

# Os sistemas geomorfológicos na área de proteção especial do Aeroporto Metropolitano de Belo Horizonte

FLORA MARIONE CÉSAR BOAVENTURA\*

## 1 — INTRODUÇÃO

Este estudo faz parte de um projeto que visa o Zoneamento Ambiental da Área de Proteção Especial do Aeroporto Metropolitano de Belo Horizonte (APE/AMBH), atualmente Aeroporto Tancredo Neves.

A APE/AMBH) foi criada em 04/06/80 com o objetivo de proteger os mananciais, o patrimônio cultural, histórico, paisagístico e arqueológico em uma superfície de 400 km<sup>2</sup>, que compreende partes dos municípios de Lagoa Santa, Pedro Leopoldo e Matozinhos (Fig. 1).

Este projeto, solicitado às Superintendências de Ecologia e Engenharia Ambiental e de Recursos Naturais do CETEC, pela Comissão de Política Ambiental — COPAM, tem a finalidade de fornecer um diagnóstico da situação ambiental e chegar, posteriormente, a uma estratégia de ação para o gerenciamento da área. A partir deste diagnóstico, o projeto prevê a definição de um zoneamento ambiental, bem como a identificação dos principais indicadores de degradação ambiental e de áreas críticas para as quais serão propostas medidas especiais de proteção.

A primeira fase do projeto, já concluída, consistiu em um levantamento preliminar integrado dos recursos naturais da área, cujos resultados foram apresentados na forma de mapas e textos.

## 2 — Os ESTUDOS GEOMORFOLÓGICOS

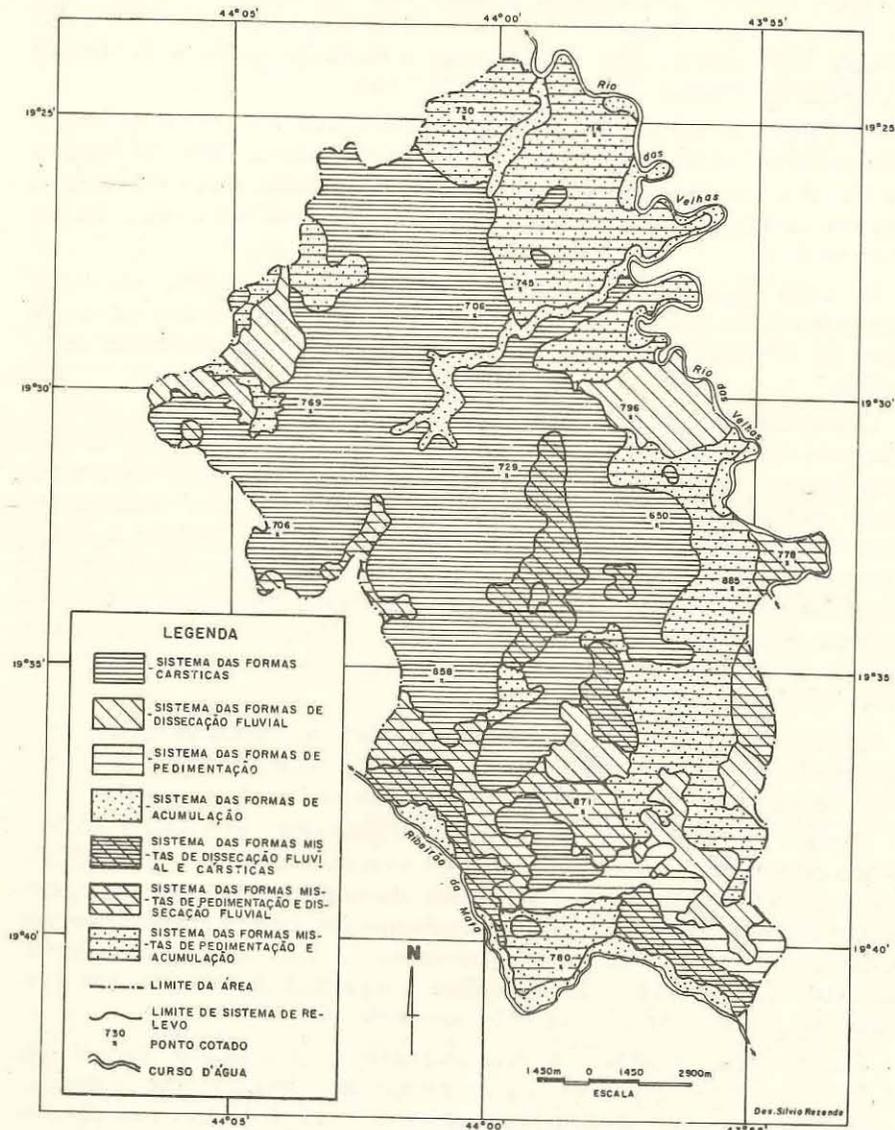
Para o uso racional do meio ambiente é necessário conhecer as características físicas peculiares das áreas destinadas à preservação, com vistas à obtenção de uma visão diferenciada em relação às das áreas adjacentes, ao mesmo tempo em que se procura identificar suas relações com outros elementos ou subdivisões da macro-paisagem em que se insere. Nessa perspectiva, os estudos geomorfológicos foram orientados para a individualização de áreas cujos atributos conferem uma certa homogeneidade.

Dentro desse espírito, alguns mapeamentos têm sido realizados, em pequena escala, voltados para o planejamento regional, como por exemplo,

\* Setor de Sensoriamento Remoto, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais/CETEC, Belo Horizonte, MG.



Fig. 2 - MAPA GEOMORFOLÓGICO



A aplicação da teoria geral dos sistemas na geomorfologia tem sido preocupação de vários autores destacando-se entre eles as obras de Hack (1973), Chorley (1971), Howard (1971) e, no Brasil, Christofoletti (1971, 1978, 1979), os quais forneceram o embasamento teórico para o presente trabalho. Na escala de análise desse estudo a abordagem sistêmica é realizada a um nível bastante genérico e tem como objetivo a classificação dos fatos geomorfológicos para efeito de mapeamento, visando fornecer subsídios, numa etapa posterior, à caracterização dos ecossistemas da região.

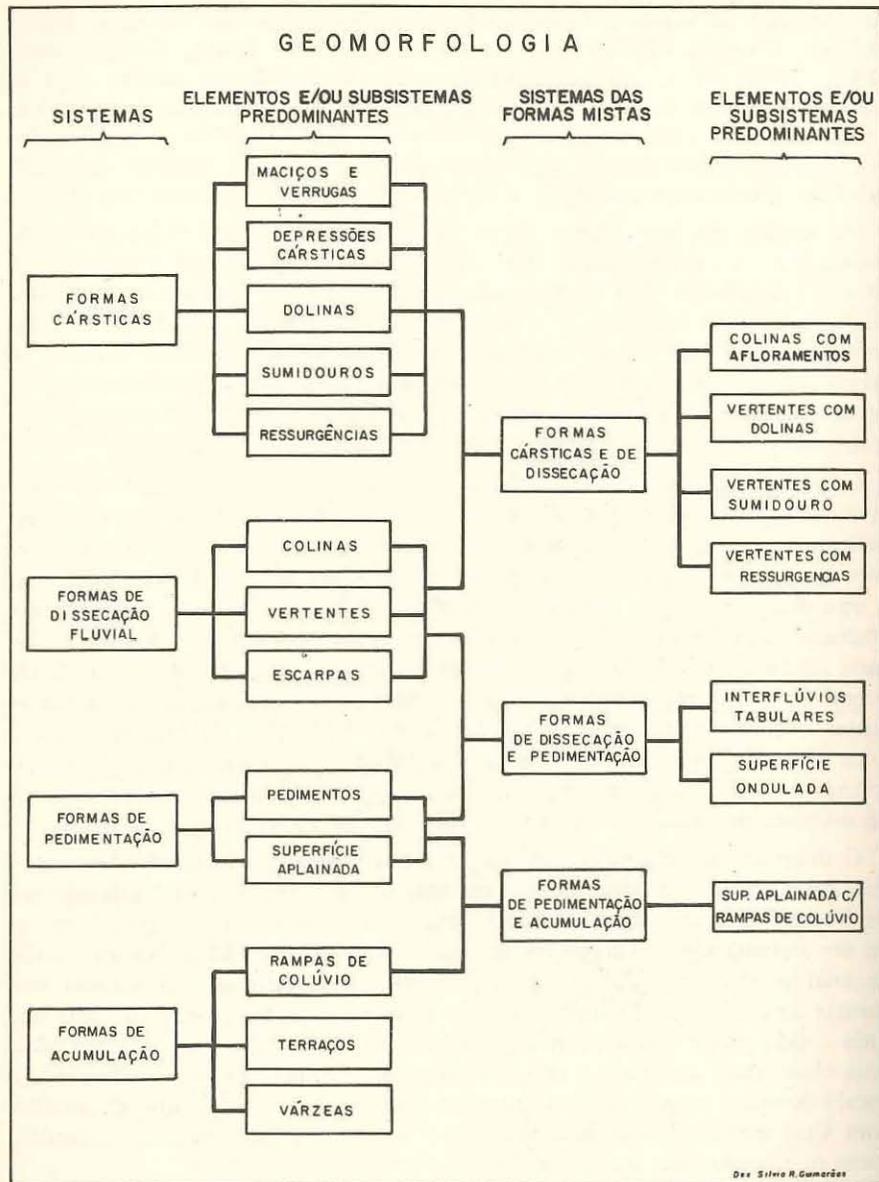
Na análise da área objeto desse estudo tem-se, naturalmente primeira abordagem, a caracterização dos dois grandes sistemas em interação: o natural e o antrópico. O sistema natural compreendendo todos os elementos do meio físico e biológico, e o antrópico o conjunto de atividades e fatos resultantes da intervenção humana. No contexto do sistema natural, a geomorfologia se insere como um fator básico ao lado de outros componentes naturais tais como o clima, a geologia, hidrologia, vegetação e solos, interagindo como todos eles em diferentes graus.

Considerada, por sua vez, como universo, a geomorfologia se compõe de diversos sistemas de formas de relevo e seus elementos. Os sistemas que se delinearam nesse nível de análise têm uma conotação morfológica, mais sobretudo genética, pois a caracterização de cada sistema tomou por base o tipo de forma e seus processos geradores, mais precisamente, o processo dominante. A focalização de sistemas, no presente mapeamento, foi realizada numa escala regional e, conseqüentemente, o englobamento dos fatos geomorfológicos pressupõe interações de processos morfogenéticos nas diferentes ordens de grandeza consideradas. São interações de ordem espacial e/ou temporal que se verificam, seja no tocante às paleoformas, seja nas formas atuais. Esta classificação não exclui, portanto, a atuação simultânea de diversos processos na origem e evolução das formas.

O diagrama da Figura 3 representa a estrutura e a magnitude dos sistemas geomorfológicos identificados na área. Assim, as formas ou associações de formas de relevo consideradas como elementos ou sub-sistemas dentro de um sistema maior surgem como sistemas em si mesmo em outra escala de análise. Por exemplo, um colina constitui um elemento do sistema das formas de dissecação fluvial; descendo a um nível de tratamento de detalhe, uma colina passa a constituir um sistema no qual podem ser identificados seus elementos, atributos e relações. Aquelas formas que, por restrição da escala de mapeamento não puderam ser dissociadas e classificadas de acordo com suas características morfológicas e morfogenéticas peculiares, constituem os sistemas das formas mistas.

Foram caracterizados, na área, os seguintes sistemas geomorfológicos: o sistema das formas cársticas, evoluídas por processos de dissolução e cor-

Fig. 3 - ESTRUTURA DOS SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS



rosão; o sistema das formas dissecadas, ou seja, das formas resultantes da atuação de processos erosivos de entalhamento; o sistema das formas de pedimentação, originadas por erosão areolar, e o sistema das formas de acumulação que abrange as formas elaboradas pela deposição fluvial e por processos de colúviação. Os sistemas das formas mistas correspondem à maioria das formas encontradas na área, como por exemplo: o sistema das formas cársticas e de dissecção fluvial, das formas de pedimentação e de dissecção fluvial, e o das formas de pedimentação e de acumulação.

#### 4.1 — Sistema das formas cársticas

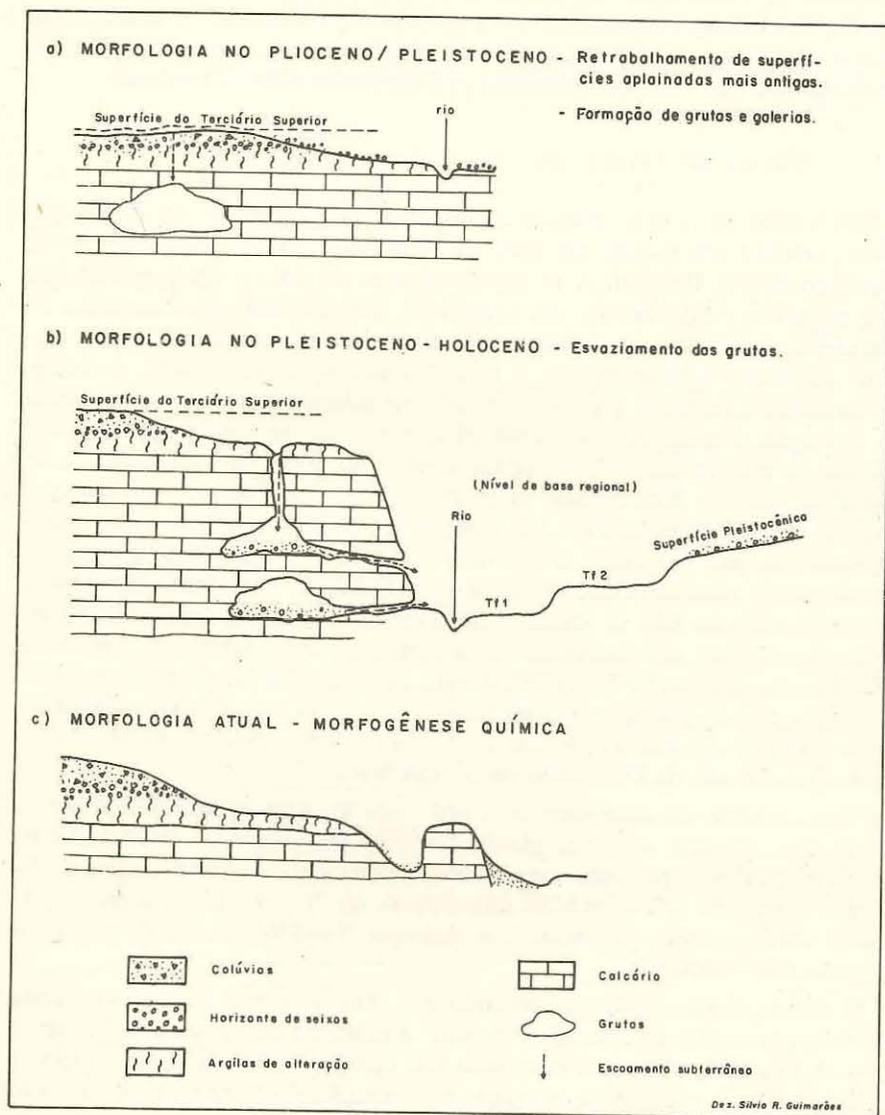
São formas de relevos peculiares, originados de processos de dissolução e/ou corrosão em rochas calcárias da Formação Santa Helena da Bacia Metassedimentar Bambuí. A paisagem cárstica da área é representada por dois domínios morfológicos: um superficial, caracterizado pela ausência de drenagem, ocorrência de dolinas, vales cegos, relevos ruiformes em maciços calcários, escarpamentos e microformas do tipo "lapiez"; o outro, subterrâneo, é formado por um conjunto de galerias e grutas e um sistema de drenagem alimentado por inúmeros sumidouros. As mais típicas concentrações de relevos cársticos superficiais estão ao norte de Matozinhos e na bacia do córrego Samambaia, entre Mocambeiro e Fidalgo. Os maciços rochosos (platôs) colocados em posição de planaltos acham-se às vezes seccionados por gargantas adaptadas a diaclases, originando pilares ou apresentando escarpamentos abruptos (paredões). Os topos estão, em geral, acima da cota de 800 m, sendo o desnível topo-vale, da ordem de 50 m. Entre os maciços, são numerosas as dolinas adaptadas à rede de fraturas e diaclases nas direções NW-SE e SW-NE, que ocorrem freqüentemente com o fundo ocupado por água ou argila, algumas delas com bordas escarpadas e/ou cones de dejeção. As depressões fechadas, tipo "poljé", não são muito típicas, à exceção da Depressão de Mocambeiro.

Outro aspecto característico do Carste são as áreas rebaixadas (depressões) que ocorrem entre os platôs calcários e as dolinas cársticas e ao longo dos vales. Apresentam um relevo suavemente ondulado, com declividade inferior a 8% e médias altimétricas de 700 m. Essas áreas deprimidas correspondem às bacias dos córregos Samambaia, de Confins, do Jaguara e do Gordura.

O Carste dessa região foi definido por Tricart como um típico Carste coberto por argilas de alteração "in situ" e colúvios, em processo de exumação. A Figura 4, elaborada com base nas interpretações de Tricart (1956) e King (1956), representa as etapas de evolução do Carste no Pleistoceno e no Holoceno, mostrando a sua correlação com as superfícies de aplainamento, os níveis de terraços e a superposição das grutas calcárias.

As grutas cársticas tiveram um papel importante na elucidação da geo-

Fig. 4 - ETAPAS DE EVOLUÇÃO DO RELEVO CÁRSTICO REGIONAL



Perfis hipotéticos baseados nas interpretações de TRICART (1956) e KING (1956)

morfologia do Plioceno e do Pleistoceno por apresentaram freqüentemente jazidas fossilíferas, bem preservadas, da fauna daqueles períodos, juntamente com depósitos correlativos das superfícies de erosão. Em climas mais secos que os atuais vigoraram processos de erosão mecânicos, que resultaram na elaboração de extensas áreas aplainadas, atestadas pela ocorrência de paleopavimentos detriticos sobre as argilas de alteração. A exumação do Carste está se processando atualmente, sob condições climáticas mais úmidas.

#### 4.2 — Sistema das formas dissecadas

São áreas de topografia acidentada, onde a evolução das formas está relacionada com o entalhamento dos cursos d'água de diferentes ordens de grandeza e erosão remontante sobre rochas da Bacia Metassedimentar Bambuí, particularmente sobre filitos e siltitos.

As formas de relevo foram classificadas de acordo com suas características fisiográficas e conforme o grau de aprofundamento dos cursos d'água, a dimensão dos topos e inclinação das vertentes. Foram consideradas como formas dissecadas, para a escala de 1:50.000, aquelas cujos topos têm uma extensão inferior a 2.000 m e inclinação das vertentes superior a 8%. O Quadro I mostra a correlação das formas encontradas com as classes de declividade, extensão dos topos e o desnível topo-vale.

Esta classificação das formas de relevo, fundamentada em dados quantitativos aliados a uma análise interpretativa, leva a uma uniformização dos critérios de mapeamento que é de grande utilidade prática para o planejamento territorial.

O Projeto Radambrasil tem utilizado, em mapeamentos em escala pequena (1:1.000.000), um sistema semelhante para padronização das formas, com base em modelos pré-selecionados de imagem de Radar.

As formas de dissecação fluvial ocupam maior extensão nos setores noroeste, leste e sul da área, onde a densidade de drenagem é maior. Predominam as colinas de topo arredondado com vertentes convexas e as colinas com vertentes retilíneas e vales em V. A concentração do escoamento superficial é responsável pelo retrabalhamento das formas, gerando vertentes ravinadas em colinas côncavo-convexas, com gradiente elevado, geralmente em torno de 30%. Os topos dessas colinas se encontram geralmente acima da cota de 800 m e o desnível topo-vale é da ordem de 80 metros. As colinas de topo aplainado têm os topos extensos, as vertentes côncavas e longas e apresentam declividade média de 15%. Algumas dessas vertentes apresentam focos de erosão acelerada, resultante do escoamento superficial difuso (erosão em lençol) sobretudo em áreas de pastagens na bacia do ribeirão da Mata e do córrego do Jaque. Observam-se sulcos erosivos (ero-

são linear) provocados pela concentração do escoamento superficial em muitas das cabeceiras de drenagem dessas bacias, onde a cobertura vegetal foi retirada.

QUADRO I — Classificação morfométrica das formas de relevo

Relevo	Tipo	Declividade	Extensão do topo	Desnível topo-vale
Fundos de vale	terraços e várzeas	< 3%	—	—
Topos	superfície aplainada	< 3%	> 2.000 m	—
Topos e vertentes	superfície aplainada	3 — 8%	2.000 m	< 40
Vertentes	retilíneas	15 — 20%		40 m
	convexas	15 — 20%	—	40 m
	côncavas	20 — 30%		80 m
Colinas	de topo aplainado	8 — 15%	1.000—2.000 m	60 m
	côncavo-convexa	15 — 20%	500—1.000 m	60 m
	com vale em V	20 — 30%	< 500 m	80 m

#### 4.3 — Sistema das formas de pedimentação

Os topos planos encontrados nos trechos Sul e Sudeste da área correspondem a uma superfície de aplainamento originada por processos de erosão areolar (pedimentação) típicos da morfogênese mecânica dominante em climas semi-áridos. São portanto, paleoformas que se mantêm relativamente preservadas nos divisores do ribeirão da Mata e do córrego do Fidalgo. Esta superfície de aplainamento corta indistintamente as rochas calcárias e pelíticas e apresenta, como depósitos de cobertura, sedimentos detríticos argilo-arenosos provavelmente do Pleistoceno-Holoceno (CETEC, 1983), inconsolidados, com espessura média de 2 metros.

Os topos apresentam altitudes médias de 850 m e se posicionam como planaltos em relação às áreas deprimidas adjacentes. O contato com as vertentes do ribeirão da Mata é marcado por rebordos côncavos e retilíneos, enquanto que a passagem para o vale do córrego do Fidalgo é gradativa, sem rupturas acentuadas.

#### 4.4 Sistema das formas de acumulação

Engloba as formas originadas por processos de colúviação, de deposição fluvial e de talus, onde se encontram sedimentos detríticos não consolidados. Incluem-se nessa categoria as rampas de colúvio, cones de dejeção, cones aluviais e planícies fluviais. Estas abrangem não só as áreas rebaixadas ao longo dos rios, sujeitas a inundações periódicas (várzeas), como também os antigos leitos, atualmente encontrados acima do nível das águas durante as cheias normais (terraços). Os terraços são encontrados a 10 — 20 m acima do leito normal do rio e são delimitados por rebordos erosivos abruptos.

Em geral as áreas de terraços e várzeas não são muito extensas, sendo que as mais representativas encontram-se ao longo do ribeirão da Mata, onde os terraços atingem até 500 m de largura, como os que se observam nas proximidades de Pedro Leopoldo. Foram identificados dois níveis de terraços que apresentam depósitos com diferenças texturais que variam de seixos a argila (Köhler, 1976). Outros trechos descontínuos de planícies fluviais são encontrados ao longo do rio das Velhas e do córrego do Gordura.

O nível mais antigo de terraço acha-se recoberto por detritos de encostas (rampas de colúvio), porém não são diferenciáveis nesta escala. As rampas de colúvio e os depósitos de talus são formas encontradas sobre as encostas, em sopés destas ou na extremidade inferior das ravinas. Ocorrem com muita frequência, recobrendo calcários e aluvioses antigos do rio das Velhas.

Segundo Meis et alii (1976, in Meis, 1977) as “rampas são formas erosivas nos antiteatros e deposicionais nos fundos de depressões do terreno, de perfil côncavo, com diminuição do gradiente para jusante. Podem ocorrer em coalescência nas cabeceiras ou anfiteatros, originando aplainamentos pela destruição total ou parcial dos antigos interflúvios”.

#### 5.5 — Sistema de formas mistas de dissecação fluvial e cársticas

Compreende as formas de colinas de topo arredondado, com uma das vertentes côncavas e a outra íngreme, onde aflora o calcário em forma de escarpamento. As colinas apresentam por solos argilosos, resultantes da alteração dos calcários. Quando a desnudação do topo é parcial ocorrem dolinas e sumidouros, com ressurgências nos “paredões” ou na base destes.

São encontradas mais frequentemente na transição do domínio dos processos essencialmente cársticos, no centro-sul da área e no vale do ribeirão da Mata, para o domínio das formas dissecadas em rochas pelíticas. Neste setor, as colinas e vertentes cársticas são delimitadas a montante por rebordos convexos, apresentando em seus topos cobertura detrítica pouco espessa. Apresentam vertentes longas, com declividade mais acentuada, na faixa de 20 — 30%, e altitudes em torno de 800 m. As colinas cársticas na parte centro-sul da área ocorrem interpenetradas por uma superfície rebaixada e suavemente ondulada e apresentam desníveis de 40 m entre os topos e os fundos de vales. Constituem geralmente os divisores das bacias cársticas, e apresentam numerosos pontos de ressurgências.



QUADRO II — Os sistemas geomorfológicos e suas características geológicas, pedológicas, de vegetação e drenagem

Sistemas Geomorfológicos	Litologias	Tipos de Solos	Formações Vegetais	Drenagem
Formas cársticas	calcários	podzólicos e latossolos, ambos eutróficos	mata caducifólia	— subterrânea
Formas de dissecação fluvial	filitos e siltitos	cambissolos	campo cerrado	— superficial — não controlada — alta densidade
Formas de pedimentação	coberturas detriticas inconsolidadas	latossolos	vegetação primitiva de cerrado	— superficial — não controlada — baixa densidade
Formas de acumulação	colúvios e alúvios	solos aluviais eutróficos	mata	— superficial — não controlada — baixa densidade
Formas de dissecação e cársticas	filitos, siltitos e calcários	cambissolos e podzólicos	cerrado e mata caducifólia	— parcialmente superficial — não controlada — baixa densidade
Formas de pedimentação e de dissecação fluvial	coberturas detriticas inconsolidadas, filitos e siltitos	latossolos e cambissolos	cerrado	— superficial — não controlada — baixa densidade
Formas de pedimentação e de acumulação	coberturas detriticas inconsolidadas	latossolos	cerrado	— superficial — não controlada — baixa densidade

Fonte: Informações litológicas, pedológicas e de vegetação extraídas dos Estudos Integrados do Alto São Francisco e Parte Central da Área Mineira da SUDENE (CETEC, 1983).

afluentes, o ribeirão da Mata, o córrego do Jaque e seus formadores Lagoinha, Fidalgo e Santana (Fig. 5) são os principais cursos que mantêm um escoamento superficial em toda sua extensão. Essas sub-bacias apresentam drenagem predominantemente dendrítica e com densidade média.

O sistema de drenagem nas áreas cársticas é essencialmente subterrâneo, com exceção do córrego Samambaja que tem parte do seu curso superficial. O escoamento geral da drenagem cárstica também se faz na direção leste, acompanhando a inclinação das camadas geológicas (ENE) e a disposição da rede de fraturas. O sistema de escoamento cárstico é caracterizado por um interrelacionamento da drenagem e pela existência de numerosos sumidouros e ressurgências. Destes, o mais importante é a Lagoa do Sumidouro que alimenta outras lagoas e, através de ressurgências, está diretamente ligada à drenagem superficial.

## 6 — CONCLUSÕES

A representação dos fatos geomorfológicos classificados a partir de um critério genético se ajusta aos propósitos de caracterização dos ecossistemas, considerando que cada sistema geomorfológico reflete as interações entre formas de relevo e processos modeladores, os condicionantes litológicos, os solos, a cobertura vegetal e drenagem (Quadro II). A área não dispõe de estudos meteorológicos a um nível de detalhe suficiente para se representar as características climáticas de forma a permitir a sua correlação com os sistemas geomorfológicos. No tocante à precipitação que é o parâmetro meteorológico determinante na evolução das formas de relevo, suas variações são pouco significativas em decorrência da pequena extensão da área.

A caracterização integrada do meio natural conduzirá a uma avaliação da sensibilidade dos ecossistemas frente aos diversos usos e à intervenção de um empreendimento do porte de um aeroporto internacional.

O mapeamento geomorfológico fornece dados essenciais para a definição de áreas de equilíbrio frágil ou que demandam cuidados especiais, como o Carste e as áreas afetadas por erosão acelerada.

Foi delimitada extensa ocorrência de formas cársticas, que perfaz um total de aproximadamente 50% da área. Estas informações ressaltam a necessidade de uma ênfase maior para os estudos hidrológicos, uma vez que os aquíferos cársticos são altamente suscetíveis à contaminação. As diferenciações morfogenéticas no interior das áreas cársticas poderão eventualmente fornecer indicações para estudos hidrogeológicos de detalhe.

Quanto à erosão acelerada, a área não apresenta uma ocorrência significativa, embora tenham sido identificados focos de erosão nas vertentes do ribeirão da Mata, do rio das Velhas e no córrego do Jaque.

## BIBLIOGRAFIA

- BERTALANFFY, L. V. — *Teoria geral dos sistemas*. Petrópolis, Ed. Vozes, 1977. 351 p.
- BIGARELLA, J. J. & MOUSINHO, M. R. — Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. *Boletim Paranaense de Geografia*, (16-17), pp. 153-99, 1965.

- BOAVENTURA, F. M. et alii. — Estudos geomorfológicos para planejamento regional — Bacia do Alto São Francisco — MG. *Anais do 33.º Congresso Brasileiro de Geologia*, Rio de Janeiro, pp. 349-362, 1984.
- CHAPMAN, T. G. *Csiro*. — SYMPOSIUM ON LAND EVALUATION. Camberra, CSIRO, 26-31, 1968, 98 p.
- CHORLEY, R. I. — A geomorfologia e a teoria dos sistemas gerais. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, 11(21): 3-22, 1971.
- CHRISTOFOLETTI, A. — A teoria dos sistemas. *Boletim de Geografia Teórica*, 1(2): 43-60, 1971.
- . — *Análise de sistemas em geografia*. São Paulo, Hucitec, 1979, 106 p.
- . — Aspectos da análise sistêmica em geografia. *Geografia*, 3(6): 1-31, 1978.
- DNPM. — Projeto RADAM. Folha SA. 21 Santarém., geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1976. (*Levantamento de Recursos Naturais*, 10).
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS/CETEC. — *Estudos integrados de recursos naturais: Bacia do Alto São Francisco e parte central da Área Mineira da SUDENE*. Belo Horizonte, 1983. (mapas 1:250.000 e 1:500.000).
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS/CETEC. — 2.º *Plano de desenvolvimento integrado do Noroeste Mineiro: recursos naturais*. Belo Horizonte, 1981. 2 v. (Série de Publicações Técnicas, 2). (mapas na escala 1:500.000).
- HACK, J. T. — Interpretação da topografia erodida em regiões temperadas úmidas. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, 12(24): 3-24, 1973.
- HOWARD, A. D. — Equilíbrio e dinâmica dos sistemas geomorfológicos. *Notícia Geomorfológica*, 13(26): 3-20, 1973.
- INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS/IGA. *Mapeamento geomorfológico da área do Projeto RADAR-MG*. Belo Horizonte, Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral do Estado de Minas Gerais, 1976. (mapas na escala 1:500.000).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DE SÃO PAULO/IPT. — *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, 1981, v. 1. (mapas na escala 1:1.000.000).
- KING, C. L. — A geomorfologia do Brasil Oriental. *Rev. Bras. de Geog.* Rio de Janeiro, 18(2): 1956.
- KOHLER, H. C. & JOURNAUX, A. — *Carte du Karst: région de Pedro Leopoldo, Minas Gerais, Brasil*. Caen, s. edp., 1978.
- KOHLER, H. C. et alii. — Os diferentes níveis de seixos das formações superficiais da região de Lagoa Santa, Minas Gerais. *Anais do 29.º Congresso Brasileiro de Geologia*, Belo Horizonte, SBG, 1976, v. 1, pp. 343-7.
- MEIS, M. R. M. de. — As unidades morfoestruturais neoquaternárias do médio rio Doce. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 49(3): 1977, pp. 132-151.
- TRICART, J. — O Karst das vizinhanças setentrionais de Belo Horizonte. *Rev. Bras. de Geog.*, Rio de Janeiro, 18(4): 451-70, 1956.
- TRICART, J. & KILIAN, J. — *L'éco-géographie et l'aménagement du milieu naturel*. Maspero, Paris, 1979, 326 p.

ABSTRACT: — *Geomorphological systems in the Special Protection Area of the Metropolitan Airport of Belo Horizonte*. The purpose is to give some subsidies to the environmental diagnostic of the "Special Protection Area of the Metropolitan Airport of Belo Horizonte". It was made a geomorphological map at the 1:145.000 scale, with emphasis to the systemic approach of the geomorphological facts and processes. The geomorphological systems are described and the relief evolution is analysed at the scale level.