% dos processos estavam ativos. A autora relatou ainda os episódios catastróficos desencadeados pelas chuvas nos anos de 1967, 1979, 1989, 1995 e 1997 destruindo várias moradias e causando vítimas fatais, 21 mortes entre 1988 e 1998.

Sobreira e Fonseca (2001) desenvolveram trabalhos sobre os impactos físicos em antigas áreas mineradas e relacionaram à ocupação recente na serra de Ouro Preto e relataram os episódios ocorridos nas seguintes áreas: Morro da Queimada, Piedade, Veloso, Taquaral, Santana, Volta do Córrego; dos quais neste trabalho são destacados os episódios Bairro Piedade e Volta do Córrego, pelas magnitudes das conseqüências materiais e humanas. Segundo os autores, todas as áreas mineradas no século XVIII apresentam problemas de estabilidade, causadas pela alta declividade, má qualidade dos terrenos, existência de blocos rochosos, drenagem irregular inexistência de cobertura vegetal de porte. São corriqueiras as constatações de locais susceptíveis a desabamentos em galerias subterrâneas, causando recalque das estruturas das casas e ruas adjacentes.

Para o Bairro São Cristóvão (Veloso) os autores supracitados elaboraram “O Mapa de Risco de Acidentes Associados a Escorregamentos em Encostas”, mostrando o zoneamento dos riscos e os pontos de maior importância.

Bonuccelli e Zuquette (2001) sintetizam em um trabalho mais amplo, os processos dos movimentos gravitacionais de massa e erosões para a cidade de Ouro Preto, em relação a alguns autores que já haviam abordado o tema. Esses autores consideram para cada feição levantada as seguintes características: tipos de processo, dimensões (profundidade e área), tipo de material

envolvido e estado de atividade. Foram considerados e analisados todos os dados de ocorrências e informações pertinentes ao tema, fornecidos pela Defesa Civil de Ouro Preto no período de 17/01/88 a 02/04/98, relacionados aos movimentos gravitacionais de massa e processos correlatos (erosões e inundações). Assim como os demais autores citados, este trabalho também destacou a questão da ocupação das áreas de antiga mineração do ouro em Ouro Preto.

Outra movimentação no morro do Curral em 2002 desestabilizou uma massa de *talus*, representando alto risco para as residências situadas próximas a base do depósito. Pinheiro *et al* (2002) fizeram a análise das rupturas no talude desse morro e Pinheiro *et al* (2004) realizaram o estudo dos riscos geológicos nesse mesmo local.

Em Mariana, as chuvas intensas provocam inúmeros danos relacionados a movimentos gravitacionais de massas e processos correlatos. Esses problemas são decorrentes da falta de planejamento para o uso e ocupação do solo, que não consideram as peculiaridades geológicas locais. Com o desenvolvimento da indústria extrativa mineira a partir da década de 1970, aumentou a demanda por novas áreas destinadas a construção de moradias para o novo contingente populacional requerido pelas indústrias. Este contingente ocupando desordenadamente as áreas disponíveis para a habitação ajudou a configurar a situação de risco atual (Souza 2004).

Sobreira (2000) desenvolveu um trabalho de análise da susceptibilidade à ocorrência de processos geodinâmicos. Esse trabalho ressalta o mau uso do solo e os problemas decorrentes dessa utilização (escorregamentos, erosões e inundações) e a degradação ambiental significativa. A partir dessa avaliação, Souza (2004) desenvolveu um trabalho aprimorado, detalhando e tipificando os processos atuantes regionalmente e estabelecendo o padrão de zoneamento, gerando cartas temáticas para o município utilizadas para planejamento e gestão municipal. Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Plano Diretor de Mariana e teve como resultado, dentre outros produtos, uma carta de risco a escorregamentos e inundações da área urbana de Mariana.

Castro (2006) considerando os dados de precipitação e movimento de massas no período de 1988 a 2004 desenvolve pesquisa correlacionando a pluviosidade aos escorregamentos e a quantidade de dias antecedentes que têm maior influência no desencadeamento dos movimentos, definindo o número de dias que apresenta uma separação mais clara entre os pontos com escorregamento e aqueles pontos sem escorregamentos. A relevância desse trabalho se dá no planejamento das ações da defesa civil do município.

Desta forma, conclui-se que as áreas urbanas de Ouro Preto e Mariana além dos condicionantes naturais para instabilização de encostas (clima, litologia e geomorfologia), a intervenção humana é o principal fator preparatório e deflagrador de movimento de massa, quase estando sempre associada à ocupação e expansão urbana desordenada.

CAPÍTULO 5

ÁREAS DE INTERVENÇÃO

5.1 – CONSIDERAÇÕES.

O diagnóstico e análise dos impactos ambientais em uma bacia podem ser sintetizados para a solução ou mitigação dos problemas de uma forma plena. O estudo pontual de cada área geradora de efeitos negativos é necessário para que a interpretação localizada gere um somatório de soluções prioritárias *in loco*, levando o encadeamento das soluções esparsas a atingir a finalidade do objetivo geral, a solução dos problemas da bacia. Para a compreensão da participação de cada área contribuinte na degradação da bacia, neste capítulo há a descrição da situação contemporânea de cada uma delas. Estas áreas estão representadas em mapa elaborado na escala 1:50.000 (Anexo1), sendo apresentados ao longo da descrição das áreas detalhes na escala 1:5000.

5.2 - CICLO DO OURO

O flanco sul do anticlinal de Mariana - Serra de Ouro Preto - apresenta feição geomorfológica de vertente com alta declividade, condicionada pelos mergulhos das camadas, alternando concavidades e convexidades controladas pela drenagem e partes mais aplainadas nos altos, dependentes da cobertura laterítica. A ação antrópica, uso e ocupação para a exploração de ouro a partir do início do século XVIII foram as principais causas genéticas para a conformação da superfície atual. Mediante a necessidade de água para o desmonte hidráulico das rochas auríferas, os trabalhos de lavras se iniciaram nas drenagens com fluxos perenes; e possivelmente, para aumentar a força hidráulica necessária para a produção, parte do recurso hídrico era captada em outros locais, confirmados pelos imponentes aquedutos ainda mapeáveis atualmente. O poder de desmonte dessa energia direcionada, além de ter produzido a maior quantidade de ouro em uma única região jamais relatado, deixou como herança imensas concavidades na encosta da serra, modificando em um século a paisagem que por processos naturais despenderia tempo só mensurável em escala geocronológica. O resultado dessa intervenção passada é um passivo dificilmente gerenciável de uma área com pouca ou nenhuma aptidão atual para uso e ocupação. Sobreira e Fonseca (2001) realizaram levantamento de toda a serra de Ouro Preto na área urbana da cidade de mesmo nome, concluindo que cerca de 70% das encostas foram alterados pela ação de extração do ouro no século XVIII (fig. 5.1).

5.2.1 - Serra de Ouro Preto – Borda da Cidade

A mineração de ouro no século XVIII abrangeu toda da serra no entorno do núcleo urbano atual, numa extensão de aproximadamente 4 km. Nessa área ocorrem: xistos do Grupo Nova Lima, o quartzito Moeda, o filito Batatal e o itabirito Cauê. A cobertura de canga é comum nos topos e nas vertentes sem intervenções marcantes. As camadas possuem mergulhos de aproximadamente 30° em média no sentido sul, modelando uma paisagem com alta declividade (fig. 5.2).

As altitudes superiores a 800m e as declividades acentuadas, com gradientes geralmente ultrapassando os 35%, às vezes, acima dos 100%. São comuns “paredões” rochosos que culminam em cristas ou plataformas que se destacam na paisagem. Esta morfologia representava originalmente a unidade relevo de serra (CPRM 1993) que, após as atividades extrativas do século XVIII apresentam as feições superficiais totalmente modificadas.

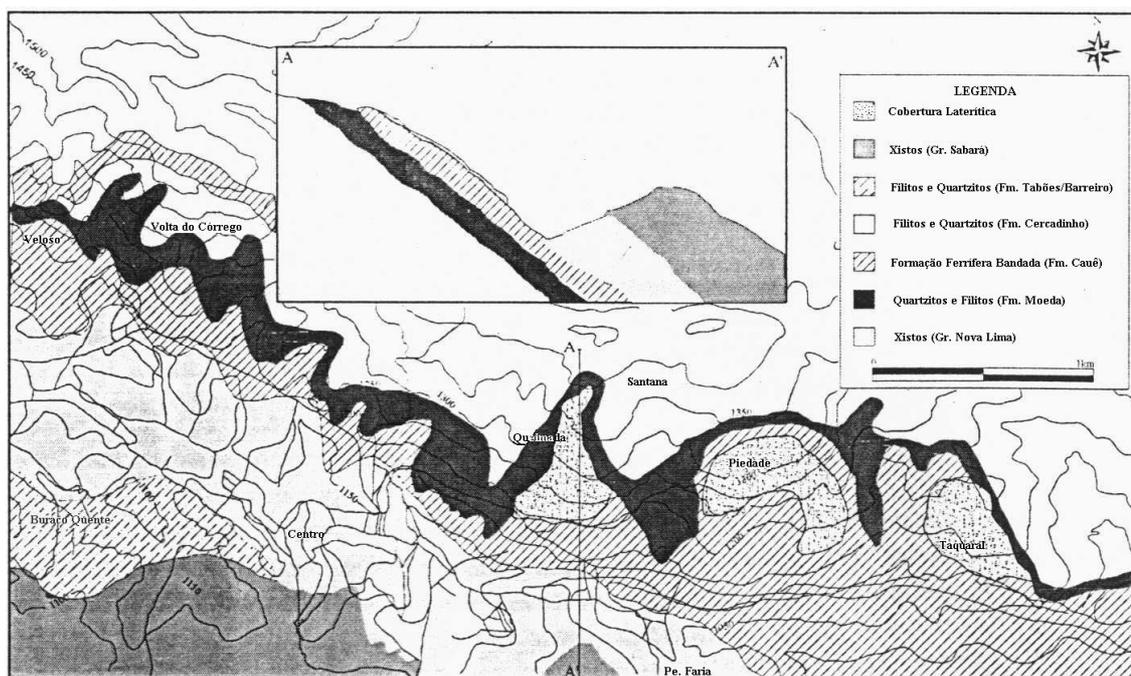


Figura 5.2 - Esboço geológico do flanco sul do Anticlinal de Mariana na área minerada no século XVIII no entorno da cidade de Ouro Preto (Fonte: Sobreira e Fonseca 2001).

Segundo Sobreira e Fonseca (2001), as foliações, as discontinuidades planares, o fraturamento e o estado de alteração das rochas determinam o comportamento geotécnico dos terrenos. No mapa da figura 5.1 é possível observar a magnitude da abrangência superficial das intervenções antrópicas com intuito de extrair ouro nas vertentes da Serra de Ouro Preto no entorno da cidade de mesma toponímia.

As frentes de lavras ocorreram sincronicamente, sendo aqui descritas no sentido oeste para leste de forma a facilitar a compreensão. A frente de lavra localizada na região do Passa Dez ficou conhecida como as Lavras do Coronel Veloso (Eschwege 1833), hoje denominado de bairro São Cristóvão (fig. 5.1). Este é um dos conjuntos mais expressivo do período, pelo volume de material ali extraído, extensão das feições de lavra e pelo importante conjunto de ruínas remanescentes, sobressaindo o sistema de aquedutos (fig. 5.1, ponto 01) que transportavam a água para o desmote da rocha mineralizada e lavagem do material concentrado para recuperação do ouro (fig. 5.3, pontos SC01 e SC02). Outras estruturas observadas no local podem ser citadas: galerias, minas subterrâneas, ruínas de base de construções habitacionais, reservatórios de água e mundéos.



Figura 5.3 - Área de desmote superficial (SC 01) com aquedutos ao fundo (SC 02)

A partir do núcleo principal de exploração superficial caminhando para leste passa-se a exploração subterrânea. Nessa vertente são encontradas inúmeras ruínas (fig. 5.1, ponto 02), bases de construções para habitação próximas as entradas – “boca de mina” - das minas subterrâneas. Na vertente seguinte, Volta do Córrego (fig. 5.1), encontra-se outro local de desmote, esse com dimensões menores que o núcleo principal escavado nas encostas anteriores e registrando as mesmas características decorrentes da mineração. O vale encaixado condiciona um curso d’água perene. Os cortes são sub verticais e várias são as entradas de minas subterrâneas. O escoamento superficial direcionado com alto gradiente de energia para o fluxo principal encontra, a jusante, um barramento originado pela construção da Rua Padre Rolim, que acarretou o assoreamento do vale, formando uma expressiva área plana.

Seguindo na direção leste, são observados vários pontos de intervenção com finalidade extrativa de maior ou menor potência até a vertente do morro São Sebastião, onde se sobressai uma grande cava com as encostas íngremes formando um anfiteatro (fig. 5.1, ponto 03). Não foram encontradas referências específicas sobre a origem dessa forma, possivelmente o início do processo erosivo foi

desencadeado por escavações e desmontes para produção de ouro, com posterior evolução do relevo para a forma atual, por erosão e escorregamentos naturais, causas e efeitos estes observados nos últimos 30 anos. Na porção da serra que abrange desde o Morro São Sebastião até o Morro da Queimada, são observados terrenos revolvidos e blocos de materiais lateríticos, quartzosos e outros com variadas dimensões, (fig. 5.4 e fig. 5.1, ponto 04). Nessa porção da serra, denominada de Lajes, infere-se que o itabirito tenha sido removido para a extração do ouro. A morfologia da encosta reflete a magnitude das atividades no local (fig. 5.5). Na zona superior da vertente, as faces são íngremes, suavizando na zona intermediária e verticalizando próximo à via que acompanha a serra em todo o contorno urbano. Essas escarpas verticais tiveram como causa a extração de quartzitos (LJ 01). São encontradas também várias minas subterrâneas, hoje, importante local para a reprodução de morcegos.



Figura 5.4 – Terrenos revolvidos e blocos de variadas dimensões encontrados na encosta do morro São Sebastião.

A cobertura vegetal passa de gramíneas esparsas nas porções mais íngremes até árvores arbustivas de porte médio nas drenagens e locais onde a cobertura original de solos foi revolvida, proporcionando a formação de solo pobre em nutrientes, porém com espessura suficiente para a fixação de raízes mais profundas e mais desenvolvidas. O material revolvido assenta sobre o topo do quartzito da Formação Moeda. Encontram-se nesse local seções verticais como meios cilindros - partes de sarilhos - indicando que a exploração tenha se iniciado subterraneamente e a seguir evoluindo para lavra a céu aberto. A boa permeabilidade desse material permite a percolação da água na superfície de contato com o quartzito, induzindo deslizamentos no período chuvoso, principalmente se a cobertura vegetal for retirada.

Na vertente oeste do Morro da Queimada há uma grande depressão bordejada por escarpas verticais de origem antrópica (MQ 01). Podem ser observadas as modificações da forma de relevo, cavas antigas de magnitudes consideráveis, que ressaltam a consequência da atividade mineira na paisagem (fig. 5.5). O local conhecido como Morro da Queimada, próximo ao centro histórico de Ouro Preto, é um marco importante para a história da mineração do ouro, com vestígios de um grande núcleo de mineração ocorrida no século XVIII. No período das atividades extrativas, o local era conhecido como Arraial do Ouro Podre, passando à história com a atual denominação, emblemática, por servir de palco para o episódio histórico conhecido como sedição de Vila Rica em 1720 (Ziravello *et al* 1999).



Figura 5.5 - Alterações na encosta entre o acesso ao morro São Sebastião (à esquerda) e o Morro da Queimada (à direita). As escarpas na base são originadas pela extração de quartzito (LJ 01).

Apesar da importância patrimonial e histórica para a mineração, essa área estava sendo gradativamente ocupada, com a consequente destruição de ruínas de casas e outras estruturas. (Sobreira *et al* 2001). Parte considerável da encosta já se encontra tomada por ocupação desde o final da década de 60 (fig. 5.6). Neste local específico, protegido por uma cobertura de canga, não há grande alteração na paisagem. A exploração subterrânea do bem mineral não afetou profundamente a superfície. As preocupações maiores são de caráter arqueológico e patrimonial. São observadas várias galerias e sarilhos, além do excepcional conjunto de ruínas de antigas construções habitacionais e estruturas para o beneficiamento do material aurífero – mundéos, reservatórios, canais e outras. As ruínas das habitações são sobrejacentes às minas subterrâneas, próximas às estruturas de beneficiamento do material lavrado, formando um conjunto único da área habitacional com o local de trabalho.



Figura 5.6 - Aerofoto do Morro da Queimada. E-1:10.000 UFV 2003. Notar a esquerda as feições alteradas (MQ 02), resultantes da mineração no século XVIII. Ocupação recente (MQ 03) e ruínas (MQ 04).

Adjacente ao Morro da Queimada se localiza outra área minerada, o Morro de Santana, atualmente ocupado por grande número de moradias, dificultando o estudo da geomorfologia local. Em fotografia aérea nota-se uma superfície côncava - o local lavrado - e uma superfície convexa, pouca alterada e com declividade acentuada. Nesta parte encontram-se vestígio de trabalhos subterrâneos, vários poços (sarilhos) e galerias (boca de mina). A montante, em sentido ao Morro São João observa-se blocos misturados com material mais fino carreado pelas águas que se tornam caudalosas nas drenagens nos meses chuvosos. Este aspecto se torna mais nítido no local conhecido como Córrego Seco, que é fechamento das drenagens principais do Morro da Piedade. Nesta área há poucos vestígios da vegetação característica da região, consequência da densa ocupação atual.

Intensas atividades mineiras foram realizadas a céu aberto e subterraneamente no bairro Piedade, desde o início da atual Rua Treze de Maio até a encosta da principal drenagem do bairro. A ocupação sem planejamento das encostas nesse bairro, onde as camadas naturalmente já são propícias a movimentos gravitacionais de massa, contribuem para escorregamentos. Alguns desses eventos causaram vítimas fatais como o ocorrido em Janeiro de 1997 (fig. 5.7).

Neste local situa-se a capela de Nossa Senhora da Piedade, isto é, a jusante das áreas anteriormente descritas (Queimada e Santana), onde também são observadas estruturas comuns às

outras áreas. Próximo à capela ainda é possível observar um imponente mundéo bem preservado (Dezembro de 2005). Na porção inferior, abaixo da Rua 13 de Maio são observados locais de antigas atividades minerárias, porém há dificuldade para uma caracterização de detalhes, pois a encosta se encontra ocupada em quase sua totalidade por moradias, o que impede o trânsito pelos locais de interesse para a descrição. A área, originalmente convexa, passou a côncava com a forma de um grande leque originado pelas atividades de desmontes e ação das águas convergentes das drenagens para o Córrego Seco. Sobreira (1990 e 1992) alertou para a possibilidade de ocorrência de movimento que poderia ter conseqüências trágicas face à ocupação da base da encosta, fatos que realmente aconteceram em Janeiro de 1997.



Figura 5.7 – Escorregamento favorecido pela ocupação inadequada do terreno, com vítimas fatais, observar a mesma situação da casa adjacente

Segundo Sobreira e Fonseca (2001), as rochas neste local são alteradas e friáveis, facilitando o desmonte hidráulico, o que acarretou mudanças no padrão geomórfico da encosta, anteriormente convexa para côncava. A cobertura superior de canga mais resistente à erosão possibilitou o surgimento de escarpas verticais. Com a reocupação recente, durante os períodos de precipitações pluviométricas mais intensas, vários são os eventos catastróficos ocorridos: rolamentos de blocos, quedas e escorregamentos de materiais inconsolidados. A formação ferrífera possui alta permeabilidade, possibilitando a infiltração da água pelas fraturas do material de superfície até encontrar o material filítico impermeável na base dessa formação. Nesse contato entre as duas litologias, a saturação possibilita a diminuição da força de atrito que dá estabilidade aos taludes, proporcionando os movimentos de massas nas escarpas íngremes que compõe a vertente (fig. 5.8).



Figura 5.8 - Escorregamentos devido ao saturamento do material de topo em contato com a superfície impermeável.

É possível observar os topos mais resistentes, testemunhos da antiga superfície. Com o processo erosivo na base da formação ferrífera, os topos resistentes se desestabilizam, ocorrendo quedas dos blocos e recuo da escarpa. Esse processo é cíclico, após a queda do bloco e um período de relativa estabilidade, inicia-se novo processo erosivo e nova queda de blocos. O escoamento superficial erode o material exposto formando ravinas e movimentando os blocos soltos que se encontram nas encostas

Na última porção minerada da Serra de Ouro Preto – Taquaral, houve grande alteração da morfologia devido à intensa atividade superficial. A paisagem foi modificada desde o sopé da encosta nas margens do Ribeirão do Carmo até o topo da serra. A mineração a céu aberto acarretou mudanças na drenagem, originando vales com encostas escarpadas até encontrar a crosta de canga nas partes mais altas. Observa-se a grande quantidade de material movimentado de diversas granulometrias, carregados pelas águas nos períodos de chuvas torrenciais, comuns na região. Em alguns pontos é possível observar pilhas de fragmentos compostos principalmente por material da cobertura original. Segundo Sobreira e Fonseca (1998), esses morrotes possuem uma cimentação fraca, oriunda do próprio material ferruginoso das pilhas, e possibilitou o desenvolvimento de vegetação rasteira e alguns arbustos que dão uma aparente estabilidade aos mesmos. A ação da percolação das águas ao longo dos anos promoveu a formação de uma cimentação por óxido de ferro, que deu certa coesão a estes terrenos.

Próximo à rodovia que corta a vertente a meia encosta (MG 262), esta disposição de material estéril resultou em um depósito de tálus de origem antrópica, no qual é possível monitorar o deslocamento – rastejamento – (fig. 5.1, MQ 05) de considerável volume quando o terreno se encontra saturado, ou seja, ocorrem manifestações freqüentes causadas pelas chuvas no verão (figura 5.9).



Figura 5.9 – Movimento de massas, deslocando o muro de contenção, destruindo trecho da rodovia

A partir do Bairro Taquaral, uma parte da extensão da encosta não foi ocupada até a década de 1990. Deste período em diante, um empreendimento imobiliário foi implementado no local, atualmente denominado de Bairro Liberdade. O local, onde eram encontradas várias estruturas do Ciclo do Ouro foi obliterado, dificultando a observação da herança arqueológica. As obras de urbanização, com “planejamento” inadequado, destruíram todas as feições e estruturas anteriormente observadas em superfícies.

5.2.2- Passagem de Mariana – Morro de Santo Antônio

No distrito de Passagem de Mariana se localizavam as antigas lavras do Padre Bento, desenvolvidas no morro de Santo Antônio no século XVIII, onde foram realizadas as extrações de maior abrangência superficial contínua na serra de Ouro Preto, abarcando uma área com cerca de 4 ha. Embora houvesse extração subterrânea, a lavra principal era a céu aberto, o que ocasionou impactos ambientais que marcaram sua influência na atual geomorfologia e deixou como herança um passivo ambiental considerável. Encontram-se na encosta vestígios de galerias, mundéos, canais e reservatórios para a acumulação de águas pluviais para utilização no desmonte da rocha mineralizada. Os locais alterados eram preferencialmente atacados pelos mineradores devido à facilidade do

desmante, dispendendo menor esforço mecânico e utilizando menor volume de água para liberar a porção mineralizada da rocha (Sobreira e Fonseca 2001). O serviço se tornava menos complicado, possibilitando maior rendimento e conseqüentemente atingindo uma área maior, o que gerou uma geomorfologia local altamente marcada pela ação humana.

Eschwege (1833) cita que as camadas “que se estendem do Morro do Santo Antônio e constituem aqui o *substratum* geológico, foram completamente desnudados, em conseqüência das lavagens das camadas sobrejacentes, em toda extensão que vai da margem do ribeirão até a lavra do Padre Bento”.

São encontrados, na porção superior da encosta, testemunhos da antiga superfície topográfica, com uma crosta laterítica (canga) no topo recobrendo os quartzitos e itabiritos. A feição geomorfológica atual e os resquícios de movimentação de material da superfície e montes de cascalhos próximos aos poços (sarilhos) indicam a envergadura dos trabalhos extrativos e presumível volume de material mobilizado para a recuperação do ouro (fig. 5.10).



Figura 5.10 – Aspecto atual do morro de Santo Antônio, com destaque para a morfologia alterada e os testemunhos da antiga superfície.

A cobertura de canga possui alta resistência mecânica, dando uma proteção à superfície do terreno e impedindo a erosão. Com a retirada dessa capa, aflora um material ferruginoso mais friável, de alta porosidade e resistência mecânica variável, que possibilita o desenvolvimento de processos erosivos desencadeados por cortes no terreno para a abertura de canais de escoamento.

Em quase um século de exploração, o grande volume de material removido causou uma mudança na paisagem local, que pode ser facilmente observada na atual morfologia e pelos morros testemunhos (figura 5.10). A notável quantidade de ruínas das infra-estruturas de lavras utilizadas e outros tipos de edificações no período da exploração corroboram os escritos anteriores sobre a dimensão dos trabalhos mineiros ali realizados.

Em toda a extensão da área de desmorte, delimitada na figura 5.11, é possível observar grande quantidade de blocos *in situ*, outros rolados por toda a vertente e pilhas de cascalhos. É possível notar a mudança da rede de drenagem para a utilização nos desmontes, esses fatores causaram a alteração da forma das encostas gerando uma paisagem singular.

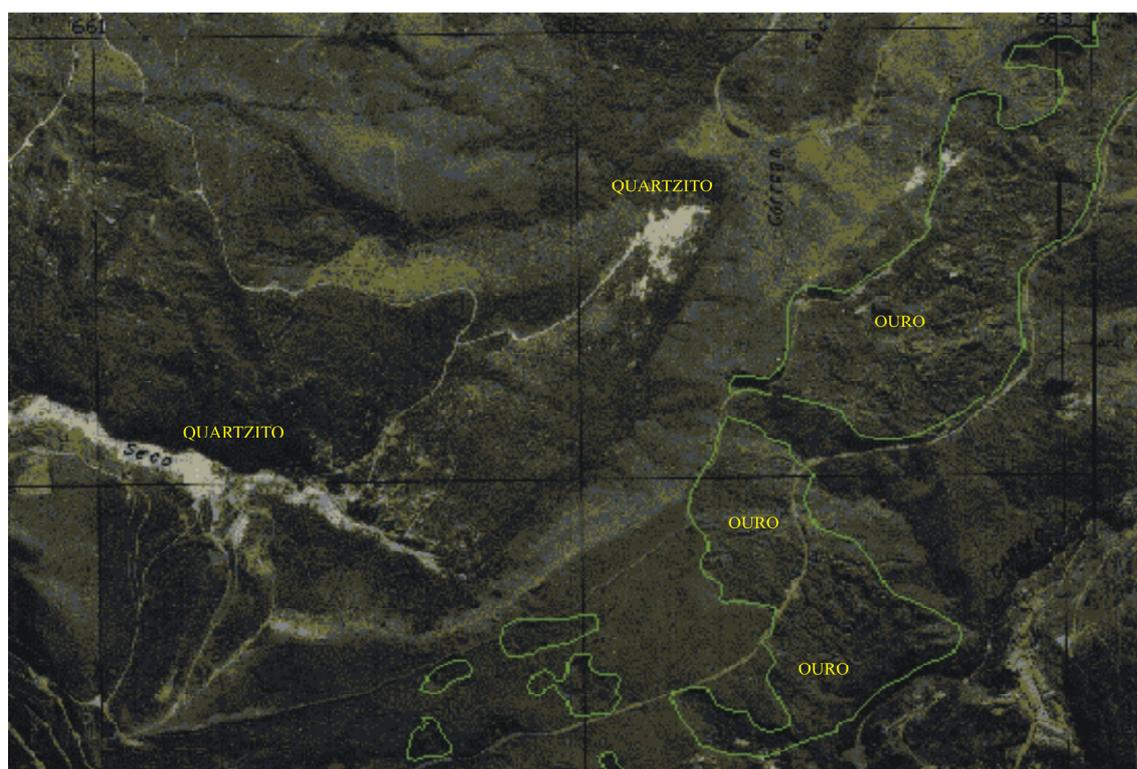


Figura 5.11 - Limite das áreas onde foram identificados os desmontes em Passagem de Mariana, (ortofoto de 1987 na escala 1:10000. CEMIG.). Notam-se as manchas claras, onde são explorados atualmente quartzitos.

No fundo do vale, a modificação no padrão do ribeirão, onde se observam várias barras no leito, foi possivelmente originada devido ao aporte de material proveniente da área minerada em tempos pretéritos, sendo atualmente pouco influenciada pelos sedimentos provenientes área em questão. Os maiores contribuintes atuais para as modificações do padrão fluvial são as áreas em atividades a montante, com outros tipos de atividades mineiras.

Com a paralisação das atividades extrativas e o esvaziamento demográfico do distrito, a área em questão foi sendo modelada gradativamente até alcançar o padrão geomorfológico atual. O equilíbrio da atual feição se deve principalmente ao substrato rochoso constituído de material com boa coesão que aliada à cobertura vegetal dificulta erosões intensas, desempenhando a função de protetor natural e possibilita a estabilidade paisagística, desde que não haja um processo de ocupação, ou seja, o abandono da área contribui para a estabilidade.

Foi realizado um estudo para a quantificação dos desmontes (Sobreira et al 2005), através de foto-interpretação (fotos aéreas de 1986, escala 1:30.000), através da delimitação da superfície da encosta que foi alterada pela mineração do ouro. Esta superfície foi inserida em uma base topográfica 1:5.000, a partir da qual foi feito um trabalho de reconstituição da topografia anterior aos trabalhos mineiros. Esta reconstituição levou em conta os testemunhos existentes no interior da área afetada e o relevo das encostas circunvizinhas, não alteradas pela lavra. O resultado é uma aproximação do que seria a topografia original da área antes dos desmontes (fig. 5.12).

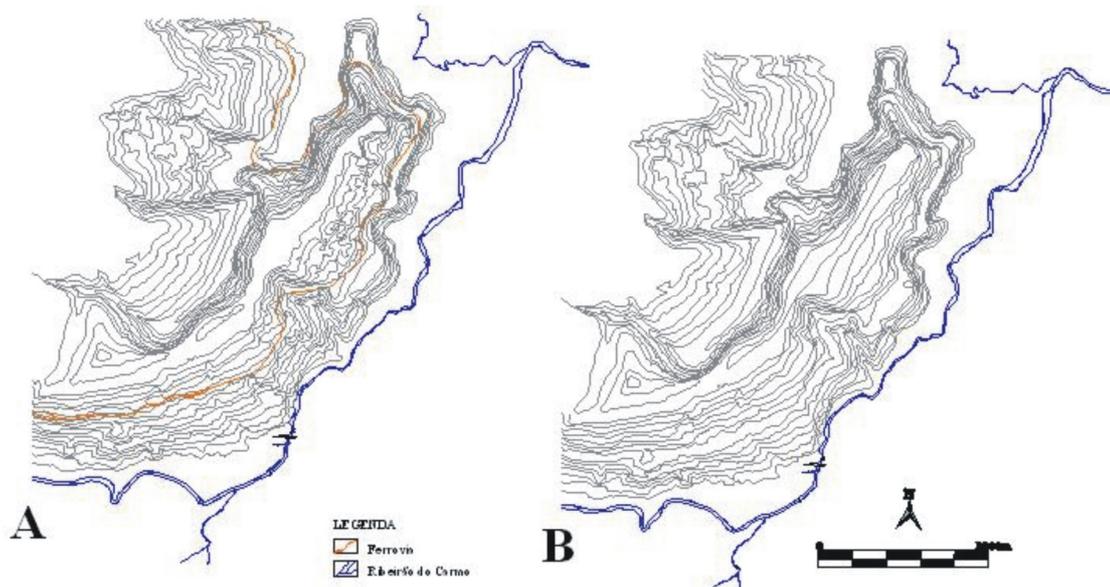


Figura 5.12 - Representação da topografia atual (A) e reconstituída (B) a partir dos testemunhos e forma das encostas vizinhas, base para a estimativa do volume de material extraído da encosta.

A partir dessas superfícies, utilizou-se o programa *Surpac Vision*, para gerar os modelos digitais do terreno antes e depois dos desmontes. A partir da diferença entre as duas superfícies, calculou-se pelo mesmo programa o volume de material escavado, obtendo-se um valor aproximado de 6 milhões de metros cúbicos. Este volume de material removido indica que grandes áreas podem ter sido assoreadas a jusante, onde o relevo se suaviza formando uma grande planície de inundação no ribeirão do Carmo, como pode ser observada na região conhecida como Mata Cavalos no limite

noroeste da área urbana de Mariana. Estes sedimentos contribuíram também para o entulhamento da planície do ribeirão onde hoje se localiza boa parte da área urbana de Mariana.

5.3 - SÉCULO XX

5.3.1 - Mariana - Mina Del Rei

Localiza-se próximo à cidade de Mariana, flanco leste do anticlinal, à margem esquerda do córrego Canela. Dentro da bacia em análise esta é a única área onde foi lavrado minério de ferro. Os trabalhos foram desenvolvidos com métodos extrativos adequados ao jazimento e tecnologia mais avançada em relação às empregadas nas áreas do Ciclo do Ouro. Embora pouco relatado, houve também extração de ouro na mesma área, no mesmo século. Algumas galerias de portes representativos são encontradas em local próximo às antigas estruturas de tratamento do minério de ferro.

Nessa área foi realizado um trabalho de reabilitação e há um contínuo monitoramento do desenvolvimento da recuperação da antiga cava e das áreas de influência, principalmente nas nascentes, para preservação dos recursos hídricos (fig. 5.13)



Figura 5.13 – Área retaludada e revegetada da antiga lavra da Mina Del Rey.

A situação atual é importante para o estudo dos impactos e passivos devido à contemporaneidade e proximidades a recursos hídricos que abastecem alguns bairros da cidade de Mariana, portanto, serve de modelo para reabilitação de áreas degradadas pela mineração. Os taludes, inicialmente com cerca 70° de inclinação, foram suavizados para a fixação da vegetação, sendo que somente os localizados na parte superior da cava, onde ainda há resquícios do minério permanecem com a declividade de corte. Os tipos de vegetação utilizada para evitar a erosão, estabilizando a superfície do terreno são: capim Braquiária, Meloso e feijão Guandu - excelente fixador de nitrogênio no solo. A vegetação evita a erosão do solo e possibilita a posterior fixação das espécies nativas sementeadas na antiga área minerada.

No sopé dos taludes, em cada bancada, foi construída canelleta de drenagem com caimento para o norte, direcionando as águas do período chuvoso. As águas coletadas são direcionadas para um canal vertedouro cimentado em forma de U com o fundo em ângulo reto e nos trechos mais íngremes, há uma disposição interna escalonada – escada dissipadora - para diminuir a velocidade do fluxo. Na porção sul da cava também foi construído um canal com a mesma geometria, porém não interligado com as canaletas das bancadas. Os canais são direcionados para diques de contenções, dois do lado oeste e um do lado leste da cava.

O material fino é depositado a jusante, nos diques de retenção. Após o enchimento (fig. 5.14), o material é retirado por máquinas e transportado para outro local, onde é disposto em pilhas de estéril estabilizada, após o fim de cada período chuvoso.



Figura 5.14 – Diques de contenção de finos a jusante da lavra.

A área das atividades extrativas e as intervenções mitigadoras atuais são mostradas no mapa topográfico abaixo (fig. 5.15)

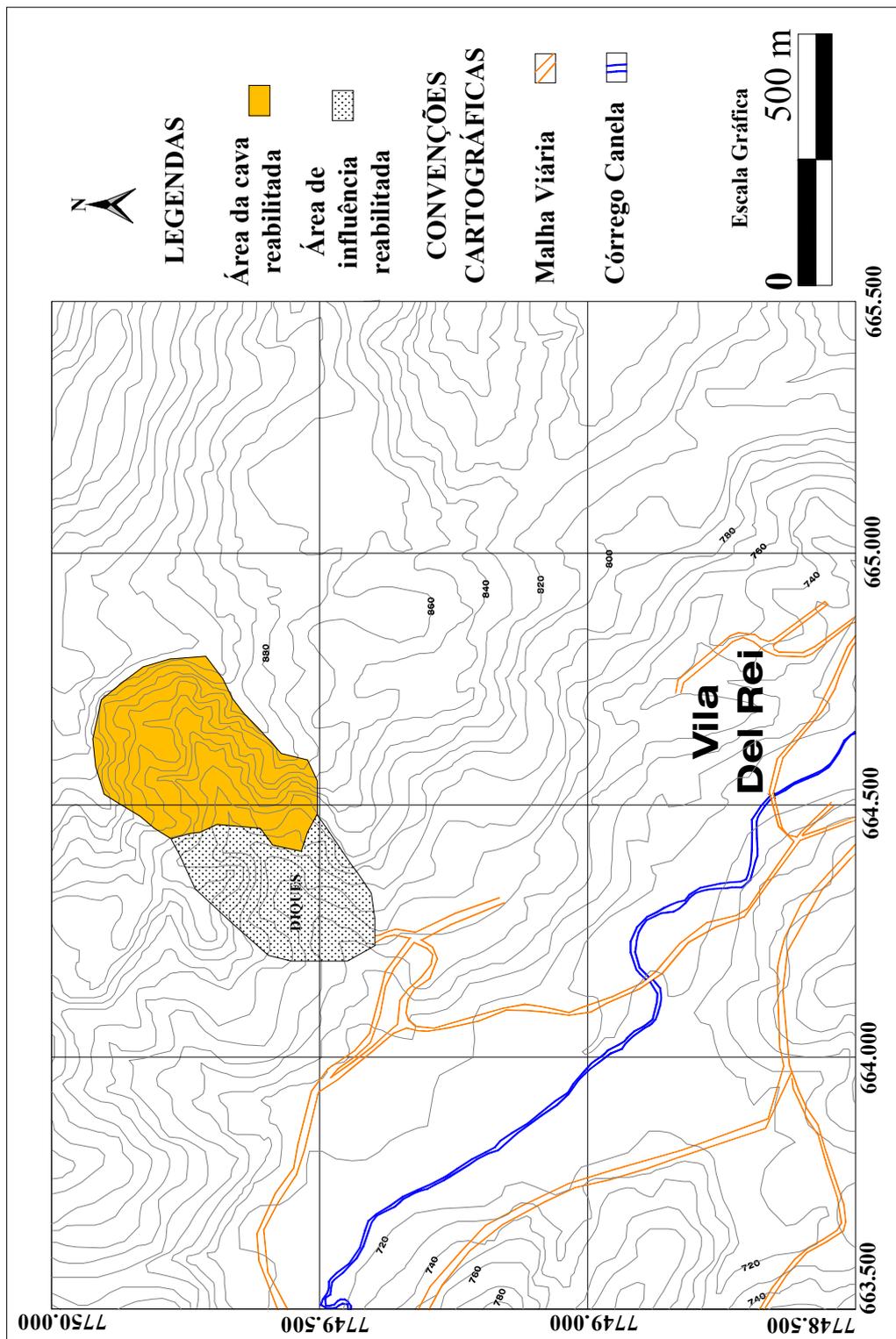


Figura 5.15 - Mapa topográfico com as áreas de extração do minério de ferro e intervenções mitigadoras. (Modificado de Souza 2004)

No sopé da área, a direita, onde se encontra depositado este material estéril, existe um manancial importante para o abastecimento da cidade, tendo aí uma ETA (Estação de tratamento de água). Não foi possível observar se há ou não contaminação da água por material originado da antiga cava. Na outra borda existem nascentes que fornecem água para os moradores de bairros próximos e são protegidas adequadamente para que não sofram contaminação pelos resíduos da antiga mina.

Em alguns locais ocorrem aberturas de sulcos erosivos expressivos, destruindo o trabalho de estabilização. Porém, como a área é monitorada, logo é feita a recomposição do talude, não comprometendo a reabilitação da área como um todo.

Dos locais estudados dentro da bacia, esta é única área onde após o encerramento das atividades mineiras houve uma preocupação na sua reabilitação, de forma a não deixar o passivo ambiental herdado atingir outras áreas de influência, podendo servir de modelo para outros locais com o mesmo perfil de interferência.

5.3.2 – Mina de Pirita - Ouro Preto.

O local denominado de Pirita, no bairro Santa Cruz, é uma antiga área de extração do mineral Pirita - FeS, para produção de ácido sulfúrico e enxofre. A mina era denominada de jazida do Gambá, sendo que a lavra a céu aberto e as instalações precárias não satisfaziam as exigências das fábricas da época sendo o desenvolvimento de lavra subterrâneo necessário para suprir a demanda em maior escala do minério (Erichsen 1947). Esse mesmo autor cita que o engenheiro Djalma Guimarães executou o revestimento de 294 metros de galerias, porém tais galerias não foram observadas em campo. Essas atividades concentraram-se em uma área as margens do Ribeirão do Carmo entre o bairro de Santa Cruz e o local conhecido como Pocinho. Como consequência destas atividades realizadas sem planejamento adequado, houve o desenvolvimento de processos erosivos expressivos, que até hoje se manifestam, promovendo alterações na morfologia local, principalmente na margem esquerda (fig. 5.16). Com a ocupação mais recente, muitos problemas afetam o referido bairro e adjacências, principalmente em relação às situações de risco geológico (Sobreira 1991). Como exemplo, pode-se citar a edificação da Pastoral da Criança no Bairro Santa Cruz, a montante da antiga cava, que teve de ser abandonada em decorrência da instabilidade da encosta. A figura 5.16 mostra a localização das principais lavras de pirita na região descrita.

A mineralização encontra-se na Formação Barreiro (Grupo Piracicaba), com grau de alteração elevado. Essa formação é composta por filito grafitoso, filito dolomítico, dolomito quartzoso, dolomito sericítico, filito sericítico, filito. Praticamente ocorre em todas as formas de transição entre as rochas componentes (Alecrim 1982).

Este tipo de terreno apresenta grau de coesão médio (Silva 1990) com baixa permeabilidade e erodibilidade moderada. A estabilidade é controlada pela estrutura e quando exposto por ação antrópica ou natural se torna susceptível a escorregamentos e processos erosivos intensos.



Figura 5.16 – Aspecto atual da área da cava (LV 01) na margem esquerda (norte), com intensa atividade erosiva e ocupação nas proximidades.

Não há nenhum órgão ou empresa responsável pelo gerenciamento do passivo com finalidade de reabilitar ou recuperar esta área. Este é um exemplo típico de mina abandonada, pois não há responsável ou proprietário. Esse fato demonstra como a falta de responsabilidade ambiental gera impacto, que depois de deflagrados, dificilmente se consegue algum tipo de controle que mitigue ou interrompa a evolução de processos geodinâmicos. Não havendo paralisação dos processos há riscos para a população e degradação dos recursos naturais. Além de ser uma área dentro do perímetro urbano, há interferência direta com os recursos hídricos da bacia, por se encontrar à margem do ribeirão principal, que dá nome à bacia.

Para a lavra na margem esquerda – norte (fig. 5.17, ponto LV 01) do ribeirão foi feito um estudo da evolução dos processos erosivos passados, através de aerofotos de épocas distintas (décadas de 50, 70, 80 do século XX) e observações de campo atuais.

No início da década de 50, verifica-se pelas aerofotos escala 1:25.00 (Cruzeiro do Sul) que a encosta a oeste da cava apresentava-se sem vegetação, indicando movimentação de material induzida por causa antrópica, pela retirada do minério. A encosta leste ainda permanecia sem exploração, pois se apresentava bem preservada, com caminhos cortando a mesma e coberta por vegetação em toda sua extensão. O ribeirão é sinuoso, com a convexidade voltada para a encosta esquerda.

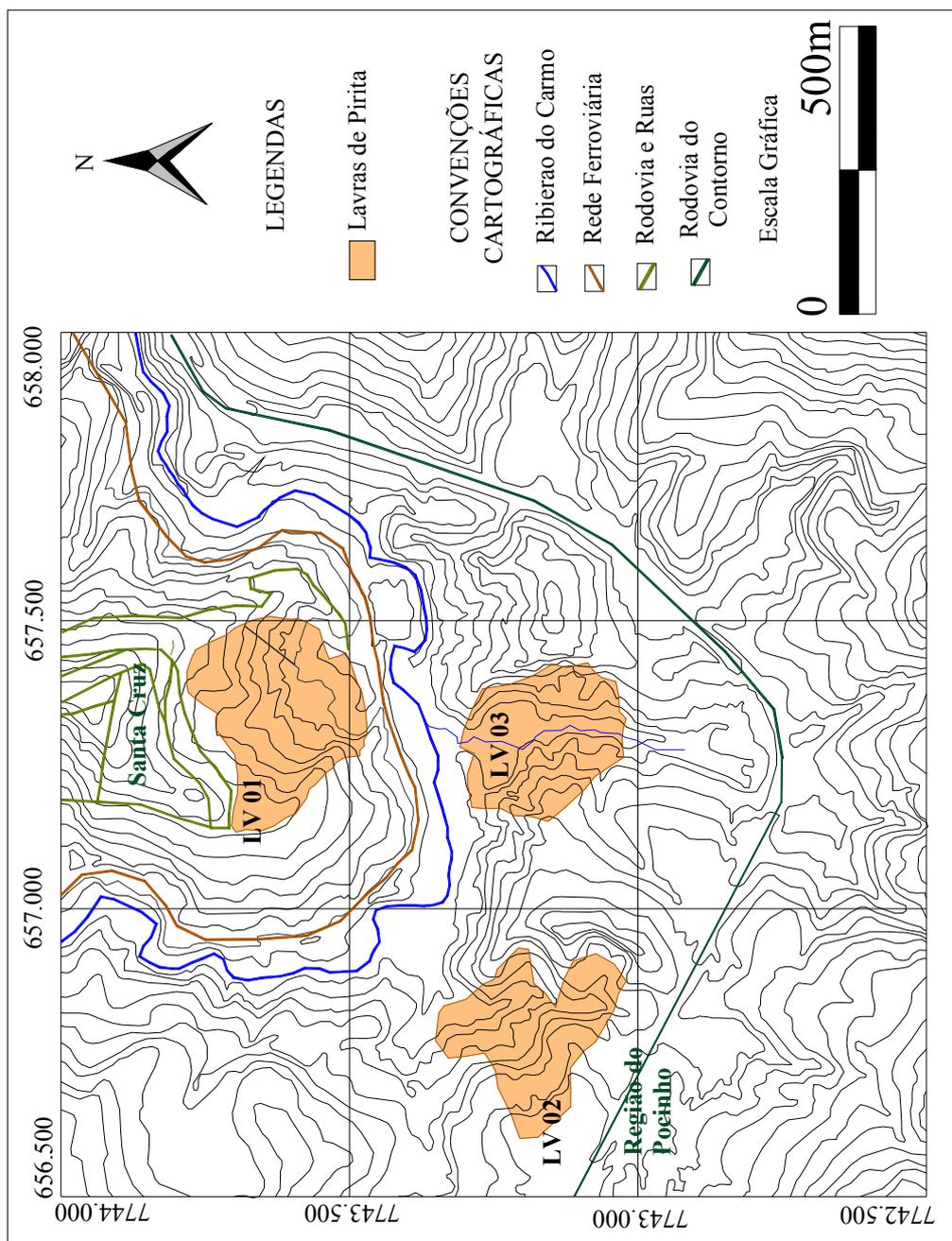


Figura 5.17 – Principais lavras de pirita evidenciando sua proximidade com o Ribeirão do Carmo e área urbana. (Modificado de PLANAG 1974)

No final da década de 70, a vegetação rasteira, gramíneas, se encontra recuperada e ocupa toda a área da cava (aerofotos de 1978, escala 1:10.000). A metade superior da encosta está estabilizada, a parte inferior, onde foi desenvolvida a lavra demonstra alguns resquícios de instabilidade. Ainda não há ocupação por moradias nas proximidades. É possível observar alguns vestígios das bancadas de extração na encosta leste. Pequenas manchas de vegetação mais desenvolvidas se apresentam na encosta oeste. A erosão na parte superior parece não ser de origem antrópica. A encosta oeste avança em relação à parte sinuosa do ribeirão.

A erosão avança para montante na década de 80 (aerofotos de 1986, escala 1:30.000, CEMIG), com algumas ravinas se aprofundando, aumentando os sulcos na área da cava. Aparece o primeiro arruamento próximo à borda da área minerada e nota-se o aumento da deposição de sedimentos nas partes mais aplainadas. Neste local, antiga praça de trabalho da mina, o material carreado dos taludes fica depositado no período de seca. Isso se deve a perda de energia do fluxo causado pela elevação do terreno para a construção da ferrovia. Esse material é carreado para o ribeirão nos eventos chuvosos, que se encontra a menos de 50 metros.

Na margem direita - sul (fig. 5.17, pontos LV 02 e LV 03) do ribeirão existem duas grandes cavas abandonadas, porém as proximidades não foram ocupadas e não tiveram intervenções antrópicas marcantes até o início da década de 1990. Com o fim das atividades, essas áreas foram adquirindo estabilidade, precária, em relação a movimentos de massas, facilitadas pelo mergulho favorável das camadas. Isto possibilitou o desenvolvimento da vegetação pouco diversificada e de pequeno porte.

As poucas atividades no local, conhecido como Pocinho, foram de caráter pastoril em escala quase sem representatividade. A partir do final da década de 1980 tem início ao processo de ocupação das áreas vizinhas aos locais de extração, com a construção de algumas moradias que tem sofrido um incremento maior a partir da segunda metade da década de 1990. Vários empreendimentos comerciais de grande porte foram atraídos para a região próxima às antigas lavras (figura 5.17, pontos LV 02 e 03), por serem terrenos de menor declividade e apresentarem condições geológicas mais favoráveis a construções (fig. 5.18).

É perceptível ano a ano o aumento do número de moradias na região, mas nas proximidades das cavas antigas não se nota ocupação marcante, o que possibilita um estudo preventivo para a ordenação da ocupação (fig. 5.19).



Figura 5.18 – Empreendimentos comerciais, de grandes portes, ocupando as áreas relativamente próximas às cavas LV 02 e LV 03.



Figura 5.19 – Cavas na margem direita com o início da ocupação recente nas proximidades.

5.4 – ÁREAS EM ATIVIDADES.

5.4.1 - Exploração de Quartzitos.

As explorações de quartzitos da formação Moeda que ocorrem na bacia do alto Ribeirão do Carmo, especificamente na serra de Ouro Preto, é uma das atividades extrativas mineiras que mais geram resíduos de granulometria fina e blocos de pequenas dimensões não aproveitáveis pela

construção civil como rocha ornamental ou outra estrutura construtiva. Em geral, as atividades nesse setor ocorrem de forma artesanal, não utilizando métodos e técnicas adequadas de extração que minimizem a produção de rejeitos.

Na bacia existem diversos pontos onde são extraídos os quartzitos por garimpeiros, sem nenhum procedimento que minimize os impactos. A exploração é feita de forma artesanal e inadequada. Em locais de pouco capeamento ou o quartzito está alterado, remove-se este material do horizonte superior com enxada, pá e picaretas. Este material é depositado em locais próximos, evitando maiores esforços físicos, não sendo observado nenhum critério sobre o melhor local de deposição a fim de minorar o impacto (fig. 5.20).



Figura 5.20 - Rejeitos gerados pela lavra artesanal de quartzito em Passagem de Mariana

Como são aproveitadas somente as partes de melhor qualidade e tamanho comercial adequado à demanda, a recuperação do material lavrado é muito baixa, elevando assim o volume de rejeito gerado. À medida que a lavra avança, o estéril é depositado próximo às drenagens ou margens de córregos, causando assim o seu desvio e a diminuição da vazão. A forma como este estéril é depositado acarreta a eliminação de parte da vegetação. Durante a estação chuvosa, os processos se agravam, ocorrendo possivelmente, lixiviação de parte do material e desestabilização, levando a ocorrência de movimentos de massa e o transporte de material para outras regiões, o que acaba aumentando a degradação ambiental a jusante. As principais áreas se localizam no bairro Taquaral em Ouro Preto e no distrito de Passagem de Mariana. O mapa topográfico apresentado a seguir, mostra a delimitação das áreas em atividades e sua posição relativa à drenagem (fig. 5. 21)

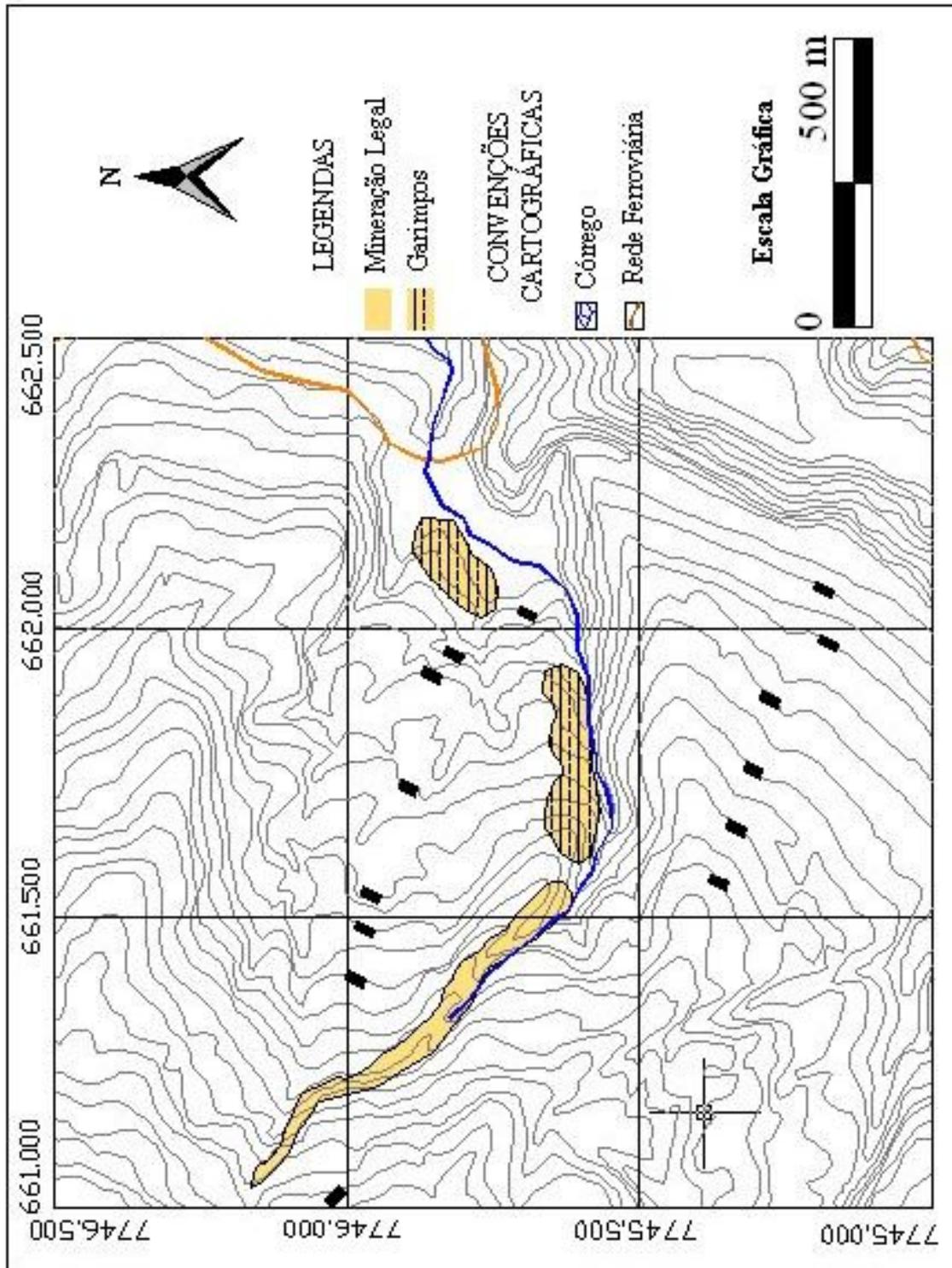


Figura 5.21 – Áreas de exploração de quartzitos no distrito de Passagem de Mariana. (Modificado de Souza 2004).

A exploração, geralmente irregular e sem planejamento, afeta a capacidade de recuperação dos ecossistemas de forma tão marcante que podem demandar centenas de anos para que se alcance novamente um novo e precário equilíbrio. As atividades de lavras geralmente utilizam o terreno provisoriamente, porém deixam um passivo ambiental grave, duradouro e sem responsável pelo seu gerenciamento.

A lavra a céu aberto, exige o decapeamento de áreas significativas, acarretando a modificação da topografia, alterando o padrão de drenagem natural, destruindo a vegetação do local lavrado e no seu entorno. Este tipo direto de impacto tem como consequência a erosão superficial e consequentemente o assoreamento dos córregos a jusante. São gerados grandes volumes de estéril e rejeitos, tanto pela preparação da área, decapeamento, a ser explorada como pelo próprio serviço de lavra.

Os relevos das áreas onde são desenvolvidas as atividades são os mais íngremes dentro da bacia, que somado à litologia dificultam a pedogênese e o amadurecimento do solo, sendo comuns os solos litólicos. Os locais próximos às áreas extrativas são caracterizados por vertentes com fortes inclinações e presença de matas de galerias (fig. 5.22).

A principal frente de lavra pertence a uma empresa legalmente constituída com a devida licença ambiental para operar, porém devido à impossibilidade de observação mais próximo do local de desenvolvimento da lavra não foi possível fazer um estudo mais acurado.

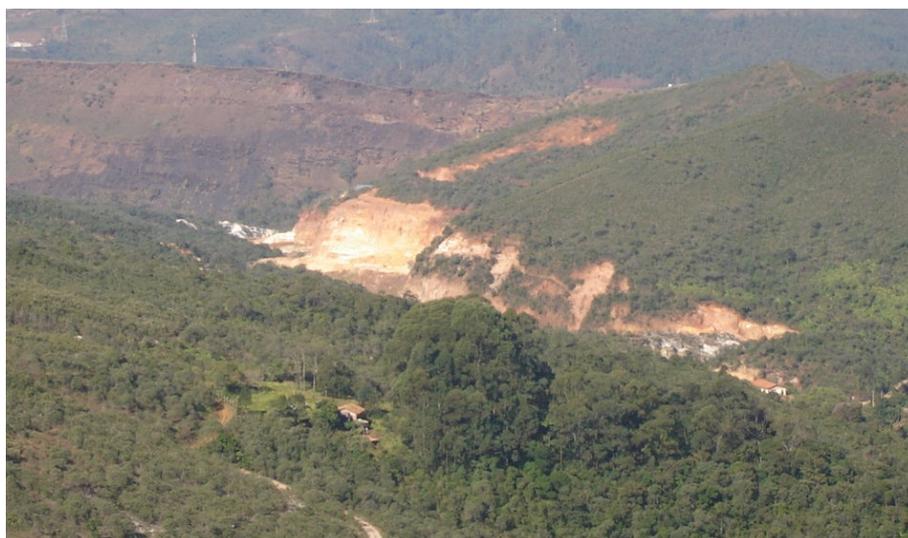


Figura 5.22 - Área de exploração no Taquaral, caracterizado por vertentes com fortes inclinações e presença de matas de galerias

5.3.2 – VERMELHÃO

A área de extração mineral denominada de Vermelhão está situada na porção sudoeste da cidade de Ouro Preto, próximo ao bairro Saramenha, inserida na bacia do córrego Tripuí. Encontra-se em plena atividade, sendo considerada a lavra de onde são extraídos os espécimes do mineral Topázio de melhor qualidade, cuja variedade gemológica é conhecida mundialmente como Topázio Imperial. A área de intervenção, extração e deposição do rejeito podem ser visualizadas no mapa topográfico (fig. 5. 23).

A jazida divide-se em duas lavras de propriedade das empresas mineradoras, Mineração Vermelhão e Mineração JJC, respectivamente, cada qual atuando em vertentes opostas (fig. 5.24). Esta é uma situação atípica, pois trata-se de um manifesto de lavra dividido judicialmente para dois exploradores. O relevo é escarpado com declividades elevadas, que ultrapassam comumente os 100%. A estruturação geológica condiciona a rede de drenagem com cursos d'água encaixados. Observam-se remanescentes da vegetação nativa de mata ripária e em algumas encostas menos escarpadas ao sul da área, onde a cobertura de solo é mais espessa. A vegetação rasteira, gramíneas, predomina na maior parte da região.

A mineralização se encontra em corpos argilosos que têm como substrato as rochas do grupo Piracicaba (Santos 1998). Os Topázios ocorrem em rochas totalmente alteradas, facilitando a extração, assim como a geração de maior volume de estéril e conseqüentemente maior quantidade de sedimentos finos. As atividades mineradoras que se iniciaram em 1971 foram consideradas, durante anos, uma das principais fontes causadoras de impactos ambientais na bacia, em decorrência da alteração da morfologia da área de extração, da remoção da cobertura vegetal e da disposição inadequada do estéril mobilizado durante as atividades minerárias e a conseqüente geração de finos carregados para as drenagens. O não tratamento adequado do rejeito de mineração gera um volume significativo de material fino que nos eventos de precipitação pluviométrica podem ser carregados e depositados nos cursos d'água a jusante da área minerada, causando assoreamentos ao longo dos mesmos.

Atualmente, em decorrência de uma maior rigidez dos órgãos ambientais, os responsáveis pela exploração do topázio vêm implantando ações que visam a mitigação dos impactos causados pelas atividades de mineração, destacando-se entre elas a revegetação dos taludes (fig. 5.25) e a construção de barragens de contenção de sedimentos na porção inferior do vale. Em uma primeira análise, visual, a coloração da água do ribeirão principal, se mostra incolor, mostrando as tonalidades do material do leito, não sugerindo a existência de material fino em suspensão em quantidade suficiente que induza a conclusão que as barragens à montante não funcionem adequadamente (fig. 5.26).

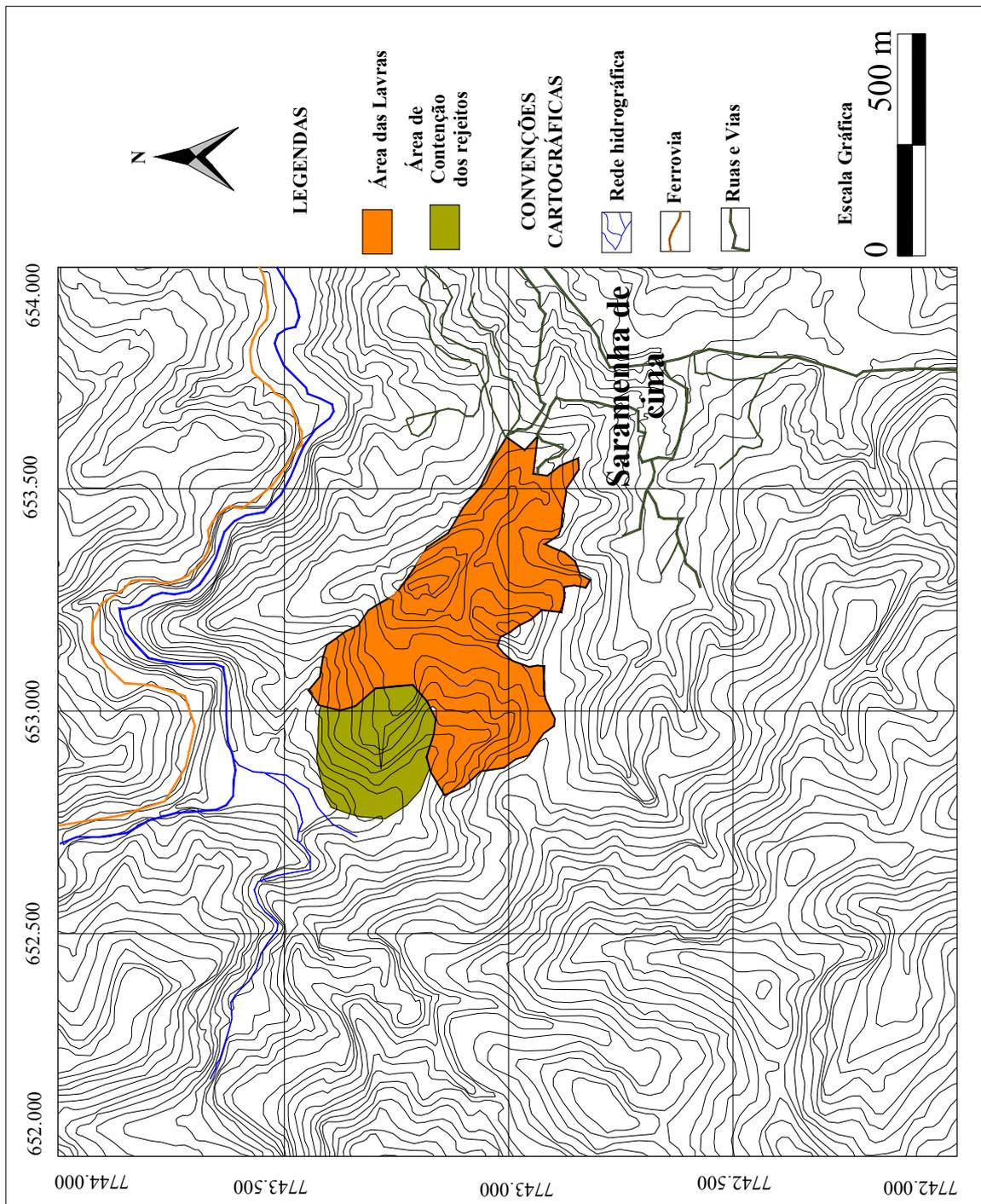


Figura 5.23 – área das lavras, do tratamento do rejeito, próximo à área urbana e ao ribeirão. (Modificado de PLAG 1974)



Figura 5.24 - Lavra do Vermelho.



Figura 5.25 - Revegetação dos taludes originadas pela lavra.



Figura 5.26 – Barragem de decantação dos finos gerados pela atividade mineira.

5.4.4 - ÁREAS DE EMPRÉSTIMOS

As áreas utilizadas para retirada de material terroso utilizado em obras de engenharia, principalmente em obras viárias, representam isoladamente pequenos focos de impactos. A exploração do material se deve principalmente à necessidade de solos adequados para a recuperação de rodovias, ruas e outros tipos de obras (fig. 5.27).

Três áreas de retirada de material de empréstimos foram destacadas na bacia por serem as mais marcantes em relação a degradação da paisagem, geração de finos e criar situação de acidentes na rodovia, são elas: área de empréstimo na cabeceira do córrego Tripuí (UTM 7745.452, 649.071); duas áreas próximas, na rodovia MG 262, km 186 (UTM 7744.168, 658.480) e uma área no distrito de Passagem de Mariana, próximo ao campo do União Esporte Clube (UTM 7743.305, 663.349). Essa áreas estão delimitadas no mapa geral da bacia, escala 1:50.000 (Anexo 1)

Essas áreas, considerando a abrangência espacial, proximidades de vertentes e dimensões merecem atenção cuidadosa, devido à grande quantidade de sedimentos finos gerados durante o processo extrativo e após pelo abandono das áreas. O estudo feito para a sub bacia do alto ribeirão do Carmo evidenciou que este tipo de utilização do meio para fins extrativos de material para uso em obras de geotecnia são *a priori* um dos mais nocivos ao ambiente, principalmente pela inexistência de medidas corretivas após a extração e orfandade dessas áreas após a sua vida útil. A exploração do material se deve à necessidade de solos adequados para a recuperação de rodovias, ruas e outros tipos de obras viárias.



Figura 5.27 - Área típica utilizada para tomada de material de empréstimo

Os solos com melhores comportamentos geotécnicos na bacia são formados *in situ* e a rocha matriz é um xisto (Grupo Sabará), cujas características são: a baixa permeabilidade, coesão média e moderada resistência à erosão. (Silva 1990).

Em uma descrição, de forma geral, do perfil do solo, pode-se dizer que o horizonte A nos locais estudados é bem desenvolvido, acima de 15 cm. Este horizonte foi retirado juntamente com o horizonte B, com maior espessura e objeto de maior interesse. A camada superficial é avermelhada gradando para uma camada de cor amarelada menos desenvolvida, sendo comum a erosão alcançar o material parental, xisto.

A vegetação dos locais utilizados para a extração, comum a esse tipo de solo na região é formada por gramíneas e algumas manchas de vegetação arbustiva mais adensada com espécies típicas da região. Retirada a cobertura vegetal, logo após o solo atingir o nível de saturação inicia-se o processo de escoamento superficial com conseqüente erosão hídrica, formando inicialmente sulcos, estes tendem a evoluírem superficialmente, um se interligando aos outros e desencadeando um processo de ravinamento expressivo. O fluxo hídrico ao encontrar a camada rochosa mais resistente, força os sulcos a se abrirem lateralmente, os primeiros sulcos se adensam e se expandem, interligando uns aos outros e se transformando em grandes ravinas.

É importante notar que após o início do processo de abertura do sulco, com apenas duas estações chuvosas, este logo alcança dimensões consideráveis, sem perspectiva de estabilização natural. A cada período chuvoso a tendência é o aumento do gradiente energético dando um maior poder erosivo às águas de escoamento superficial e conseqüente aumentando a progressão do ravinamento. Algumas ravinas alcançam dimensões superiores a 2 metros de profundidade e 3 metros de largura, atingindo rapidamente a rocha sã, que passa a ser erodida, preferencialmente nos planos de xistosidade (fig. 5.28) Em alguns locais são observados escorregamentos poucos expressivos nos taludes.



Figura 5.28 - Dimensões das ravinas após dois períodos de chuvas

5.5 – ATIVIDADE CONTÍNUA

5.5.1 - Mata Cavalos

A área do Mata Cavalos, também conhecido como Praínha, situa-se no limite leste da cidade de Mariana, próximo ao bairro Santo Antônio. Essa área se situa nas margens do ribeirão do Carmo, formando uma planície na parte mais baixa topograficamente da bacia em estudo (fig. 5.29).

Lima Jr. (1957) cita um relatório de 1740 com referências sobre as minas do Mata Cavalos. “A formação do ouro desta mina é diversa, por ser de torrão duro de pedra vermelha, de cor preta de chumbo, que nele está o ouro cravado que é de boa conta e peso... estas minas têm outra formação de carvão entre as piçarras que são muito presas e moles, sendo o ouro delas mais grosso”.



Figura 5.29 - Planície assoreada nas margens do ribeirão do Carmo, na região do Mata Cavalos.

Desde a chegada dos bandeirantes a região, no século XVII, essa área sempre teve alguma atividade mineira. Na década de 1980 Cia. da Mina de Passagem, explorou o local usando a dragagem como método extrativo. Atualmente o garimpo utiliza de ferramentas manuais, numa atividade de subsistência, ilustrado na figura 5.30.

Dentre as áreas impactadas pela mineração, essa conta a história dos efeitos das atividades extrativas e reflete as conseqüências dessas intervenções realizadas a montante na bacia. O local tornou-se uma ampla bacia de decantação os rejeitos gerados pela extração dos bens minerais nas cabeceiras dos córregos e riachos formadores do Ribeirão do Carmo e com uma forte contribuição das minas

de Passagem de Mariana. Pela geometria da área, há possibilidade que o grande percentual do material estéril produzido pela atividade secular da mineração esteja depositado neste sitio e contribuiu para a configuração do panorama atual. São encontrados fragmentos de variadas granulometrias, desde a fração argila até matacões, formando uma massa de sedimentos indivisa.

Essa planície aluvial reflete os processos de origem antrópica e é tão representativa dos efeitos causados por atividades mineiras que define uma unidade de relevo na geomorfologia local. A montante do córrego Seco, afluente que deságua no ribeirão nesse local, encontram-se uma área de lavagem dos sedimentos contendo ouro dessa planície e outra para retirada de areia quartzosa, com vários diques gabiões interceptando o riacho, para o acúmulo de material e posterior retirada.

Nas duas últimas décadas com o aumento populacional, ocorreu a reocupação próxima a área. O reaproveitamento do rejeito por garimpeiros, que conseguem retirar ouro suficiente para o sustento próprio com métodos e equipamentos rudimentares, corrobora as assertivas históricas sobre exploração predatória do século XVIII.



Figura 5.30 – Garimpo atual nos rejeitos gerados no século XVII, com granulometria variada.

O mapa topográfico a seguir, mostra a abrangência da área descrita (fig. 5.31).

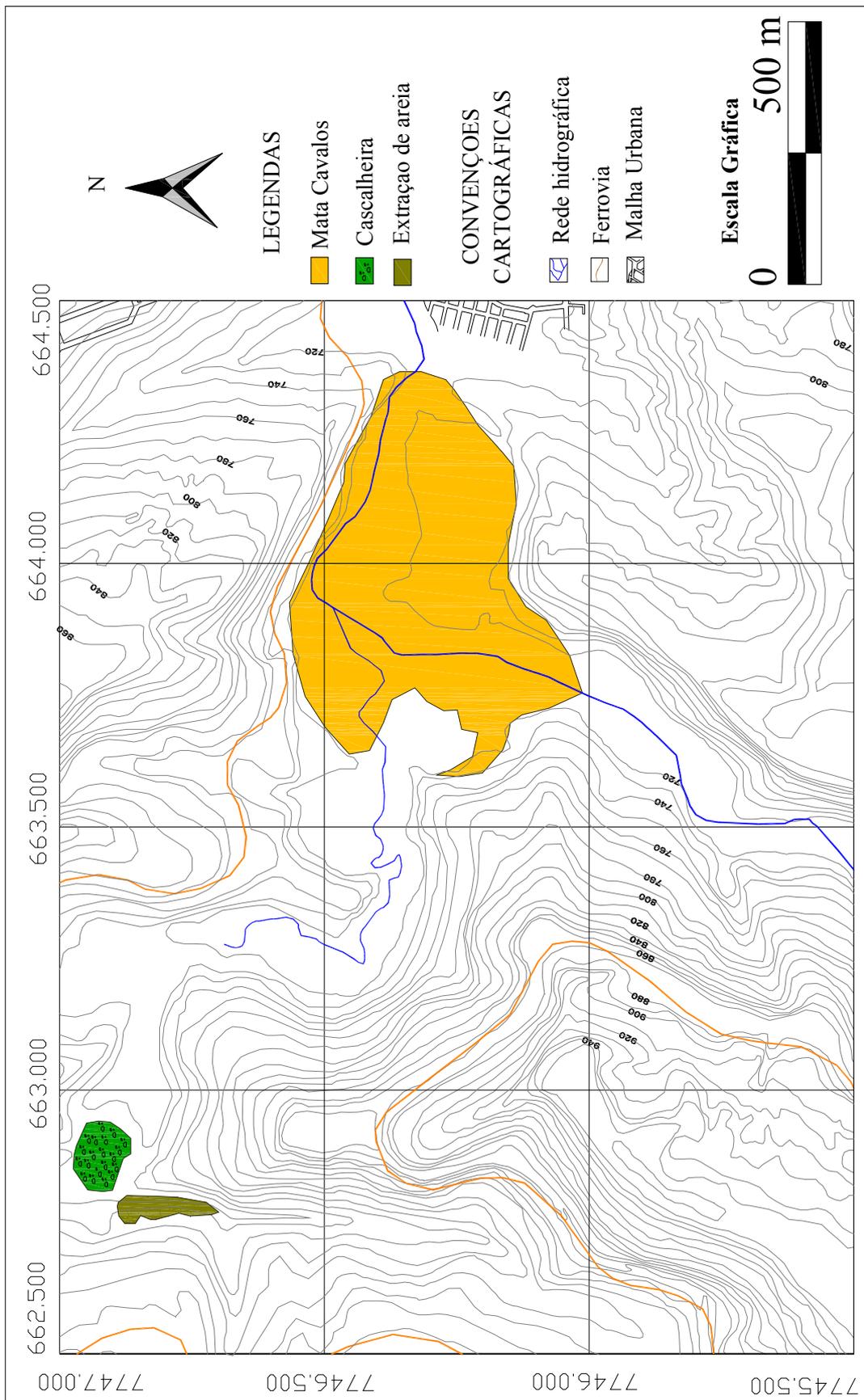


Figura 5.30 - Mapa da região do Mata Cavalos, salientando a área assoreada. (Modificado de Souza 2004).

CAPÍTULO 6

ANÁLISE E DISCUSSÃO

6.1 - CONSIDERAÇÕES

Os impactos ambientais negativos são uma constante nas atividades extrativas mineiras e muitas vezes são irreversíveis. Dentro das alterações ambientais pode-se citar: desmatamento, erosão, contaminação dos recursos hídricos, alteração da paisagem, geração de rejeitos, alteração do solo, da fauna, da flora, etc. As descon siderações em relação ao ambiente nas atividades minerárias acarretam conseqüências dispendiosas e perigosas. Na bacia do alto Ribeirão do Carmo, as atividades extrativas mineiras, fator primordial para a ocupação da região, geraram impactos cumulativos e sinérgicos de grande amplitude. As alterações ambientais foram incorporadas pela sociedade em geral como ambientes degradados em detrimento da qualidade ambiental, pois o explorador só considerava o valor de mercado, não assumindo a responsabilidade com a recuperação ambiental, ou seja, o passivo ambiental. “A responsabilidade tem que ser objetiva, porque a reparação dos danos independe da aferição da culpabilidade do agente causador, dada a importância da proteção ambiental e dos demais interesses, particulares e coletivos” (conseqüência da Lei 9.605/1998, artigo 70, § 3º).

Buscando entender as fases históricas da extração de bens minerais que ocorreram na bacia do alto Ribeirão do Carmo e procurando elos comuns entre os impactos decorrentes das atividades desde o ciclo do ouro até os dias atuais, propõe-se gerar através de métodos simples (listagem) a síntese dos impactos e dos passivos ambientais herdados de tais atividades.

Para tipificar os impactos, as áreas descritas no capítulo anterior foram agrupadas sinteticamente para melhor compreensão dos problemas ambientais, possibilitando assim, direcionar possíveis soluções. As áreas foram reunidas considerando:

- A época da intervenção – ciclo do ouro, mineração do século XX e áreas com atividades contemporâneas.
- Estabilidade atual, após a cessão das atividades, em áreas onde não ocorrem mais atividades extrativas ou de uso e ocupação do solo.
- Retomada da ocupação recente, em área de extração de ouro, com novos impactos e causando desestabilização, criando área de riscos.
- Ocupação em locais próximos a área com alguma susceptibilidade a erosão, escorregamentos e outros impactos.
- Combinação destes.

Este procedimento foi utilizado para proporcionar tipologias adequadas ao estudo e análise dos dados de campo, de modo a auxiliar na interpretação fidedigna das diversas situações, podendo assim originar produtos aplicáveis. De acordo com as considerações anteriores, foram definidos os grupamentos tipológicos descritos a seguir:

6.2 - TIPOLOGIAS

6.2.1 - Tipologia A – Ciclo do Ouro

Dentro desse padrão se enquadram as áreas mineradas no século XVIII na serra de Ouro Preto, englobando desde o bairro São Cristóvão até o bairro Taquaral e o Morro de Santo Antônio, em Passagem de Mariana. Essas áreas foram lavradas durante o Ciclo do Ouro e passaram por intensa ocupação urbana a partir da década de 1960, com exceção do Morro Santo Antônio. Nestas áreas, o novo surto desenvolvimentista iniciado na década de 70, resultou em uma ocupação desordenada por pessoas provenientes de regiões próximas para suprir a demanda de mão-de-obra não especializada nas indústrias de mineração e metalurgia. Por se encontrarem vizinhas ao núcleo histórico, que já possuía uma infra-estrutura urbana, foram ocupadas sem planejamento. Os impactos que caracterizam esta área são listados a seguir (quadro 6.1).

Quadros 6.1 - Principais impactos da tipologia A.

Meio Físico	Meio Biológico	Meio Antrópico/social
<ul style="list-style-type: none"> • Erosão superficial • Mudança no padrão na drenagem • Aumento do escoamento superficial • Assoreamento dos cursos d'águas • Diminuição da taxa de infiltração • Mudança da topografia • Contaminação das águas superficial e subterrânea • Diminuição da recarga do aquífero 	<ul style="list-style-type: none"> • Remoção da cobertura vegetal • Aparecimento de insetos e roedores • Desaparecimento de espécies nativas • Alteração do ecossistema anterior 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de doenças • Aumento dos custos dos serviços públicos • Impacto (destruição) do patrimônio arqueológico e arquitetônico • Criação de guetos sociais • Surgimento de áreas de risco geológico • Desmonte das estruturas arqueológicas (ruínas) para uso em obras construtivas

A área que compreende o entorno norte da cidade de Ouro Preto, englobada nessa tipologia é a mais problemática dentro da bacia. Além do patrimônio histórico e arqueológico encontrado em toda sua extensão, a região foi preferencialmente requerida para a ocupação, por se encontrar próxima às estruturas urbanísticas. De positivo pode-se citar que é portadora de um potencial turístico excepcional. Para isto é necessário que a parte degradada, seja enquadrada como passivo e reabilitada adequadamente, tornando-se assim um produto turístico, com o aproveitamento das ruínas e estruturas do Ciclo do Ouro. Para a revalorização dessa área são necessários, o planejamento e a administração sustentável dos bens arqueológicos. O maior problema ambiental dessa área é a ocupação por novos habitantes, que não têm ligação com os processos históricos e culturais que atuaram no passado. Isso deveu-se a descontinuidade da ocupação. Como não houve uma continuidade viva da cultura local, as estruturas físicas do Ciclo do Ouro são consideradas um entrave à urbanização e utilizadas como material de construção ou base para novas moradias.

No morro de Santo Antônio, o passivo da Mina do Padre Bento pertence a Cia. das Minas de Passagem, isto possibilitou a preservação parcial das estruturas utilizadas no tratamento mineiro e impediu a ocupação desordenada da área. Deve-se considerar que a região não teve uma demanda marcante de terrenos para a construção civil, em virtude da cidade de Mariana, mais próxima às grandes minerações de ferro, oferecer condições favoráveis ao desenvolvimento habitacional urbano.

A isso se deve o equilíbrio, embora precário, dos processos naturais, com uma conseqüente melhoria ambiental. Com as paralisações das atividades e o abandono dessa área, os processos de origem antrópica, deflagradores das modificações das condições naturais, não mais induzem o desenvolvimento das alterações no meio. A própria dinâmica natural induz a recuperação das condições ambientais, devolvendo ao local o equilíbrio, ainda que precário, e a paralisação dos processos atuantes. O *habitat* é parcialmente recuperado com o escoamento e erosão superficial equilibrados, diminuindo assim o carreamento de sedimentos para os cursos d'águas. Um novo ecossistema se auto regula com a adaptação de novas espécies, aumentando a biodiversidade. Socialmente a área da antiga Mina do Padre Bento pode vir a constituir um parque arqueológico.

6.2.2 - Tipologia B – Século XX

Dentro desse padrão tipológico se enquadram as áreas da Mineração de Pirita em Ouro Preto e a Mina del Rei em Mariana, para a exploração de minério de ferro. Nesses locais as técnicas e métodos de mineração causaram impactos intensos em um curto período de atuação. A extração se deu de forma planejada para a obtenção de minério em escala industrial, após a década de 1940.

Os principais impactos são relatados a seguir (quadro 6.2).

Quadro 6.2 - Principais impactos da tipologia B.

Meio Físico	Meio Biológico	Meio Antrópico/social
<ul style="list-style-type: none"> • Mudança do padrão de drenagem • Mudança na taxa de infiltração • Mudança da topografia • Alteração da recarga do aquífero 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração do ecossistema anterior • Desaparecimento de alguma espécie da fauna e flora • Possível mudança na biodiversidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Sem aproveitamento adequado • Aumento dos custos dos serviços públicos • Risco para bens imóveis • Impacto estético na passagem • Criação de guetos sociais • Surgimento de áreas de risco geológico

A antiga mina de pirita em Ouro Preto, caracteriza-se por causar impactos constantes, perdendo as feições geomorfológicas naturais e deixando o passivo órfão mais representativo da bacia.

Os locais de extração de pirita encontram-se em situações preocupantes no tocante a degradação ambiental. Na cava ao norte do Ribeirão do Carmo, principalmente, a erosão é marcante e os escorregamentos podem vir a causar riscos à vida dos habitantes do bairro Santa Cruz. Nas cavas ao sul, já se inicia a ocupação das proximidades e com o crescimento direcionado geograficamente nesse sentido, logo serão criadas áreas de perigo e potencialmente de risco.

A Mina D’el Rei teve seu passivo incorporado pela CVRD – Companhia Vale do Rio Doce. Isto possibilitou o tratamento adequado da área de exploração e do tratamento do minério. O local da antiga cava encontra-se recuperado, com monitoramento do passivo e a área, onde se dava o tratamento mineiro, esta reabilitada e é utilizada como local de eventos culturais e sociais.

6.2.3 - Tipologia C – Atividades Contemporâneas

Nessa tipologia se enquadram as áreas de empréstimos na cabeceira da bacia - rodovia do Contorno e Passagem de Mariana - e pelas extrações de quartzito de forma predatória na serra de Ouro Preto (Taquaral) e Passagem de Mariana. São áreas onde se observam os mais danosos impactos diretos para o meio ambiente. A exploração dos recursos é feita de forma desordenada, sem proposição de medidas

recuperadoras e deflagram processos erosivos tão intensos que inutilizam as áreas para qualquer outro tipo de uso. O ambiente geológico e geomorfológico são totalmente modificados. Os impactos são listados no quadro a seguir (quadro 6.3)

Quadro 6.3 – Principais impactos negativos causados pelo tipo C.

Meio Físico	Meio Biológico	Meio Antrópico/social
<ul style="list-style-type: none"> • Erosão superficial • Instabilidades dos taludes • Alteração do escoamento superficial • Geração de sedimentos • Assoreamento dos cursos d'águas • Diminuição da infiltração • Mudança da topografia • Contaminação das águas superficial e subterrânea • Modificação na recarga do aquífero • Impacto visual (paisagem) 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração do ecossistema anterior • Desaparecimento de alguma espécie da fauna • Mudança na biodiversidade • Mudanças nos <i>habitats</i> naturais • Desaparecimento de espécies nativas • Destruição da vegetação 	<ul style="list-style-type: none"> • Risco para vida humana • Riscos de acidentes em rodovias próximas • Aumento dos custos de manutenção das rodovias próximas • Atividades de vida útil curta, sem aumento de renda expressivo.

As áreas de atividades recentes, quartzitos e áreas de empréstimos, caracterizam-se por causarem impactos de grande monta, uma vez que não possuem estudos prévios para a avaliação de impactos e projeto de recuperação das áreas degradadas. Em geral apresentam ravinamento com movimentos de massas generalizados, carreando grande quantidade de sedimento para os cursos de águas e acarretando destruição total da superfície do terreno. Nestas áreas o solo tende a desaparecer completamente deixando exposta a rocha matriz, processo que pode ser observado diretamente.

6.2.4 - Tipologia D – Áreas com Atividades Atuais

Neste tipo se enquadram as áreas da mina do Vermelhão/JJC e a área de exploração legal de quartzito em Passagem de Mariana. São áreas de impactos localizados e temporários. A fiscalização pelos órgãos ambientais exige a mitigação e controle dos processos impactantes. Nesses locais de

intervenção o passivo ambiental pode ser contabilizado, podendo o conceito de passivo ambiental ser aplicado corretamente nesses casos.

Quadro 6.4 - Principais impactos da tipologia D.

Meio Físico	Meio Biológico	Meio Antrópico/social
<ul style="list-style-type: none"> • Mudança no padrão de drenagem • Mudança no regime de infiltração • Mudança da topografia • Influência na recarga do aquífero • Impacto visual 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração do ecossistema anterior • Possível mudança na biodiversidade • Possibilidade de desaparecimento de alguma espécie da fauna e flora nativa 	<ul style="list-style-type: none"> • Risco de acidentes trabalhista

O aspecto positivo nas áreas inseridas nesta tipologia é o gerenciamento do passivo ambiental. Com a recuperação das áreas concomitantemente com o processo de lavra, os impactos são mitigados, assim há a recuperação parcial da paisagem, estabilização do escoamento superficial e erosão evitando o carreamento de sedimentos para os mananciais e cursos d'água, com a deposição dos sedimentos nas barragens de contenção. Ocorre a recuperação parcial dos *habitat* e às vezes adaptações de novas espécies da flora. Há a compatibilização dos interesses, ou seja, minerar e preservar o meio ambiente, com geração de empregos durante o processo extrativos e reabilitação das áreas. Essas áreas também podem servir de pilotos para futuras atividades similares.

6.2.5 - Tipologia E – Intervenções Continuadas

A área do Mata Cavalos não se enquadra dentro das tipologias já caracterizadas. Nesse local as intervenções iniciadas no século XVIII, foram alternando-se, em maior ou menor grau, em épocas diferentes. Na década de 1980 a Cia. das Minas de Passagem fez, sem muito sucesso, a exploração do ouro nesse local. A partir desse período alguns garimpeiros são encontrados atuando nessa planície e reutilizam o material aí depositado. Os impactos atuais não são marcantes, pois a extração se dá em pequena escala. Quando a atividade é paralisada, o terreno assume uma feição de aparente estabilidade. O maior impacto é a geração de finos pela movimentação da aluvião, que causa turbidez da água do ribeirão.

6.3 - DISCUSSÃO

6.3.1 - Meio Físico

Para o meio físico, os impactos negativos (*lato sensu*) são comuns em todas as tipologias, com maior ou menor intensidade, pois em todos eles as características mais marcantes são: mudanças da topografia e drenagem acarretando modificações da taxa de infiltração, com conseqüente aumento do escoamento e erosão superficial, levando ao assoreamento dos cursos d'águas.

Nas áreas enquadradas na tipologia A com a reocupação - ilegal - de maneira desordenada pela população, os impactos são mais acentuados pela rápida exposição do solo e geração de um grande volume de material deslocado pelos cortes na superfície. Essa ocupação gera impactos constantes, posto que sem o aporte desse contingente populacional, a estabilidade adquirida com a dinâmica natural não acarretaria em custos contábeis para conservação da área. Podendo até advir das mesmas, ganho econômico pela utilização sustentável do acervo arqueológico, como fonte de renda para a gestão do passivo. Estes locais apresentam relevos íngremes, sendo necessário a remoção de grande quantidade de rochas para o aplainamento do local construtivo. Via de regra, o material removido é disposto o mais próximo possível da construção, muitas vezes interrompendo o fluxo de água nas drenagens e favorecendo o transporte imediato desse entulho pelas primeiras chuvas fortes. Em alguns casos são feitas pequenas obras de arrimo, onde é lançado o material removido. Essas obras em geral não possuem nenhuma estrutura de engenharia. Com a infiltração das águas pluviais, a sobrecarga gerada pela saturação leva à ruptura da construção frágil, acarretando em fluxos de detritos - vários são os casos observados na região. Outro tipo de impacto físico negativo importante nesta tipologia é a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, pois estas não possuem saneamento adequado. Geralmente cada família faz um desvio para os dejetos gerados pelos seus componentes, levando todos os resíduos urbanos diretos para os recursos hídricos próximos.

Nessa tipologia a área sem ocupação, morro de Santo Antônio, destaca-se a geomorfologia que se reflete regionalmente na paisagem, este novo aspecto foi possível devido às atividades terem sido desenvolvidas em locais onde o substrato apresenta certa coesão que confere resistência à erosão, gerando assim a estabilidade paisagística. Pode ser ressaltada a modificação no padrão do rio, onde se observa várias barras na planície de inundação a jusante, possivelmente originada pelo material proveniente da área minerada. A planície onde se situa a maior parte urbana de Mariana é a área mais afetada pelos materiais de rejeito e estéril gerada pelas atividades tipificadas nessa categoria.

Na tipologia B ressalta-se o trabalho de reabilitação desenvolvido na Mina del Rei. Destaca-se o aspecto positivo dos diques de retenção, por não permitir o assoreamento dos cursos de águas e proporcionar material que podem ser utilizados na recomposição das áreas próximas. Dentro dessa

tipologia, os locais de extração de pirita são os mais problemáticos, por estarem sujeito a ocupação no seu entorno. Essa ocupação pode acarretar perigo e riscos para a população. Dentro da tipologia B é importante ressaltar a possibilidade de contribuição para os fluxos superficiais e subterrâneos de águas com altos teores de elementos sulfetados da mina de pirita.

Nas áreas enquadradas na tipologia C observa-se que os órgãos ambientais têm procurado policiar as atividades extrativas. Esse fato leva os atores atuantes a terem maiores responsabilidades na mitigação dos impactos negativos concomitantemente com o processo de lavra. Não deixam o passivo ambiental órfão ou acumulando trabalhos a serem desenvolvidos *a posteriori* a fim de recuperar ou reabilitar as áreas de intervenções para mitigar os danos causados pela atividade anterior. Nesta tipologia o passivo pode ser contabilizado e provavelmente o tenha sido pelas empresas atuantes nas respectivas áreas. Na área de exploração de Topázio, Vermelhão, os trabalhos de mitigação dos impactos são desenvolvidos *pari passo* com a extração. A área da cava é revegetada e o rejeito gerado é impedido por barragens de rejeito a alçarem os cursos d'água, não causando impactos representativos e o passivo é contabilizado. O mesmo não se pode afirmar para a parte de responsabilidade da lavra JJC.

Na tipologia D, nas áreas sem reabilitação e recuperação, a erosão superficial é marcante e os ravinamentos alcançam grande profundidade. Há ainda, o carreamento de quantidade considerável de material para as drenagens, cabe notar que nestes tipos não são tomados nenhuma medida mitigadora visando minimizar o volume de material gerado nestas áreas e levados diretamente para os cursos d'água. As áreas de empréstimos e exploração de quartzitos, possivelmente, são as mais nocivas em relação ao assoreamento dos cursos de água, pois, gerarem grande volume de finos que são levados diretamente para os córregos. Essas áreas dificilmente serão reabilitadas pelos agentes causadores do impacto. Esses são os passivos órfãos da bacia, onde o ônus recairá para a municipalidade.

Na tipologia E, um caso especial, a simples paralisação das poucas atividades garimpeiras, cessaria os problemas ambientais, que são pouco representativos.

6.3.2 - Meio Biológico

No meio biológico todas as tipologias causam impactos negativos representativos. A tipologia A aparentemente causa mais alto impacto devido a maioria das áreas estarem tomada por ocupação recente. Isto afeta diretamente as drenagens e cursos de águas afetando a vida aquática dos ribeirões e os cortes das encostas eliminam os *habitat* terrestres. Desta forma a biodiversidade diminui e o ecossistema natural é afetado.

Nas tipologias B e C os exemplos com a paralisação das atividades e/ou a reabilitação da área possibilitam a recuperação da biodiversidade e harmonização do ecossistema natural com o alterado

antropicamente. No meio biológico ocorrem impactos positivos e negativos marcantes dependendo do tratamento dado a área após a paralisação das atividades extrativas, demonstrando que um monitoramento adequado e reabilitação correta podem minimizar ou mesmo evitar a continuidade dos processos impactantes e o passivo finalizado.

Nas tipologias A e D só ocorrem impactos negativos, nas B, C e E ocorreram adaptações, que foram consideradas positivas por atuarem como mitigadoras dos danos gerados pelas intervenções anteriores, proporcionando um equilíbrio relativo entre o presente e a situação anterior as atividades extrativas.

6.3.3 - Meio Antrópico/Social

Para o meio antrópico/social as tipologias A (Entorno de Ouro Preto) e B (Mina de pirita) são as que causam maiores impactos negativos. A tipologia A o passivo ambiental atualmente é o mais oneroso e as ocupações ilegais e desordenadas são as responsáveis pelos maiores custos para a reabilitação das áreas pelo nível sócio-cultural da população. Os riscos geológicos são os mais notáveis, visto que são comuns os desastres que ocorrem principalmente nos períodos chuvosos onerando os cofres públicos, causando prejuízos materiais para os moradores e ocorrendo acidentes fatais, com perdas de vidas humanas.

O aumento de doenças, principalmente infantis, pode acontecer devido à falta de saneamento básico que induzem a proliferação dos vetores de transmissão das doenças. Nas extrações de quartzitos – tipologia D, durante a fase de exploração há geração de emprego que se considera positivo, porém este é temporário, não havendo ganho econômico efetivo. As áreas de empréstimos são as que mais afetam negativamente o meio antrópico, pois geram o mínimo de benefícios diretos. Potencialmente, a tipologia A (Morro de Santo Antônio) pode trazer benefícios e causar impactos positivos, devido a geração de emprego e renda através do desenvolvimento de atividades turísticas sustentáveis e na tipologia B (Mina del Rei) para a educação ambiental, servindo como modelo para a reabilitação de futuras áreas de intervenções. Para a tipologia C com reabilitação há uma compensação dos impactos e o passivo gera alguns ganhos financeiros temporários para a população. Segundo informação (extra - oficial) vinda da empresa responsável pelo passivo local - Cia. Vale do Rio Doce, há possibilidade de reativação da lavra para a exploração do minério de ferro.

CAPITULO 7

CONCLUSÃO E SUGESTÕES

7.1 - CONSIDERAÇÕES.

Com os trabalhos desenvolvidos nas duas últimas décadas na bacia do alto Ribeirão do Carmo e pela pesquisa em desenvolvimento - Análise geoambiental aplicada à gestão territorial: Estudo do alto Ribeirão do Carmo, sub-bacia do alto Rio Doce, com ênfase nas áreas urbanas de Ouro Preto e Mariana – onde foi desenvolvida esta dissertação, surgem novas possibilidades de intervenções ambientalmente adequadas, tanto no que concerne às interferências de caráter produtivo - com utilização de bens naturais, gerenciamento das susceptibilidades para o uso e ocupação do solo, etc, quanto para recuperação das áreas degradadas pelo uso e intervenções indevidas ou tecnicamente inapropriadas nos últimos 300 anos. Para isto contribuem as cartas na escala 1:50.000 para a bacia e na escala 1:5.000 para os municípios de Ouro Preto e Mariana, que facilitam as interpretações da geomorfologia regional e demais aspectos fisiográficas a serem considerados quando se fizer necessário qualquer tipo de atuação antrópica.

7.2 - CONCLUSÃO

As jazidas minerais ou se exaurem ou tornam-se economicamente inviáveis por alguns fatores externos, levando a paralisação das atividades. Incontáveis são os relatos históricos confirmando essas premissas, que vem acontecendo desde que o homem iniciou a utilização dos bens minerais. Os novos paradigmas demandam atitudes e ações geossustentáveis voltadas para a qualidade de vida no planeta. A paralisação da exploração dos bens exige intervenções eficientes, quer sejam para a reabilitação, para a recuperação ou para a remediação das áreas impactadas pelos processos extrativos. Os custos das operações requeridas para isso implicam nos passivos ambientais reais herdados das atividades pretéritas.

No estudo desenvolvido para a bacia do alto Ribeirão do Carmo foram constatadas modificações na paisagem pelas escavações nas encostas, áreas assoreadas e de alagamentos nas planícies, cascalheiras (pilhas de rejeitos) nas áreas lavradas, barragens de rejeitos (diques de contenção) e outros, compondo o “passivo ambiental físico”. Constatou-se também condições insalubres nas áreas residenciais, pois a falta de saneamento resulta na formação de ambientes ideais para a proliferação de insetos e doenças, conseqüência da disposição dos resíduos urbanos e ausência de rede de esgoto, formando os “passivos sociais e humanos”.

Quaisquer que sejam as modificações nas condições reinantes na bacia devem ser pautadas no planejamento, sendo as decisões e ações pró-ativas, flexibilizados pelas bases cartográficas e descrições dos problemas ambientais existentes na bacia, facilitatórios para as tomadas de decisões. Algumas ações são de caráter urgente, tais como:

- Implementação efetiva dos Planos Diretores dos Municípios de Ouro Preto e Mariana.
- Mapeamento de detalhes das áreas – escala 1:2.000, onde estão comprovados os impactos e passivos ambientais.

7.3 - SUGESTÕES

7.3.1 - Áreas enquadradas na tipologia A.

Na Serra de Ouro Preto, com ocupação humana contemporânea algumas ações são necessárias para a mitigação dos impactos, dentre elas: preservação do patrimônio arqueológico, minimização dos riscos, etc. Neste contexto, a principal abordagem é a educação, transformando o potencial agente de impacto - homem - em aliado e protetor de nossa herança cultural. Outras não menos importantes são os desenvolvimentos de trabalhos científicos aplicáveis nas políticas públicas. Esta é uma abordagem aqui proposta com as seguintes sugestões:

- Paralisação da ocupação dos terrenos com fins habitacionais.
- Relocação dos moradores que se encontram em áreas de riscos para locais mais seguros.
- Demolição de construções que interfiram no patrimônio arqueológico
- Recuperação dos aquedutos, mundéos e outras estruturas de interesse histórico/cultural com a relocação dos moradores que ocupam esses locais.
- Estabilização das áreas de encostas com maior susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massas.
- Rede e tratamento de esgotos.
- Ações educativas voltadas para cidadania com ênfase em preservação ambiental e cultural.
- Como compensação social essas áreas podem ser transformadas em museus abertos, centros integrados de turismo e educação.

Os locais de minas subterrâneas, com exceção de abatimentos causados pela ocupação sem critérios, não apresentam alterações na paisagem. Existe um número considerável de minas ainda não estudadas ou catalogadas. Esse conjunto de estruturas subterrâneas pode ser transformado em um

complexo turístico impar. Um exemplo típico de sustentabilidade desse tipo de empreendimento pode ser constatado no complexo turístico da Mina de Passagem em Passagem de Mariana. O Morro de Santo Antônio pode ser incluído nesse conjunto, formando um parque temático singular, sobre a mineração de ouro no Brasil.

7.3.2 - Áreas enquadradas na tipologia B.

As áreas da tipologia B, a Mina del Rei e locais de extração de pirita em Ouro Preto guardam analogias e similaridades, no contexto técnico explorativo e temporal

Na Mina del Rei, foi possível observar em detalhes os procedimentos adotados para a reabilitação da área, constatando que as intervenções são tecnicamente corretas.

Para as lavras de pirita, os indicadores de movimentos gravitacionais de massas e erosões demonstram que sem obras de intervenções de caráter geotécnico, dificilmente os processos deixarão de atuar e assim as encostas se estabilizem. Sugere-se:

- Retaludamento das encostas.
- Construções de canaletas a montante das encostas direcionando o fluxo hídrico.
- Construções de escadas hidráulicas para dissipação da energia do fluxo.
- Revegetação das encostas com o método de sucessão ecológica, alterado e acelerado por plantas resistentes e de crescimento rápido, seguido de espécies diversificadas.

Sugere-se para esse local a implantação de um parque urbano.

7.3.3 - Áreas enquadradas na tipologia C.

Na tipologia C, áreas de empréstimos e de extrações de quartzito são necessárias algumas obras de intervenções geotécnicas para a mitigação dos impactos. Sugere-se:

- Recuperação dos taludes nas áreas de empréstimos.
- Construções de canaletas a montante dos taludes, direcionando o fluxo hídrico.
- Construções de escadas hidráulicas para dissipação da energia do fluxo.
- Diques de contenção (gabião) das ravinas nas áreas de empréstimos e de finos nos quartzitos.
- Revegetação das encostas.

A situação das áreas de empréstimos e o desenvolvimento dos processos erosivos atuais levam a concluir que, é totalmente inoportuno a utilização de áreas com características idênticas para retirada de material de empréstimo sem um estudo prévio. A região apresenta uma geomorfologia favorável a

movimentos gravitacionais de massas e processos erosivos naturais expressivos, a ação antrópica tende a desencadear uma evolução progressiva e catastrófica desses eventos. Como comprovado em campo, apenas dois períodos chuvosos foram suficientes para o desenvolvimento de feições erosivas com mais de 2 m de profundidade e 3 m de largura na parte superior.

Áreas próximas a cursos de águas sem estruturas adequadas que retenha o fluxo de lama permite que o material erodido atinja o canal de escoamento. Esses tipos de intervenção devem ser proibidos. Deve-se observar que a proximidade de rodovias exige obras de contenções concomitantemente com a retirada do material, evitando que os rejeitos atinjam as faixas de rolamento e causem riscos à vida.

Em dois locais específicos, um na cabeceira da bacia e outro no distrito de Passagem de Mariana necessitam de pequenas intervenções reabilitadoras - revegetações - sendo possível evitar uma degradação maior, que cause impacto ainda mais marcante, principalmente em relação ao assoreamento do córrego próximo e impacto visual.

O licenciamento para tais atividades deve exigir a avaliação do impacto ambiental e plano de recuperação de áreas degradadas. A estocagem do solo é imprescindível para posterior utilização na recuperação do local, viabilizando uma solução próxima a uma restauração da área.

7.3.4 - Áreas enquadradas na tipologia D.

Nas áreas da tipologia D, o Vermelhão e a exploração legal de quartzito, somente no Vermelhão foi possível a observação e constatação dos procedimentos adotados para a reabilitação da área. Na área do quartzito não foi possível uma observação mais acurada dos procedimentos adotados, pela impossibilidade de aproximação da frente de lavra. A descrição foi perpetrada a uma distância que pode gerar controvérsias sobre a conclusão da análise feita sobre os procedimentos corretivos dos impactos e o conjunto de dívidas da empresa exploradora dos bens com o meio ambiente

Nos dois casos o passivo ambiental pode ser contabilizado pela empresa detentora dos direitos e deveres das respectivas áreas..

7.3.5 - Áreas enquadradas na tipologia E.

Para a região do Mata Cavalos sugere-se a criação de um parque temático e recreativo. Nesse local pode ser implantado um parque e museu vivo, contando a história da mineração na região, com ênfase nos métodos de garimpagem e de preservação. Junto a este, um parque recreativo, pois a cidade é desprovida de áreas de lazer.

7.3 – RECOMENDAÇÕES.

- Avaliação real do passivo ambiental em termos contábeis, facilitando as tomadas de decisões mais econômicas e efetivas, para a execução de obras de contenção, drenagem, saneamento, revegetação e outros.
- Definir as soluções conceituais para cada caso, com a finalidade de mitigar os problemas específicos de cada área. Os impactos e os passivos são diversos e peculiares para cada local de intervenção. A particularidade de cada uma, exige soluções diversas, algumas específicas e outras transversais.
- Criação de um plano de reurbanização das áreas ocupadas com re-assentamento da população em locais com infra-estrutura urbana, priorizando a qualidade de vida da população.

CAPITULO 8

REFEÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar R. L. 1997. *Zoneamento geotécnico geral do Distrito Federal*. Tese de Doutorado, EESC/USP, São Carlos, 2V. Pg 59.
- Alecrim J. D. 1982. Recursos minerais do estado de Minas Gerais. Metamig, Belo Horizonte, 283p.
- Alkmin 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*, **90**(1/2): 29-58
- Almeida F. F. M. 1977. O Cráton do São Francisco. *Rev. Bras. de Geoc.*, São Paulo, **7** (4): 349-64.
- Almeida F. F. M. 1981. O Cráton do Paramirim e suas relações com o do São Francisco. In: Simpósio sobre o Cráton do São Francisco e suas Faixas Marginais, 1, Salvador. Anais, SBG, p. 1-10.
- Almeida A.C.S. 2004. Estudos químico-mineralógicos e microtermométricos do Topázio Imperial das minas do Vermelho e JJC, Ouro Preto, MG. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geologia, Escola de Minas, UFOP, 115 p.
- Antonil A.J., 1711, *Cultura e Opulência do Brasil*. Reedição Ed. Progresso, Salvador, 1950, 312p.
- Antunes F. Z. 1986. Climatologia agrícola. Caracterização climática do estado de Minas Gerais. *Informe Agropecuário*, **12**(138): 9-13
- Barreto M. L. 2000. Desativação do Empreendimento Mineiro no Brasil. Palestra intitulada Desativação do Empreendimento Mineiro no Brasil: Visão Jurídica. Organização IBRAM. Nova Lima, 7/Dezembro Belo Horizonte, MG.
- Barrow C.J. 1994. Land degradation. University College of Swansea, pp.1.30. Ed. Cambridge University Press. England.
- Bergamin, JR. S. 1999. Contabilidade e riscos ambientais. Revista do BNDES – Banco Nacional de desenvolvimento Econômico e Social. Rio de Janeiro, RJ: n.11.
- Bigarella J.J. 2003. *Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais*. Florianópolis: Ed. Da UFSC, Florianópolis, S C. Vol. 3, p. 877 – 1436.
- Bitar O.Y. 1995. *Curso de geologia ao meio ambiente*. ABGE/IPT, São Paulo, 166 p.
- Bitar O. Y. & Ortega R. D. 1998. Gestão ambiental. In: Geologia de Engenharia. Editore: Oliveira M. S. & Brito S. N. A.- São Paulo, ABGE, pg. 499-508.

- Bonuccelli T. J. 1999. Estudo dos movimentos gravitacionais de massa e processos erosivos com aplicação na área urbana de Ouro Preto (MG) - escala 1:10.000. Tese de Doutorado. (EESC – USP). 3 vol. 191p
- Bonuccelli T. J., Zuquette, L. V. 2001. Movimentos Gravitacionais de massa e erosões na cidade histórica de Ouro Preto, Brasil. *Geotecnia*, Lisboa Portugal, v. 85, p. 59-80.
- Brasil 500 Anos. 1999. Editora Nova Cultural Ltda. ISBN 85 – 12-00888-9. São Paulo, SP.
- Borba R. P., Figueiredo, B.R., Rawlins, B.G. Matschullat, J. 2000. "Arsenic in water and sediment in the Iron Quadrangle (Minas Gerais state), Brazil.", 05/2000, International Geological Congress, Vol. S/N, pp.12-13, Rio de Janeiro, RJ.
- Calógeras J. P., 1904. As minas do Brasil e sua legislação. Imprensa Nacional Vol. I p. 3-263.
- Carvalho, E.T. 1982. *Carta Geotécnica de Ouro Preto*. Dissertação de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 95p.
- Caubert, C.G. 2004. *A água, a lei, a política ...e o meio ambiente?:* Ed. Juruá, Curitiba, 305p.
- CETEC. 1983. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte. 1v.
- Constituição da República Federativa do Brasil, de 05/10/1988. 2001.17 edição, Ed. Atlas S.A. São Paulo, SP, 389 p.
- CPRM, 1993. Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, Mariana – Folha SF.23-XB-1. Estado de Minas Gerais. Escala 1:100.000. Org. por Orisvaldo F. Baltazar e Frederico O. Raposo. Brasília, DNPM/CPRM. 196 p
- Curi A. 1995. *Análise e mitigação do impacto ambiental causado pela subsidência devida a minas subterrâneas*. Tese de Doutorado Instituto Superior Técnico Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, 208 p.
- Derby O. A. 1906. The Serra do Espinhaço, Brasil. *Journal. Geol. Chicago*, **14** (5): 374-401, July/aug.
- Erichsen A. I. 1947. Pesquisa das jazidas de pirita de Ouro Preto, Minas Gerais. *Rev. Mineração e Metalurgia* Vol. XII, nº 47, p 45.
- Eschwege W. L. 1833. *Pluto Brasiliensis*. G. Reimer. Berlin, 622p.
- Faria, M.A.S. 1996. *Reabilitação Urbana: Política habitacional de intervenção em Centros Históricos*. Monografia de Especialização em Cultura e Arte Barroca. IFAC. UFOP. 60p.
- Fernandes S.M., Fonseca M.A., Fonseca V.V., Dami J.D.1991. Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG- Geologia e Geomorfologia da área. *Revista Sociedade e Natureza*, 5/6:43-52.
- Ferrand P. 1887. Ouro Preto e as minas de ouro. *Revista de Engenharia*, Rio de Janeiro. p. 261-263.
- Ferrand P. 1894. *L'or a Minas Geraes*. Imprensa Oficial do Estado de Minas Geraes. Vol. II, p. 22-39.
- Fonseca M. A., Sobreira F. G., Rainho M. S. 2001. Unbridled development of urban space and its implications for the preservation of landmarks Cities, Great Britain, v. 18, n. 6, p. 381-389

- Gomes R. C., Araújo L.G., Bonucelli T. J., Sobreira F. G. 1998. Condicionantes geotécnicos do espaço urbano de Ouro Preto/MG. In: XI Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 1998, Brasília. *Anais*. Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, p 363-370.
- Guidicini G. & Nieble C.M. 1984. *Estabilidade de taludes naturais e de escavações*. 2ª. ed. Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 195 p.
- Guimarães D.1931. Contribuição à Geologia do Estado de Minas Gerais. Rio de Janeiro, SGMB. Boletim 55,36 p.
- IBGE (2000). Disponível em: <www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em: abr. 2005.
- IGA 1995. Desenvolvimento Ambiental de Ouro Preto – microbacia do ribeirão do Funil. Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Minas Gerais/CETEC.
- Kraemer, M. E. P. 2002. O impacto da contabilidade do meio ambiente no sistema de gestão ambiental. In. Anais do II Seminário da Responsabilidade Social e Ambiental. Aquiraz: CE.
- Lana C. E. 2004. Cartografia Integrada de Ecossistemas Lóticos (Fluviais) no Alto Curso do Rio das Velhas – MG. Dissertação de Mestrado. 175 p.
- Law D.I. 1984. *Mine-land rehabilitation*. Kansas University, USA
- Libby D. C. 1988. Transformação e Trabalho em uma Economia Escravista: Minas Gerais no Século XIX, Ed. Brasiliense, São Paulo
- Lima Jr.O. 1957.Vila Rica de Ouro Preto- Síntese histórica e descritiva.Ed.de Velloso S>A>. Belo Horizonte, MG. 228 p.
- Maizatto J.R. 1993. Estratigrafia e tectônica das rochas cenozóicas da bacia do Gandarela e da região do Gongo soco, sinclinal do Gandarela, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Trabalho de Graduação. Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 110 p.
- Marconi M. A., Lakatos E. M. 1982. Técnicas de pesquisa: Planejamento e execução de pesquisas, amostragem e técnicas de pesquisa, observção, análise e interpretação de dados. Ed. Atlas, São Paulo, 205 p.
- Martins Jr. P. P. 1995. Geólogos, quem sois e onde andas? *Água em revista*, 9: p. 45 – 49.
- Martins Jr. P.P. 2002. *Epistemologia Fundamental* - Um estudo introdutório sobre a estrutura do conhecimento e a aplicação prática da epistemologia na pesquisa científica. Cetec, Belo Horizonte, MG.
- Meniconi R.O.M.2001. A construção da imagem de Ouro Preto: Algumas constatações e muitas incógnitas. *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*. Belo Horizonte, v. 8, n. 9, p. 103 -113.
- MOPT 1992 – Guia para la laboracion de estudios del medio físico. Centro de Estudios de Ordenancia del Territorio y Medio Ambiente – Ministerio de Obras Publicas y Urbanismo, Madrid.
- Noce C.M. 1995. Geocronologia dos eventos magmáticos, sedimentares e metamórficos na região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências-Univ. de São Paulo, São Paulo, , 128p.

- Pinheiro A. L., Lana M.S., Sobreira F.S., Goulart L.E. 2002. Análise de rupturas em taludes no Morro do curral, Ouro Preto (MG). *In: 10º Cong. Brás. De Geol. De Engenharia, Ouro Preto MG.*
- Pinheiro A. L., Sobreira F.G., Lana M.S. 2004. Riscos geológicos na cidade histórica de Ouro Preto. *In: Simp. Bras. de Desastres Naturais, 1., Florianópolis, Anais. P.87-101.*
- Pohl J. M. 1837. Viena, Áustria. Viagem pelo Interior do Brasil.(Trad. Instituto Nacional do Livro).
- PROJETO RADAMBRASIL. 1983. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral - *Folhas SF.23/ 24 Rio de Janeiro / Vitória*, Levantamento de Recursos Naturais, Volume 32. Rio de Janeiro,p.20-100.
- Romano O. 2000. Memória Viva – 50 anos da Alcan Alumínio do Brasil em Ouro Preto.
- Ruas E. 1964. *Ouro Preto: sua história, seus templos e monumentos*. 3. ed. Belo Horizonte: Santa Maria. 249p.
- Santos M.C. 1998. Gênese dos corpos argilosos do morro do Caxambu e da mina do Vermelhão, sinclinal Dom Bosco, quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Ouro Preto MG - Dissertação de Mestrado, Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, 176 p.
- Schmidheiny S. 1992. Mudando o rumo: uma perspectiva empresarial global sobre o desenvolvimento e meio ambiente. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Scolforo J.R., Carvalho L.M. T. 2006. Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamento de Minas Gerais. Lavras, UFLA, 288p.:il.
- Silva J.T.G.1990. Preliminary engineering geologic maps of Belo Horizonte, São Sebastião das Águas Claras, Nova Lima e Santa Luzia, Minas Gerais, Brazil. Master Engineering – Colorado School of Mine, USA. 147 p.
- Silva P.P.L., Guerra A., Mousinho P., Bueno C., Almeida F., Malheiros T. Souza Jr A. B.1999. Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais. Thex Editora, São Paulo SP.
- Silva E. L. & Menezes E. M., 2001. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 3. ed. rev. atual.– Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, Florianópolis, 121.p.
- Soares S. R. 2003. Avaliação ambiental de sistemas – Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC, Florianópolis, SC., 12 p.
- Sobreira F. G. 1990. Levantamento de áreas de risco geológico no espaço urbano de Ouro Preto. Escola de Minas, UFOP/MinC/SPHAN. Ouro Preto. 85p.
- Sobreira F.G., Araújo L.J., Bonucelli T.J. 1990. Levantamento de soluções estruturais para a contenção de encostas em Ouro Preto, relatório final de projeto - convênio EM/UFOP – MinC, 99 p.
- Sobreira F. G. 1991. Riscos geológicos: definição de pontos críticos em Ouro Preto. *Rev. da Escola de Minas*, Ouro Preto, v. 44, n. 3 e 4, jul/dez, p. 213-223.
- Sobreira F. G. 1992. Urban landslide as a consequence of old mining in Ouro Preto, Brazil. *In: Sixth International Symposium of Landslides, Christchurch, New Zealand. Proceedings. International Association of Engineering Geology*, p.1419-1422.

- Sobreira F. G. & Fonseca M. A. 1998. Geologic risk resulting from the land use of old mining sites in the Piedade neighborhood, Ouro Preto, MG, Brazil. In: 8^o International Congress of Engineering Geology, Vancouver. *Proceedings. International Association of Engineering Geology*, September. Vol. 7 p. 2025-2029.
- Sobreira F.G. 2000. Estudo geoambiental da área urbana de Mariana: Ocupação do meio físico e análise de riscos geológicos. Degeo/UFOP.
- Sobreira F. G. & Fonseca M. A. 2001. Impactos físicos e sociais de antigas atividades de mineração em Ouro Preto, Brasil. *Geotecnica*, Lisboa Portugal, v. 92, p. 5-28.
- Sobreira F. G., Hernani., Lima H. M., Alei Leite Alcântara Domingues A. L. A., Vicentim F. V. 2005. Alterações paisagísticas pela extração do ouro do século XVIII no distrito de Passagem de Mariana (Município de Mariana, MG). In: X Cong. ABEQUA, Guarapari, ES. *Anais*.
- Souza L. A. 2004. *Diagnóstico do meio físico como contribuição ao ordenamento territorial do município de Mariana (MG)*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, 165p.
- Souza M.L.C & Costa T.A .V. 1994. Mapeamento geológico-geotécnico com considerações de geologia ambiental na bacia do ribeirão do Carmo entre os municípios de Ouro Preto e Mariana. Trabalho de Graduação, Departamento de Geologia, Escola de Minas, UFOP, 133 p.
- Tauk S. M., Gobbi N., Fowler H. G. 1996. *Análise ambiental: Uma visão multidisciplinar*. 2^a ed. Editora Unesp, 206 pg.
- Tecnosolo. 1979. Mapeamento geotécnico localizado. Relatório RE0826/79, Rio de Janeiro.
- Trindade R. 1946. Pequeno guia de Ouro Preto. s.e.
- Vasconcelos D. *História antiga das Minas Gerais*, Belo Horizonte. Itatiaia, 1974. Vol.1 p. 15-159
- Vilas Boas R.C.& Beinhoff, C. 2001. Indicadores de sostenibilidad para la industria extractiva mineral. ISBN 85-7227-164-3. 524p.
- Vilas Boas R.C.V. 2004. Apell para mineria guía para la industria minera a fin de promover la concientización y preparación para emergencias a nivel local / - Rio de Janeiro: CETEM/CYTED/CNPq, 122p.
- Ziravello M., Silva A. M., Machado A. R. A., Gonçalves, B. S., Sagardoy, W. 1999. *Brasil 500 anos*. Editora Nova Cultural Ltda. ISBN 85 – 12-00888-9. São Paulo, SP.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)