

# CARTOGRAFIA E DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL APLICADOS AO ORDENAMENTO TERRITORIAL DO MUNICÍPIO DE MARIANA – MG

*Geoenvironmental cartography and diagnostic applied territorial ordination of the Mariana county*

**Leonardo Andrade de Souza<sup>1</sup>**  
**Frederico Garcia Sobreira<sup>2</sup>**  
**José Francisco do Prado Filho<sup>3</sup>**

**<sup>1</sup>Universidade Federal de Ouro Preto**  
**Escola de Minas - Departamento de Engenharia Civil**  
Rua Oito de Março, 117, Bairro Maquine, Mariana – MG. Cep. 35420-000  
geolsouza@degeo.ufop.br

**<sup>2</sup>Universidade Federal de Ouro Preto**  
**Escola de Minas - Departamento de Geologia**  
Campus Universitário, Ouro Preto - MG. Cep. 35400-000.  
sobreira@degeo.ufop.br

**<sup>3</sup>Universidade Federal de Ouro Preto**  
**Escola de Minas - Departamento de Engenharia de Produção**  
Campus Universitário, Ouro Preto - MG. Cep. 35400-000.  
jfprado@depro.em.ufop.br

## RESUMO

O Município de Mariana – MG, localizado na região Central de Minas Gerais vem, nas últimas décadas, enfrentando problemas decorrentes da precária gestão e utilização dos recursos do meio físico. A desconsideração das peculiaridades geológicas e geomorfológicas locais, a pressão exercida sobre o ambiente pelo crescimento acelerado da população e a fragilidade das políticas públicas de planejamento urbano ajudaram a configurar o atual quadro de degradação ambiental local. A complexidade dos componentes geológicos e geomorfológicos, associado às intervenções antrópicas variadas (ocupação de áreas inadequadas, desmatamentos, alteração dos cursos das drenagens, alterações na paisagem, poluição das águas fluviais por efluentes líquidos e pelo descarte irregular e difuso de resíduos sólidos domésticos e entulhos diversos) têm contribuído intensamente para o surgimento de problemas geoambientais, principalmente, nas áreas mais intensamente ocupadas. O presente trabalho abordou, inicialmente, o estudo do meio físico da área do município de Mariana enfocando os aspectos geológicos e ambientais gerais e teve como objetivo principal fornecer subsídios para uma proposição do ordenamento territorial na área de abrangência do município em uma escala de 1:50.000. Em uma segunda etapa, a partir da análise de documentos cartográficos existentes e produzidos, fundamentada em estudos do meio físico, que suporta os meios biótico e antrópico, foram avaliadas qualitativamente as características gerais dos terrenos, os conflitos de usos e os principais impactos ambientais existentes, visando definir a capacidade de uso das diferentes unidades do território. Os produtos cartográficos obtidos nas etapas iniciais do trabalho possibilitaram, em uma última fase, a elaboração de uma carta temática derivada (carta de recomendação de uso do solo) que foi a base para a análise final do meio físico e a proposição de medidas adequadas em relação ao uso e ocupação territorial do município. Tal estudo foi a base para a elaboração do Plano Diretor Ambiental e Urbanístico de Mariana que teve sua análise e aprovação pela Câmara Municipal daquele município em janeiro de 2004.

**Palavras chaves:** Cartografia Geoambiental, Ordenamento Territorial, Zoneamento Ambiental.

## ABSTRACT

Mariana County, located in the central area of Minas Gerais has confronted several recurrent problems from precarious administration and land use in the last decades. The disrespect of local geological and geomorphological peculiarities, the pressure exercised on the physical environment by the accelerated growth of the population and the lack of public politics of urban planning contributed to the present situation. The complexity of the geological and geomorphological components, associated with varied antropic intervention (inappropriate areas occupation, deforestation, drainage and landscape alteration, fluvial water pollution with effluents and by irregular disposal of solid wastes and debris) have contributed for many environment problems, mainly in the urban areas. The initial focus was the county physical environment study, focusing the environment and geological aspects in a scale of 1:50.000, with the main objective to supply subsidies for territorial planning. Later, from analysis of compiled and produced cartographical documents of the physical environment, that support the biotic and antropic life, were evaluated the general land properties, the land use conflicts and the existent impacts, with the objective to define the capacity of the diferents territorial units. A derived thematic map (recommendation land use) obtained from cartographical documents was the basis for a final physical environment analysis and proposition of adequate measures of land use and settlement. This study was the base for the the Mariana Environment and Urbanistic Law that was approved by the common council in January of 2004.

**Keywords:** Geoenvironmental Cartography, Territorial Ordination, Environmental Zoning

### 1. INTRODUÇÃO

Dentre os principais efeitos adversos do recente processo de urbanização, comumente podem ser percebidos a diminuição de espaços favoráveis à ocupação territorial e a dificuldade crescente do uso e exploração dos recursos ambientais. O constatado crescimento físico e desordenado das cidades trouxe desequilíbrios ambientais, cada vez mais evidentes e de difícil recuperação, o que levou os cientistas, políticos e administradores a pensar nas políticas e instrumentos de planejamento do meio físico e de ordenamento do território urbano.

Os trabalhos de planejamento e ordenamento territorial buscam, de certo modo, prevenir os impactos negativos que freqüentemente aparecem quando o homem se apropria dos recursos ambientais para o atendimento das suas necessidades básicas de espaço (moradias, atividades rurais, etc.) e de insumos de uso imediato como água, energia, materiais e alimentos. Especificamente, tal ferramenta tem como objeto principal definir cartograficamente os setores de um território que apresentam peculiaridades de qualidade ambiental com vistas, dependendo da situação encontrada, propor o melhor uso, sua preservação ou mesmo a recuperação ou reabilitação das áreas que se encontram degradadas por atividades que sejam incompatíveis com sua vocação de uso (Masson *et al.* 1990). Por outro lado, essa técnica também permite delimitar as áreas potenciais ao crescimento urbano e industrial, minimizando assim futuras ações corretivas frente à ocupação de sítios inadequados.

O município de Mariana – MG como muitas cidades brasileiras, vem enfrentando nos últimos anos importantes problemas decorrentes da má utilização e apropriação do meio físico e do uso dos recursos ambientais. Poucos foram os estudos voltados ao seu planejamento e ordenamento territorial. Entretanto, as conse-

quências que a cidade sofre principalmente nas épocas das chuvas são de conhecimento geral e trazem freqüentes prejuízos e transtornos para a população e à administração pública. Além dos registros de ocorrências de movimentação em encostas e taludes, há o freqüente risco de inundação pelo transbordamento do Ribeirão do Carmo e afluentes que cortam o núcleo urbano, principalmente na área histórica tombada do município. Importante aspecto a ser levado em consideração é o recente crescimento natural da cidade, registrado, principalmente nas últimas três décadas, e a conseqüente necessidade de novas áreas para acomodar a população. Por vários aspectos a ocupação se dá de forma desordenada ou utiliza terrenos inadequados para a instalação de moradias e de infra-estrutura urbana (drenagens pluviais, sistemas de esgotamento sanitário, pavimentação, etc).

Com vistas a atender ao estabelecido no Estatuto das Cidades (Lei 10.257 de 10/07/2001 – Artigo 2º), preocupada com o aumento significativo dos problemas relacionados à má utilização do meio físico e pressionada pela opinião pública, a Prefeitura Municipal de Mariana elaborou no biênio 2002/2003 um Plano Diretor Urbanístico e Ambiental para o Município.

O estudo aqui apresentado produziu informações importantes para as etapas que se seguiram na elaboração do Plano Diretor Urbanístico e Ambiental de Mariana e teve como objetivo agregar informações sobre o meio físico (compiladas e produzidas), em um único documento gerando, assim, uma base de dados cartográficos georeferenciados, que possibilitará, no futuro, a elaboração de um sistema de informações mais amplo, com a agregação de outras informações geradas sobre o meio físico bem como informações sócio-econômicas.

## 2. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos propostos, o presente trabalho foi conduzido em quatro fases distintas: fase de inventário, produção de bases cartográficas, elaboração do sistema de informações com o uso da ferramenta geoprocessamento, análise e diagnóstico do meio físico. A escala de trabalho adotada para o município foi de 1:50.000.

### 2.1 Fase de Inventário

A fase de inventário constou no levantamento das informações disponíveis sobre a área de estudo e sobre o tema em questão (artigos publicados, relatórios técnicos, bases cartográficas, fotos aéreas, ortofotos, imagens de satélite, mapas topográficos e geológicos). Os principais documentos inventariados e utilizados foram:

- Mapa topográfico do Município, na escala 1:50.000. No processo de digitalização foram utilizadas as bases do IBGE (Folhas Mariana, Acuruí, Alvinópolis, Cata Altas, Ponte Nova e Piranga, 1986 – escala 1:50.000);
- Fotografias aéreas nas escalas 1:8.000 (CE-TEC, 1986), 1:25.000 (Esteio, 1986) e 1:30.000 (Cruzeiro do Sul, 1950);
- Ortofotos na escala 1:10.000 (CEMIG, 1987), abrangendo as coordenadas UTM 7776.000/652.000, 7776.000/698.000 e 7726.000/652.000, 7726.000/698.000, perfazendo um total de 69 “Folhas”.

### 2.2 Produção de Bases

#### 2.2.1 Coleta de Dados

Para a etapa de coleta de dados foram desenvolvidos trabalhos de reconhecimento do município através de fotointerpretações (importantes no sentido de se reconhecer às formas de relevo, estabelecer os padrões de drenagem e para o entendimento da evolução temporal da ocupação do meio físico na cidade de Mariana), processamento digital de imagens de satélite LANDSAT-TM, permitindo o levantamento das principais feições estruturais da área e a confecção do mapa de cobertura vegetal do município de Mariana, e trabalhos de campo que foram direcionados para o reconhecimento e verificação em loco dos mapas compilados. Os trabalhos de interpretação de fotos aéreas, ortofotos e imagens de satélite também foram realizados e consistiram na aquisição, análise e síntese dos atributos do meio físico.

#### 2.2.2 Tratamento de Dados

As bases cartográficas compiladas e produzidas foram digitalizadas através do *software AutoCAD-Map2000* e os dados coletados em campo foram tratados e integrados. Basicamente, as informações de entrada foram categorizadas e dispostas em *layers* (camadas). Cada plano de informação foi georeferenciado individu-

almente, o que tornou possível executar sobreposições, de forma que em todos os mapas, toda localização foi precisamente ajustada às localizações correspondentes. O resultado do tratamento dos dados está mostrado na Tabela 1, a seguir.

TABELA 1 – MAPAS BÁSICOS ELABORADOS E COMPILADOS PARA O ESTUDO DO MEIO FÍSICO DO MUNICÍPIO DE MARIANA.

Município de Mariana (Escala 1: 50.000)
Mapa Topográfico (IBGE – 1986)
Mapa Geológico (CPRM – 1993)
Mapa Geomorfológico
Mapa de Cobertura Vegetal
Mapa de Declividade
Mapa Hipsométrico
Mapa Político Administrativo (IBGE – 1986)
Mapa de Bacias Hidrográficas
Mapa de Uso do Solo
Modelo Digital do Terreno

É importante ressaltar que, a exceção dos mapas geológico e topográfico do Município, que foram compilados e digitalizados de CPRM (1993) e IBGE (1986), todos os outros foram elaborados no âmbito deste trabalho, e serviram de base para as análises geológico-ambientais executadas pela equipe do Plano Diretor Urbanístico e Ambiental do Município de Mariana (MG).

### 2.3 Emprego da Ferramenta Geoprocessamento

O material inventariado e produzido nas etapas anteriores foi trabalhado com a utilização dos programas *SPRING* (INPE – Versão 3.6.02), *Er Mapper 6.0* e *AutoCADMap 2000*. O *SPRING* (INPE – Versão 3.6.02) foi utilizado para a geração dos mapas de declividade do Município e da área urbana. O *Er Mapper 6.0*, foi utilizado no processamento digital das imagens de satélite e para a geração do modelo digital do Município de Mariana. O *AutoCADMap2000* foi empregado na digitalização e vetorização dos dados do meio físico, juntamente com outras bases de dados disponíveis (infra-estrutura, sócio-econômica, etc.) de modo a produzir um sistema de informações preliminar, com ênfase nos aspectos do meio físico do município.

#### 2.3.1 Concepção e Implementação do Sistema

A estruturação do sistema de informação concerne na estruturação básica de sustentação, definindo-se previamente os atributos componentes, os critérios de análise empregados e as classificações necessárias para a geração dos produtos cartográficos georeferenciados e seus bancos de dados relacionais. Tal atividade transcorreu em duas fases distintas: uma primeira referente à arquitetura do sistema e uma segunda responsável pela geração dos produtos desse sistema.

## 2.4 Análise e Diagnóstico do Meio Físico

Os dados cartográficos obtidos e tratados nas etapas anteriores do trabalho alimentaram o sistema de informação georeferenciado, base para um posterior sistema de informações geográficas para o município de Mariana. A obtenção dos dados e o tratamento dos mesmos contemplaram as etapas de compartimentação fisiográfica dos terrenos, denominados de “Produtos Básicos”. Estes produtos retratam as características básicas do meio físico, do meio antrópico (formas de uso e apropriação do ambiente) e do meio biótico.

A cartografia temática específica “Produtos Intermediários” compreendem os produtos desenvolvidos com a função de diagnósticos e prognósticos sobre os problemas geoambientais, especificamente, acerca dos conflitos (aptidão X atividade).

Os produtos finais compreenderam as cartas derivadas da integração dos produtos básicos e intermediários e são, em tese, dirigidos aos planejadores, gestores e executores de políticas públicas locais. Nesses produtos estão sintetizadas as informações constantes em todos os produtos anteriores, a partir de uma análise integrada e crítica dos diversos elementos do ambiente e suas interações verificadas no município de Mariana. A carta final elaborada teve como denominação Zoneamento Geoambiental do Município de Mariana. A Fig. 1 ilustra o procedimento adotado.



Fig. 1 – Fluxograma representando o procedimento de integração e análise dos dados, no estudo do Município de Mariana – MG.

## 3. ASPECTOS GERAIS DO MUNICÍPIO DE MARIANA

### 3.1 Breve Histórico

A história da ocupação do Município de Mariana está vinculada à expansão da busca de ouro pelos vicentinos no final dos seiscentos. Os primeiros registros de ocorrência de ouro se referem às margens do Rio das Velhas por volta de 1680 e às regiões de Vila Rica (atual Ouro Preto) e Arraial do Carmo (atual Mariana), no final do mesmo século (Fundação João Pinheiro, 1975).

Em 16 de julho de 1696 uma expedição chefiada pelo Coronel Salvador Fernandez Furtado de Mendonça encontrou ouro em abundância às margens de um ribeirão, hoje conhecido como Ribeirão do Carmo. Os desbravadores (bandeirantes) ali se fixaram, surgindo,

assim, o primeiro povoamento da Capitania, resultando mais tarde na criação do Arraial do Carmo que em 8 de abril de 1711, foi elevado à condição de Vila. A categoria de Cidade só foi concebida em 1745, quando ganhou o nome de Mariana em homenagem à Rainha D. Maria Anna d’Áustria.

### 3.2 Localização e Caracterização Socioeconômica

O Município de Mariana está localizado na região Central de Minas Gerais, Zona Metalúrgica/Campo das Vertentes, integrando com outros 22 municípios a microregião 187 – Espinhaço Meridional. Geograficamente está situado entre os meridianos 43°05’00” e 43°30’00” e os paralelos 20°08’00” e 20°35’00” (Fig. 2).

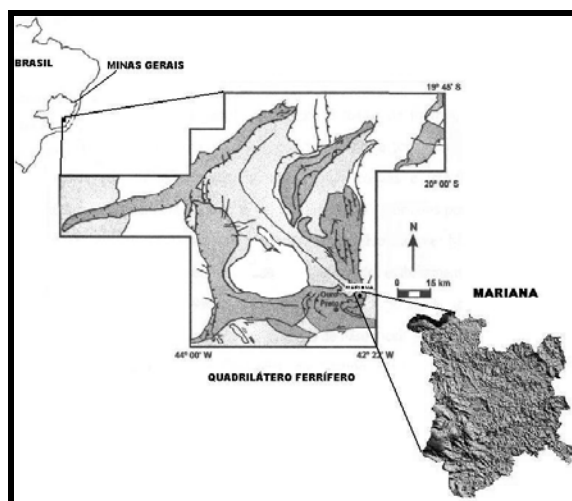


Fig. 2 – Localização do Município de Mariana no contexto do Quadrilátero Ferrífero, do Estado de Minas Gerais e da República Federativa do Brasil.

As principais rodovias de acesso são a MG-262 (Luiz Martins Soares), a MG-129 (Humberto de Almeida) e a BR-356 (Rodovia dos Inconfidentes). Através da rodovia federal BR-040, o acesso realiza-se a partir de Belo Horizonte ou do Rio de Janeiro até o ramal BR-356, seguindo-se até os Municípios de Ouro Preto e Mariana. Outra possibilidade é através da BR-262, saindo de Vitória (ES) em direção a Rio Casca - MG, por aproximadamente 320 km. Daí em frente utiliza-se o ramal MG-262, sentido Ponte Nova e Mariana, perfazendo mais 120 Km.

Segundo o IBGE (2000), a população de Mariana está estimada em 46.670 habitantes, sendo que 38.679 habitantes estão na zona urbana e 8.031 estão nos distritos, sub-distritos e localidades do município. Possui uma área de 1199,418 Km<sup>2</sup> e um perímetro de 244,901 Km.

São 9.415 os domicílios particulares distribuídos entre a sede, 09 distritos e 11 sub-distritos. Mariana tem divisas com os municípios de Catas Altas (29,13 km) e Alvinópolis (41,68 km) a norte, Barra Longa (30,68 km) e Acaiaca (19,61 km) a leste, Ouro Preto (67,71 km) a oeste e Piranga (16,30 km) e Diogo de Vasconcelos (39,77 km) a sul.

As atividades sócio-econômicas do município de Mariana são voltadas essencialmente para a mineração, devido às importantes jazidas de minerais metálicos (ferro, bauxita, manganês e ouro) e não metálicos (es-teatito, quartzito e gnaisses). As mineradoras Cia. Vale do Rio Doce e SAMARCO Mineração, responsáveis pela exploração do minério de ferro e ferro-manganês, são as principais propulsoras do desenvolvimento econômico, através da geração de empregos diretos para a comunidade e da geração e recolhimento de impostos e *royalties* para o Município. O desenvolvimento de atividades agrícolas não é expressivo e possui apenas caráter de subsistência. Desenvolve-se juntamente com essas atividades a pecuária de corte, a suinocultura e a avicultura. Destacam-se, entretanto, as extensas plantações de eucalipto, com vistas à produção do carvão siderúrgico, principalmente.

O turismo fundamenta-se na valorização do patrimônio histórico e artístico (casario colonial, igrejas, museus, manifestações culturais, notadamente a literatura e a música) e pelos locais de beleza cênica e ecológica (cachoeiras, minas, grutas).

#### 4. RECONHECIMENTO DO MEIO FÍSICO

##### 4.1 Geologia Regional

A área de interesse do presente trabalho corresponde a um segmento pertencente ao Cráton São Francisco Meridional, situada no extremo leste do Quadrilátero Ferrífero e posicionado, segundo CPRM (1993), na Zona limítrofe entre duas importantes Províncias geológicas do escudo brasileiro, a Província Geotectônica São Francisco, a oeste, e a Província Geotectônica Mantiqueira, a leste.

A Província Geotectônica São Francisco, que abrange quase a totalidade da área, reúne agrupamentos de idades e ambiências diversas, sendo que na área de Mariana ocorrem terrenos “granito-*greenstone*”, representados por uma seqüência vulcano-sedimentar do Supergrupo Rio das Velhas (Arqueano), rochas granitóides do Complexo Santa Bárbara (Arqueano), a seqüência clasto-química do Supergrupo Minas (Proterozoico), a seqüência predominantemente clástica do Grupo Itacolomi e as coberturas fanerozóicas terciárias e detriticas recentes, estas representadas por depósitos detriticos-lateríticos e aluviais. Já a Província Geotectônica Mantiqueira, ocorre em uma pequena faixa a leste do município, reunindo gnaisses bandados do Complexo Mantiqueira e granulitos do Complexo Acaiaça.

##### 4.2 Aspectos Geomorfológicos

A abordagem dos aspectos geomorfológicos em escala mais geral (1:50.000) permitiu, inicialmente, caracterizar duas unidades geomorfológicas principais: O Quadrilátero Ferrífero e os Planaltos Dissecados. A primeira unidade é evidenciada na porção oeste, com altitudes médias em torno de 1.400-1.600m e ponto culminante na Serra do Caraça (2.064m). O controle

estrutural na morfologia é marcante e são descritos relevos tipo sinclinais suspensos e anticlinais esvaziados além de cristas estruturais do tipo *hogback*. A segunda unidade ocupa espacialmente a maior parte do território, sendo um domínio morfoestrutural com exposição de rochas cristalinas, deformadas e deslocadas do embasamento, atingidas por sucessivos estágios de erosão e submetidos a processos intempéricos que produziram pacotes de alteração evoluídos (RADAMBRASIL, 1983). O intenso processo de dissecação fluvial foi responsável pela origem das formas de colinas e cristas com vales encaixados e/ou de fundo plano. Nessa unidade as altitudes são muito variáveis, oscilando entre 1.000 e 1.200m nas cristas e 500-800m nos vales.

Para uma representação mais detalhada e um melhor entendimento da morfologia do Município, elaborou-se um mapa hipsométrico retratando a morfologia geral da área em termos de altitude, um mapa de declividades com a distinção de quatro classes de declives específicas e um mapa de unidades morfológicas territoriais com as principais unidades de paisagens.

O mapa hipsométrico foi elaborado a partir do mapa topográfico em escala 1:50.000 (eqüidistância das curvas de nível de 20 em 20m), definindo-se faixas de altitudes a cada 100m. A análise do mapa hipsométrico evidencia claramente a passagem do relevo típico do Quadrilátero Ferrífero, a oeste, para os Planaltos Dissecados, a leste, através da queda acentuada das altitudes.

A determinação e a elaboração de um mapa de declividades objetivou subsidiar a análise da geomorfologia do Município, bem como estabelecer parâmetros para o ordenamento territorial do mesmo. Sua obtenção baseou-se na execução de uma modelagem numérica do terreno, a partir do mapa topográfico, através do *software SPRING*. Foram utilizados interpoladores de grades Retangular e Triangular dos tipos *delaunay* e linear, respectivamente. As classes de declives foram definidas segundo a classificação das pendentes para fins agrícolas, proposta por Lopez Cadenas y Blanco Criado (1976) in Mopt (1992) (Tabela 2) e a Lei 4.771, de 15/09/1965 instituindo o Código Florestal Brasileiro em seu Artigo 2º, Item e, que dispõem sobre as áreas de preservação permanente.

TABELA 2 – CLASSES DE DECLIVES ESTABELECIDAS NA PROPOSTA DE LOPEZ CADENAS Y BLANCO CRIADO (1976).

PENDENTES (%)	CARACTERIZAÇÃO
< 12	<i>Solos agrícolas</i>
12 – 20	<i>Solos com cultivo ocasional</i>
> 20	<i>Solos florestais</i>

A partir das análises realizadas quatro classes de declives foram definidas para a área de estudo (Tabela 3).

TABELA 3 - CLASSES DE DECLIVES E FORMAS DE RELEVO ESTABELECIDAS PARA A ÁREA DO MUNICÍPIO DE MARIANA.

CLASSE	GRADIENTE (%)	RELEVO
1	< 12	Suave
2	12 – 35	Suave Ondulado
3	35 – 100	Montanhoso
4	100 – 200	Escarpado

#### 4.2.1 Mapa de Unidades Morfológicas Territoriais

Segundo MOPT (1992), unidades morfológicas exprimem cada uma por si superfícies de terra formadas por processos naturais, com composição definida e conjunto de características físicas e naturais distintas, frente aos processos erosivos, intempéricos e tectônicos.

Neste trabalho, a morfologia foi cartografada buscando-se sintetizar as principais formas do relevo através da conjugação de trabalhos de campo, da elaboração de um modelo digital de terreno (Fig. 3) e de fotointerpretações em escala 1:25.000, levando-se em consideração a morfologia e amplitude das vertentes e topos e a rede de drenagem. Seis unidades principais foram delimitadas: Relevo de Serra, Relevo Escarpado, Relevo Ondulado, Relevo Suave-Ondulado, Relevo de Planalto e, por fim, Relevo de Planície Aluvial (Fig. 4).

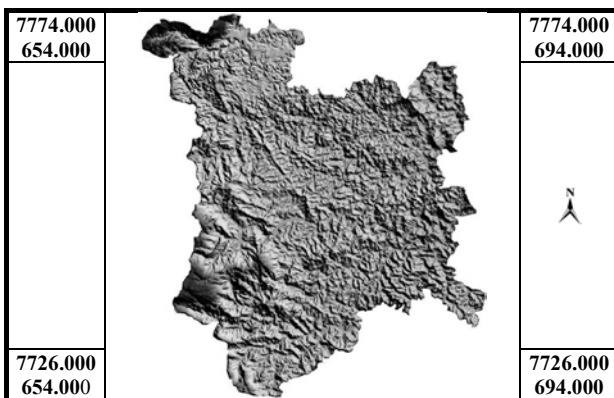


Fig. 3 – Modelo Digital de Terreno para a área do Município de Mariana.

#### 4.2.1 Relevo de Serra

A Unidade Relevo de Serra representa as porções do território com altitudes superiores a 800m e declividades acentuadas, gradientes geralmente ultrapassando os 35%, chegando, às vezes, a valores superiores aos 100%. São comuns “paredões” rochosos que culminam em cristas ou plataformas que se destacam na paisagem. A estruturação geológica condiciona a rede de drenagem. As porções mais representativas são a Serra do Caraça, a noroeste, as Serras de Ouro Preto e Itacolomi, a oeste, e a região da Serra do Carmo, a sudoeste.

#### 4.2.2 Relevo Escarpado

A Unidade Relevo Escarpado é representada

por uma extensa faixa que se estende de sudoeste, nos contrafortes das Serras do Itacolomi e Cibrão, a região sudeste. As elevações alongadas com vertentes íngremes e topos em crista são as feições mais marcantes. As altitudes são inferiores aos 800m, com desníveis dos topos para os fundos dos vales entre 200 e 300m. Os declives se encontram, predominantemente, na faixa dos 30% aos 70%.

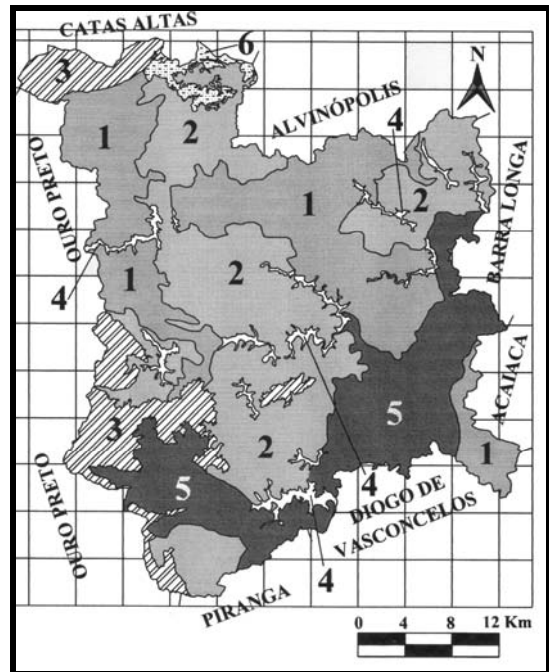


Fig. 4 – Mapa de Unidades Morfológicas Territoriais do Município de Mariana (MG). 1 – Relevo Ondulado, 2 – Relevo Suave Ondulado, 3 – Relevo de Serra, 4 – Relevo de Planícies Aluviais, 5 – Relevo Escarpado, 6 – Relevo de Planalto.

#### 4.2.3 Relevo Ondulado

Essa Unidade ocorre, principalmente, em três regiões: a oeste, no limite com o Município de Ouro Preto; no setor centro-norte, estendendo-se para sudeste; e no extremo sudeste do território municipal. Embora ocorram altitudes superiores aos 800m, na faixa oeste, os desníveis dos topos para os vales são menores que aqueles registrados na Unidade Relevo Escarpado. Os declives se encontram na faixa de 20% a 40% nas pendentes, assumindo valores menores em direção ao topo. O padrão de drenagem é essencialmente dendrítico, diferenciando-se apenas por uma acentuação em sua densidade na região centro-norte.

#### 4.2.4 Relevo Suave-Ondulado

A Unidade Relevo Suave-Ondulado tem a maior distribuição em área no território de Mariana, cerca de 37% da área total. Predominam declives inferiores a 35%, com distribuição espacial no setor central do Município, a noroeste, no extremo norte e no extremo sudoeste. A baixa declividade, consequência de um desnivelamento entre o topo e os vales da ordem das dezenas

de metros, reflete as elevações típicas do Planalto Dissecado, formando mares de morros, com vertentes mais suaves que as unidades anteriores.

#### 4.2.5 Relevo de Planalto

Essa Unidade ocorre em uma área de 17,4 Km<sup>2</sup>, no setor norte do Município, a leste da Serra do Caraça. É representada por declives inferiores a 12% e altitudes próximas a 750m, caracterizando uma plataforma elevada. A drenagem é rarefeita e sem um padrão definido.

#### 4.2.6 Relevo de Planície Aluvial

As planícies aluviais são as zonas de aporte de materiais provenientes dos relevos maiores, representadas pelos fundos dos vales mais abertos. Possuem altitudes inferiores a 600m e embora só representem 3,5% da área total do Município, são importantes por condicionarem o desenvolvimento de muitos povoados, seja pela concentração de ouro de aluvião, seja pelo relevo mais plano ou pela fertilidade do solo. Entre as ocupações mais representativas destacam-se a sede do Município de Mariana, os Distritos de Bandeirantes e Monsenhor Horta, instalados ao longo do Ribeirão do Carmo; o Distrito de Mainart às bordas do Gualaxo do Sul, na planície mais extensa; os sub-distritos de Paracatu e Pedras ao longo do Gualaxo do Norte e os Distritos de Águas Claras e Cláudio Manuel, inseridos nas planícies formadas ao longo do Ribeirão Águas Claras e Córrego do Trigo, respectivamente.

#### 4.3 Cobertura Vegetal

A cobertura vegetal do município reflete, de maneira geral, o resultado da atuação do homem sobre o meio ambiente natural, destacando-se uma paisagem combinada de pastagens e capoeiras e remanescentes florestais em diversos estágios de desenvolvimento. Para o estudo da cobertura vegetal do Município de Mariana tomou-se como base a análise da textura fotográfica em imagens de satélite (Landsat – TM, 1989), através do padrão de arranjo de elementos texturais e dos níveis de cinza (tonalidade). Foi também empregado o processo de elaboração de mosaicos para o conjunto de ortofotos que recobrem a área total do município, permitindo assim, um melhor detalhamento em algumas regiões. Complementarmente a estas atividades foram realizados trabalhos de reconhecimento de campo no âmbito do Plano Diretor Urbano - Ambiental do Município.

Da conjugação das análises realizadas, elaborou-se um mapa de cobertura vegetal com a diferenciação de quatro unidades vegetacionais principais (Fig. 5):

- Campos rupestres de altitude;
- Matas de topo, galeria e de encosta;
- Áreas de campos e pastagens;
- Área de silvicultura.

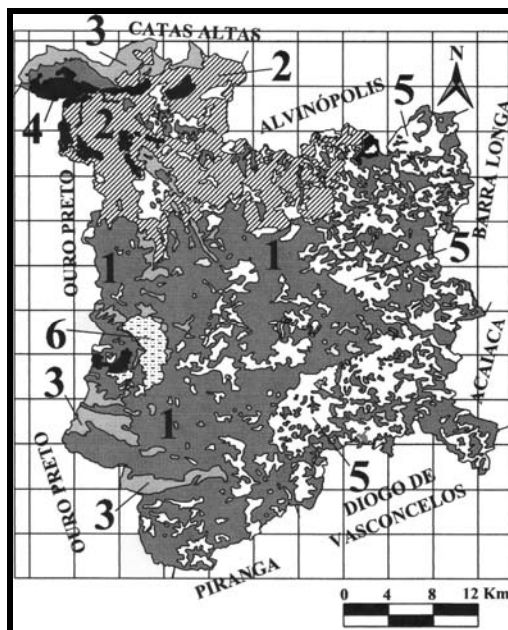


Fig. 5 – Mapa de Cobertura Vegetal do Município de Mariana. 1 – Matas de Topo, Encosta e Galeria (cinza escuro), 2 – Silvicultura (hachúria/listra), 3 – Campos Rupestres de Altitude (cinza claro), 4 – Áreas de Mineração (preto), 5 – Campos e Pastagens (sem cor), 6 – Aglomerações Urbanas (hachúria/pontos).

#### 4.3.1 Campos Rupestres de Altitude

Foram consideradas as áreas desprovidas de vegetação e/ou campos rupestres de altitude as que se caracterizam pela quase ausência de cobertura de solos, predomínio de afloramentos rochosos ou campos naturais de altitude. Ocorrem nas porções oeste e norte do Município, nas zonas de maior altitude (Serra do Caraça e Itacolomi), nos topos das serras e de algumas elevações, com distribuição em área, de aproximadamente 51 Km<sup>2</sup>.

#### 4.3.2 Matas de Topo, Galeria e de Encosta

A unidade Matas de Topo, Galeria e de Encosta abrange as áreas que possuem cobertura arbórea significativa, passíveis de identificação em ortofotos em escala 1:10.000 e em imagens de satélites com resolução de 30m. Foram representadas indistintamente matas em topo de elevações, em encostas, matas de galeria e de vegetação ciliar, em diferentes estágios sucessionais (PDUAM, 2003). As áreas mais preservadas e com maior recobrimento desta unidade são os setores centro e sudoeste do Município, onde ocorrem as porções florestais mais extensas. Na porção leste e sudeste tornam-se mais rarefeitas, representadas por coberturas vegetais em topo de encostas, circundadas por campos e pastagens. A norte e noroeste do Município a vegetação nativa vem sendo substituída progressivamente, sendo sua ocorrência esparsa, concentrando-se, apenas, nos contrafortes da Serra do Caraça e nos vales profundos e encostas íngremes.

### 4.3.3 Campos e Pastagens

Embora o Município de Mariana não possua um perfil agropecuário bem desenvolvido, a unidade Campos e Pastagens é a que tem maior distribuição em área, representada indistintamente pelas áreas desprovidas de vegetação arbórea, por campos, pastagens e por áreas desmatadas e degradadas. No setor norte, onde predominam as atividades de silvicultura (plantios de eucaliptos do modelo monocultura), algumas áreas foram identificadas como campos e/ou pastagens, mas estes locais são, certamente, áreas plantadas/exploradas por esta atividade, que na época do registro da imagem se apresentavam desnudas.

### 4.3.4 Silvicultura

A Unidade Silvicultura restringe-se ao plantio de eucaliptos, predominantemente, em terras pertencentes às mineradoras e companhias florestais instaladas no Município (CVRD, SAMARCO Mineração, CENIBRA, CAF). Esta atividade ocupa todo o setor norte-noroeste, estendendo-se além dos limites do Município de Mariana para as áreas dos Municípios de Ouro Preto, Catas Altas e Alvinópolis.

A finalidade principal desse tipo de uso é a chamada “recuperação de áreas degradadas” pela mineração, sendo utilizada, também, para produção de carvão vegetal, comum na região de Bento Rodrigues. Nos últimos cinco anos, na região centro-sul do município, entre o distrito de Padre Viegas e os sub-distritos de Barro Branco e Mainart, esta atividade vem ganhando importância, e tem como a finalidade principal a produção de carvão vegetal siderúrgico.

Também foram delimitadas no Mapa de Cobertura Vegetal, as áreas urbanas e as áreas mineradas do município. As áreas urbanas são representadas pela Sede do Município e pelas aglomerações urbanas dos Distritos, Sub-distritos e Localidades, identificadas como “manchas”, quando mapeáveis na escala adotada ou como pontos quando não.

As áreas mineradas são locais sem cobertura vegetal, totalmente modificados pela ação da mineração. Ocorrem, principalmente, na região noroeste do Município, inseridas na Unidade silvicultura, e ocupam uma área aproximada de 24 Km<sup>2</sup>.

### 4.4 Rede Hidrográfica

O Município de Mariana está inserido regionalmente na Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Entretanto, para a abordagem a que se propõe este trabalho, torna-se necessária uma setorização da referida Bacia dentro dos limites do Município. Foram delimitadas sete bacias/sub-bacias, nomeadas segundo o principal curso de água existente. Hierarquicamente foram consideradas como bacias hidrográficas:

- Rio Gualaxo do Norte;
- Rio Gualaxo do Sul;
- Ribeirão do Carmo.

Como sub-bacias hidrográficas foram definidos:

- Ribeirão do Caraça (Sub-bacia do Rio Piracicaba);
- Ribeirão Cachoeira do Brumado (sub-bacia do Gualaxo do Sul);
- Córrego Águas Claras (sub-bacia do Gualaxo do Norte)
- Ribeirões Boa Vista/Paciência (sub-bacia do Gualaxo do Norte) (Fig. 6).

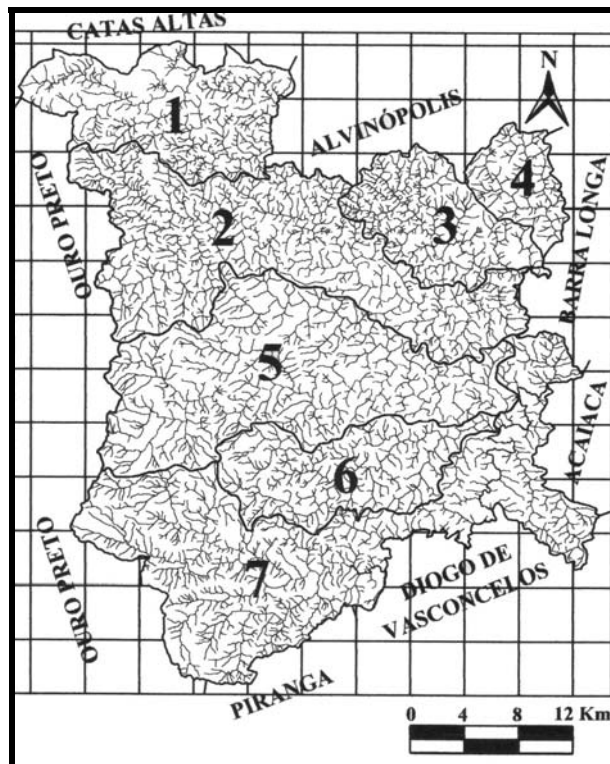


Fig. 6 – Mapa de Bacias Hidrográficas do Município de Mariana: 1 – Sub-bacia do Rio Piracicaba, 2 – Bacia do Rio Gualaxo do Norte, 3 – Sub-bacia dos Ribeirões Boa Vista e Paciência, 4 – Sub-bacia do Ribeirão Águas Claras, 5 – Bacia do Ribeirão do Carmo, 6 – Sub-bacia do Ribeirão Cachoeira do Brumado, 7 – Bacia do Rio Gualaxo do Sul.

As sub-bacias dos ribeirões Cachoeira do Brumado e Águas Claras, embora pertencentes a outras bacias (Gualaxo do Sul e Gualaxo do Norte, respectivamente), foram individualizadas pela sua extensão e importância. As sub-bacias dos ribeirões Boa Vista/Paciência e do Córrego do Caraça foram individualizadas por serem cabeceiras de outras bacias que confluem para os rios principais fora dos limites do Município (PDUAM, 2003).

Todas as bacias, com exceção do Ribeirão do Carmo têm suas cabeceiras no território de Mariana ou bem próximo as suas divisas com Ouro Preto (Gualaxo do Norte e Gualaxo do Sul), o que caracteriza a baixa influência de outros municípios nas águas superficiais e subsuperficiais do Município de Mariana. Além disso, apenas as drenagens da sub-bacia córrego do Caraça confluem para noroeste, diferentemente das demais que



confluem para leste. A Tabela 4 sintetiza as principais características das bacias/sub-bacias:

TABELA 4 – CARACTERIZAÇÃO DA REDE HIDROGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE MARIANA.

Bacia/sub-bacia	Área (Km <sup>2</sup> )	Principais tributários	Padrão de Drenagem
Bacia do Rio Gualaxo do Sul	314,09	Rio Gualaxo do Sul Rio Mainart Ribeirão Dom José	Treliça tendendo a dendrítico
Bacia do Ribeirão do Carmo	261,60	Ribeirão do Carmo Córrego Canela Córrego do Seminário	Treliça
Bacia do Rio Gualaxo do Norte	253,16	Rio Gualaxo do Norte Córrego Santarém Córrego Ouro Fino	Treliça e dendrítico, ocasionalmente
Sub-bacia do Rio Piracicaba	131,08	Rio Piracicaba Córrego das Almas Córrego Faria	Dendrítico
Sub-bacia dos Ribeirões Boa Vista/Paciência	42,13	Ribeirão Paciência Ribeirão Boa Vista Córrego do Trigo	Dendrítico
Sub-bacia do Ribeirão Águas Claras	88,73	Ribeirão Águas Claras Córrego Caldereiro Córrego da Pegada	Dendrítico com porções tipo treliça
Sub-bacia do Ribeirão Cachoeira do Brumado	108,96	Ribeirão Cachoeira do Brumado Córrego Água Limpa Córrego Curral Velho	Dendrítico

## 5. USO DO SOLO

Principal agente modificador do meio físico, o homem ao ocupar uma região define os usos em diferentes porções de um mesmo território. Cartograficamente é possível determinarem-se áreas onde certas atividades são historicamente predominantes, não excluindo a possibilidade destas mesmas atividades serem desenvolvidas em outras regiões em escalas mais reduzidas. Elaborou-se, assim, um mapa de uso atual do solo (Fig. 7) derivado da conjugação das informações referentes aos diferentes tipos de cobertura vegetal existentes, das áreas urbanas, das atividades minerárias, das áreas ocupadas por aproveitamentos hidrelétricos por pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) e das áreas legalmente protegidas localizadas no âmbito do município. Foram definidas 8 unidades principais que retratam o uso do solo para o Município de Mariana, descritas a seguir.

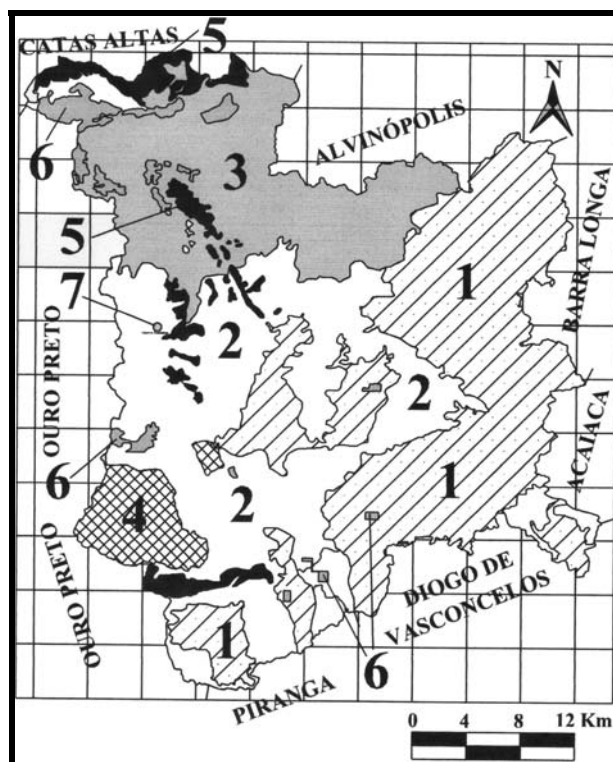


Fig. 7 – Mapa de Uso do Solo do Município de Mariana. 1 – Áreas de uso Agropecuário, 2 – Áreas de Cobertura Florestal, 3 – Áreas de Silvicultura, 4 – Áreas de Proteção Ambiental, 5 – Áreas de Campos de Altitude, 6 – Áreas de Mineração, 7 – Aterro Sanitário.

### 5.1 Áreas de Silvicultura

Como registrado, a silvicultura de eucaliptos é uma atividade importante em Mariana, especialmente pelo espaço que ocupa no município. É desenvolvida em quase todo o setor norte, em uma área aproximada de 215,6 Km<sup>2</sup>. Caracteriza-se pelo monocultivo de eucalipto para a produção de carvão, celulose e recuperação das áreas degradadas pela atividade minerária de ferro. Segundo a EMATER, destacam-se as atividades de reflorestamento, principalmente, nas áreas rurais de Santa Rita, Bento Rodrigues, Ponte do Gama, Camargos, Bicas e Caldereiros. Ocorrências menos expressivas são descritas em Monsenhor Horta, Padre Viegas, Passagem de Mariana e Mainart.

### 5.2 Áreas Urbanas

A unidade áreas urbanas é representada pela área urbana do Distrito Sede e pelas principais aglomerações urbanas dos distritos e sub-distritos. Como nem todas as aglomerações têm representatividade na escala de trabalho, muitas destas ficaram indicadas apenas por pontos no mapa.

### 5.3 Áreas de Campos de Altitude

A unidade campos de altitudes foi definida para representar áreas do território onde não existe um uso específico dos terrenos e nem a possibilidade de desen-

volvimento de outros tipos de atividades econômicas, resguardando-se, porém, o potencial turístico. Nela predominam afloramentos rochosos e áreas desprovidas de vegetação e/ou campos rupestres de altitude que se caracterizam pela quase ausência de coberturas de solos. Possuem pequena distribuição em área, apenas 51,1 Km<sup>2</sup>, ocorrendo, principalmente, nas porções oeste e norte do Município, nas zonas de maior altitude. As Serras do Caraça, a norte, as Serras do Gambo e Cruz das Almas, a noroeste, as Serras do Itacolomi e Ouro Preto na porção centro leste e a Serra do Cibrão, a sudoeste do município, são as feições mais representativas desta unidade.

#### 5.4 Áreas de Cobertura Florestal

A unidade cobertura florestal foi obtida a partir do mapa de cobertura vegetal elaborado, abrangendo sem distinção matas em topo de elevações, em encostas, matas de galeria e de vegetação ciliar. Ocorre principalmente nos setores centro e sudoeste do Município, perfazendo uma área de 369,0 Km<sup>2</sup>, o que representa 30,75% de todo o território. Esta unidade “de uso” tem como característica ser constituída de áreas de boa preservação e está relacionada diretamente ao relevo mais acidentado, de acessos mais restritos e ao reduzido potencial agrícola do solo. Entretanto, apesar destas áreas possuírem um grande potencial ambiental ainda não explorado, a falta de uma política Municipal de conservação ameaça a integridade física das mesmas, constantemente afetadas por queimadas e pela extração ilegal de espécies vegetais e de madeiras por atividades clandestinas.

#### 5.5 Áreas de Uso Agropecuário

A unidade áreas de uso agropecuário representa as porções onde predominam pastos (naturais e plantados), campos desnudos e também matas de topo remanescentes, identificados a partir da cartografia da cobertura vegetal. Ocupa, principalmente, a porção leste do Município, mas também as regiões central, nas imediações dos Distritos de Bandeirantes, Padre Viegas e Monsenhor Horta e extremo sudoeste, nas imediações das localidades de Palmital, Serra do Carmo, Engenho e do sub-distrito de Vargem. Abrange 35,84% da área total do Município.

Como registrado, a produção agrícola é pouco representativa (voltada para a subsistência familiar) dentro da economia municipal, o que pode ser percebido através da utilização inexpressiva, de apenas 5,4%, das terras rurais, para a implantação de lavouras permanentes e temporárias (IBGE, 1996). A pecuária é considerada a atividade principal, em comparação com a agricultura. Contudo, o desenvolvimento das atividades agropecuárias se vê prejudicado por fatores de ordem natural, destacando-se a baixa qualidade dos solos e o relevo acidentado.

#### 5.6 Áreas de Mineração

São as áreas sem cobertura vegetal, diretamente modificadas pelas atividades de mineração onde são ou foram desenvolvidas estruturas a elas ligadas (escritórios, oficinas, etc.), cavas das minas e barragens de rejeitos.

A atividade de mineração é desenvolvida principalmente na região noroeste do Município, destacando-se nesse cenário a exploração do minério de ferro e ferro-manganês, pelas empresas Companhia Vale do Rio Doce e SAMARCO Mineração, com uma produção anual de 35 milhões de toneladas. Em menor escala e em algumas vezes com representação pontual em mapa, são descritas atividades de extração de quartzito pela empresa Quartzito do Brasil na região centro-oeste, próximo ao Distrito de Passagem de Mariana; atividade mineraria de bauxita, no distrito de Padre Viegas, explorada pela Alcan; atividades ligadas à extração de pedra sabão, comuns no setor centro-leste do Município, entre o sub-distrito de Barro Branco e o Distrito de Furquim; e, finalmente, a exploração de gnaiss (pedra britada) no Distrito de Monsenhor Horta.

#### 5.7 As Áreas Legalmente Protegidas

Compõe-se por duas unidades de conservação, que estão inseridas no Município de Mariana: O Parque Estadual do Itacolomi e a Área de Proteção Ambiental (APA) da Mata do Seminário.

O Parque Estadual do Itacolomi foi criado em 14 de junho de 1967, pela Lei Estadual 44.095. Ocupa uma área de 7.543 ha, entre os municípios de Ouro Preto e Mariana. Em Mariana abrange uma área de 49,36 Km<sup>2</sup> ao sul da sede do Município, onde o Pico do Itacolomi é a feição mais marcante. Entretanto, o Parque do Itacolomi, como a maioria dos Parques Nacionais e Estaduais de Minas Gerais, carece de um plano de manejo integrado de seus diferentes ecossistemas.

A Área de Proteção Ambiental da Mata do Seminário, de propriedade da Arquidiocese de Mariana, foi criada pelo Decreto Estadual nº 23.564, de 11 de Maio de 1984. Ocupa uma área de 59 alqueires de terras, situada no domínio de Sant'Ana, Mãe D'água e Cachoeira, no entorno da área urbana do distrito sede. A responsabilidade pela fiscalização e administração da área é do Estado de Minas Gerais, por meio da Secretaria de Ciência e Tecnologia - Comissão de Política Ambiental (COPAM), o que na prática não é verificado. A extração ilegal de madeira, principalmente para a queima e usos diversos e a exposição às queimadas nas épocas da seca são os problemas mais frequentes constatados.

#### 5.8 Área de Domínio das Barragens

Esta unidade de uso do solo refere-se às áreas do entorno das PCHs de Caldeirões, Fumaça e Furquim, de propriedade da Alcan Alumínio do Brasil, que foram construídas integralmente ou parcialmente nos domínios

do Município de Mariana. As áreas do entorno dos empreendimentos em questão são consideradas áreas de uso restrito pela legislação ambiental. As barragens foram instaladas nos rios Gualaxo do Sul e Carmo. No Gualaxo do Sul, na divisa com o Município de Diogo de Vasconcelos, foram projetadas as PCHs que possuem as maiores áreas de influência (Caldeirões e Fumaça), cerca de 40,0 Km<sup>2</sup>. Já a do Rio do Carmo foi construída nas proximidades da área urbana do Distrito de Furquim, com área de influência reduzida em relação às outras, cerca de 0,7 Km<sup>2</sup>.

## 6. ORDENAMENTO TERRITORIAL DO MUNICÍPIO DE MARIANA

O ordenamento urbano-ambiental do município de Mariana teve por pressuposto a necessidade de regulação do espaço territorial, como instrumento de política urbana buscando garantir a qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável na cidade. Ocorreu a partir da percepção das relações existentes entre o homem e o meio ambiente e da análise qualitativa dos resultados derivados da ação deste sobre o meio. As análises executadas foram fundamentais para subsidiar o posterior zoneamento ambiental do município como um instrumento do Plano Diretor, elaborado por solicitação da Prefeitura Municipal.

A integração das informações da etapa de diagnóstico do meio físico, com os dados referentes ao parcelamento, uso e ocupação do território, áreas de sobreposição dos eixos municipais de desenvolvimento econômico e a necessidade de preservação do patrimônio cultural subsidiou a elaboração de um estudo propositivo de viabilização do desenvolvimento sustentável do Município de Mariana. Os critérios adotados para a elaboração das zonas propositivas ao ordenamento territorial da Sede e do Município, foram definidos pela equipe de consultores integrantes do Plano Diretor.

O resultado da associação dos dados cartográficos das etapas de diagnóstico e a definição das ações propositivas, foi consubstanciado na elaboração do Plano Diretor Urbano Ambiental de Mariana, Lei Complementar 016, promulgada em 02 de janeiro de 2004.

### 6.1 O Zoneamento Ambiental

Para o Zoneamento Ambiental do Município de Mariana, a metodologia adotada para a elaboração e análise das unidades baseou-se em adaptações das metodologias desenvolvidas em Brandt (1994) e Sobreira (1995). Foram cruzadas as informações ambientais contidas nos mapas de uso do solo, de bacias hidrográficas, geomorfológico e de cobertura vegetal, adotando-se a mesma escala empregada nestes mapeamentos (1:50.000).

O zoneamento considerou as particularidades geoambientais e os usos atuais, cujo enfoque foi o elemento orientador para a definição das unidades estabelecidas e as proposições de ações. Os limites estabelecidos para cada unidade não devem ser considerados

*sensu strictu*, mas sim indicações de regiões ou zonas com características gerais, mas que podem conter certas particularidades locais, referentes ao meio físico (Fig. 8). Entretanto, os resultados das análises permitiram a proposição de diretrizes gerais de ações, a médio e longo prazo, para cada uma das unidades estabelecidas, no que tange à preservação, conservação e/ou melhoria da “qualidade ambiental” destas áreas. Ressalta-se, entretanto, que as indicações propostas devem ser consideradas apenas como ações globais, sem um caráter definidor ou restritivo de usos futuros.

Assim, tomando-se como critérios fundamentais o meio físico, a cobertura vegetal existente e remanescente, as características gerais dos recursos hídricos superficiais, a tipologia das aglomerações urbanas, o grau de intervenção antrópica e a influência das atividades antrópicas, foram definidas quatro unidades ambientais (zonas) para o Município de Mariana.

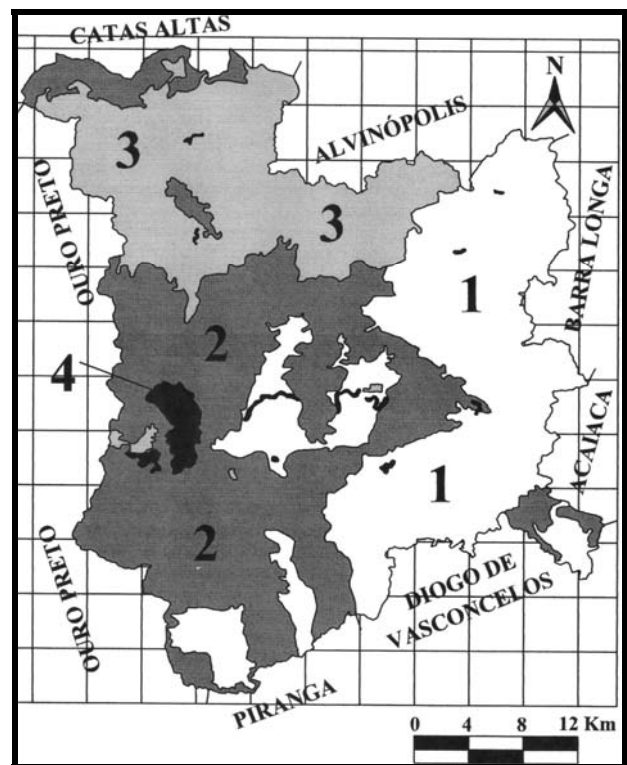


Fig. 8 – Zoneamento Ambiental do Município. 1 – Zona de Interesse de Controle Ambiental, 2 – Zona de Interesse de Proteção Ambiental, 3 – Zona de Interesse de Reabilitação Ambiental, 4 – Zona de Interesse de Adequação Ambiental.

#### 6.1.1 Zona de Interesse de Proteção Ambiental

A Unidade Zona de Interesse de Proteção Ambiental engloba a região centro-oeste e sudoeste do Município, a Serra do Caraça a noroeste e a região de Constantino, a sudeste. Compõem esta unidade todos os relevos de serra e parte dos relevos escarpados do município e os terrenos com atividade antrópica incipiente, onde o meio físico ainda não se encontra muito alterado. O principal elemento para sua definição foi a cobertura vegetal existente. Nesta zona predominam os relevos

ondulados e suave-ondulados. Dentre as principais características descritas para a referida zona, destacam-se:

- Cobertura vegetal florestal densa ou preservada;
- Mananciais e recursos hídricos não degradados (inclusive as áreas de cabeceiras);
- Inexistência de aglomerações urbanas;
- Atividades antrópicas rarefeitas;
- Inexistência de atividades problemáticas sobre o ponto de vista ambiental;
- Existência de áreas legalmente protegidas (Parque Estadual do Itacolomi e Mata do Seminário).

No âmbito da Lei do Plano Diretor Urbano Ambiental de Mariana, dentre as principais indicações para estas áreas, destacam-se os usos futuros restritos a atividades não impactantes e pontuais; a manutenção das características atualmente existentes; o incentivo à recuperação das áreas degradadas ou mal utilizadas; o desenvolvimento de estudos fitogeográficos de detalhe, buscando a avaliação da cobertura vegetal existente e seu potencial econômico e turístico; o incentivo à criação de outras áreas de proteção, inclusive particulares; ações no sentido de desenvolver o turismo ecológico; a exploração sustentável dos recursos naturais e a elaboração de normas restritivas aos usos, em nível municipal.

### **6.1.2 Zona de Interesse de Controle Ambiental**

A Zona de Interesse de Controle Ambiental estende-se ao longo de toda a porção leste do município e em algumas manchas nas porções central e sudoeste. Esta unidade é representada pelas áreas com predomínio de campos e pastagens onde se destaca a atividade de agropecuária. A atividade de mineração, através da extração de pedra sabão e gnaiss, embora pontuais, também são importantes nestas zonas. O relevo distribui-se em suave ondulado, na porção nordeste, ondulado a leste e escarpado na porção sudeste. As principais particularidades que caracterizam esta zona são:

- Cobertura vegetal florestal rarefeita (matas remanescentes de topo de morro, de encosta e galerias), com predominância de campos e pastagens;
- Recursos hídricos em bom estado de conservação e pouco solicitados (no que se refere ao despejo de esgoto doméstico principalmente);
- Existência de aglomerações urbanas de pequeno porte;
- Existência de atividades antrópicas, principalmente agropastoris;
- Inexistência de atividades com impactos ambientais significativos.

Para esta Unidade o interesse mais imediato é a conservação e manutenção das características geoambientais atuais, sendo passíveis medidas e ações que não tragam maiores degradações ou que reduzam os impactos existentes. Como indicações gerais para estas zonas, segundo a Lei do Plano Diretor (2003), tem-se o incentivo ao desenvolvimento de atividades com impactos controlados; a manutenção da cobertura vegetal florestal existente e incentivo a sua ampliação; a manutenção da qualidade e quantidade das águas; a avaliação da quali-

dade e quantidade dos recursos hídricos existentes, de seu estado quali-quantitativo e de seu potencial; a exploração sustentável dos recursos naturais (minerais, solos e águas); o desenvolvimento de estudos que busquem a avaliação do potencial agrícola, da qualidade dos solos e técnicas de melhoria desta; o desenvolvimento de atividades pecuárias com controle ambiental e, finalmente, a elaboração de normas, em nível municipal, que busquem disciplinar os usos atuais e futuros (PDUAM, 2003).

### **6.1.3 Zona de Interesse de Reabilitação Ambiental**

Ocorrendo predominantemente na porção norte do Município, em exceção da região da Serra do Caraça, a Unidade Zona de Interesse de Reabilitação Ambiental engloba as áreas com uso atual intenso, centrado, principalmente, nas atividades de mineração e monocultivo de eucalipto. Caracteriza-se por um relevo suave ondulado e ondulado e as particularidades de maior destaque são:

- Alteração total da cobertura vegetal e dos recursos hídricos, tanto qualitativamente quanto quantitativamente;
- Atividades antrópicas intensas (mineração e silvicultura);
- Possibilidade de reversibilidade dos principais impactos existentes.

Estas zonas, embora com usos muito intensos (mineração de ferro, principalmente, e silvicultura) que provocam impactos ambientais em vários níveis de magnitude e importância, são passíveis de ações que busquem a reabilitação ou o redirecionamento dos usos atuais, uma vez que o quadro existente pode ser revertido em médio e longo prazo. Para tal, necessitam de uma maior atenção no sentido de melhoria das condições ambientais e de normas mais rigorosas no que se refere à implementação de novas atividades e/ou regulamentação das atuais. As indicações gerais propostas no âmbito do Plano Diretor Urbano Ambiental foram a reabilitação dos locais mais degradados, destacando-se entre eles as áreas de mineração; a diversificação de usos nas áreas de monocultura de eucalipto; o desenvolvimento de estudos que busquem definir outros usos adequados no contexto ambiental existente; a avaliação da qualidade e quantidade dos recursos hídricos existentes, bem como seu estado de degradação e seu potencial; o desenvolvimento de estudos que busquem a avaliação do potencial agrícola, da qualidade dos solos e técnicas de melhoria agrícola; o desenvolvimento de atividades de silvicultura com planos de manejo que assegurem o controle ambiental; a elaboração de normas, em nível municipal, que venham garantir a reabilitação das áreas degradadas pelas atividades de mineração e a elaboração de normas, em nível municipal, que busquem disciplinar os usos atuais e futuros.

### **6.1.4 Zona de Interesse de Adequação Ambiental**

A Unidade Zona de Interesse de Adequação Ambiental compreende todas as aglomerações urbanas

representáveis na escala de trabalho. Incluem a sede do município e a maioria dos distritos. O principal critério para a delimitação desta unidade foi o uso (ocupação urbana). As tipologias urbanas distintas e variadas e a menor extensão com relação às outras unidades, não impediram a definição de uma unidade em particular. Caracteriza-se pelas intensas atividades antrópicas, pelo grau e densidade de ocupação e alteração ambiental, além da sua importância, visto que abrigam a grande maioria da população do Município. A sede do Município é a principal área e a que apresenta os problemas acima citados mais agravados. As principais características dessas áreas urbanas são:

- Remoção total da cobertura vegetal original;
- Alteração do meio físico (ocupação por edificações, grandes movimentações de terras, ocupações inadequadas, etc.);
- Degradação total da drenagem natural (canalização de cursos d'água, poluição orgânica, ocupação da calha e das margens, lançamento de resíduos diversos e entulhos, execução de aterros, etc);
- Atividades antrópicas intensas, provocando impactos negativos de magnitude elevada (geração de resíduos, poluição, tráfego, etc).

Os níveis de usos (urbanização) e os impactos relacionados são muito diversificados. A sede e as aglomerações dos distritos e sub-distritos caracterizam-se pela desordem urbana e pela degradação ambiental. Nas aglomerações de menor porte estes problemas são de pequena dimensão e facilmente reversíveis. Por outro lado, as aglomerações mais populosas, principalmente na sede, Cachoeira do Brumado e Passagem de Mariana necessitam de controle mais rígido, no sentido da reversão do quadro atual.

Para estas zonas, as indicações gerais foram a manutenção do uso atual, com mudança de postura em relação ao meio ambiente; a elaboração de planos e diretrizes que busquem a ordenação do território urbano e a melhoria da qualidade de vida da população; a elaboração de normas rígidas que garantam o uso mais adequado do meio físico e disciplinem as intervenções públicas e privadas; a implantação e melhoria de medidas de saneamento básico; o levantamento e cadastramento detalhado do patrimônio histórico e cultural existente, buscando sua preservação e a implementação de ações que busquem o desenvolvimento econômico, turístico e a sustentabilidade atual e futura destas áreas.

## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os aspectos geológicos, geomorfológicos e hídricos sempre condicionaram de alguma forma, a ocupação do ambiente. O estudo de ordenamento e planejamento ambiental fundamenta-se no conhecimento dos elementos da natureza geológica, elementos estes que, geralmente, terão influência direta ou indireta nos demais aspectos locais. A caracterização prévia dos terrenos é imprescindível para que se possam determinar as atividades para suportar os diversos usos, os impactos

resultantes destes usos e as medidas que podem ser adotadas para a prevenção dos problemas.

A utilização de produtos de sensoriamento remoto, associada aos trabalhos de campo, permitiu concluir que o uso de fotos aéreas, bases cartográficas, mapas cadastrais municipais e imagens de satélite são importantes instrumentos no planejamento da ocupação do espaço urbano, respeitando os aspectos ambientais. A análise espacial integrada ao trabalho de campo permitiu melhor identificar e selecionar áreas potenciais para expansão urbana, a delimitação de áreas de proteção ambiental e de áreas de preservação permanente.

O uso de técnicas de geoprocessamento digital é imprescindível para todas as atividades que utilizam mapas de variáveis distribuídas no espaço. O programa *AutoCadMap*, utilizado para a conversão das informações para o formato digital, facilitou a digitalização e a edição dos dados existentes em formato analógico, em especial em escalas grandes e no sistema de coordenadas UTM. O uso do programa *Spring* viabilizou a elaboração das cartas de declividades do Município e da Sede. O programa *Er Mapper* possibilitou a elaboração do modelo digital do terreno e o tratamento da imagem de satélite da área. Os programas mostraram-se ferramentas eficientes quando usados de forma integrada.

A cartografia das informações referentes ao meio físico, das áreas urbanas, das atividades de mineração, das PCHs e das áreas de proteção ambiental existentes no Município possibilitou a delimitação de 8 unidades principais que retratam o uso do solo atualmente no município de Mariana. Percebe-se que as atividades de agropecuária, mineração e de silvicultura são as que mais impactos ambientais promovem, por removerem toda a cobertura vegetal primária, desenvolvendo-se, predominantemente, nas áreas adjacentes aos distritos, sub-distritos e localidades. Entretanto, ao se comparar à extensão da área voltada para a agropecuária e a representatividade econômica da mesma para o Município, fica evidente uma enorme discrepância e a necessidade da criação de políticas públicas que visem o desenvolvimento sustentável nessas áreas, diminuindo, assim, a migração do campo para a área da sede de Mariana.

As informações ambientais contidas nos mapas de uso do solo, associadas com as informações referentes a cobertura vegetal existente, as características gerais dos recursos hídricos superficiais, a tipologia das aglomerações urbanas, o grau de intervenção antrópica e a influência dessa, foi o elemento orientador para a definição de quatro unidades ambientais (zonas) para a área do Município de Mariana: Zona de Interesse de Proteção Ambiental, Zona de Interesse de Controle Ambiental, Zona de Interesse de Reabilitação Ambiental e Zona de Interesse de Adequação Ambiental.

Os resultados das análises permitiram a proposição de diretrizes gerais de ações, a médio e longo prazo, para cada uma das unidades estabelecidas, no que tange à preservação, conservação e/ou melhoria da "qualidade ambiental" destas áreas.

Sugere-se que os mapas elaborados e digitalizados apresentados neste trabalho sejam utilizados para a elaboração de um sistema de informações geográficas, contemplando, também, as informações sócio-econômicas do Município.

Finalmente, ressalta-se a importância do desenvolvimento deste trabalho, face aos poucos exemplos brasileiros de estudos geoambientais que serviram de base para a definição de uma Lei (Lei 016, de 02 de janeiro de 2004), regendo a ordenação do espaço urbano de um Município. Outrossim, cabe as autoridades municipais, de posse desse zoneamento ambiental, a elaboração e o desenvolvimento de políticas públicas voltadas à melhoria da qualidade de vida da população, tornando esse estudo um eficaz instrumento de planejamento e gestão ambiental como enfatizam as recentes leis ambientais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALKMIM, F. F.; MARSHAK, S. **Transamazonian Orogeny in The Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero**. Precambrian Research. 90: 29-58, 1998.
- ALMEIDA, F. F. M. O Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, 7 (4): 349-64. 1977.
- ALMEIDA, F. F. M. O Cráton do Paramirim e suas relações com o do São Francisco. In: Simpósio sobre o Cráton do São Francisco e suas Faixas Marginais, 1, Salvador, 1981. **Anais**, Salvador, SBG, p. 1-10.
- ARONOFF, S. **Geographical Information Systems: A management Perspective**. Ottawa, WDI Publications. 1989.
- BRANDALISE, L. A. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB**; Carta Geológica, Carta Metalogenético-Previsional da Folha Ponte Nova (SF.23-X-B-II), escala 1:100.000, Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte. 1991.
- BRANDT. **Manual para mapeamento de biótopos no Brasil: base para um planejamento ambiental eficiente**/ Cadaval Bedê, et. Al. Belo Horizonte: Fundação Alexander Brandt. 180p. 2ª edição. 1994.
- BROWN. L. Jr.; FISHER, W. L.; EXLEBEN, A. W.; MCGOWEN, J. H. Resource Capability Units. Their utility in land-and-water use management with examples form the Texas coastal zone. **Geological Circular** 71-1, The University of Texas at Austin Bureau of Economic Geology, USA, 22p. 1971.
- BURROUGH, P. A. **Principles of Geographic Information System for Land Resources Assessment**. Oxford, Oxford University Press. 1986.
- BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford: Oxford University. 194 p. 1990.
- CENDRERO, A. Environmental geology of the Santander Bay area. Northern Spain. **Environmental Geology**, Spring Verlag, New York, vol 1, pp. 97-114. 1975.
- CENDRERO, A. **Geología ambiental: bases doctrinales y metodológicas**, I Reunión Nac. Geol. Amb. y Ord. Territorio. Santander. vol. Ponencias: pp. 1-62. 1980.
- CETEC. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. **Diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte. 1v. (série de publicações técnicas, 10). 1983.
- CHORLEY, R. J. & KENNEDY, B. A. **Physical Geography – a systems approach**. Londres: Prentice-Hall Internacional. 370 p. 1971.
- CPRM. **Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**, Mariana – Folha SF.23-XB-1. Estado de Minas Gerais. Escala 1:100.000. Org. por Orisvaldo Ferreira Baltazar e Frederico Ozanam Raposo. Brasília, DNPM/CPRM. 196 p. 1993.
- DIAZ DE TÉRAN, J. R. **Tipos y metodologias de cartografias ambientales**. Serie Engenharia Ambiental, Inst. Tecn. Geominero de España, Madrid, pp. 239-257. 1988.
- DORR, J. V. N. II; GAIR, J. E.; POMERENE, J. B.; RYNEARSON, G. A. **Revisão da estratigrafia pré-cambriana do Quadrilátero Ferrífero: Brasil**, DNPM-DFPM, Avulso, 81, 31p. 1975.
- DORR, J. V. N. II. Physiographic, Stratigraphic and Structural Development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **U. S. Geol. Professional Paper**. 641-A. 110p. 1969.
- FARRAIA, C. I. L. **Subsídios para o ordenamento do Conselho de Vila do Bispo**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. 1989.
- FRANCÉS, E.; DIAZ de TERÁN, J. R.; CENDRERO, A. **La aplicación de la cartografía geoambiental al diagnóstico de unidade territoriales: estabelecimento de directrizes de ordenacion**. Livro de Homenagem ao Prof. Carlos Romariz, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, pp 377-402. 1990.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Plano de Conservação, Valorização e Desenvolvimento de Ouro Preto e**

- Mariana.** (Relatório Síntese). Belo Horizonte. 1975
- GODFREY, A. E. **A physiographic approach to land use planning.** En: **Environmental Geology**, vol. 2, núm. 1, pp. 45-50. 1977.
- GRANT, K. **The Puce programme for terrain calculation for Engineering Purpose** – part 2 procedure for terrain classification – tech paper n° 19, CSIRO Div. App. 1974.
- LOPEZ CADENAS, F.; BLANCO, M. 1976. **Hidrologia Florestal.** ETS Ing. De Montes, Madrid. 1976.
- LUTTIG, G. Geoscience and the potential of the natural environmental. In: **Geoscientific Studies and the Potential of Natural Environmental.** Ddeustche UNESCO-KOMMISSION, German, pp. 28-40. 1975.
- MARSHAK, S.; ALKIMIM, F. F. Proterozoic extension/contraction tectonics of the southern São Francisco Craton and adjacent regions Minas Gerais, Brazil. **A kinematic model relating Quadrilátero Ferrífero, São Francisco Basin and Cordilheira do Espinhaço, Tectonics**, 8(3): 555-571. 1989.
- MARSHAK, S.; ALKIMIM, F. F.; JORDT EVANGELISTA, H. J. **Proterozoic crustal extension and the generation of the dome and keel structure in archaean granite-greenstone terraine.** Nature V. 357, p. 491-493. 1992.
- MASSON, M. P. Busquet et C. Allet 1990 – Application d’une cartographie géoenvironnementale au littoral du roussillon, **Proceedings**, VI Int. Congr., I.A.E.G. Vol. 1 Amsterdam: pp. 195-203. 1990
- MOPT. **Guia para la alaboracion de estudios del medio fisico.** Centro de Estudios de Ordenancia del Territorio y Medio Ambiente – Ministerio de Obras Publicas y Urbanismo, Madrid. 1992.
- PDUAM. **Relatório Diagnóstico de Mariana.** Equipe Consultora do Plano Diretor Urbano-Ambiental de Mariana. Inédito. 350p. 2003.
- RADAMBRASIL. Folhas SF 23/24, Rio de Janeiro/Vitória. **Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** 780p. 1983.
- RAPOSO, F, O. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB;** Carta Geológica, Carta Metalogenético – Previsional da Folha Rio Espera (SF.23 – X – B – IV), escala 1:100.000, Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte. 1991.
- SOBREIRA, F.G. **Estudo Geoambiental do Concelho de Sesimbra.** Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. 347p. (Tese de Doutorado). 1995.
- SOBREIRA, F. G. **Estudo Geoambiental da Área Urbana de Mariana: Ocupação do Meio Físico e Análise de Riscos Geológicos.** DEGEO/UFOP. 2000.
- SOUZA L. A. **Diagnóstico do Meio Físico como Contribuição ao Ordenamento Territorial do Município de Mariana (MG).** Departamento de Engenharia Civil. Escola e Minas. Universidade Federal de Ouro Preto. 165p. (Dissertação de mestrado). 2004.
- XAVIER-DA-SILVA, j.; SOUZA, M. **Análise ambiental.** Rio de Janeiro: Ed. da UFRJ. 1987.
- XAVIER-DA-SILVA, J. **Geoprocessamento para análise ambiental.** Rio de Janeiro. 228p. 2001.

Recebido em 15 de março de 2005 – Aceito para publicação em 30 de dezembro de 2005.