

# CONDICIONANTES GEOLÓGICO- GEOMORFOLÓGICOS PARA O PLANO DE MANEJO DA FLORESTA NACIONAL DE PASSA QUATRO (MG)

Roberto Marques Neto<sup>1</sup>

**Resumo:** Este artigo mostra o levantamento geológico e geomorfológico realizado na área da Floresta Nacional de Passa Quatro (MG) sob coordenação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) como subsídio ao plano de manejo da área, aprovado no ano de 2009.

**Palavras-Chave:** mapeamento do relevo; mapeamento geológico; FLONA Passa Quatro; plano de manejo.

## GEOLOGIC-GEOMORPHOLOGIC DETERMINANTS FOR THE MANAGEMENT PLAN OF THE PASSA QUATRO NATIONAL FOREST (MG)

**Abstract:** This article presents the geologic and geomorphologic research that was made in the Passa Quatro National Forest (state of Minas Gerais) under the coordination of Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) in order to support the management planning of the area. The plan was approved in 2009.

**Keywords:** relief mapping; geologic mapping; Passa Quatro National Forest (Flona); management plan.

## INTRODUÇÃO

A presente comunicação se insere no diagnóstico multi e interdisciplinar direcionado ao plano de manejo para a Floresta Nacional de Passa-Quatro (FLONA), (MG) sob coordenação do ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade), órgão desmembrado do IBAMA em 2007 encarregado da gestão de unidades de conservação e que tem sede própria no local. O encargo deste trabalho consiste no mapeamento geológico e geomorfológico da área da floresta acompanhado da avaliação sumária da dinâmica erosiva interna e do entorno, área que corresponde à média/alta bacia do Rio da Cachoeira, bem como elucidar de maneira objetiva as formas com que os condicionantes geológicos e geomorfológicos podem interferir no plano de manejo da unidade de conservação em questão.

---

<sup>1</sup> Departamento de Geociências da Universidade Federal de Juiz de Fora. roberto.marques@ufjf.edu.br  
*Estudos Geográficos*, Rio Claro, 8(2): 48-68, jul./dez., 2010 (ISSN 1678—698X)  
<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo>

O arcabouço geológico e os sistemas de relevo emoldurados no substrato configuram temas da maior importância para a implementação de planos de manejo e elaboração de propostas de ação a partilharem dos programas de planejamento ambiental. A relevância destas variáveis impõe sua análise como procedimento imprescindível na fase de diagnose ambiental que vai reunir as informações a serem utilizadas em formulações direcionadas ao ordenamento territorial. Fatores como declividade, grau de dissecação, comprimento e forma das encostas e coberturas superficiais associadas interferem decisivamente no uso de determinada gleba, devendo ser estimados em planos de uso. Christofolletti (1991) assevera que a negligência com os fatores hidrológicos e geomorfológicos no planejamento tornam o plano repleto de riscos de projeções infelizes. Não menos, as rochas devem ser consideradas segundo suas propriedades geotécnicas, atentado a respeito da instabilidade de blocos e taludes, padrões de fraturamento e riscos de movimentos de massa associados, além de sua constituição química, responsável pela natureza do material alterado *in situ* e sua erodibilidade intrínseca. No âmbito da avaliação de aspectos geocientíficos para planos de manejo, colocamos em destaque os trabalhos de Melo et. al. (2004), Marques Neto et. al. (2008), Marques Neto (2012), Gouveia (2010), Moroz (2010), entre outros.

Em uma unidade de conservação, o estabelecimento de zonas de conservação, manejo, recuperação, amortecimento, administrativa, entre outras, depende fortemente de parâmetros como a inclinação do terreno, a litologia e o manto de alteração associado, elementos que, cruzados com outros atributos demonstram significativa importância e interferem diretamente no zoneamento da unidade, subsidiando diretamente sua gestão.

A análise ambiental mediada por uma perspectiva geológico/geomorfológica estima o encadeamento existente entre as estruturas litológicas e as formas de relevo assinadas no substrato geológico, e se esforça por interpretar as coberturas superficiais correlatas. A apreciação integrada dos aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos permite considerações tanto mais seguras sobre o quadro genético-evolutivo da paisagem, bem como sobre a instabilidade real e potencial do terreno em consonância às diferentes formas de uso da terra e ao imperativo climático em questão.

## MATERIAIS UTILIZADOS E PROCEDIMENTOS ADOTADOS

### O MÉTODO

O recurso metodológico adotado se refere à abordagem sistêmica aplicada aos estudos geomorfológicos. A escolha da orientação metodológica em questão se deu em função de sua conveniência diante da necessidade do estabelecimento, como proposta para o plano de manejo, de uma zona tampão com base nos fluxos de matéria e energia, fundamentalmente dados pelo escoamento superficial e subsuperficial. Tal zona foi entendida como a área delimitada pela linha divisória da bacia hidrográfica do Rio da Cachoeira, onde se inscreve a FLONA, à montante da confluência com o Ribeirão Carlos Tibúrcio, o principal afluente, área onde se dá o deflúvio superficial que atinge a floresta. Dessa zona é que são emanados os *inputs* carregados pelos subsistemas representados pelas vertentes e canais fluviais, e que são convertidos em *output* para fora dos limites do perímetro da reserva até o

exutório da bacia, funcionando assim como zona de amortecimento para o espaço da floresta. Dentro da concepção sistêmica de pensamento, a avaliação ambiental em consonância ao arranjo hidrográfico é prática bastante recomendável. A articulação existente entre as vertentes e os canais fluviais (principal e tributários) em seus diferentes segmentos permite uma averiguação bastante adequada das entradas de matéria e energia pelo clima via precipitação ou por sistemas diretamente encadeados, a direção tomada pelos fluxos no espaço interno da bacia de drenagem, bem como as saídas pela foz do coletor principal, onde a natureza dos *inputs* e as transações executadas nos limites da bacia podem ser observadas na intensidade e natureza da descarga, na forma e tamanho do material e nas repercussões morfogenéticas associadas.

A interpretação preliminar da geomorfogênese em face aos fluxos de massa e energia se orientou na tipologia proposta por Chorley & Kennedy (1971), que relaciona a morfologia com a dinâmica dos fluxos de matéria e energia vigentes no sistema, e que se desdobra em estratos de abordagem segundo as formas do modelado (sistemas morfológicos), os fluxos de matéria e energia processados entre os sistemas (sistemas em seqüência ou encadeantes), a evolução do modelado em face aos fluxos de massa e energia (sistemas processo/resposta) e a dimensão antropogenética (sistemas controlados).

Associou-se a proposta metodológica supracitada ponderações sobre os elementos da fisiologia da paisagem (AB'SÁBER, 1969) no intuito de perceber aspectos referentes à dinâmica atual do relevo e suas interferências no plano de manejo da unidade de conservação.

## MATERIAIS

A listagem dos materiais acionados para a execução do trabalho é a seguir seqüenciada:

- Folha Passa-Quatro (IBGE) escala 1/50.000; Folha Volta Redonda (SF-23-Z-A), escala 1/250.000 (IBGE, 1988); levantamento planialtimétrico da FLONA Passa-Quatro em escala 1/5.000 feito pela Topografia Junqueira (2005); fotos aéreas em escala 1/10.000 (CEMIG, 1986); estereoscópio de bolso; GPS Garmin; martelo geológico; trena de 50 metros; máquina fotográfica; lupa binocular; software AUTO CAD 2000.

## PROCEDIMENTOS GERAIS

### A CARTA MORFOLÓGICA

A metodologia empregada para a edição da carta morfológica da FLONA se orientou na proposição de Ross (1992), inspirada em Tricart (1965), somada a adaptação da metodologia desenvolvida por Ponçano *et. al.* (1981), que se baseia em parâmetros morfométricos (declividade e amplitude topográfica) no estabelecimento de unidades de relevo (Quadro 1), sendo aqui inserido o comprimento de rampa, a dissecação horizontal e a dissecação vertical do terreno, esta última em relação direta com a amplitude topográfica local, parâmetros estes interessantes para a análise do relevo em terrenos de topografia acidentada.

**Quadro 1.** Critérios morfométricos utilizados para o estabelecimento de sistemas de relevo.

| <b>Conjunto de Sistemas de Relevo</b>     | <b>Declividades Predominantes</b> | <b>Amplitudes Locais</b> |
|---|-----------------------------------|--------------------------|
| Relevo colinoso                           | 0 a 15 %                          | < 100 m                  |
| Relevos de morros com encostas suavizadas | 0 a 15 %                          | 100 a 300 m              |
| Relevo de morrotes                        | > 15 %                            | < 100 m                  |
| Relevo de morros                          | > 15 %                            | 100 a 300 m              |
| Relevo montanhoso                         | > 15 %                            | > 300 m                  |

Fonte: Ponçano *et. al.* (1981).

As medidas de declividade, obtidas por meio das orientações de Biasi (1992), e a amplitude altimétrica foram feitas diretamente sobre as bases cartográficas, sendo a última apreciada pela verificação da distância entre a linha de cumeada e o talvegue. O comprimento de rampa também foi medido diretamente na carta, onde a configuração das isolinhas orientou o estabelecimento das linhas preferenciais de escoamento superficial. Para a obtenção da dissecação horizontal, distância horizontal entre o topo e o talvegue, seguiu-se a proposta de Spiridonov (1981) associada às adaptações de Mauro *et. al.* (1992), e a mensuração da dissecação vertical (distância vertical entre o topo e o talvegue) apossou-se da metodologia de Hubp (188). Embora o presente trabalho não tenha feito reserva a uma discussão detalhada sobre a morfometria do relevo e seu significado morfogenético, fica latente o subsídio prestado para a edição da carta morfológica da FLONA e também sua colaboração imprescindível na verificação da fragilidade do terreno, exercendo interferência direta no zoneamento da unidade de conservação.

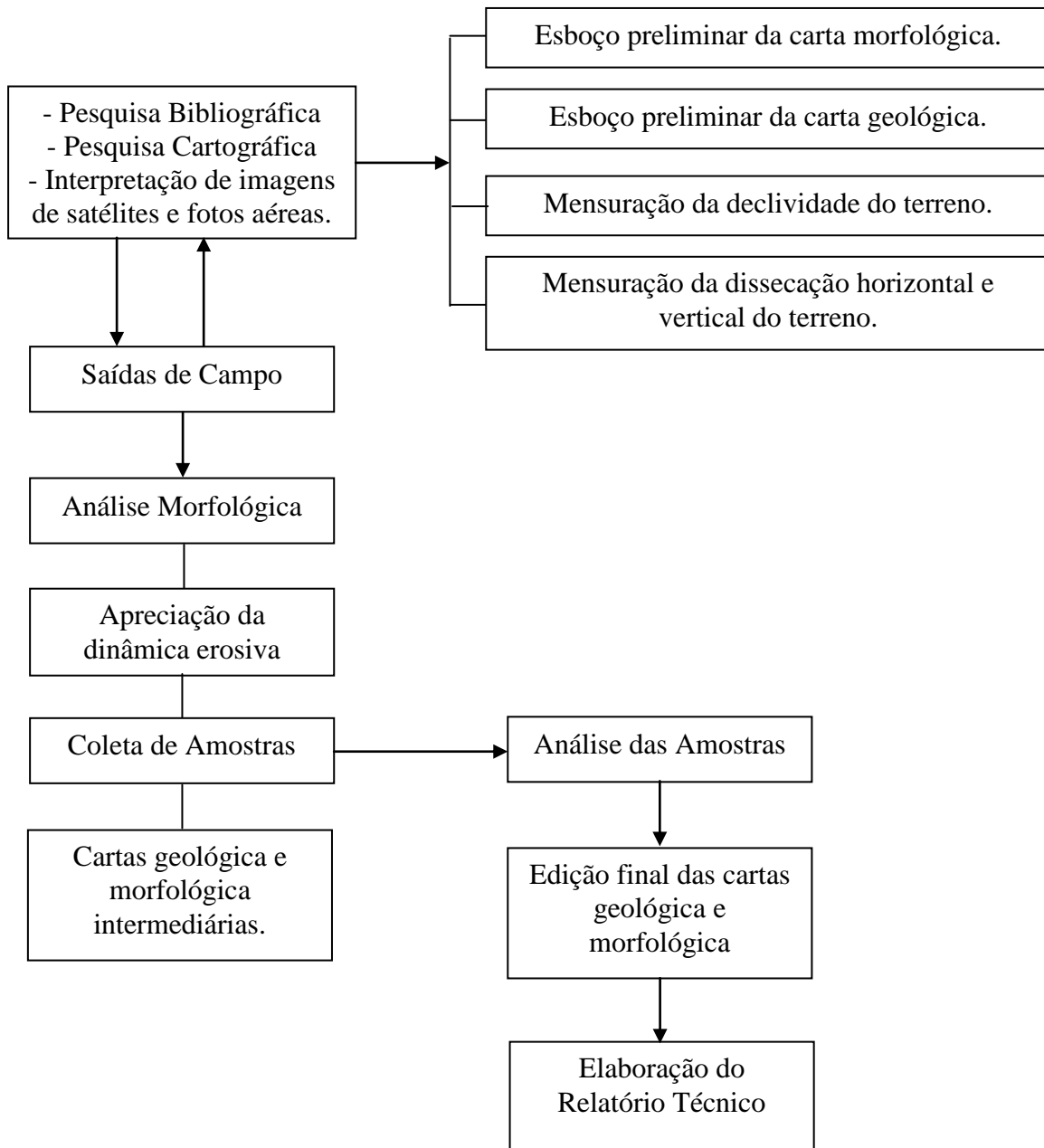
Os tipos de relevo encontrados na área de estudo foram representados cartograficamente conforme a organização taxonômica proposta por Ross (1992). De acordo com as possibilidades contidas na escala, a compartimentação geomorfológica da FLONA foi representada em detalhamento condizente ao quinto táxon, no qual elementos como a forma das vertentes - convexas, côncavas ou retilíneas – e dos topos – convexas a aplainados - podem ser estimados na diferenciação das unidades de mapeamento.

Em todas as unidades mapeadas foram examinados perfis dos solos em trincheiras previamente abertas para diferentes setores da vertente a fim de estabelecer relações diretas entre a morfologia e cobertura de alteração associada.

## O LEVANTAMENTO GEOLÓGICO

A geologia da FONA foi editada em escala 1/5.000, em carta representativa dos litotipos encontrados. Os contatos litológicos foram determinados pela análise das cartas topográficas e fotos aéreas para identificação das rupturas de declive (*knicks*), além das diferenças na morfologia indicadoras de variações litológicas. Nos trabalhos de campo foram marcados sistematicamente pontos em GPS previamente definidos nas análises cartográficas e durante os procedimentos de fotointerpretação. Foi realizada coleta de amostras e os pontos foram imediatamente plotados na base cartográfica. Em gabinete foi empreendida uma edição gráfica vetorial por meio de software CAD, com fechamento de polígonos simples e

georreferenciamento dos documentos cartográficos finais. A Figura 1 esquematiza as etapas levadas a efeito durante o trabalho.



**Figura 1.** Diagrama esquemático sistematizando a sequência de procedimentos realizados.

## A ÁREA DE ESTUDO

A FLONA de Passa Quatro constitui fragmento de 335 ha composto por mata nativa e reflorestamento localizado no contato entre o primeiro patamar do maciço alcalino de Itatiaia e Passa Quatro em sua vertente interior e os sistemas de relevo em “mares de morro” moldados em rochas pré-cambrianas (Figura 2).

A área de estudo está geologicamente inserida na Província Mantiqueira em seu setor central, que engloba o sul do Espírito Santo, o sul e o sudeste do Rio de Janeiro, o leste de São Paulo, o sul e o sudeste de Minas Gerais, e o leste dos estados do Paraná e Santa Catarina; o limite ocidental é dado pela Bacia Sedimentar do Paraná, no lado sul/sudeste limita-se com as falhas que demarcam a ocorrência das rochas do Complexo Varginha e do Grupo São João del Rei, tendo a norte o seu limite traçado pela zona de empurrões do flanco oriental do Quadrilátero Ferrífero (HASUI & OLIVEIRA, 1984). Na área da FLONA ocorrem plagiognaisses bandados pertencentes ao Complexo Paraíba do Sul (PROJETO RADAMBRASIL, 1983) e rochas intrusivas alcalinas (nefelina sienitos) com ocorrência de depósitos bauxíticos de talude na parte SW da floresta e depósitos quaternários nas baixadas.

As rochas intrusivas alcalinas de idade cretácea configuram batólito que mantém contato abrupto com os gnaisses, granitos e migmatitos da Serra da Mantiqueira. A intrusão destes corpos plutônicos está relacionada ao processo de reativação tectônica instalada com a separação das placas Sulamericana e Africana, fenômeno designado Reativação Wealdeniana (ALMEIDA, 1967) ou evento Sulatlântico (SCHOBENHAUS *et. al.* 1984).

A FLONA está inteiramente inserida no sistema Mantiqueira, unidade morfoestrutural do Planalto Atlântico que, juntamente com os planaltos Meridional e Central, compõe o Planalto Brasileiro. Conforme Almeida (1964) o Planalto Atlântico pode ser compartimentado, segundo a diversidade litoestrutural e morfológica, nas seguintes unidades: Planalto da Bocaina, Planalto de Paraitinga, Médio Vale do Paraíba do Sul, Serra da Mantiqueira, Planalto de Campos do Jordão e Planalto Paulistano.

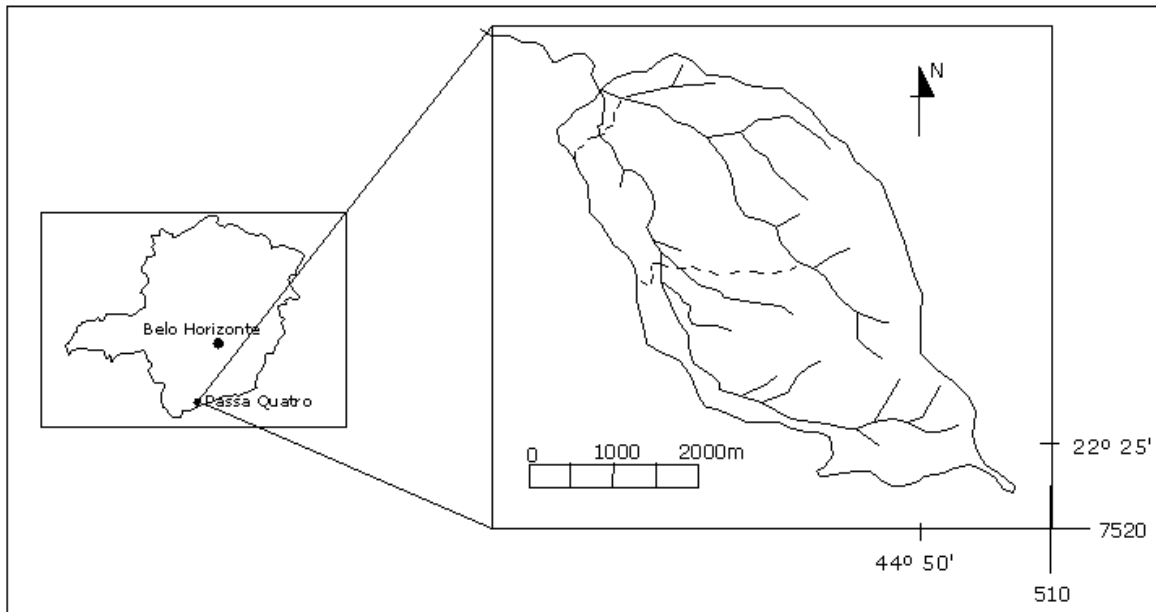
Os relatórios do Projeto RADAMBRASIL (1983) inserem a área da FLONA na chamada faixa de dobramentos remobilizados, situando-a no que designou como Mantiqueira Meridional, subdividida em Planalto de Campos do Jordão e Planalto do Itatiaia, se inscrevendo o município de Passa Quatro neste último.

O Planalto de Campos do Jordão se alonga no sentido SW-NE com extremidades na região de Atibaia (SP), pelo setor meridional, e em Carmo de Minas (MG) na parte setentrional. Seus limites são essencialmente tectônicos, sendo delimitados por duas falhas transcorrentes de direção NE de idade pré-cambriana a eopaleozóica reativadas: a Falha de Jundiuvira, nas proximidades da Mantiqueira, e a Falha do Paiol Grande ou de São Bento do Sapucaí no flanco norte, sendo que as direções principais correspondem aos sentidos NE-SW, ENE-WSW, condizente com as estruturações regionais pré-cambrianas (HIRUMA & RICCOMINI, 1999).

A presente pesquisa tem maior interesse no Planalto do Itatiaia, unidade onde se localiza a FLONA. Modenesi (1992) nota o contraste entre o relevo caracterizado por morros íngremes e picos rochosos das bordas (Pedra do Couto, 2.682m, Patreleiras, 2.515m) e da parte central (Aguilhas Negras, 2.787m, Pedra do Altar, 2.661m) do Planalto do Itatiaia com setores planos ocupados por várzeas turfosas na planície de inundação de algumas drenagens, como o Ribeirão das Flores e os rios Aiuruoca e Preto. A autora também chama a atenção para o forte controle estrutural refletido nos aspectos gerais do relevo, com falhas circulares contemporâneas à intrusão alcalina onde se ajusta uma drenagem radial expressa no alto curso dos rios Aiuruoca, Preto, Campo Belo e Itatiaia.

A Serra da Mantiqueira preserva alguns fragmentos de mata latifoliada semidecídua nativa com ocorrência conspícua de araucárias (*Araucaria angustifolia*), que dão lugar aos campos de altitude nas zonas mais elevadas. Na bacia do Rio da

Cachoeira a mata segue preservada a montante da FLONA até uma faixa de 1800 metros, nível altimétrico a partir do qual passam a medrar os campos de altitude e extensos afloramentos rochosos. Partilham do espaço da FLONA trechos de mata latifoliada com predomínio de candeias (*Eremanthus ssp*) em alguns pontos, reflorestamentos de araucárias (*Araucaria angustifolia*), pinheiros exóticos (*Pinus elliottii* e *Pinus taeda*) e eucaliptos (*Eucalyptus ssp*), além de um espaço de uso público onde estão instaladas as infra-estruturas da unidade.



**Figura 2.** Perímetro da FLONA destacado em linha pontilhada no espaço interno da média/alta bacia do rio da Cachoeira.

## A GEOLOGIA DA FLONA PASSA QUATRO

### O PRÉ-CAMBRIANO

Na área de estudo, o pré-cambriano é representado pelos gnaisses do Complexo Paraíba do Sul (PROJETO RADAMBRASIL, 1983), correspondentes ao relevo padronizado em morros. O Rio da Cachoeira está adaptado ao falhamento em zona de contato litológico abrupto entre os referidos gnaisses e os foiaítos que balizam os maciços montanhosos alcalinos.

O Complexo Paraíba do Sul corresponde a um conjunto de gnaisses e migmatitos diversos com paleossoma gnáissico, kinzigítico, granulítico, anfibolítico ou xistoso, com freqüentes intercalações de mármore, rochas cálciossilicáticas, xistos feldspáticos, cálcio-xistos, talco-xistos e metabasitos, tendo sido registradas idades brasileiras em Delfim Moreira e Passa-Quatro (HASUI & OLIVEIRA, 1984), o que assinala intensa deformação sofrida pelo conjunto litológico em apreço durante o neoproterozóico por ocasião dos últimos dobramentos que acometeram a Plataforma Brasileira (Ciclo Brasileiro).

Os gnaisses aparecem na margem esquerda do Rio da Cachoeira, que percola em nítido controle estrutural no contato destes com as rochas alcalinas.

Tipificam-se plagiognaisses bandados cataclásticos com leucossoma e melanossoma distintos, de caráter fanerocristalino, coloração clara e textura granoblástica, A estrutura é granulosa a gnáissica, e encontra-se preservada nas camadas de alterita sobrejacentes aos afloramentos.

## O CRETÁCEO/PALEOGENO

As intrusivas alcalinas de idade cretácea ocorrem na parte leste da FLONA, a partir da margem direita do Rio da Cachoeira. Possuem natureza fanerocristalina, inequigranular e granulação média a grosseira. A estrutura mais aproximada é a esferulítica, com cristalização de “ripas” de feldspato alcalino, além de biotita, anfibólios e piroxênios. Pacca & Montes-Lauar (1997 *apud* Santos, 1999) dataram as intrusões alcalinas de Itatiaia em 70-77 Ma.

Fragmentos de rochas alcalinas de grande tamanho se encontram depositados na planície do Rio da Cachoeira, tendo sido submetidos a rolamentos e se encontrando, por vezes, subjacentes aos colúvios. Também aparecem alterados em afloramentos nos degraus mais baixos do maciço alcalino.

A bom tempo depósitos bauxíticos tiveram ocorrência registrada na porção sudoeste da FLONA, na margem esquerda do Rio da Cachoeira (HEISEKE & LAMAS, 1974), aparecendo como depósitos alóctones de talude provenientes das faixas de ocorrência dos nefelina sienitos que se depositaram sobre as rochas metamórficas pré-cambrianas. Apresentam coloração clara e os óxidos de ferro e alumínio formam duras crostas lateríticas poucos centímetros abaixo do solo raso impregnado de matéria orgânica que medra a meia encosta.

O vínculo genético com as rochas alcalinas admite a atribuição de uma idade relativa paleógena, condizente com outros depósitos encontrados na borda sul do maciço alcalino, nos municípios de Queluz e Lavrinhas no estado de São Paulo, para os quais Sígolo (1997) atribuiu idade eocênica-oligocênica. É fato que a idade dos depósitos é posterior às intrusões alcalinas, das quais figura como depósito correlativo.

## O QUATERNÁRIO

Os depósitos quaternários – pleistocênicos, pós-glaciais e atuais - são encontrados nos compartimentos rebaixados dos terraços e planícies aluviais, e configuram tanto depósitos coluviais correlativos ao desgaste de vertentes como deposições decorrentes de trabalho fluvial.

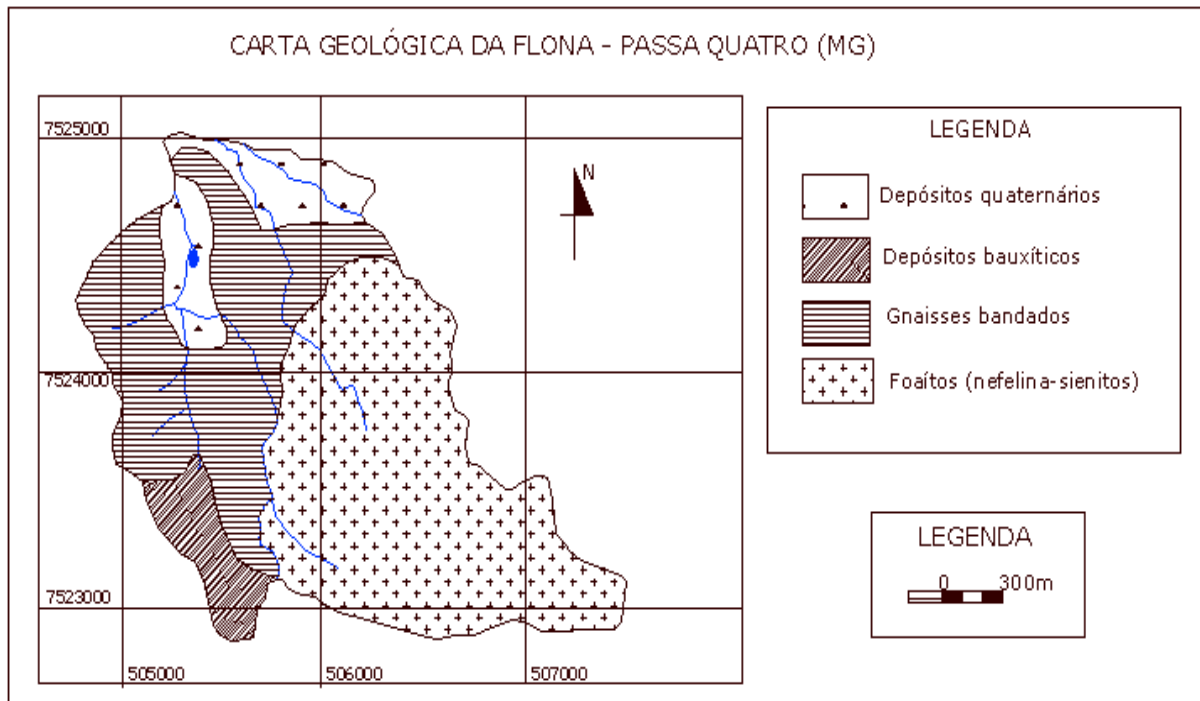
No baixo curso do Rio da Cachoeira o terraço e a planície aluvial foram significativamente modificados por conta da instalação dos equipamentos e infraestruturas da FLONA, que implicou em pavimentação, barramento e modificação na morfologia fluvial e no relevo adjacente para viabilizar o uso público da unidade. Ainda assim, os depósitos coluviais oriundos do desgaste das encostas se distribuem pelo compartimento em uma matriz argilo/arenosa penetrada por fragmentos de grande tamanho de sienitos e gnaisses rolados que vão de encontro aos alúvios depositados pelo Rio da Cachoeira.

Depósitos aluviais expressivos também podem ser verificados no baixo curso do Ribeirão Carlos Tibúrcio. A morfologia do canal fluvial e de sua respectiva planície de inundação foi severamente modificada durante as chuvas de janeiro de 2000. A energia erosiva das fortes trombas d'água que se formaram determinou um



alargamento pronunciado do canal fluvial catalisado por intensa abrasão levada a efeito pelos blocos que foram arrastados em grande número por força da água. Sedimentos arenosos foram depositados, em poucos dias, em espriamentos de até 15 metros além do canal fluvial e espessuras relativamente uniformes compreendidas entre 16 e 18 cm que sucederam e inumaram o material grosseiro que foi depositado anteriormente.

A Figura 3 a seguir apresentada representa as unidades litológicas discernidas para o espaço da FLONA.



**Figura 3.** Carta Geológica da FLONA Passa-Quatro (MG).

## A GEOMORFOLOGIA DA FLONA

A área de estudo encontra-se parcialmente em ambiente de relevo montanhoso do maciço alcalino de Passa Quatro, e, em outra parte, em terrenos de morros de topos e vertentes predominantemente convexas que se conectam abruptamente com a planície do rio da Cachoeira. Estabelece o contato entre o relevo montanhoso e o ambiente amorreado e rebaixado pelo intemperismo químico mais profundo dos gnaisses.

O Rio da Cachoeira segue orientação geral SW-NE, adaptado a um sistema de falhamentos mais recentes que controla parte das tributações nas drenagens principais, que geralmente se alinham no sentido NE-SW, em conformidade com a orientação geral das zonas de cisalhamento dos terrenos cristalinos do Brasil Sudeste, da maneira que se verifica para o Rio Passa Quatro, do qual o rio da Cachoeira é afluente.

A bacia do rio da Cachoeira é marcada por fortes declividades, que são tanto maiores na zona das cabeceiras, posicionada no maciço alcalino. O setor de relevo plano corresponde a um terraço relativamente estreito que se desenvolve na

confluência do Ribeirão Carlos Tibúrcio com a drenagem principal. Os intervalos de classe trabalhados foram os seguintes:

- < 20%
- 20 – 30%
- 30 – 40%
- > 40%

No Quadro 2 encontram-se os intervalos de classe encontrados para a dissecação horizontal da bacia do rio da Cachoeira, com menção às respectivas distâncias na carta topográfica.

**Quadro 2.** Classes de dissecação horizontal obtidas.

| <b>CLASSE DE DISSECAÇÃO</b> | <b>DISTÂNCIA NA CARTA</b> |
|-----------------------------|---------------------------|
| < 50 metros                 | < 1 mm                    |
| 50 – 100 metros             | 1 – 2 mm                  |
| 100 – 200 metros            | 2 – 4 mm                  |
| 200 – 400 metros            | 4 – 8 mm                  |
| > 400 metros                | > 8 mm                    |

A dissecação vertical também responde, em grande medida, pela energia do relevo na bacia do rio da Cachoeira, tendo em vista o encaixamento verificado mediante entalhe profundo que favorece a mobilização de material, servindo, juntamente com a dissecação horizontal, como elemento auxiliador no mapeamento das formas de relevo, no qual a apresentação da morfometria do relevo figura como prerrogativa. O Quadro 3 revela os intervalos de classe mensurados para a dissecação vertical:

**Quadro 3.** Dissecação vertical para a bacia do rio da Cachoeira.

| <b>DISSECAÇÃO VERTICAL</b> | <b>GRAU DE ENTALHAMENTO</b> |
|----------------------------|-----------------------------|
| < 80 metros                | <i>Moderado</i>             |
| 80 – 120 metros            |                             |
| 120 – 160 metros           | <i>Forte</i>                |
| 160 – 200 metros           |                             |
| 200 – 240 metros           | <i>Muito forte</i>          |
| 240 – 280 metros           |                             |
| 280 – 320 metros           | <i>Extremamente forte</i>   |
| > 320 metros               |                             |

O mapeamento do relevo para a área da FLONA segue representado na Figura 4, e o Quadro 4 sintetiza os padrões morfométricos discriminados para as unidades de mapeamento que foram encontrados no interior da unidade de conservação, espaço para o qual foi editada a carta morfológica. A seguir, a caracterização sumária das unidades de mapeamento discernidas.

- (a) Modelados de dissecação: 1. morros de topos convexos e vertentes retilíneo/côncavas; 2. morros de topos convexos a aplainados e vertentes

convexas; 3. morros de topos convexos e vertentes convexas a retilíneas; 4. maciço montanhoso alcalino.

(b) Modelado de agradação: 1. Terraços coluvionares e planícies aluviais.

#### *Morros de topos convexos e vertentes retilíneo/côncavas*

Ocorrem no setor oeste da FLONA na margem esquerda do Rio da Cachoeira, numa área de maior afluência de tributários que abrem flancos côncavos aproveitando-se de juntas e fraturas existentes nas vertentes retilíneas reflorestadas.

As declividades são acentuadas, distribuídas em valores superiores a 40% pelas vertentes curtas que se conectam abruptamente ao relevo de planície. No terço inferior das encostas os declives chegam a se rebaixar aquém de 20%. As amplitudes altimétricas atingem a ordem de 150 metros.

O entalhe vertical se aprofunda entre 120 e 160 m, e a dissecação horizontal padroniza-se na classe 100-200m.

Constituem modelados de dissecação pliopleistocênica que guardam correspondência com a Superfície Velhas (KING, 1956), ou níveis erosivos intermontanos responsáveis pelo arrasamento dos paleoníveis geomorfológicos do Terciário Inferior. A cobertura superficial associada corresponde a Cambissolos Háplicos Distróficos líticos e típicos, que mantém ocorrência conspícua no espaço interno da floresta, assinalando intensa atividade morfogenética para a área.

#### *Morros de topos convexos a aplainados e vertentes convexas*

Este sistema de relevo também ocorre na margem esquerda do Rio da Cachoeira, em ambiente litologicamente composto por gnaisses, atingindo áreas de depósitos bauxíticos. A unidade se individualiza localmente por uma maior convexização das vertentes

O modelado em morros se eleva em torno de 1150 metros, e as declividades se moderam sensivelmente em relação ao compartimento anteriormente exposto, erguendo-se além de 30%. Configura um patamar inferior em relação ao maciço alcalino em função do desgaste mais profundo efetivado nos gnaisses, que balizam assim um compartimento mais rebaixado em função da natureza do material.

A dissecação vertical posiciona-se predominantemente entre 160 e 200 metros, e a dissecação horizontal entre 100 e 200 metros, devendo considerar setores de confluência em ângulo mais agudo onde as linhas erosivas fluviais se aproximam e as distâncias se inferiorizam para baixo de 50 metros.

Da mesma maneira que a unidade anterior, este sistema geomorfológico representa a dissecação pliopleistocênica elaboradora de níveis intermontanos. As coberturas de alteração correspondentes se referem à Cambissolos Háplicos Distróficos alumínicos e líticos e Neossolo Litólico Distrófico e Húmico, além da presença de crostas bauxíticas como depósitos de vertente. Do terço inferior da encosta em direção a base o conteúdo pedológico passa para Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, cujo desenvolvimento foi favorecido pela ruptura de declive que suaviza a topografia na parte média da floresta, onde se desenvolveu uma pedoforma diferenciada na área.

### *Morros de topos convexos e vertentes convexas a retilíneas*

Este tipo de relevo separa os terraços dos maciços montanhosos, assumindo condição de degrau intermediário. As vertentes são relativamente longas e as declividades as mais moderadas entre os modelados de dissecação.

Perto das baixadas fluviais, na confluência entre o Rio da Cachoeira e o Ribeirão Carlos Tibúrcio, a dissecação vertical cai abaixo de 400 metros e sobe para a classe 100-200 metros encosta acima. A dissecação vertical é a mais moderada entre aquelas verificadas para as unidades de dissecação, projetando-se de 120 metros para níveis abaixo de 80 metros.

Juntamente com as outras unidades, são representativos de dissecação de idade relativa plioleustocênica, que vêm arrasando paulatinamente as superfícies de erosão mais antigas preservadas nos altos cimos. Os Latossolos medram em continuidade da unidade arrolada anteriormente para a unidade em questão, e definham em Cambissolos à medida que a declividade aumenta. A podzolização, que é processo pedogenético freqüente na região, tem registro na área em unidade de mapeamento de Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico na parte norte deste compartimento.

### *Maciço montanhoso alcalino*

Conjunto geomorfológico representativo dos níveis mais elevados do Planalto Atlântico e de todo o setor oriental da Plataforma Sulamericana, balizado pelas rochas intrusivas alcalinas de Itatiaia e Passa Quatro.

Na bacia do Rio da Cachoeira as altitudes se aproximam de 2300 metros, com elevação abrupta a partir de 1200 metros, onde passa a ser registrada a ocorrência do complexo alcalino. O bloco falhado controla, na FLONA, a confluência do Ribeirão Carlos Tibúrcio com o Rio da Cachoeira.

No primeiro degrau do maciço alcalino os declives gerais estão abaixo de 20%, ultrapassando a ordem de 30% ainda dentro da unidade de conservação, espaço onde a vertente perfaz comprimento superior a 1700 metros. Na alta bacia a declividade atinge valores extremos.

Em conformidade com a declividade, a dissecação vertical também vai aumentar à medida que se aproxima das cabeceiras, onde o entalhamento é extremamente forte e ultrapassa a ordem de 300 metros. No espaço interno da FLONA o entalhe vertical aparece representado predominantemente pelos intervalos 120-160 metros e 160-200 metros. Notadamente se reduz a dissecação horizontal nos nefelina sienitos em relação aos gnaisses, função da maior resistência daquele conjunto litológico a processos abrasivos e geoquímicos, com menor densidade de fraturamento e zonas de fraqueza em comparação ao conjunto pré-cambriano.

Os topos do maciço alcalino representam resquícios de paleosuperfícies mais antigas, reconhecidamente do Terciário Inferior, podendo ser relacionados com a Superfície Sul-Americana (KING, 1956). A heterogeneidade tectonoestrutural dos terrenos cristalinos do Brasil Sudeste assinala forte fragmentação crustal com diferentes dinâmicas epirogenéticas, o que coloca diferentes superfícies geomorfológicas em níveis altimétricos semelhantes, ao mesmo tempo em que desnivela superfícies correspondentes entre si, comportamento destacado por Magalhães Jr. & Trindade (2004) em estudos no Sul de Minas. As coberturas superficiais correspondentes na área mapeada se referem à Cambissolos Háplicos Distróficos e Neossolo Litólico com afloramentos conspícuos, além dos mencionados depósitos bauxíticos do Terciário Inferior no sopé.

A FLONA está inserida na rampa inferior do flanco oeste do maciço montanhoso, constituindo o primeiro degrau do sistema geomorfológico mais elevado de todo o setor oriental da Plataforma Brasileira.

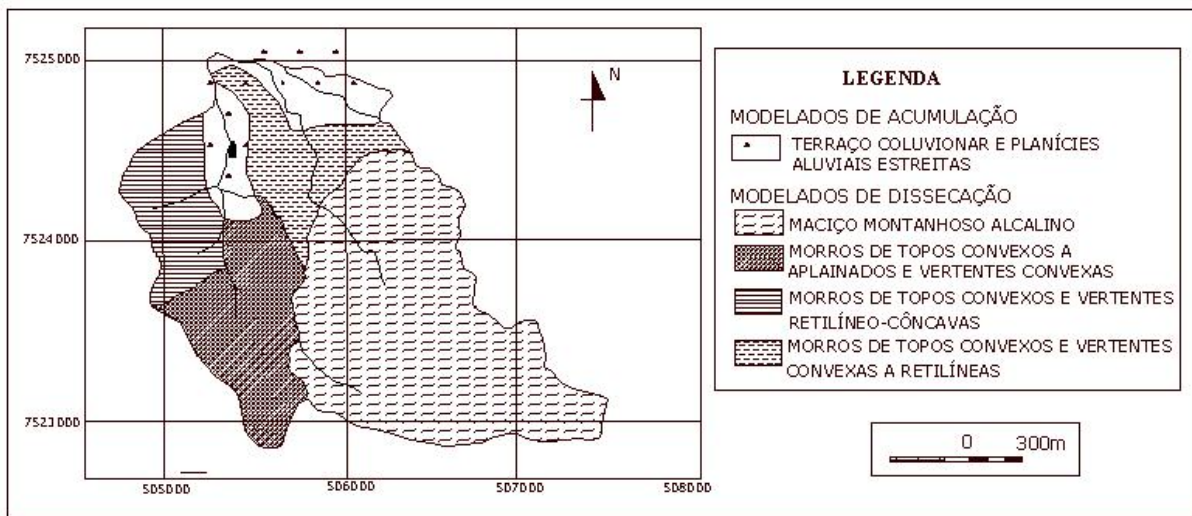
*Terraços coluvionares e planícies aluviais estreitas*

Os modelados de acumulação são representados por terraços com gênese ligada ao desgaste lateral das vertentes confinantes que estabelecem contatos interdigitados ou bem marcados com as zonas de deposição fluvial.

O Rio da Cachoeira começa desenvolver sua planície ainda nos limites da FLONA, onde são verificados materiais aluviais e colúvios pedogeneizados em processos de translocação da argila e formação de Argissolo Vermelho Amarelo, não sendo verificada presença de hidromorfia. A partir desse ponto a planície se alarga assimetricamente, com desenvolvimento pronunciado pela margem esquerda e expansão lateral comedida pela margem direita.

No baixo curso do ribeirão Carlos Tibúrcio a largura do terraço é variável, chegando a atingir aproximadamente 145 metros nos trechos de maior abertura; a largura máxima medida para a planície aluvial, anotada segundo os limites de ocorrência dos depósitos fluviais, foi de 14,3 metros, extensão formada pela ação erosiva atuante durante as fortes trombas d' água de janeiro de 2000.

As planícies de inundação do Rio da Cachoeira e do Ribeirão Carlos Tibúrcio encontram-se expressamente niveladas no baixo curso dos mesmos rios, assinalando tendência de captura fluvial pelo rio de maior força erosiva.



**Figura 4.** Carta morfológica da FLONA Passa-Quatro (MG).

**Quadro 3.** Parâmetros morfométricos apreciados no mapeamento do relevo.

| <b>UNIDADE DE MAPEAMENTO</b>                               | <b>COMPRIMENTO DE RAMPA</b> | <b>AMPLITUDES LOCAIS</b> | <b>DECLIVES PREDOMINANTES</b> | <b>DISSECAÇÃO HORIZONTAL</b> | <b>DISSECAÇÃO VERTICAL</b> |
|--|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Maciço montanhoso alcalino                                 | 1.775m                      | 380m                     | < 20%                         | >400m                        | 160-200m                   |
| Morros de topos convexos e vertentes retilíneo-côncavas    | 380m                        | 150m                     | > 40%                         | 100-200m                     | 120-160m                   |
| Morros de topos e vertentes convexas                       | 1000m                       | 150m                     | 30-40%                        | 100-200m                     | 160-200m                   |
| Morros de topos convexos e vertentes convexas a retilíneas | 475m                        | 100m                     | 20-30%                        | 200-400m                     | 80-120m                    |
| Terraço coluvionar   | –                           | –                        | <20%                          | > 400m; < 50m                | <80m                       |

## CONSIDERAÇÕES SOBRE O QUADRO MORFODINÂMICO DA FLONA E ENTORNO: PROPOSTAS PARA O PLANO DE MANEJO

De posse do mapeamento do relevo e da estrutura associada, além de uma análise sumária do conteúdo superficial da paisagem, restringimo-nos a algumas ponderações gerais sobre a dinâmica atual do relevo, entendida como a própria fisiologia da paisagem. Muito embora os recursos materiais e o tempo disponível para a realização do plano de manejo não favoreceram a obtenção de dados sistemáticos controlados por observações levadas a efeito também mediante regime sistemático e intensivo, ainda assim entendemos como importante para o planejamento ambiental da unidade a exposição de considerações sobre a morfodinâmica vigente, malgrado a impossibilidade de quantificar os fenômenos mencionados por indisponibilidade dos dados necessários.

O espaço interno da FLONA é caracterizado por relevo de energia elevada, com declives consideráveis e dissecação significativamente densa, sobretudo no que tange ao entalhamento vertical. O terreno é revestido por solos jovens e rasos, destacadamente Cambissolos Háplicos (os mais abundantes), em significativas projeções na paisagem, apresentando a área intensa atividade geomórfica com alta susceptibilidade potencial à erosão, propriedade intrínseca às frentes escarpadas, taludes e morros declivosos e de vertentes curtas da Serra da Mantiqueira. Dessa forma, a área de estudo é exemplarmente representativa de um quadro geomorfológico regional marcado por significativa fragilidade potencial.

A manifestação erosiva que predomina na FLONA é a erosão laminar, levada a efeito pelo escoamento em lençol, que é tanto mais eficiente quanto maior o declive do terreno, atingido diferencialmente pela erosão por salpicamento (*splash erosion*) conforme a natureza da cobertura vegetal. A erosão superficial laminar se refere à desagregação das partículas formadoras do solo por efeito das águas pluviais e seu arraste pelo escoamento superficial, processando-se a remoção progressiva de películas do solo que afeta com maior vigor as partículas mais finas (BIGARELLA, 2003). O processo erosivo por salpicamento configura a primeira ação da gota de chuva no solo, provocando a movimentação descontínua das partículas conforme a energia cinética com que aquela atinge a superfície (CHRISTOFOLETTI, 1974).

A intensidade desses processos morfogenéticos no espaço atualmente ocupado pela FLONA deve ter sido mais aguda em tempos anteriores ao reflorestamento. São registrados na área da floresta setores de solo raso com bolsões localizados de Neossolo Litólico e afloramentos em declividades moderadas, indicando perda recente do manto pedológico pelo escoamento superficial em lençol. Nesses setores o reflorestamento e práticas de manejo são dificultados. Sobre esta consideração convém assinalar que a ocorrência de afloramentos em terrenos planos como terraços é fato comum na região, e também está comumente relacionado a processos de soerguimento litosférico que expõem a estrutura e colocam canais fluviais a erodirem sedimentos por eles mesmos depositados.

Nas vertentes íngremes da margem esquerda do Rio da Cachoeira o relevo padronizado em morros suporta intercalação de *Pinus* com mata nativa, o que instiga a suposição da existência certa de diferentes índices erosivos conforme a

cobertura. É seguro afirmar que nos setores cobertos pela mata latifoliada a perda de solo por erosão laminar é menor, em virtude da maior interceptação das águas pluviais pelo sistema foliar da vegetação arbórea e que também se processa no nível do sub-bosque, assegurando uma atenuação da energia cinética das gotas de chuva e de seu efeito erosivo por salpicamento quando atinge a superfície, extensivamente coberta por serrapilheira nos trechos de floresta nativa. Os andares arbustivos e herbáceos também contribuem de maneira decisiva na difusão do escoamento superficial, evitando a concentração dos fluxos hídricos e distribuindo mais equitativamente a energia erosiva da água no solo à medida que configuram obstáculos que divergem o escoamento hídrico em variadas direções.

A interceptação na parte aérea da vegetação é bem menos eficiente em coberturas de *Pinus*. A conformação das copas não viabiliza uma retenção eficiente do *input* natural que vem da atmosfera, e, conseqüentemente, um maior volume d'água atinge diretamente o solo com erosividade de maior fogo titânico. Este fator, somado ao fato das declividades serem consideráveis no setor, determina um maior rigor da erosão laminar, registrado em solos mais rasos. Com o sub-bosque empobrecido nas áreas de *Pinus* o atrito imposto à água de escoamento superficial também é menor, o que é componente favorável para uma maior lavagem das camadas superiores do solo pelo fluxo hídrico de superfície.

Espaços de declividade moderada a forte na parte leste da FLONA correspondem a reflorestamentos de araucárias (*Araucaria angustifolia*). Do ponto de vista da estabilidade morfodinâmica, esta prática de reflorestamento situa-se em posição intermediária entre a mata nativa e o reflorestamento de *Pinus*, tanto no que concerne à interceptação das águas pluviais como no tocante ao efeito difusor processado pelos troncos e estratos inferiores.

Todo o setor posicionado à montante da FLONA é de onde provém (com exceção das águas que atingem a superfície advindas da atmosfera) toda a descarga de matéria e energia para a área da floresta. O material absorvido pela FLONA, e que esta armazena, trabalha, transporta e converte em *output*, tem como fonte as vertentes da alta bacia do Rio da Cachoeira, e, em condições extremas do rigor climático tropical atlântico, o espaço da floresta pode receber descargas oriundas da margem direita do ribeirão Carlos Tibúrcio, com alterações na morfologia fluvial por efeito de transbordamentos esporádicos.

Dentro da FLONA modificações abruptas no regime erosivo e sedimentar das encostas e rede de drenagem se deram por efeito das chuvas fortes de janeiro de 2000, que desencadearam processos erosivos de monta nas altas vertentes da Serra da Mantiqueira. Conti (2001) informa que, durante esse evento, o município de Passa Quatro concentrou, nos quatro primeiros dias do ano, 600,6 mm de chuvas, tendo sido um dos municípios mais castigados, com desestabilização de encostas, assoreamento de cursos d'água, danificação e destruição de residências com fileiras de desabrigados e arrasamento do sistema de abastecimento de água. A descarga violentamente depositada durante as fortes chuvas nos compartimentos rebaixados alterou drasticamente a natureza da contribuição de material nos diversos subsistemas, o que determinou modificações severas na morfologia dos canais fluviais e planícies de inundação.

Em seu baixo curso, o Ribeirão Carlos Tibúrcio desviou a direção de escoamento e escavou rapidamente um novo leito com acentuada energia erosiva concentrada em descarga anômala, e pelo qual divaga em pequena extensão até se ajeitar novamente ao seu leito original.



A frente de escoamento proveniente dos terrenos mais elevados escavou significativamente alguns pontos onde a concentração foi favorecida pela microtopografia, atingindo o nível freático e expondo novas nascentes em pontos de avulsão que atingem mais de um metro de profundidade, e que perfazem curtas extensões superficiais até atingirem os níveis de base locais.

A energia elevada das potentes trombas d'água interferiu de maneira decisiva na arquitetura sedimentar das baixadas fluviais. Ao mesmo tempo em que alargou leitos e planícies de inundação, depositou carga considerável de material detrítico nos talwegues e planícies adjacentes. Sobrejacentes ao material sedimentaram materiais arenosos com espessuras médias de 18 cm nas planícies alargadas pela abrasão precedente, alargamentos estes que chegaram a ultrapassar 15 metros.

Os efeitos erosivos decorrentes das altas chuvas de janeiro de 2000 também se encontram registrados nas vertentes conectadas ao espaço interno da FLONA, onde marcas de deslizamento e fluxo concentrado persistem na morfologia atual da paisagem como testemunho de evolução rápida da vertente e do canal fluvial e relevo associado para o qual os sedimentos foram carreados.

Foram constatados movimentos de massa substanciais em linhas de fraqueza, notadamente no contato litológico entre as rochas alcalinas e os gnaisses. Os materiais mobilizados foram responsáveis por drástica modificação na morfologia do Rio da Cachoeira expressa por alargamento pronunciado das margens, deposições detríticas e reorganização do regime erosivo, que passa o comando para o alargamento em suplante ao aprofundamento do leito.

Das áreas altas desceram correntes de lama fortes e velozes munidas de alto poder destrutivo, e que danificaram as estruturas da sede da floresta (situadas na baixada) e assorearam um tanque utilizado para truticultura. Deve-se ressaltar que nessa ocasião a referida espécie exótica foi acidentalmente introduzida no meio, o que reclama o empenho em estudos concisos sobre seus efeitos nas comunidades ictiofaunísticas da região.

Retomando em síntese o exposto, uma avaliação preliminar da dinâmica erosiva na FLONA informa o predomínio claro da erosão normal (laminar e por salpicamento), processada de maneira lenta, com distúrbios episódicos que orientam a geomorfogênese nos termos da erosão acelerada, e que são ocasionados por anomalias climáticas que alteram bruscamente a relativa uniformidade do regime erosivo e deposicional, multiplicando os movimentos de massa que partilham da dinâmica regional de forma ressonante. O último evento espasmódico que atuou em desconformidade com o padrão morfogenético vigente foi o de janeiro de 2000, o que permite aventar que outros episódios desta magnitude afetaram os processos em seus termos gerais em tempos históricos, com forte possibilidade de tornarem a infringir a área.

A aproximação da estabilidade morfodinâmica dentro da FLONA depende incondicionalmente da preservação *strictu sensu* de toda a bacia hidrográfica do Rio da Cachoeira à montante da floresta. As últimas manifestações climáticas de maior força revelam cabalmente a elevada energia do relevo nesse espaço de alta instabilidade potencial, com vertentes íngremes e dissecação profunda que favorecem a mobilização de material mesmo na presença da cobertura vegetal, conforme já registrado neste e em outros contextos geocológicos do domínio tropical atlântico.

Qualquer forma de uso da terra pautada na remoção da vegetação não se presta para a área posicionada à montante da FLONA, para a qual se recomenda a conservação integral, o que se justifica não apenas em função do quadro topográfico desafiador, com extensivos trechos com declividades acima de 40%, mas também pelo interesse biológico que se deposita nos remanescentes da mata atlântica que ali se encontram preservados, bem como as mais interessantes variações na flora e na fauna conforme a altitude e endemismos associados.

Ainda que a estabilidade das encostas seja mais firme na presença da mata latifoliada, são restritos os trechos onde a topografia favorece o manejo, uma vez que a necessária maior exposição da superfície aos agentes de meteorização pode desencadear processos erosivos, tanto mais vigorosos no verão, em função das fortes declividades. O trecho posicionado entre os rios da Cachoeira e Carlos Tibúrcio acima dos terraços é o mais recomendável para experiências desta estirpe. A cobertura pedológica associada é latossólica e as declividades são moderadas, favorecendo um escoamento mais lento e infiltração mais eficiente; a forma das vertentes é apreciavelmente convexa, o que determina uma dispersão maior do escoamento hídrico superficial. Tais condições, no entanto, podem ser rompidas com facilidade em ocasiões de manifestações climáticas anômalas, como o foram no episódio de janeiro de 2000, dada a conexão desta área com vertentes excessivamente íngremes à montante, de elevada energia para a remoção e transporte de material, de onde este setor recebeu violentas torrentes de lama.

No tocante a uma avaliação mais detalhada sobre a instabilidade potencial e real do terreno, é recomendável o avanço nos estudos cartográficos e de diagnóstico, a fim de correlacionar um número maior de parâmetros indicadores da fragilidade do meio, como erosividade da chuva, erodibilidade do solo, fatores topográficos, densidade de drenagem, entre outros.

A apreensão da dinâmica erosiva e sua quantificação no espaço interno da FLONA e entorno pode ser auxiliada com a aplicação de técnicas específicas, como a instalação de estações experimentais em diferentes modalidades de uso da terra em encostas de declividades semelhantes partilhadas entre os tipos de solo ocorrentes, a fim de viabilizar a correlação dos dados obtidos e verificar a dinâmica erosiva conforme o tipo de solo e forma de uso. Além deste, outros recursos técnicos bastante conhecidos e de fácil aplicação podem ser acionados para um estudo mais aprofundado da morfodinâmica vigente.

As técnicas arroladas acima têm como vantagem o fato de exigirem despesas irrisórias para implantação. No entanto, o monitoramento deve ser sistemático e se estender por pelo menos um ano, uma vez que a dinâmica erosiva, inexoravelmente, difere distintamente na estação seca e chuvosa, o que deve ser estimado no manejo, inclusive na prevenção de transtornos passíveis de serem causados durante chuvas de alta magnitude. O monitoramento das estações experimentais e sistemas coletores pode ser feito, preferencialmente, em consonância com os dados marcados no posto pluviométrico mais próximo da área; isso permite uma apreciação direta entre perda de solo e taxa pluviométrica e autoriza a inserção da erosividade da chuva no estudo da evolução e estabilidade das encostas.

Para o plano de manejo, o levantamento realizado cumpre integralmente sua função, indo além das objetivas informações necessárias para a aprovação e implementação do plano, o qual, uma vez estabelecido, deve e passa a ser executado, e, no meio em que a FLONA se insere, a comprovada dinâmica

explosiva que o clima tropical pode assumir advoga com ganho de causa em favor da necessidade de avaliação contínua dos condicionantes geológicos e geomorfológicos atuantes na área.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim IGG**, n. 41, p. 169-263, 1964.

\_\_\_\_\_. **Origem e evolução da Plataforma Brasileira**. Rio de Janeiro: DNPM/DGM, 241, 36p. 1967.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Vol 3. Florianópolis: ed. da UFSC, p. 884-1436, 2003.

CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. **Physical Geography: a system approach**. London: Prentice Hall, 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Sao Paulo: Edgard Blucher, 1974. 149p.

\_\_\_\_\_. Condicionantes hidrológicos e geomorfológicos aos programas de desenvolvimento. In: TAUKE, S. M. **Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar**. São Paulo: ed. da UNESP, 1991. 206p.

CONTI, J. B. Resgatando a “fisiologia da paisagem”. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 14, p. 59-68, 2001.

DE MARTONNE, E. Problemas Morfológicos do Brasil Tropical Atlântico. **Revista Brasileira de Geografia**. v. 5, n. 4, p. 532-550, 1943.

GOUVEIA, J. M. C. Geomorfologia aplicada à gestão de Unidades de Conservação: o Parque Estadual do Jurupará/SP. In: VIII SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, III ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, I ENCONTRO ÍBERO-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA e I ENCONTRO ÍBERO-AMERICANO DO QUATERNÁRIO. **Anais...** Recife, 2010.

HASUI, Y. ; OLIVEIRA, M. A. F. Província Mantiqueira: setor central. In: ALMEIDA, F. F. M. **O Pré-Cambriano do Brasil**. São Paulo: Edgard Blücher, 1984.

HEISEKE, D. R.; LAMAS, J. M. Inventário e manejo da FLONA de Passa Quatro em Minas Gerais. **Brasil Florestal**, v. 5, n. 18, 1974.

HIRUMA, S. T.; RICCOMINI, C. Análise morfométrica em neotectônica: o exemplo do Planalto de Campos do Jordão. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, USP, v. 20, n. ½, p. 5-19, 1999.

HUBP, J. I. L. **Elementos de geomorfologia aplicada**. México: Universidad Nacional Autónoma de México, D. F. 1988. 128p.

KING, L. C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**. v.18, n. 2, 1956.

MAGALHÃES JR.; TRINDADE, E. S. Relações entre Níveis (Paleo) Topográficos e Domínios Morfotectônicos na Região Sul de Minas Gerais: contribuições aos estudos de superfícies erosivas no sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Uberlândia, Ano 5, n. 1, p. 1-10, 2004.

MARQUES NETO, R. Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN's) como estratégia para conservação da mata atlântica e a importância da Geografia Física nos planos de manejo. **Geografia**, Rio Claro, v. 12, n. 1, p. 95-108, 2012.

\_\_\_\_\_ et al. Morfometria do relevo na bacia do Rio da Cachoeira no contexto do plano de manejo da Floresta Nacional de Passa Quatro (MG). **Revista Ra'ega**, Curitiba, n. 16, p. 119-128, 2008.

MELO, M. S. et al. A geologia do plano de manejo do Parque Estadual de Vila Velha, PR. **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo, v. 34, n. 4, p. 561-570, 2004.  
**MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA**. Projeto RADAMBRASIL, Folha SF-23 Vitória/Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1983.

MODENESI, M. C. Depósitos de vertente e evolução quaternária do Planalto do Itatiaia. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, USP, v. 13, n. 1, p. 31-46, 1992.

MOROZ, I. C. A contribuição dos estudos de geomorfologia fluvial e de recursos hídricos para planos de manejo de unidades de conservação. In: VIII SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, III ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, I ENCONTRO ÍBERO-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA e I ENCONTRO ÍBERO-AMERICANO DO QUATERNÁRIO. **Anais...** Recife, 2010.

PONÇANO, *et al.* **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. v. 1. Programa de Desenvolvimento de Recursos Minerais – Pró Minério. São Paulo: Gráfica Editora Hamburg, 1981. 94p.

ROSS, J. L. S. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista do Departamento de Geografia**. FFLCH-USP. n. 6. São Paulo, 1992.

SANTOS, M. **Serra da Mantiqueira e Planalto do Alto Rio Grande: a bacia terciária de Aiuruoca e evolução morfotectônica**. Rio Claro, 1999. Tese (Doutorado em Geologia Regional). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; DERZE, G. R.; ASMUS, H. E. **Geologia do Brasil**. Brasília: MME/DNPM, 1984. 501p.

SÍGOLO, J. B. Os depósitos de talude de Passa Quatro. In: V SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE., 1997. **Anais...** Penedo, RJ, v. 1, p. 1-8.

SPIRIDONOV, A. I. **Principios de la metodología de las investigaciones de campo y el mapeo geomorfológico**. Havana: Universidad de la Habana, 1981.

TRICART, J. **Principés et Méthods de la Geomorphologie**. Paris: Masson, 1965.

Artigo submetido em: 22/07/2012

Aceito para publicação em: 05/09/2012

Publicado em: 05/09/2012