

PROJETO APA SUL RMBH Estudos do Meio Físico



ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL
SUL DA REGIÃO METROPOLITANA
DE BELO HORIZONTE



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE
E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS

PROGRAMA GATE
INFORMAÇÕES PARA A GESTÃO TERRITORIAL

GEOMORFOLOGIA

Volume 6

*Antônio Ivo de Menezes Medina - Geólogo
Marcelo Eduardo Dantas - Geógrafo, MSc.
Allaoua Saadi - Consultor Geógrafo, Prof. Dr.*



Secretaria de Geologia,
Mineração e Transformação Mineral

Ministério de
Minas e Energia



Belo Horizonte
2005

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Silas Rondeau Cavalcante Silva
Ministro de Estado

**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

Cláudio Scliar
Secretário

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

Agamenon Sérgio Lucas Dantas
Diretor - Presidente

Manoel Barretto da Rocha Neto
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

José Ribeiro Mendes
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Fernando Pereira de Carvalho
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Álvaro Rogério Alencar Silva
Diretor de Administração e Finanças

Carlos Schobbenhaus Filho
Chefe do Departamento de Geologia

Inácio de Medeiros Delgado
Chefe da Divisão de Geologia Básica

Cássio Roberto da Silva
Chefe do Departamento de Gestão Territorial

Regina Célia Gimenez Armesto
Chefe da Divisão de Gestão Territorial

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELO HORIZONTE

Hélio Pereira
Superintendente

Márcio de Oliveira Cândido
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Fernando Antônio Rodrigues de Oliveira
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Marcelo de Araújo Vieira
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Silvia Efigênia Vieira de Melo
Gerente de Administração e Finanças

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Aécio Neves
Governador

**SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

José Carlos Carvalho
Secretário de Estado

Shelley de Souza Carneiro
Secretário Adjunto

Antônio Eustáquio Oliver
Chefe de Gabinete

Rubens Varga Filho
Superintendente de Apoio Técnico

Rogério Noce Rocha
Superintendente de Política Ambiental

Eduardo Henrique Alves de Paula
Superintendente de Administração e Finanças

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS

Djalma Bastos de Moraes
Presidente

José Maria de Macedo
Diretor de Distribuição

Flávio Decat de Moura
Diretor de Finanças

Heleni de Mello Fonseca
Diretor de Gestão Empresarial

Celso Ferreira
Diretor de Planejamento, Projetos e Construções

Elmar de Oliveira Santana
Diretor de Geração e Transmissão

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELO HORIZONTE
SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS

CONVÊNIO SEMAD - CPRM
Nº 011/CPRM/01

PROJETO APA SUL RMBH
Estudos do Meio Físico
Escala 1:50.000

Belo Horizonte
2005

EQUIPE TÉCNICA

COORDENAÇÃO E SUPERVISÃO

*Maria Antonieta Alcântara Mourão - Geóloga, M.Sc.
Helio Antonio de Sousa - Geólogo, M.Sc.*
Coordenadores do Projeto APA Sul RMBH

Maria Antonieta Alcântara Mourão - Geóloga, M.Sc.
Representante da CPRM

RELATÓRIOS TEMÁTICOS Responsáveis Técnicos

Geologia

*Sérgio Lima da Silva - Geólogo
Eduardo Araújo Monteiro - Geólogo
Orivaldo Ferreira Baltazar - Geólogo
Márcia Zucchetti - Geóloga, M.Sc.*

Mineração

Antônio Carlos Girodo - Eng. de Minas Consultor, Especialista

Cobertura e Uso da Terra

*Graziela da Silva Rocha Oliveira - Geógrafa Especialista
Patrícia Düringer Jacques - Geóloga, M.Sc.
Edgar Shinzato - Eng. Agrônomo, M.Sc.*

Geotecnia

*Jorge Pimentel - Geólogo, M.Sc.
Cornélio Zampier Teixeira - Eng. Civil Consultor, Dr.
Fábio Moraes Silva - Geólogo, M.Sc.*

Pedologia

*Edgar Shinzato - Eng. Agrônomo, M.Sc.
Amaury de Carvalho Filho - Eng. Agrônomo, M.Sc.*

Geomorfologia

*Antônio Ivo de Menezes Medina - Geólogo
Marcelo Eduardo Dantas - Geógrafo, M.Sc.
Allaoua Saadi - Geógrafo Consultor, Prof. Dr.*

Geoquímica Ambiental

*Fernanda Gonçalves da Cunha - Geóloga, Dra.
Gilberto José Machado - Geólogo, M.Sc.*

Hidrogeologia

*Décio Antônio Chaves Beato - Geólogo
André Luiz Mussel Monsorens - Geólogo, M.Sc.
Antônio Carlos Bertachinni - Geólogo Consultor, M.Sc.*

Hidrologia

*Elizabeth Guelman Davis - Eng. Civil
Eber José de Andrade Pinto - Eng. Civil Consultor Interno, M.Sc.
Magda Cristina Ferreira Pinto - Química, M.Sc.*

Uso e Disponibilidade de Recursos Hídricos

*Elizabeth Guelman Davis - Eng. Civil
Eber José de Andrade Pinto - Eng. Civil Consultor Interno, M.Sc.
Décio Antônio Chaves Beato - Geólogo*

APOIO OPERACIONAL

*Aginaldo Francisco Teixeira de Freitas - Ass. Tec. Especializado
Alessandro José da Silva - Ass. Tec. Especializado
Antônio dos Santos Neto - Auxiliar Tec. Manutenção
Arlindo Akio Yamato - Geólogo, M.Sc.
Branca Estrella Cardoso - Estagiária de Geografia
Deli Moreira Soares - Auxiliar Tec. Manutenção
Edésio Lucrécio Lucas Diniz - Hidrotécnico
Eliane Moraes Almeida - Estagiária de Geografia
Elóisa Helena Munck - Estagiária de Geografia
Francisco Magela Dias - Auxiliar Tec. Manutenção*

René Henrique Cardoso Renault - Biólogo
Gerente da APA Sul RMBH
Representante da SEMAD

APOIO OPERACIONAL

*Giovanni Diniz Moreira - Estagiário de Geografia
José Ismael Bento - Técnico de Perfuração
Keli Regina Rodrigues Pedroza - Técnico Administrativo
Lana de Cássia Andrade - Estagiária de Geografia
Márcio Alexandre - Técnico de Hidrologia
Marco Antônio Leitão Pimentel - Técnico Administrativo
Márcio de Oliveira Cândido - Eng. Civil, M.Sc.
Márcio Ferreira Augusto - Desenhista
Maria Lúcia Chagas Ribeiro Vasconcelos - Bibliotecária
Maurício Alves Ferreira Santos - Estagiário de Geografia
Maurício Vieira Rios - Técnico em Prospecção
Maurina Soares Siqueira de Freitas - Técnico de Hidrologia
Michelle Rodrigues Araújo - Estagiária de Geografia
Neuro Rodrigues - Técnico de Hidrologia
Oswaldo Pereira dos Santos - Técnico de Hidrologia
Paulo César Santarém da Silva - Geólogo, M.Sc.
Terezinha Inácia Carvalho Pereira - Técnica em Cartografia
Sarah Costa Cordeiro - Ass. Tec. Especializado
Valdiva de Oliveira - Ass. Tec. Especializado
Valter Gonçalves de Araújo - Ass. Tec. Especializado
Wanda A. X. França - Ass. Tec. Especializado
Wilson Luís Féboli - Geólogo*

APOIO TÉCNICO

**Contribuição Técnica no Capítulo de
Sedimentometria do Tema Hidrologia**
Alice Silva de Castilho - Eng. Civil, M.Sc.

Digitalização de Mapas para o Tema Geologia:
*José Geraldo de Souza - Técnico de Mineração
Lindouro Araújo Duarte - Técnico de Mineração*

**Editoração Cartográfica e Composição de
Leiaute Final:**

*Elizabeth Almeida Cadete Costa - Tec. em Cartografia
Rosângela Gonçalves Bastos de Souza - Geógrafa*

**Levantamento de Campo e Consistência de
Dados Hidrogeológicos:**

*Georgete Macedo Dutra - Geóloga
Júlio de Freitas Fernandes Vasques - Prospector e
Hidrotécnico*

Levantamento de Dados Secundários:

José do Espírito Santo Lima - Geólogo

**Levantamento de Campo para os Temas
Hidrogeologia e Hidrologia:**

*Antônio Luiz do Nascimento - Hidrotécnico
Gesler Ferreira - Técnico de Mineração
Luiz Fernando Zacarias - Técnico de Mineração*

Normalização e Pesquisa Bibliográfica:

Maria Madalena Costa Ferreira - Bibliotecária

**Organização de Banco de Dados e Levantamento de
Campo para o Tema Geotecnia:**

Nelson Baptista de Oliveira Rezende Costa - Geólogo

Tratamento de Dados Temáticos em GIS:

*Carlos Augusto Silva Leite - Geólogo Supervisor
Márcio Antônio da Silva - Geólogo Supervisor, M.Sc.*

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS

PROGRAMA GATE
INFORMAÇÕES PARA A GESTÃO TERRITORIAL

PROJETO APA SUL RMBH
Estudos do Meio Físico

Texto Explicativo - Geomorfologia
Volume 6

Antônio Ivo de Menezes Medina - Geólogo
Marcelo Eduardo Dantas - Geógrafo, MSc.
Allaoua Saadi - Consultor Geógrafo, Prof. Dr.



GEOMORFOLOGIA

Escala 1:50.000

Belo Horizonte
2005

PROGRAMA GATE - INFORMAÇÕES PARA A GESTÃO TERRITORIAL

PROJETO APA SUL RMBH - ESTUDOS DO MEIO FÍSICO

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Superintendência Regional de Belo Horizonte

CPRM - Superintendência Regional de Belo Horizonte
Av. Brasil, 1731 - Bairro Funcionários
Belo Horizonte - MG - 30140-002
Fax: (31) 3261 5585
Tel: (31) 3261 0391
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Projeto APA Sul RMBH: geomorfologia, mapa geomorfológico, escala 1:50.000 em 3 partes.
Antônio I. Medina, Marcelo E. Dantas, Allaoua Saadi.- Belo Horizonte: SEMAD/CPRM, 2005.

54p., v. 6: 1 mapa (Série Programa Informações Básicas para a Gestão Territorial - GATE). Versão digital e convencional.

Conteúdo: Projeto APA Sul RMBH - inclui 10 volumes de textos, mapas, quadros e fotos de campo. Contém partes A, B e C do volume 9.

1 Gestão Territorial Regional de Belo Horizonte. 2 - Meio ambiente. I - Título. II - Medina, A. I. DE. III - Dantas, M. E. S. - IV - Saadi, A. V - Série.

CDU 577.4

Direitos desta edição: CPRM - Serviço Geológico do Brasil

É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

AGRADECIMENTOS

Aos órgãos, instituições e empresas que contribuíram para o desenvolvimento das atividades do Projeto, em especial:

*Água Consultores Associados
Anex (Superfilito)
Anglogold
Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC
Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA
Companhia Vale do Rio Doce - CVRD
Departamento de Estradas de Rodagem - DER
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM
Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais - FIEMG
Fundação João Pinheiro - FJP
Fundação Biodiversitas
Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM
Instituto Estadual de Florestas - IEF
Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM
Minerações Brasileiras Reunidas S.A. - MBR
Serviços de Hidrogeologia Ltda. - MDGEO
Mineral do Brasil
Pedras Congonhas
Prefeituras dos Municípios integrantes da APA Sul RMBH
Província Brasileira Congregação Missão (Santuário Caraça)
Rio Verde Mineração
SAMOTRACIA ALPHAVILLE
Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Itabirito
V & M Mineração Ltda*

RESUMO

A configuração geomorfológica da área compreendida pela Apa Sul Região Metropolitana de Belo Horizonte caracteriza-se por um conjunto de relevos predominantemente montanhosos fortemente orientados pelo substrato litoestrutural de uma singular unidade geotectônica: o Quadrilátero Ferrífero.

A Apa Sul abrange a porção norte do Quadrilátero Ferrífero, composta por seqüências metassedimentares dos Supergrupos Rio das Velhas e Minas, de idade Neo-Arqueana a Paleo-Proterozóica, que capeiam o embasamento ígneo-metamórfico de idade Arqueana. A resistência diferencial ao intemperismo químico e à erosão de um conjunto diversificado de litologias; a complexa Geologia Estrutural marcada por diversos eventos de dobramentos e falhas de empurrão; e o processo de soerguimento tectônico Cenozóico que afetou a região, produziram uma surpreendente diversidade de formas de modelado do relevo com marcante controle litoestrutural, que foram individualizadas no presente estudo como Unidades Morfoestruturais, inspiradas na clássica publicação de Barbosa (1967), listadas a seguir:

Crista Monoclinal da Serra do Curral - **CSC**;

Depressão Marginal do Rio Paraopeba - **DPA**;

Platô da Sinclinal Moeda - **PSM**;

Depressão Interplanáltica do Alto Rio das Velhas - **DRV**;

Vale Anticlinal do Rio das Velhas - **VRV**;

Patamares Escalonados da Serra do Jaguará - **PEJ**;

Depressão Suspensa da Sinclinal Gandarela - **DSG**;

Vale Anticlinal do Rio Conceição - **VRC**;

Maciço do Caraça - **MCA**;

Depressão Marginal do Rio Piracicaba - **DPI**.

Platôs quartzíticos, tais como os observados no topo do Maciço do Caraça e platôs lateríticos (sustentados por canga), tais como os registrados nos flancos das sinclinais suspensas da Moeda e do Gandarela, assim como as rampas de colúvios e setores aplainados que convergem para o interior da Sinclinal Moeda sugerem eventos de aplainamento generalizado do relevo durante o Cretáceo e o Terciário, interrompidos por períodos de intensa dissecação conforme observado nos Vales Anticlinais dos rios das Velhas e Conceição e na Depressão Suspensa do Gandarela.

Esse processo de intenso esculpimento da paisagem geomorfológica regional parece ter ocorrido durante um período geológico mais recente (Neógeno e Quaternário), atestando um papel expressivo da tectônica Cenozóica no Quadrilátero Ferrífero. Tal fato pode ser comprovado pelo evidente processo de ajuste da rede de drenagem ao nível de base regional, tendo em vista a ocorrência das gargantas epigênicas dos rios Paraopeba e das Velhas (fechos do Funil e de Sabará, respectivamente) e de importantes capturas de drenagem dos rios Capitão do Mato e Mata-Porcos, que convergem para o rio das Velhas; e do ribeirão Preto, que converge para o rio Conceição. Essas capturas acarretam no moderno esvaziamento das sinclinais suspensas em diferentes estágios de evolução.

Por fim, a análise conjugada dos controles litoestruturais do substrato geológico; as formações superficiais, em especial os platôs revestidos de cangas, os depósitos de talus, as rampas de colúvio e os solos residuais com distintas composições; a retomada erosiva Neo-Cenozóica; a diversidade da cobertura vegetal numa zona bioclimática de Tensão Ecológica entre Mata Atlântica e Cerrado; e as múltiplas formas de intervenção antropogênica sobre a paisagem natural, ajudam a esclarecer a dinâmica atual dos processos erosivo-deposicionais que atuam na área da Apa Sul, dentre os quais podemos destacar: a dissecação das cristas de itabiritos nas serras do Curral, da Moeda, do Gandarela e de Ouro Fino, marcada pela presença de concavidades conchoidais suspensas, suscetíveis a movimentos de massa; o processo de intenso voçorocamento observado no Platô da Sinclinal Moeda e na Depressão Intramontana do Alto rio das Velhas (Batólito do Bação); e o processo de ravinamento das trilhas do alvéolo do Caraça.

Tais feições erosivas retratam ambientes de instabilidade morfodinâmica localizados para a área ocupada pela Apa Sul. Nesse sentido, a abordagem geomorfológica, através da análise da configuração morfológica do relevo; os estudos sobre sua gênese e evolução; e a análise da dinâmica atual dos processos erosivo-deposicionais, torna-se importante para o planejamento racional da ocupação humana e o desenvolvimento das atividades econômicas (com destaque para a mineração), numa área de especial interesse para a Região Metropolitana de Belo Horizonte, não somente pela conservação de sua biodiversidade, mas também dos recursos hídricos, vitais para o abastecimento de água da metrópole mineira.

LISTA DE FOTOS

FOTO 1 - Escarpa norte da serra do Curral com paredões subverticais. Parque das Mangabeiras.	19
FOTO 2 - Esporões e patamares na vertente norte da serra do Curral. Unidade Crista Homoclinal da Serra do Curral.....	19
FOTO 3 - Ocupação urbana nos esporões da serra do Curral, vertente norte.	20
FOTO 4 - Espigões da serra do Curral, vertente sul, sofrendo processo de ocupação recente. Casas de padrão alto em área de risco geológico.....	21
FOTO 5 - Garganta epigênica formada pelo rio Paraopeba. Fecho do Funil.....	21
FOTO 6 - Anfiteatro suspenso, amplo e dissecado, sustentado por cornija de uma crosta ferruginosa dura e resistente à erosão (canga). Essa peculiar feição erosiva posiciona-se nas vertentes superiores da serra do Curral. Parque Estadual do Rola Moça.	22
FOTO 7 - Pináculos de quartzito na borda oeste da Sinclinal Moeda em contato com os esporões da subunidade Degrau do Ribeirão Catarina. Ao fundo, Depressão Marginal do Vale do rio Paraopeba.	23
FOTO 8 -. Sela topográfica formada por erosão diferencial em zona de intercalação entre rochas quartzíticas e filitos. Borda oeste da Sinclinal Moeda	23
FOTO 9 - Pináculos de quartzito na borda leste da Sinclinal Moeda.	24
FOTO 10 - Escarpa da aba oeste da Sinclinal Moeda e as colinas da Depressão Marginal do Vale do Paraopeba.	24
FOTO 11 - Garganta (“water gap”) formada pelo ribeirão Capitão da Mata. Aba leste da Sinclinal Moeda.....	25
FOTO 12 - Rodovia BR-040 construída ao longo da rampa de colúvio na porção interna da aba oeste da Sinclinal Moeda.	25
FOTO 13 - Processo de erosão linear acelerada (voçorocamentos) em cabeceiras de drenagem das colinas da unidade Sinclinal Moeda. Topos aplainados em relevo colinoso. Platô Moeda.	26
FOTO 14 - Voçorocas em área de expansão de condomínios de alto padrão construtivo. O eixo de drenagem de uma das voçorocas está barrado por aterro para implantação de uma estrada vicinal.	27

FOTO 15 - Colinas amplas e dissecadas da unidade Depressão Marginal do Vale do Rio Paraopeba. Ao fundo, a escarpa da aba oeste da Sinclinal Moeda.	28
FOTO 16 - Colinas da unidade Depressão Marginal do Vale do Rio Paraopebas dissecadas por voçorocas de grande porte. Ao fundo, elevações da serra do Curral.....	29
FOTO 17 - Aspecto imponente do alinhamento de quartzitos da serra do Ouro Fino, representando um relevo transicional entre o Platô Moeda e a Depressão Marginal do Vale do Rio Paraopeba. Subunidade Degrau do Ribeirão da Catarina.....	29
FOTO 18 – Seção retilínea da calha do rio das Velhas. Trecho do rio controlado por fratura entre as cidades de Rio Acima e Itabirito.....	31
FOTO 19 - Crista sustentada por metaconglomerado no topo da unidade Patamares Escalonados do Jaguará. Divisor entre as bacias dos rios das Velhas/São Francisco e Conceição/Piracicaba. Ao fundo, o Maciço do Caraça.....	32
FOTO 20 - “Hogback” de rochas quartzíticas compondo degrau de um dos patamares da unidade Patamares Escalonados do Jaguará.	33
FOTO 21 - Seqüência de “hogbacks” compondo serras, patamares e colinas na unidade Patamares Escalonados do Jaguará. Processo de erosão diferencial numa imbricada intercalação de xistos e quartzitos.....	33
FOTO 22 - Relevo profundamente dissecado em morros de topos aguçados no interior da Depressão Suspensa da Sinclinal Gandarela, recentemente articulada ao nível de base do vale do rio Conceição.	35
FOTO 23 - Vale do Rio Conceição, caracterizado por uma sucessão de morros alinhados (espigões) convergentes ao fundo do vale, e o Maciço do Caraça. Ao fundo, a esquerda, serra que compõe a aba oriental da Sinclinal do Gandarela.	36
FOTO 24 - Vista do vale da Bocaina. Compartimento colinoso embutido no primeiro plano. Ao fundo, cenário montanhoso de serras e escarpas quartzíticas de notável desnivelamento altimétrico. Unidade Maciço do Caraça.....	38
FOTO 25 - Relevo suave ondulado de colinas amplas do alvéolo intramontano. Ao fundo, o relevo montanhoso do Maciço do Caraça (Pico do Inficionado).....	39
FOTO 26 – Processo de erosão linear acelerada (ravinamentos) originada em trilhas abertas no ambiente de colinas da unidade Maciço do Caraça.	39
FOTO 27 - Planície aluvial do rio Caraça. Ao fundo, as montanhas do Maciço do Caraça.	40

LISTA DE FIGURA E TABELA

FIGURA 1 - Mapa de localização da APA Sul RMBH	4
TABELA 1 - Participação dos municípios na área total da APA Sul RMBH.....	5

SUMÁRIO

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Lista de fotos	iv
Lista de figura e tabela	vi
Sumário	vii
1. Introdução.....	1
2. Histórico da criação da APA Sul RMBH	2
3. Localização e extensão territorial da APA Sul RMBH	4
4. Considerações iniciais	6
4.1 - Os elementos da morfogênese no Quadrilátero Ferrífero	6
4.2 - Os controles litológico e estrutural do relevo	7
4.3 - Características gerais das vertentes.....	7
4.4 - A infundável polêmica das superfícies de aplainamento	8
4.5 - O papel da tectônica recente	9
4.6 - O papel do ambiente bioclimático e do homem.....	9
5. A aplicação e importância dos estudos geomorfológicos para o Zoneamento Ecológico-Econômico da APA Sul RMBH	12
6. Materiais e Métodos	14
6.1 - Identificação e delimitação das unidades geomorfológicas (compartimentos morfoestruturais).....	15
6.2 - Tipologia das unidades geomorfológicas.....	17
7. Descrição das unidades geomorfológicas (compartimentos morfoestruturais).....	18
7.1- Crista Monoclinal da Serra do Curral (CSC).....	18
Caracterização geomorfológica	18
Aspectos morfodinâmicos.....	21

7.2 - Platô da Sinclinal Moeda (PSM)	22
Caracterização geomorfológica	22
Aspectos morfodinâmicos.....	26
7.3 - Depressão Marginal do Alto Rio Paraopeba (DPA)/ Depressão Interplanáltica do Alto Rio das Velhas (DRV).....	27
Caracterização geomorfológica	27
Aspectos morfodinâmicos.....	28
7.3.1 Subunidade Degrau do Ribeirão Catarina (DRC).....	29
7.4 - Vale Anticlinal do Rio das Velhas (VRV)	30
Caracterização geomorfológica.....	30
Aspectos morfodinâmicos.....	30
7.5 - Patamares Escalonados da Serra do Jaguará (PEJ)	31
Caracterização geomorfológica	31
Aspectos morfodinâmicos.....	33
7.6 - Depressão Suspensa da Sinclinal Gandarela (DSG)	34
Caracterização geomorfológica	34
Aspectos morfodinâmicos.....	35
7.7 - Vale Anticlinal do Rio Conceição (VRC).....	35
Caracterização geomorfológica	35
Aspectos morfodinâmicos.....	36
7.7.1 Sub-unidade Crista Sinclinal da Serra do Ouro Fino (SOF).....	37
7.8 - Maciço do Caraça (MCA).....	37
Caracterização geomorfológica	37
Aspectos morfodinâmicos.....	39
7.9 - Depressão Marginal do Rio Piracicaba (DPI)	40
Caracterização geomorfológica	40
8. Considerações finais	41
9. Referências bibliográficas.....	43
APÊNDICE	46
APÊNDICE A - Mapa Geomorfológico - Bloco Brumadinho	47
APÊNDICE B - Mapa Geomorfológico - Bloco Rio Acima	48
APÊNDICE C - Mapa Geomorfológico - Bloco Acuruí.....	49

1. INTRODUÇÃO

O Zoneamento Ecológico e Econômico da Área de Proteção Ambiental da Região Metropolitana de Belo Horizonte - APA Sul RMBH, instituído pela Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD, do Governo de Minas Gerais, tem por meta constituir-se num instrumento de apoio e orientação à gestão ambiental da APA, criando e desenvolvendo mecanismos legais e técnicos que possibilitem a conservação e proteção do meio ambiente em todo seu território. Objetiva, ainda, tornar-se um instrumento capaz de fornecer orientações programáticas e respectivas normas gerais para disciplinamento e adequação da ocupação e uso do solo e dos recursos naturais, na sua área de abrangência, segundo o modelo de desenvolvimento sustentável.

Os objetivos básicos da APA Sul RMBH estão definidos no Art. 2º da Lei Estadual nº 13.960 de sua criação e correspondem à “proteção e conservação dos sistemas naturais essenciais à biodiversidade, especialmente os recursos hídricos necessários ao abastecimento da população da Região Metropolitana de Belo Horizonte e das áreas adjacentes, com vistas à qualidade de vida da população local, à proteção dos ecossistemas e ao desenvolvimento sustentável”, justificando a realização dos estudos.

As justificativas de ordem institucional estão contidas na mesma Lei em seu artigo 3º item I e artigo 4º, parágrafo 2º, a seguir transcritos:

“Art. 3º – Para implantação da APA Sul RMBH, serão adotadas as seguintes providências:

I – zoneamento ecológico e econômico, com o respectivo sistema de gestão colegiado, ...”

“Art. 4º, parágrafo 2º – o zoneamento ecológico e econômico indicará as atividades a serem encorajadas em cada zona e as que deverão ser limitadas, restringidas ou proibidas, de acordo com a legislação aplicável”.

Os relatórios das atividades relativas ao meio físico ora apresentados pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil, empresa pública vinculada ao Ministério de Minas e Energia, fazem parte do conjunto de dados e informações que comporão o banco de dados do Zoneamento Ecológico e Econômico da Área de Proteção Ambiental da Região Metropolitana de Belo Horizonte - APA Sul RMBH, sob responsabilidade da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD, do Governo de Minas Gerais.

2. HISTÓRICO DA CRIAÇÃO DA APA SUL RMBH

A legislação ambiental brasileira possui dispositivos específicos que disciplinam o sistema de unidades de conservação, estabelecendo categorias de uso direto e indireto, conforme Decreto Federal nº 33.944 de 18 de setembro de 1992. A Lei 9.985 de 18 de julho de 2000, bem mais específica, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC e em seu Art. 14 enquadra as unidades que constituem o Grupo das Unidades de Uso Sustentável, do qual fazem parte as Áreas de Proteção Ambiental – APAs. O Art. 15 dessa mesma lei define APA como sendo *“uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais”*.

Devido aos atributos dos meios físico e biótico, estéticos, culturais e econômicos significativos da região sul de Belo Horizonte, houve necessidade de se criar uma unidade de conservação que pudesse normatizar e disciplinar seu uso e ocupação. Desse modo, criou-se a APA Sul RMBH, cuja motivação deveu-se ao imenso potencial hídrico, à rica biodiversidade, aos aspectos sócio-culturais e econômicos profundamente ligados a uma tradição minerária, responsável pelo surgimento de núcleos populacionais desde o século XVIII, com o advento do ciclo do ouro e, posteriormente, com a mineração de ferro. É uma região que sofre uma forte pressão da expansão urbana de parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte, principalmente em direção aos municípios de Nova Lima e Brumadinho, com riscos de comprometimento do equilíbrio natural da região, podendo vir ocasionar conseqüências sérias para o meio ambiente.

Segundo informações da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, a demanda pela criação de uma APA na região sul de Belo Horizonte surgiu, inicialmente, de uma associação de proprietários de “residências de fins de semana” da localidade de São Sebastião de Águas Claras, também denominada de Macacos. Posteriormente a idéia foi levada ao Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM, ampliando-se o debate em torno da viabilidade de sua criação.

As discussões e avaliações técnicas entre os vários setores atuantes na região, por meio de debates e seminários realizados com o aval do COPAM, redundaram no estabelecimento da APA Sul RMBH, através do Decreto Estadual nº 35.624, de 08 de junho de 1994,

posteriormente alterado pelo Decreto Estadual nº 37.812, de 08 de maio de 1996. Em 26 de julho de 2001, através da Lei Estadual nº 13.960, foi estabelecida a redação definitiva do texto de criação da APA Sul RMBH.

3. LOCALIZAÇÃO E EXTENSÃO TERRITORIAL DA APA SUL RMBH

A APA Sul RMBH, com uma extensão de 1625,32 km², localizada ao sul da RMBH, engloba parte dos municípios de Barão de Cocais, Belo Horizonte, Brumadinho, Caeté, Catas Altas, Ibirité, Itabirito, Mário Campos, Nova Lima, Raposos, Santa Bárbara, Sarzedo e todo o município de Rio Acima (FIG. 1), com limites geográficos definidos em memorial descritivo anexo à Lei de criação. Os municípios de Nova Lima, Rio Acima, Itabirito e Santa Bárbara, compõem mais de 85% do território da APA (TAB. 1). A área é servida pelas rodovias federais BR-040 e BR-356 e por rodovias estaduais e municipais, em sua maioria de tráfego permanente.



FIGURA 1 - Mapa de localização da APA Sul RMBH.

TABELA 1

Participação dos municípios na área total da APA Sul RMBH.

Municípios	Área total do município (km²)	Participação na APA (km²)	Equivalente em %
Barão de Cocais	342,00	4,39	0,27
Belo Horizonte	335,00	34,37	2,11
Brumadinho	634,00	176,43	10,86
Caeté	528,00	39,55	2,43
Catas Altas	240,30	75,59	4,65
Ibirité	145,00	17,71	1,09
Itabirito	553,00	259,26	15,95
Mário Campos	37,00	11,62	0,71
Nova Lima	410,00	378,16	23,27
Raposos	77,00	39,75	2,45
Rio Acima	228,06	228,06	14,03
Santa Bárbara	859,00	337,82	20,78
Sarzedo	62,17	22,61	1,39
TOTAL		1625,32	100,00

Fonte: Enciclopédia dos Municípios Mineiros/Vol. 1, 1998; Rio Acima (Instituto de Geociência Aplicada - IGA/MG); Catas Altas (PRODEMGE)

4. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O estudo geomorfológico regional da APA Sul RMBH, na escala 1:50.000, objetiva, especificamente, proceder a uma análise da configuração geomorfológica desta porção do Quadrilátero Ferrífero, calcada numa abordagem genética, onde é enfatizada a dinâmica de evolução geomorfológica regional ao longo do Cenozóico e a atuação dos processos geomorfológicos (intemperismo, erosão e sedimentação) e sua influência na morfodinâmica atual. Os dados coletados permitem, num plano mais abrangente, analisar as correlações entre os diferentes temas de modo a subsidiar um documento final sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico. Permite ainda, subsidiar técnica e cientificamente os Planos Diretores Municipais, normas e leis de proteção e conservação dos sistemas naturais essenciais e da biodiversidade.

Este estudo adquire importância especial como base para diferentes temas como a pedologia, a hidrogeologia e a geotecnia.

O mapa está sendo apresentado em três blocos: Bloco Brumadinho ([APÊNDICE A](#)), Bloco Rio Acima ([APÊNDICE B](#)) e Bloco Acuruí ([APÊNDICE C](#)).

4.1 Os Elementos da Morfogênese no Quadrilátero Ferrífero

O Quadrilátero Ferrífero representa um dos conjuntos orográficos mais importantes de Minas Gerais. Ele ocupa uma área de, aproximadamente, 7.000 km², onde as altitudes, que variam entre 800 e 900 m, são freqüentemente dominadas por linhas de cristas que ultrapassam, usualmente, a cota 1200 m e, excepcionalmente, a cota 2000 m como na serra do Caraça, na borda leste. Trata-se de uma estrutura muito complexa de cadeia dobrada, de conhecimento geológico e geomorfológico ainda incompleto, cujas camadas de quartzitos e itabiritos desenharam um sistema quadrado de cristas, em posição topográfica dominante com relação às depressões alveolares, abertas nos granitos, gnaisses e xistos, entre outras rochas.

A região compreendida pela APA Sul abrange grande parte deste Quadrilátero Ferrífero, incluindo as serras do Curral, da Moeda, Jaguará e Caraça e os vales dos rios das Velhas e Conceição.

A geologia do Quadrilátero Ferrífero incorpora as seguintes macro-unidades litoestratigráficas: Complexo Metamórfico, que contém o embasamento cristalino; a seqüência metavulcano-sedimentar do tipo greenstone belt, representada pelo Supergrupo Rio das Velhas de idade arqueana; as seqüências plataformais do Paleoproterozóico que correspondem ao Supergrupo Minas, sotoposto aos Grupos Sabará e Itacolomi. Recobrem-nas, em áreas restritas, as coberturas sedimentares mais recentes –Terciárias – das Bacias do Gandarela, Fonseca ([GORCEIX, 1884](#)) e Gongo Soco ([SAADI et al, 1992](#)). Destaca-se uma ampla distribuição de

couraças detrítico-lateríticas (cangas), tanto no topo das superfícies aplainadas, quanto em diversos níveis das vertentes (VARAJÃO, 1988).

O relevo regional apresenta contrastes bastante significativos, principalmente em setores onde movimentos tectônicos produziram desnivelamentos acentuados. Todo o conjunto está sobrelevado (tectonicamente soerguido), com intervalo de altitude entre 900 e 1000 metros, podendo alcançar 1500 m em alguns trechos. As cotas mais elevadas situam-se na serra do Caraça, ultrapassando a cota 2000 m.

4.2 Os Controles Litológico e Estrutural do Relevo

Em geral, e conforme demonstrado por Varajão (1991), o posicionamento altimétrico dos diversos níveis morfológicos é condicionado pelas características litológicas e estruturais da região. Este autor concluiu que *"o Quadrilátero Ferrífero constitui um mosaico formado por províncias geomorfológicas ligadas diretamente às condições estruturais, nas quais variações na declividade das vertentes e, sobretudo, variações altimétricas se relacionam a variações litológicas"*. Assim também, os trechos onde predominam quartzitos e itabiritos do Supergrupo Minas, apresentam imponentes cristas que se destacam na topografia regional, devido, principalmente, aos efeitos da erosão diferencial. Da mesma maneira, esta realça as cornijas de cangas que sustentam as abas das sinclinais suspensas.

Essas cristas demarcam as bordas, ou melhor, arestas do Quadrilátero Ferrífero. O limite NW da APA Sul é delineado pelo alinhamento das serras do Curral/Mutuca/Três Irmãos, exibindo magníficas cristas de itabiritos. Ao sul desse alinhamento, partindo do mesmo, desenvolvem-se, em direção sul, as cristas sub-paralelas, também de itabiritos, das serras da Moeda e do Itabirito. Quanto à porção sudeste da APA, ela é ocupada pelas elevações e escarpas quartzíticas da serra do Caraça. Deve-se ressaltar, também, a presença, na porção centro-sul, das cristas NNW-SSE que compõem as serras do Gandarela, Ouro Fino e Jaguará. Todas essas cristas dominam topograficamente as partes internas do Quadrilátero Ferrífero que apresentam cotas variando entre 900 e 1000 m.

A distribuição dessas formas estruturais de relevo orienta a rede hidrográfica no sentido predominantemente sul-norte, rumo que atende ao binômio "soerguimento da borda sul do Cráton do São Francisco/subsidência da bacia do Grupo Bambuí". Os níveis de base são estabelecidos pelos rios das Velhas, principalmente na parte central da área da APA, e Paraopeba, a oeste. Os vales do rio das Velhas e seus afluentes são, em geral, profundamente encaixados e estreitos. A diferença de altitude entre interflúvios e os talvegues ultrapassa, às vezes, algumas centenas de metros. O traçado dos cursos fluviais denuncia que os mesmos se adaptam, regularmente, às fraturas impressas nas rochas.

Nos trechos de maiores desnivelamentos, esses vales estruturais alojam-se no sopé das escarpas ou ressaltos topográficos. Nos patamares escalonados, ocorrem, com frequência, vales suspensos.

4.3 Características Gerais das Vertentes

No Quadrilátero Ferrífero, a forte diversidade litológica, aliada aos inúmeros tipos de arranjos estruturais, oferecem um amplo leque de possibilidades para a conformação das vertentes (TRICART, 1961; CRISTOFOLETTI e TAVARES 1976). Os quartzitos do Grupo Maquiné (e Caraça), junto com os itabiritos do Grupo Itabira, rochas muito resistentes, tanto quimicamente como mecanicamente, apresentam, via de regra, vertentes com declividades acentuadas de até 70°. Estas adquirem a forma retilínea nas escarpas ou levemente convexas a convexo-côncavas sobre os reversos estruturais. Na outra extremidade, os espessos e porosos mantos de intemperismo sobre granito-gnaisses permitem a moldagem de colinas rebaixadas com

vertentes fortemente convexo-côncavas e inclinadas a 25°-30°. As vertentes elaboradas sobre xistos, também pouco resistentes ao intemperismo químico e à erosão mecânica, aparentam as precedentes, enquanto as desenvolvidas sobre filitos podem, dependendo da situação geomorfológica assumida, apresentar declividades mais acentuadas devido à dificuldade de infiltração encontrada pelas águas.

Fato notável na geomorfologia da região é a existência de rampas de colúvio ou "complexos de rampas", desenvolvidos no sopé das vertentes, principalmente as dominadas por cristas de itabiritos. Isto é notadamente o caso do piemonte oriental da serra da Moeda, entre a crista e a rodovia BR-040, e no piemonte ocidental da serra do Itabirito, nas imediações do Pico do Itabirito. Tais rampas são decorrentes de fases seguidas de formação de colúvios, envolvendo retrabalhamentos parciais de materiais mais antigos e o reafeiçoamento da topografia. A superposição de rampas reflete diferentes episódios de erosão e sedimentação dentro da seqüência evolutiva regional.

4.4 A Infindável Polêmica das Superfícies de Aplainamento

O assunto "Superfícies de Erosão", foi um dos que mais empolgaram os geocientistas que trabalharam no Quadrilátero Ferrífero, haja vista o interesse metalogenético de tais feições, por um lado, e profusão dos níveis morfológicos representando topos e patamares, por outro lado. Variadas propostas, relativamente desconhecidas, foram elaboradas por [King](#) (1956), [Barbosa e Rodrigues](#) (1965, 1967), [Dorr](#) (1969), [Maxwell](#) (1972) e [Lichte](#) (1979).

De início fica claro que os pesquisadores estrangeiros, que permaneceram pouco tempo na área de trabalho, foram impressionados pelo grande número de patamares e cristas que caracterizam o relevo estrutural da região, tendo sido levados a multiplicar o número de superfícies de erosão. De suas descrições sobressai ainda, facilmente, a predominância do critério altimétrico na identificação dos níveis de supostas superfícies de erosão.

Mais sensatas foram as análises de [Barbosa](#) (1980) e [Varajão](#) (1991), que discutiram a gênese e preservação de superfícies de erosão no Quadrilátero Ferrífero em função do marcante controle litoestrutural.

Segundo o primeiro, a serra do Caraça, testemunho da superfície cimeira, apresenta as mais altas elevações (cotas entre 1500 e 1600 m) devido a processos de reativação neotectônica. Nesta, a geometria da morfologia resultante da dissecação ilustra, melhor do que em qualquer outro lugar, o papel extremamente relevante assumido pelos sistemas de falhas na condução dos processos de esculturação do relevo.

Uma segunda geração de aplainamentos seria testemunhada pelos topos residuais das cristas das sinclinais da Moeda e do Gandarela e da estrutura monoclinal da serra do Curral (cotas entre 1308 e 1600 m). A morfologia atual representa, neste caso, o resultado de uma inversão do relevo, onde as estruturas dobradas refletem morfologias de sinclinais suspensas e anticlinais escavadas.

[Varajão](#) (1991), fez uma brilhante demonstração do controle efetuado pela litologia e estruturas sobre os escalonamentos morfológicos, advogando, portanto, a redução do número de superfícies de erosão, e posicionando-se na linha de pensamento já adotada por [Barbosa e Rodrigues](#) (1965, 1967). Para isso, baseou-se na análise quantitativa dos resíduos de erosão (quantidade e expressão areal dos topos) e na tentativa de diferenciação geoquímica e cronostratigráfica das lateritas ([VARAJÃO](#), 1988). De fato, ele conclui não encontrar relações notáveis entre níveis de aplainamento e supostas gerações de cangas.

Depois dos referidos eventos de expressivos aplainamentos, o Quadrilátero Ferrífero teria sofrido períodos de dissecação que só permitiram a preservação do "Plateau" da Moeda, o qual foi aberto pela drenagem em tempos, provavelmente, pós-pliocênicos pelos ribeirões Mata-Porcos ([BARBOSA](#), 1980), Capitão da Mata e o córrego dos Fechos. Essa abertura do plateau

que ocupa o eixo da sinclinal Moeda foi realizada em aproveitamento de uma zona de falha pela dissecação fluvial, e deve ter sido a origem do esvaziamento dos paleolagos que ocupavam a região, conforme testemunhado pelos depósitos sedimentares ainda pouco estudados.

4.5 O Papel da Tectônica Recente

É notável o fato de sempre ter havido um consenso claro entre os autores que trataram da geomorfogênese do Quadrilátero Ferrífero, quanto ao importante papel assumido pela tectônica. Para todos, o maciço correspondeu a uma área de forte soerguimento epirogenético durante o Mesozóico e o Cenozóico. King (1956) chegou até a medir os valores dos sucessivos alteamentos, o que ainda fica sujeito a confirmação com base na acumulação futura de informações mais modernas. Os valores acumulados das compensações isostáticas positivas desde o final do ciclo pós-Gondwana alcançariam, segundo esse autor, 1094 m na região de Itabirito. Convergiu nesta direção Brajnikov (1947) ao ter avaliado um rejeito global de 1000 m, entre os topos da Cordilheira do Espinhaço (incluindo o Quadrilátero Ferrífero) e o vale do rio das Velhas. Este autor chegou, inclusive, a atribuir a estruturação do Quadrilátero Ferrífero a um evento tectônico neo-terciário, ao perceber, pela primeira vez, as marcas de uma importante fase tectônica compressiva pós-miocênica.

Gorceix (1884), ao analisar as marcas da tectônica sin e pós-sedimentar afetando os sedimentos das bacias do Gandarela e Fonseca, apenas notou a presença de falhamentos normais. No caso da Bacia do Fonseca, isso foi confirmado por Sant'Anna *et al.* (1997). Da mesma forma, RADAMBRASIL (1983) registrou interferências de eventos tectônicos sobre as superfícies de aplainamento, apontando evidências de reativações de falhas ocorridas durante o Terciário bem como de uma epirogenese pós-terciária.

A existência de evidências do caráter também compressivo da tectônica cenozóica ocorrida no Quadrilátero Ferrífero foi confirmada, posteriormente, com a descoberta de uma terceira bacia eo-miocênica, a bacia do Gongo Soco (SAADI *et al.*, 1992).

Finalmente, Magalhães e Saadi (1994) e Marques *et al.* (1994) registraram a cadência dos eventos de soerguimento cenozóico regional, com base em estudos dos terraços fluviais e seus depósitos aluviais, ao longo dos segmentos dos rios das Velhas e Paraopeba que atravessam a crista da Serra do Curral/Três Irmãos, rasgando-a em boqueirões denominados fechos. Nesses estudos, observou-se a ocorrência, durante o Pleistoceno, de importante escalonamento dos níveis de terraços, devido a movimentos neotectônicos ocorridos nos contatos entre os três compartimentos morfoestruturais de escala regional: o Quadrilátero Ferrífero, a Depressão de Belo Horizonte e a Bacia do Bambuí. A constatação das anomalias nos perfis longitudinais dos terraços, associadas aos referidos falhamentos, que deslocam os sedimentos dos terraços fluviais, permitiram elaborar uma cadência e cronologia relativa da escavação dos boqueirões que cortam a serra sob os nomes de Fecho do Funil, em Betim, e Fecho de Sabará, em Sabará.

4.6 O Papel do Ambiente Bioclimático e do Homem

Todos os autores de trabalhos sobre o Quadrilátero Ferrífero tiveram o bom senso de ressaltar que a evolução do relevo demonstra a atuação concomitante de processos morfogenéticos sob controles tanto da mobilidade tectônica, quanto das características climáticas.

King (1956) já afirmava que as escarpas que delimitam o Quadrilátero Ferrífero, elevadas algumas centenas de metros acima das cotas médias, sugerem que não somente os processos morfoclimáticos, mas também, os movimentos epirogenéticos póscretácicos atuaram em sua formação. Ruellan (1950), por outro lado, ressaltou que “a grande resistência dos quartzitos

aos processos intempéricos e erosivos; as estruturas dobradas e erodidas em cristas monoclinais de anticlinais e sinclinais suspensos; e padrão de diáclases N-S e E-W explicam, em parte, a distribuição dos testemunhos das superfícies de erosão, o controle estrutural da rede de drenagem e o imponente destaque que o Caraça promove na paisagem regional como grande montanha residual.”

Na seqüência, [Tricart](#) (1961) dedicou especial atenção à formação das couraças ferruginosas que cobrem a superfície, enquanto feições geomorfológicas ligadas a oscilações climáticas, e destacou seu significado para a erosão diferencial atual. Segundo ele, as couraças constituem uma superfície impermeável bastante resistente ao intemperismo físico e químico, desenvolvidas, em parte, sobre as superfícies de cimeira mantidas por elas mesmas. Essas cangas ocorrem também sobre variadas vertentes, resultantes da laterização de colúvios e tálus, cujos materiais são provenientes da desagregação mecânica das couraças das superfícies de cimeira, ou ainda das cristas de itabirito. Por outro lado, o autor alertou enfaticamente sobre o grau de facilitação disponibilizado para os processos de erosão, por parte do comportamento diferencial dos tipos de rocha às condições bioclimáticas tropicais locais. Nisto, ele tem considerado a alterabilidade química e o comportamento geomecânico diferenciado, com uma escala de resistência decrescente: “Itabiritos/quartzitos – xistos/filitos – granitos-gnaisses”. Alterações nesta escala são, logicamente, dependentes do posicionamento morfoestrutural do pacote rochoso.

É evidente que apesar de todas as evidências da intervenção das litoestruturas e da tectônica na condução da morfogênese regional no Quadrilátero Ferrífero, a esculturação do modelado representa o resultado da atuação de processos erosivos controlados pelas características bioclimáticas locais e suas alterações entre o Cretáceo e o período histórico vigente. Haverá, portanto, de considerar a atuação do clima subdesértico do Cretáceo, a seqüência de climas predominantemente úmidos do Terciário, que se perpetuam durante o Quaternário, sofrendo ligeiras alterações nos totais pluviométricos em consequência de sensíveis resfriamentos durante os períodos glaciais ocorridos nas altas latitudes.

No entanto, maior ênfase terá de ser dada ao comportamento climático e suas fortes alterações antrópicas, durante os últimos cinco séculos de colonização humana, durante os quais predominou um clima subtropical moderado úmido, com médias anuais de precipitação variando entre 1.400 a 1.700 mm. A forte sazonalidade das precipitações constitui um elemento que favoreceu a morfogênese com suas fortes enxurradas sobre vertentes íngremes e relativamente desnudas.

Além das características climáticas, deve-se ressaltar a relativa indigência da cobertura vegetal, predominantemente de cerrados (sobre xistos e filitos, principalmente) e campos rupestres (sobre quartzitos, itabiritos e cangas), sendo as matas confinadas em fundos de vales e/ou áreas protegidas e suficientemente irrigadas por nascentes das depressões granito-gnáissicas. A fraca cobertura vegetal que sempre caracterizou as áreas de rochas pouco alteráveis e declividades acentuadas não permitiram o favorecimento do balanço morfogênese-pedogênese, tendo sido a primeira sempre vitoriosa. Isto conduziu à predominância da exportação dos produtos da fraca alteração, contribuindo, conseqüentemente ao predomínio permanente da abrasão mecânica.

Fortes marcas geomorfológicas da atuação humana são encontradas em todas as feições do modelado local, tendo criado, inclusive, um novo modelado antrópico onde os processos de erosão atualmente vigentes encontram maior facilidade de trabalho e, conseqüentemente, eficácia. Todo o denominado Circuito do Ouro está repleto de “modelados de escavação antrópica” derivados das áreas utilizadas para o garimpo de ouro. [Barbosa](#) (1966) descreveu a marcha deste garimpo ao assalto dos níveis de terraços aluviais e rampas colúvias. [Magalhães](#) e [Saadi](#) (1994a) identificaram o resultado desta atividade nas seqüências aluviais dos baixos terraços e planície do rio das Velhas, na região de Sabará. De fato, é difícil não perceber o alto nível de assoreamento ao qual foram submetidos os fundos de vales da região, sobretudo se

considerar o acréscimo de degradação desses ambientes pelos rejeitos da mineração de ferro, durante as últimas décadas. A sudeste de Itabirito, a bacia do ribeirão Carioca exibe até um desvio de curso d'água efetuado pelo garimpo de séculos passados, sendo registrado na carta topográfica como feição de captura fluvial, aparentemente natural.

5. A APLICAÇÃO E IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS GEOMORFOLÓGICOS PARA O ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DA APA SUL RMBH

Face à diversidade e complexidade das variáveis envolvidas na elaboração de um ZEE, torna-se necessário a adoção de uma metodologia que permita a percepção das interações dos fatores e processos do meio físico, biológico e socioeconômico na identificação das unidades de paisagem.

As zonas ecológicas/econômicas são, muitas vezes, diferenciadas considerando-se, em uma primeira fase de agregação, as unidades geomorfológicas e sistemas de relevo representados pelos polígonos do mapa geomorfológico que contém as características morfológicas da região.

Como a paisagem é resultante de processos dinâmicos, em contínua transformação, é importante um estudo geomorfológico que considere todos os componentes da estrutura da paisagem, ou seja, que interaja com os demais fatores climáticos, geológicos, hídricos, pedológicos, biológicos e socioeconômicos, visando a fornecer subsídios ao zoneamento.

A compartimentação de uma região em unidades ou zonas ambientais permite, assim, uma análise integradora para estudar a dinâmica dos impactos e seus processos, com base numa abordagem geoecológica. Essa compartimentação é, em geral, realizada a partir da sobreposição dos mapas temáticos multidisciplinares, considerando as características geomorfológicas e geológicas para delimitar os grandes domínios geoambientais. Em seguida, são realizadas integrações da morfologia dos terrenos com os demais temas.

O conhecimento geomorfológico possibilita estabelecer a relação entre a dinâmica natural dos sistemas de relevo e uso das terras, sendo possível avaliar as áreas com diferentes graus de suscetibilidade à erosão, movimento de massa e de fontes potenciais de sedimentos.

A ocupação e uso do solo estão, na maioria das vezes, condicionados às características geomorfológicas. As formas de relevo são consideradas para a construção de rodovias, ferrovias, instalação de hidrelétricas, unidades de conservação e mineração. As jazidas de ferro, por exemplo, localizadas nas cristas das elevações do Quadrilátero Ferrífero, permitiram que a extração do minério fosse feita à céu aberto, facilitando e reduzindo o custo das operações e transporte daquele bem mineral. A rodovia BR-040 teve sua construção facilitada pelo aproveitamento de um longo trecho de relevo suave que caracteriza a base da extensa rampa de colúvio situada no flanco interior do platô da Sinclinal Moeda em sua aba ocidental.

O mapeamento e a análise das formas de relevo contribuem, em conjunto com as outras variáveis do sistema geobiofísico, para identificar a vocação natural de cada tipo de terreno, conforme suas limitações e potencialidades.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foi realizado um levantamento e análise da produção bibliográfica dedicada ao estudo da geomorfologia da região conhecida como Quadrilátero Ferrífero, a qual abriga toda a área de interesse da APA Sul RMBH, objeto do presente trabalho.

Os trabalhos selecionados e cujas informações foram intensamente utilizadas podem ser agrupados em torno de 3 temas principais, através dos quais foram abordados distintos aspectos da morfogênese da região, conforme segue:

- características do comportamento morfogenético atual e passado, sob estreito controle litoestrutural, conforme [Ruellan](#) (1950), [Tricart](#) (1961), [Barbosa](#) (1966), [Barbosa e Rodrigues](#) (1964, 1967), [Cristofolletti e Tavares](#) (1976), [RadamBrasil](#) (1983);
- discussão sobre a posição, número e idade das superfícies de erosão, conforme [Dorr](#) (1969), [King](#) (1956), [Braun](#) (1971), [Maxwell](#) (1972), [Barbosa](#) (1980), [Varajão](#) (1988, 1991);
- caracterização das bacias sedimentares Terciárias e eventos tectônicos associados conforme [Gorceix](#) (1884), [Brajnikov](#) (1947), [Lima e Salard-Cheboldaef](#) (1981), [Saadi](#) (1991), [Saadi et al.](#) (1992), [Magalhães e Saadi](#) (1994), [Marques et al.](#) (1994), [Sant'Anna et al.](#) (1997).

Apesar do razoável número de trabalhos existentes, deve-se atribuir especial importância às contribuições de [Barbosa](#) (1966), [Barbosa e Rodrigues](#) (1964, 1967) e [Tricart](#) (1961), cujos estudos apresentam dados mais abrangentes sobre o comportamento morfodinâmico do Quadrilátero Ferrífero, enfoque mais útil a este trabalho.

No entanto, existem apenas dois trabalhos de cartografia geomorfológica em escala regional, que abrangem, ainda que parcialmente, a região em apreço: 1- [Projeto RadamBrasil](#) v. 32 (Folhas Rio de Janeiro e Vitória) – escala:1:1.000.000 e 2- Levantamento dos Recursos Naturais da Bacia do Alto Rio São Francisco ([CETEC](#)) – escala 1:250.000.

Num segundo momento, as informações bibliográficas, combinadas com os resultados da análise de produtos de sensoriamento remoto (aerofotos na escala 1:60.000 - USAF, 1966 - e imagens de satélite LANDSAT, nas escalas 1:50.000 e 1:100.000), juntamente com o apoio de cartas planialtimétricas (IBGE, em escala de 1:50.000) e mapas geológicos (escalas de 1:50.000 do IGA e 1:25.000 do Convênio USGS/DNPM), permitiram a identificação e delimitação de dez compartimentos morfoestruturais. Tais unidades demonstram de fato, estreito controle sobre os processos erosivos e deposicionais que esculpiram o relevo, exercido pelas condições geológicas litoestruturais.

As denominações das **unidades morfoestruturais** foram aproveitadas ou adaptadas a partir de publicações anteriores, principalmente os trabalhos de [Barbosa e Rodrigues](#) (1965, 1967). Cada unidade morfoestrutural, por sua vez, compreende um conjunto de formas de relevo relativamente homogêneas (sistemas de colinas, morros, serras, montanhas, escarpas, rampas de colúvio), cujas características foram determinadas a partir da interpretação das aerofotos, imagens de satélite, folhas topográficas e das investigações de campo.

Juntamente com o mapeamento dessas unidades, foram avaliados, em áreas selecionadas que demonstram um padrão típico para cada sistema de relevo, os seguintes parâmetros morfométricos: amplitude altimétrica; declividade das vertentes, geometria dos topos e vertentes; densidade e padrão de drenagem. Essa metodologia proposta por [Ponçano et al.](#) (1979), consiste na identificação, por fotointerpretação, de conjuntos de formas de relevo com textura e padrão semelhantes.

O mapeamento de **sistemas de relevo** baseia-se, assim, em distinguir, numa região, áreas cujos atributos físicos apresentem homogeneidade interna e que sejam diferentes das áreas adjacentes, sendo comum haver padrões recorrentes de topografia, solos e vegetação. Conforme [Stewart e Perry](#) (1953), *“a topografia e os solos dependem da natureza das rochas subjacentes, dos processos erosivos e deposicionais que teriam produzido a topografia atual, e do clima sob o qual atuaram estes processos”*.

Durante a análise das imagens fotográficas e cartas planialtimétricas foram assinaladas **feições do modelado** (feições de menor porte, que constituem um dado sistema de relevo) tais como escarpas, ressaltos topográficos, cristas, vales ou sulcos estruturais, formas de erosão mapeáveis, formas de acumulação (aluviões, rampas de colúvio, etc.).

A partir da integração dos dados obtidos, foi feito um resumo do conhecimento da área e estabeleceu-se um programa de trabalho de campo, quando foram selecionados perfis e áreas específicas para visita, com o intuito de dirimir dúvidas, aferir e refinar os modelos de sistemas de relevo interpretados no escritório, permitindo o controle imagem *versus* terreno, a descrição das formas de relevo e a definição das diferentes unidades morfoestruturais e sistemas de relevo. Foram registrados 142 pontos de observação.

Em seguida, na etapa de escritório, foi feita a análise e plotagem das observações obtidas. Nessa fase, realizou-se, ainda, reuniões e discussões sobre as diversas disciplinas, a preparação final do mapa geomorfológico e a elaboração do relatório.

6.1 Identificação e Delimitação das Unidades Geomorfológicas (Compartimentos Morfoestruturais)

O Quadrilátero Ferrífero notabiliza-se por ser uma das macrounidades geomorfológicas do território brasileiro que expressa, de forma mais contundente, o controle litoestrutural na esculturação das formas de relevo.

Tendo por base as principais características morfológicas e estruturais do relevo do Quadrilátero Ferrífero, a área de estudo foi compartimentada em unidades morfoestruturais. Sendo assim, foram definidas 10 unidades geomorfológicas ou compartimentos morfoestruturais e 2 subunidades. Esse táxon refere-se a um arranjo de formas fisionomicamente semelhantes em seus tipos de modelados resultantes de uma determinada geomorfogênese. A origem e evolução do modelado do relevo e a semelhança de formas são condicionadas, principalmente, por fatores estruturais, litológicos, mas também por fatores bioclimáticos.

Foram definidos os limites dos compartimentos morfoestruturais com base numa análise conjunta de imagens de satélite, fotografias aéreas, mapas geológicos e revisão da literatura. Os compartimentos são identificados no mapa geomorfológico com siglas correspondentes às suas denominações (**APÊNDICES A, B e C**):

Crista Monoclinal da Serra do Curral - **CSC**;
 Depressão Marginal do Rio Paraopeba - **DPA**;
 Platô da Sinclinal Moeda - **PSM**;
 Depressão Interplanáltica do Alto Rio das Velhas - **DRV**;
 Vale Anticlinal do Rio das Velhas - **VRV**;
 Patamares Escalonados da Serra do Jaguará - **PEJ**;
 Depressão Suspensa da Sinclinal Gandarela - **DSG**;
 Vale Anticlinal do Rio Conceição - **VRC**;
 Maciço do Caraça - **MCA**;
 Depressão Marginal do Rio Piracicaba - **DPI**.

Foram definidas, ainda, as subunidades:

Degrau do Ribeirão Catarina - **DRC**, subordinada à Depressão Marginal do Rio Paraopeba e Crista Sinclinal da Serra do Ouro Fino - **SOF**, subordinada ao Vale Anticlinal do Rio Conceição.

Todas as unidades geomorfológicas foram subdivididas em unidades ou sistemas de relevo devido à presença de variações morfológicas internas próprias de cada unidade. Dessa forma foram separados, por fotoanálise, os seguintes conjuntos de formas de relevo:

Relevos deposicionais: planícies aluviais – **pa**; e rampas de colúvio – **rc**.

Relevos de dissecação: colinas - **cl**; morros de topos arredondados – **mr**; morros alongados de topos arredondados – **ma**; morros de topos aguçados – **mg**; esporões – **ep**; serras – **se**; e maciços montanhosos – **mt**.

Relevos de transição: patamares – **pt**; escarpas – **es**.

Relevos de aplainamento: platôs – **pl**; platôs lateríticos (com canga) – **pl(c)**; platôs quartzíticos – **pl(q)**; superfícies aplainadas – **ap**.

Cada sistema de relevo, por sua vez, foi avaliado quanto às suas propriedades morfológicas e morfométricas, conferindo um caráter quantitativo ao mapeamento e permitindo avaliar as principais diferenciações entre os sistemas de relevo espacializados nas unidades geomorfológicas. As informações obtidas em trabalhos de campo, ou extraídas da análise de cartas topográficas e fotografias aéreas, resumiram-se na avaliação de alguns parâmetros morfométricos selecionados, citados a seguir: amplitude topográfica; declividade das vertentes; geometria dos topos; densidade e padrão de drenagem. As informações de formações superficiais e coberturas inconsolidadas foram extraídas do mapa geológico.

Uma unidade de relevo representa, assim, a predominância de determinadas faixas de amplitudes e declividades. Valores altos de amplitude topográfica e declividade das vertentes propiciam maior intensidade dos processos morfodinâmicos e mais elevada suscetibilidade à erosão e escorregamentos de terra. Em relevos menos enérgicos, verificam-se menores volumes e velocidades de escoamento das águas pluviais implicando, quase sempre menor suscetibilidade à erosão. Entretanto, relevos de colinas encontrados nas unidades PSM, DRP e DRV, de menores amplitudes e declividades, são bastante suscetíveis ao desenvolvimento de voçorocas de grandes dimensões. Esse fato decorre, evidentemente, da estreita relação causal existente entre voçorocas e lençóis freáticos livres em mantos de intemperismo arenosos, além do controle estrutural (fraturas) e atividade antrópica.

Foram assinaladas feições do modelado (feições de menor porte, que constituem um dado sistema de relevo) tais como escarpas, cristas, vales ou sulcos estruturais, formas de erosão mapeáveis (voçorocas, anfiteatros suspensos), cristas, linha de cumeada, nível de base local, picos, gargantas e colos.

6.2 Tipologia das Unidades Geomorfológicas

Apresenta-se, a seguir, a classificação e definições adotadas das unidades geomorfológicas, de acordo com suas principais características morfoestruturais.

A Crista Monoclinal corresponde a uma saliência topográfica, geralmente com vertentes assimétricas, controlada por uma camada rochosa muito resistente inserida entre outras mais tenras e composta por uma escarpa abrupta com sentido de inclinação contrário ao mergulho das camadas e uma encosta mais suave coincidindo com o reverso das camadas.

O Platô corresponde a uma superfície tabular posta, claramente, em altitude elevada em relação às áreas adjacentes, podendo exibir irregularidades morfológicas, representadas por morros e colinas resultando da dissecação da superfície.

A Depressão Suspensa corresponde a uma área baixa no contexto local (regional), geralmente oriunda de profundo entalhamento da rede de drenagem desenvolvido sobre rochas pouco resistentes cercadas e/ou embutidas em camadas mais resistentes, as quais acabam por segurar os níveis de base dos cursos d'água, bloqueando o aprofundamento da dissecação acima do nível de base regional. É, freqüentemente, o caso de depressões desenvolvidas em meio a sinclinais suspensas.

A Depressão Marginal corresponde a uma área baixa no contexto local (regional) e situada à margem de unidades de relevo contíguas mais elevadas, sendo geralmente oriunda de profundo entalhamento da rede de drenagem desenvolvido sobre rochas pouco resistentes e/ou muito alteradas.

A Depressão Interplanáltica corresponde a uma área baixa no contexto local (regional) e topograficamente dominada por planaltos que a circundam, sendo geralmente oriunda de profundo entalhamento da rede de drenagem desenvolvido sobre rochas menos resistentes e/ou mais alteradas que aquelas que sustentam as bordas dos planaltos.

O Vale Anticlinal corresponde a uma depressão fluvial escavada, de forma mais ou menos perfeita, ao longo do eixo de um anticlinal, ocasionando uma inversão do relevo típica dos relevos de anticlinais escavadas, cercados por sinclinais suspensas.

O Maciço Montanhoso corresponde a uma massa montanhosa extensa, compacta e pouco arejada, resultante do soerguimento recente e/ou da forte resistência à erosão de massas de rochas relativamente homogêneas, conforme ocorre freqüentemente nos caso de massas rochosas quartzíticas bem silicificadas ou ainda graníticas.

7. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS (COMPARTIMENTOS MORFOESTRUTURAIS)

7.1 Crista Monoclinal da Serra do Curral (CSC)

Caracterização geomorfológica

Essa unidade situa-se na extremidade norte do Quadrilátero Ferrífero, com cristas dominantes onde as cotas mais elevadas alcançam 1400 m. O extenso alinhamento serrano de cristas aguçadas da serra do Curral, apresenta direção aproximada WSW-ENE e perfaz, aproximadamente, 50 km, entre os fechos do Funil (garganta epigênica do rio Paraopeba) e de Sabará (garganta epigênica do rio das Velhas). Representando a aresta setentrional do Quadrilátero Ferrífero, a serra do Curral apresenta as seguintes denominações locais, de oeste para leste: serra dos Três Irmãos, serra do Cachimbo, serra do Curral e serra do Taquaril.

A serra do Curral é um “hogback” extenso, constituindo o resto de uma dobra sinclinal invertida das rochas do Supergrupo Minas sobre as rochas graníticas da região de Belo Horizonte (Depressão Periférica de Belo Horizonte).

Os desnivelamentos totais atingem amplitudes topográficas entre 300 e 500 m acima das depressões de Belo Horizonte e do rio Paraopeba, com declividades variando entre 30 e 45°. A densidade de drenagem é alta, com padrão dendrítico à treliça, por vezes, condicionada por estruturas de direção N-S ou seguindo patamares litoestruturais.

Essa serra apresenta um marcante controle litoestrutural, no qual o posicionamento estratigráfico das diferentes rochas, com fortes mergulhos de camada, exercem um fator preponderante (FOTO 01). Assim sendo, sua configuração morfológica é diversificada, destacando-se uma linha de cumeada sustentada por itabiritos da Formação Cauê e francamente dissecada sob forma de anfiteatros conchoidais suspensos. Essa crista proeminente apresenta vertentes muito íngremes com declividades superiores a 50°, podendo mesmo apresentar paredões subverticais e desnivelamentos variando entre 150 e 300 m acima dos patamares litoestruturais embasados pelos filitos da Formação Batatal e pelos dolomitos da Formação Gandarela.



FOTO 1 - Escarpa norte da serra do Curral com paredões subverticais. Parque das Mangabeiras.

Esses patamares, situados na vertente norte da serra do Curral, possuem significativa extensão areal e alcançam entre 500 e 800 m de largura, atingindo máxima largura no entorno do BH Shopping (FOTO 02). Tais feições aplainadas foram, portanto, modeladas por erosão diferencial devido à menor resistência dessas litologias (filitos e dolomitos) frente ao intemperismo químico. Logo abaixo deste patamar formam-se degraus (sob aspectos de cristas descontínuas) mantidos por quartzitos da Formação Cercadinho, perfazendo desnivelamentos que variam entre 130 e 200 m.



FOTO 2 - Esporões e patamares na vertente norte da serra do Curral. Unidade Crista Homoclinal da Serra do Curral.

Freqüentemente, no contato entre a serra do Curral e a Depressão Periférica de Belo Horizonte, observam-se feições transicionais na forma de esporões, que consistem de morros alongados com topos aplainados ou suavemente arredondados e que se projetam a partir da serra do Curral no sentido norte, aparentando pedimentos rochosos entalhados pela rede de drenagem. Esses esporões apresentam desnivelamentos em torno de 100 m e com intervalo

de declividades entre 20 e 30°, como observado no entorno do Parque das Mangabeiras. A oeste, nas proximidades de Ibirité e Sarzedo, os esporões assumem formas topográficas mais suaves, assemelhando-se a colinas alongadas, com desnivelamentos variando entre 30 e 50 m e declividades em torno de 10° (FOTOS 03 e 04).



FOTO 3 - Ocupação urbana nos esporões da serra do Curral, vertente norte.

Outro controle estrutural relevante é exercido por falhas/fraturas de direção aproximada N-S, formando colos (“wind-gaps”) nas serras dos Três Irmãos e do Curral, e gargantas epigênicas (“water-gaps”) no Fecho do Funil, onde o rio Paraopeba corta as rochas do Supergrupo Minas para atingir a Depressão Periférica de Belo Horizonte (FOTO 05).

A canga posicionada na superfície cimeira e suas formações detríticas correlatas que recobrem as longas vertentes orientadas para sul, deve ter colaborado para que a parte residual da serra não tenha sido também removida, mostrando uma superfície constituída pelo andar ferrífero do Supergrupo Minas e com revestimento encouraçado. Os platôs de canga representam, portanto, testemunhos esparsos de uma antiga superfície de erosão que remonta ao intervalo Cretáceo Superior/Paleógeno (BARBOSA, 1967). A dissecação na serra do Curral produziu, por deslizamentos ou escorregamentos de material contendo itabiritos, extensas e conservadas crostas ferruginosas, presentes nos trechos da serra do Rola Moça e Jangada. Nesta, vários depósitos de tálus de hematita, cimentados ou não, são representativos de um fenômeno genérico do Quadrilátero Ferrífero e indicativos de uma morfogênese mecânica muito intensa e rápida. Assim sendo, as vertentes mais baixas do flanco sul da Serra do Curral convergem, gradativamente, para a Depressão Marginal do Rio Paraopeba, apresentando rampas de colúvios e depósitos ricos em itabirito, ou mesmo, formações de canga retrabalhada e recimentada. Essas extensas vertentes apresentam amplitudes de relevo de até 200 m e declividades de 10 a 15°.

Sobre os itabiritos e quartzitos ocorrem, via de regra, campos rupestres. As encostas cobertas de canga são ocupadas pela vegetação de campo cerrado.



FOTO 4 - Espigões da serra do Curral, vertente sul, sofrendo processo de ocupação recente. Casas de padrão alto em área de risco geológico.



FOTO 5 - Garganta epigênica formada pelo rio Paraopeba. Fecho do Funil.

Aspectos morfodinâmicos

Além dos efeitos da erosão diferencial, a unidade sofre os efeitos de processos morfogenéticos intensos como escoamentos difusos e concentrados. É relevante, também a ocorrência de movimentos de massa tais como rastejos e deslizamentos translacionais rasos. São observadas feições erosivas tais como concavidades conchoidais muito dissecadas, oriundas de desmoronamentos de blocos das camadas de canga, a partir de erosão remontante na parte superior das encostas sustentadas por itabiritos (FOTO 06), dando origem a presença de blocos e matacões nas encostas.

Nessa unidade, a eficiência dos processos morfogenéticos predomina sobre a dos de caráter pedogenético. Os solos são, em geral delgados. É considerada como área de dinâmica instável.



FOTO 6 - Anfi-teatro suspenso, amplo e dissecado, sustentado por cornija de uma crosta ferruginosa dura e resistente à erosão (canga). Essa peculiar feição erosiva posiciona-se nas vertentes superiores da serra do Curral. Parque Estadual do Rola Moça.

7.2 Platô da Sinclinal Moeda (PSM)

Caracterização geomorfológica

O platô da sinclinal Moeda consiste de uma extensa superfície suspensa, disposta na direção norte-sul e exibe uma configuração morfológica que pode ser subdividida em duas unidades: as abas externas e o platô do interior da sinclinal. Essas abas da sinclinal estão alçadas a altitudes que variam entre 1500 e 1600 m (FOTOS 07, 08, 09 e 10) e são sustentadas por quartzitos da Formação Moeda (Grupo Caraça) e itabiritos da Formação Cauê (Grupo Itabira). No topo das abas, notam-se cristas ou platôs, estes muitas vezes capeados por canga, atingindo larguras entre 500 e 1.300 m. Assim sendo, as abas da sinclinal ressaltam topograficamente por erosão diferencial. Essas estão delimitadas por escarpamentos abruptos que apresentam amplitudes de relevo muito elevadas, invariavelmente, superiores a 400 m, com vertentes muito íngremes e paredes rochosas. Essas feições de relevo recebem denominação local de serra da Moeda (borda Oeste) e serra de Itabirito (borda Leste), representando os relevos mais elevados da unidade.

Essa unidade morfoestrutural é ligada à serra do Curral, na sua parte norte, em um complexo falhamento de empurrão, estando representada por uma sinclinal suspensa, o que influi de forma significativa na distribuição da rede hidrográfica do Quadrilátero Ferrífero. A aba ocidental da sinclinal é o divisor de águas das bacias dos rios das Velhas e Paraopeba. A aba oriental exibe a preservação da própria estrutura da sinclinal.



FOTO 7 - Pináculos de quartzito na borda oeste da Sinclinal Moeda em contato com os esporões da subunidade Degrau do Ribeirão Catarina. Ao fundo, Depressão Marginal do Vale do rio Paraopeba.



FOTO 8 - Sela topográfica formada por erosão diferencial em zona de intercalação entre rochas quartzíticas e filitos. Borda oeste da Sinclinal Moeda.

Entre o topo das abas da sinclinal, capeadas por canga, e o interior colinoso do platô, observa-se um degrau de 100 a 150 m de desnivelamento e 30 a 50° de declividade, sendo que na base foram depositadas extensas rampas de colúvio em ambos os flancos internos da sinclinal. O relevo colinoso do platô caracteriza-se por colinas amplas e suaves de geometria convexa e topos arredondados a aplainados, com pouca sedimentação aluvial, apresentando altitudes entre 1200 e 1300 m. O intervalo de desnivelamento varia de 40 a 80 m, com declividades entre 5 e 15°. Este relevo apresenta uma densidade de drenagem média com padrão dendrítico.

O interior da sinclinal é ocupado por xistos e filitos do Grupo Piracicaba, onde o pediplano pliocênico apresenta sua área de melhor conservação devido à proteção dada pelos “hogbacks” quartzíticos e itabiríticos.

A rede de drenagem, anteriormente fechada (padrão endorreico) pode ter sido recentemente aberta ao exorreísmo (Fechos, Capitão da Mata, Mata-Porcos). Talvez por isso, as rampas de colúvio puderam se desenvolver de forma extensa, constituindo áreas de relevo suave, às vezes quase planas, em área de relevo movimentado.



FOTO 9 - Pináculos de quartzito na borda leste da Sinclinal Moeda.

Segundo [Barbosa](#) (1967), esse relevo suave (pediplanado) está sendo rejuvenescido ao longo dos ribeirões Mata-Porcos e Capitão da Mata e córrego dos Fechos. Aliás, a formação de um vale bastante profundo ao longo do córrego dos Fechos é condicionada a uma zona de falha e, provavelmente, ao soerguimento diferencial de caráter regional ([FOTO 11](#)), responsáveis pela destruição parcial da aba oriental da sinclinal e esvaziamento da drenagem.



FOTO 10 - Escarpa da aba oeste da Sinclinal Moeda e as colinas da Depressão Marginal do Vale do Paraopeba.

Nas bordas internas da sinclinal, mormente na borda oeste, foram identificadas feições relacionadas à elaboração de complexos de rampas, que refletem diferentes episódios de erosão e deposição demonstrando a natureza descontínua dos processos de evolução das encostas para a área de estudo (FOTO 12).



FOTO 11 - Garganta (“water gap”) formada pelo ribeirão Capitão da Mata. Aba leste da Sinclinal Moeda.

Os solos são pouco espessos, por vezes ausentes. Na parte interna da sinclinal, o relevo é colinoso com vertentes convexas e topos alongados e arredondados. Em certos trechos do platô, as colinas apresentam extensos topos aplainados, sugerindo que essas feições de topos sejam remanescentes de um pediplano gerado no Terciário Superior. Ressalte-se, ainda, o relevo aplainado onde está instalado o bairro Jardim Canadá, apresentando apenas pequenas elevações de aproximadamente 20 m de desnivelamento e vertentes muito suaves que não ultrapassam 5° de declividade.



FOTO 12 - Rodovia BR-040 construída ao longo da rampa de colúvio na porção interna da aba oeste da Sinclinal Moeda.

A paisagem botânica é representada por campos limpos, com gramíneas, vegetação rupestre e matas de encosta e de fundos de vale com espécies latifoliadas, principalmente nos vales úmidos da Sinclinal Moeda.



FOTO 13 - Processo de erosão linear acelerada (voçorocamentos) em cabeceiras de drenagem das colinas da unidade Sinclinal Moeda. Topos aplainados em relevo colinoso. Platô Moeda.

Aspectos morfodinâmicos

Nas encostas das abas da sinclinal, os processos morfogenéticos são caracterizados por escoamentos difusos e concentrados tornando as vertentes suscetíveis a processos erosivos de ravinamento e movimentos de massa. Os processos morfogenéticos prevalecem em relação aos pedogenéticos, resultando em várias ravinas que sulcam os afloramentos rochosos.

Dentre essas ravinas que convergem para o interior da sinclinal ou para patamares pedimentados, configuram-se extensas rampas de colúvio recobrimdo depósitos mais antigos. Nesse tipo de feição prevalece escoamento superficial difuso e localmente concentrado.

Nos setores menos declivosos, a intensidade dos processos morfogenéticos se equivale aos processos pedogenéticos. Nas áreas onde as encostas apresentam declividades em torno de 20° há maior concentração de processos erosivos.

Destaca-se a intensidade dos processos de voçorocamento sobre esses terrenos, concentrado em zonas de cabeceiras de drenagem, onde as feições erosivas atingem grandes dimensões e profundidades superiores a 15 m.

O poder erosivo dos cursos d'água presentes nessa unidade, responde por uma alta propensão à erosão acelerada. Ocorrem numerosas voçorocas de médio a grande porte em cabeceiras de drenagem articuladas aos canais principais nas áreas colinosas (FOTOS 13 e 14). Constatou-se a influência de sistemas ortogonais de fraturas condicionando o avanço remontante dessas voçorocas.



FOTO 14 - Voçorocas em área de expansão de condomínios de alto padrão construtivo. O eixo de drenagem de uma das voçorocas está barrado por aterro para implantação de uma estrada vicinal.

7.3 Depressão Marginal do Alto Rio Paraopeba (DPA)/ Depressão Interplanáltica do Alto Rio das Velhas (DRV)

Caracterização geomorfológica

Essas unidades ocorrem na parte sul-sudoeste, na região de Itabirito (Depressão do Alto Rio das Velhas) e na parte oeste da área de estudo (Depressão Marginal do Alto Paraopeba), apresentando relevo ondulado, com altitudes máximas em torno de 1000 m. As formas de relevo predominantes são colinas dissecadas e morros baixos de geometria convexa ou convexo-côncava e topos arredondados, com expressiva sedimentação aluvial, freqüentemente interdigitada com rampas de colúvios nas cabeceiras de drenagem (FOTO 15). Os desnivelamentos variam de 60 a 120 m, com declividades variando entre 10 e 20°. Esse relevo apresenta uma média densidade de drenagem com padrão dendrítico a sub-dendrítico. São unidades com áreas rebaixadas, topograficamente, em relação àquelas sustentadas pelos metassedimentos circundantes dos Supergrupos Minas e rio das Velhas.

A Depressão Marginal do Alto Paraopeba apresenta, no sopé da escarpa da serra da Moeda, um relevo transicional de esporões exibindo uma morfologia de morros alinhados e posicionados, topograficamente, um pouco acima do nível das colinas da depressão.

Destaca-se na Depressão Interplanáltica do alto rio das Velhas uma expressiva sedimentação aluvial, principalmente na calha do rio das Velhas e ao longo de seus tributários, imediatamente a sul da área da APA.

Essas unidades morfoestruturais são suportadas por rochas granitóides do Complexo Ortognáissico (Complexo do Bonfim). Na Depressão Marginal do Rio Paraopeba, a transição do relevo entre a escarpa da unidade Sinclinal Moeda e as colinas do embasamento se faz através de um abrupto escarpamento, por vezes dissecado sob a forma de morros e/ou espigões com cobertura coluvial contendo fragmentos de itabirito sobre rochas granito-gnáissicas alteradas.



FOTO 15 - Colinas amplas e dissecadas da unidade Depressão Marginal do Vale do Rio Paraopeba. Ao fundo, a escarpa da aba oeste da Sinclinal Moeda.

Na parte sul-sudoeste, a Depressão Interplanáltica do Alto Rio das Velhas foi escavada no Batólito de Itabirito (granitos e gnaisses semelhantes aos do Complexo Granito-Gnáissico), bastante suscetível ao intemperismo.

O manto de alteração proveniente das rochas cristalinas é mais permeável que o material argiloso da decomposição dos xistos. O escoamento superficial é menor e a densidade de drenagem é média, com cursos d'água entalhados separando colinas mais baixas e arredondadas.

As unidades apresentam um nivelamento do topo de colinas com vales de fundo chato, além de terraços baixos e planos alveolares já bem alargados em meio a bossas de granitos, formando um conjunto de paisagem semelhante a um "mar de morros".

Os fundos de vales são preenchidos por faixas de aluvião, geralmente acrescidas de material coluvionar em suas margens.

As planícies de inundação são aproveitados por agricultura de subsistência, vias de acesso e extração de argilas e areias, sendo que junto com os terraços já foram explorados pela mineração de ouro no alto rio das Velhas.

Aspectos morfodinâmicos

O agente morfogenético dominante é o processo de erosão linear acelerada, decorrente da exfiltração, ou surgência de fluxos d'água advindos do lençol freático e o escoamento difuso.

Nos setores de declividades baixas a moderadas (5 a 10°), há relativo equilíbrio entre os processos morfogenéticos e pedogenéticos, podendo ocorrer solos desenvolvidos. Predominam nessa unidade solos silto-argilosos oriundos da decomposição dos granito-gnaisses.

Nas áreas de declividades em torno de 20° há maior concentração de processos erosivos, sendo consideradas áreas instáveis (FOTO 16). Ocorrem sulcos, ravinas e voçorocas de maneira generalizada em função de atividades antrópicas.

Na bacia do alto rio das Velhas, a montante da área da APA (entorno da área de estudo), o cenário de degradação ambiental é preocupante. Uma extensa área de pastagens subaproveitadas, com erosão acelerada de vertentes e cabeceiras de drenagem, marcada pelo voçorocamento generalizado e pelo assoreamento dos canais principais acarretam uma intensa

descarga de sedimentos na rede de drenagem, assoreando canais, inclusive o rio das Velhas e a represa do rio das Pedras, em Acuruí. Neste setor, há um predomínio dos processos morfogenéticos em relação aos pedogenéticos.

Esses processos ocorridos no alto vale do rio das Velhas acarretam em impactos a jusante, dentro da APA.



FOTO 16 - Colinas da unidade Depressão Marginal do Vale do Rio Paraopebas dissecadas por voçorocas de grande porte. Ao fundo, elevações da serra do Curral.

7.3.1 Subunidade Degrau do Ribeirão Catarina (DRC)

O degrau do ribeirão Catarina consiste numa subunidade da depressão marginal do rio Paraopeba e representa uma importante unidade transicional entre o platô da Sinclinal Moeda e o vale do rio Paraopeba. Caracteriza-se por imponentes espigões de vertentes íngremes e arredondadas que mergulham do platô Moeda em direção ao vale do ribeirão Catarina. Apresenta desnivelamentos variados entre 200 e 350 m e com declividades variando entre 30 e 50°. Essa subunidade é bruscamente delimitada pela serra do Ouro Fino, uma notável anomalia geológica e geomorfológica que consiste de uma serra de quartzitos da Formação Moeda, alinhada numa direção N-S e geograficamente desprendida tanto da serra do Curral quanto da serra da Moeda. A serra de Ouro Fino apresenta desnivelamentos entre 250 e 350 m e declividades superiores a 45°, com ocorrência freqüente de paredões subverticais (FOTO 17).



FOTO 17 - Aspecto imponente do alinhamento de quartzitos da serra do Ouro Fino, representando um relevo transicional entre o Platô Moeda e a Depressão Marginal do Vale do Rio Paraopeba. Subunidade Degrau do Ribeirão da Catarina.

7.4 Vale Anticlinal do Rio das Velhas (VRV)

Caracterização geomorfológica

A unidade é sustentada por rochas do Supergrupo Rio das Velhas, sendo sua maior parte do Grupo Nova Lima (xistos e filitos). É um compartimento de relevo embutido no Quadrilátero Ferrífero limitado pela unidade Platô da Sinclinal Moeda a oeste, pelo Batólito de Itabirito (Colinas do Embasamento Cristalino) ao sul e pela unidade Patamares Escalonados da Serra da Jaguará, ao leste.

Do ponto de vista morfoestrutural, representa uma anticlinal escavada, mais preservada da erosão que as unidades Depressão Marginal do Alto Rio Paraopeba e Depressão Interplanáltica do Alto Rio das Velhas e menos do que os conjuntos dobrados das sinclinais Moeda e Gandarela. Em relação ao Quadrilátero Ferrífero, é uma zona deprimida e cercada por elevações nos bordos oriental e ocidental. É uma região de vales profundos balizados por longas cristas de itabirito e quartzito.

O Vale Anticlinal do Rio das Velhas apresenta um relevo predominantemente constituído por morros de topos alinhados, formando pequenas cristas e vertentes de geometria retilínea a côncava, bastante dissecadas, com um intervalo de altitudes entre 1.000 e 1.200 m. Essas formas de relevo apresentam-se orientadas na direção leste-oeste, coincidindo com o sentido predominante das dobras do Supergrupo Rio das Velhas e separadas umas das outras por afluentes do rio das Velhas.

A calha do rio das Velhas, à jusante da cidade de Rio Acima, apresenta uma expressiva sedimentação aluvial. Os desnivelamentos variam de 120 a 250 m, com declividades variando entre 20 e 35°, podendo ser observadas, localmente, vertentes com declividades superiores a 50°. Esse relevo apresenta uma densidade de drenagem alta, com padrão em treliça a retangular, demonstrando forte controle estrutural. No interior do vale do rio das Velhas, notam-se feições residuais peculiares, tais como o Morro do Pires, que consiste numa elevação montanhosa isolada alçada a 400 m acima do relevo de morros circundantes; a serra Morro do Chapéu, que consiste numa crista de direção N-S, atingindo altitudes similares às do Morro do Pires e vertentes muito íngremes; um alinhamento serrano de quartzitos, situado entre as cidades de Rio Acima e Itabirito, seguindo direção E-W, apresentando desnivelamentos entre 200 e 300 m e com intervalo de declividades entre 40 a 50°. O relevo do vale do rio das Velhas apresenta-se mais suave apenas nas imediações de Rio Acima, onde foi identificado um compartimento de colinas baixas e arredondadas com amplitudes de relevo entre 30 e 80 m e com declividades variando entre 5 e 15°.

Ao longo do rio das Velhas ocorrem dois níveis de terraços principais: um situado 60/70 m acima da calha fluvial e outro 30/40 m, ambos correspondentes às fases de entalhamento fluvial e rebaixamento do nível de base durante o Pleistoceno. Vários terraços baixos do rio foram explorados pela mineração de ouro no passado.

Aspectos morfodinâmicos

O Vale Anticlinal do Rio das Velhas pode ser subdividido em duas seções, com possíveis implicações neotectônicas:

Entre Nova Lima e Rio Acima: vale aberto, ladeado por colinas e morros alinhados com ocorrências esparsas de planícies fluviais;

Entre Rio Acima e Itabirito: vale encaixado, ladeado por vertentes íngremes de morros e pequenos alinhamentos serranos, em geral, com cobertura vegetal densa protegendo o solo

dos processos erosivos. Nota-se a ausência de sedimentação fluvial, sendo que o canal principal percorre trechos estrangulados, controlados pela rede de fraturamentos do substrato rochoso (FOTO 18).

Ocorrem processos de escoamento difuso e concentrado originando sulcos e ravinas e, eventualmente, movimentos de massa em áreas que sofreram intervenção antrópica. Os xistos e micaxistos constituem rochas vulneráveis ao intemperismo, formando um manto de alteração argiloso e pouco permeável, que favorece um intenso escoamento superficial nas áreas de vegetação menos densa.



FOTO 18 – Seção retilínea da calha do rio das Velhas. Trecho do rio controlado por fratura entre as cidades de Rio Acima e Itabirito.

7.5 Patamares Escalonados da Serra do Jaguará (PEJ)

Caracterização geomorfológica

Os Patamares Escalonados do Jaguará representam uma sucessão de, pelo menos, três grandes seqüências descontínuas de degraus/patamares estruturais que ascendem do nível de morros alinhados (cotas altimétricas em torno de 1.000 - 1.100 m) que caracterizam o vale anticlinal do rio das Velhas e a aba ocidental da depressão suspensa da sinclinal Gandarela (cotas altimétricas em torno de 1.600 - 1.650 m). Essa unidade apresenta, portanto, um desnivelamento total de 500 a 600 m e atravessa toda a área da APA num sentido quase nortesul, tendo sido denominada, coloquialmente, de serra do Espinhaço.

A dissecação diferencial de xistos e quartzitos do Grupo Maquiné, sucessivamente intercalados ao longo dessa unidade, explica o seu aspecto peculiar de uma "imensa escadaria" onde estão salientadas cristas alinhadas com padrão de relevo ruiforme, vales encaixados, patamares escalonados orientados por fraturas, vertentes íngremes e ravinadas e extensos escarpamentos. Os quartzitos, mais resistentes, formam pequenas escarpas abruptas, ora sob forma de paredões rochosos subverticais, ora sob forma de imensos "hogbacks". Estas feições apresentam desnivelamentos entre 100 e 250 m e declividades sempre superiores a 45°. Os patamares formados à montante desses degraus configuram-se como bacias suspensas com relevo mais suave, de aspecto aplainado ou dissecado em pequenas colinas. É freqüente a

ocorrência de níveis de base locais sustentados pelos patamares estruturais. O patamar mais elevado, acima da localidade de Henrique Lajes e situado no sopé da escarpa de itabiritos da Sinclinal Gandarela, apresenta um típico relevo de colinas pouco dissecadas pelas cabeceiras do ribeirão da Prata (vale suspenso) com desnivelamentos entre 30 e 60 m e intervalo de declividades entre 5 e 10°. A escarpa da aba ocidental da Sinclinal Gandarela, por sua vez, exibe amplitudes de relevo entre 180 e 300 m e declividades muito elevadas, variando entre 45 e 60°.

Essa unidade é representada por alinhamentos de cristas de direção norte-sul, separando as bacias hidrográficas dos rios das Velhas e Piracicaba.

É sustentada por seqüências clásticas, predominantemente, quartzíticas do Supergrupo Rio das Velhas. São, também, abundantes os metaconglomerados com seixos centimétricos. (FOTO 19). Menos freqüentes são as rochas vulcânicas/subvulcânicas e provavelmente metaígneas como os filitos vulcânicos. Estruturalmente, as rochas apresentam-se suavemente dobradas, segundo eixos principais de direção N-S e, também, sujeitas a cavalgamentos por falhas de empurrão de alto ângulo.



FOTO 19 - Crista sustentada por metaconglomerado no topo da unidade Patamares Escalonados do Jaguará. Divisor entre as bacias dos rios das Velhas/São Francisco e Conceição/Piracicaba. Ao fundo, o Maciço do Caraça.

A unidade engloba, além de cristas alinhadas e descontínuas, escarpas também descontínuas e relevos de dissecção estrutural, orientados, constituindo cristas assimétricas e “hogbacks” (FOTOS 20 e 21).

Constitui uma área com predomínio de solos litólicos e vegetação de campos limpos com gramíneas. Trata-se, portanto, de uma área de média propensão à erosão acelerada devido à predominância de solos rasos (litólicos).



FOTO 20 - “Hogback” de rochas quartzíticas compoendo degrau de um dos patamares da unidade Patamares Escalonados do Jaguará.



FOTO 21 - Seqüência de “hogbacks” compoendo serras, patamares e colinas na unidade Patamares Escalonados do Jaguará. Processo de erosão diferencial numa imbricada intercalação de xistos e quartzitos.

Aspectos morfodinâmicos

Ocorrem processos morfogenéticos desde desagregação mecânica até processos superficiais de escoamento difuso e concentrado, originando sulcos, ravinas e movimentos de massa.

7.6 Depressão Suspensa da Sinclinal Gandarela (DSG)

Caracterização geomorfológica

A depressão suspensa da sinclinal Gandarela, assim como o platô da Moeda, exibe uma configuração morfológica que pode ser subdividida em duas unidades: as abas externas e o relevo entalhado do interior da sinclinal. Essas abas da sinclinal são abruptamente delimitadas por escarpamentos que apresentam, para o interior da sinclinal, desnivelamentos expressivos, invariavelmente, entre 300 e 400 m e vertentes muito íngremes, esculpidas sobre itabiritos da Formação Cauê e dissecadas em profundos anfiteatros suspensos. Na aba oriental, notam-se apenas cristas de itabirito, mais rebaixadas e, em parte, destruídas por um afluente do rio da Conceição, que rompeu o divisor de drenagem e capturou o ribeirão Preto, que drena o interior da sinclinal.

Apesar de estruturalmente assemelhar-se ao Platô da Sinclinal Moeda, a Depressão Suspensa da Sinclinal Gandarela demonstra um estágio de entalhamento muito mais avançado, devido, provavelmente, ao fato de que esta unidade está sendo ajustada ao nível de base do vale anticlinal rio da Conceição há mais tempo que o Platô Moeda, tendo em vista que este último começa a se ajustar ao nível de base do rio das Velhas em tempos mais modernos, mesmo considerando que a fase de dissecção regional seja pós-Pliocênica.

Um fato notável que explica tal situação é a captura do ribeirão Preto pelo rio da Conceição, através da abertura de duas gargantas epigênicas que truncaram as cristas de itabirito da aba leste da Sinclinal Gandarela. Tendo em vista o entalhamento mais expressivo nesta sinclinal, presume-se que esta captura seja mais antiga que a do ribeirão Capitão da Mata, no Platô da Sinclinal Moeda, efetuada por um afluente do rio das Velhas.

O cenário resultante da profunda escavação pós-Pliocênica da Sinclinal Gandarela é de morros de topos aguçados com desnivelamentos entre 200 e 300 m e declividades muito elevadas, variando entre 30 e 45° (FOTO 22). Este relevo apresenta uma densidade de drenagem alta a muito alta com padrão dendrítico mas, em parte, anelar, seguindo estruturas da sinclinal. Extensas formações de canga no topo da aba ocidental (platôs de canga), com altitudes em torno de 1600 m e larguras entre 700 e 1.200 m, contribuem para a manutenção dessa parte da sinclinal suspensa.

As vertentes da aba ocidental da Sinclinal Gandarela apresentam uma intensa dissecção sob a forma de concavidades conchoidais profundas, similares àquelas observadas na serra do Curral. Essas feições erosivas ocorrem, também, na serra de Ouro Fino (sinclinal redobrada localizada no alto curso do rio Conceição). Essas concavidades caracterizam-se como feição de relevo peculiar às escarpas de itabiritos.

Aspectos morfodinâmicos

As rochas silicosas representadas por filitos, metagrauvas e quartzitos são menos favoráveis à alteração que ataca mais o cimento, produzindo materiais silto-arenosos. A capacidade de absorção dos alteritos é muito grande e como eles são pouco espessos, a água alcança rapidamente o contato solo-rocha. A permeabilidade é aumentada pela quantidade de fraturas existentes, aumentando as possibilidades de infiltração. Nas metagrauvas e filitos, o diaclasamento é menos denso, favorecendo um escoamento superficial mais intenso. Os alteritos são mais finos e menos permeáveis, tornando a densidade de drenagem alta.



FOTO 22 - Relevo profundamente dissecado em morros de topos aguçados no interior da Depressão Suspensa da Sinclinal Gandarela, recentemente articulada ao nível de base do vale do rio Conceição.

7.7 Vale Anticlinal do Rio Conceição (VRC)

Caracterização geomorfológica

Essa unidade é sustentada por rochas do Supergrupo Rio das Velhas, formando um típico vale anticlinal, ou anticlinal escavada, segundo [Barbosa \(1967\)](#). Caracteriza-se por um extenso vale encaixado, quase retilíneo, situado entre as unidades Sinclinal Gandarela e Maciço do Caraça ([FOTO 23](#)). O anticlinal escavado do rio Conceição é um exemplo da fase erosiva pós-pliocênica que inverteu as estruturas dobradas do Quadrilátero Ferrífero, assim como o Vale do Rio das Velhas.

Esse vale encaixado do rio Conceição, ao invés de apresentar domínio de morros alinhados, como no Vale do Rio das Velhas, configura-se por uma sucessão de morros de topos alinhados sob forma de extensos espigões conectados, a oeste, à aba oriental da Depressão Suspensa da Sinclinal Gandarela e, a leste, ao Maciço do Caraça. São mais ou menos perpendiculares ao eixo do vale, que a partir da aba oriental das sinclinais Gandarela e Ouro Fino, e do Maciço do Caraça, perdem altitude, progressivamente, até alcançar a calha do rio Conceição.

Esses morros-espigões apresentam vertentes de perfil retilíneo a côncavo, sendo bastante dissecados. A sedimentação aluvial restringe-se apenas à calha do rio Conceição a jusante da localidade de Vigário da Vara. O intervalo de desnivelamento varia de 180 a 300 m, com declividades elevadas, variando entre 30 e 40°. Podem ser observadas, localmente, vertentes com declividades superiores a 50°, apresentando marcas de erosão, como na localidade de Conceição do Rio Acima. Esse relevo apresenta uma densidade de drenagem alta, com padrão predominantemente em treliça, onde o rio Conceição segue uma direção preferencial NNE-SSW e os tributários principais assumem direções ortogonais. Apenas o alto vale do rio Conceição, situado no sopé da crista sinclinal da serra do Ouro Fino, apresenta um relevo pouco dissecado, ainda desajustado ao nível de base do canal principal. Este relevo, tipicamente colinoso, encontra-se bastante erodido por processos de voçorocamento e registra desnivelamentos modestos entre 40 e 80 m e intervalo de declividades em torno de 5 a 10°.



FOTO 23 - Vale do Rio Conceição, caracterizado por uma sucessão de morros alinhados (espigões) convergentes ao fundo do vale, e o Maciço do Caraça. Ao fundo, a esquerda, serra que compõe a aba oriental da Sinclinal do Gandarela.

A posição geomorfológica dessa unidade proporciona capturas de drenagem pelo rio Conceição, dos cursos fluviais que drenam tanto o interior da sinclinal Gandarela quanto aqueles provenientes do Maciço do Caraça.

A dissecação mais recente do relevo caracteriza-se pelo maior aprofundamento da drenagem, sobre estruturas anticlinais compostas por filitos e xistos do Grupo Nova Lima do Supergrupo Rio das Velhas.

Aspectos morfodinâmicos

O Vale do rio Conceição apresenta-se, em geral, bastante preservado com ampla cobertura florestal. Nos locais onde a mata original foi removida para atividades antrópicas (região de Conceição do Rio Acima), são observados processos de erosão acelerada, em especial erosão laminar e deslizamentos translacionais rasos. Tal fragilidade decorre do fato de que esta unidade apresenta vertentes de declividade acentuada sobre solos pouco espessos e de baixa permeabilidade, sustentados por rochas foliadas de baixa resistência ao intemperismo químico (xistos e filitos). Tal situação assemelha-se à observada no vale do rio das Velhas, contudo com mais evidências de vulnerabilidade à erosão.

7.7.1 Sub-unidade Crista Sinclinal da Serra do Ouro Fino (SOF)

A serra do Ouro Fino caracteriza-se por uma crista de uma sinclinal parcialmente erodida e redobrada em forma de "L", apresentando, inicialmente uma direção aproximada NE-SW e, depois, uma notável inflexão em ângulo reto para uma nova direção NW-SE. Esta unidade situa-se no topo dos patamares escalonados da serra da Jaguará, a sul-sudeste da depressão suspensa da sinclinal Gandarela e consiste num importante divisor de águas entre as bacias do rio das Velhas, a oeste, e do rio Conceição, a leste. Os desnivelamentos totais atingem amplitudes variando entre 300 e 550 m e declividades muito elevadas, variando entre 45 e 60°, com trechos constituídos de paredões rochosos subverticalizados. A densidade de drenagem é alta com padrão dendrítico a treliça, sendo que a rede de canais está freqüentemente controlada por fraturamento ou descontinuidades litológicas. Destaca-se, na serra do Ouro Fino, uma crista proeminente sustentada por itabiritos da Formação Cauê e francamente dissecada sob forma de anfiteatros conchoidais suspensos, de forma similar à serra do Curral.

7.8 Maciço do Caraça (MCA)

Caracterização geomorfológica

A unidade morfoestrutural Maciço do Caraça ocupa a região nordeste do Quadrilátero Ferrífero, onde as superfícies de topo se apresentam estruturadas por rochas do Supergrupo Minas. A unidade é sustentada por quartzitos e filitos do Grupo Caraça, base do Supergrupo Minas. Trata-se de uma sucessão de sinclinais e anticlinais falhadas, gerando blocos imbricados.

O aspecto morfológico mais relevante dessa unidade é conferido pelos imponentes escarpamentos de quartzitos subverticalizados, em geral, condicionados por falhas, com desnivelamentos totais da ordem de 500 a 800 m. No topo dessas escarpas, são observados, freqüentemente, platôs quartzíticos de relevo plano a levemente ondulado, em posição de superfícies cimeiras mas, aparentemente, tratam-se de superfícies estruturais, concordantes ao acamadamento dos pacotes de quartzitos.

O pico do Inficionado coroa um desses platôs, profundamente seccionados por uma densa rede ortogonal de fraturamentos que afeta todo o maciço montanhoso. Em posição de sopé deste conjunto montanhoso, desenvolvem-se alvéolos intramontanos embutidos e controlados por níveis de base locais (FOTO 25). Passagens estranguladas ou sumidouros formados a partir de desmoronamento e transporte de blocos para o leito de rios (Taboões, no ribeirão Caraça) podem ocasionar, durante as cheias, a formação de barragens constituídas de sedimentos, galhos e troncos de árvores e demais detritos trazidos pelas torrentes, causando inundações localizadas. O relevo local expressa um conjunto de colinas pouco dissecadas, com geometria convexa e topos arredondados a aplainados. As amplitudes de relevo são baixas, entre 20 e 50 m e as declividades muito suaves, apresentando valores entre 5 e 10°. Destacam-se também, nestes alvéolos, restritas superfícies aplainadas e vales mal drenados.

Nessa unidade são registrados os maiores desnivelamentos. O conjunto de escarpamentos apresenta orientação irregular, sendo os maiores desnivelamentos voltados para sudeste, na parte externa do Quadrilátero Ferrífero, fora da área de estudo. Nesses locais as amplitudes de relevo são superiores a 1.000 m (FOTO 24). Do topo do maciço (2.000 m) ao sopé da escarpa voltado para a localidade de Morro da Água Quente, o desnivelamento é de 1.100 m. Para NW, as altitudes começam a diminuir sem existência de um rompimento do declive tão acentuado.

Esses escarpamentos, por estarem situados a centenas de metros acima das cotas altimétricas médias das unidades vizinhas, sugerem que, não somente, os processos erosivos atuaram na evolução geomorfológica da área, mas também os movimentos tectônicos pós-cretácicos.

O topo do maciço quartzítico do Caraça corresponde à superfície cimeira dentro do Quadrilátero Ferrífero, alcançando a cota de 2.000 m. A preservação dessa superfície de aplainamento deveu-se à resistência dos quartzitos às fases de erosão pós-cretácea.

Os pontos mais altos da área são o Pico do Sol, a 2.070 m de altitude; Pico do Inficionado, a 2.068 m; Morro da Carapuça, a 1.912 m; Pico da Trindade, a 1.908 m; Pico da Canjerana, a 1.890 m; Pico do Piçarrão, a 1.839 m; Pico da Conceição, a 1.803 m; Pico da Chácara, a 1.729 m. São todos pontos com visões panorâmicas de grande beleza cênica.

A baixa permeabilidade do quartzito favorece um significativo escoamento superficial que se concentra ao longo das discontinuidades da rocha produzindo a abertura de talvegues, em sua maioria, controlados pelos planos de falhas/fraturas e contatos estratigráficos, formando cursos d'água encaixados que descem em cascata de um patamar para outro, com inclinações de 70° ou mais.

Registra-se, em posições periféricas ao Maciço do Caraça, em direção ao vale anticlinal do rio Conceição, um conjunto de morros amplos de perfil convexo e topos arredondados com desnivelamentos entre 100 e 200 m e com intervalo de declividades entre 10 e 20°. A transição desse relevo com o do vale do rio Conceição é nítida, apresentando, por vezes, canyons como o observado no vale do rio Capivari. Essa unidade apresenta uma densidade de drenagem média, com padrão nitidamente retangular, no qual a maioria dos canais correm encaixados em fraturas dispostas numa rede ortogonal de direções N-S e E-W.



FOTO 24 - Vista do vale da Bocaina. Compartimento colinoso embutido no primeiro plano. Ao fundo, cenário montanhoso de serras e escarpas quartzíticas de notável desnivelamento altimétrico. Unidade Maciço do Caraça.

Os sistemas de relevo presentes nessa unidade abrangem modelados estruturais representados por cristas, topos aguçados, escarpas e patamares escalonados. A paisagem botânica dominante é de campos rupestres.



FOTO 25 - Relevo suave ondulado de colinas amplas do alvéolo intramontano. Ao fundo, o relevo montanhoso do Maciço do Caraça (Pico do Inficionado).

Aspectos morfodinâmicos

Predominam os processos de escoamento difuso e concentrado, favorecendo a formação de sulcos e ravinas e movimentos de massa, principalmente queda e reptação de blocos.

O manto de alteração das rochas cria um saprólito com elevado teor de alumina e ferro. Os solos são rasos ou ausentes.

A desagregação do quartzito é, via de regra, lenta, prevalecendo processos de desagregação mecânica. Grande parte do material detrítico derivado ("debris") é removido e as vertentes são recuadas, não dando tempo de formar novos depósitos. Isso resulta no surgimento de rocha nua aflorando nas encostas e rochedos abruptos, segundo as estruturas geológicas. A morfodinâmica indica a predominância dos processos erosivos localizados, caracterizando assim a unidade como de dinâmica instável, com ocorrência de desmoronamento de blocos e escorregamentos localizados de terra.

Na superfície ondulada onde se localiza o Santuário do Caraça, ocorre erosão acelerada em material quartzítico friável, formando ravinas extensas e profundas a partir de caminhos e pequenas estradas de acesso a pontos turísticos (FOTO 26).



FOTO 26 – Processo de erosão linear acelerada (ravinamentos) originada em trilhas abertas no ambiente de colinas da unidade Maciço do Caraça.

7.9 Depressão Marginal do Rio Piracicaba (DPI)

Caracterização geomorfológica

Essa unidade ocorre no extremo nordeste da área de estudo, próximo às localidades de Barão de Cocais e Santa Bárbara, apresentando, predominantemente, um relevo ondulado, com ocorrência de morros baixos e alinhados em direção N-S, conectados ao maciço montanhoso do Caraça, sob forma de longos esporões. Esta unidade apresenta intervalo de altitudes entre 800 e 950 m.

As formas de relevo predominantes são colinas arredondadas pouco dissecadas de geometria convexa ou convexo-côncava e topos arredondados, com expressiva sedimentação aluvial ao longo do ribeirão Caraça, freqüentemente interdigitada com rampas de colúvios ao longo de seus principais canais tributários entulhados de sedimentos. Os desnivelamentos variam de 40 a 100 m, com declividades variando entre 10 e 20°. No contato com o Maciço do Caraça, nota-se um relevo transicional de morros baixos em forma de esporões alongados com desnivelamentos médios entre 150 e 250 m e intervalo de declividades um pouco mais elevados, entre 20 e 30°. Essa unidade apresenta uma média densidade de drenagem com padrão dendrítico a sub-dendrítico.

Essa unidade é suportada por xistos do Supergrupo Rio das Velhas (Grupo Nova Lima) e, subordinadamente, por gnaisses do Complexo Granito-Gnáissico (Embasamento Cristalino).

É abrangida, em grande parte, pela bacia do ribeirão Caraça, destacando-se pela notável retenção de sedimentos fluviais e alúvio-coluvionares nos fundos de vales. O ribeirão Caraça apresenta uma extensa planície fluvial (FOTO 27) e os córregos Moinhos do Ofício e do Engenho apresentam suas calhas entulhadas por rampas de colúvios. Todavia, apesar da expressiva sedimentação observada nessa unidade, não foi observada a mesma intensidade de processos erosivos (em especial, voçorocamento) documentados nas depressões dos rios Paraopeba e das Velhas, com configuração morfológica similar à Depressão Marginal do Rio Piracicaba.



FOTO 27 - Planície aluvial do rio Caraça. Ao fundo, as montanhas do Maciço do Caraça.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As unidades morfoestruturais identificadas na área de abrangência da APA-SUL comportam formas de relevo distintas: maciços montanhosos, serras, morros, colinas, escarpas, rampas de colúvio.

As formas serranas e as montanhas das unidades Crista Monoclinal da Serra da Moeda e Maciço do Caraça oferecem maiores restrições ao uso e ocupação, pois apresentam superfícies fortemente onduladas e escarpadas, com declividades acentuadas, encostas instáveis (em função das declividades das encostas, suscetibilidade à erosão).

A presença de espigões ou esporões (interflúvios estreitos) na serra do Curral, profundamente dissecados pela drenagem, requer estudos específicos de geologia de engenharia para a implantação de quaisquer empreendimentos.

Os morros alongados da unidade Vale Anticlinal do Rio das Velhas apresentam-se, em geral, cobertos por uma vegetação densa e variada, que deve ser preservada pois previne os deslizamentos de terra, erosão e outros movimentos de massa, assim como protege os mananciais e evita o assoreamento dos rios.

Da mesma forma, os morros e esporões do Vale Anticlinal do Rio Conceição possuem cobertura vegetal densa. Entretanto, na região da localidade de Conceição do Rio Acima, a mata foi removida para atividades antrópicas, propiciando o desenvolvimento de erosão acelerada, em especial erosão laminar e deslizamentos translacionais rasos.

O relevo de colinas das depressões do vale do rio Paraopeba e alto rio das Velhas, por apresentarem formas de relevo mais suaves, são utilizadas preferencialmente para pastagem. Entretanto, ocorrem fenômenos de erosão acelerada de vertentes e cabeceiras de drenagem, produzindo, muitas vezes, extensas voçorocas.

Os Patamares Escalonados da Serra da Jaguará, região de campos cerrados compoem um relevo de notável beleza cênica, vem sendo ocupada, paulatinamente, por sítios, casas de veraneio e condomínios. Esse fato requer atenção e cuidados especiais em relação ao possível aumento da ocupação das terras, geralmente responsável pelo desmatamento e indução de processos erosivos nas vertentes dos vales e cabeceiras de drenagem.

As atividades antrópicas sem controle sistemático e a não adoção de práticas preventivas, de conservação e recuperadoras têm propiciado a degradação de encostas e cabeceiras de drenagem, o que vem se refletindo na rede de drenagem através de um assoreamento expressivo.

A construção de condomínios e estradas, com obras de cortes e aterros, muitas vezes na proximidades de voçorocas, vem induzindo e acelerando processos de erosão localizados.

Tendo em vista essas considerações, depreende-se que o mapa geomorfológico, além de fornecer subsídios ao zoneamento ecológico-econômico, proporciona orientação técnica para etapas posteriores de planejamento, antes da implantação de empreendimentos, assim como colabora com o desenvolvimento de métodos adequados para avaliação de parâmetros geotécnicos, fisiográficos, geológicos, pedológicos, hidrogeológicos e de suscetibilidade à erosão.

Assim, este produto pode servir como um instrumento para orientar o desenvolvimento dos municípios abrangidos pela APA Sul, possibilitando determinar que tipos de problemas surgirão com as intervenções antrópicas e evitar as distorções de uso e ocupação dos espaços geográficos.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, G.V. O significado da estrutura geológica para o mapeamento de Minas Gerais. **Boletim Mineiro de Geografia**, v.12, Belo Horizonte/MGp.37-58, 1966.
- _____. Superfícies de erosão no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 10, n.1, Rio de Janeiro/RJ, p.89-101,1980.
- _____, RODRIGUES, D.M.S. **Apresentação e guia de excursão ao Quadrilátero Ferrífero**. Belo Horizonte: Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas/UFMG, Belo Horizonte/MG,1964. 64 p.
- _____, _____. O Quadrilátero Ferrífero e seus problemas geomorfológicos. **Boletim Mineiro de Geografia**, v. 10/11, Belo Horizonte/MG, p.3-35, 1965.
- _____, _____. **Quadrilátero Ferrífero**. Belo Horizonte/MG, Instituto de Geociências/UFMG, 1967. 130 p.
- BRAJNIKOV, B. Essai sur la tectonique de la région à l'Est de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brésil. **Bulletin de la Société Géologique de France**, v. 5 série, tome XVII, Paris/France, p. 321-335, 1947.
- BRAUN, O.P.G. Contribuição a geomorfologia do Brasil Central. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro/RJ, v. 32, n.3, p.3-39, 1971.
- CETEC-MG. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Geomorfologia. In: CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. *Estudos Integrados de Recursos Naturais. Bacia do Alto São Francisco e parte central da Área Mineira da SUDENE*. Belo Horizonte/MG, 1983. Relatório Final. 125 p. (possui 17 mapas)
- CRISTOFOLETTI, A., TAVARES, A. C. Relação entre declividade de vertente e litologia na área do Quadrilátero Ferrífero, MG. **Notícia Geomorfológica**, v. 16, n. 32, Campinas/SP, p.55-70, 1976.
- DORR, J.V.N. Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. **USGS. Professional Papers**, Washington D.C., n. 641-A, 1969. 110 p.

- ENCICLOPÉDIA dos Municípios Mineiros: Minas. Belo Horizonte: Armazém de Idéias, 1998. v. 1.
- GORCEIX, H. Bacias terciárias d'água doce nos arredores de Ouro Preto (Gandarela e Fonseca), Minas Gerais, Brasil. **Anais Esc. Min. Ouro Preto**, v. 3, Ouro Preto/MG, p.75-92, [1884].
- KING, L.C. A geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, v.18, n. 2, Rio de Janeiro/RJ, p. 147-265, 1956.
- LICHTE, M. **Morphologie Untersuchung in der Serra do Caraça und ihrem Vorland**. 1979. Dissertação de Mestrado: Universität zur Göttingen, Göttingen, Alemanha, 1979.
- LIMA, A. Sobre dois fósseis da Bacia terciária de Fonseca (Alvinópolis, Minas Gerais). **Anais Academia Brasileira de Ciências**, v. 16, n.4, Rio de Janeiro/RJ, p. 291-292, 1944.
- LIMA, M.R., SALARD-CHEBOLDAEFF, M. Palynologie des bassins de Gandarela e Fonseca (Eocène de l' État de Minas Gerais). **Boletim IG/USP**, São Paulo/SP, v.12, p. 33-45, 1981.
- MAGALHÃES JR., A., SAADI, A. Ritmos da dinâmica fluvial controlados por soerguimento regional e tectônica de falhamento: o vale do rio das Velhas na região de Belo Horizonte-MG. **Geonomos**, v. 2, n. 1, Belo Horizonte/MG, p. 42-54, [1994a].
- _____, _____. Influências morfo-estruturais e tectônicas na dinâmica fluvial do Rio das Velhas, na região de Belo Horizonte-MG. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 4., 1994, São Paulo. **Anais**. São Paulo/SP, 1994. p. 55-60.
- MARQUES, M. R., MOREIRA, P., SAADI, A. Evolução morfodinâmica da borda norte do Quadrilátero Ferrífero, com base na dinâmica fluvial pleistocênica do rio Paraopeba. In: Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada, 4., São Paulo/SP. **Anais**. São Paulo, 1994. p. 49-54.
- MAXWELL, C.H. Geology and ore deposits of the Alegria district, Minas Gerais, Brazil. **USGS. Professional Papers**, n. 341-J, Washington D .C., 1972. 72 p.
- PONÇANO, W. et al. O conceito de sistemas de relevo aplicado ao mapeamento geomorfológico do estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL, 2, Rio Claro, 1979. **Atas**, Rio Claro/SP, 1979. p 253-262.
- RADAMBRASIL. **Folhas SF 23/24 Rio de Janeiro/Vitória: Geomorfologia**. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro/RJ, 1983.
- RUELLAN, F. Contribuição ao estudo da Serra do Caraça. **Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, v. 4, n.2, Rio de Janeiro/RJ, p.77-106, 1950.
- SAADI, A. **Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais**. 1991. 285 p., Belo Horizonte/MG, 1991. Tese (Admissão ao cargo de Professor Titular). Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 1991.
- _____, SGARBI, G.N.C., ROSIERE, C.A. A Bacia do Gongo Soco; nova bacia terciária no Quadrilátero Ferrífero: controle cárstico e/ou tectônico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo/SP, SBG, 1992. v.1, p. 600-601.

SANT'ANNA, L.G., SCHORCHER, H.D., RICCOMINI, C. Cenozoic tectonics of the Fonseca Basin Region, Eastern Quadrilátero Ferrífero, MG, Brazil. **Journal of South America Earth Science**, v. 10, n.3/4, p.275-284, 1997.

STEWART, G.A., PERRY, R.A. **Survey of Towsville-Bawen region (1950)**. Austrália: C.S.I.R.O – L.R.S, 1953. v. 2.

TRICART, J. Le modelé du Quadrilátero Ferrífero au sud de Belo Horizonte, Brésil. **Annales de Géographie**, n. 379, Paris/France, p. 255-272, 1961.

VARAJÃO, C.A.C. A questão da correlação das superfícies de erosão do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 21, n. 2, Rio de Janeiro/RJ, p.138-145, 1991.

_____. **Estudo comparativo das jazidas de bauxita do Quadrilátero Ferrífero, MG**. 1988. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, 1988.

**Belo Horizonte
2005**



Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral
Ministério de Minas e Energia

