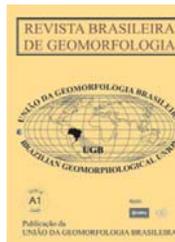




www.ugb.org.br
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 15, nº 1 (2014)



COMPARTIMENTAÇÃO MORFOESTRUTURAL DA BACIA DO RIO VERDE, SUL DE MINAS GERAIS

MORPHOSTRUCTURAL COMPARTIMENTALIZATION OF THE RIO VERDE BASIN, SOUTH OF MINAS GERAIS

Roberto Marques Neto

Departamento de Geociências, Universidade Federal de Juiz de Fora

Rua José Lourenço Kelmer, s/n – Campus Universitário, Bairro São Pedro, Juiz de Fora, Minas Gerais. CEP: 36036-330. Brasil

E-mail: roberto.marques@ufff.edu.br

Archimedes Perez Filho

Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas,

R. João Pandiá Calógeras, 51. Distrito de Barão Geraldo, Campinas, São Paulo. CEP: 13083-870. Brasil

E-mail: archi@ige.unicamp.br

Informações sobre o Artigo

Data de Recebimento:

18/11/2013

Data de Aprovação:

26/12/2013

Palavras-chave:

Morfoestrutura; Serra da Mantiqueira; Planalto do Alto Rio Grande; Compartimentação do relevo.

Keywords:

Morphostructure; Mantiqueira Mountain Range; Alto Rio Grande Plateau; Relief compartmentalization.

Resumo

O presente artigo mostra proposta de compartimentação morfoestrutural para a bacia do Rio Verde, localizada na parte meridional do Estado de Minas Gerais em terrenos da Serra da Mantiqueira, Planalto do Alto Rio Grande e Planalto de Varginha, apresentando litotipos diversas (metagranitoides arqueanos, metassedimentos supracrustais proterozoicos e intrusões alcalinas cretáceo-paleocenas) distribuídas em considerável diversidade de formas de relevo. A análise integrada entre os litotipos, os lineamentos estruturais, a rede de drenagem e os padrões de formas de relevo discerniu os seguintes compartimentos morfoestruturais: Patamares de cimeira da Mantiqueira (desmembrados em cinco subcompartimentos), Patamares escalonados da Mantiqueira, Planalto de Cruzília-Minduri, Planalto alongado de Lambari, Planalto de São Lourenço-Caxambu, Planalto de Três Corações, Planalto rebaixado de Varginha e Cristas monoclinais.

Abstract

This paper show a proposal of morphostructural compartmentalization for the Rio Verde basin, located at the southern part of Minas Gerais state in terrains of Mantiqueira Mountain Range, Alto Rio Grande Plateau and Varginha Plateau, presenting several litotips (archaean metagranitoids, proterozoic supracrustal metassediments and cretaceous-paleocene alkaline intrusions) distributed in substantial variety of relief shape. The integrate analysis between litotips, structural lineament, drainage network and the of relief shape patterns discerned the following morphostructural landforms: Mantiqueira summit Levels (dismembered in five subcompartments), Mantiqueira scaled Levels, Cruzília-Minduri Plateau, Lambari elongated Plateau, São Lourenço-Caxambu Plateau, Três Corações Plateau, Varginha demoted Plateau and monocline Combs.

Introdução

Tem sido constatada contundência nos efeitos deformacionais neotectônicos em sistemas de relevo cuja gênese e evolução responde a uma tectônica pretérita. A presença de falhas herdadas de regimes tectônicos mais antigos definem contextos estruturais favoravelmente mobilizados por ocasião de atividade tectônica mais recente, causando movimentos de blocos e o escalonamento de superfícies geomórficas em função de processos de reativação ou por novas nucleações.

Alguns compartimentos geomorfológicos mostram evidências mais seguras e diversificadas de atividade neotectônica em caráter diferenciado, permitindo constatações em escala local pela ocorrência de capturas fluviais, presença de terraços rochosos, soerguimento de planícies aluviais, deflexão e migração lateral de canais fluviais, alçamento de cabeceiras com complexos de rampa desconectados no nível de base atual, entre outros indícios. Estas evidências sobejam nos terrenos correspondentes a Serra da Mantiqueira e ao Planalto do Alto Rio Grande, compartimentos inseridos pelo Projeto RADAMBRASIL (1983) no *Domínio das Faixas de Dobramentos Remobilizados* e *Domínio dos Remanescentes de Cadeias Dobradas*, respectivamente.

Tal padrão se verifica na bacia do rio Verde, localizada na parte meridional do estado de Minas Gerais (Figura 1) em terrenos pertencentes aos domínios citados, ambos significativamente afetados por tectônica cenozoica francamente ativa. Tal quadro geodinâmico, associado à significativa expressividade regional da bacia hidrográfica em questão, motivou a elaboração de uma compartimentação morfoestrutural para a área da bacia, apresentada no escopo do presente artigo.

A área de estudo

A bacia do rio Verde está posicionada na porção meridional do estado de Minas Gerais (Figura 1), com as cabeceiras posicionadas nas superfícies cimeiras da Serra da Mantiqueira, de onde a rede hidrográfica é dispersa sobre patamares escalonados em forte controle tectônico. Os segmentos médio e baixo da bacia estão posicionados no Planalto

do Alto Rio Grande, com uma pequena porção do baixo curso dissecando o Planalto de Varginha. O rio Verde desenvolve um percurso superficial de aproximadamente 220 km e, juntamente com as sub-bacias tributárias, drena uma área de grandeza regional da ordem de 6.891,5 km². A bacia situa-se entre as coordenadas 21°20' e 22°30' de latitude sul e 44°40' e 45°40' de longitude oeste.

Na bacia do rio Verde ocorrem rochas paleoproterozoicas de alto grau agrupadas na *nappe* Varginha-Guaxupé, apresentando sequências granulíticas e gnáissica-migmatíticas. Ocorrem na baixa bacia na região de Varginha/Eloi Mendes e também na parte alta, perfazendo compartimento específico na Serra da Mantiqueira na região de Cristina na forma de intrusão granulítica designada como bloco Cristina (HACKSPACHER et al. 1991; BRAGA, 2002). Sob a denominação de Complexo Varginha, Malagutti Filho et al. (1996) agrupam estas rochas nos complexos de alto grau metamórfico correspondentes ao Cinturão Granulítico de Alfenas e constituindo um conjunto de ortognaisses afetados por uma série de deformações sobrepostas. Os litotipos mais conspícuos na bacia do rio Verde, no entanto, se referem às supracrustais proterozoicas pertencentes à Megassequência Andrelândia (PACIULLO et al. 2000; HEILBRON et al. 2004). Parte das rochas pertencentes a este conjunto foram designadas por Ebert (1971) como Série Andrelândia e por Trouw et al. (1980) e Trouw (1983) de Grupo Carrancas, nomenclatura posteriormente abandonada em favor de uma correlação entre os grupos São João del Rei, Carrancas e Andrelândia e os grupos Araxá e Canastra (TROUW et al. 1984). Posteriormente estas formações foram designadas segundo sua gênese de deposição em margem passiva na porção meridional do Cráton do São Francisco sob denominação de Ciclo Depositional Andrelândia (ALMEIDA, 1992) ou Bacia Andrelândia (RIBEIRO et al. 1995). Ocorre ainda na alta bacia do Rio Verde o imponente *stock* alcalino cretáceo-paleoceno formado por nefelina-sienitos e álcali-granitos que baliza os maciços de Itatiaia e Passa Quatro, em parte contidos na área de estudo. Os principais litotipos encontrados na área de estudo constam no mapa geológico da figura 2.

A movimentação topográfica se exalta soberbamente na Serra da Mantiqueira, tanto nos terrenos

de rochas alcalinas como nos domínios pré-cambrianos. O relevo assume aspecto montanhoso nas linhas de falha principais do conjunto orográfico, e se desmantela em morros densamente dissecados que compõem os patamares escalonados deste compartimento no contato com o Planalto do Alto Rio Grande, onde o relevo é pronunciadamente convexo e mamelonizado. Tal padrão de formas é interrompido por cristas monoclinais que interceptam a bacia do Rio Verde em orientação NE-SW, e que corresponde à Zona de Cisalhamento de Lambari, prolongamento da Zona de Cisalhamento de Ouro Fino, que tem seus últimos controles setentrionais nos limites municipais de São Thomé das Letras, Cruzília e Luminárias. Estas cristas são dissecadas por drenagem paralela a subparalela que estabelecem afluições em ângulos retos ou tendendo a retilinidade com canais fluviais estruturalmente controlados. Tal esquema faz materializar um padrão de drenagem em treliça de falha a diversificar o predomínio da índole dendrítica a subdendrítica

nos compartimentos de relevo amorreado.

A cobertura vegetal nativa predominante na região é a mata latifoliada semidecídua, típica de regiões submetidas ao clima tropical de altitude, com extensões de floresta ombrófila mista e ombrófila densa nos terrenos mantiqueirenses acima de 1000-1100 metros. Na Serra da Mantiqueira, sucessões fisionômicas de florestas são condicionadas pela elevação topográfica, formando um cinturão que envolve os campos de altitude ou altimontanos. Em ambientes de rochas quartzíticas ocorrem campos rupestres típicos desta litologia em condições variáveis de conservação. A própria mata subsiste de forma mais imperiosa apenas nos domínios montanhosos da Serra da Mantiqueira e outros alinhamentos topográficos do Planalto do Alto Rio Grande. No mais, a paisagem diversifica seus elementos de diferenciação em mosaicos que congregam atividades agropecuárias, urbanas e industriais.

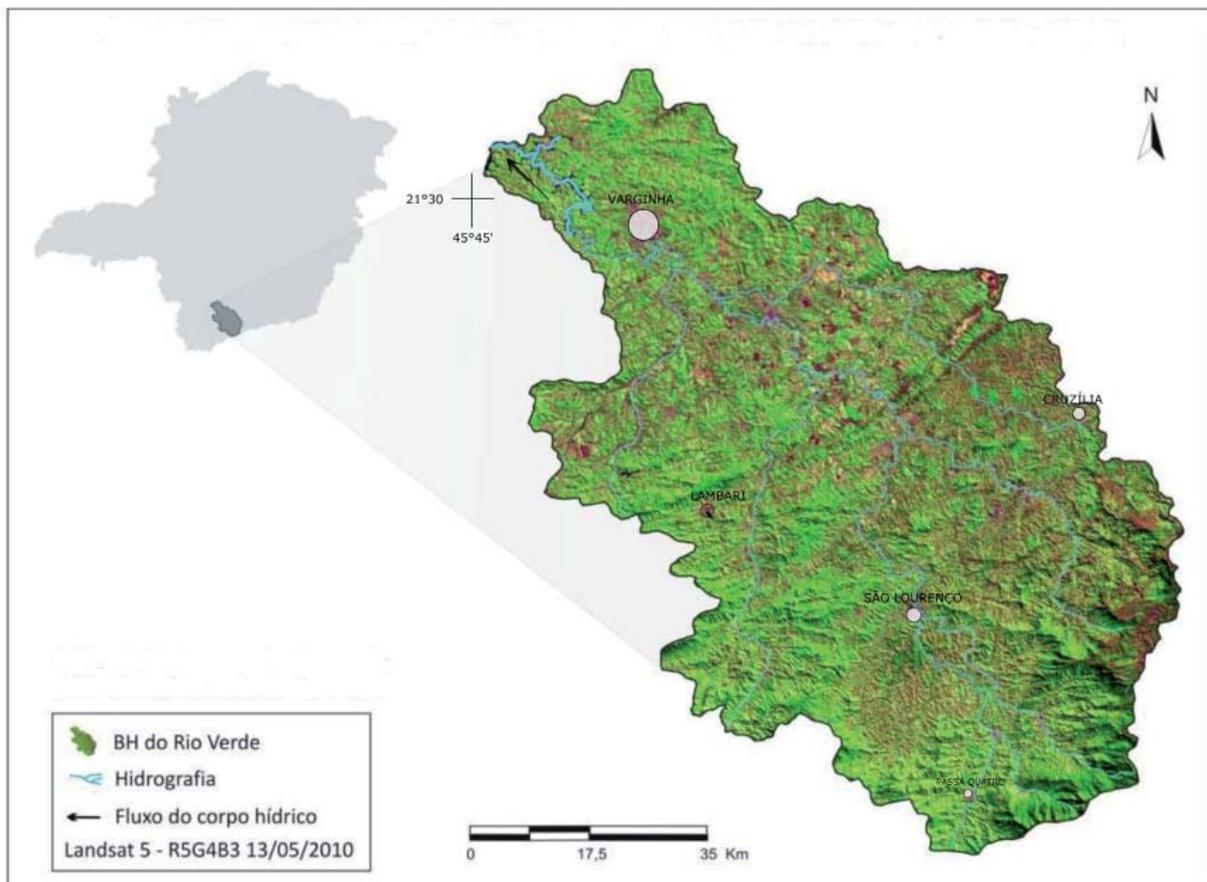


Figura 1 - Localização da bacia do rio Verde no estado de Minas Gerais. Elaboração: R. C. da Cunha

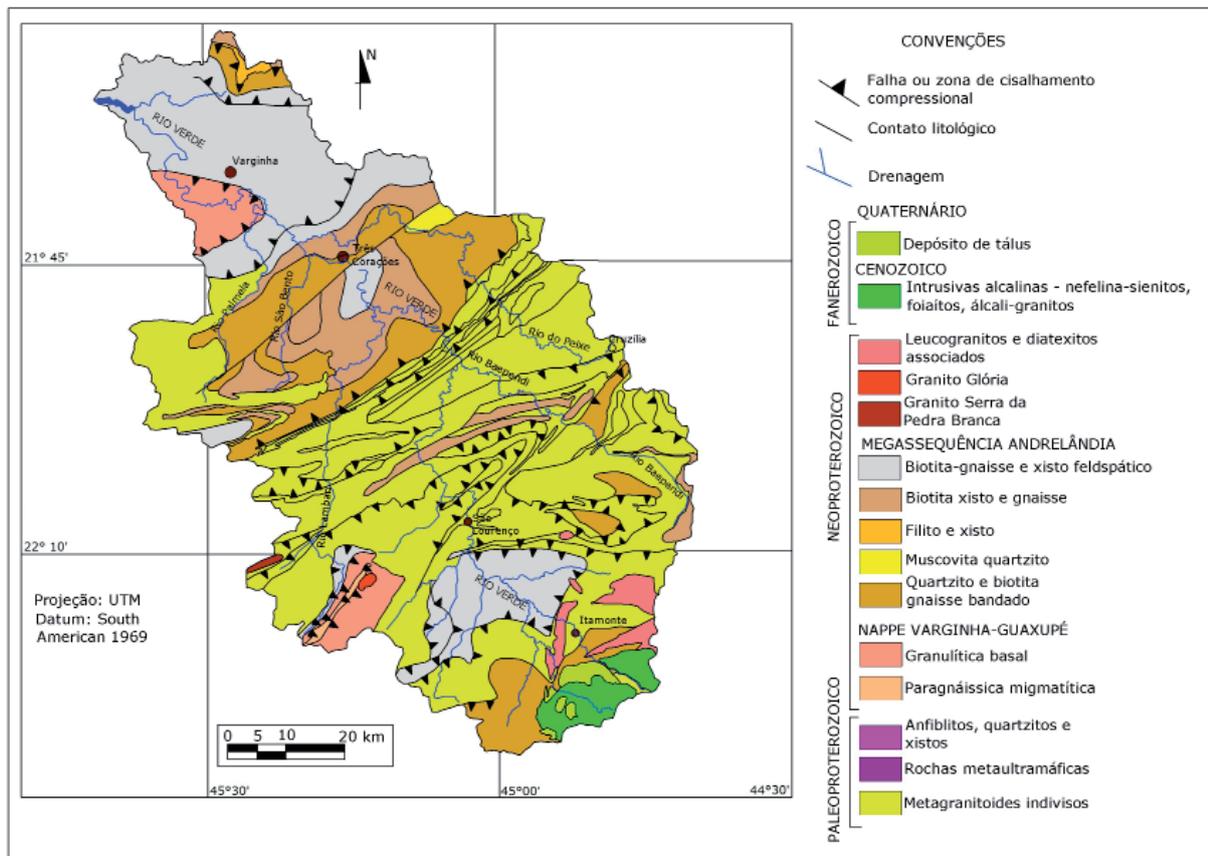


Figura 2 - Mapa geológico da bacia do rio Verde. Adaptado de IGA (2009).

Materiais e métodos

A proposta de compartimentação morfoestrutural da bacia do Rio Verde teve como método a correlação entre a base geológica, os lineamentos estruturais, a rede de drenagem, os compartimentos geomorfológicos existentes na bacia, sendo apresentada em escala de 1/250000. Os diferentes padrões de drenagem, averiguados segundo Summerfield (1991), e as formas de relevo ocorrentes, foram interpretados em associação à constituição litológica e às principais zonas de cisalhamento que ocorrem na área.

A rede hidrográfica local foi digitalizada em software Auto Cad sobre as bases planialtimétricas em escala de 1/250000 (folhas Barbacena, Guaratinguetá, Varginha e Volta Redonda) para posterior sobreposição em imagens de satélite e radar para extração dos principais lineamentos, interpretados por meio dos elementos retilíneos da rede de drenagem e do relevo, em consonância aos procedimentos de Liu (1984). A orientação dos lineamentos foi representada em roseta com

intervalos de angulares de 10°.

A base geológica foi aproveitada do IGA (2009), e se refere a mapa geológico gerado especificamente para a bacia do Rio Verde no seu Plano Diretor de Recursos Hídricos e apresentado na escala de 1/500000. As adequações para a escala trabalhada (1/250000) foram feitas a partir da análise de mapas geológicos do Projeto Sul de Minas (SOARES et al. 2002) em escala de 1/100000 que integra as folhas Caxambu (SF-23-X-C-IV), Pouso Alto (SF-23-Z-A-I), Itajubá (SF-23-Y-B-III) e Varginha (SF-23-V-D-VI), cobrindo parcialmente a área de estudo em maior detalhe. Este procedimento de compilação foi necessário para suprir a ausência de dados litológicos mapeados na escala trabalhada em âmbito regional.

A compartimentação geomorfológica foi determinada sobre a base cartográfica em escala 1:250000, porém com detalhamento em bases cartográficas de maior escala (1/50000), imagens de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) e fotos aéreas em escala 1:10000 e 1:25000, dis-

poníveis para parte da área de estudo. Igualmente foram utilizados produtos de sensores remotos referentes a imageamentos orbitais TM-LANDSAT, bandas 3, 4, 5. No que concerne à elaboração do mapa, utilizou-se o sistema taxonômico proposto por Tricart (1965) e adaptado por Ross (1992), associado à abordagem morfométrica proposta por Ponçano et al. (1981) bem como ao método do projeto RADAMBRASIL (1983), adequados ao mapeamento em escala regional. Tal procedimento redundou na compartimentação referenciada nos *padrões de formas semelhantes*. A primeira conduta voltada para a compartimentação geomorfológica consistiu na divisão das principais unidades de relevo existentes, correspondentes à concepção de unidade morfoescultural (ROSS, op cit), concepção esta teoricamente fundamentada nas formulações de Gerasimov (1963). Os níveis superiores foram base de definição do padrão de cores para a legenda, discernindo-se morfologias denudacionais, representadas em tons de vermelho e alaranjado, e as morfologias agradacionais, representadas em tons de amarelo.

Em seguida, a rotina se ocupou do discernimento dos padrões de formas semelhantes que ocorrem em cada uma das unidades maiores por meio da identificação dos padrões texturais nas imagens de satélite e radar. O estabelecimento da nomenclatura dos modelados de dissecação teve como subsídio os parâmetros estipulados por Ponçano et al. (op cit), que leva em conta os declives predominantes e as amplitudes altimétricas locais. Na presente proposta foram inseridos outros dois parâmetros: o comprimento das vertentes e a frequência de cursos d'água, que fornecem informações sobre diferenças na densidade hidrográfica e nos padrões de dissecação. A quantificação de tais parâmetros foi executada nas folhas topográficas em escala 1/50000, mais adequadas para tais trabalhos em função do maior detalhamento que apresentam. Nessa escala também foram feitas as verificações acerca das formas predominantes dos topos (convexos, planos, aguçados) e das vertentes (convexas, côncavas, retilíneas).

Os valores de ordem morfométrica (declividade, dissecação, frequência de cursos d'água e comprimento de rampa) foram calculados a partir dos polígonos iniciais obtidos pela análise textural

das imagens de satélite e radar, transpostos às folhas topográficas em escala de 1/50000, subsidiando o fechamento definitivo das unidades de mapeamento. Em cada uma delas foram levadas a efeito as medidas possíveis para os parâmetros morfométricos aventados, e as unidades de mapeamento finais foram posteriormente georreferenciados na base de 1/250000, onde foram feitas as correções com o auxílio das imagens de radar e satélite.

As amplitudes locais foram tidas como o grau de dissecação vertical do terreno, medidas pela diferença altimétrica entre os cursos d'água e os divisores pela contagem das curvas de nível. Para cada polígono inicial de mapeamento foram tomados como referência os topos e os fundos de vale para mensuração da profundidade de entalhamento, efetuando-se os cálculos em todos os elementos morfológicos que apresentavam o valor das cotas plotados nas bases planialtimétricas e que estavam contidos nas unidades de mapeamento previamente discernidas nas imagens de satélite. Em seguida, para cada unidade, foram calculados os valores médios de dissecação.

O cálculo da frequência de rios se deu de forma similar ao da densidade hidrográfica (CHRISTOFOLETTI, 1969) substituindo-se a área da bacia pela do sistema de relevo em causa, que foi a base da relação empreendida pela aplicação da seguinte equação 1:

$$Dh = n^{\circ} \text{ de cursos d'água} / \text{área do compartimento} \quad (1)$$

A inclinação do terreno foi estimada em intervalos de classe (em porcentagem), averiguados com o uso de ábaco graduado conforme De Biasi (1992) no intuito de captar os declives predominantes, orientação esta que Florenzano (2008) considera exequível para a escala de trabalho.

O comprimento das vertentes foi mensurado pela medição das linhas preferenciais de escoamento superficial a partir dos topos em relação aos fundos de vale de referência. Sobre as bases cartográficas as linhas de escoamento foram traçadas entre a borda das curvas de nível que se fecham nos topos até a última curva que envolve os cursos d'água e formatam a planície de inundação, enquadrando assim todo o vale em seu comprimento médio.

Os compartimentos geomorfológicos foram sobrepostos às cartas da rede de drenagem, lineamentos estruturais e base geológica, analisando-se a correlação de tais elementos para a proposição da compartimentação morfoestrutural para a bacia do Rio Verde. A representação cartográfica dos compartimentos morfoestruturais foi executada na escala de 1/250000, e reflete a integração das variáveis supracitadas. Os mapas intermediários que subsidiaram a compartimentação não compartilharam do escopo do presente artigo em função de suas dimensões e do espaço demasiadamente amplo que ocupariam, podendo-se visualizar os mesmos em Marques Neto (2012).

A obtenção das unidades mapeadas também demandou controle de campo de forma sistemática. Tal rotina foi fundamental para complementar os procedimentos de interpretação, delimitação e caracterização dos compartimentos morfoestruturais.

Resultados e discussão

As áreas da maior parte dos compartimentos morfoestruturais discernidos extravasam o espaço

interno da bacia, o que faz com que a expressão espacial regional de cada um deles também seja alvo de considerações. A representação cartográfica dos compartimentos é objeto da figura 3.

A verificação da figura denota uma compartimentação fortemente atrelada às orientações NE-SW vinculadas ao rifte continental do sudeste brasileiro, refletindo uma tectônica antiga com parte substancial da drenagem a ela adaptada. A sobreposição da rede de drenagem, no entanto, revela adaptações da malha hidrográfica aos efeitos deformacionais posteriores ao rifte, a exemplo do próprio rio Verde que rompe as cristas monoclinais e se projeta para NW até o reservatório de Furnas. Figuram então orientações em direção geral N-S, E-W e SE-NW vinculadas a uma tectônica cenozoica que atinge o Quaternário e ressalta o caráter ativo do contexto tectônico regional (Figura 4), constatado por evidências que sobejam no relevo e na drenagem, tais como: desalinhamento de cristas; formação de facetas trapezoidais; canais fluviais pronunciadamente retilíneos; assimetria de bacias de drenagem; migração lateral de canais por basculamento de blocos; capturas fluviais;

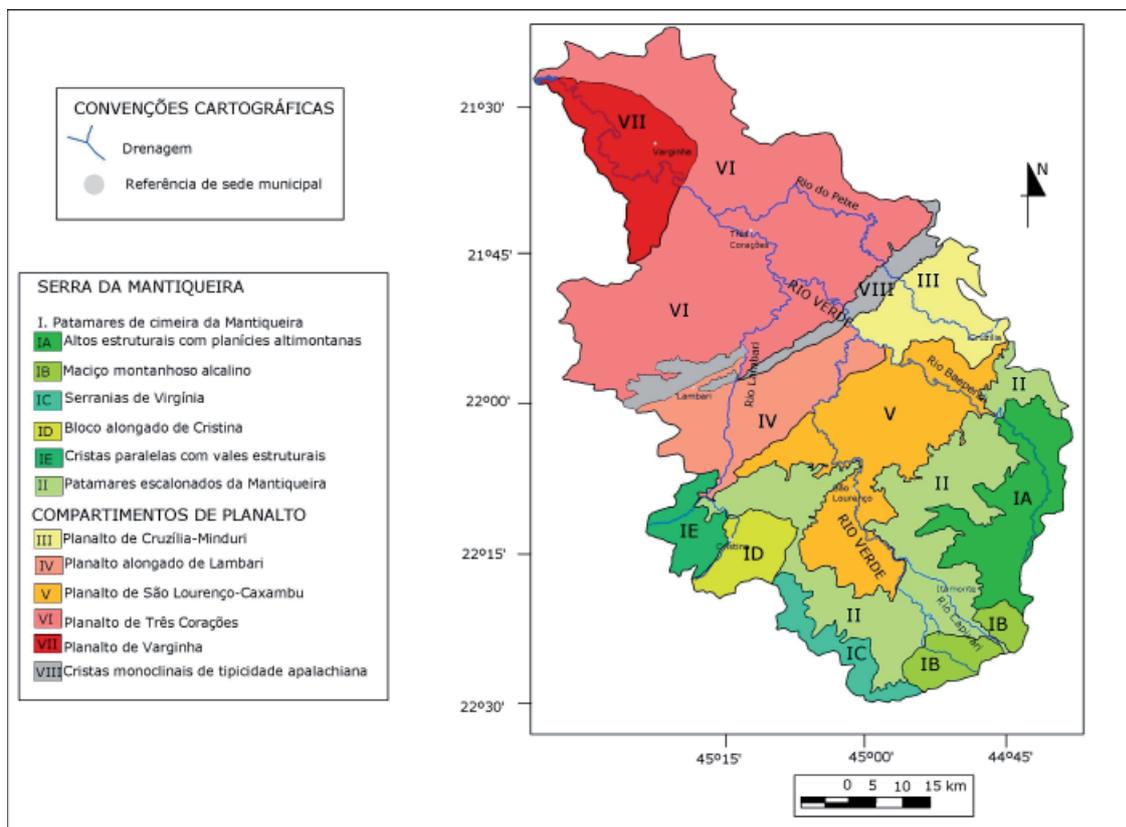


Figura 3 - Compartimentação morfoestrutural da bacia do rio Verde (MG).

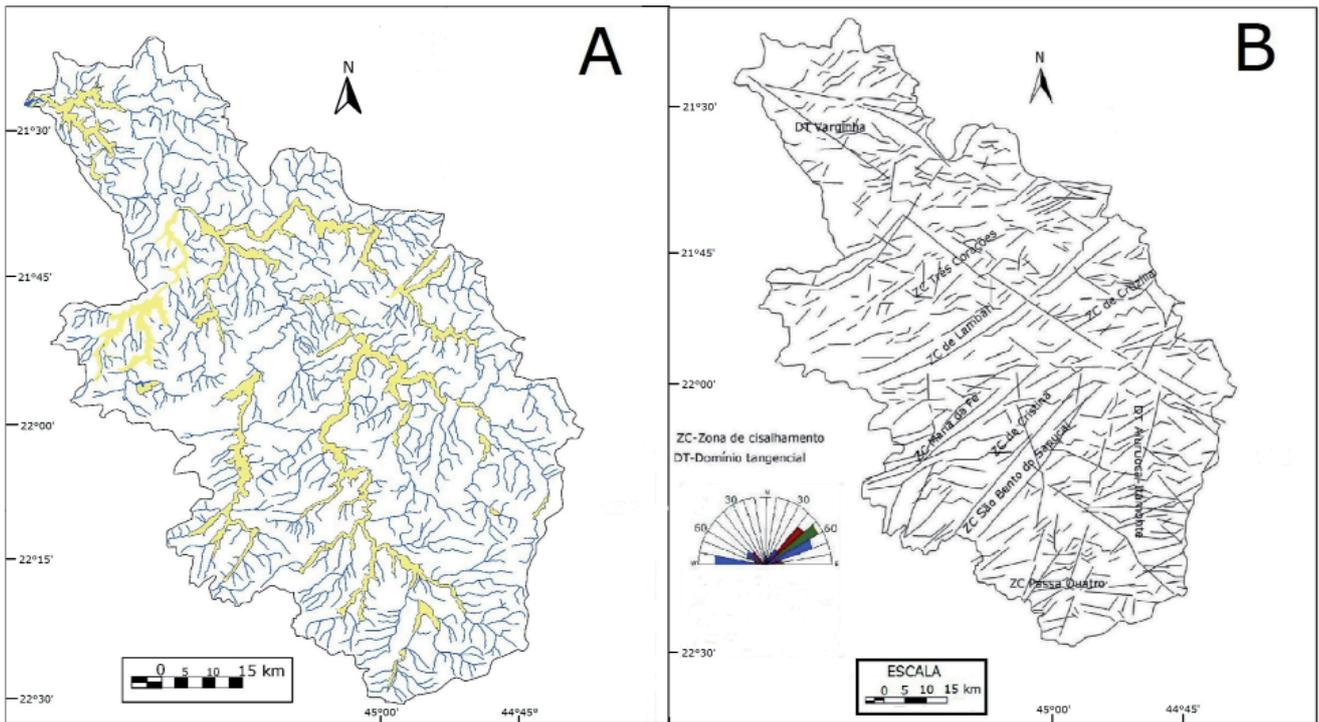


Figura 4 - Rede de drenagem e depósitos aluviais associados (A) e lineamentos estruturais extraídos para a bacia do rio Verde (B).

deflexão de canais; presença de terraços rochosos; soerguimento de planícies de inundação e soerguimento de Gleissolos; ocorrência de vales suspensos desconectados do nível de base atual, entre outras constatações.

Em estudos na Serra da Bocaina, entre os estados de São Paulo e Rio de Janeiro, Gontijo (1999) estipulou a ocorrência de dois pulsos tectônicos principais processados no Cenozoico Superior, um deles de idade plio-pleistocênica associado a um movimento transpressivo de movimentação dextral de direção NE e ENE responsável pela geração e reativação de falhas normais de direção ENE e N-S, e o segundo engendrando a reativação de falhas de direção E-W e a geração de falhas normais de direção NW. Os reafeiçoamentos que tais controles tectônicos provocaram, como o aprofundamento da incisão vertical, capturas fluviais, deflexão de canais, evolução de cabeceiras de drenagem e coluvionamento conspícuo, são amplamente verificados nos terrenos da Serra da Mantiqueira, indicando importantes reflexos dessa tectônica cenozoica recente na área de estudo. Também figuram como fortes indícios desse controle o aspecto escarpado do relevo e as direções dos lineamentos, em grande parte coincidentes com aqueles verificados na Serra do Mar.

Compartimento I: Patamares de cimeira da Mantiqueira

O compartimento em questão corresponde ao domínio dos altos topográficos escarpados da Serra da Mantiqueira que constituem os principais segmentos de relevo formados pela reativação tectônica vinculada ao rifte. Individualiza-se em faixas altimétricas de aproximadamente 1200 metros nas rupturas de declive que dão passagem ao principal alinhamento da Serra da Mantiqueira, sobressaindo-se acima de 2000 metros e atingindo culminância na Pedra da Mina (intrusão alcalina de Passa Quatro) a 2992 metros de altitude (Figuras 1 e 3). Afilia-se ao que Saadi (1991) chamou de *degrau superior*, caracterizando o mesmo como um conjunto de serras alongadas em direção predominante NNE com faces expostas para SE e SW, com marcante basculamento dos blocos tectônicos para NW ou NE.

A orientação principal corresponde à própria linha divisória com a bacia do rio Paraíba do Sul, e se refere à zona de cisalhamento de mesmo nome. As frentes escarpadas (Figura 5A) penetram mais ao interior em deslocamentos engendrados por esforços transcorrentes que conformam importan-

tes zonas de cisalhamento regionais (Maria da Fé, Cristina, São Bento do Sapucaí e Passa Quatro), com alinhamentos predominantemente no sentido NE 40-60°, além do Domínio Tangencial Aiuruoca-Itamonte. No mesmo compartimento se localizam os maciços alcalinos de Passa Quatro e Itatiaia, ambos contidos, em parte, na alta bacia.

As cristas alongadas que caracterizam este conjunto de formas são padronizadas por vertentes íngremes e pronunciado entalhamento vertical, com vales estruturais orientados conforme o sentido das principais linhas de falha (rios Aterrado, Caetés, Capivari, Santo Agostinho, Lambari, etc.), abrigo das seções superiores das sub-bacias mencionadas e também a do próprio Rio Verde, além de outros importantes afluentes, como os rios Itanhandu e Passa Quatro. Deve-se mencionar que outros rios expressivos como o Sapucaí e mesmo o Rio Grande guardam suas nascentes nesse importante compartimento geomorfológico regional, que abrange as morfologias serranas mais contínuas e elevadas dos planaltos de Campos do Jordão e Itatiaia.

Verifica-se alguma heterogeneidade geomorfológica e tectono-estrutural no Compartimento I, e que interferem também na disposição, densidade e padrão da rede de drenagem. Isso porque diferentes litotipos ocorrem neste compartimento, que coleciona litologias pré-cambrianas formadas por granitos, gnaisses, migmatitos, quartzitos, intrusões granulíticas, além de manifestações intrusivas alcalinas cretáceo-paleocenas. Os diferentes processos geológicos definem diferentes orientações estruturais e se fizeram influentes na evolução do relevo que resultou em certa diversidade geomorfológica nos terrenos mais elevados. Dessa forma cabem algumas subdivisões, expostas a seguir.

Subcompartimento IA: Altos Estruturais com Planícies Altimontanas

Este importante conjunto de feições morfoestruturais da Serra da Mantiqueira projeta-se na porção SE da bacia em direção S-N até os municípios de Baependi e Aiuruoca, onde estabelece contato abrupto com o embasamento arqueano perto da área urbana do segundo município mencionado (Figura 3). Corresponde a um importante alinhamento regional, divisor das bacias dos rios Aiuruoca e Verde, e que bem pode ser considerado como parte de um

compartimento maior representado pelas cimeiras da Serra da Mantiqueira, com litologia gnáissico-granítica e migmatitos diversos separados pelos *stocks* alcalinos intrusivos. A Serra do Papagaio ou de Aiuruoca, em específico, encabeça cúpula granítica tardi-tectônica em suas cimeiras, de onde dispersa paralelamente a drenagem que é coletada nos compartimentos encadeantes. Apresenta uma série de vales estruturais altimontanos, alguns com áreas inundáveis de expressiva extensão e continuidade, como o dos rios Santo Agostinho (Baependi) e Aiuruoca, no município homônimo.

Subcompartimento IB: Maciço Montanhoso Alcalino

Está vinculado ao domínio das intrusões alcalinas, onde predominam lineamentos de grande extensão com orientação E-W e NE-SW (principalmente NE 50°) definidos pela drenagem que diseca o setor oeste do batólito, cujo caráter maciço faz diminuir a densidade de lineamentos em relação a outros domínios litológicos na bacia. Acessoriamente ocorrem orientações N-S que correspondem à drenagem que aflui no Rio Capivari em paralelismo bem definido pela margem esquerda. Trata-se de sucessivos degraus em vertentes íngremes e vales encaixados e retilíneos que se sobressaem a formar o compartimento mais elevado do Planalto do Itatiaia e de todo o setor oriental da Plataforma Brasileira (Figura 3).

É amplamente sabido que este compartimento é geologicamente composto, sobretudo, por nefelina-sienitos e foiaítos (Figura 2) que intrudiram a crosta pré-cambriana, conformando uma superfície arqueada com aplainamentos localizados a partir dos quais a drenagem se dispersa em padrão radial e paralelo. Também apresenta planícies altimontanas separadas por soleiras das seções de encosta à montante e jusante.

Subcompartimento IC: Serranias de Virgínia

Projeta-se a NNW do maciço alcalino de Passa Quatro até a passagem da Zona de Cisalhamento São Bento do Sapucaí nas proximidades da área urbana de Dom Viçoso, já no Planalto de Campos do Jordão (Figura 3). Conformam um conjunto de

serras alongadas orientadas para NNE balizadas por migmatitos e gnaisses diversos do Grupo Paraíba do Sul. Apresenta também importante componente W (10-20°). Os litotipos congregados se referem a metagranitoides do Grupo Paraíba do Sul, além de alguns agrupamentos pertencentes à Megassequência Andrelândia. Difere-se assim morfológicamente dos subcompartimentos anteriores pelo padrão de linhas divisórias mais estreitas e paralelas, nem tão contínuas, nem tão elevadas como nos dois compartimentos anteriores, condicionando, conseqüentemente, forte paralelismo aos vales tectonicamente controlados.

A constatação do paralelismo da drenagem é compreensível em diversas escalas. Tanto os principais afluentes do rio Verde (Aterrado, Caeté) descem paralelamente a Mantiqueira, adaptados a zonas de cisalhamento (Maria da Fé e São Bento do Sapucaí, respectivamente), como o fazem seus formadores. Possuem também afluentes alongados em divisores paralelos com retilinidade recorrente ou angularidade fortemente correlacionada com a sinuosidade de algumas linhas divisórias. São alimentados por drenagem também em padrão paralelo que dissecam estas linhas interfluviais. No ribeirão do Rosário, formador do Aterrado, verifica-se típico padrão em treliça de falha que se estende para o município de Maria da Fé transpondo estreitíssimo divisor com a bacia do rio Sapucaí, encontrando-se, inclusive, ocorrência de captura fluvial (ribeirão dos Pintos).

Subcompartimento ID: Bloco Alongado de Cristina

Refere-se a bloco granulítico que se conforma a oeste da Zona de Cisalhamento São Bento do Sapucaí e se estende até ser envolvido pela Zona de Cisalhamento de Maria da Fé (Figura 3). Enfeixa falhas pertencentes à Zona de Cisalhamento de Cristina, que de acordo com Braga (2002) apresenta em sua porção central foliação com mergulho médio superior a 70° nos sentidos SE e NW, ângulo que diminui a nordeste de Cristina, onde os traçados assumem direção WNW-ESE até serem interceptados pela Zona de Cisalhamento de São Bento do Sapucaí. Abriga a nascente de importantes afluentes do Rio Verde, como o Rio Lambari,

exacerbadamente orientado de acordo com as principais feições morfoestruturais. Para SW além da bacia do rio Verde, se alonga para Maria da Fé e Itajubá na bacia do Rio Lourenço Velho.

O compartimento em apreço apresenta forte significado morfotectônico e particularidades geológicas e geomorfológicas. Hackspacher et al. (1991) subdividem o metamorfismo que engendrou a estruturação do compartimento em três fases. A primeira foi caracterizada por metamorfismo de alto grau, seguida de uma fase marcada por cisalhamento transcorrente que deflagrou a paragenese de minerais hidratados (hornblenda e biotita). Por último, o bloco foi submetido a metamorfismo de fácies xisto verde.

Geomorfologicamente este compartimento é formado por divisores mais íngremes e estreitos que aqueles ocorrentes no compartimento anterior, ainda que com altimetrias similares. Menos sinuosos, tais divisores impõem retilinidade aos ângulos de aflüência dos formadores do rio Lambari, além de ângulos agudos verificados quando as confluências se dão em planícies de inundaçãõ. Conseqüentemente, os vales são mais encaixados e retilíneos, a exemplo do próprio rio Lambari em seu alto curso. Tais evidências revelam forte influência desta feição morfoestrutural no padrão de drenagem. Entretanto, tais estruturas estão sendo francamente afetadas por processos morfotectônicos, favorecendo a incisão vertical e o aprofundamento dos vales em falhas reativadas no Neógeno, formando-se alinhamentos retilíneos e profundos em função de pronunciada dissecação vertical. A vigência de uma tectônica ativa de idade neogênica também pode ser endossada pelo rol de evidências morfológicas anteriormente comentadas, ou ainda por dados estruturais reconhecíveis em campo.

Subcompartimento IE: Cristas Paralelas com Vales Estruturais

Juntamente a outros alinhamentos adjacentes de orientação geral NE-SW na região de Conceição da Pedra e Natércia, já na bacia do Sapucaí, representam os últimos controles vinculados ao sistema Mantiqueira em seu ramo interiorano, já festonados pela passagem do rio Sapucaí a prenuciar a abertura de uma área depressionária na região de

Santa Rita do Sapucaí/Pouso Alegre (Figura 3). A principal feição morfoestrutural pertinente à bacia do Rio Verde se refere a Serra da Pedra Branca, poderoso alinhamento gnáissico com lentes quartzíticas que se eleva à ordem de 1847 metros, cujo front NE conforma espelho de falha que estabelece contato tectônico abrupto em forte ruptura positiva de declive com o vale do Rio Lambari a SW de Olímpio Noronha.

Paralelos a leste do alinhamento da Pedra Branca posicionam-se outros alinhamentos altimetricamente mais baixos, mas que se sobressaem acima de 1400 metros separados entre si por vales estruturais que alimentam a bacia do Rio Lambari. São as serras da Boa Vista e da Barra Grande, ambas mantendo fielmente a orientação geral NE-SW.

Compartimento II: Patamares Escalonados da Mantiqueira

O compartimento II configura a porção ocidental da Serra da Mantiqueira e se materializa após a ruptura de declive que separa a escarpa mais elevada posicionada na extremidade oriental. Engloba toda a sua porção interior que se escalone em direção aos contatos tectônicos com os compartimentos planálticos do Sul de Minas em faixa que se estende de Baependi, passando pela região de São Lourenço/Carmo de Minas, até Cristina, na divisa com a bacia hidrográfica do rio Sapucaí. Fica posicionado a oeste das cristas mais elevadas, correspondendo aos seus degraus intermediários e inferiores, conforme pode ser visualizado na figura 3. Não fosse o alto estrutural da Pedra Branca este compartimento atravessaria a bacia do Rio Verde de uma linha divisória a outra em geometria irregular e largura bastante variável.

Ocorrem alinhamentos de orientação predominante E-W e NE-SW, porém em maior densidade e menor extensão e associados a direções NW-SE. Alguns traços mais extensos correspondem ao vale do Rio Capivari e de outros rios importantes, como o Verde e Passa Quatro, que de maneira geral perfaz orientação SE-NW com desvios que fazem o ângulo de orientação variar entre os sentidos NW (30-40°) e NW (50-60°). Tais desvios são dados por falhas transcorrentes que circunstancialmente determinam processos de captura fluvial com formação

de cotovelos (*elbow of capture*), o que repercute em aspecto contorcido no padrão de drenagem em alguns setores.

Conformam-se, no Compartimento II, serras de topos estreitos e subnivelados bastante dissecados em contato com as rochas alcalinas e pré-cambrianas, e que se desmantelam em morros de morfologia convexa nos terrenos onde os rios que nascem nas altas encostas da Mantiqueira passam a desenvolver planícies alveolares mais alargadas e contínuas (Figura 5B). Assim se verifica no baixo curso dos rios Passa Quatro e Capivari, nas proximidades da confluência com o Rio Verde, ou entre Pouso Alto, São Sebastião do Rio Verde e São Lourenço, onde ocorrem padrões de serras mais rebaixadas e morros alinhados geneticamente vinculados à dissecação dos blocos falhados.

Nesses setores as atividades rurais são mais intensivas e os centros urbanos se instalaram aproveitando-se principalmente das planícies aluviais que passam a aparecer de forma mais copiosa, sobretudo nos setores mais alargados que se formam nos principais depocentros locais.

Compartimento III: Planalto de Cruzília-Minduri

Este compartimento também foi reconhecido por Saadi (1991), e se estende da porção noroeste de Baependi não correspondente a Serra da Mantiqueira na margem direita do rio homônimo até as cristas quartzíticas de São Thomé das Letras, abarcando todo o território de Cruzília adstrito à bacia do Rio Verde e se estendendo até a região de Minduri e Carrancas (Figura 3). É dado por alinhamentos orientados predominantemente no sentido NE-SW, conforme as próprias cristas quartzíticas e alinhamentos menores pertencentes à Zona de Cisalhamento de Cruzília. Trata-se de um compartimento mais preservado dos efeitos deformacionais em comparação aos contextos vizinhos, tendo aqui a erosão exercido um aplainamento mais homogêneo, conforme revela a figura 5C. O Compartimento III se rebaixa na região de Minduri e Luminárias em hemi-gráben que dá passagem ao Rio Ingaí, conformando uma superfície geomórfica limitada nos setores E e NW pelas elevações quartzíticas de São Thomé das Letras (serras de São Thomé,

Cantagalo, Sobradinho) e de Minduri-Carrancas (Chapada das Perdizes), além de alinhamentos de menor extensão em Cruzília (Serra da Traituba), já fora da bacia do Rio Verde.

O relevo é padronizado em morros e pequenas colinas em torno de 1000 metros de altitude entre-meadas por divisores locais que se sobressaem na faixa de 970-1270 metros. Embora significativamente convexizadas (Figura 5C), as morfologias do Planalto de Cruzília-Minduri encerram seções de vertente côncavas significativamente atacadas por voçorocas, que se tornam recorrentes a partir de Cruzília em direção norte (Minduri, Carrancas, São João Del Rei, Nazareno) e leste (São Vicente de Minas/ Andrelândia), entre outros municípios.

Compartimento IV: Planalto Alongado de Lambari

Seu aspecto alongado é dado pela influência imposta pela Serra das Águas e outros alinhamentos no sentido NE-SE que controlam a rede de drenagem. A Serra das Águas excede o perímetro da bacia do rio Verde para oeste, na região de Heliadora e Natércia, até se desmontar em morfologias convexas na depressão do Sapucaí para os lados de São Sebastião da Bela Vista e Careçu, no contato tectônico com a Serra do Cervo (Figuras 3 e 5D). Em sua porção norte o Compartimento IV é limitado pelo controle mais meridional das cristas quartzíticas e vai até o contato litológico entre as rochas dos complexos Lambari e Barbacena, na passagem para o Planalto de Cruzília-Minduri. Aparece nas quadrículas da extremidade NE da Folha Guaratinguetá e extremos SE da Folha Varginha.

O Planalto Alongado de Lambari constitui um feixe de alinhamentos de direção NE-SW limitados pelas serras das Águas e da Pedra Branca que converge para a calha do Rio Verde no ponto em que este dissecas as cristas quartzíticas. Configura-se assim um bloco elevado de aspecto alongado que projeta uma cunha na passagem do Rio Verde, com rebaixamento do relevo no imbricamento de falhas até o fechamento da mencionada cunha. Geomorfologicamente os alinhamentos se expressam por um conjunto de serras de orientação geral NE-SW (serras de Santa Rita, Santa Catarina e das Águas)

que se sobressaem acima de 1500 metros de altitude e que envolve uma topografia amorreada a colinosa interrompida por alto estrutural na parte central entre Olímpio Noronha e Conceição do Rio Verde, representado pelas serras do Sertãozinho e dos Criminosos (Figura 5D). Associam-se aos lineamentos principais estruturas de orientação E-W e NW-SE.

Compartimento V – Planalto de São Lourenço-Caxambu

Alguns condicionantes foram determinantes na individualização do presente compartimento, encravado em parte central da bacia (Figura 3) e que, de certa forma, guarda características de compartimentos adjacentes. Foi mapeado a partir da extremidade leste do município de Carmo de Minas, apresentando geometria irregular que margeia a Serra da Soledade Velha, última feição relacionável ao sistema Mantiqueira, e se alonga em direção sul até Dom Viçoso. No sentido NE espalha-se, a partir de São Lourenço, no sentido norte-nordeste por Soledade de Minas e Caxambu, até a calha do Rio Baependi.

Litologicamente a região é marcada pela ocorrência de granada-biotita-gnaisses com grande tipicidade em São Lourenço e Carmo de Minas que, embora agrupados na Megassequência Andrelândia, foram considerados por Ebert (1971) em uma transição entre o (Grupo) Andrelândia e as litologias mais antigas de idade paleoproterozoica (Figura 2). É enfeixado por estruturas NE-SW pertencentes à Zona de Cisalhamento de Caxambu, descrita por Trouw et al. (2007). As estruturas que seguem tal orientação se caracterizam por alinhamentos dissecados em morros convexas e alinhados, e alguns residuais isolados (mas mantenedores do alinhamento) como o morro de Caxambu. Rente a algumas extensões alinhadas desenvolvem-se planícies de inundação consideravelmente expressivas, como a do ribeirão da Palma e do rio do Machado.

Ao sul de São Lourenço, pelos municípios de Carmo de Minas e Dom Viçoso se invoca também uma topografia amorreada subalinhada separando drenagem paralela tributária da margem direita do Rio Verde. Nos limites com o Planalto de

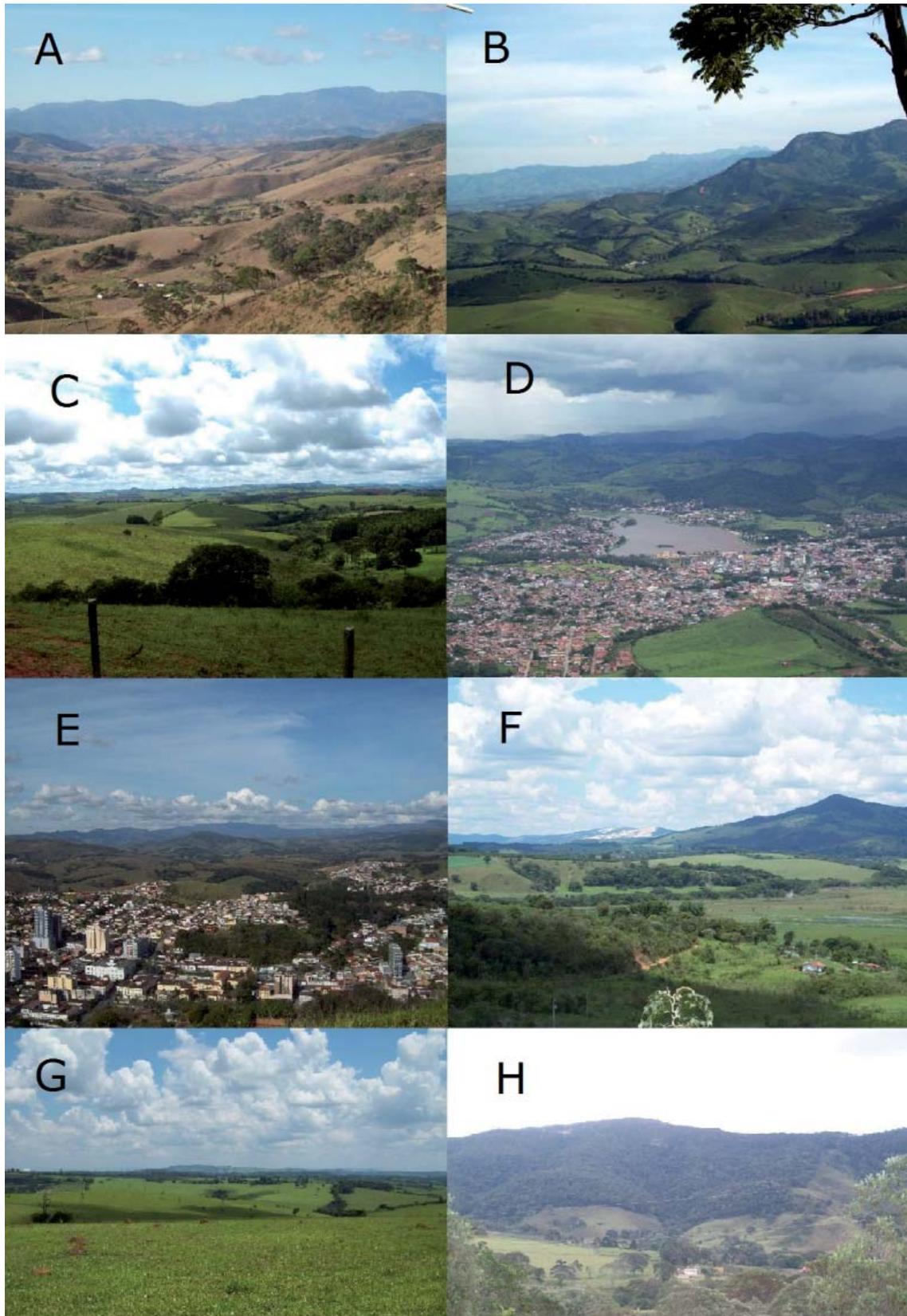


Figura 5 - Aspecto geral da paisagem e formas de relevo predominantes nos compartimentos morfoestruturais discernidos para a bacia do Rio Verde: A) Compartimento I; B) Compartimento II; C) Compartimento III; D) Compartimento IV; E) Compartimento V; F) Compartimento VI; G) Compartimento VII; H) Compartimento VIII.

Cruzília-Minduri verifica-se certa moderação da movimentação topográfica e rebaixamento interfluvial em torno de 950 metros com atenuação do entalhe vertical.

No Compartimento V não se formam serras contínuas, características do Planalto Alongado de Lambari, cujo substrato geológico também é distinto, com reflexos no relevo. Tampouco apresentam uma topografia francamente mais suave, com conspicuidade colinosa, que se apresenta no Planalto de Cruzília-Minduri. O que avulta são morros proeminentes residuais de alinhamentos contínuos e ondulações mais baixas, porém tipicamente caracterizados por vertentes curtas mais declivosas, definindo um padrão em morros emoldurados predominantemente em granada-biotita-gnaisses, com alguns setores de quartzitos e biotita-xistos (Figura 5E).

Compartimento VI – Planalto de Três Corações

É padronizado por morros de encostas suavizadas e relevo colinoso pelas duas margens do Rio Verde, com limite sul dado pelas cristas quartzíticas, sendo delimitado ao norte nos terrenos de alto grau do Complexo Varginha (*nappe* Varginha-Guaxupé), conforme figuras 3 e 5F. Está fortemente condicionado à Zona de Cisalhamento de Três Corações até os arredores de São Bento Abade. A partir das cristas, que se elevam próximas a 1500 metros acima do nível do mar em São Thomé das Letras, a altitude decai em direção ao vale do rio do Peixe e do rio Verde. Alguns altos residuais se sobressaem acima de 1100 metros em meio à topografia ondulada cujos topos estão sempre abaixo de 1000 metros. Estes altos estruturais cofiguram expressões morfológicas em sentido NE-SW interceptadas por lineamentos de sentido NNW em sua maior parte correspondentes a afluentes da margem direita do rio Verde.

Transpostas as serras quartzíticas é um relevo mais monótono para os padrões regionais que se encerra na região de Conceição do Rio Verde e Três Corações, embasado principalmente por biotita-gnaisses (Figura 2 e 5F). Em São Thomé das Letras os terrenos a oeste das cristas também são mais fracamente dissecados e a paisagem é marcada por ondulação mais suave do que ocorre a leste no

Planalto de Cruzília-Minduri. O mesmo padrão se verifica na margem esquerda do Rio Verde na região de Campanha a NW da Serra das Águas, que impõe seus limites nesse setor, onde o relevo é amorreado a colinoso com vertentes convexas a retilíneas.

Trata-se do compartimento onde distintamente a pedogênese latossólica é mais expressiva na bacia do rio Verde, formando-se espessos mantos latossolizados a partir de Conceição do Rio Verde e Cambuquira em direção a Campanha e Três Corações, seja revestindo relevo colinoso, bem como na forma de acumulações nas seções mais baixas das vertentes de morros alinhados.

Compartimento VII – Planalto rebaixado de Varginha

Em âmbito regional, o Compartimento VII se estende até a região de Alfenas margeando a Represa de Furnas e se interdigitando aos setores depressionários que aparecem na bacia do rio Sapucaí (Figura 3). Na bacia do rio Verde materializa-se na passagem para as rochas de alto grau pertencentes à *nappe* Varginha-Guaxupé em contato tectônico bem marcado por falha, trecho no qual o rio Verde encaixa-se a suprimir sua planície de inundação e sofrer desvio abrupto em adaptação a estes terrenos; logo à jusante começam a aparecer ilhas formadas pela emergência de sedimentos, algumas de porte considerável. Os lineamentos sofrem vergência para NW, se limitando a norte com estruturas de orientação NE-SW e uma incipiente conspicuidade das faixas E-W já em resposta a interferência exercida pelo Cinturão de Cisalhamento Campo do Meio, a partir de Três Pontas, nos contatos com o Compartimento VI. Espraia-se para oeste até a região de Alfenas margeando os terrenos depressionários que circundam a represa de Furnas naquele setor.

A morfologia convexa na região de Varginha manifesta-se em morros e colinas, intercalando unidades menores que comportam solos mais rasos com morfologias mais amplas e com declives mais suavizados submetidas à pedogênese latossólica (Figura 5G). As cotas se rebaixam aquém de 900 metros em caráter recorrente e além da calha do Rio Verde, onde os topos estão rebaixados mesmo ao compartimento VI, altimetricamente mais elevado

em relação a este.

Compartimento VIII – Cristas monoclinais

Embora Saadi (1991) tenha reconhecido a importância morfoestrutural das cristas monoclinais, essencialmente as feições quartzíticas do Planalto do Alto Rio Grande, tais morfologias não foram adequadas a um compartimento específico pelo autor. A presente proposta classificatória reconhece individualidade a essas feições em função de suas peculiaridades morfológicas e estruturais.

Constituem importantes divisores regionais que separam os planaltos que bordejam a Serra da Mantiqueira do Planalto de Três Corações, truncando esses compartimentos em orientação geral NE-SW em altitudes que ultrapassam 1500 metros (Figura 3). Configuram a expressão geomorfológica de falhas de empurrão pré-cambrianas submetidas a sucessivas reativações. De São Thomé das Letras a Lambari estende-se faixa quartzítica que se estreita abruptamente em Conceição do Rio Verde na interceptação de falha em sentido NW-SE. A partir de Lambari avulta em mesma orientação a Serra das Águas, litologicamente composta por biotita-gnaisses.

As cristas monoclinais apresentam-se paralelas entre si, forçando o confinamento de vales estruturais adaptados a orientação de tais conjuntos orográficos, vales estes que se encontram geralmente escavados em rochas mais tenras, fundamentalmente micaxistos. Fica assim estabelecido um conjunto de formas de tipicidade apalachiana padronizado por uma sucessão de cristas e vales dada por efeito tectônico e por resistência desigual da rocha, associando o controle tectônico ativo e a erosão diferencial na evolução do modelado (Figura 5H). Drenagem superimposta, como aquelas referentes aos rios Verde, Lambari e do Peixe, abrem gargantas e festonam os alinhamentos.

As paisagens que se encerram nos compartimentos morfoestruturais discernidos e mapeados podem ser parcialmente reconhecidas pela figura 5, onde algumas diferenciações elementares são passíveis de visualização e reconhecimento. Na figura 5A fica ressaltado o contato tectônico entre o Compartimento I (Patamares de Cimeira da Mantiqueira) e o Compartimento II (Patamares

Escalonados da Mantiqueira) pelo contraste entre um alinhamento topográfico pertencente ao degrau superior e os morros subniveados que se escalonam em direção ao Planalto do Alto Rio Grande, escalonamento este que pode ser também visualizado na figura 5B. A figura 5C é fortemente representativa da paisagem que se consubstancia no Planalto de Cruzília-Minduri, compartimento no qual a erosão nivelou o relevo mais uniformemente. O Planalto Alongado de Lambari (Figura 5D) é representado a partir de uma visada regional tendo em primeiro plano a sede do município homônimo seguida de um conjunto de morros e serras alongadas de orientação geral NE-SW. A figura 5E assinala a topografia de morros predominantemente emoldurados em biotita-gnaisses do Planalto de São Lourenço-Caxambu (área urbana de Caxambu em destaque), ao passo que a figura 5F demonstra o relevo colinoso do Planalto de Três Corações, interrompido pela passagem das cristas monoclinais aproveitadas para extração de quartzo em São Thomé das Letras. Um ambiente mais rebaixado e aplainado marcando importante nível de base regional, próximo à Represa de Furnas, corresponde ao Planalto Rebaixado de Varginha, o qual também pode ser visualizado na figura 5G. Por fim, a figura 5H retrata o front da Serra de São Tomé, que juntamente com a Serra das Águas representa as superfícies mais elevadas entre o conjunto de serras que compõem o Compartimento VIII (Cristas Monoclinais).

Considerações finais

A proposta de compartimentação morfoestrutural reflete de forma contundente, conforme frisado, a influência de estruturas antigas herdadas do rifte continental do sudeste do Brasil. Sobressaem-se grandes alinhamentos topográficos correspondentes a linhas de falha orientadas segundo as direções principais das falhas pré-cambrianas reativadas, impondo, em certa medida, tais orientações para os compartimentos morfoestruturais, alguns pronunciadamente alongados no sentido NE-SW, como as Cristas Monoclinais, o Planalto Alongado de Lambari, o Planalto de Cruzília-Minduri, e mesmo alguns compartimentos da Serra da Mantiqueira, cuja direção muda abruptamente da orientação

NE-SW para NW-SE na extremidade meridional da bacia do Rio Verde. Dessa forma, a influência dos lineamentos na delimitação dos compartimentos morfoestruturais é bastante significativa. Também o relevo se compartimenta em conjuntos de formas semelhantes mais ou menos alinhadas nessas orientações gerais. Tal padrão se descaracteriza na porção NW da bacia após a passagem das cristas monoclinais, onde o controle tectônico exerce menor influência e o rebaixamento do relevo é mais uniforme, formando-se modelados mais aplainados e de declives mais suaves circunstancialmente interrompidos por restritas serras residuais.

Uma série de evidências morfológicas e estruturais sinaliza a presença de uma tectônica ativa cenozoica (neotectônica) na região, que foi alvo de discussão em outras oportunidades (MARQUES NETO, 2012). Embora tais evidências sejam conspícuas no relevo e na drenagem e exerça interferência na compartimentação geomorfológica, sobretudo em escalas grandes, os compartimentos morfoestruturais refletem fortemente as estruturas mais antigas, de orientação geral NE-SW. Tais estruturas imprimem reflexos significativos no relevo, conformando alinhamentos serranos e morros paralelos com canais adaptados, além de coincidências eloquentes entre os compartimentos e a litologia, a exemplo das cristas monoclinais quartzíticas do Planalto do Alto Rio Grande. As formas de relevo, em estreita consonância aos lineamentos e à base geológica é que foram os parâmetros determinantes na delimitação dos compartimentos. Sobre estas tipicidades morfoestruturais é que se sobrepõem os efeitos morfotectônicos, delineando-se um contexto onde as feições morfoestruturais encontram-se tectonicamente deformadas e em processos deformacionais.

O aprofundamento do entendimento integrado acerca do jogo de influências morfoestruturais e morfotectônicas, da maneira que se interseccionam na bacia do rio Verde, deve ser colocado na agenda de investigações regionais pautadas no âmbito das geociências, no intuito de uma melhor compreensão das formas e intensidades que as estruturas mais antigas são afetadas pelos esforços deformacionais neotectônicos, fomentando assim a integração de estudos de cunho geomorfológico, estrutural, estratigráfico, sedimentológico e geocronológico.

Referências

- ALMEIDA, J. C. H. **Mapeamento Geológico da Folha Luminárias (MG 1/50000) com Ênfase na Análise Estrutural dos Metassedimentos do Ciclo Depositional Andrelândia**. 1992. 102f. Dissertação (Mestrado em Geologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1992.
- BRAGA, I. F. **Análise de deformação de rochas infracrustais da região de Cristina e Itajubá – MG**. Rio Claro, 2002, 197p. Tese (doutorado em Geociências), Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas.
- CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Notícia Geomorfológica**. Campinas, v. 9, n. 18, 1969.
- DE BIASI, Mario. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 6, p. 45-60, 1992.
- EBERT, H. **Aspectos da Geologia de São João Del Rey – Os Paraibides entre São João Del Rey e a Bifurcação entre Paraibides e Araxáides**. Rio Claro: UNESP, 1971, 37p.
- FLORENZANO, T. G. Cartografia. In: FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 105-128
- GERASIMOV, J. **Problemas metodológicos de la ecologización de la ciência contemporânea. La sociedad y el medio natural**. Moscou: Progreso, 1963.
- GONTIJO, A. H. F. **Morfotectônica do médio vale do Rio Paraíba do Sul: região da Serra da Bocaina, estados de São Paulo e Rio de Janeiro**. 1999, 259p. Tese (Doutorado em Geologia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 1999.
- HACKSPACHER, P. C.; OLIVEIRA, M. A. F; HASUI, Y; EBERT, H. D. Bloco granulítico de Cristina (MG), exemplo de alçamento crustal síncrono ao Sistema de Cisalhamento Monte Sião/Jundiuvira. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 3, 1991, Rio Claro. **Boletim...** Rio Claro: UNESP/SBG, 1991. p. 547.

- HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; CAMPOS NETO, M. C.; SILVA, L. C.; TROUW, R. A. J.; JANASI, V. A. Província Mantiqueira. In: MANTESSO NETO, V. et al. (Org.) **Geologia do continente Sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. 647p.
- INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Plano Diretor de recursos hídricos da bacia do Rio Verde – Relatório Parcial**. Diagnóstico. v. 1 e 2, 2009, 371p.
- LIU, C. C. **Análise estrutural de lineamentos em imagens de sensoriamento remoto: aplicações ao estado do Rio de Janeiro**. São Paulo, 1984. Tese (Doutorado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- MALAGUTTI FILHO, W.; EBERT, Hanz Dirk; HASUI, Yociteru. HARALYI, N. L. E.; HACSPACHER, Peter C.; STURARO, J. R.; SOUZA, C. A.; ALMEIDA, S. H. S. Gravimetria e compartimentação crustal do Sul de Minas Gerais. **Geociências**, São Paulo, v. 15, n. esp., p. 199-217, 1996.
- MARQUES NETO, R. **Estudo evolutivo do sistema morfoclimático e morfotectônico da bacia do Rio Verde (MG), sudeste do Brasil**. 2012, 429p. Tese (Doutorado em Geografia), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2012.
- MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Projeto Radambrasil. Folha SF-23 – Vitória/Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1983.
- PACIULLO, F. V. P.; RIBEIRO, A.; ANDREIS, R. R.; TROUW, R. A. J. The Andrelândia basin, a neoproterozoic intraplate continental margin, southern Brasília Belt, Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, p. 200-202, 2000.
- PONÇANO, W. L.; CARNEIRO, C. D. R.; BISTRICHI, C. A.; ALMEIDA, F. F. M.; PRANDINI, F. L. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. Vol. 1. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Minas e Geologia Aplicada, 1981. 94p.
- RIBEIRO, A.; TROUW, R. A. J.; ANDREIS, R. R.; PACIULLO, F. V. P.; VALENÇA, J. C. Evolução das bacias proterozóicas e o termo-tectonismo brasileiro na margem sul do Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo, v. 25, n. 4, p. 235-248, 1995.
- RICCOMINI, C. **O rift continental do sudeste do Brasil**. São Paulo, 1989. 256p. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- ROSS, J. L. S. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevô. **Revista do Departamento de Geografia**. FFLCH-USP. n. 6. São Paulo, 1992.
- SAADI, A. **Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais: tensões intraplaca, descontinuidades crustais e morfogênese**. Belo Horizonte, 1991. 285p. Tese (Professor Titular), Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais.
- SAADI, A. Neotectônica da Plataforma Brasileira: esboço e interpretações preliminares. **Geonomos**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 1993.
- SOARES, A. C. P.; NOCE, C. M.; TROUW, R. A. J.; HEILBRON, M. Projeto Sul de Minas. COMIG-UFMG-UFRJ-UERJ. Folhas Pouso Alto, Caxambu, Itajubá e Varginha, 2002.
- SUMMERFIELD, M. A. **Global Geomorphology**. New York: John Wiley & Sons, 1991. 537p.
- TRICART, J. **Principés et méthodes de la Geomorphologie**. Paris: Masson, 1965.
- TROUW, R. A. J. Novos Dados sobre os Grupos São João Del Rey, Carrancas e Andrelândia. IN: **II SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS**. (Anais) Belo Horizonte, 1983. P. 467-477
- TROUW, R. A. J.; RIBEIRO, A.; PACIULLO, F. V. P. Evolução Estrutural e Metamórfica de uma Área a Sudeste de Lavras-Minas Gerais. IN: **XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**. (Anais). Vol. 5. Santa Catarina, 1980. p. 2773-2784.
- TROUW, R. A. J.; RIBEIRO, A.; PACIULLO, F. V. P.; HEILBRON, M. L. Os grupos São João Del Rei, Carrancas e Andrelândia interpretados como a continuação dos grupos Araxá e Canastra. In: **XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**. **Anais...** Rio de Janeiro, p. 3227-3237, 1984.

TROUW, C. C.; MEDEIROS, F. F. F.; TROUW, R. A. J. Evolução tectônica da Zona de Cisalhamento Caxambu, MG. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 767-776, 2007.