

CRISTINA DA ROCHA ALVES

LEVANTAMENTO PRELIMINAR DAS ATIVIDADES LIGADAS À
EXTRAÇÃO MINERAL NA ÁREA URBANA DO DISTRITO SEDE DO
MUNICÍPIO DE OURO PRETO

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Civil, para obtenção do
título de “*Magister Scientiae*”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

CRISTINA DA ROCHA ALVES

LEVANTAMENTO PRELIMINAR DAS ATIVIDADES LIGADAS À
EXTRAÇÃO MINERAL NA ÁREA URBANA DO DISTRITO SEDE DO
MUNICÍPIO DE OURO PRETO

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Civil, para obtenção do
título de “*Magister Scientiae*”.

APROVADA: 9 de abril de 2001.

Prof.^a Izabel Christina D. de Azevedo
(Conselheiro)

Prof. Cláudio Henrique de Carvalho Silva
(Conselheiro)

Prof.^a Maria do Carmo Calijuri

Prof. Roberto Francisco de Azevedo

Prof.^a Maria Lúcia Calijuri
(Orientadora)

Dedico este trabalho à minha saudosa mãe, Mirtes, e ao meu filho Daniel!

AGRADECIMENTO

Agradeço, acima de tudo e sempre, à Deus.

À minha saudosa mãe, Mirtes, que, mesmo doente, me estimulou a encarar as dificuldades e a seguir em frente, na execução deste trabalho e na vida.

Ao meu pai Roque, sempre presente e incentivando, inclusive me acompanhando no trabalho de campo.

Ao meu filho Daniel, a razão da minha vida.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – por um ano de financiamento.

À minha orientadora Maria Lúcia pela paciência, compreensão e estímulo.

Ao professor Eduardo pelo apoio quando da definição deste trabalho.

Ao Eduardo, à Juliana, ao Ligiane e à toda a equipe do SIGEO – Laboratório de Sistemas de Informações Geográficas do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa, cuja ajuda foi imprescindível.

Aos professores da Universidade Federal de Ouro Preto, Frederico (DEGEO) e Terezinha (DECIV) pela colaboração na elaboração deste estudo.

À minha amiga, prima e geóloga Júlia pelo auxílio na reta final de execução deste trabalho.

Aos novos amigos de Viçosa, Raquel, Iracema, Tatiana, Nunes, Karine, Érica, Luciana, Eduarda, Alexandre, Leonardo, Guilherme e tantas outras pessoas que estarão sempre no meu coração.

Agradeço, também, aos velhos amigos de Ouro Preto, Nini, Tiolinha, Nádia, Clésio, Rogério..., enfim, a todos que me ajudaram ativa ou indiretamente, incentivando ou dando apoio.

BIOGRAFIA

CRISTINA DA ROCHA ALVES, filha de Roque Jesus de Paula Alves e Mirtes Pinto da Rocha Alves, nasceu em 10 de setembro de 1971, na cidade de Ouro Preto – MG.

Graduou-se em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Ouro Preto, no período de agosto de 1990 a julho de 1995.

Iniciou o Curso de Mestrado em Engenharia Civil, área de concentração em Geotecnia, pela Universidade Federal de Viçosa – MG, em março de 1998.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS _____	viii
LISTA DE QUADROS _____	xi
RESUMO _____	xii
ABSTRACT _____	xiv
1 – INTRODUÇÃO _____	01
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA _____	04
2.1. – CARACTERIZAÇÃO HISTÓRICA _____	04
2.1.1 – AS ORIGENS DE OURO PRETO _____	04
2.1.2 – O CICLO DO OURO _____	05
2.1.3 – A DECADÊNCIA DA ECONOMIA GERADA POR SUA MONOESTRUTURAÇÃO _____	05
2.1.4 – A CIDADE HISTÓRICA _____	10
2.2 – ATIVIDADES MINEIRAS X MEIO AMBIENTE _____	10
2.2.1 – ESTÁGIOS SEQÜENCIAIS DAS ATIVIDADES DA MINERAÇÃO _____	12
2.2.1.1 – EXPLORAÇÃO _____	13
2.2.1.1.1 – MÉTODOS DE EXTRAÇÃO _____	14
2.2.1.1.2 – EFEITOS AMBIENTAIS DA FASE DE EXTRAÇÃO _____	16
2.2.1.2 – BENEFICIAMENTO _____	18
2.2.1.2.1 – EFEITOS AMBIENTAIS DA FASE DE BENEFICIAMENTO _____	20
2.2.1.3 – PROCESSAMENTO METALÚRGICO E REFINAMENTO _____	21
2.2.1.3.1 – EFEITOS AMBIENTAIS DO PROCESSAMENTO METALÚRGICO _____	21
2.2.1.4 – RECUPERAÇÃO DA ÁREA DEGRADADA _____	25

2.3 – MEIO AMBIENTE _____	28
2.3.1 – IMPACTO AMBIENTAL – DEFINIÇÃO _____	32
2.4 – EFEITOS AMBIENTAIS DA MINERAÇÃO _____	32
2.4.1 – MEIO FÍSICO (AR, ÁGUA E SOLO) _____	33
2.4.1.1 – AR _____	33
2.4.1.2 – ÁGUA _____	34
2.4.1.3 – SOLO _____	36
2.4.2 – MEIO BIÓTICO (FLORA, FAUNA E MICRORGANISMOS) _____	36
2.4.2.1 – FLORA E FAUNA _____	36
2.4.2.2 – MICRORGANISMOS _____	37
2.4.3 – MEIO ANTRÓPICO _____	37
2.5 – GEOPROCESSAMENTO _____	38
2.5.1 – TENDÊNCIA TECNOLÓGICA _____	39
2.5.2 – PRINCIPAIS SIGs E SUAS CARACTERÍSTICAS _____	40
3 – MATERIAIS E MÉTODOS _____	42
3.1 – DADOS GERAIS DO MUNICÍPIO _____	42
3.1.1 – LOCALIZAÇÃO _____	42
3.1.2 – ASPECTOS FISIAGRÁFICOS _____	42
3.1.2.1 – GEOLOGIA _____	44
3.1.2.2 – GEOMORFOLOGIA _____	44
3.1.2.3 – HIDROLOGIA _____	45
3.1.2.4 – VEGETAÇÃO _____	45
3.1.2.5 – CLIMA _____	46
3.1.3 – DADOS POPULACIONAIS _____	47
3.2 – MATERIAIS _____	47
3.3 – METODOLOGIA _____	49
3.3.1 – ETAPA PRELIMINAR _____	49
3.3.2 – ETAPA DE CAMPO _____	49
3.3.3 – ETAPA DE LABORATÓRIO _____	52

4 – EXTRAÇÃO NA ÁREA URBANA DE OURO PRETO _____	55
4.1 – DETALHAMENTO DAS SUB-ÁREAS DENTRO DA ÁREA DE ESTUDO _____	57
4.1.1 – SUB-ÁREA A _____	57
4.1.2 – SUB-ÁREA B _____	58
4.1.3 – SUB-ÁREA C _____	59
4.1.4 – SUB-ÁREA D _____	62
4.1.5 – SUB-ÁREA E _____	62
4.1.6 – SUB-ÁREA F _____	63
4.2 – SÍNTESE DAS SUB-ÁREAS EXPLORADAS _____	64
4.3 – RELAÇÃO ENTRE OS PONTOS AMOSTRAIS E A GEOLOGIA _____	65
4.4 – RELAÇÃO ENTRE OS PONTOS AMOSTRAIS E A HIDROGRAFIA _____	69
4.5 – SISTEMA DE ARMAZENAMENTO, CONSULTA E VISUALIZAÇÃO DOS DADOS DE CAMPO – SISTEMA GEOCAMP _____	72
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES _____	102
5.1 – CONSIDERAÇÕES FINAIS _____	102
5.2 – RECOMENDAÇÕES _____	104
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Seqüência simplificada de fase de beneficiamento _____	19
Figura 2: Localização de Ouro Preto no Estado de Minas Gerais _____	43
Figura 3: Cicatrizes _____	50
Figura 4: Modelo Digital do Terreno (MDT) _____	53
Figura 5: Carta de Declividades _____	54
Figura 6: Localização das sub-áreas de estudo _____	56
Figura 7: Pequeno depósito de rejeito, próximo ao limite Ouro Preto/Mariana _____	57
Figura 8: Pilhas de rejeitos e material beneficiado sem separação (Ponto amostral 5 – Saída para Mariana) _____	58
Figura 9: Material beneficiado e rejeitos próximos á residências e pontos comerciais (Ponto amostral 8 – Saída para Mariana) __	59
Figura 10: Fluxo de água sobre pilha de rejeitos (Ponto amostral 14 – Bairro Taquaral) _____	60
Figura 11: Fluxo de água sobre pilha de rejeitos - detalhe _____	61
Figura 12: Área de difícil acesso (Ponto não amostrado – Bairro Taquaral _	61
Figura 13: Extração no Morro São Sebastião (Ponto amostral 10) _____	62
Figura 14: Extração de canga (Ponto amostral 7 – Saída para Mariana) ____	63
Figura 15: Mineração Vermelhão (Ponto amostral 12) _____	64
Figura 16: Pontos amostrais de campo sobre geologia _____	68
Figura 17: Surgência na sub-área C – Bairro Taquaral _____	69
Figura 18: Outro ponto de surgência na sub-área C _____	70
Figura 19: Pontos amostrais de campo sobre hidrografia _____	71
Figura 20: Tela inicial do Programa Geocamp _____	73
Figura 21: Tela Cadastro de Fichas _____	74
Figura 22: Ponto 1 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1) ____	74
Figura 23: Ponto 1 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2) ____	75

Figura 24: Ponto 1 – Tela Cadastro de Fotos _____	75
Figura 25: Ponto 2 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1) ____	76
Figura 26: Ponto 2 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2) ____	76
Figura 27: Ponto 2 – Tela Cadastro de Fotos _____	77
Figura 28: Ponto 3 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1) ____	77
Figura 29: Ponto 3 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2) ____	78
Figura 30: Ponto 3 – Tela Cadastro de Fotos _____	78
Figura 31: Ponto 4 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1). ____	79
Figura 32: Ponto 4 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2). ____	79
Figura 33: Ponto 4 – Tela Cadastro de Fotos. _____	80
Figura 34: Ponto 5 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1). ____	80
Figura 35: Ponto 5 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2). ____	81
Figura 36: Ponto 5 – Tela Cadastro de Fotos. _____	81
Figura 37: Ponto 6 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1). ____	82
Figura 38: Ponto 6 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2). ____	82
Figura 39: Ponto 6 – Tela Cadastro de Fotos. _____	83
Figura 40: Ponto 7 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1). ____	83
Figura 41: Ponto 7 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2). ____	84
Figura 42: Ponto 7 – Tela Cadastro de Fotos. _____	84
Figura 43: Ponto 8 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1). ____	85
Figura 44: Ponto 8 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2). ____	85
Figura 45: Ponto 8 – Tela Cadastro de Fotos. _____	86
Figura 46: Ponto 9 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1). ____	86
Figura 47: Ponto 9 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2). ____	87
Figura 48: Ponto 9 – Tela Cadastro de Fotos. _____	87
Figura 49: Ponto 10 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1). ____	88
Figura 50: Ponto 10 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2). ____	88
Figura 51: Ponto 10 – Tela Cadastro de Fotos. _____	89
Figura 52: Ponto 11 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1). ____	89
Figura 53: Ponto 11 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2). ____	90

Figura 54: Ponto 11 – Tela Cadastro de Fotos. _____	90
Figura 55: Ponto 12 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1). ____	91
Figura 56: Ponto 12 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2). ____	91
Figura 57: Ponto 12 – Tela Cadastro de Fotos. _____	92
Figura 58: Ponto 13– Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1). ____	92
Figura 59: Ponto 13 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2). ____	93
Figura 60: Ponto 13 – Tela Cadastro de Fotos. _____	93
Figura 61: Ponto 14 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1). ____	94
Figura 62: Ponto 14 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2). ____	94
Figura 63: Ponto 14 – Tela Cadastro de Fotos. _____	95
Figura 64: Ponto 15 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1). ____	95
Figura 65: Ponto 15 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2). ____	96
Figura 66: Ponto 15 – Tela Cadastro de Fotos. _____	96
Figura 67: Ponto 16 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1). ____	97
Figura 68: Ponto 16 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2). ____	97
Figura 69: Ponto 16 – Tela Cadastro de Fotos. _____	98
Figura 70: Ponto 17 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1). ____	98
Figura 71: Ponto 17 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2). ____	99
Figura 72: Ponto 17 – Tela Cadastro de Fotos. _____	99
Figura 73: Ponto 18 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1). ____	100
Figura 74: Ponto 18 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2). ____	100
Figura 75: Ponto 18 – Tela Cadastro de Fotos. _____	101
Figura 76: Furos para a colocação de explosivos _____	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Movimento da população residente em Ouro Preto e sua distribuição pelos distritos - 1970/1980 _____	08
Quadro 2: Efeitos ambientais dos vários métodos de extração mineral _____	14
Quadro 3: Procedimentos de mitigação dos efeitos ambientais da extração _____	17
Quadro 4: Procedimentos para a mitigação dos principais efeitos ambientais da fase de beneficiamento _____	20
Quadro 5: Procedimentos para a mitigação dos principais efeitos ambientais da fase de processamento _____	22
Quadro 6: Efeitos ambientais de alguns métodos metalúrgicos _____	24
Quadro 7: Potencialidade de alguns SIGs em “Análises Geográficas” _____	41
Quadro 8: Potencialidade de alguns SIGs em “Processamento Digital de Imagens” _____	41
Quadro 9: Descrição dos tipos climáticos de Köppen _____	46
Quadro 10: Tabela de temperaturas e pluviosidade _____	46
Quadro 11: População Residente no município de Ouro Preto _____	47
Quadro 12: População Residente no município de Ouro Preto/Distritos _____	47
Quadro 14: Ficha de campo _____	51
Quadro 15: Descrição litológica da área de estudo _____	66

RESUMO

ALVES, Cristina da Rocha. Universidade Federal de Viçosa, abril de 2001.
Levantamento preliminar das atividades ligadas à extração mineral na área urbana do distrito sede do município de Ouro Preto. Orientadora: Maria Lúcia Calijuri. Conselheiros: Cláudio Henrique de Carvalho Silva e Izabel Christina Duarte de Azevedo.

Este trabalho teve por finalidade mapear as atividades ligadas à extração mineral na área urbana do distrito sede do município de Ouro Preto. Para tanto foram feitas as etapas: preliminar, onde foram digitalizados todos os temas pertinentes; etapa de campo, onde foram identificadas e mapeadas as áreas ligadas à extração mineral, sendo, estas áreas, representadas por um ponto ou um conjunto deles; e, finalmente a etapa de laboratório, onde foram gerados mapas temáticos com informações afins e a descrição dos dados obtidos em campo, que foi feita agrupando-se as áreas com características semelhantes. A proximidade das áreas exploradas do centro urbano facilita o escoamento da produção mas, ao mesmo tempo, amplia o mais gritante dos efeitos ambientais provocados pela mineração: a degradação da paisagem. As regiões de extração propriamente ditas merecem atenção especial por serem altamente devastadas e, por estarem camufladas pela paisagem, não chamarem a atenção da opinião pública, o que facilita a continuidade da agressão ao meio ambiente. As áreas de depósito e beneficiamento necessitam de planejamento ou da simples remoção do material. Analisando as informações coletadas em campo e verificadas em mapas da região, tornou-se evidente a necessidade da geração de todos os tipos de informações, tais como, levantamento da fauna, flora, tipo de solo e sócio-econômica, dentre outras, para que a região passe a ser conhecida e, a partir daí, estudada, também, sob a ótica ambiental. A partir do conhecimento gerado será facilitada a fiscalização e gerenciamento destas atividades pelos órgãos

competentes, visto que esta acontece, atualmente, de forma precária de acordo com o que foi constatado em campo.

ABSTRACT

ALVES, Cristina da Rocha. Universidade Federal de Viçosa, April, 2001.
Preliminary survey of mineral extraction in the urban area of Ouro Preto's main district. Adviser: Maria Lúcia Calijuri. Committee members: Cláudio Henrique de Carvalho Silva and Izabel Christina Duarte de Azevedo.

This study was purposed to map the mining activities in Ouro Preto city. So, the working stages were: first, the pertinent themes were transformed in digital information; in a second stage, the mineral extraction areas were identified and mapped; and, finally, in a third stage, thematic maps were generated with data description that was obtained in field. The explored areas are near of Ouro Preto urban center so, at the same time, it became easy to transport the production and get larger a very important environmental problem: the landscape degradation. The extraction areas need special attention. They are highly devastated and are camouflaged, so people can't see them and, so, the environmental aggression is continuous. Deposit and improvement areas need planning or the material must be removed. Information, collected in field and verified in region maps, was analyzed but it wasn't enough. More knowledge about local fauna, flora, soil type, local society and economy must be generated and, then, Ouro Preto urban center will be known and, so, it will be analyzed under environmental aspect. Inspection and management, of mining activities around Ouro Preto urban center by competent organs, will be easier with the generated knowledge. This inspection and management, actually, is precarious in agreement with was verified in field.

1 – INTRODUÇÃO

O município de Ouro Preto, ao longo de seus três séculos de existência, tem-se destacado nas artes, nas letras e na política. Figura, também, na história do Brasil através de rebeliões famosas como a de Filipe dos Santos (1720) e a Inconfidência Mineira (1789). A cidade é, também, referência na arquitetura e no urbanismo por conservar, ainda hoje, um conjunto histórico do século XVIII, que figurou como o terceiro mais importante centro urbano do Brasil-Colônia.

Marco na história nacional, Ouro Preto tem, na mineração, sua atividade mais intensa, desde a sua origem. É uma área importante no que diz respeito ao seu acervo, não só histórico – arquitetura setecentista – como também sua paisagem natural, por ser, esta, o retrato do interior mineiro – não o único mas muito significativo – da época do seu desbravamento. Por sua trajetória, Ouro Preto merece ser alvo de estudos que visem manter seu patrimônio com características únicas.

De maneira geral, a história de Ouro Preto é marcada por ciclos econômicos distintos que produzem impactos de relevância em sua economia.

“A economia de Ouro Preto estruturou-se basicamente em função de dois ciclos - a exploração aurífera e a industrialização - ambos calcados na riqueza de seu subsolo, e, portanto dependentes da expectativa de vida dessas reservas.” (DIAGNOSE E PROGNOSE, 1991: 4.052)

A região onde Ouro Preto tem seus limites administrativos inseridos, o Quadrilátero Ferrífero, apresenta características geológicas e geomorfológicas que induzem a formação de solos inapropriados para a agricultura, restringindo seu uso. Em contrapartida, estas características permitem que a cidade explore sua vocação natural – a mineração.

Segundo ALVES (1999), o consumo de bens minerais é largamente disseminado mas o mesmo não se pode afirmar com relação à sua produção e as ocorrências minerais caracterizam-se por sua rigidez locacional, ou seja,

encontram-se onde as condições geológicas foram favoráveis, embora sua distribuição geográfica não seja uniforme. Nesse contexto, as regiões dotadas de recursos minerais abundantes podem ter, na indústria mineral, um importante vetor de desenvolvimento.

As vantagens de um subsolo rico e com grande variedade de materiais para serem explorados são evidentes – a mineração é essencial para o crescimento e desenvolvimento da população mundial – mas os problemas advindos dessa atividade exploradora não são devidamente avaliados e/ou controlados pelas autoridades e, tão pouco conhecidos pela população que não abre mão do conforto que advém desta atividade (IME, 1974).

Inventariar, ou seja, identificar e descrever as áreas minerárias situadas dentro dos limites administrativos do município de Ouro Preto e levantar dados que demonstrem a situação atual desta atividade é relevante, na medida em que a sistematização, ou o início de um processo de sistematização das informações disponíveis, propicia um acompanhamento da resposta do meio ambiente às agressões e também direciona os novos estudos e ações complementares.

A natureza é um conjunto de componentes ambientais formados pelos três estados da matéria (ar, água e solo), pelos organismos (animais e vegetais) e pelo ser humano. Esses componentes são interdependentes e funcionam harmoniosamente pela permanente troca de energia e matéria entre si. O conhecimento técnico-científico possibilitado pelo capitalismo a partir do século XVIII, colocou, definitivamente, os interesses da sociedade humana de um lado e a preservação do meio ambiente de outro. Assim, o homem passou a interferir nesse sistema criando um desequilíbrio que pode ser notado nos diversos problemas relacionados ao meio ambiente.

O comprometimento do meio ambiente é uma conseqüência grave das atividades mineradoras. Em um processo de extração mineral, a recuperação de áreas degradadas e o aproveitamento dos rejeitos não diminuem, significativamente, seus impactos. O monitoramento contínuo se faz necessário

para manter os índices de poluição ambiental dentro de parâmetros aceitáveis e para a minimização de seus efeitos.

A partir das transformações ocorridas na economia municipal, grande parte em decorrência da mineração, tem-se a degeneração gradativa do meio físico, e, como consequência, alterações negativas na biota e negativas e positivas no homem.

Como o município tem sua evolução atrelada à mineração, faz-se necessária uma breve caracterização histórica, como parte da revisão bibliográfica. A necessidade da mineração, diante dos padrões atuais de consumo, é avaliada ou caracterizada no histórico recente desta. A documentação ligada à área de impactos ambientais, alguns processos impactantes e os principais impactos ambientais gerados a partir da extração mineral além de um breve comentário sobre Sistemas de Informações Geográficas, que são uma importante ferramenta na execução deste trabalho, finaliza a revisão bibliográfica. Em seguida são apresentados os aspectos gerais do município, os materiais usados e a metodologia adotada. A descrição e análise dos dados obtidos em campo, as considerações finais e algumas recomendações finalizam o trabalho.

O monitoramento é o início de um processo de controle, pelo qual os efeitos deletérios das atividades minerárias possam vir a ser minimizados, enfatizando-se, assim, seus efeitos positivos.

Neste contexto, os objetivos deste trabalho foram:

- utilização do Programa Geocamp para o gerenciamento da base de dados sobre as atividades ligadas à extração mineral na área urbana do distrito sede do município de Ouro Preto;
- geração de um mapa da área urbana da cidade de Ouro Preto, constando pontos que identificam a extração, o armazenamento e o beneficiamento de bens minerais e informações afins.
- análise das informações contidas no mapa temático gerado.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. – CARACTERIZAÇÃO HISTÓRICA

A bibliografia existente sobre Ouro Preto é sobremaneira extensa no que diz respeito ao conjunto histórico e político. A sintetização desta é, neste trabalho, baseada em poucos autores, já que este é um aspecto relevante do município mas não à temática abordada. O resgate das informações sobre a trajetória urbana, econômica, social, política e cultural de Ouro Preto é a base para o entendimento do aspecto econômico atual.

2.1.1 – AS ORIGENS DE OURO PRETO

“Estava para findar o século XVII. Os paulistas e em particular os moradores da Vila de Taubaté, organizavam constantes bandeiras bem providas de munições de boca e de guerra e com elas penetravam os sertões desconhecidos, na faina de aprisionar e escravizar indígenas, principal indústria de criação rápida de fortuna.” (MENEZES, 1976: 11)

Segundo MENEZES (1976), a bandeira chefiada por Antônio Dias de Oliveira e tendo, entre outros, o Padre João de Faria Fialho, no dia 24 de junho de 1698, amanheceu na Serra de Ouro Preto no lugar que se deu o nome de morro São João. Dividiram-se, então, em dois grupos rumo ao Itacolomi e descobriram, simultaneamente, ouro nos dois córregos que banham os lugares que ainda conservam seus nomes: Antônio Dias e Padre Faria. Fixaram residência e mandaram buscar suas famílias e amigos. Outros arraiais organizaram-se em torno da mineração do ouro e os caminhos que os ligavam tornaram-se parte da atual malha urbana.

2.1.2 – O CICLO DO OURO

A extração mineral, a principal atividade da cidade, teve suporte nos produtos que vinham de outras regiões do país, ficando a produção local em segundo plano, já que o governo estimulou a atividade mineradora e restringiu a lavoura, a pecuária e a indústria. O ouro encontrado na superfície era explorado, já o das minas necessitava de técnicas especiais. A mineração do ouro trouxe prosperidade, a vila cresceu e como consequência passou a ter forte influência política no país. No século XVIII, transformou-se no terceiro maior centro urbano do Brasil-Colônia.

A capitania organizou um governo próprio, totalmente constituído em menos de 30 anos - da descoberta do ouro à criação da unidade. A forte máquina burocrática veio a reboque do poder monetário, de onde adveio a força político-administrativa de Ouro Preto nesse período.

2.1.3 – A DECADÊNCIA DA ECONOMIA GERADA POR SUA MONOESTRUTURAÇÃO

“... a cidade sempre refletiu primordialmente a economia aurífera do seu entorno, não polarizando, articulando e integrando a capitania como um todo. E já em final do século XVIII, com o declínio da atividade mineradora, começa a ser questionada como capital.

Para tanto, alegavam-se desde limitações topográficas que restringiam seu desenvolvimento enquanto sítio urbano até sua localização, em região acidentada e de difícil acesso, dificultando a integração com as demais regiões do estado e do país. Em especial, desarticulação com os pólos estaduais onde começavam a surgir outras alternativas econômicas poder-se-ia constituir em fator da desarticulação do estado.” (DAMASCENO, 1994: 29)

Ouro Preto perdeu seu brilho e caiu no ostracismo com a progressiva diminuição dos recursos minerais, pois a cidade não comportava-se como um centro econômico a partir do qual regiões de produção pudessem escoar seus produtos. Esta função era representada por centros econômicos fora do território mineiro, que, por estarem perto do mar, naturalmente tornaram-se importantes como entreposto entre Portugal e a Colônia. O fluxo de mercadorias para as

minas e o escoamento do ouro era feito principalmente pelo Rio de Janeiro - papel tão importante que esta viria a ser a capital do Brasil em 1763. Paralelamente ao comércio, colônia-coroa, desenvolveu-se a lavoura e a pecuária de subsistência que manteve Minas Gerais após o ciclo extrativista.

Com o tempo as dificuldades foram aumentando e a precária tecnologia utilizada é hoje apontada como uma das causas da decadência deste ciclo, pois, segundo IGLÉSIAS (1985), nunca veio de Portugal um engenheiro, um geólogo, um mineralogista, mas só agentes do fisco. Portugal isolou a cidade propositalmente do resto do estado já que o desejo da Coroa era isolar as Minas Gerais de outros poderes europeus daquele tempo e frustrar o contrabando e a evasão de taxas nos campos de mineração. As autoridades só deram conta da falta de assistência técnica nas últimas duas décadas do século XVIII, quando o declínio tornou-se inegável. Relatórios de cientistas capazes atestaram a falência deste sistema mas, ainda assim, muito se fez, em vão, pela extração do ouro.

O declínio da mineração de ouro se deu a partir de 1765, aproximadamente, mas a ostentação ainda persistiu na cidade coincidindo com o desenvolvimento do Rococó mineiro.

“O empobrecimento de Ouro Preto foi fator de preservação de sua arquitetura e arruamentos setecentista. A redução do ritmo do desenvolvimento urbano já se vinha fazendo sentir desde que começam a escassear os veios auríferos e a transferência da capital apenas a consolida.

Esse perfil de estagnação urbana foi traçado por volta do primeiro quartel do século XIX. Ou seja, o século XIX imprimiu poucas marcas à paisagem setecentista, restando apenas a lenta ação do tempo como agente modificador.” (DAMASCENO, 1994: 51)

O século XIX é muito pouco estudado. O registro da memória oral no livro Memórias de Ouro Preto nos dá a possibilidade de compreender o que se passou entre 1897 e 1950, período anterior à industrialização quando a cidade perdia sua condição de capital e se interiorizava.

“Com a mudança da capital em 1897, saíram daqui as repartições públicas, saiu daqui muita gente, muito funcionário público, e a cidade ficou completamente... com uma grande parte de casas vazias. Ficou uma parte desabitada porque o pessoal teve que acompanhar o mundo oficial, o Governo do Estado que se instalou em Belo Horizonte. A cidade, naquela época, não tinha vida, era difícil de trabalhar, não havia indústria, não havia nada. Todo mundo foi saindo. Uns foram provisoriamente, depois, foram fixando residência em Belo Horizonte, e a cidade ficou um fracasso. De 1915 para cá é que começou a sofrer um progressozinho, com a vinda de uma unidade do exército, que foi criada aqui.

O comércio fechado porque não tinha freguês; outros faliram.

Ouro Preto era ponto que escoava toda mercadoria. Recebia, importava e exportava toda mercadoria da Zona da Mata; aí vinha aqui em lombo de burro, tropas ... a exportação de lá: café, toucinho, aquelas coisas que eles exportam lá para Belo Horizonte e outros lugares era tudo batido aqui.” (BARBOSA, 1993: 27)

Ouro Preto deixou evidente sua não atuação como centro econômico sobretudo após o encerramento das atividades mineradoras. A decadência da mineração manteve a cidade apenas como centro político, tendo perdido, mais tarde também esta função quando se deu a transferência da capital de Minas Gerais para Belo Horizonte (1897), causando uma redução em sua população de, aproximadamente, 40% (DIAGNOSE E PROGNOSE, 1991). Antes disso foram criadas as Escolas de Farmácia (1839) e de Minas (1876), que, décadas mais tarde atrairiam nova população e alavancariam uma futura industrialização, quando, em 1934, um grupo de seus alunos e o Engenheiro Américo Renée Giannetti implantaram a primeira indústria no município: Eletroquímica Brasileira S.A.

Com a estrada de ferro que chegou à Ponte Nova no início da década de 1920, segundo SANTOS JÚNIOR (citado por BARBOSA, 1993), Ouro Preto deixou de ser o centro distribuidor das mercadorias que abasteciam a Zona da Mata.

“O comércio de Ouro Preto ficou então meio baqueado, só veio a reerguer depois que eles criaram Aluminas, antiga Eletroquímica, hoje ALCAN. Aí que Ouro Preto começou outra vez a elevar.” (JOSÉ ALVES DOS SANTOS JÚNIOR citado por BARBOSA, 1993: 27)

Na década de 1950, a ALCAN - empresa canadense - deu impulso à industrialização, já que foram atraídas para a cidade pessoas em busca de empregos. Verificou-se, então, um aumento da população urbana e, em contrapartida, uma diminuição da população rural do município.

Nos anos 1960 o crescimento populacional apresentou-se ainda maior que na década anterior. Foi consolidado o núcleo industrial e estabilizada a oferta de empregos. Na décadas seguintes, 1970 e 1980, verificou-se, também, um aumento da população no município, conforme o quadro abaixo:

Quadro 1: Movimento da população residente em Ouro Preto e sua distribuição pelos distritos - 1970/1980

Distritos	Década		% a.a.
	1970	1980	70-80
Ouro Preto	26.209	30.048	1,33
Amarantina	1.704	2.058	1,91
Antônio Pereira	1.054	3.013	11,07
Cachoeira do Campo	3.685	4.707	2,48
Engenheiro Correia	761	622	-2,00
Glaura	1.070	971	-0,67
Miguel Burnier	2.913	3.066	0,51
Rodrigo Silva	1.186	1.382	1,55
Santa Rita de Ouro Preto	4.681	5.148	0,96
Santo Antônio do Leite	1.161	1.200	0,33
São Bartolomeu	1.741	1.195	-3,70
Total do Município	46.165	53.410	1,47

Fonte: FURTADO *et al.* (1990)

O setor primário, devido à topografia, não teve importância significativa, desde a origem da cidade, como já descrevia SAINT-HILAIRE: “... *as mercadorias só podem chegar ahí em animaes de carga, e seus arredores são completamente estéreis.*” (SAINT-HILAIRE, 1938: 130) e não demonstrava perspectivas de melhora, pois além da topografia desfavorável, a região tem, na grande maioria, solos de pequena fertilidade. A falta de investimentos no setor ou a pouca perspectiva deste em comparação com os setores secundário e terciário, levaram a mão de obra do campo a transferir-se para a cidade (décadas de 1960 e

1970, principalmente), além de comprometer o consumo local e aumentar a importação da maioria dos produtos alimentícios.

Entre as décadas de 1960 e 1980, a pecuária acompanhou o declínio da agricultura e mostrou-se rudimentar.

A indústria têxtil, representada pela Cia. Industrial Oupretana, participou, na década de 1970, com 10% do número de vagas ocupadas oferecidas pelo setor. Mas em relação à renda destinada ao município, sua participação foi bem menor que a indústria metalúrgica (DIAGNOSE E PROGNOSE, 1991).

A ALCAN do Brasil S.A. participou, em 1970, com cerca de 80% da arrecadação municipal vinda da metalurgia, número que aumentou, em 1980, para 83,1% e tornou-se o destaque destas décadas.

No setor secundário, Ouro Preto foi em 1985, segundo DIAGNOSE E PROGNOSE (op. cit.), o 4º município minerador de Minas Gerais em valor, produzindo uma variedade de bens minerais onde a extração de ferro, de bauxita, de ferro-manganês e de dolomita tiveram destaque. As reservas municipais de ferro e ferro-manganês são boas e permitem extração por mais algumas décadas e as de dolomita, por mais de um século. Estima-se que 13% da área total do município tenha subsolo em condições de lavra mineral.

A Companhia Vale do Rio Doce, a FERTECO e a Minas do Itacolomi eram, em 1988, as principais mineradoras do município, sendo responsáveis por 94,5% da produção mineral.

Em arrecadação aos cofres públicos, a mineração continua tendo importância vital para o município, mas em tratando-se de geração de empregos o quadro se apresenta estagnado. O setor empregou cerca de 10% da mão de obra ocupada do município em 1980 (DIAGNOSE E PROGNOSE, 1991), apesar de obter-se no mesmo período um aumento de produção, provavelmente, pelo uso de novos equipamentos e tecnologias.

2.1.4 – A CIDADE HISTÓRICA

A vocação de Ouro Preto como patrimônio histórico e artístico teve nova dimensão com os modernistas.

“Na crença de que só será moderno quem for nacional, saem em peregrinação pelo país, para redescobri-lo no desvendamento de sinais de brasilidade e identidade nacionais.”(DAMASCENO, 1994: 63)

Em 1924, a visita dos modernistas Mário de Andrade, Oswald de Andrade e Tarsila do Amaral revalorizou o barroco mineiro como estilo nacional. Com a atenção voltada para si, pouco tempo depois, na década de trinta, a cidade foi declarada Monumento Nacional. Este foi um período marcado pela falta de função econômica, espaço este que seria preenchido a partir da década de 1940 com o processo de industrialização, também ligado à mineração.

“Foi longo o trajeto de Ouro Preto, desde seu abandono como capital até se consolidar como monumento nacional. Mas a maioria dos atos oficiais que estatuíram essa posição datam da década de trinta.” (DAMASCENO, 1994: 93)

Ações foram desencadeadas nos anos trinta em prol da preservação do patrimônio histórico e artístico nacional. Com o golpe de 1937 foram intensificadas essas ações e o estado, efetivamente, legislou sobre estas.

2.2 – ATIVIDADES MINEIRAS X MEIO AMBIENTE

Por se tratar de um recurso natural não renovável, geograficamente localizado, a atitude da mineração para com o meio ambiente deve transcender a simples tomada de providências para proteger a natureza na área restrita do jazimento. Em determinadas regiões, o próprio acesso a essa área restrita pode ocasionar reflexos ponderáveis não somente sobre a cobertura vegetal, como também sobre a cultura, a organização e o bem estar das comunidades locais e grupos especiais (indígenas, quilombolas, etc.). O caráter eventualmente

transitório da presença da atividade mineira exige a adoção de técnicas apropriadas às características da jazida e da região.

Parte significativa dos recursos minerais brasileiros está situada, provavelmente, em trechos menos desenvolvidos do nosso território onde, normalmente, a população residente vive em condições precárias. À primeira vista, a mineração apresenta-se como uma atividade não sustentável – exaustão dos recursos minerais. Os recursos são finitos, mas a pouca pesquisa da superfície implica em que os suprimentos minerais estão longe de serem exauridos e que a renovação dos recursos é possível e vem sendo feita. Os fatores que, interligados, possibilitam a renovação e sustentabilidade de recursos minerais são: conhecimento geológico, tecnologia e economia. A realização de pesquisas e a sistematização desta informação são necessárias para um melhor aproveitamento dos recursos minerais, em que a parceria entre poder público e a iniciativa privada agem com o objetivo de desenvolver uma região.

Mesmo com as vantagens aparentes trazidas pela mineração, o questionamento do homem sobre o conceito do desenvolvimento a qualquer custo vem aumentando. O relatório da Comissão Buntland “Nosso futuro comum”, define desenvolvimento sustentável como sendo a abordagem ao progresso que atenda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de gerações futuras em satisfazer suas próprias necessidades (RIPLEY *et al.*,1996).

A atividade mineral requer, para seu êxito, um cuidadoso planejamento a partir do conhecimento efetivo da situação; adoção, por uma equipe qualificada, de uma tecnologia evoluída e aplicável ao caso específico; e o restabelecimento das condições anteriormente encontradas ou recomendadas. A probabilidade de sucesso depende, obviamente, da continuidade e sustentabilidade de todo o aparato mobilizado para sua realização, desde as instalações e equipamentos até a capacitação de especialistas.

Um dos aspectos principais da extração mineral é a produção de um volume, extremamente, grande de rejeitos. A disposição e tratamento destes

constituem um dos mais sérios desafios ambientais para este setor. Estes rejeitos variam de aproximadamente 30% da massa de minério – no caso do ferro e alguns não metais – a cerca de 50% para metais básicos (GODIN, 1991, citado por RIPLEY *et al.*, 1996) e mais de 80% para carvão minado em faixas (DUBNIE, 1972, citado por RIPLEY *et al.*, 1996). A maioria dos metais básicos e preciosos são encontrados em corpos de minério em concentrações, ou teores, de poucos porcentos, assim, é inevitável que uma grande parte de rejeito seja produzida quando da sua mineração. A fim de exemplificar, pode ser citada a média canadense, onde 42% do material explorado é rejeitado na extração, 52% é rejeitado no trituração, 4% no refinamento como escória e os 2% remanescentes são caracterizados como a parte valiosa do minério (BOLDT, 1967, e GODIN, 1991, citados por RIPLEY *et al.*, 1996).

Os efeitos da mineração e das atividades de processamento têm uma segunda característica que deve ser analisada para a compreensão de seu significado quanto ao meio ambiente: os rejeitos são um grande problema, não somente por causa do seu grande volume, mas porque eles são substâncias quimicamente reativas, podendo envolver, ainda, problemas de radioatividade.

2.2.1 – ESTÁGIOS SEQUENCIAIS DAS ATIVIDADES DA MINERAÇÃO

A mineração envolve uma seqüência de atividades que são, a seguir, sucintamente descritas (RIPLEY *et al.*, 1996):

- i. **EXPLORAÇÃO** – pode envolver técnicas geoquímicas ou geofísicas, seguidas por sondagens em alvos promissores e delimitação dos corpos de minério.
- ii. **DESENVOLVIMENTO** – é o preparo da região onde se encontra a mina para a produção pelo aprofundamento do poço ou cava da mina, construção de estradas de acesso e construção da infra-estrutura.
- iii. **EXTRAÇÃO** – compreende as atividades de remoção do minério que se dá na própria mina, essencialmente extração e cominuição primária.

- iv. BENEFICIAMENTO (ou CONCENTRAÇÃO) – ocorre, normalmente, perto da mina; neste estágio (exceto no caso do carvão), uma grande fração de rejeito é removida do minério.
- v. PROCESSOS ADICIONAIS – onde estão incluídos os processos metalúrgicos e uma ou mais fases de refinamento.
- vi. REABILITAÇÃO DA ÁREA – onde a área explorada é reabilitada o mais próximo possível de seu estado inicial ou à uma alternativa viável, uma vez que o corpo de minério é finito; este é o estágio final da operação de uma mina.

Alguns minerais, como o ferro, estão prontos para o mercado após os primeiros três estágios. Outros, como o asbesto e o grafite, requerem separação física do rejeito (estágio iv). A maioria dos metais requer separação pirometalúrgica (estágio v) para isolar o mineral com o grau de pureza desejado. Em muitos casos, processos posteriores aos do estágio v são requeridos para produzir produtos altamente refinados para aplicações específicas.

Cada um desses seis estágios envolvem muitos diferentes processos, cuja escolha é governada por fatores como o tipo de minério e de corpo de minério, a utilização e custos de materiais, energia, força humana, mercado e considerações ambientais.

2.2.1.1 – EXPLORAÇÃO:

A atividade de exploração é estritamente relativa à esfera econômica e à demanda de minério. Isso resulta em uma considerável variação nas atividades de ano para ano, que é refletida nos efeitos ambientais resultantes (RIPLEY *et al.*, 1996).

A construção de estradas é uma das principais fontes de efeitos ambientais negativos em qualquer atividade – inclusive operações mineiras. Os impactos podem incluir a construção de estradas de rodagem ou de ferro, e uma vez construídas, seus efeitos na vida selvagem dependem da intensidade de tráfego e dos tipos de usuários. A recuperação de áreas conturbadas pela

construção de estradas é, geralmente, possível, embora possa ser difícil em certas situações.

As metas primárias, durante a fase de planejamento, deveriam ser a diminuição da área que será agredida, a minimização da perturbação na vegetação nativa, quando esta não pode ser evitada, e a redução ou prevenção da erosão, por meio de manipulação física e/ou uso de plantas.

O quadro 2 exemplifica as principais vantagens e desvantagens dos diversos métodos de mineração superficial e subterrânea, que serão detalhados no item 2.2.1.1.1.

Quadro 2: Efeitos ambientais dos vários métodos de extração mineral

Método	Vantagens ambientais	Desvantagens ambientais
subterrânea com uso de explosivos	menor quantidade de rejeitos que a de superfície;	alto potencial de subsidência; oxidação do material exposto;
subterrânea	menor risco de subsidência; alienação de alguns tipos de rejeitos;	possibilidade de oxidação e combustão do material acumulado; drenagem indistinta e conseqüente contaminação da água; distúrbios na superfície;
superficial	poucas, além do acesso e menor risco de trabalho que a subterrânea;	grande quantidade de rejeito, barulho, canais de drenagem e oxidação do minério;
superficial de aluvião	relativa facilidade de controle dos danos ambientais;	alto potencial de emissão de partículas para a atmosfera e hidrosfera; distúrbios na superfície;
não invasiva com uso de trado	poucos distúrbios na superfície e poucos riscos de trabalho;	baixa eficiência de extração;
lixiviação <i>in situ</i>	redução de rejeitos sólidos, distúrbios na superfície e risco de trabalho;	requer cuidado com a disposição de grandes quantidades de sais solúveis que podem poluir águas subterrâneas e subsidência;
não invasiva com utilização <i>in situ</i>	poucos efeitos na superfície, menores riscos de trabalho e poucos rejeitos sólidos;	dificuldade no controle e contenção de processos subsuperficiais; alto potencial para a contaminação do subsolo; explosões;

Fonte: Modificado de RIPLEY *et al.* (1996)

2.2.1.1.1 – MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

São três os principais métodos de extração mineral:

- superficial;

- subterrâneo;
- não invasivo (*non entry*).

O primeiro, em geral, é muito satisfatório para corpos de minério extensos e localizados próximos à superfície, considerando que o segundo método tende a ser usado para corpos de minérios mais profundos (BROWN, 1990). Além disso, certos corpos de minério, especialmente os extensos, que apresentam baixos teores, são minados mais adequadamente da superfície.

Em muitos casos, uma combinação de métodos superficiais e subterrâneos é usada para alcançar o corpo de minério com maior eficiência. Um corpo de minério, normalmente, é minado do topo para a base, inicialmente através de métodos de superfície, até que seja mais econômico remover o material subterraneamente. Como a cava aumenta, devem ser removidas quantidades crescentes de rejeitos para evitar taludes perigosos.

A mineração de superfície perturba maiores áreas e produz uma quantidade maior de rejeito, mas o uso deste método continua aumentando. A mineração de superfície se adapta melhor à ampla mecanização que reduz o número de trabalhadores aumentando, assim, a segurança industrial. O desenvolvimento de métodos de extração de grande escala e o maquinário disponível estão tornando os métodos superficiais mais atraentes economicamente.

A mineração não invasiva de depósitos subterrâneos é administrada da superfície e não requer muitos acessos subterrâneos ou grande maquinário. Os tipos principais de mineração não invasivos são por trado, por solução, por lixiviação *in situ* e utilização *in situ* por meio de gaseificação subterrânea ou combustão de depósitos de carvão.

Alguns corpos de minério – muito comumente cobre e urânio – podem ser minados *in situ* pelo tratamento com soluções químicas ou bacterianas (McCREADY, 1986a, citado por RIPLEY *et al.*, 1996) que dissolvem os metais desejados. Este método se adapta melhor a depósitos muito profundos, muito

pequenos, e com teor muito baixo para ser minado, economicamente, através de outros meios e, naturalmente, para os quais o método químico é satisfatório.

2.2.1.1.2 – EFEITOS AMBIENTAIS DA FASE DE EXTRAÇÃO

Os efeitos ambientais da fase de extração tendem a ser, principalmente, locais, associados à perturbação de superfície, à produção de grandes quantidades de rejeitos sólidos, e ao espalhamento de particulados quimicamente reativos na atmosfera e hidrosfera. Estes efeitos aumentam em escala regional no caso de operações muito grandes de cavas abertas. Muitas estações de extração de areia e pedregulho espalhadas por grandes áreas são desafios ambientais. Muitas destas operações produzem quantidades de particulados que são levadas às águas de drenagem e à atmosfera. O Quadro 3 resume estes efeitos e os métodos tradicionais e avançados para mitigá-los.

O armazenamento seguro do rejeito proveniente dos processos de mineração, representa uma das tarefas mais desafiadoras enfrentados pela indústria mineira. Alguns destes rejeitos podem ser satisfatoriamente usados na construção de estradas (EMERY e KIM, 1974) e de represas (DUNBAVAN, 1990, citado por RIPLEY *et al.*, 1996). Muito do rejeito contém metais e combinações de enxofre, constituindo as fontes de drenagem ácida que precisam de tratamento ou controle por centenas de anos e, junto com emissões de dióxido de enxofre, são os problemas ambientais mais sérios para a indústria. Em alguns casos, os altos preços dos metais “diminuem” a agressão ao meio ambiente, por trazerem considerável retorno ao homem local, mas a tecnologia atual vem reconsiderando a quantidade de rejeitos gerada (CRISTOVICI e LEIGH, 1986, citados por RIPLEY *et al.*, 1996). Na maioria dos casos, porém, os rejeitos devem ser cobertos para reduzir, dentre outras, a oxidação e a toxicidade para, assim, permitir que a área seja usada para outros propósitos.

Quadro 3: Procedimentos de mitigação dos efeitos ambientais da extração

Efeitos	Procedimentos de mitigação	
	Tradicionalis	Avançados
distúrbios na superfície	recuperação, acúmulo e taludes adequados; estabilização física: cobrindo com material inerte, solo ou concreto; estabilização química: borrifando com emulsão de óleo-resina, por exemplo; estabilização da vegetação;	maior uso dos rejeitos em: <i>backfill</i> , estradas, construções; maior uso de métodos não invasivos de mineração e métodos alternativos; melhores maneiras de locação dos rejeitos;
efluentes hídricos	repovoamento de lagos, como adubo; tratamento químico: neutralização, polimento biológico, precipitação, oxidação, redução, troca iônica;	uso de perfurador úmido ou barreiras físicas e coleta de pó, mais reciclagem; polimento biológico;
emissão de pó na atmosfera	borrifar água, estradas compactadas, cobertura de substâncias perigosas; coletores de poeira de baixa eficiência, como ciclones; coletores de poeira de média eficiência, como barreiras físicas; coletores de poeira de alta eficiência, como filtros e precipitação eletrostática;	uso efetivo de equipamentos de contenção de poeira, particularmente aqueles que detém partículas inferiores a 10mm;

Fonte: Modificado de RIPLEY *et al.* (1996)

As emissões de fluidos e partículas sólidas à hidrosfera resultantes da fase de extração podem contaminar a água de chuva, as águas de superfície, e os aquíferos, além da água usada para umedecer estradas e pátios. Quando esta água entra em contato com o material escavado e o próprio minério, capta partículas podendo provocar a oxidação de alguns de seus compostos ou sua redução e dissolução, inclusive formando ácidos ou álcalis. Quando alcança corpos de água, como rios ou lagos, esta água pode causar sedimentação ou turvação indesejável, sua composição química pode ter efeitos tóxicos na vegetação e nos animais e pode, ainda, alterar regimes de temperatura. Estes problemas são evitados pelo uso de lagoas de ajuste (barragens de rejeitos) e por tratamento químico da água antes de seu lançamento na drenagem natural (RIPLEY *et al.*, 1996).

As emissões atmosféricas desta fase da mineração são provenientes da ação de vento sobre o material escavado e pilhas de minério e de rejeito. Outras

fontes incluem sistemas de ventilação de minas subterrâneas, movimento do maquinário e descarga de gases provenientes de seu funcionamento, e reações como oxidação ou deteriorização radioativa do minério. A fase de extração produz partículas grandes e com dispersão limitada e afetam, principalmente, os trabalhadores da mina e, ocasionalmente, os residentes locais. A consequência mais séria, nas condições atmosféricas, é a chuva ácida.

Embora muitos dispositivos estejam disponíveis para a coleta de emissões de partículas à atmosfera, para a remoção de substâncias indesejáveis do ar e da água, estas atividades não encerram o problema. O material removido, normalmente sólido, deve, ainda, ser descarregado ou contido, por poder ser quimicamente reativo. Isto é, às vezes, difícil por serem, as partículas envolvidas, de tamanho muito reduzido.

Os efeitos ambientais potenciais dos métodos mineiros não invasivos são relativamente secundários. Pode-se considerar, como o mais indesejável deles, a subsidência devido à remoção de material do subterrâneo sem *backfill* ou pilares de apoio, poluição do ar por gases subterrâneos e operações de combustão, e poluição de água *in situ*, por lixiviação devido a vazamentos e descargas. O interesse em métodos menos nocivos pode impulsionar o desenvolvimento de tecnologias não invasivas mais efetivas.

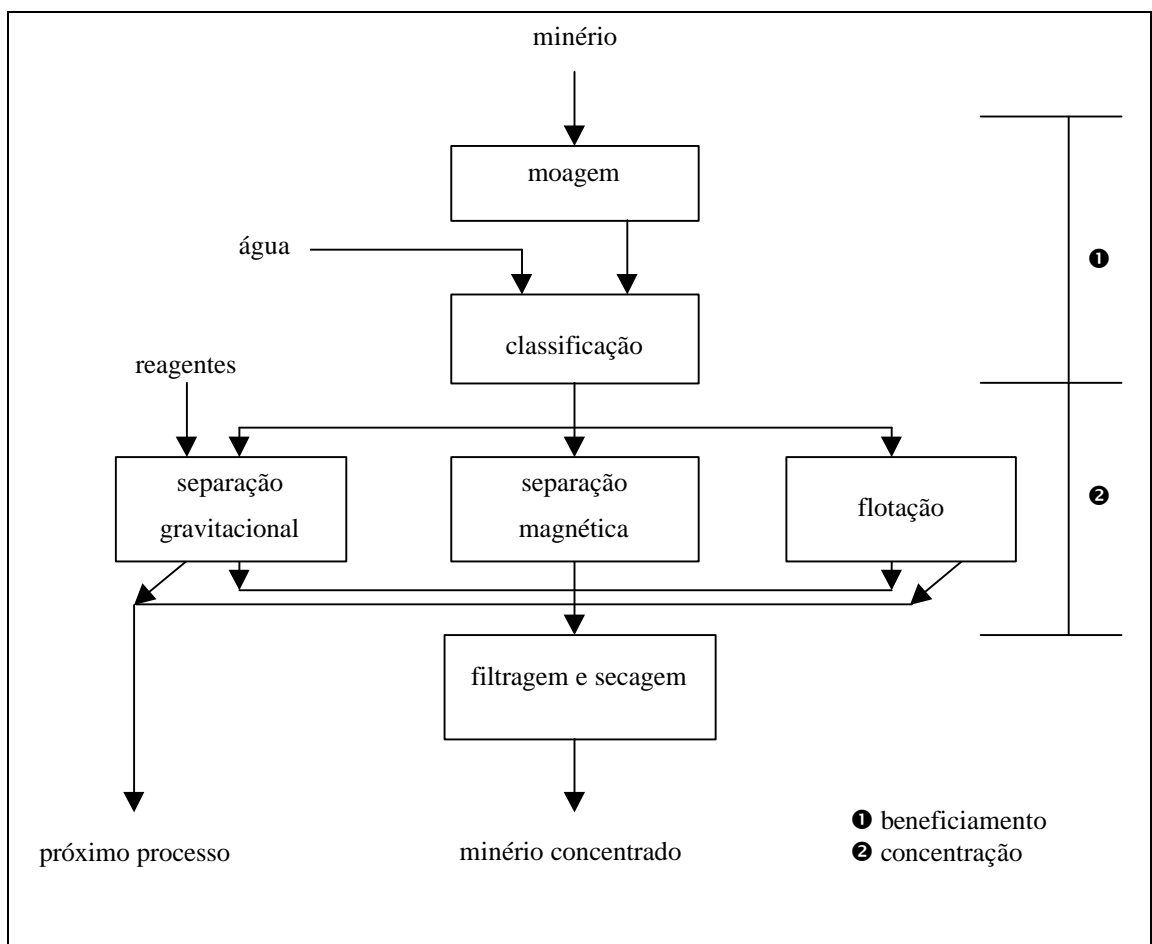
O conceito de extração mineral como uso provisório da terra está começando a ganhar aceitação. A resistência a este conceito permanece muito alta em área cuja mineração tenha grande vida útil.

2.2.1.2 – BENEFICIAMENTO

Os depósitos metálico-minerais explorados em décadas passadas eram de teor suficientemente alto de modo que o minério era pouco refinado diretamente ou não recebia nenhum refinamento. Nas minas atualmente em atividade, a maioria dos depósitos de alto teor já encontram-se exauridos, de forma que o minério encontrado apresenta apenas poucos porcentos de metais básicos, e menos ainda de metais preciosos. Os minérios que estiverem muito diluídos, para

serem diretamente refinados devem ser preparados pelas operações de beneficiamento. Outros minérios, como sais e muitos minerais industriais, têm teor normalmente alto, mas requerem a remoção de várias impurezas antes de estarem prontos para serem comercializados.

Beneficiamento é a preparação do minério para as fases subsequentes como a fundição e o refinamento. O beneficiamento remove componentes do minério não desejados e aumenta a concentração do mineral desejado para, assim, alterar as propriedades físicas do minério, como tamanho das partículas e teor de umidade. A fase de beneficiamento é feita principalmente através da moagem, normalmente realizada perto da escavação por causa do alto custo do transporte, de grandes quantidades de material de baixo valor. A Figura 1 sintetiza a fase de beneficiamento.



Fonte: Modificado de RIPLEY *et al.* (1996)

Figura 1: Seqüência simplificada da fase de beneficiamento.

2.2.1.2.1 – EFEITOS AMBIENTAIS DA FASE DE BENEFICIAMENTO

Os principais efeitos ambientais dos vários processos que formam a fase de beneficiamento são sintetizados no Quadro 4. Os procedimentos variam de mina para mina e dependem das características do corpo de minério e da política da empresa, sendo que muitas já empregam os procedimentos classificados como avançados.

Quadro 4: Procedimentos para a mitigação dos principais efeitos ambientais da fase de beneficiamento

Efeitos	Procedimentos mitigantes	
	Tradicionais	Avançados
resíduos sólidos	uso de backfill;	remoção de ferro e enxofre antes de depositá-los no solo ou na água;
	uso industrial;	melhor uso como backfill; melhor uso industrial
rejeito líquido	alguns tipos de reciclagem e recuperação;	melhor reciclagem e recuperação;
	barragens de rejeitos e tratamento antes do lançamento nos cursos d'água;	tratamentos melhores e mais efetivos antes do lançamento nos cursos d'água; redução da quantidade de água usada;
emissões atmosféricas	mínimo; dispositivos de coleta de partículas	maior uso de dispositivos para a coleta de partículas; cobertura do material no transporte; cobertura das pilhas de estéreis; completo controle das emissões de substâncias nocivas como o asbesto, combinado a um eficiente programa de monitoramento;

Fonte: Modificado de RIPLEY *et al.* (1996)

A maioria das emissões atmosféricas, que são resultantes da fase de beneficiamento, surgem do transporte, moagem e secagem do minério, além das provenientes dos métodos de separação. Tais emissões podem ser reduzidas, consideravelmente, através da diminuição da manipulação e exposição ao ar do material beneficiado e pelo uso de linhas de processo totalmente fechadas (ASKLOF, 1974). Uma vez criadas, as partículas podem ser removidas do ar, pelo uso de dispositivos como aumento da umidade, barreiras físicas e

eletrostáticas, precipitadores, coletores mecânicos e filtros (DOWN e STOCKS, 1977, citados por RIPLEY *et al.* 1996). Embora seja relativamente fácil atacar fontes pontuais de poluição atmosférica, torna-se muito mais difícil controlar emissões dispersas como a manipulação do minério seco muito triturado. Mesmo sendo difícil e caro avaliar e administrar emissões dispersas, consideráveis reduções podem ser conseguidas através do projeto de instalação da mina e medidas internas (HELMING, 1976).

Danos maiores, ou mais visíveis, dão-se na hidrosfera e não na atmosfera. Uma grande fração dos reagentes e a água usada no processo pode ser reciclada.

2.2.1.3 – PROCESSAMENTO METALÚRGICO E REFINAMENTO

O processamento metalúrgico e o refinamento incluem todo o tratamento que o minério recebe depois de sua extração e beneficiamento. A maior parte deste tratamento, envolve mudanças na natureza química dos minerais lavrados.

Com algumas exceções, o processamento metalúrgico e o beneficiamento envolvem o isolamento do metal de componentes à base de enxofre, óxidos, silicatos, carbonatos ou outras combinações. Estes tipos de processos são chamados de metalurgia extrativa e podem ser divididos em três grupos: pirometalurgia, no qual são usadas temperaturas elevadas para ajudar a reação de extração; hidrometalurgia, no qual um solvente líquido é usado para lixiviar o metal do minério; e eletrometalurgia, no qual é usada energia elétrica para efetuar a dissociação do metal em solução aquosa.

2.2.1.3.1 – EFEITOS AMBIENTAIS DO PROCESSAMENTO METALÚRGICO

Assuntos discrepantes como tecnologia, economia e responsabilidade ambiental, são tratados sob o termo “avaliação total” (RIPLEY *et al.*, 1996). O que está implícito é que não deveria ser restringida a avaliação dos custos de uso de uma determinada tecnologia ao capital direto da companhia, como

manutenção e despesas operacionais. Deveriam, também, ser incluídos os custos à sociedade pelo uso de determinada tecnologia, de modo a reparar danos ambientais, restando, assim, o local para um estado útil, além de computar os custos de “artigos grátis” como ar e água. Os principais efeitos ambientais da fase de processamento, são resumidos no Quadro 5.

Quadro 5: Procedimentos para a mitigação dos principais efeitos ambientais da fase de processamento

Efeitos	Procedimentos mitigantes	
	Tradicionalis	Avançados
resíduos sólidos (provenientes da hidrometalurgia e escória)	disposição no solo, em corpos d'água e no mar; pouco uso como backfill e industrial;	disposição mais eficiente para minimizar impactos ambientais; maior uso como backfill e outros usos; remoção de substâncias potencialmente perigosas antes da disposição final dos rejeitos;
distúrbios em aquíferos	reparação após o dano;	<i>design</i> e planejamento adequados da mina;
gases e partículas na atmosfera	extração de enxofre (elemento e formas ácidas); dispositivos de coleta de pó; produção <i>cutbacks</i> ou <i>shutdown</i> ; pilhas de estéreis altas;	extração de enxofre intensificada; maior uso de dispositivos de coleta de pó; desenvolvimento de novos processos com menor emissão de poluentes e rejeitos com maior potencial de uso;
perda de energia	parte da energia liberada na pirometalurgia é usada no processo;	existem muitas possibilidades para a redução do consumo de energia na hidrometalurgia e eletrometalurgia e para uma maior captura de rejeitos da pirometalurgia;

Fonte: Modificado de RIPLEY *et al.* (1996)

A emissão atmosférica de dióxido de enxofre proveniente do processo pirometalúrgico é o efeito mais conhecido e, sem dúvida, o mais significativo porque, se não controlado, conduz à chuva ácida. Alguns dos usos mais novos para enxofre são encontrados em pré-moldagem e espuma; no concreto e no asfalto; como ingrediente em tintas e revestimentos; como fertilizante; no tratamento de rejeitos; em processos petroquímicos e pilhas.

O dióxido de enxofre é um dos maiores contaminantes e age em escalas regional e internacional. Ele é produzido naturalmente por eventos como

erupções vulcânicas e através de várias atividades industriais, principalmente na fundição e na combustão de combustíveis fósseis, particularmente o carvão, que tem um alto teor de enxofre.

O principal contaminante da litosfera desta fase é a escória. Enquanto uma parte deste material está sendo reciclada ou é novamente beneficiada para valores secundários, ainda há uma quantidade considerável que vai amontoando-se. A indústria agora reconhece que a transformação de rejeitos da fundição em subprodutos é uma prática ambientalmente sadia e têm vantagens financeiras (KOSUB, 1991). Novos usos potenciais, como substitutos de determinados minerais industriais, têm sido objeto de estudos recentes (ESMERIL, 1975, citado por RIPLEY *et al.*, 1996). Quando a disposição é o único recurso possível, o local de disposição deve ser escolhido cuidadosamente, e um programa de estabilização, seguido pela recuperação da área, é o procedimento lógico, segundo BRADSHAW e CHADWICK (1980, citados por RIPLEY *et al.*, 1996).

Há algumas emissões diretas à hidrosfera nesta fase de processo. A água está envolvida na maioria dos processos hidrometalúrgicos e eletrometalúrgicos, sendo reciclada em grande escala (TATE e SCHARF, 1989a, citados por RIPLEY *et al.*, 1996) logo, este tipo de descarga ao ambiente se dá por derramamentos e vazamentos. Um estudo dos efeitos de rejeitos da fundição despejados no Rio Columbia (Canadá) mostrou que, enquanto a escória teve pequeno efeito na qualidade de água, a água usada na fundição aumentou a dureza da água do rio como acontece com a adição de cálcio, sulfato, fosfato, e zinco (REEDER, 1971).

No Quadro 6, são comparados os três métodos metalúrgicos sob a perspectiva de efeitos que causam ao ambiente. Na prática, a eletrometalurgia é sempre usada em conjunto com um dos outros dois, de forma que a escolha normalmente se dá entre a pirometalurgia e hidrometalurgia. Em situações onde fatores físicos influenciam esta escolha, há um intercâmbio entre os dois métodos, de modo a tornar o processo econômico e ambientalmente viável. A escolha é complexa e envolve muitos fatores. HAWLEY (1974, citado por

RIPLEY *et al.*, 1996) discute os dois processos em detalhes e conclui que, do ponto de vista ambiental, a hidrometalurgia é o caminho a seguir.

Quadro 6: Efeitos ambientais de alguns métodos metalúrgicos

Métodos metalúrgicos	Vantagens ambientais	Desvantagens ambientais
pirometalurgia	pouco desperdício de água; pouca energia requerida;	requer maior demanda da fase de beneficiamento; Emissão de dióxido de carbono; ambiente pouco agradável de trabalho;
hidrometalurgia	pouca descarga ao meio ambiente se executado em circuito fechado;	soluções danosas podem ser liberadas ao ambiente; muita energia é requerida;
eletrometalurgia	produtos com alto teor de pureza; possibilidade de alto grau de descontrolo;	requer grande quantidade de energia; produção de misturas eletrolíticas e alguns gases tóxicos; há a possibilidade de despejo de rejeitos químicos à hidrosfera; é, geralmente, usado em conjunto com a pirometalurgia ou hidrometalurgia;

Fonte: Modificado de RIPLEY *et al.* (1996)

Embora a hidrometalurgia venha sendo amplamente utilizada, KELLOGG (1981, citado por RIPLEY *et al.*, 1996) estima que mais que 95% da produção mundial de todos os metais – incluindo mais de 50% de metais não-ferrosos – são fundidos através da pirometalurgia.

Emissões de particulados e óxidos de enxofre podem ser e, em muitos casos são, reduzidos a uma porcentagem pequena dos valores não controlados. A energia requerida pela pirometalurgia é suprida pela oxidação do enxofre contido no minério e é muito menor que a necessária para a hidrometalurgia. Há evidências que *designs* inovadores podem reduzir o volume de gases deletérios que conduzem não só à minimização dos efeitos ambientais como também a uma operação mais eficiente. Quatro práticas para este fim foram recomendadas por KELLOGG (op. cit.):

1. uso de oxigênio em lugar de ar, para oxidação mais completa;
2. uso intensivo de esquemas de reação, como *flash*, injeção e fundição por ciclone;

3. uso de concentrações de sulfeto como parte da provisão de energia para o processo; e
4. esquemas de processos contínuos para substituir processos em série.

O uso de oxigênio reduz o uso de combustível adicional e elimina os contaminantes produzidos por sua combustão. Ao mesmo tempo, são produzidos menos gases com alta concentração de dióxido de enxofre. Pesquisas também estão progredindo em tais áreas como a recuperação de vestígios de elementos provenientes do refinamento e outros processos e a aplicação de modelos matemáticos e sistemas para melhorar a eficiência das operações metalúrgicas (KOSUB, 1991 e PAREKH *et al.*, 1991).

A grande quantidade de calor gerada por processos pirometalúrgicos é liberada, freqüentemente, à atmosfera, porém, algumas operações podem recuperar muito do calor proveniente da fundição (SNELGROVE e TAYLOR, 1989, citados por RIPLEY *et al.*, 1996). O calor é, normalmente, usado na geração de eletricidade.

Problemas associados à hidrometalurgia também podem ser direcionados. Uma das principais áreas de pesquisa é o desenvolvimento de metodologia de lixiviamento para reduzir custos e converter contaminantes indesejáveis em formas comerciais. Assim o dióxido de enxofre pode ser convertido em enxofre elementar que, mesmo assim, merece atenção considerável. O uso de outros oxidantes, como peróxido de hidrogênio e oxigênio, é também pesquisado para uso com chumbo, ouro e prata. Oxidação bacteriana, por meio da bactéria *Thiobacillus ferrooxidans* (McCREADY, 1986b, citado por RIPLEY *et al.*, 1996) é também uma alternativa.

2.2.1.4 – RECUPERAÇÃO DA ÁREA DEGRADADA

A mineração de corpos finitos de minério, leva-os, inevitavelmente, à exaustão. Em alguns casos, a exploração total se dá em menos de 5 anos; em outros, mais de 20. A vida útil de uma mina pode ser estendida se novas tecnologias e/ou maior preço de mercado permitem a exploração de uma menor

quantidade de minério ou se, na exploração local, encontra-se mineralização adicional, mas, inevitavelmente, a operação chegará a um fim. A moagem e a fundição também apresentam vida útil finita, geralmente maiores que a das minas, pois podem processar materiais provenientes de várias minas em vários estágios de seu ciclo de vida.

Historicamente, quando as operações mineiras chegam ao fim de sua vida útil, elas são abandonadas – áreas degradadas, depósitos de rejeitos, e a infra-estrutura são raramente recuperadas (RIPLEY *et al.*, 1996). Como resultado, tem-se a alteração da superfície topográfica, drenos superficiais e sub-superficiais, distúrbios na vegetação e no solo, além do abandono de estradas e das construções utilizadas neste processo. Esse comportamento não é aceitável e a cobrança vem aumentando no sentido de tornar esta área apta a outros usos, como para armazenamento de líquidos ou rejeitos secos; viveiros de horticultura e até atração turística (BOIVIN, 1989, citado por RIPLEY *et al.*, 1996).

Segundo BRATTON (1987, citado por RIPLEY *et al.*, 1996), a legislação, muitas vezes, requer, para os trabalhos mineiros, construções locais e que as áreas com distúrbios sejam retornadas, no mínimo, a um estado tal que suporte a vida animal e vegetal ou que seja, por outro lado, produtiva ou útil ao homem, no mínimo, no grau que apresentava antes de ser degradada. Em terreno montanhoso, por exemplo, onde a inclinação é muito íngreme, muitas vezes há instabilidade, severa erosão e, portanto, um retorno ao relevo original não é possível (BELT *et al.*, 1989, citado por RIPLEY *et al.*, 1996). Nestas circunstâncias, assim como para muitas pedreiras e minas de superfície, que moldam uma nova topografia, o uso de uma abordagem arquitetônica diferente é mais praticável (HALL, 1987).

No caso de terras férteis, a meta é retornar a área ao seu potencial produtivo ou a um nível ainda melhor. A área pós-mineração pode vir a ser mais produtiva depois de minerada (RIPLEY *et al.*, 1996).

A restauração dessas áreas é, normalmente, complicada pela drenagem ácida e alta concentração de substâncias tóxicas. Processos de recuperação de

áreas degradadas pela mineração vêm sendo desenvolvidos por SWIGARD e RAMANI (1986). Estes processos são baseados na avaliação de vários fatores naturais – incluindo topografia, clima e características do solo – em relação a fatores culturais, como o tamanho da área de influência, o relevo e a acessibilidade.

A recuperação da área é um processo que promove a conservação do solo e/ou seu melhoramento, assim como o melhoramento da produtividade da área degradada. De acordo com PETERSON e ETTER (1970), isso envolve três fases: pré-planejamento do uso do solo; operações físicas para alcançar uma topografia adequada, se necessário; e revegetação natural ou assistida e subsequente monitoramento da área recuperada.

Enquanto a restauração é centrada nos danos causados à área, é importante lembrar que a mineração também afeta outras áreas – danos aos corpos d'água, riscos à saúde humana, à propriedades e à vida selvagem, além de danos estéticos. HOGG (1971) definiu restauração como a mitigação desses efeitos deletérios. Essa abordagem demanda uma visão compreensiva do assunto, enfatizando a inter-relação entre as várias esferas de influência. A poluição do solo e da água, por exemplo, afeta um ao outro através de vários processos dispersos; a restauração de uma área degradada beneficia todo o entorno (JACKSON, 1995, citado por RIPLEY *et al.*, 1996).

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente – IBAMA (1990) relaciona alguns termos importantes no que diz respeito ao tratamento do meio ambiente. São eles:

- Degradação: a degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou enterrada; e a qualidade e o regime de vazão do sistema hídrico forem alterados. A degradação ambiental ocorre quando há perda de adaptação às características físicas, químicas e biológicas e o desenvolvimento sócio-econômico é inviabilizado.

- Recuperação: significa que o sítio degradado será retornado a uma forma e utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo. Implica que uma condição estável será obtida em conformidade com os valores ambientais, estéticos e sociais da circunvizinhança. Significa, também, que o sítio degradado terá condições mínimas de estabelecer um novo equilíbrio dinâmico, desenvolvendo um novo solo e uma nova paisagem – uma nova utilização para a área degradada.
- Reabilitação: é o retorno da área a um estado biológico apropriado (IBAMA, 1990) e pode ser dividida em:
 - ↳ Reabilitação condicional, onde o homem interfere para aumentar, ou agir contra fenômenos naturais (manejos de reflorestamentos e pastagens);
 - ↳ Reabilitação auto sustentável que é o manejo de uma área até atingir um ponto em que a ação não seja mais necessária. Os ciclos de nutrientes são fechados e os componentes da biota estão, razoavelmente, em equilíbrio. Por exemplo, uma floresta com vegetação nativa, dedicada à manutenção da vida selvagem.
- Restauração: é o retorno ao estado original, antes da degradação: situação quase impossível de ser conseguida.

A reparação de danos causados pela mineração – quando a área é retornada às suas condições originais ou a uma alternativa aceitável – é, normalmente, uma proposição satisfatória economicamente, mas requer ações de monitoramento por vários anos.

A prática de recuperação de áreas degradadas é recente se comparada à extração mineral.

2.3 – MEIO AMBIENTE

Os bens minerais são essenciais à qualidade de vida almejada pela humanidade e à sua própria sobrevivência mas é preciso extraí-los com permanente atenção e todo cuidado no que diz respeito ao meio ambiente. A harmonia entre mineração e meio ambiente, em um país de dimensões

continentais como o nosso e de diversidades de realidades sócio-econômicas, ilustram e materializam a própria complexidade do trato adequado deste processo (IBRAM, 1992).

A questão ambiental tornou-se foco de discussão, notadamente a partir da década de 60, com o propósito de promover a mudança do comportamento do homem em relação à natureza, harmonizando, assim, os interesses econômicos e conservacionistas e, conseqüentemente, refletir positivamente junto à qualidade de vida de todos (MILANO, 1990a, citado por SILVA, 1994).

Segundo SILVA (1994, citando MAGRINI, 1989 e CORRÊA, 1990), um dos principais atos visando a mudança do comprometimento do homem em relação à natureza que desencadeou na postura atual, foi a Lei Federal norte-americana denominada *National Environmental Policy Act of 1969* conhecida por NEPA, que discorre sobre os objetivos e princípios da política ambiental dos EUA, exigindo-se para todos os empreendimentos com potencial impactante, a observação dos seguintes pontos:

- identificação dos impactos ambientais;
- efeitos ambientais negativos da proposta;
- alternativas de ação;
- relação entre a utilização dos recursos ambientais no curto prazo e a manutenção ou mesmo melhoria de seu padrão no longo prazo;
- definição clara quanto a possíveis comprometimentos dos recursos ambientais para o caso da implantação da proposta.

RIPLEY *et al.* (1996) comentam as transformações ocorridas no Canadá, o que pode nos dar uma idéia do pensamento mundial. Segundo ele, no início dos anos 80, uma consciência renovada sobre o meio ambiente mobilizou, na forma de melhores coordenadas, esforços para requerer que o governo fizesse pressão para conter a poluição. A indústria da mineração estava começando a reconhecer suas responsabilidades e a trabalhar ativamente para mitigar os impactos por ela causados. Desde a campanha para se controlar a chuva ácida, muitos problemas foram reconhecidos e muitas soluções propostas, testadas, descartadas e

suplantadas. Ainda declaram que todas as perguntas para estas complexas questões são, ainda, imperfeitamente formuladas e que há muito tempo, as atividades mineiras basearam-se em certas suposições que, mais tarde, foram descobertas incorretas. Em muitos casos, tem sido impossível fazer correções ou prevenções, por que isto significa fazer o que, ainda, não se sabe fazer. Por exemplo, a compreensão da chuva ácida, que RIPLEY *et al.* (op. cit) considera o mais sério problema ambiental da indústria mineral, teve início, somente, a partir do início da década de 80.

A indústria da mineração tem mudado, por si só, em resposta à uma maior competição do mercado e à um aumento das expectativas das pessoas comuns e das regulamentações.

No Brasil, SILVA (1998) cita como o primeiro dispositivo legal relevante, ligado à área ambiental, a Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente, tendo sido criado, para executá-la, o SISNAMA: Sistema Nacional do Meio Ambiente – ***“constituído pelos Órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios, dos Municípios e fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental”*** (DNPM, 1984: 162).

A regulamentação da lei supracitada ocorreu em 1983, pelo Decreto Federal Nº 88.351, de 01 de junho de 1983 e instituiu três tipos de licenciamento ambiental (DNPM, 1984):

- LP – Licença Prévia: concedida “na fase preliminar do planejamento da atividade, contendo requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo”;

- LI – Licença de Instalação: é concedida para “autorizar o início da implantação, de acordo com as especificações constantes do projeto executivo aprovado”;
- LO – Licença de Operação: é concedida para “autorizar, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle de poluição, de acordo com o previsto nas licenças Prévia e de Instalação”.

Em 23 de janeiro de 1986, foi adotada a Resolução do CONAMA Nº 01, em que foram estabelecidas as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impactos Ambientais como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (SILVA, 1998). Estados e Municípios podem legislar sobre o meio ambiente, complementando, assim, as Leis Federais.

Na década de 90, RIPLEY *et al.* (1996) considera que a questão não é somente contar os peixes mortos e examinar a composição dos gases expelidos mas sim a contínua necessidade de medir os efeitos provocados por esta atividade impactante e buscar soluções.

A sociedade tem reconhecido que danos irreversíveis não são aceitáveis e estes devem ser reparados, porque o custo ambiental é dividido por todos e não só o setor industrial paga por ele. Estudar possíveis alterações ambientais e maneiras de minimizá-las é a coisa mais sensível a se fazer, porque muitas atividades foram experimentadas legitimamente e com convicção, ou seja, visando o bem estar das pessoas, e depois descobriu-se que foram criados efeitos nocivos a longo prazo. Consequentemente, o pensamento atual é para controlar e corrigir danos, o mais rápido possível, científica e economicamente.

2.3.1 – IMPACTO AMBIENTAL - DEFINIÇÃO

De acordo com a resolução do CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986 (SILVA, 1994), impacto ambiental é assim definido:

“considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afetam:

- i. A saúde, a segurança e o bem estar da população;
- ii. As atividades sociais e econômicas;
- iii. A biota;
- iv. As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;”

SILVA (1998) ainda comenta que é importante compreender que o conceito de impacto ambiental abrange apenas os efeitos da ação humana sobre o meio ambiente, ou seja, não considera os efeitos advindos de fenômenos naturais que se processem lentamente, ou na forma de catástrofes naturais, caso de tornados, erupções vulcânicas, terremotos, etc. A observação dos itens i a iv, demonstra que o efeito também deve repercutir no homem e em suas atividades, o que, inequivocamente, demonstra a forte conotação antrópica dessa definição. Deve ser notado que esta definição apresenta uma falha, exatamente por excluir o aspecto significância, já que considera como impacto ambiental “qualquer alteração ...”, independente de ser ou não significativa.

2.4 – EFEITOS AMBIENTAIS DA MINERAÇÃO

A mineração apresenta vários efeitos decorrentes de sua implantação e das etapas da produção. Estes causados em um compartimento ambiental afetam, necessariamente outros, desencadeando novos processos impactantes. A seguir estão descritas algumas fontes de poluição nos meios físico e biótico e seus respectivos efeitos no meio ambiente, além de algumas medidas para minimizá-los. Alterações positivas e negativas no meio antrópico, também são listadas (IBRAM, 1992).

2.4.1 – MEIO FÍSICO (AR, ÁGUA E SOLO)

2.4.1.1 – AR

São muitas as fontes de poluição do ar, provenientes da mineração, sendo as mais importantes:

- emissão de poeira (lavras da mina, estradas, por arrasto eólico nas pilhas de estéril, etc.);
- emissão de gases e particulados pela área de beneficiamento;
- substâncias minerais no transporte (caminhões, vagões);
- liberação de gases em minas subterrâneas;
- liberação de vapores e fluidos na limpeza e desengraxe de peças e máquinas (solventes e detergentes industriais);
- ruído e vibrações do desmonte de rochas e do trânsito de equipamentos;
- queima e incineração de lixo e resíduos sólidos;

A poluição do ar, proveniente das atividades mineiras, afeta, dentre outras coisas, materiais (abrasão causada por partículas sólidas que colidem com a superfície e a distribuição dos metais em consequência da precipitação de partículas sólidas; ou líquidos corrosivos pela ação de aerossóis ácidos que agem em conjunto com a umidade, a temperatura, a ação da luz solar e a velocidade do ar) e as condições atmosféricas (redução da visibilidade e luminosidade; aumento da temperatura – efeito estufa).

Alguns métodos de controle desse tipo de poluição são:

- aspersão de água;
- proteção contra o arraste eólico: cobertura vegetal ou artificial;
- controle de detonações: velocidade das vibrações, quantidade suficiente de explosivos, etc.;
- enclausuramento e captação de fontes emissoras perigosas;
- ventilação exaustora, diluidora e de refrigeração;
- utilização de equipamentos despoluidores do ar: filtros, ciclones, precipitados, lavadores, separadores, incineradores ...

- cinturão verde: reduz a poluição do ar por gases, poeiras e energia, além da poluição visual, minimizando, assim, o efeito psicológico da agressão ambiental;
- cobertura de pilhas de materiais susceptíveis à combustão espontânea e à liberação de gases;

2.4.1.2 – ÁGUA

A poluição hídrica, na mineração, se origina no carreamento de partículas provenientes de minas, pilhas de estéreis, estradas, pátios, etc.; na disposição direta de estéril e rejeitos em cursos d'água; na disposição de resíduos sólidos não inertes, que podem poluir o lençol freático; no bombeamento de água com carga sólida ou solúvel para rebaixamento do lençol, no turbilhonamento dos aluviões na operação de dragagem; nos lançamentos de esgotos sanitários e óleos das oficinas. A captação indevida de água, assim como o rebaixamento do lençol freático e a interferência em áreas de recarga podem constituir poluição hídrica sob a ótica conjuntural.

A poluição da água na mineração se dá de várias formas:

- utilização como insumo auxiliar em sondagens rotativas (resfriamento);
- movimentação de água de grandes volumes por dragagem;
- movimentação de água em sondagens de leitões de cursos d'água (sonda Banka) e em áreas alagadas (pesquisa de argilas);
- utilização da água em desmonte hidráulico;
- movimentação, por dragagem, de aluviões, rebaixamento de lençol em minas a céu aberto e bombeamento da água em minas subterrâneas;
- aspersão em pátios e vias de acesso (contra o pó);
- operações de beneficiamento;
- movimentação nas operações de disposição dos rejeitos;
- bombeamento de polpa em mineroduto;
- na infra-estrutura (cozinha, higiene pessoal, ...);

Algumas maneiras de controlar-se essa poluição são o uso de técnicas e equipamentos como:

- sistemas de contenção de partículas sólidas:
 - ↳ sistemas de drenagens (drenos);
 - ↳ pilhas de estéril implantadas em local apropriado;
 - ↳ barragens de rejeito: permite a total disposição das partículas sólidas;
 - ↳ monitoramento das obras: novas barragens quando necessário; verificação da qualidade da água que desce dos maciços da barragem; estabilidade das pilhas e das barragens já que o comprometimento de ambos podem provocar sérios danos;
 - ↳ coagulação e floculação: aumentam a velocidade de sedimentação das partículas sólidas;
 - ↳ precipitação de íons: muito usual no controle de sólidos dissolvidos e precipitação de íons por adição de outros compostos químicos;
 - ↳ adequação do pH: vários efluentes brutos têm características bastante ácidas ou básicas. Ajusta-se o pH com produtos químicos;
- flotação de precipitados: é usada quando os precipitados formados são muito instáveis em função do tempo, solubilizando-os rapidamente, ou quando deseja-se separar uma parcela do precipitado com determinada característica de interesse econômico;
- degradação química: degradação de compostos químicos muito fortes;
- adsorção por carvão ativado, remoção principalmente de metais pesados (cromo);
- armadilhas metálicas: muito utilizadas para a redução do mercúrio (mineração de ouro), onde o metal, potencialmente tóxico, fica retido em superfícies de cobre por processos físico-químicos;
- tratamento biológico: uso de bactérias, fungos, algas e protozoários;
- remoção de óleos e graxas: uso de caixas coletoras; estes podem ser reaproveitados no local ou vendidos;

- disposição de resíduos sólidos: além dos inerentes à mineração, tem-se os provenientes das atividades de apoio (lixo);

2.4.1.3 – SOLO

Algumas atividades mineiras que impactam o solo são:

- sondagens;
- lavra;
- disposição de estéreis e/ou rejeitos;
- beneficiamento;
- recuperação da área minerada;

Os impactos decorrentes da exploração mineral podem ser assim resumidos:

- modificação do uso do solo na área da jazida; alteração da paisagem e do perfil topográfico, remoção da flora e da fauna;
- destruição total ou parcial da meso e micro faunas quando da remoção do solo e da cobertura vegetal;
- alteração das biotas aquáticas – barragens de rejeito e mineração de aluvião por dragagem;
- alteração e mistura dos horizontes do solo;
- instabilização das encostas;
- perda e extinção do banco de sementes do solo, prejudicando a volta da vegetação natural;
- subsidência em zonas com minas subterrâneas.

2.4.2 – MEIO BIÓTICO (FLORA, FAUNA E MICRORGANISMOS)

2.4.2.1 – FLORA E FAUNA

A flora e a fauna são, radicalmente afetadas pelas atividades da mineração, desde sua remoção até a impossibilitação de seu retorno – perda do

banco de sementes do solo e conseqüente alteração do ambiente, tornando-o inapropriado para as espécies vegetais e animais nativas.

A poluição do meio físico age sobre a vegetação, dentre outros modos, reduzindo sua capacidade fotossintetizante (folhas cobertas por pó), causando a absorção dos poluentes pelas raízes que do ar vão para o solo, além da penetração de gases ou substâncias solúveis nas plantas.

Sobre os animais, causa perturbações digestivas e respiratórias, parecidas com as reações humanas, dentre outros fatores.

2.4.2.2 – MICRORGANISMOS

Este compartimento do meio biótico é, geralmente, negligenciado na implementação de empreendimentos impactantes, parte por falta de estudos apropriados e parte por ser difícil de ser estudado em grandes extensões, como é o caso. Como não são visíveis, não lhes é dada a devida atenção.

A perda de componentes deste compartimento é, sem dúvida, preocupante, pois, fica clara a perda da biodiversidade e o comprometimento de gerações futuras, contrariando, assim, a definição de desenvolvimento sustentável. É importante, ainda, ressaltar a importância desses organismos para o metabolismo do sistema ecológico e o fluxo de energia.

2.4.3 – MEIO ANTRÓPICO

As atividades mineiras alteram a vida das pessoas próximas ao empreendimento, na medida em que agem sobre a saúde, gerando distúrbios auditivos e alérgicos, por exemplo, mas também propiciam uma mudança nos seus valores, quando atraem para a região:

- melhoria nos equipamentos sociais e comunitários (transporte, saneamento, educação);
- fatores indutores de novos investimentos (transporte, energia elétrica, etc.);
- oferta de empregos direta e indireta;

- qualificação do pessoal que vai trabalhar diretamente no empreendimento;
- aumento da oferta e demanda de bens de consumo e de serviços;

2.5 – GEOPROCESSAMENTO

O termo Geoprocessamento é um conceito global, relacionado às atividades de sensoriamento remoto, cadastros e outros tipos de pesquisa e investigações de campo para capturar dados. SIG é a manipulação desta informação conectada a um banco de dados geográficos, que possui dados espaciais e de atributos. O Geoprocessamento pode ser usado para montar o banco de dados; para manipular, organizar e atualizar as informações é usado um SIG. O SIG pode ser considerado como parte final do Geoprocessamento (CALIJURI *et al.*, 1999).

SIG é uma forma particular de Sistema de Informação aplicado a dados geográficos. Um Sistema de Informação é um conjunto de processos, executados no dado natural, produzindo informações úteis na tomada de decisões. Sistemas de informações geográficas são ferramentas que permitem armazenar, analisar, recuperar, manipular e manejar grandes quantidades de dados espaciais. Os SIGs são técnicas de manipulação de bancos de dados variáveis espacialmente (CALIJURI *et al.*, 1999).

A ferramenta SIG dá o suporte necessário ao gerenciamento de uso do solo, dentre os quais as atividades de exploração mineral estão enquadradas. Através dela é possível determinar a localização de suas áreas e a distribuição espacial, com o uso de dados geograficamente referenciados e dados não espaciais, incluindo operações que dão suporte às análises espaciais. A organização e manipulação desses dados se torna maior à medida em que a área analisada aumenta, daí vem a potencialidade desta ferramenta, onde as aplicações e as análises que podem ser realizadas são tão grandes e diversas quanto a disponibilidade dos conjuntos de dados geográficos.

Um SIG, como qualquer outro sistema, não pode existir por si próprio, ele deve existir num contexto. Deve existir uma organização de pessoas, de certas facilidades e de equipamentos responsáveis pela implementação e manutenção do SIG. O valor da informação depende de alguns fatores, tais como o contexto em que é aplicada, o custo da coleção, armazenamento e apresentação. A informação e sua transmissão são a chave do desenvolvimento de processos e características das sociedades contemporâneas (CALIJURI *et al.*, 1999).

2.5.1 – TENDÊNCIA TECNOLÓGICA

Recordando as três décadas de desenvolvimento do SIG, verifica-se que esta aplicação impõe requisitos específicos, que precisaram ser reunidos antes que o SIG pudesse realmente florescer e consolidar-se.

Embora os desenvolvimentos na década de 1970, como o CGIS - Canada Geographic Information System, tenham acontecido, quando muitos dos requisitos não estavam disponíveis ou, se estavam, a um custo muito alto, os ambientes tecnológicos primitivos certamente apresentaram enormes problemas a quem os desenvolveu.

A natureza exigente da aplicação do SIG está apresentada resumidamente nos tópicos que se seguem:

- interativo: o usuário deve ser capaz de interagir com o sistema computacional, expedindo instruções continuamente e recebendo respostas;
- multiusuário: muitos usuários devem poder acessar o banco de dados geográficos simultaneamente;
- gráfico: o sistema deve ser capaz de permitir a entrada e a saída de dados graficamente, caso contrário seria muito difícil para o usuário trabalhar com informações geográficas;
- volume e velocidade: os conjuntos de dados geográficos freqüentemente são grandes e complexos, necessitando de grandes dispositivos de armazenamento digital; ao mesmo tempo o sistema

deve ser capaz de processar rapidamente grandes volumes e fornecer imediatamente respostas às consultas;

- memória virtual: até recentemente a memória de acesso randômico (RAM) dos sistemas computacionais era muito cara; o desenvolvimento dos sistemas de operação virtual, no final da década de 1970, possibilitou aplicações para processar grandes volumes de dados utilizando comparativamente pouca memória central;
- sistemas de gerenciamento de banco de dados: os SIGs são sistemas de softwares muito complexos e a maioria dos mais poderosos SIGs contemporâneos são projetados para contar com um sistema de gerenciamento de banco de dados (DBMS); os SIGs requerem a rápida apresentação de grande quantidade de dados e acesso às informações através de localizações e atributos e têm havido dificuldades para a natureza multidimensional do dado geográfico (duas ou três dimensões de localização mais os atributos) dentro da estrutura de muitos DBMS;
- custo: a explosão do interesse em SIG nos anos 80 foi devida, pelo menos em parte, à queda constante e significativa no custo da tecnologia computacional nas três últimas décadas.

2.5.2 – PRINCIPAIS SIGs E SUAS CARACTERÍSTICAS

Como exemplo, apresentam-se, a título ilustrativo, os quadros 7 e 8 contendo algumas informações sobre Sistemas de Informações Geográficas comerciais: ArcInfo, ArcView, Idrisi32 e Erdas.

Quadro 7: Potencialidade de alguns SIGs em “Análises Geográficas” (ênfase em análises vetoriais).

** No caso do IDRISI, o processamento de dados vetoriais (topologia, junção de cartas, etc.) pode ser feito pelo software CartaLinx

SISTEMAS	ARCINFO	ARCVIEW	IDRISI **
edição vetorial	☑	☑	☑
geração de topologia	☑	⊗	☑
junção de mapas	☑	⊗	☑
conversão raster-vector	☑	☑	☑
superposição vetorial	☑	⊗	☑
análise multicritério	⊗	⊗	☑
MNT por grades regulares	☑	☑	☑
MNT por triangulação	☑	☑	☑
operações sobre MNT	☑	☑	☑
consulta a bancos de dados	☑	☑	☑
Características: ☑ Processa; ☒ Processa com limitações; ⊗ Não processa.			

Fonte: Modificado de CALIJURI *et al.* (1999)

Quadro 8: Potencialidade de alguns SIGs em “Processamento Digital de Imagens”

SISTEMAS	ARCINFO	ARCVIEW	IDRISI	ERDAS
realce	☑	☑	☑	☑
mosaico de imagens	⊗	⊗	☑	☑
filtragem espacial	⊗	☑	☑	☑
conversão raster-vector	⊗	⊗	☑	☑
classificação por pixels	⊗	⊗	☑	☑
segmentação	⊗	⊗	⊗	⊗
classificação por regiões	⊗	⊗	⊗	⊗
ortoretificação	⊗	⊗	⊗	☑
geração de mapas	⊗	⊗	⊗	☑
restituição	⊗	⊗	⊗	☑
Características: ☑ Processa; ☒ Processa com limitações; ⊗ Não processa.				

Fonte: Modificado de CALIJURI *et al.* (1999)

O mercado de SIGs oferece um vasto conjunto de ferramentas que variam muito em potencialidade e aplicabilidade bem como em custos. Os sistemas comerciais podem variar de US\$300,00 a US\$60.000,00, ou até mais.

3 – MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. – DADOS GERAIS DO MUNICÍPIO

3.1.1 – LOCALIZAÇÃO

O município de Ouro Preto, localizado na Zona Metalúrgica e Campos das Vertentes, Minas Gerais, abrange uma área de 1.249km² (INDI, 1999). O município tem sua localização determinada pelas coordenadas 20°10' e 20°38' de latitude sul e 43°25' e 43°56' de longitude oeste (IBGE, 1977) e apresenta altitude média de 1.440m (INDI, 1999). A Figura 2 mostra sua localização no Estado de Minas Gerais.

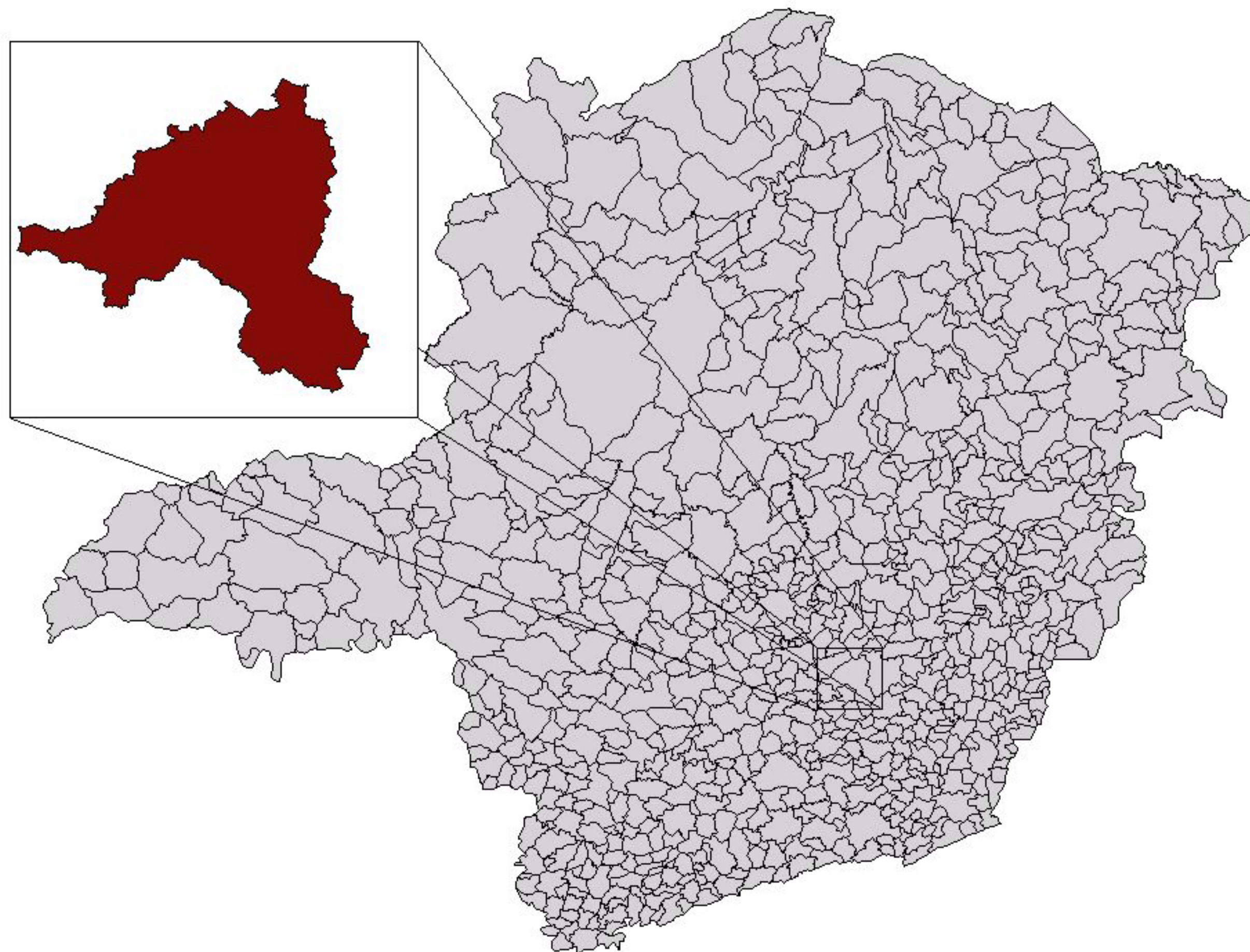
3.1.2 – ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

O meio físico é fator preponderante no condicionamento do desenvolvimento sócio-econômico. O município de Ouro Preto encontra-se localizado em uma região geologicamente complexa e rica sob o ponto de vista dos bens minerais: o Quadrilátero Ferrífero, o que reforça sua tendência às atividades mineradoras.

A compreensão de dados físicos e sócio-econômicos é fundamental para a análise e discussão do desenvolvimento local e da relação mineração e meio ambiente.



Localização de Ouro Preto no Estado de Minas Gerais



100 0 100 200 300 Quilômetros

Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum SAD-69

MINAS GERAIS

LEGENDA

DESENHO DE REFERÊNCIA

Dissertação de Mestrado

"Levantamento Preliminar das Atividades Ligadas à
Extração Mineral na Área Urbana do Distrito Sede
do Município de Ouro Preto"

LABSIGEO - Laboratório de Pesquisa
em Sistema de Informação Geográfica

PPG - EC - UFV

Figura 2 : Localização de Ouro Preto no Estado de
Minas Gerais

3.1.2.1 – GEOLOGIA

Os terrenos do município são constituídos de rochas do Supergrupo Minas, do Supergrupo Rio das Velhas e do Grupo Itacolomi, datadas do Pré-Cambriano, além de rochas graníticas correspondentes ao Complexo Bação.

Ao Complexo Bação correspondem às rochas graníticas que determinam um relevo de colinas, constituindo trechos topograficamente deprimidos em relação às áreas metassedimentares circunjacentes.

O Supergrupo Minas, que ocupa a maior parte do município, é constituído de quartzitos e itabiritos, cuja desigual resistência à erosão determina a existência de topografia acidentada, caracterizada pela presença de cristas arestosas.

O Supergrupo Rio das Velhas, constituído predominantemente por xistos e filitos, corresponde às áreas de relevo de cristas, com vertentes ravinadas e vales encaixados.

Ocupando pequena extensão e sempre superpondo-se ao Supergrupo Minas, o Grupo Itacolomi é constituída principalmente por quartzitos. (MAPA, 1980).

3.1.2.2 – GEOMORFOLOGIA

O município de Ouro Preto está incluído dentro da área do Quadrilátero Ferrífero, sendo limitado pelas serras da Moeda, do Ouro Branco, do Itacolomi e do Caraça, que constituí a extremidade meridional do Espinhaço. Essas serras caracterizam-se por suas escarpas abruptas e seus fortes desnivelamentos (MAPA, 1980).

As cotas altimétricas extremas do município são as de 1 891m, ao norte, na divisa do município de Santa Bárbara, e de 989m na foz do Rio Maracujá (INDI, 1999).

O Quadrilátero Ferrífero constitui uma área com características geomorfológicas peculiares. Localiza-se na parte meridional da Serra do

Espinhaço, entre a depressão SanFranciscana e os planaltos dissecados do Centro sul e do Leste de Minas.

No Quadrilátero encontram-se as nascentes do Rio das Velhas, da drenagem do Rio São Francisco, bem como as nascentes do Rio Piracicaba, um dos principais afluentes do Rio Doce. O condicionamento estrutural do relevo é marcante nessa unidade, e determinou a existência de formas de relevo invertido do tipo sinclinal, suspenso e anticlinal esvaziado, elaboradas sobre estruturas dobradas. São comuns também as cristas estruturais do tipo “hogback” (monticlinal) e extensos escarpamentos erosivos, muitos dos quais condicionados por linhas de falhas. Entre as rochas não controladas pela estrutura, predominam as cristas com vertentes ravinadas e vales encaixados, e as colinas com vales de fundo chato (CETEC, 1983).

3.1.2.3 – HIDROLOGIA

A Serra Geral divide as águas das duas grandes bacias do município: a Bacia do São Francisco e a do Rio Doce.

A Bacia do São Francisco está representada principalmente pelo Rio das Velhas, que aí tem suas nascentes.

A Bacia do Rio Doce ocupa a maior parte da área do município, sendo representada pelos rios Mainart, Piracicaba e Gualaxo. A sede é banhada pelo Ribeirão do Funil, formador do Rio do Carmo. Foi no seu afluente, denominado Córrego do Tripuí, situado a pequena distância da cidade, que se descobriram os "granitos cor de aço" responsáveis pelo povoamento, pelo desenvolvimento inicial e pela própria denominação do município (MAPA, 1980).

3.1.2.4 – VEGETAÇÃO

Do ponto de vista fitogeográfico, observa-se na região o predomínio dos campos altimontanos e rupestres, ocorrendo especialmente nos trechos mais elevados.

As matas semicaducifólias, que outrora abrangiam grande parcela do município, estão hoje restritas às partes medianas das encostas e aos fundos de vales. Resta mencionar os trechos ocupados por cerrados e as áreas de reflorestamento, ambos empregados para o carvoejamento (MAPA, 1980).

3.1.2.5 – CLIMA

No estado de Minas Gerais, segundo Köppen (Programa Geominas, 1998), estão inseridos quatro tipos climáticos:

Quadro 9: Descrição dos tipos climáticos de Köppen.

Tipos de clima segundo a Classificação de Köppen, para o Estado de Minas Gerais	
Aw:	Clima tropical úmido (mega-térmico) de savana, com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura do mês mais frio é superior a 18°C. A precipitação do mês mais seco é inferior a 60 mm e também inferior a 100-P/25, sendo P a precipitação média anual.
Bsw:	Clima seco com chuvas no verão, com precipitações anuais sempre inferiores a 1000 mm e normalmente inferiores a 750 mm.
Cwa:	Clima temperado chuvoso (meso-térmico) com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura do mês mais frio é inferior a 18°C e do mês mais quente superior a 22°C.
Cwb:	Clima temperado chuvoso (meso-térmico) também chamado sub-tropical de altitude. Difere do tipo Cwa pela temperatura média do mês mais quente ser inferior a 22°C.

Fonte: Programa Geominas (1998)

De acordo com Köppen, Ouro Preto insere-se no clima sub-tropical de altitude (Cwb), que apresenta invernos secos e verões brandos.

O quadro 10, a seguir, apresenta dados médios de temperatura e pluviosidade.

Quadro 10: Tabela de temperaturas e pluviosidade.

Temperatura Média Anual (°C)	Temperatura Máxima anual (°C)	Temperatura Mínima anual (°C)	Índice Pluviométrico anual (mm)
17,40	22,60	13,10	2.018

Fonte: INDI (1999)

3.1.3 – DADOS POPULACIONAIS

Quadro 11: População Residente no município de Ouro Preto.

POPULAÇÃO Residente (Habitante) – Ouro Preto – MG		
Ano: 1991		
Sexo	Situação	
	Rural	Urbana
Feminino	7.028	24.854
Masculino	7.336	23.296

Fonte: IBGE (1999)

Quadro 12: População Residente no município de Ouro Preto/Distritos.

População residente (Habitante) – Ouro Preto – MG		
Ano: 1991		
Distrito	Rural	Urbana
Amarantina	1.222	1.302
Antônio Pereira	988	2375
Cachoeira do Campo	1868	4.673
Engenheiro Correia	186	320
Glaura	601	480
Miguel Burnier	1.296	648
Ouro Preto	2.157	35.241
Rodrigo Silva	460	809
Santa Rita de Ouro Preto	4.516	914
Santo Antônio do Leite	284	1.157
Santo Antônio do Salto	476	515
São Bartolomeu	786	231
Rodrigo Silva	460	809

Fonte: IBGE (1999)

3.2 – MATERIAIS

Foram, ainda, utilizadas como suporte para a execução do trabalho:

⇒ Cartas do IBGE (1977) – 1:50.000:

- SF – 23 – X – A – III – 2 (Acuruí);
- SF – 23 – X – A – III – 3 (Itabirito);
- SF – 23 – X – A – III – 4 (Ouro Preto);
- SF – 23 – X – A – VI – 2 (Ouro Branco);
- SF – 23 – X – B – I – 1 (Catas Altas);
- SF – 23 – X – B – I – 3 (Mariana);

⇒ Ortofotocartas da CEMIG (1980) – 1:10.000:

- 42 – 12 – 12;
- 42 – 12 – 16;
- 42 – 12 – 20;
- 43 – 07 – 09;
- 43 – 07 – 13;
- 43 – 07 – 17;

⇒ Cartas Geológicas, DORR (1969) – 1:25.000:

- Quadricula de Antonio Pereira – plate 8;
- Quadriculas de Mariana e Rio das Bandeiras – plate 10;
- Quadriculas de Ouro Preto e Santa Rita de Ouro Preto – plate 9;
- Quadricula de São Bartolomeu – plate 7;

⇒ GPS (Sistema de Posicionamento Global) – GARMIN, com o modelo matemático SAD 69 (South American Datum` 69) em coordenadas UTM.

⇒ Idrisi32, versão I32.11, Clark University.

⇒ ArcView, versão 3.2. Environmental System Research Institute.

⇒ CartaLinx, versão 1.2, Clark University.

⇒ Geocamp, versão 2.0, desenvolvido por dois pesquisadores do grupo SIGEO – Laboratório de Sistemas de Informação do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa, Eduardo Macedo Bhering e Ligiane Alves de Souza.

3.3 – METODOLOGIA

3.3.1 – ETAPA PRELIMINAR

As informações mapeadas foram separadas, digitalizadas e editadas usando-se o programa Cartalinx 1.2, por tema, em escala municipal (estradas e linhas férreas) e na escala da área em estudo (estradas, altimetria, hidrografia, geologia e cicatrizes). Posteriormente, foram exportadas para o Idrisi 32 para a geração de imagens e análises espaciais.

3.3.2 – ETAPA DE CAMPO

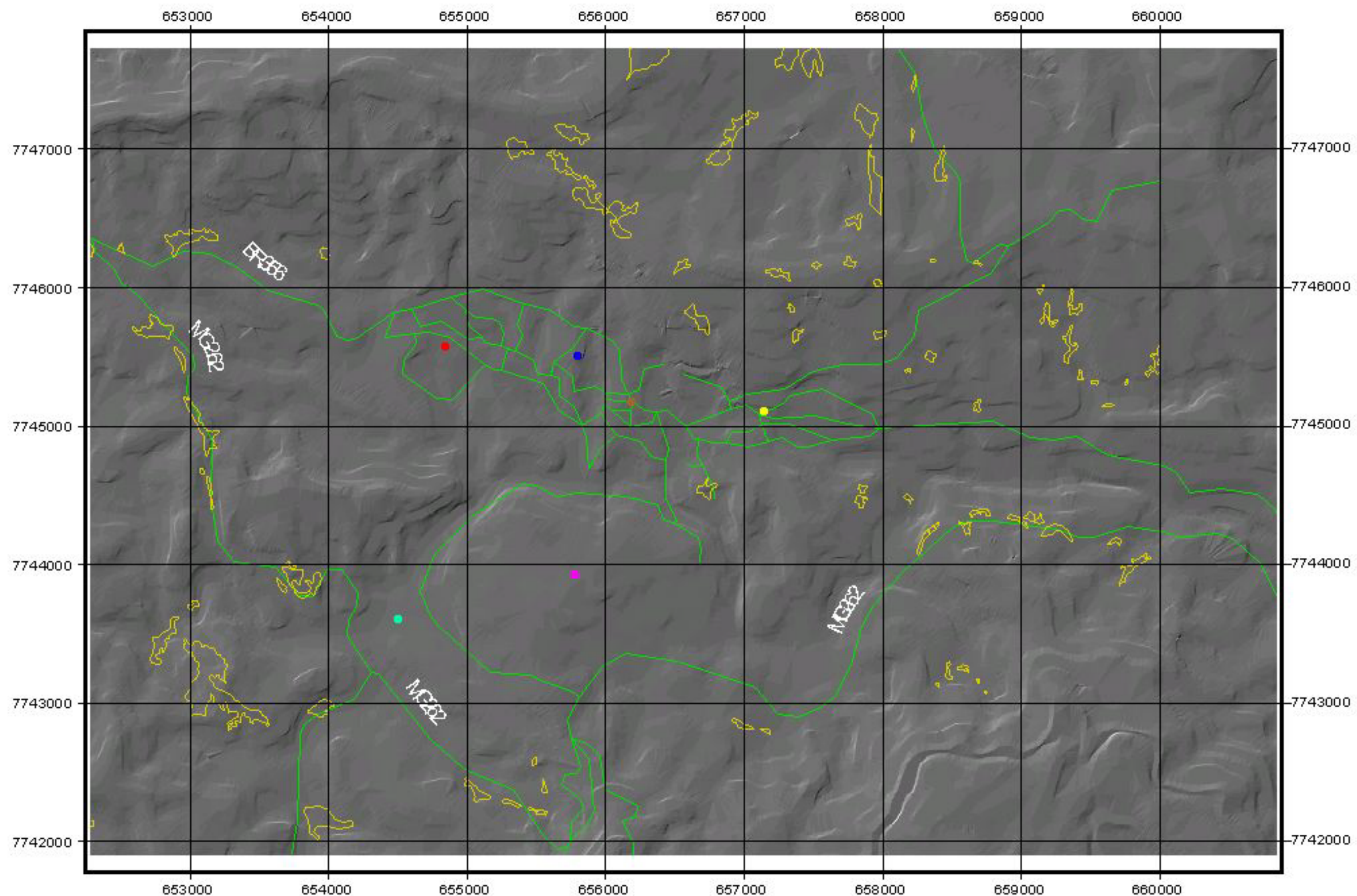
Inicialmente foi realizada a checagem dos dados presentes no mapa temático “cicatrizes”, tema este extraído das ortofotocartas que abrangem o local de estudo que se restringe à área urbana do município de Ouro Preto, com o auxílio do GPS. Como “cicatriz” foi considerada toda área que se destaca nas ortofotocartas que não pôde ser identificada, a priori, devido à escala, podendo ser solo nu ou erosões, dentre outros, mas que não são objetivos deste trabalho. Os objetos de estudo foram as pedreiras, locais de beneficiamento e armazenamento do material explorado, presentes na área delimitada. A Figura 3, apresentada a seguir, mostra as cicatrizes anteriormente citadas e o arruamento, como referência, da área em estudo.

Nesta etapa, foram determinados, além da posição, dados como material explorado, extensão e altura da área explorada, que foram catalogados pontualmente de acordo com a ficha de campo desenvolvida neste trabalho e apresentada, a seguir.

Algumas vezes, a informação pesquisada apresentou grande variedade, por exemplo, em um mesmo ponto amostral a altura variava entre 5 e 20m, o preenchimento do campo altura, tornou-se difícil, já que a altura média não ilustra a realidade, nestes casos, os espaços que se destinam a essa informação permaneceram em branco, assim como os espaços destinados a informações não encontradas em alguns dos pontos estudados.



Cicatrizes



NOVAS CILRAS

LEGENDA

- Sistema Viário
- Cicatrizes
- Igreja Bom Jesus do Matozinhos
- Igreja São Francisco de Paulo
- Praça Tiradentes
- Campus UFOP
- ALCAN
- Igreja Santa Efigênia

DESENHO DE REFERÊNCIA

Município de Ouro Preto

Área de Estudo

Dissertação de Mestrado
"Levantamento Preliminar das Atividades Ligadas à Extração Mineral na Área Urbana do Distrito Sede do Município de Ouro Preto"


LABSIGEO - Laboratório de Pesquisa em Sistema de Informação Geográfica
PPG - EC - UFV

Figura 3: Cicatrizes

400 0 400 800 1200 Metros

Projeção Universal Transversal de Mercator (UTM)
Datum SAD-69

Quadro 14: Ficha de campo

FICHA DE CAMPO		
PONTO Nº: N: ERRO:		DATA: E:
1- Característica: <input type="checkbox"/> bota-fora; <input type="checkbox"/> escavação; <input type="checkbox"/> outros: _____		
2- Geometria do depósito: altura: _____ comprimento: _____ largura: _____ inclinação: _____		
3- Descrição do material: <input type="checkbox"/> rocha: alteração → <input type="checkbox"/> máx; <input type="checkbox"/> méd; <input type="checkbox"/> mín; <input type="checkbox"/> nenhuma; <input type="checkbox"/> blocos: tamanho <input type="checkbox"/> máx; <input type="checkbox"/> méd; <input type="checkbox"/> mín; → <input type="checkbox"/> lascas: tamanho → <input type="checkbox"/> máx <input type="checkbox"/> méd; <input type="checkbox"/> mín <input type="checkbox"/> tipo de solo: _____ <input type="checkbox"/> tipo de rocha: _____		4- Ocorrência de água: <input type="checkbox"/> percolação superficial <input type="checkbox"/> surgências
5- Acidente: <input type="checkbox"/> sim; <input type="checkbox"/> não; Tipo: <input type="checkbox"/> erosão; <input type="checkbox"/> trincas; <input type="checkbox"/> abatimento de pista; <input type="checkbox"/> queda de blocos/lascas; <input type="checkbox"/> instabilidade superficial; <input type="checkbox"/> instabilidade profunda;		
6- Risco <input type="checkbox"/> baixo; <input type="checkbox"/> médio; <input type="checkbox"/> alto; <input type="checkbox"/> latente; <input type="checkbox"/> iminente;		7- Interferências: <input type="checkbox"/> residências; <input type="checkbox"/> rede elétrica; <input type="checkbox"/> vias públicas; <input type="checkbox"/> outras:
8- Medidas necessárias: <input type="checkbox"/> interdição; <input type="checkbox"/> contenção; <input type="checkbox"/> drenagem → <input type="checkbox"/> profunda; <input type="checkbox"/> superficial;		
9- Observações:		

3.3.3 – ETAPA DE LABORATÓRIO

O Modelo Digital do Terreno (MDT) foi obtido, a partir da interpolação TIN (*Triangulated Irregular Networks*), composta dos módulos TIN e TINSURF. O primeiro constrói a rede trianguladora a partir do vetor das curvas de nível e o segundo gera a imagem raster da superfície a partir do modelo TIN e do vetor das isolinhas.

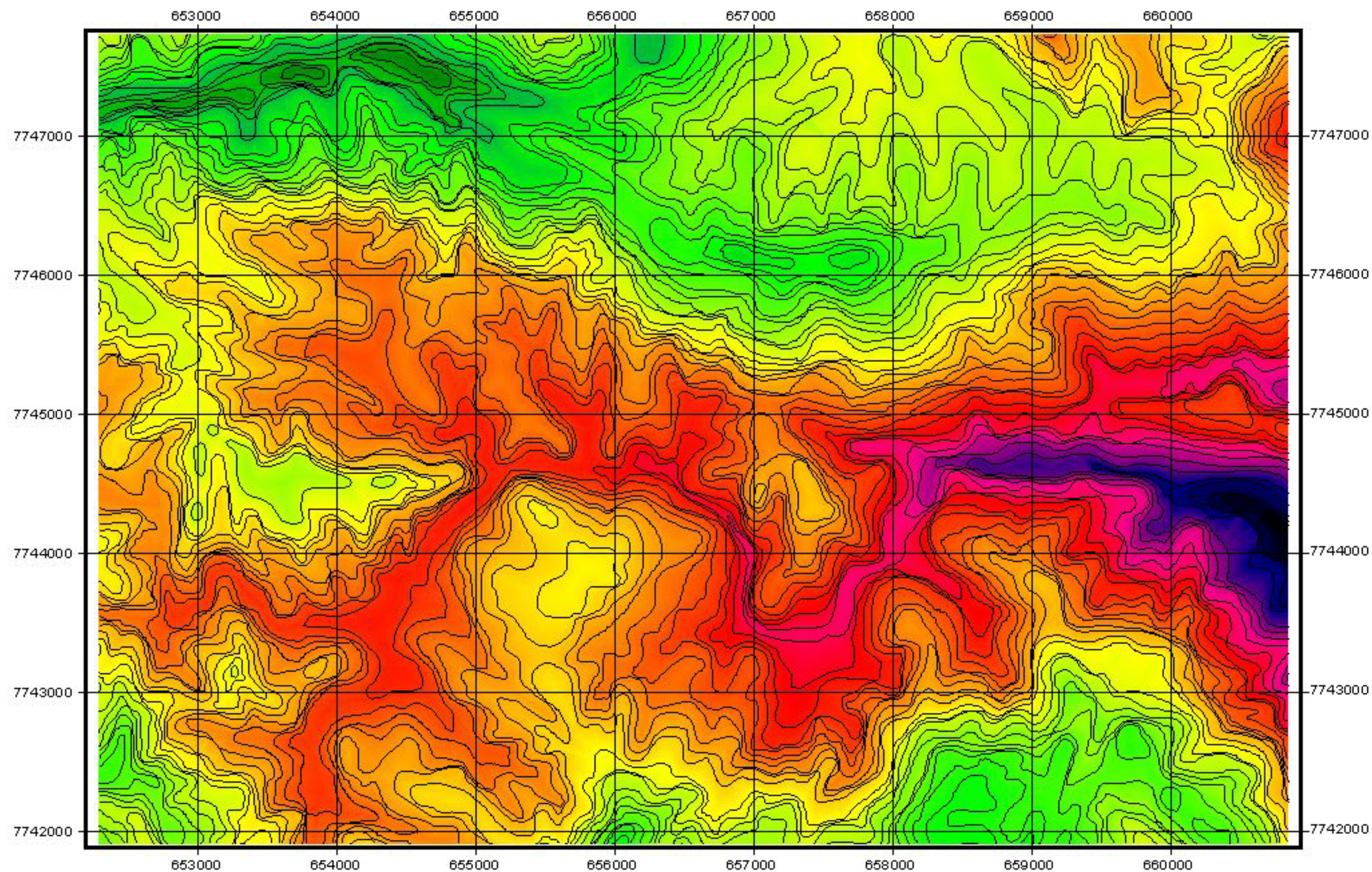
A partir do MDT, apresentado na Figura 4, foi gerada a carta de declividades apresentada na Figura 5, em classes.

Foram gerados, ainda, os seguintes mapas temáticos:

- ❑ Geológico;
- ❑ Hidrográfico;
- ❑ Sistema Viário;



Modelo Digital do Terreno

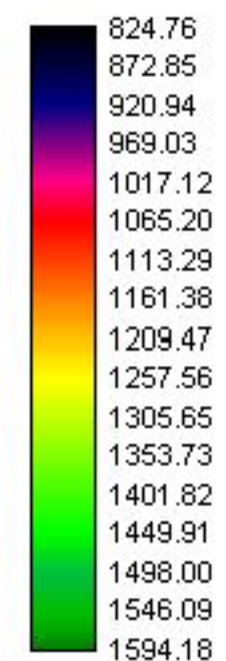


400 0 400 800 1200 Metros

Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum SAD-69

NOVAS CÉLULAS

LEGENDA



DESENHO DE REFERÊNCIA



- Município de Ouro Preto
- Área de Estudo

Dissertação de Mestrado

"Levantamento Preliminar das Atividades Ligadas à
Extração Mineral na Área Urbana do Distrito Sede
do Município de Ouro Preto"

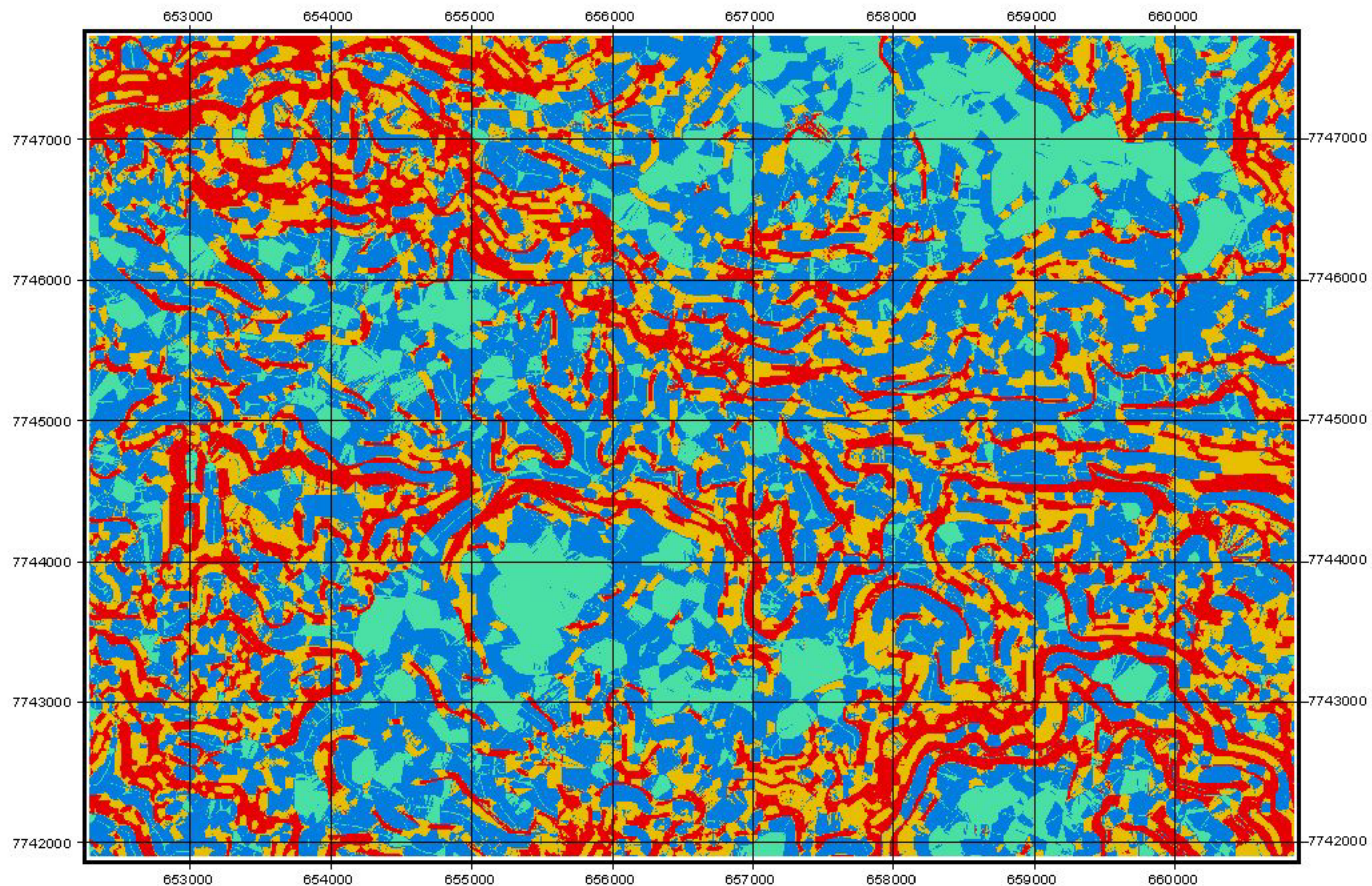
LABSIG ED - Laboratório de Pesquisa
em Sistema de Informação Geográfica

PPG - EC - UFV

Figura 4: Modelo Digital do Terreno



Carta de Declividades

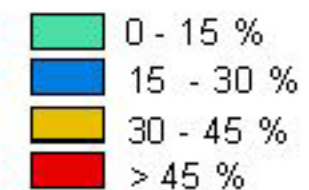


400 0 400 800 1200 Metros

Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum SAD-69

NOVAS GERAS

LEGENDA



DESENHO DE REFERÊNCIA



■ Município de Ouro Preto
■ Área de Estudo

Dissertação de Mestrado

"Levantamento Preliminar das Atividades Ligadas à
Extração Mineral na Área Urbana do Distrito Sede
do Município de Ouro Preto"

LABSIGEO - Laboratório de Pesquisa
em Sistema de Informação Geográfica

PPG - EC - UFV

Figura 5: Carta de Declividades

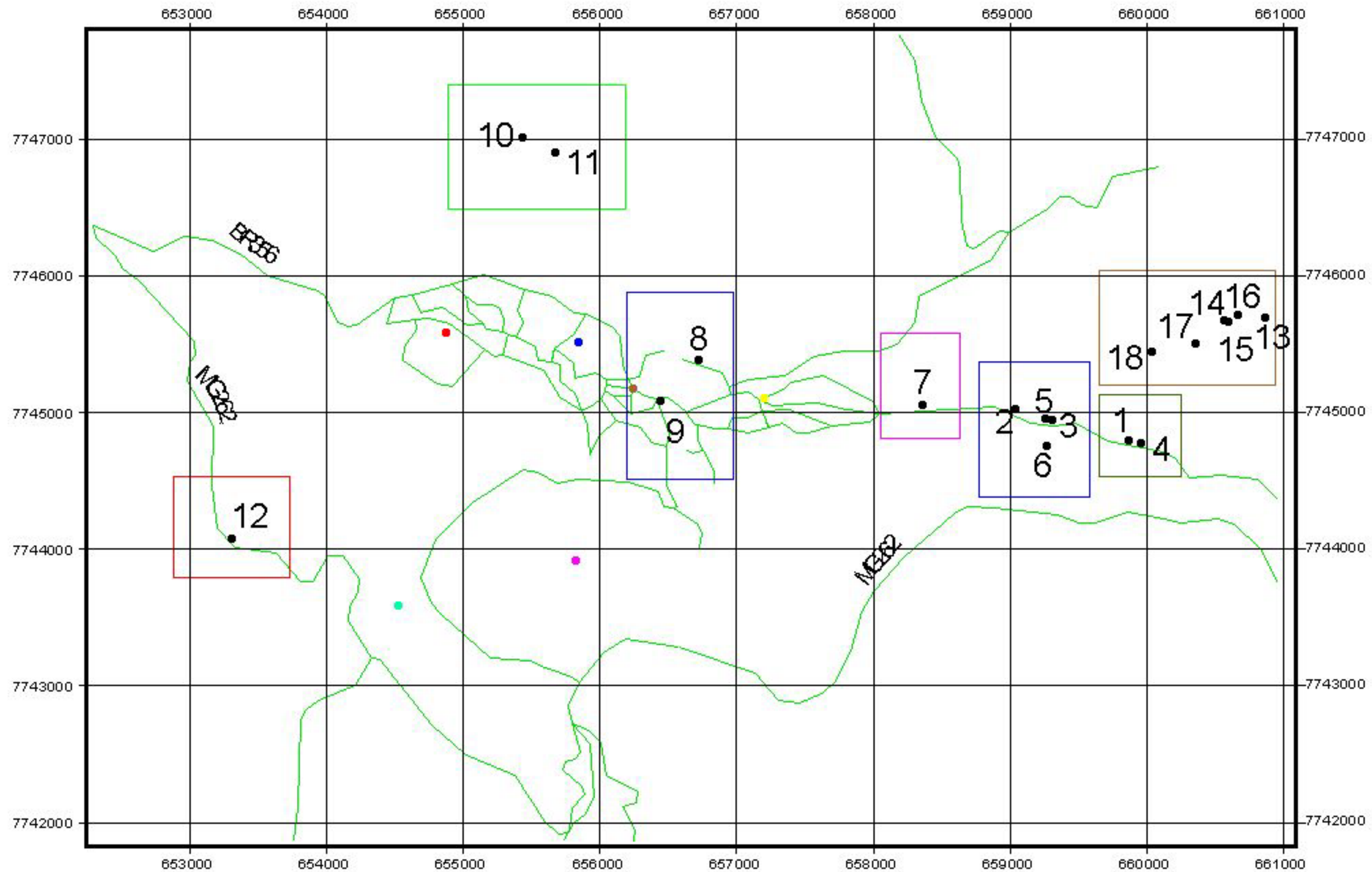
4 – EXTRAÇÃO NA ÁREA URBANA DE OURO PRETO

O trabalho de campo, que se restringiu à área urbana do distrito sede do município de Ouro Preto, englobou seis sub-áreas. A figura 6, a seguir, ilustra estas áreas e os pontos amostrais que as identificam:

- A. depósitos de material rejeitado provenientes de extrações próximas, ao longo da rodovia que liga Ouro Preto a Mariana (pontos amostrais: 1 e 4);
- B. depósitos/beneficiamento de material proveniente de extrações próximas, também ao longo da rodovia que liga Ouro Preto à Mariana (pontos amostrais: 2, 3, 5, 6, 8 e 9);
- C. grande área de extração de quartzito junto ao bairro Taquaral, na porção leste do distrito sede – divisa com o município de Mariana (pontos amostrais: 13, 14, 15, 16, 17 e 18);
- D. grande área de extração de quartzito próximo ao Morro São Sebastião (pontos amostrais: 10 e 11);
- E. pequena área de extração de itabirito alterado – canga, junto, também, à rodovia que liga Ouro Preto à Mariana (ponto amostral: 7);
- F. Mineração Vermelhão (ponto amostral: 12).

Estas seis sub-áreas destacam-se pela total falta de planejamento das atividades de extração, beneficiamento e estocagem do material beneficiado e, também, do rejeitado. Isto, talvez, seja explicado pelos costumes arraigados provenientes do início da exploração de minerais no município, o que deflagrou e motivou sua existência e, também, pela falta de legislação/fiscalização das autoridades pertinentes.

Localização das Sub-áreas de Estudo



- NOVAS GERAIS
- LEGENDA
- Sistema Viário
 - Igreja Bom Jesus do Matozinhos
 - Igreja São Francisco de Paulo
 - Praça Tiradentes
 - Campus UFOP
 - ALCAN
 - Igreja Santa Efigênia
 - Sub-área F
 - Sub-área D
 - Sub-área B
 - Sub-área E
 - Sub-área A
 - Sub-área C



Dissertação de Mestrado
 "Levantamento Preliminar das Atividades Ligadas à Extração Mineral na Área Urbana do Distrito Sede do Município de Ouro Preto"

LABSIGEO - Laboratório de Pesquisa em Sistema de Informação Geográfica
 PPG - EC - UFV



Figura 6: Localização das Sub-áreas de Estudo

4.1 – DETALHAMENTO DAS SUB-ÁREAS DENTRO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1.1 – SUB-ÁREA A

Esta sub-área se caracteriza por pequenos depósitos de rejeitos, provenientes de áreas de extração e beneficiamento de quartzito próximas à rodovia que liga Ouro Preto a Mariana. Estes depósitos localizam-se na borda do *canyon* do Ribeirão do Funil podendo provocar eventuais desabamentos e, assim, o assoreamento deste. A proximidade, de tais depósitos, a uma via de tráfego pesado pode vir a acelerar o processo de desestabilização das bordas do *canyon*.

A área aproximada destes depósitos é 40m². O material retirado segundo a foliação apresenta-se sem alteração e em lascas de tamanhos variados mas que não podem ser aproveitados economicamente. Há percolação superficial proveniente da via de tráfego intenso, que não apresenta sistema de drenagem, e de surgências nos paredões de pedra que existem na região. Existe um risco latente de instabilidade superficial e, como dito anteriormente, a possibilidade da queda de blocos e lascas no *canyon* do Ribeirão do Funil, devido ao empilhamento do material sem planejamento ou critério. Nas proximidades existem interferências como um loteamento e a própria via citada anteriormente.

A Figura 7, abaixo, ilustra esta sub-área (Ponto amostral 1).



Figura 7: Pequeno depósito de rejeito, próximo ao limite Ouro Preto/Mariana.

4.1.2 – SUB-ÁREA B

O caráter que distingue esta sub-área das demais demarcadas para este estudo é, por ser esta, usada como depósito de materiais (quartzito) para beneficiamento junto ao rejeito deste, além do próprio beneficiamento. Dentro dessas pequenas áreas, os locais apropriados para cada fim (Figura 8) – depósito de material a ser beneficiado, depósito dos rejeitos e depósito do material já beneficiado – ficam muito próximos uns dos outros e também muito próximos à via de tráfego pesado, além de residências e pontos comerciais (Figura 9).



Figura 8: Pilhas de rejeitos e material beneficiado sem separação (Ponto amostral 5 – Saída para Mariana).



Figura 9: Material beneficiado e rejeitos próximos a residências e pontos comerciais (Ponto amostral 8 – Saída para Mariana).

Os aspectos gerais são: área variando entre 50 e 180m²; o material, sem alteração, apresenta-se em blocos e lascas, de tamanhos médios e mínimos; possibilidade de acidentes como instabilidade superficial e queda de blocos/lascas sobre a pista, devidos à falta de planejamento.

4.1.3 – SUB-ÁREA C

Jazida classe VII (DNPM, 1984: 24) em forma de cata onde o trabalho é feito por processos equiparáveis ao de **garimpagem**¹ e **faiscação**² (DNPM, 1984: 48, 49), na parte decomposta dos afloramentos dos filões e veeiros, a extração de

¹ **garimpagem** – “trabalho individual de quem utilize instrumentos rudimentares, aparelhos manuais ou máquinas simples e portáteis, na extração de pedras preciosas e minerais metálicos ou não metálicos, valiosos, em depósitos de eluvião ou aluvião, nos álveos de cursos d’água ou nas margens reservadas, bem como nos depósitos secundários ou chapadas (grupiaras), vertentes e altos de morros; depósitos esses genericamente denominados garimpos”

² **faiscação** – “trabalho individual de quem utilize instrumentos rudimentares, aparelhos manuais ou máquinas simples e portáteis, na extração de metais nobres nativos em depósitos de eluvião ou aluvião, fluviais ou marinhos, depósitos esses genericamente denominados faisqueiras”

substâncias minerais úteis, sem o emprego de explosivos, e as apure por processos rudimentares.

A extração de quartzito, **substância de classe II**³ (DNPM, 1984: 67), é feita, principalmente, de forma manual e com o uso de explosivos em pequena escala para a retirada de blocos de grandes dimensões, contrariando, assim, a classificação de cata acima descrita.

Na região onde encontra-se esta lavra, observam-se pequenos fluxos d'água superficiais e um pequeno córrego, que corre sobre uma pilha de rejeitos (Figuras 10 e 11).



Figura 10: Fluxo de água sobre pilha de rejeitos (Ponto amostral 14 – Bairro Taquaral).

³ **substância de classe II** – “ardósias, areias, cascalhos, gnaisses, granitos, quartzitos e saibros, quando utilizados “in natura” para o preparo de agregados, pedra de talhe ou argamassa, e não se destinem, como matéria-prima à indústria de transformação”



Figura 11: Fluxo de água sobre pilha de rejeitos - detalhe.

Os pontos amostrais identificam áreas exploradas entre 45 e 240m², mas a exploração encontra-se dividida dentro de aproximadamente 1.000m². Em razão da grande extensão, dificuldade de acesso e do trabalho de escavação, que eram realizados no momento das visitas ao local, nem todos os focos de extração foram representados como, por exemplo, o mostrado na Figura 12.



Figura 12: Área de difícil acesso (Ponto não amostrado – Bairro Taquaral).

4.1.4 – SUB-ÁREA D

Prolongamento da sub-área C com as mesmas características de extração, exceto pela extensão explorada que é menor, no Morro São Sebastião. A Figura 13 ilustra o local.

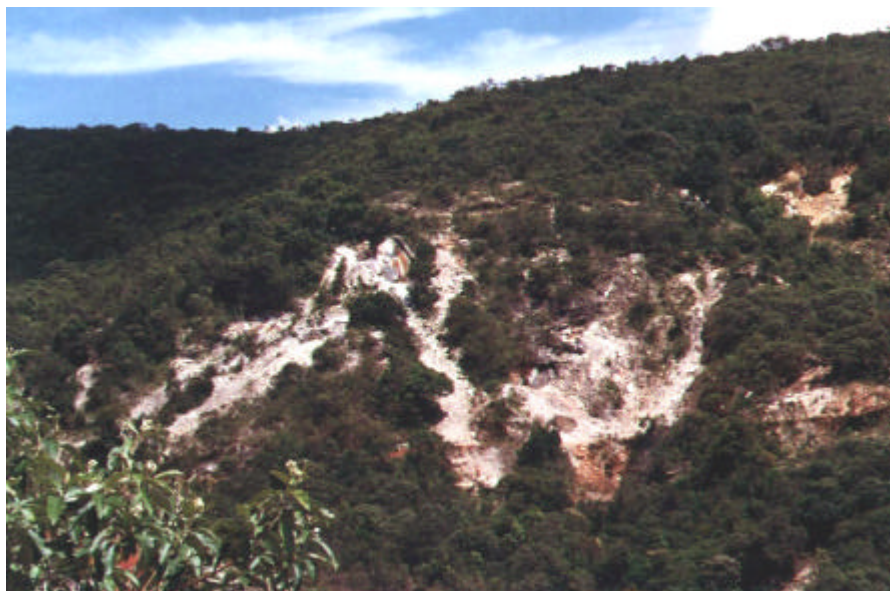


Figura 13: Extração no Morro São Sebastião (Ponto amostral 10).

4.1.5 – SUB-ÁREA E

Pequena área de extração de canga (itabirito alterado) usado na construção civil pelos moradores próximos.

Neste local de aproximadamente 70m², encontram-se blocos de tamanhos médios e mínimos e não apresentam-se surgências. Existe o risco baixo/eminente da queda destes blocos sobre a pista causada pela instabilidade superficial (Figura 14).



Figura 14: Extração de canga (Ponto amostral 7 – Saída para Mariana).

4.1.6 – SUB-ÁREA F

O ponto amostral nº 12 representa a Mineração Vermelhão e não corresponde às coordenadas reais da região, já que a empresa não autorizou um estudo do local. As coordenadas deste ponto foram adquiridas em local próximo à área explorada.

Segundo SANTOS (1998), a ocorrência da Mina Vermelhão é delimitada pelos meridianos $43^{\circ}31'29,3''$ e $43^{\circ}31'54''$ e pelos paralelos $20^{\circ}23'49,4''$ e $20^{\circ}23'53''$. A figura 14 mostra a Mineração Vermelhão e foi obtida na rodovia MG-262.



Figura 15: Mineração Vermelhão (Ponto amostral 12).

4.2 – SÍNTESE DAS SUB-ÁREAS EXPLORADAS

A proximidade das áreas exploradas do centro urbano facilita o escoamento da produção mas, ao mesmo tempo, amplia o mais gritante dos efeitos ambientais provocados pela mineração: a degradação da paisagem.

As sub-áreas denominadas anteriormente como C e D, encontram-se “camufladas” sob a topografia acidentada e, talvez, por isso mesmo, ou seja, por não estarem tão visíveis, apresentem degradação tão ampla. Nestas áreas, a falta de planejamento é enorme e a exploração se dá em várias frentes, o que é explicado pela propriedade da terra ser de várias pessoas (terra proveniente de herança) e por não haver entre elas um acordo para tal exploração. Cada qual administra um pedaço de terra, muito próximo uns dos outros, o que implica na ampliação da área atingida.

A área F, como citado anteriormente, não é aqui melhor detalhada em virtude da não permissão de visitas ao local.

As demais áreas citadas se restringem às margens da rodovia que liga Ouro Preto à Mariana, rodovia esta que tem trechos no eixo tombado como Patrimônio Histórico da Humanidade. Além disso, encontram-se em bairro, atualmente muito populoso, e com perspectivas de crescimento, já que se localiza

próximo ao centro comercial e a sede do município não apresenta muitas alternativas neste sentido.

De acordo com a definição de impacto ambiental, oportunamente citado, observa-se que, de modo geral, as atividades de extração, estocagem e beneficiamento, observadas na área em estudo, vão de encontro a tal definição, ou seja, alteram as propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente; afetam a saúde, a segurança e o bem estar da população, tanto as que trabalham diretamente na extração (pois foram observadas, mas não encontram-se aqui demonstradas, por ser esta, informação relevante mas que vai além dos objetivos deste estudo, as péssimas condições de trabalho oferecida aos operários) quanto das que residem nas proximidades; e afetam, também, além da biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente.

4.3 – RELAÇÃO ENTRE OS PONTOS AMOSTRAIS E A GEOLOGIA

A descrição geológica da área em estudo foi baseada no trabalho clássico de DORR (1969). Procurou-se utilizar, essencialmente, as subdivisões dos corpos litológicos, enfatizando seus contatos. Trabalhos mais recentes como os de ALKMIN *et al.* (1988), CHEMALE JR. *et al.* (1996), ENDO (1997) e outros, tratam do detalhamento das unidades litológicas, os quais propõem novas subdivisões para supergrupos, grupos e formações. Entretanto, os mapas apresentados por DORR (op. cit.) são necessários e suficientes para a caracterização geológica da área e atendem prontamente os objetivos deste estudo.

Os pontos amostrais, localizados dentro das sub-áreas A, B e E, estão representados através do código **mig**, onde predominam dolomitos, calcários, magnesita e itabirito dolomítico, com filitos e quartzitos. Os pontos que identificam a sub-área C, estão, em maior parte, representados por **mcb** (xistos e filitos) e **rnl** (xistos, filitos e rochas metavulcânicas, com pequena quantidade de quartzito, dolomito e formação ferrífera; estão presentes, também, quartzitos **qt**, associado aos filitos, possivelmente do mesmo grupo, e xisto, **sc**). Já os

localizados na D, estão representados por **mcu**, onde prevalecem quartzitos, filitos, com algum conglomerado. O ponto, que mostra a posição da Mineração Vermelhão, está codificado como **ms** mas as minas estão como **mpb** (grafita-xisto, micaxisto e filito.). O Quadro 15 descreve a litologia da área de estudo.

Quadro 15: Descrição litológica da área de estudo

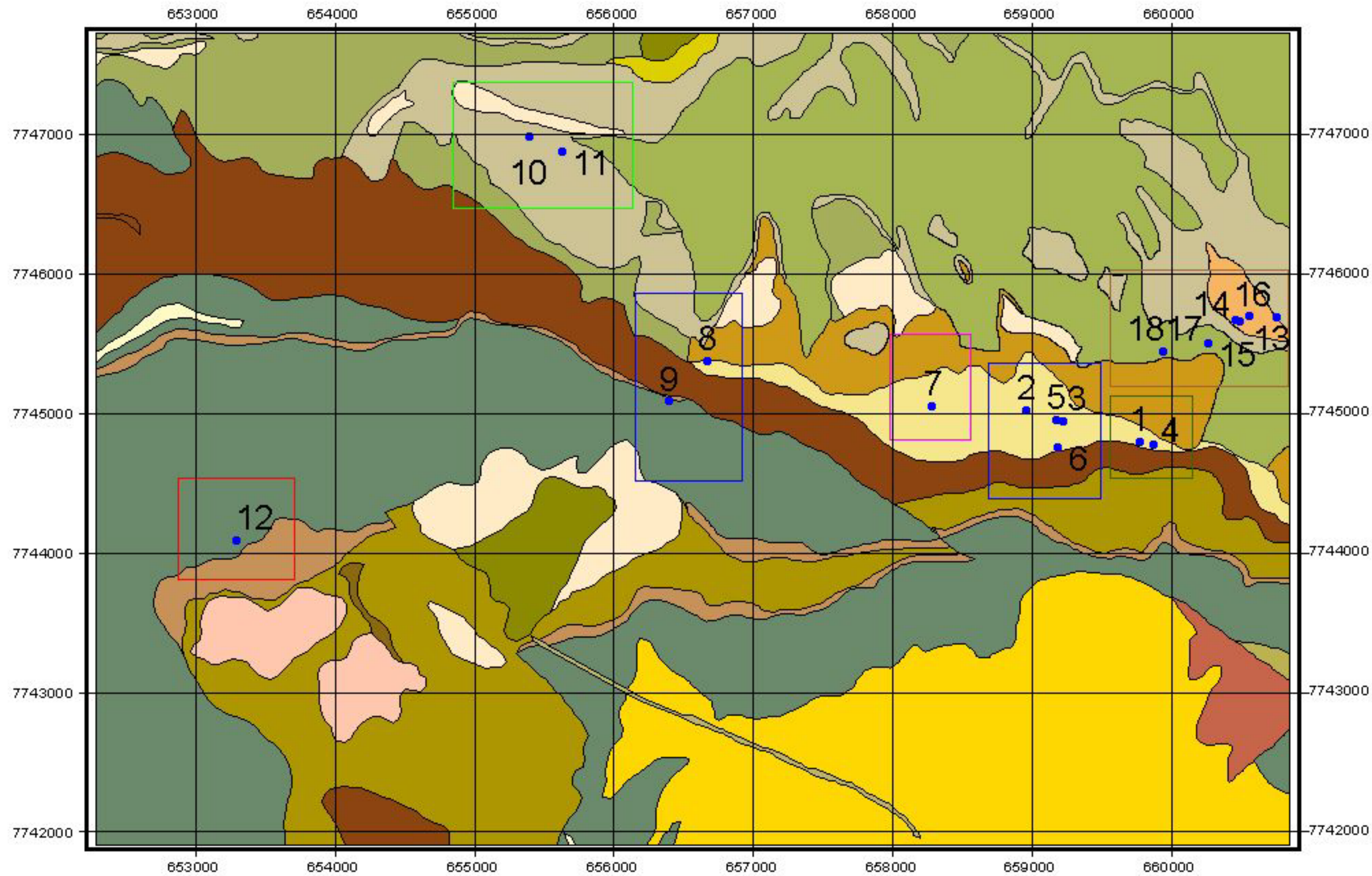
		Depósitos superficiais	
		Qal	Aluvião
		QI	Laterita, bauxito e detrito ferruginoso não cimentado
		QT	Talus
		QTca	Canga
		Rochas Metamorfisadas	
Supergrupo Minas	Grupo Itacolomi	iu	Grupo Itacolomi indiviso; quartzito com lentes de conglomerado e filito. Nível ferruginoso, fe
		ms	Formação Sabará, com interrogação onde duvidosa; rochas metavulcânicas, xisto verde, clorita-xisto, filito e quartzito, com lentes de conglomerado. Quartzito, qt; alumínio-ferruginoso, fe; itabirito, it
	Grupo Piracicaba	mpb	Formação Barreiro; grafita-xisto, micaxisto e filito.
		Discordância	
		mpf	Formação Fêcho do Funil; filito, filito dolomítico, dolomito; pequena quantidade de quartzito e formação ferrífera
		mpc	Formação Cercadinho, com interrogação onde duvidosa; quartzito ferruginoso, filito prateado, sericita-xisto. Filito, ph, e quartzito, qt
		mig	Formação Gandarela; dolomito; calcário, magnesita e itabirito dolomítico, com filito e Quartzito.
		mic	Itabirito Cauê
		miu	Grupo Itabira indiviso; itabirito, itabirito filítico e dolomítico; <i>ho</i> minério de ferro de alto teor
		Grupo Caraça	mcb
mcu	Grupo Caraça indiviso; quartzito, filito, algum conglomerado		
Discordância			
Supergrupo Rio das Velhas	Grupo Nova Lima	rnl	Grupo Nova Lima indiviso; xisto, filito e rochas metavulcânicas, com pequena quantidade de quartzito, dolomito e formação ferrífera. Quartzito, associado aos filitos, possivelmente do mesmo grupo, qt; xisto, sc
		Rochas Ígneas e Graníticas	
		mb	Metabasito, anfíbolito, estaetito e talco-xisto

Fonte: Modificado de DORR (1969)

Obs.: No mapa geológico encontram-se em destaque, ainda: fe (membro ferruginoso de iu); qt (membro quartzito de ms) e Qtca + QI.

A Figura 16 ilustra os pontos amostrais, as sub-áreas e a geologia da área estudada.

Pontos Amostrais de Campo Sobre Geologia



NOVAS GERAIS

LEGENDA

- Sub-área A
- Sub-área B
- Sub-área C
- Sub-área D
- Sub-área E
- Sub-área F

- le
- li
- mb
- mcb
- mcl
- ml
- mlg
- mlt
- mpb
- mpc
- mpf
- ms
- Qal
- Ql
- qt
- QT
- Qtca
- QTca
- QTca+Ql
- rlt

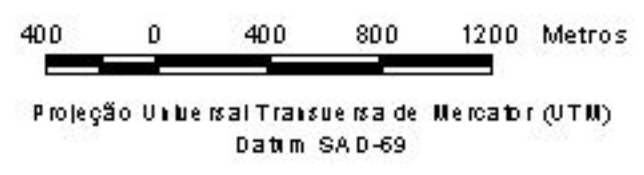
DESENHOS DE REFERÊNCIA

- Município de Ouro Preto
- Área de Estudo

Dissertação de Mestrado
 "Levantamento Preliminar das Atividades Ligadas à Extração Mineral na Área Urbana do Distrito Sede do Município de Ouro Preto"

LABSIGEO - Laboratório de Pesquisa em Sistema de Informação Geográfica
 PPG - EC - UFV

Figura 16: Pontos Amostrais de Campo Sobre Geologia



4.4 – RELAÇÃO ENTRE OS PONTOS AMOSTRAIS E A HIDROGRAFIA

A sub-área denominada D, localiza-se na bacia do Rio das Velhas. As demais, na Bacia do Rio Doce, sendo que a F encontra-se próxima ao Córrego Tripuí e as sub-áreas A, B e E localizam-se próximas ao Ribeirão Funil, que é afluente do Rio do Carmo; já a chamada sub-área C, localiza-se em região que contribui diretamente para o Rio do Carmo.

Todas as sub-áreas inseridas dentro da área em estudo encontram-se nas nascentes das bacias citadas anteriormente, já que a cidade de Ouro Preto é o divisor de águas destas duas importantes bacias, em nível nacional.

Surgências são comuns, principalmente na sub-área C, como mostrado nas Figuras 17 e 18.

Os principais rios da região e a proximidade das sub-áreas destes, são ilustrados na Figura 19.

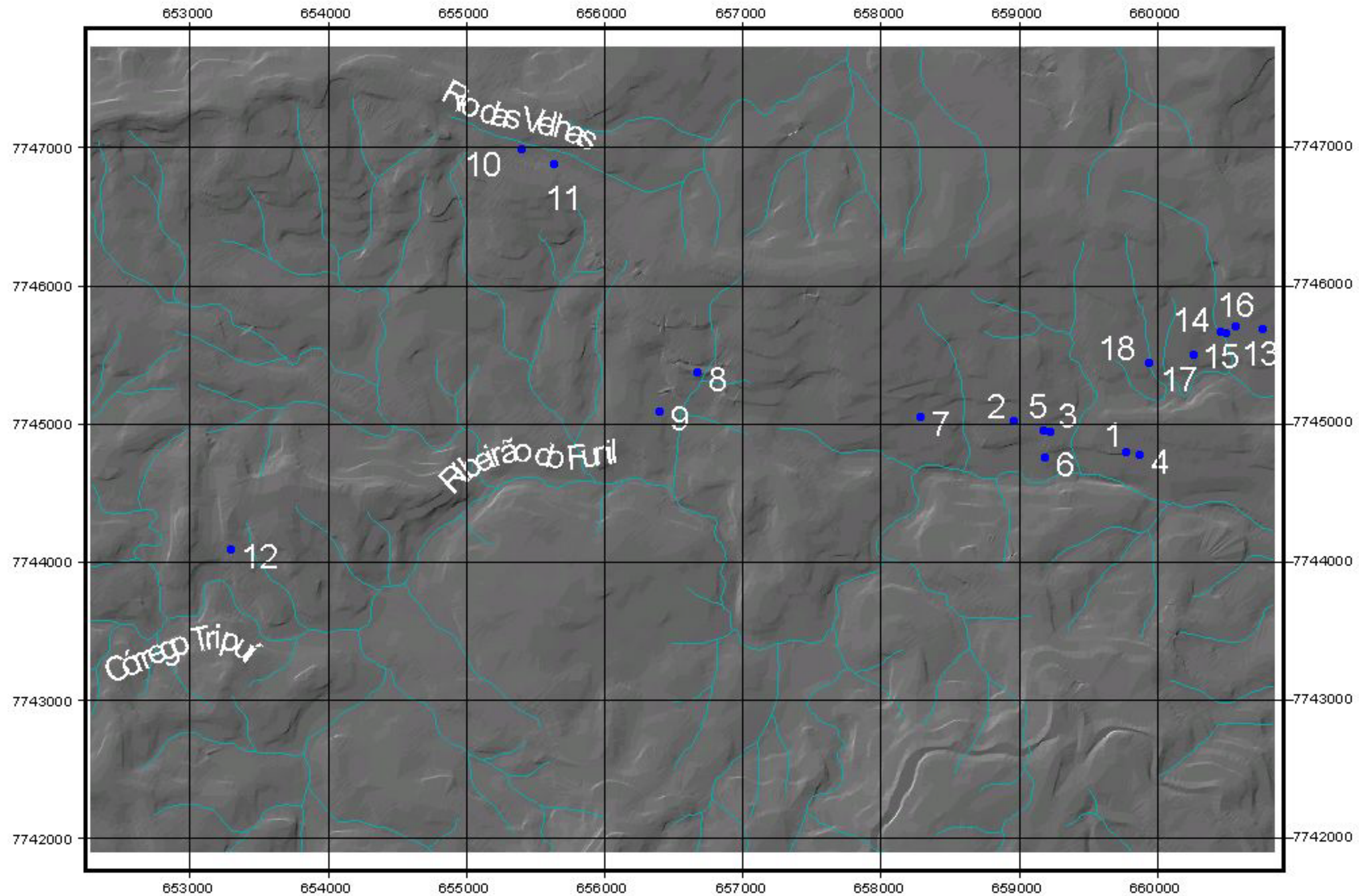


Figura 17: Surgência na sub-área C – Bairro Taquaral.



Figura 18: Outro ponto de surgência na sub-área C – Bairro Taquaral.

Pontos Amostrais de Campo Sobre Hidrografia





NOVAS GERAIS

LEGENDA

-  Hidrografia
-  Pontos Amostrais

DESENHO DE REFERÊNCIA



-  Município de Ouro Preto
-  Área de Estudo

Dissertação de Mestrado
 "Levantamento Preliminar das Atividades Ligadas à
 Extração Mineral na Área Urbana do Distrito Sede
 do Município de Ouro Preto"

LABSIGEO - Laboratório de Pesquisa
 em Sistema de Informação Geográfica
 PPG - EC - UFV

400 0 400 800 1200 Metros
 Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
 Datum SAD-69

Figura 19: Pontos Amostrais de Campo Sobre Hidrografia

4.5 – SISTEMA DE ARMAZENAMENTO, CONSULTA E VISUALIZACAO DOS DADOS DE CAMPO – SISTEMA GEOCAMP

A fim de sistematizar os dados amostrados em campo e facilitar a consulta e visualização dos mesmos, foi utilizado o Sistema Geocamp 2.0.

Segundo CALIJURI (2001), esse software foi desenvolvido usando-se o compilador Delphi® em conjunto com dois pacotes de desenvolvimento, MapObjects® (ESRI), para apresentação e consulta espacial em vídeo, e Opus®, para o gerenciamento do banco de dados implementado em Acess® (Microsoft).

A linkagem entre o banco de dados gráfico e o descritivo foi feita com *Spatial Query* do MapObjects®. Como os pontos foram digitalizados seqüencial e ordenadamente, o procedimento de linkagem constituiu da correlação entre o identificador do ponto e o do banco de dados (BD). Para permitir a consulta ao BD e facilitar a visualização espacial, foram desenvolvidos no MapObjects® os seguintes temas: hillshading, hidrografia, sistema viário, malha UTM e pontos.

Ferramentas de escala gráfica e controle de zoom foram desenvolvidas para facilitar a consulta e visualização.

Os dados, apresentados no BD, contêm informações sobre os processos geológicos, evidências de campo, principais condicionantes geológicos, tipo de solo, ocupação, danos previsíveis e risco geológico.

A partir da tela de abertura, o usuário tem a seguinte interface com o sistema: seleciona o ponto de interesse e o programa apresenta uma janela com o endereço e a data em que foi feita a caracterização. O usuário pode então:

- ❑ consultar dados descritivos armazenados em duas telas denominadas Dados dos Pontos (1) e Dados dos pontos (2);
- ❑ visualizar as fotos dos pontos ou das áreas que eles representam.

As figuras que se seguem mostram todas as telas de todos os pontos amostrais de campo.

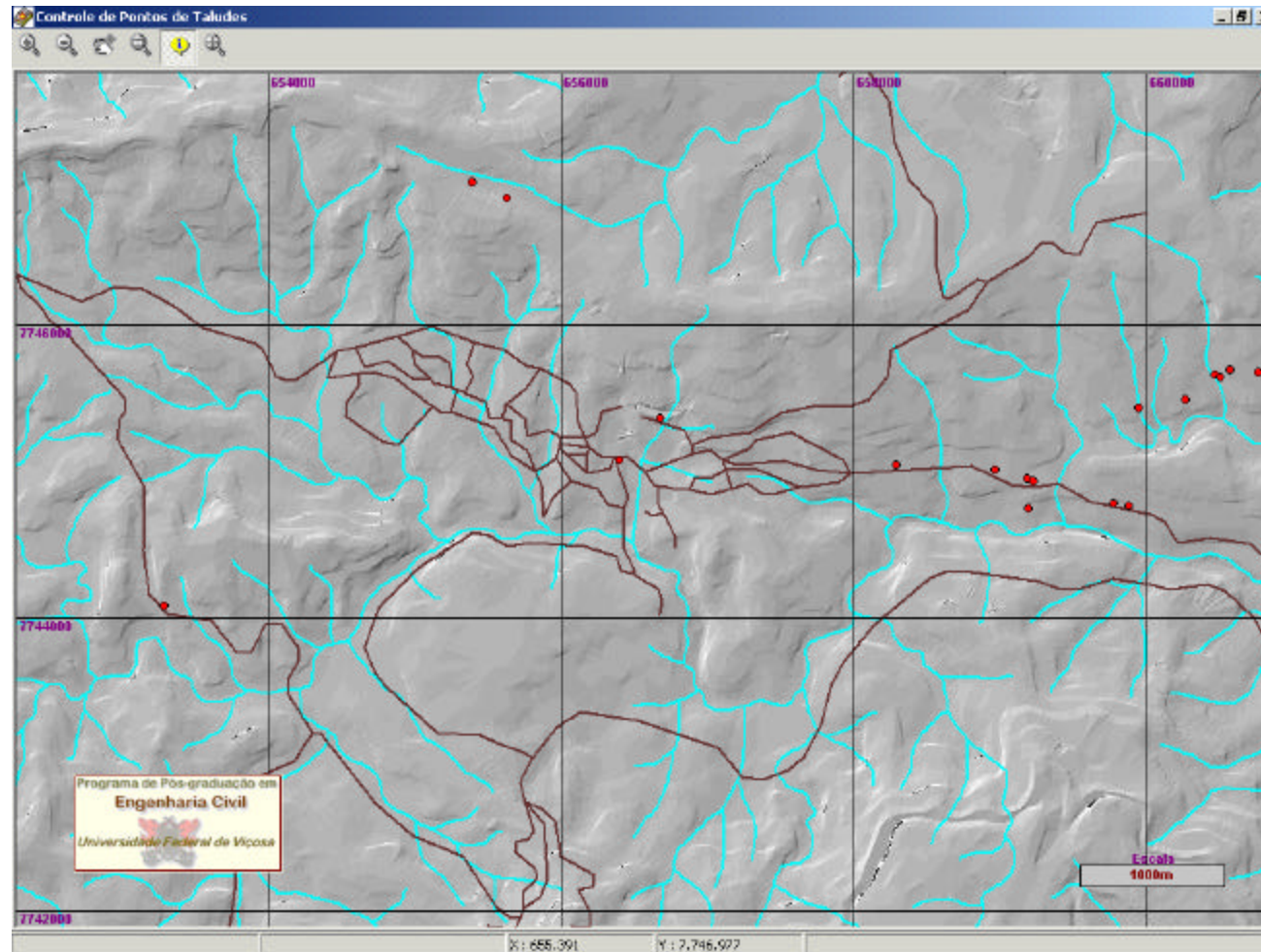


Figura 20: Tela inicial do Programa Geocamp.

Ponto	Data	Local
1	09/07/2000	Saída para Mariana, próximo ao limite Ouro Preto/Mariana
2	09/07/2000	Saída para Mariana.
3	09/07/2000	Saída para Mariana.
4	09/07/2000	Saída para Mariana.
5	09/07/2000	Saída para Mariana.
6	09/07/2000	Saída para Mariana.
7	09/07/2000	Saída para Mariana.
8	09/07/2000	Saída para Mariana.
9	09/07/2000	Saída para Mariana (atual garagem da prefeitura)
10	16/07/2000	Morro São Sebastião
11	16/07/2000	Morro São Sebastião.
12	16/07/2000	Mineração Vermelhão
13	23/07/2000	Taquaral
14	23/07/2000	Taquaral
15	23/07/2000	Taquaral
16	23/07/2000	Taquaral

Figura 21: Tela Cadastro de Fichas.

Cadastro de Fichas		
Dados dos Pontos (1) Dados dos Pontos (2)		
Ponto : 1	Data : 09/07/2000	Erro GPS: 6
Local : Saída para Mariana, próximo ao limite Ouro Preto/Mariana		
1 - Característica		
<input checked="" type="checkbox"/> bota-fora <input type="checkbox"/> escavação <input type="checkbox"/> outros		
2 - Geometria do depósito		
Altura : 0	Comprimento: 6	Observação Bota-fora abandonado, de pequena extensão e localizado muito próximo à borda do canyon. Blocos/placas retirados segundo a foliação.
Largura : 8	Inclinação : 0	
3 - Descrição do material		
<input checked="" type="checkbox"/> rocha: alteração <input type="checkbox"/> Máx.. <input type="checkbox"/> Méd.. <input checked="" type="checkbox"/> Min... <input checked="" type="checkbox"/> Nenhuma		
<input type="checkbox"/> blocos: tamanho		
<input checked="" type="checkbox"/> lascas: tamanho <input checked="" type="checkbox"/> Máx. <input checked="" type="checkbox"/> Méd. <input checked="" type="checkbox"/> Min.		
<input checked="" type="checkbox"/> tipo de solo	arenoso	
<input checked="" type="checkbox"/> tipo de rocha	quartzito	
		<input type="button" value="Ok"/> <input type="button" value="Cancelar"/>

Figura 22: Ponto 1 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1).

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

4 - Ocorrência de Água

percolação superficial
 Surgências

Observação
Ausência de drenagem na pista.

5 - Acidente

Registrado: erosão; instabilidade superficial; queda de blocos/fascas
 abatimento de pista; trincas; instabilidade profunda

6 - Risco

baixo médio alto
 latente iminente

Observação
Empilhamento de material sem planejamento ou critério, queda de blocos/fascas no leito do rio no fundo do canyon, podendo provocar

7 - Interferências

residências rede elétrica
 vias públicas outras..... loteamento

8 - Medidas Necessárias

interdição contenção outras..... Remoção do material.
 drenagem profunda superficial


9 - Observações

Ok Cancelar

Figura 23: Ponto 1 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2).

Cadastro de Fotos

Ponto	Id
1	0



Legenda :

Novo Editar Excluir Fechar 10x15 15x10

Figura 24: Ponto 1 – Tela Cadastro de Fotos.

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

Ponto : 2 Data : 09/07/2000 Erro GPS: +7m

Local : Saída para Mariana.

1 - Característica

bota-fora escavação outros beneficiamento

2 - Geometria do depósito

Altura : 0 Comprimento: 6
Largura : 12 Inclinação : 0

3 - Descrição do material

rocha: alteração Máx.. Méd.. Min... Nenhuma
 bloco: tamanho Máx.. Méd.. Min..
 lascas: tamanho Máx. Méd. Min.
 tipo de solo arenoso
 tipo de rocha quartzito

Observação

Blocos retirados segundo a foliação. Corte manual e com uso de serra/água.

Ok Cancelar

Figura 25: Ponto 2 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1).

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

4 - Ocorrência de Água

percolação superficial
 Surgências

Observação

Ausência de drenagem na pista

5 - Acidente

Registrado: erosão; instabilidade superficial; queda de blocos/lascas
 abatimento de pista; trincas; instabilidade profunda

6 - Risco

baixo médio alto
 latente iminente

Observação

Empilhamento de material sem planejamento ou critério, queda de blocos/lascas no leito do rio no fundo do canyon, podendo provocar

7 - Interferências

residências rede elétrica
 vias públicas outras.....

8 - Medidas Necessárias

interdição contenção outras..... Planejamento/ordenamento do local.
 drenagem profunda superficial

9 - Observações

Fotos: 02 e 02A

Ok Cancelar

Figura 26: Ponto 2 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2).

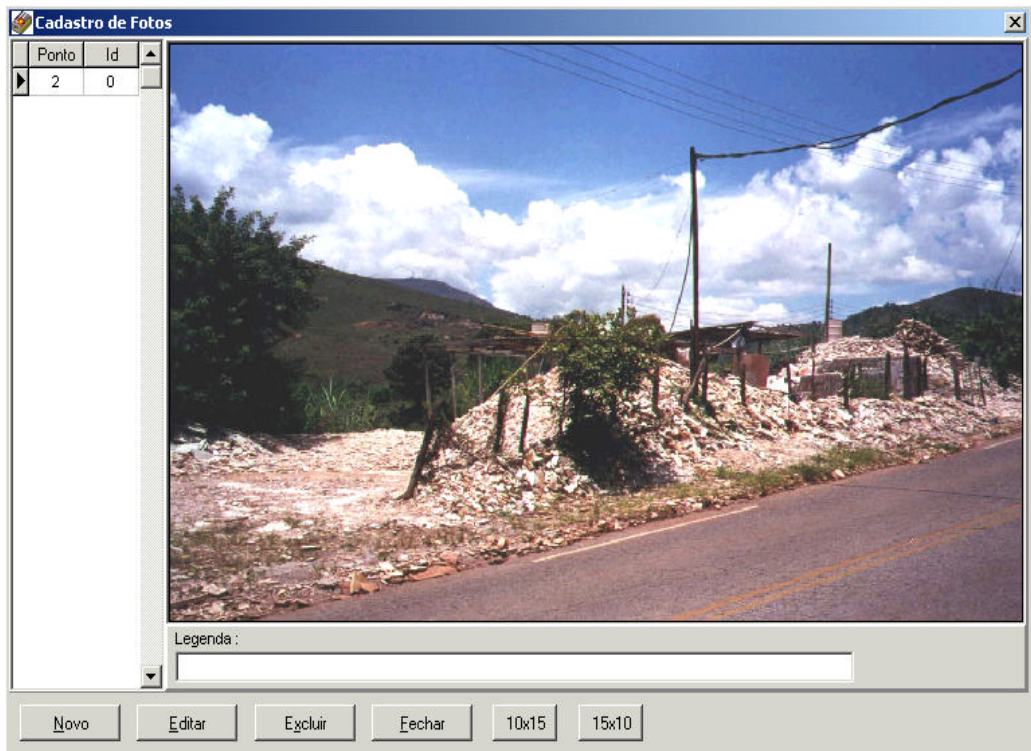


Figura 27: Ponto 2 – Tela Cadastro de Fotos.

Figura 28: Ponto 3 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1).

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos [1] | Dados dos Pontos [2]

4 - Ocorrência de Água

percolação superficial
 Surgências

Observação

Ausência de drenagem na pista.

5 - Acidente

Registrado: erosão; instabilidade superficial; queda de blocos/mascas
 abatimento de pista; trincas; instabilidade profunda

6 - Risco

baixo médio alto
 latente iminente

Observação

7 - Interferências

residências rede elétrica
 vias públicas outras.....

8 - Medidas Necessárias

interdição contenção outras..... Planejamento/ordenamento do local.
 drenagem profunda superficial

9 - Observações

Foto: 03

Ok Cancelar

Figura 29: Ponto 3 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2).

Cadastro de Fotos

Ponto	Id
3	0



Legenda :

Novo Editar Excluir Fechar 10x15 15x10

Figura 30: Ponto 3 – Tela Cadastro de Fotos.

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

Ponto : 4 Data : 09/07/2000 Erro GPS: 8

Local : Saída para Mariana.

1 - Característica

bota-fora escavação outros

2 - Geometria do depósito

Altura : Comprimento: 6

Largura : 9 Inclinação :

3 - Descrição do material

rocha: alteração Máx.. Méd.. Min... Nenhuma

bloco: tamanho Máx.. Méd.. Min..

lascas: tamanho Máx. Méd. Min.

tipo de solo arenoso

tipo de rocha quartzito

Observação

Bota-fora abandonado, de pequena extensão e localizado muito próximo à borda do canyon.

Ok Cancelar

Figura 31: Ponto 4 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1).

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

4 - Ocorrência de Água

percolação superficial

Surgências

5 - Acidente

Registrado; erosão; instabilidade superficial; queda de blocos/lascas

abatimento de pista; trincas; instabilidade profunda

6 - Risco

baixo médio alto

latente iminente

7 - Interferências

residências rede elétrica

vias públicas outras.....

8 - Medidas Necessárias

interdição contenção outras..... Remoção do material.

drenagem profunda superficial

9 - Observações

Localizado muito próximo às residências (em frente ao ponto).

Foto: 04.

Ok Cancelar

Figura 32: Ponto 4 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2).

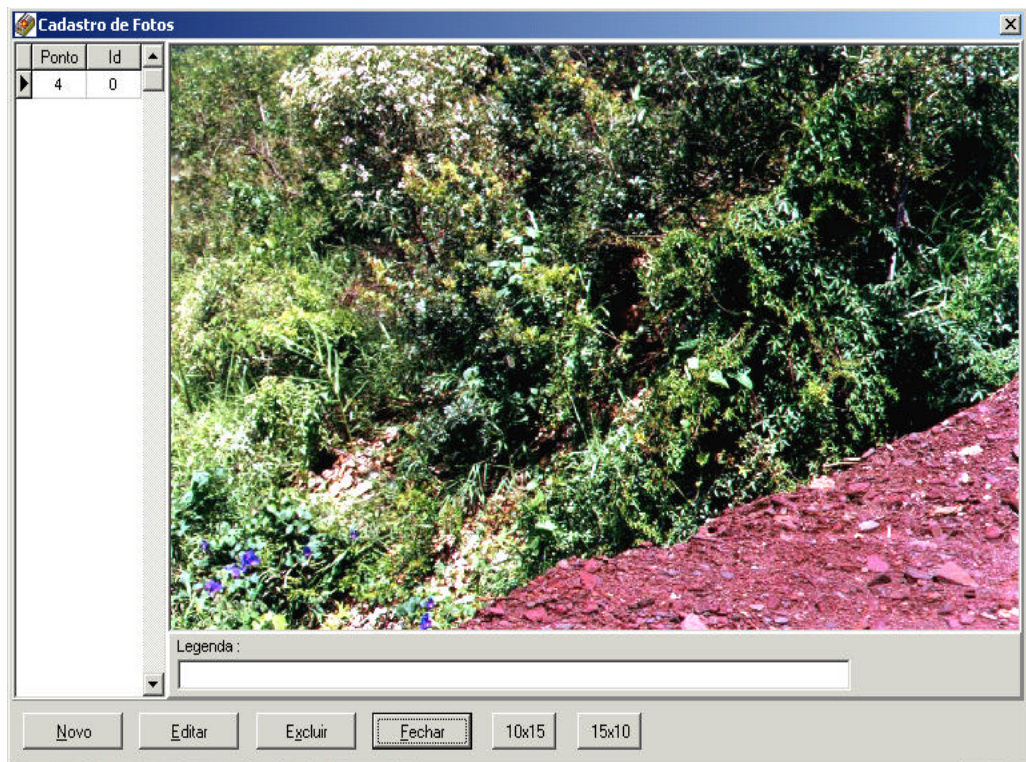


Figura 33: Ponto 4 – Tela Cadastro de Fotos.

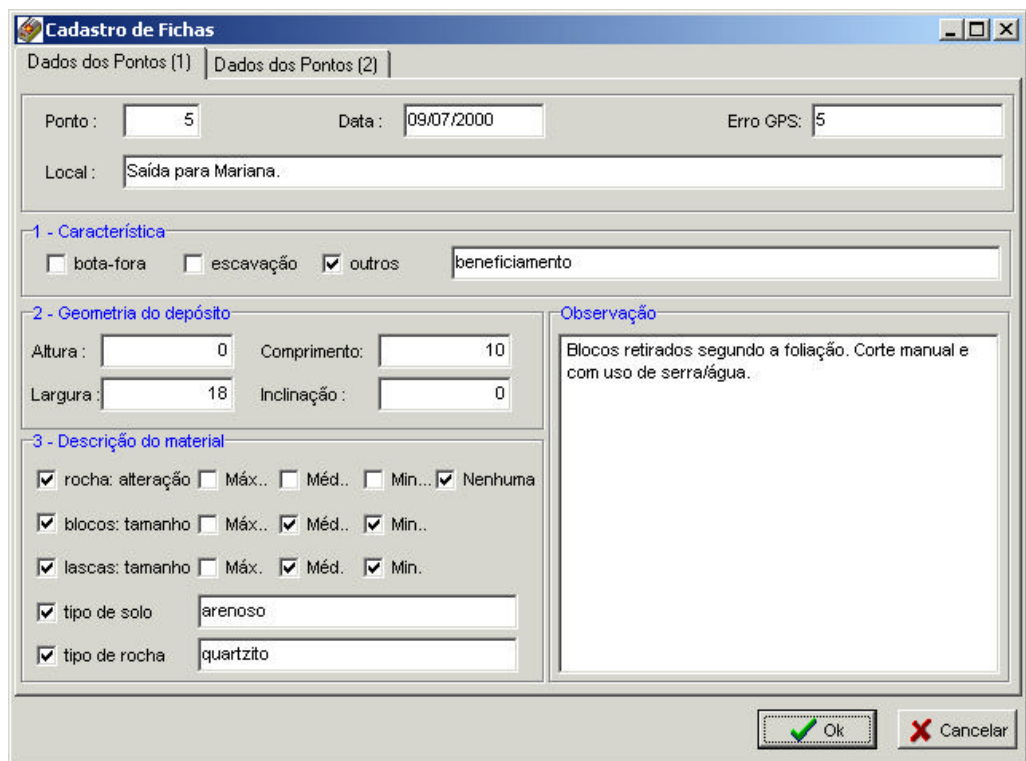


Figura 34: Ponto 5 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1).

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

4 - Ocorrência de Água

percolação superficial
 Surgências

Observação

5 - Acidente

Registrado: erosão; instabilidade superficial; queda de blocos/Mascas
 abatimento de pista; trincas; instabilidade profunda

6 - Risco

baixo médio alto
 latente iminente

Observação

7 - Interferências

residências rede elétrica
 vias públicas outras.....

8 - Medidas Necessárias

interdição contenção outras..... Remoção do material.
 drenagem profunda superficial

9 - Observações


Foto: 06

Ok Cancelar

Figura 35: Ponto 5 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2).

Cadastro de Fotos

Ponto	Id
5	0



Legenda :

Novo Editar Excluir Fechar 10x15 15x10

Figura 36: Ponto 5 – Tela Cadastro de Fotos.

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

Ponto : 6 Data : 09/07/2000 Erro GPS: 5

Local : Saída para Mariana.

1 - Característica

bota-fora escavação outros beneficiamento

2 - Geometria do depósito

Altura : 0 Comprimento: 6

Largura : 8 Inclinação : 0

3 - Descrição do material

rocha: alteração Máx.. Méd.. Min... Nenhuma

blocos: tamanho Máx.. Méd.. Min..

lascas: tamanho Máx. Méd. Min.

tipo de solo arenoso

tipo de rocha quartzito

Observação

Blocos retirados segundo afoliação. Corte manual e com uso de serra/água.

Empilhamento de material sem planejamento ou critério; queda de blocos/lascas no leito do rio no fundo do canyon, podendo provocar assoreamento.

Ok Cancelar

Figura 37: Ponto 6 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1).

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

4 - Ocorrência de Água

percolação superficial

Surgências

Observação

5 - Acidente

Registrado: erosão; instabilidade superficial; queda de blocos/lascas

abatimento de pista; trincas; instabilidade profunda

6 - Risco

baixo médio alto

latente iminente

Observação

7 - Interferências

residências rede elétrica

vias públicas outras.....

8 - Medidas Necessárias

interdição contenção outras..... Remoção do material.

drenagem profunda superficial

9 - Observações

Foto: 06

Ok Cancelar

Figura 38: Ponto 6 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2).

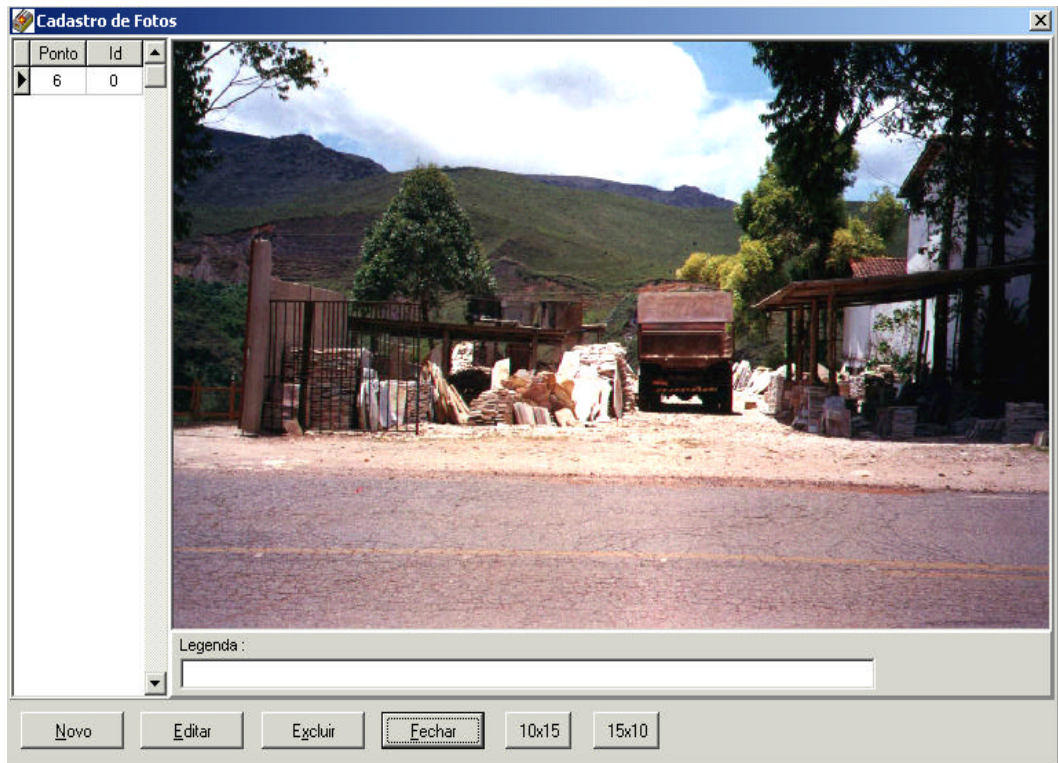


Figura 39: Ponto 6 – Tela Cadastro de Fotos.

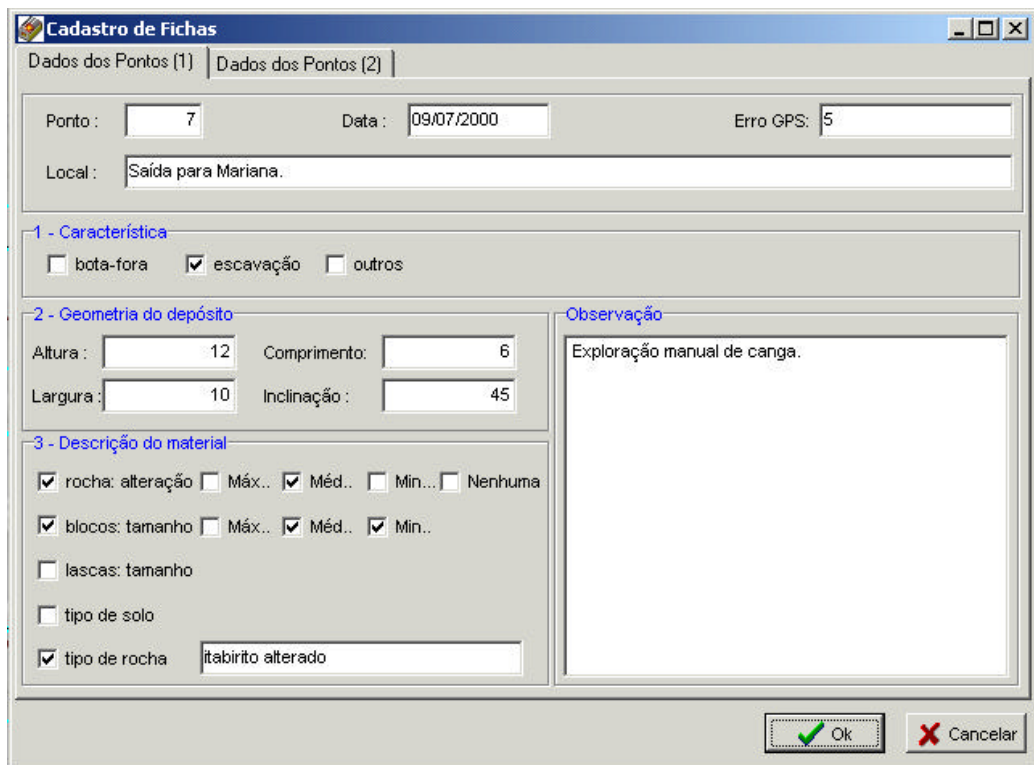


Figura 40: Ponto 7 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1).

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

4 - Ocorrência de Água

percolação superficial
 Surgências

Observação

5 - Acidente

Registrado; erosão; instabilidade superficial; queda de blocos/mascas
 abatimento de pista; trincas; instabilidade profunda

6 - Risco

baixo médio alto
 latente iminente

Observação
Risco médio devido à alteração do material.

7 - Interferências

residências rede elétrica
 vias públicas outras.....

8 - Medidas Necessárias

interdição contenção outras.....
 drenagem profunda superficial

9 - Observações


Provável escorregamento de material sobre a pista e residências adjacentes.
Residências em local de alta declividade e com aparência frábil.
Foto: 07

Ok Cancelar

Figura 41: Ponto 7 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2).

Cadastro de Fotos

Ponto	Id
7	0



Legenda:

Novo Editar Excluir Fechar 10x15 15x10

Figura 42: Ponto 7 – Tela Cadastro de Fotos.

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

Ponto : 8 Data : 09/07/2000 Erro GPS: 5

Local : Saída para Mariana.

1 - Característica

bota-fora escavação outros

2 - Geometria do depósito

Altura : 7 Comprimento: 6

Largura : 12 Inclinação : 0

3 - Descrição do material

rocha: alteração

bloco: tamanho Máx.. Méd.. Min..

lascas: tamanho Máx.. Méd.. Min..

tipo de solo

tipo de rocha

Observação

Provavel queda de blocos/lascas sobre a pista.

Ok Cancelar

Figura 43: Ponto 8 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1).

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

4 - Ocorrência de Água

percolação superficial

Surgências

5 - Acidente

Registrado: erosão; instabilidade superficial; queda de blocos/lascas

abatimento de pista; trincas; instabilidade profunda

6 - Risco

baixo médio alto

latente iminente

7 - Interferências

residências rede elétrica

vias públicas outras.....

8 - Medidas Necessárias

interdição contenção outras..... profunda superficial

9 - Observações

Grande proximidade da pista e de residências, além da proximidade com o centro histórico da cidade.
Foto: 08

Ok Cancelar

Figura 44: Ponto 8 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2).

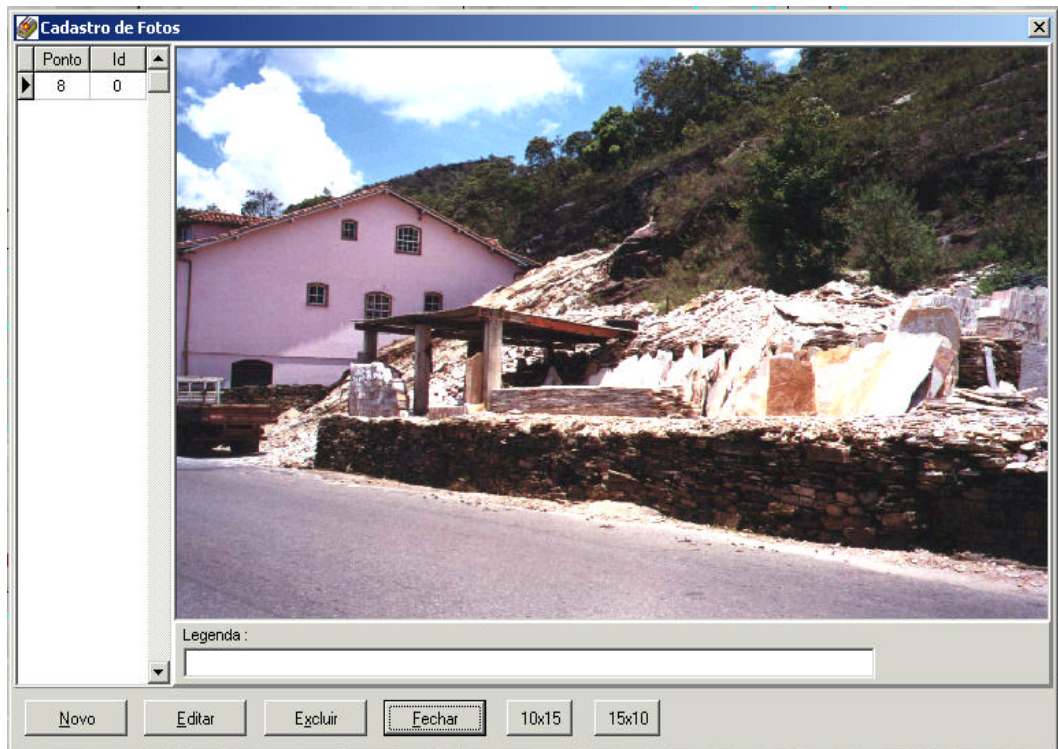


Figura 45: Ponto 8 – Tela Cadastro de Fotos.

Figura 46: Ponto 9 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1).

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

4 - Ocorrência de Água

percolação superficial
 Surgências

Observação

5 - Acidente

Registrado: erosão; instabilidade superficial; queda de blocos/mascas
 abatimento de pista; trincas; instabilidade profunda

6 - Risco

baixo médio alto
 latente iminente

Observação

7 - Interferências

residências rede elétrica
 vias públicas outras.....

8 - Medidas Necessárias

interdição contenção outras.....
 drenagem profunda superficial

9 - Observações


O local demonstra como o perfil topográfico é modificado equão difícil é seu retorno a um estado parecido com o inicial.
Fotos: 09 e 09A

Ok Cancelar

Figura 47: Ponto 9 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2).

Cadastro de Fotos

Ponto	Id
9	0



Legenda:

Novo Editar Excluir Fechar 10x15 15x10

Figura 48: Ponto 9 – Tela Cadastro de Fotos.

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

Ponto : 10 Data : 16/07/2000 Erro GPS: 12

Local : Morro São Sebastião

1 - Característica

bota-fora escavação outros

2 - Geometria do depósito

Altura : 25 Comprimento: 12

Largura : 100 Inclinação : 60

3 - Descrição do material

rocha: alteração Máx.. Méd.. Min... Nenhuma

blocos: tamanho Máx.. Méd.. Min..

lascas: tamanho Máx.. Méd.. Min..

tipo de solo arenoso

tipo de rocha quartzito

Observação

Escavação de grande extensão não contínua.
Rejeitos estocados próximo à escavação.

Ok Cancelar

Figura 49: Ponto 10 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1).

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

4 - Ocorrência de Água

percolação superficial

Surgências

Observação

5 - Acidente

Registrado: erosão; instabilidade superficial; queda de blocos/lascas

abatimento de pista; trincas; instabilidade profunda

6 - Risco

baixo médio alto

latente iminente

Observação

7 - Interferências

residências rede elétrica

vias públicas outras..... proximidade relativa às residências do Morro São Sebastião.

8 - Medidas Necessárias

interdição contenção outras..... planejamento da extração e da deposição do rejeito

drenagem profunda superficial

9 - Observações

Trincas de conformação; instabilidade superficial provocada pelo acúmulo não planejado do rejeito; provável queda de blocos/lascas na extração manual.
Fotos: 10A, 10C, 10D, 10E, 10F, 10G, 10H.

Ok Cancelar

Figura 50: Ponto 10 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2).

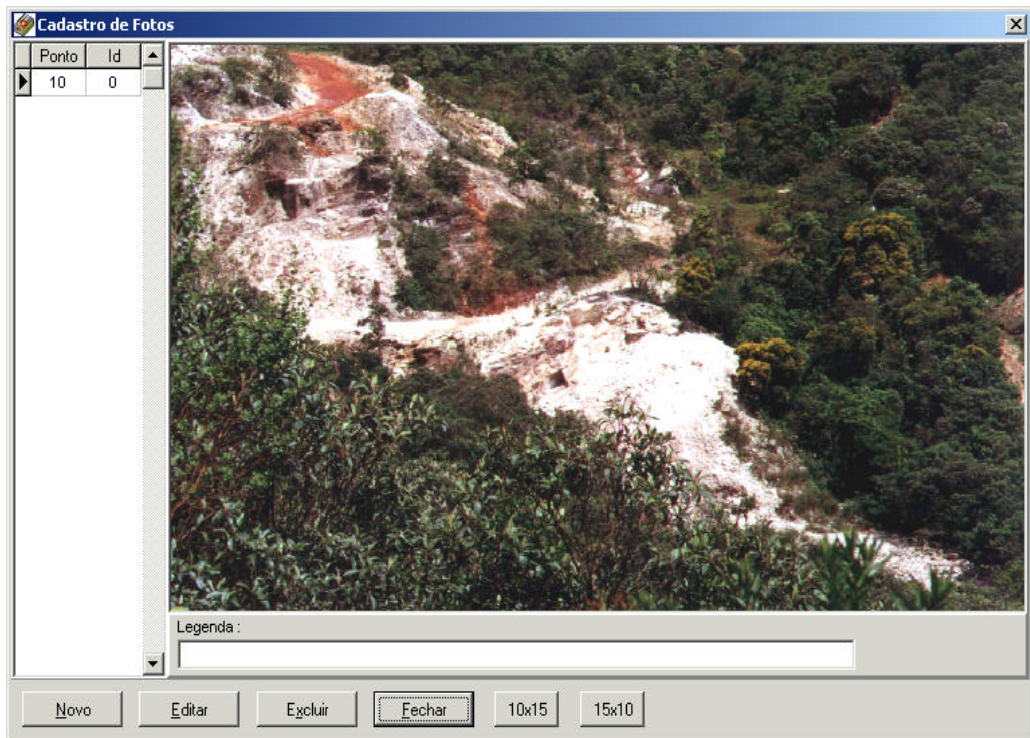


Figura 51: Ponto 10 – Tela Cadastro de Fotos.

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

Ponto : 11 Data : 16/07/2000 Erro GPS: 5

Local : Morro São Sebastião.

1 - Característica

bota-fora escavação outros

2 - Geometria do depósito

Altura : 25 Comprimento: 12

Largura : 100 Inclinação : 60

3 - Descrição do material

rocha: alteração Máx.. Méd.. Min... Nenhuma

blocos: tamanho Máx.. Méd.. Min..

lascas: tamanho Máx. Méd. Min.

tipo de solo arenoso

tipo de rocha quartzito

Observação

Escavação de grande extensão não contínua.
Rejeitos estocados próximo à escavação.

Ok Cancelar

Figura 52: Ponto 11 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1).

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

4 - Ocorrência de Água

percolação superficial
 Surgências

Observação

5 - Acidente

Registrado: erosão; instabilidade superficial; queda de blocos/fascas
 abatimento de pista; trincas; instabilidade profunda

6 - Risco

baixo médio alto
 latente iminente

Observação

7 - Interferências

residências rede elétrica
 vias públicas outras..... proximidade relativa às residências do Morro São Sebastião.

8 - Medidas Necessárias

interdição contenção outras..... planejamento da extração e da deposição do rejeito
 drenagem profunda superficial

9 - Observações

Trincas de conformação; instabilidade superficial provocada pelo acúmulo não planejado do rejeito; provável queda de blocos/fascas na extração manual.
Foto: 11, 11A, 11B

Ok Cancelar

Figura 53: Ponto 11 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2).

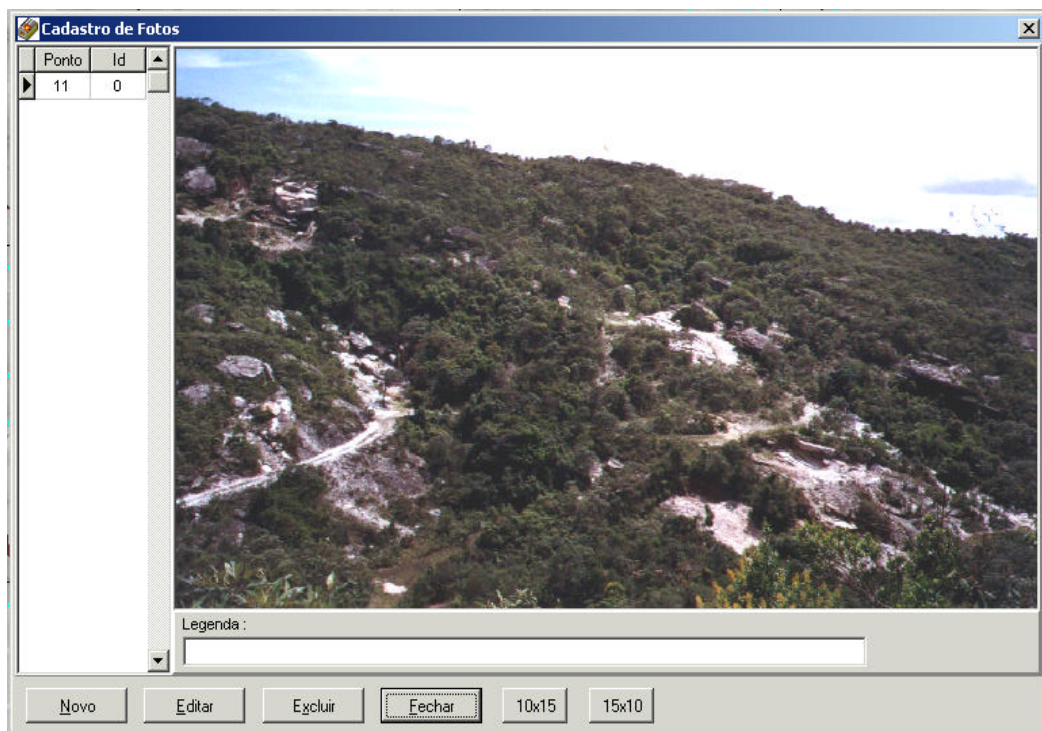


Figura 54: Ponto 11 – Tela Cadastro de Fotos.

Figura 55: Ponto 12 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1).

Figura 56: Ponto 12 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2).

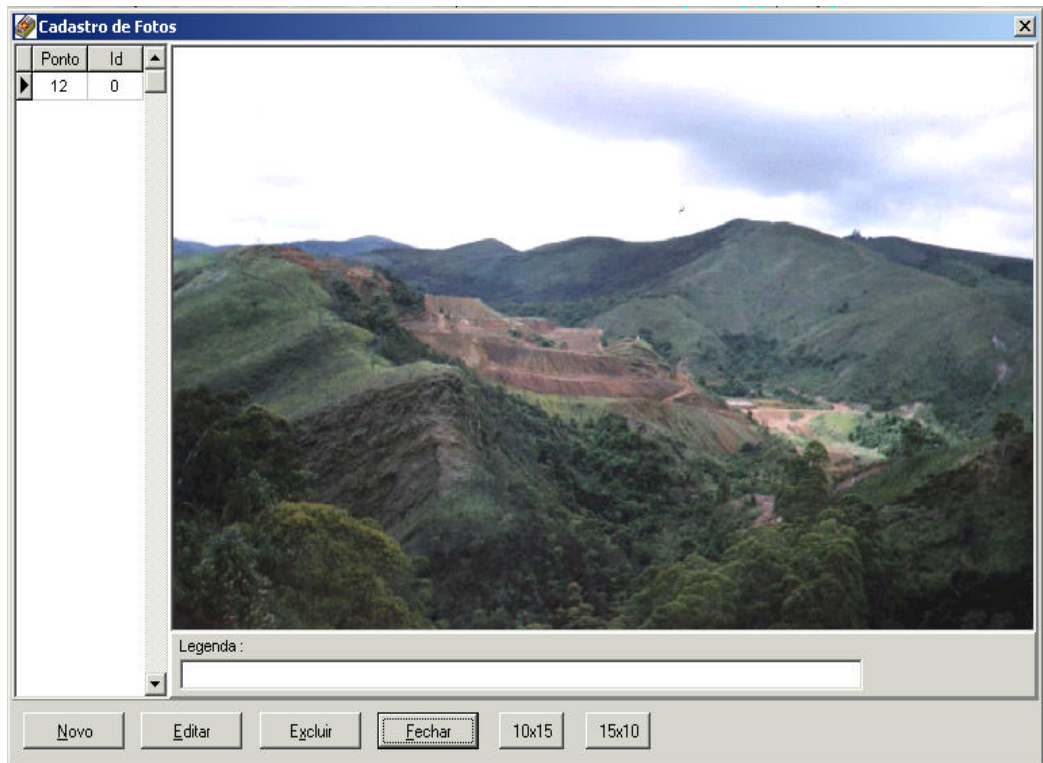


Figura 57: Ponto 12 – Tela Cadastro de Fotos.

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

Ponto : 13 Data : 23/07/2000 Erro GPS: 5

Local : Taquaral

1 - Característica

bota-fora escavação outros

2 - Geometria do depósito

Altura : 12 Comprimento: 0

Largura : 20 Inclinação : 90

3 - Descrição do material

rocha: alteração Máx.. Méd.. Min... Nenhuma

blocos: tamanho Máx.. Méd.. Min..

lascas: tamanho Máx.. Méd.. Min..

tipo de solo arenoso

tipo de rocha quartzito

Observação

Rocha medianamente alterada apresentando fina camada argilosa.

Rejeito estocado de modo não planejado.

Ok Cancelar

Figura 58: Ponto 13 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1).

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

4 - Ocorrência de Água

percolação superficial
 Surgências

Observação

5 - Acidente

Registrado: erosão; instabilidade superficial; queda de blocos/Mascas
 abatimento de pista; trincas; instabilidade profunda

6 - Risco

baixo médio alto
 latente iminente

Observação
Escavação abandonada.

7 - Interferências

residências rede elétrica
 vias públicas outras.....

8 - Medidas Necessárias

interdição contenção outras.....
 drenagem profunda superficial

9 - Observações


Fotos: 13, 13A

Ok Cancelar

Figura 59: Ponto 13 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2).

Cadastro de Fotos

Ponto	Id
13	0



Legenda :

Novo Editar Excluir Fechar 10x15 15x10

Figura 60: Ponto 13 – Tela Cadastro de Fotos.

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

Ponto : 14 Data : 23/07/2000 Erro GPS: 6

Local : Taquaral

1 - Característica

bota-fora escavação outros

2 - Geometria do depósito

Altura : 9 Comprimento: 20

Largura : 7 Inclinação : 90

3 - Descrição do material

rocha: alteração Máx.. Méd.. Min... Nenhuma

blocos: tamanho

lascas: tamanho Máx. Méd. Min.

tipo de solo arenoso

tipo de rocha quartzito

Observação

Ok Cancelar

Figura 61: Ponto 14 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1).

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

4 - Ocorrência de Água

percolação superficial

Surgências

Observação

Fluxo permanente.

5 - Acidente

Registrado; erosão; instabilidade superficial; queda de blocos/lascas

abatimento de pista; trincas; instabilidade profunda

6 - Risco

baixo médio alto

latente iminente

Observação

7 - Interferências

residências rede elétrica

vias públicas outras.....

8 - Medidas Necessárias

interdição contenção outras.....

drenagem profunda superficial

9 - Observações

Fotos: 14, 14

Ok Cancelar

Figura 62: Ponto 14 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2).



Figura 63: Ponto 14 – Tela Cadastro de Fotos.

Figura 64: Ponto 15 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1).

Figura 65: Ponto 15 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2).

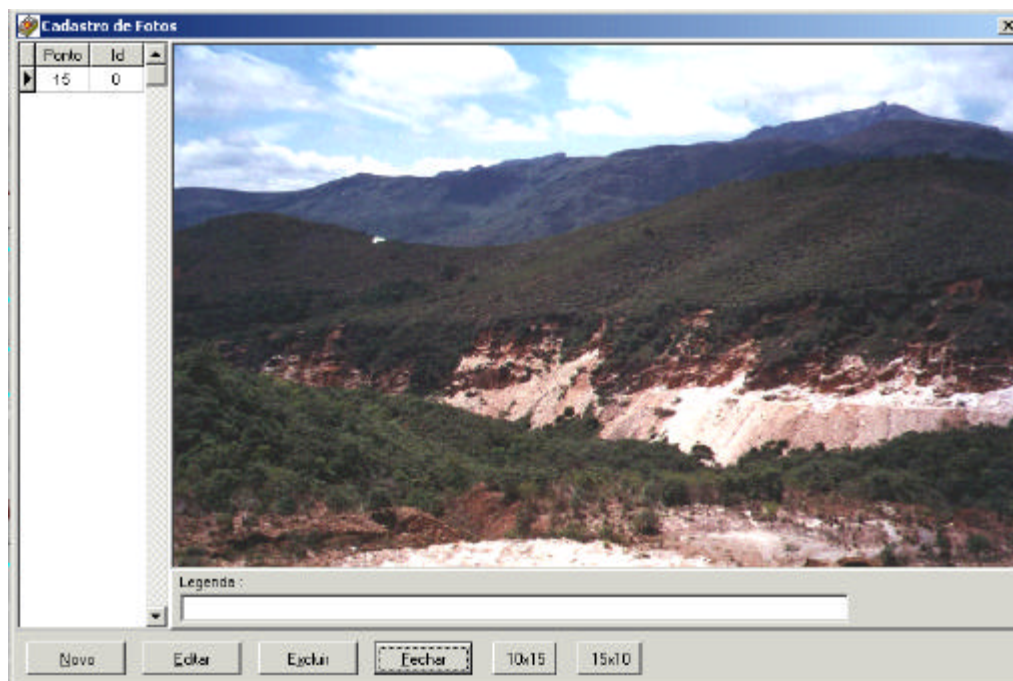


Figura 66: Ponto 15 – Tela Cadastro de Fotos.

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

Ponto : 16 Data : 23/07/2000 Erro GPS: 6

Local : Taquaral

1 - Característica

bota-fora escavação outros

2 - Geometria do depósito

Altura : 6 Comprimento: 15

Largura : 10 Inclinação : 91

3 - Descrição do material

rocha: alteração Máx.. Méd.. Min... Nenhuma

blocos: tamanho

lascas: tamanho Máx. Méd. Min.

tipo de solo arenoso

tipo de rocha quartzito

Observação

Ok Cancelar

Figura 67: Ponto 16 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1).

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

4 - Ocorrência de Água

percolação superficial

Surgências

Observação

5 - Acidente

Registrado: erosão; instabilidade superficial; queda de blocos/lascas

abatimento de pista; trincas; instabilidade profunda

6 - Risco

baixo médio alto

latente iminente

Observação

7 - Interferências

residências rede elétrica

vias públicas outras.....

8 - Medidas Necessárias

interdição contenção outras.....

drenagem profunda superficial

9 - Observações

Foto: 16

Ok Cancelar

Figura 68: Ponto 16 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2).

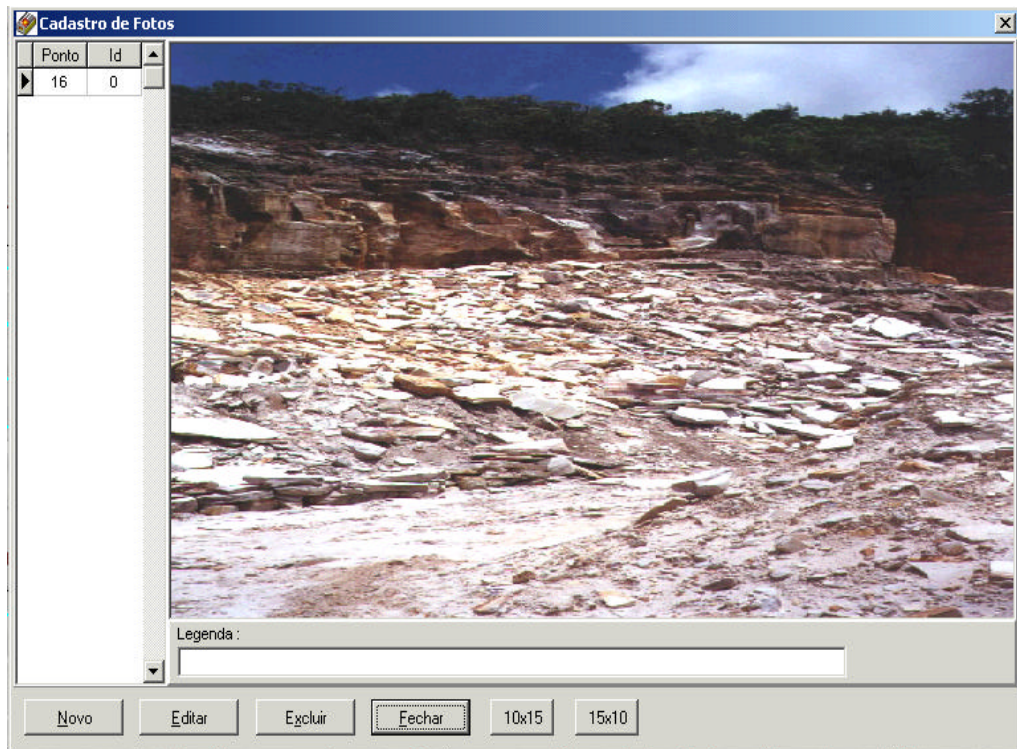


Figura 69: Ponto 16 – Tela Cadastro de Fotos.

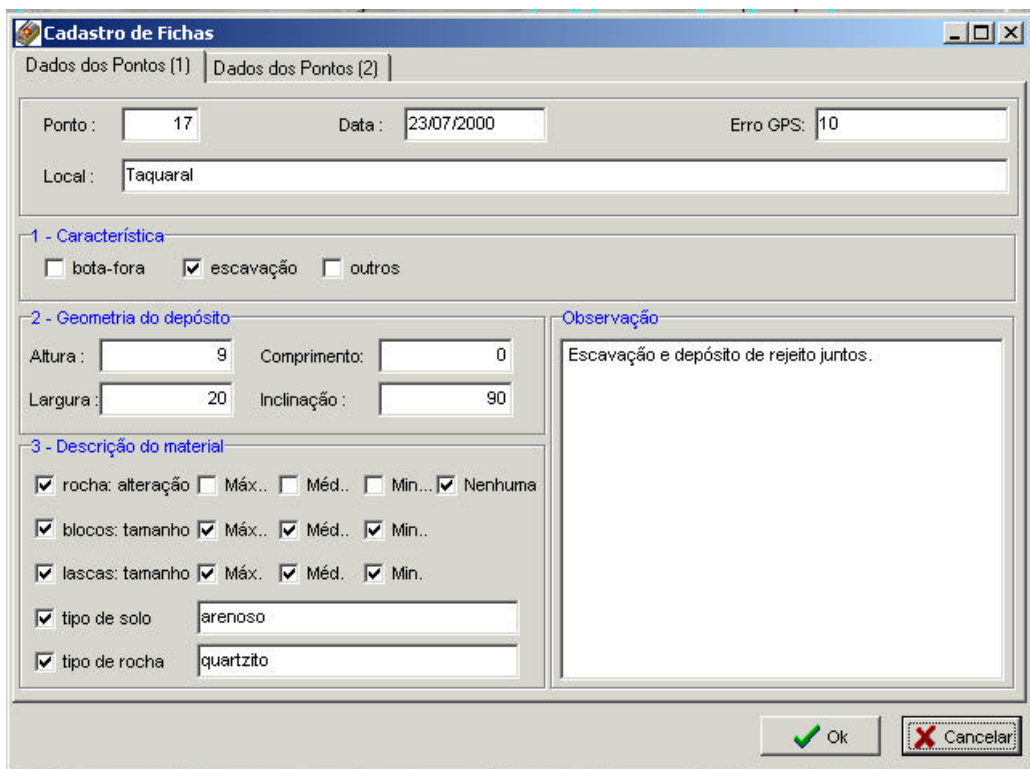


Figura 70: Ponto 17 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1).

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

4 - Ocorrência de Água

percolação superficial
 Surgências

Observação

5 - Acidente

Registrado: erosão; instabilidade superficial; queda de blocos/Mascas
 abatimento de pista; trincas; instabilidade profunda

6 - Risco

baixo médio alto
 latente iminente

Observação

7 - Interferências

residências rede elétrica
 vias públicas outras.....

8 - Medidas Necessárias

interdição contenção outras..... Planejamento
 drenagem profunda superficial


9 - Observações

Ok Cancelar

Figura 71: Ponto 17 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2).

Cadastro de Fotos

Ponto	Id
17	0



Legenda :

Novo Editar Excluir Fechar 10x15 15x10

Figura 72: Ponto 17 – Tela Cadastro de Fotos.

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

Ponto : 18 Data : 23/07/2000 Erro GPS: 12

Local : Taquaral

1 - Característica

bota-fora escavação outros

2 - Geometria do depósito

Altura : 0 Comprimento: 6

Largura : 7 Inclinação : 0

3 - Descrição do material

rocha: alteração Máx.. Méd.. Min... Nenhuma

blocos: tamanho

lascas: tamanho Máx. Méd. Min.

tipo de solo arenoso

tipo de rocha quartzito

Observação

Transito de veículo pesado

Ok Cancelar

Figura 73: Ponto 18 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (1).

Cadastro de Fichas

Dados dos Pontos (1) | Dados dos Pontos (2)

4 - Ocorrência de Água

percolação superficial

Surgências

Observação

5 - Acidente

Registrado: erosão; instabilidade superficial; queda de blocos/lascas

abateimento de pista; trincas; instabilidade profunda

6 - Risco

baixo médio alto

latente iminente

Observação

7 - Interferências

residências rede elétrica

vias públicas outras.....

8 - Medidas Necessárias

interdição contenção outras..... Planejamento

drenagem profunda superficial

9 - Observações

Ok Cancelar

Figura 74: Ponto 18 – Tela Cadastro de Fichas - Dados dos Pontos (2).

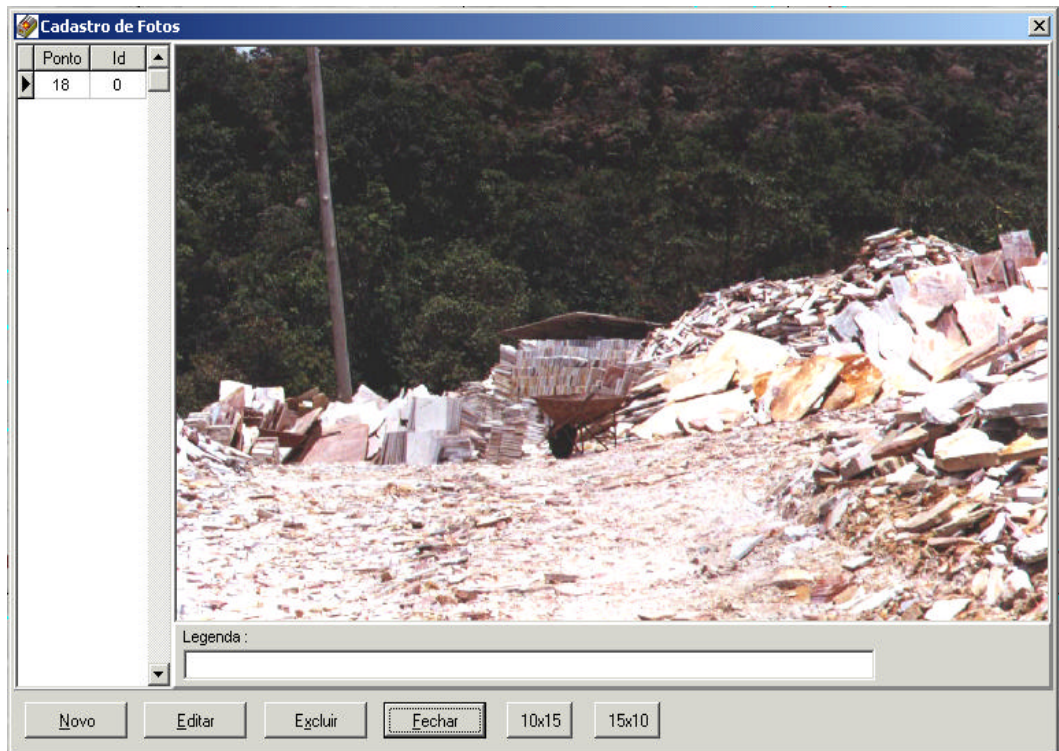


Figura 75: Ponto 18 – Tela Cadastro de Fotos.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

“A extração de minerais, como qualquer atividade humana, interfere no meio ambiente, inclusive alterando os recursos naturais, o que justifica a necessidade de uma avaliação prévia da compatibilidade do seu desenvolvimento com a preservação ambiental. Dessa forma, procura-se evitar a geração de danos irreversíveis provocados pela mineração e dar continuidade a uma atividade de importância histórica, econômica e social para o Estado.” (BRUSCHI e PEIXOTO, 1998: 7)

5.1 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi constatada, neste trabalho de observação, a grande agressão que o meio ambiente vem sofrendo ao longo do tempo no distrito sede do município de Ouro Preto, em consequência da gestão inadequada das autoridades públicas no que diz respeito à legislação ambiental. A transformação de pensamentos e atitudes arraigados, como os observados neste local de cultura secular, é extremamente difícil, já que a legislação ambiental é muito recente quando comparada às atividades de exploração mineral que se desenvolvem desde o século XVII.

O mapeamento da localização das áreas de extração, beneficiamento e estocagem, enfatiza a preocupação ambiental no sentido de controlar e não reprimir a extração mineral, pois isto implicaria em problemas sociais difíceis de serem solucionados, uma vez que a recolocação ocupacional dos operários – provavelmente sem qualificação – no momento, parece difícil, em virtude do mercado de trabalho apresentado pelo município.

A preocupação com o meio ambiente é necessária visto que, de acordo com a definição de impacto ambiental, as atividades observadas em campo afetam as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e, ainda, a saúde das pessoas diretamente envolvidas nos processos de extração e beneficiamento verificados.

A sub-área denominada C merece destaque pois é grande a região explorada e, portanto, maiores os problemas ambientais. Um estudo completo dos meios físico (ar, água e solo), biótico (flora, fauna e microrganismos) e, principalmente, do antrópico, pois os problemas e as soluções ambientais estão, essencialmente, ligados ao homem, faz-se necessário para um completo entendimento das perdas e dos ganhos advindos das extrações observadas. São usados explosivos em alguns casos, como mostra a Figura 76.



Figura 76: Furos para a colocação de explosivos.

5.2 – RECOMENDAÇÕES

A vocação histórica de Ouro Preto, que enfatiza sua localização em área “inóspita” e sua sustentação como cidade, é a mineração. Atividades como o turismo e o comércio, dentre outras, baseiam-se na extração mineral posto que a urbanização presente é consequência direta desta. Um estudo aprofundado, visando determinar a melhor forma de manter a exploração mineral, ou seja, a base econômica do município, é de fundamental importância. Desta forma, é recomendável que sejam feitos:

- o levantamento de dados preliminares, em escala local, como geologia, flora, fauna e tipo de solo, dentre outros;
- o levantamentos de dados referentes às atividades ligadas à extração mineral do município, tais como o cadastramento e legalização, dentro das normas ambientais e sanitárias preestabelecidas, das explorações clandestinas;
- um estudo minucioso da sub-área C, visto que esta se encontra em estágio avançado de devastação.

O subsolo do município é muito rico e diversificado o que, necessariamente, implica em um continuismo das atividades extrativistas. A preocupação com o meio ambiente se torna, então, inerente ao cotidiano da administração municipal e de órgãos e entidades afins, no sentido de minimizar os efeitos provenientes desta atividade tão necessária quanto danosa.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALKMIM, F. F.; QUADE, H.; EVANGELISTA, M. T. R. 1988. **Sobre a história da deformação dos metassedimentos do Supergrupo Minas e Grupo Itacolomi no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais.** Ouro Preto: UFOP/DEGEO/EM. 45 p.
- ALVES, L. **A mineração e o desenvolvimento de Minas Gerais.** Belo Horizonte, 1999.
- ASKLOF, S. New system of quarry plant dust control. **Quarry Managers Journal.** v.58, p.24-27, 1974.
- BARBOSA, L. S. V.; DORNELAS, H.. **Memórias de Ouro Preto.** Ouro Preto: UFOP, 1993. 92p.
- BROWN, M. R. High cost means deep mine's days are numbered. **Northern Miner.** v.76, n.41, p. 4, 1990.
- BRUSCHI, D. M., PEIXOTO, M. C. D. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios – extração de areia, cascalho e argila: técnicas e controle ambiental.** Belo Horizonte: FEAM/SEGRAC. 1998. 90p.
- CALIJURI, M. L.; MARQUES, E. A.; MEIRA, A.; MAIA, F.; BHERING, E. **Digital land – use cartography – the example of Viçosa, Brasil.** (No prelo).

CALIJURI, M. L.; MEIRA, A.; LORENTZ, L. F. **Programa de capacitação técnica – módulo 2: análises espaciais em sig.** SRH/MMA, 1999. 83p.

CEMIG – CENTRAIS ELÉTRICAS DE MINAS GERAIS. **Ortofotocartas.** 1980.

CETEC – Centro Tecnológico do Estado de Minas Gerais. **Diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais**, Série de Publicações Técnicas. Belo Horizonte, CETEC, 1983. 158p.

CHEMALE Jr., F.; ROSIÈRI, C. A.; ENDO, I. Evolução tectônica do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais – Um modelo. **Pesquisas.** Porto Alegre: UFRGS / Instituto de Geociências, v. 18, n. 2, p. 104 – 127, 1991.

DAMASCENO, S. **Pedras e sombras de Vila Rica.** Rio de Janeiro: PUC, 1994. 242p. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica.

DIAGNOSE E PROGNOSE – Plano diretor de Ouro Preto. Ouro Preto.

1991. Disponível em:

<http://www.geocities.com/CollegePark/Hall/4584/frames1.htm>.

DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Código de Mineração e Legislação Correlativa.** Brasília: Divisão de Fomento da Produção Mineral, 1984. 291p.

DORR, J. V. N. **Phisigrafic, stratigrafic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil.** Washington: USGS, 1969. 110p. (Prof. Paper, 641 A).

EMERY, J. J.; KIM, C. S. **Trends in the utilization of wastes for highway construction.** In Fourth Mineral Waste Utilization Symposium. Chicago, Illinois. 1974. Proceedings ... Chicago, Illinois. 1974. p.22-32.

ENDO, I. **Regimes tectônicos do arqueano e proterozóico no interior da placa sanfranciscana: Quadrilátero Ferrífero e áreas adjacentes, Minas Gerais.** USP/Instituto de Geociências, 1997. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios – licenciamento ambiental: coletânea de legislação.** Belo Horizonte: Segrac. 1998. v. 5.

FURTADO, M. A. T.; MOURA, P. C. P.; RÔMULO, R. – **Diagnóstico econômico de Ouro Preto – 1990.** Ouro Preto. 187p.

HALL, D. L. Reclamation planning for coal strip-mined lands in Montana. **Landscape and Urban Planning.** v. 14, p. 45-55, 1987.

HELMING, E. M. **Symposium on fugitive emissions measurements and control.** Washington, DC: Office of Research and Development, Environmental Protection Agency, 1976. 600p.

HOGG, J. L. E. Mined land reclamation in British Columbia: the importance of institutional and environmental factors in the formulation of policy. **The Forestry Chronicle.** n.47, p.1-4 , 1971.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO MEIO AMBIENTE. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação.** Brasília: IBAMA, 1990.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1999.

Disponível em: <http://www.ibge.com.br>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.

Cartas do Brasil. 1977.

IBRAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. Comissão Técnica de

Meio Ambiente. Grupo de Trabalho de redação. **Mineração e meio ambiente.** Brasília: IBRAM, 1992. 126p.

IGLÉSIAS, F. **Três séculos de minas.** Belo Horizonte: Biblioteca Pública

Municipal Prof. Luiz Bessa, 1985. 32p.

IME – INSTITUTION OF MINING ENGINEERS. **Minerals and the**

environment. London, 1974. 803p.

INDI – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL DE MINAS

GERAIS. **Caracterização dos municípios.** Belo Horizonte. 1999.

KOSUB, D. Smelting smarter: what is on the high-tech horizon in metallurgy

processing? **Canadian Mining Journal**, v.112 , n.1, p.30-34, 1991.

MAPA altimétrico com monografia de Ouro Preto. Belo Horizonte: Instituto de

Geociências Aplicadas, 1980. 1 mapa. color. Escala 1:100.000.

MENEZES, J. F. Igrejas e irmandades de Ouro Preto. **REVISTA DE**

HISTÓRIA E ARTE. v.11, n.11, 160p. 1978.

PAREKH, B. K. Mineral processing. **Mining Engineering**, v.43, p.529-541,

1991.

- PETERSON, E. G.; ETHER, H. M. A background for disturbed land reclamation and research in the Rocky Mountain region of Alberta. **Canadian Forestry Service**. Edmonton, 1970.
- REEDER, S. W. **Cross sectional study of the effects of smelter waste-water disposal on water quality of the Columbia River downstream from Trail, British Columbia**. Ottawa, ON: Inland Waters Branch, Energy, Mines and Resources Canada, 1971. (Technical Bulletin, 39).
- RIPLEY, E. A.; REDMANN, R. E.; CROWDER, A. A.; **Environmental effects of mining**. Delray Bay, Flórida: St. Lucie, 1996. 356p.
- SAINT-HILAIRE, A. **Viagem pelas províncias do Rio de Janeiro e Minas Gerais**. São Paulo: Nacional, 1938. 370p.
- SANTOS, M. C. **Gênese dos corpos argilosos do Morro Caxambu e da Mina do Vermelhão, sinclinal Dom Bosco, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**. Ouro Preto, MG: UFOP/EM/DEGEO. 1998. 176p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Ouro Preto.
- SILVA, E. **Análise e avaliação de impactos ambientais – notas de aula**. Viçosa, 1998. 56p.
- SILVA, E. **Avaliação qualitativa de impactos ambientais do reflorestamento no Brasil**. Viçosa, 1994. 309 p. Tese de Doutorado.
- SOUZA, L. M.; PAULA, J. A.; BOSCHI, C. C. Minas colonial: economia, trabalho e sociedade. **REVISTA ANÁLISE & CONJUNTURA**. Belo Horizonte, v.4, n.2-3, 1989.

SWINGARD, R. J.; RAMANI, R. V. Site planning process: application to land use potential evaluation for mined land. **Mining Engineering**. v.38: p.427-432, 1986.

TOMMASI, L. R. **Estudo de impacto ambiental**. São Paulo: CETESB. 1993. 354p.