

PADRÕES E DIREÇÕES DE DRENAGEM NA BACIA DO RIO SAPUCAÍ - SUL DE MINAS GERAIS

Antônio Pereira Magalhães Jr. (*)

Ângela Andréa Diniz (**)

INTRODUÇÃO

A região sul do estado de Minas Gerais reveste-se de grande importância no contexto geomorfológico nacional. Limitada a norte pelo Cráton do São Francisco e a leste pela imponente Serra da Mantiqueira, sua atual configuração morfoestrutural resulta de um passado marcado fortemente pelos reflexos do Ciclo Brasileiro (Cambriano - Siluriano) e do Ciclo Sul Atlântico (Cenozóico), sendo reconhecida a relativa instabilidade estrutural regional inclusive no Quaternário. As influências dos eventos neotectônicos são prontamente sentidos na compartimentação morfológica, na qual destaca-se a citada Serra da Mantiqueira como unidade cimeira.

Na reconstituição deste passado marcado por eventos deposicionais e denudacionais, logicamente, controlados pelo quadro tectônico, o conhecimento da atual configuração da rede hidrográfica merece destaque, e neste caso, a bacia do rio Sapucaí adquire "status" por abranger quase todo o sul do estado, e por consequência, concentrar eficientes registros das influências morfoestruturais regionais. Neste trabalho, visou-se a análise da configuração e organização espacial da rede de drenagem da bacia do rio Sapucaí, baseando-se na análise dos padrões da rede fluvial, e das direções de drenagem ao longo das sub bacias principais, considerando-se que estes aspectos certamente refletem o condicionamento do substrato geológico e das condições climáticas regionais. Desta maneira, pôde-se analisar o conjunto das informações e suas possíveis "anomalias", tentando-se explicá-las dentro do possível.

METODOLOGIA BÁSICA

O estudo dos dados baseou-se na análise de cartas geológicas (escala 1:250.000), topográficas (1:50.000) e imagens de satélite LANDSAT TM Banda 5 (1:100.000). Enquanto as cartas geológicas permitiram a análise do quadro litológico e estrutural regional, as imagens de satélite forneceram o conhecimento da configuração morfológica da bacia e fisiografia da rede de drenagem, com os respectivos traços denunciadores de controle estrutural. Já as cartas topográficas foram utilizadas na análise dos padrões e direções de drenagem.

Foram analisadas as direções de todos os segmentos dos canais fluviais, em separado para cada ordem de todas as sete sub bacias estudadas, quais sejam: Cervo, Dourado, Lourenço Velho, Mandu, Sapucaí Mirim, Turvo e Vargem Grande. A ordenação dos canais pelo método de Strahler, foi realizada em função da escala abordada, escolhida de acordo com a extensão da bacia e dos próprios objetivos do trabalho. O tratamento dos dados foi realizado com o auxílio do programa Stereo, que permitiu a construção de rosetas direcionais para as respectivas ordens. No âmbito da morfometria da drenagem, os dados foram também analisados por sub bacias, englobando os aspectos da área, densidade de drenagem, densidade de rios e comprimento dos rios principais.

Em relação ao arranjo espacial da drenagem, foi analisado detalhadamente o padrão de drenagem das sub bacias, baseando-se na proposta de Hewlett (1967 in Christofolletti, 1981), tentando-se identificar e explicar possíveis "anomalias" que fugissem do conhecido padrão geral dendrítico da região. Dados como cortes epigênicos e trechos fluviais propícios a alagamento e formação de pântanos complementaram os resultados, que vêm auxiliar a compreensão da evolução morfodinâmica da região, principalmente quanto à dinâmica fluvial cenozóica.

A BACIA DO RIO SAPUCAÍ - QUADRO FISIOGRAFICO

O rio Sapucaí abrange a maior parte da região sul do estado de Minas Gerais e constitui-se em um dos principais cursos d'água de Minas Gerais, com uma bacia hidrográfica, cuja área drenada aproxima-se dos 5.600 km². Como região de grande importância sócio econômica e em franco processo de industrialização, abrange municípios pólo como Pouso Alegre, Varginha, Três Corações, Itajubá e Santa Rita do Sapucaí. Seus principais afluentes, responsáveis pelas sub bacias estudadas, são os rios do Cervo (porção NW da bacia), Dourado (N), Lourenço Velho (NE), Mandu (NW), Sapucaí Mirim (S), Turvo (NE) e Vargem Grande (SE). (figura 1).

A bacia está compreendida no domínio do Escudo Brasileiro, marcado pelas rochas pré cambrianas do embasamento cristalino, principalmente granitos, gnaisses e migmatitos. Estas rochas subdividem-se em

(*) Prof. Assistente Deptº de Geografia - IGC/ UFMG

(**) Graduada em Geografia - IGC/UFMG

diversos grupos geológicos, como demonstrado no quadro a seguir.

SUB BACIA	UNIDADE GEOLÓGICA	LITOLOGIA
CERVO	COMPL. VARGINHA (pEbv/grp) COMPL. ITAPIRA (pEbi/gmnb) COMPL. SÃO JOÃO DEL' REI	GRANITOS E BIOTITA GNAISSES GNAISSES METAMORFITOS GNÁISSICOS
DOURADO	COMPL. VARGINHA (pEbv/Mb) COMPL. AMPARO (pEbap/gnM)	MIGMATITOS GNAISSES MIGMATÍTICOS E MIGMATITOS
LOURENÇO VELHO	COMPL. PIQUETE COMPL. ANDRELÂNDIA COMPL. PARAISÓPOLIS	BIOTITA GNAISSES, MÁRMORES DOLOMÍTICOS, QUARTZITOS E MIGMATITOS PFTÁLMICOS MIGMATITOS MIGMATITOS E BIOTITA GNAISSES
MANDU	COMPL. ITAPIRA COMPL. AMPARO COMPL. SOCORRO	GNAISSES MIGMATITOS, GRANADA, BIOTITA GNAISSES GRANULITOS, GRANBLASTITOS E MIGMATITOS
SAPUCAÍ MIRIM	COMPL. PIQUETE COMPL. PARAISÓPOLIS COMPL. SOCORRO	BIOTITA GNAISSES, MÁRMORES DOLOMÍTICOS, QUARTZITOS E MIGMATITOS OFTÁLMICOS MIGMATITOS E BIOTITA GNAISSES GRANULITOS, GRANBLASTITOS E MIGMATITOS
TURVO	COMPL. AMPARO COMPL. ITAPIRA	MIGMATITOS, GRANADA E BIOTITA GNAISSES GNAISSES
VARGEM GRANDE	COMPL. PARAISÓPOLIS	MIGMATITOS E BIOTITA GNAISSES

Figura 1: As bacias e sua geologia

Fonte: Cavalcante, et alii (1979)

A região insere-se na Província Mantiqueira (Almeida et alii, 1981), apresentando extensas zonas de cisalhamento responsáveis por numerosos falhamentos, principalmente compressivos transcorrentes e inversos de direções NNE-SSW e ENE-WSW. Destaca-se a "Zona Rúptil Carandá Mogui Guaçu" (Wernick et alii, 1981), também conhecida como Zona do Cisalhamento Ouro Fino (Hassui et alii, 1980).

O sul do estado apresenta a Serra da Mantiqueira como unidade morfológica cimeira, verificando-se ainda uma sucessão de planaltos, denominados como planaltos do sul de Minas (IBGE, 1977), que encontram-se escalonados em "degraus" e basculados para NW. Além dos referidos escalonamentos e basculamento do relevo, as zonas de cisalhamento também condicionaram o "fatiamento" do relevo em diversas cristas de direção principal ENE-NE,

principalmente no Degrau Intermediário (Saadi, 1991).

A importância dos estudos sobre as relações entre o substrato geológico e a rede de drenagem é demonstrada pelos trabalhos geológicos (Cavalcante et alii, 1979; Hassui et alii, 1980; Wernick et alii, 1981) e geomorfológicos (Saadi, 1991; Magalhães Jr. e Trindade, 1996; 1997 a e b) cujos resultados evidenciam o elevado controle estrutural da morfodinâmica cenozóica regional.

RESULTADOS

Padrões de drenagem

A análise dos padrões de drenagem demonstrou que o padrão geral dendrítico cede lugar ao padrão paralelo em trechos principalmente das bacias dos rios

Lourenço Velho e Turvo (NE da área). Enquanto o predomínio do padrão dendrítico reflete a relativa homogeneidade litológica da maior parte da bacia (gnaiesses e migmatitos), o padrão paralelo reflete os sistemas estruturais de direção principal NE-SW, NNE-SSW e ENE-WSW.

Estudos em escala mais detalhada (1: 50.000) realizados na bacia do rio do Cervo (Magalhães Jr. e Trindade, 1997), demonstraram que o padrão dendrítico ocorre diferencialmente ao longo das duas margens do vale, predominando na margem direita. O padrão paralelo foi identificado em todo o vale, mas principalmente na margem esquerda, demonstrando o controle estrutural exercido pela Serra do Cervo e pelos sistemas de falhas regionais. Os autores também verificaram que o controle estrutural sobre a rede de drenagem expressa-se muitas vezes não através do padrão paralelo, mas sim através do padrão pinado (derivado do dendrítico).

Direções de drenagem

Em relação às direções de drenagem, predominam os seguintes conjuntos (fig. 2)

DIREÇÕES	1ª ORDEM	2ª ORDEM	3ª ORDEM	4ª ORDEM
NNE-SSW	Cervo, Mandu	Cervo e Mandu	-	-
NE-SW	-	-	Dourado, Lourenço Velho, Mandu e Sapucaí Mirim	Dourado, Lourenço Velho, Mandu e Sapucaí Mirim
ENE-WSW	-	-	Cervo e Dourado	Cervo e Dourado
NNW-SSE	Dourado, Lourenço Velho e Turvo	Dourado, Lourenço Velho e Turvo	-	-

Figura 2: Relações entre direções de drenagem e ordem dos canais nas sub bacias

1 - NNE-SSW - predomina nos canais de 1ª e 2ª ordens, principalmente na porção NW da bacia compreendendo as sub-bacias dos rios do Cervo e Mandu.

2 - NNW-SSE - predomina nos canais de 1ª e 2ª ordens nas sub bacias situadas a norte e nordeste da área: Dourado, Lourenço Velho e Turvo.

3 - NE-SW - predomina nos canais de 3ª e 4ª ordens, com destaque para as bacias dos rios Dourado, Lourenço Velho, Mandu e Sapucaí Mirim.

4 - ENE-WSW - predomina nos canais de 3ª e 4ª ordens, principalmente a norte da bacia: Cervo e Dourado.

O controle estrutural nas direções da rede de drenagem é realizado através de dois conjuntos de sistemas principais: 1) NNW-SSE e NNE-SSW; e 2) NE-SW; e ENE-WSW. O primeiro conjunto é restrito aos canais de ordem inferior e ocorre concentrado nas

bacias do Cervo, Mandu, Dourado, Lourenço Velho e Turvo.

O segundo conjunto ocorre nos canais de ordem superior, principalmente, nas sub bacias dos rios Lourenço Velho e Turvo.

Controle Litológico e os aspectos morfométricos

No que tange a relação entre o controle litológico com os aspectos morfométricos, deve-se ressaltar que o arcabouço litológico que sustenta a bacia do Rio Sapucaí é pouco diversificado, apresentando, basicamente, migmatitos em todas as sete sub bacias - sendo que a sub bacia do Rio do Cervo destaca-se por possuir além dos migmatitos, rochas gnáissicas do Complexo Itapira, granitos do Complexo Varginha e os metamorfitos gnáissicos da Unidade Lambari (Complexo São João Del' Rei). Estas litologias são datadas do Pré Cambriano e pertencem à Associação Barbacena de Cavalcante, et alii (1979).

Analisando-se os índices de densidade de drenagem e densidades de rios (quadro anterior), pôde-se

perceber que a sub bacia do Rio Cervo possui o índice de densidade de drenagem mais discrepante da bacia: 0,0021 km/km² (demasiadamente baixo), e um índice de densidade de rios de 0,1419, o terceiro mais elevado de toda a bacia do Sapucaí.

Na área onde ocorrem as rochas gnáissicas (margem direita) encontram-se os menores valores de densidade de drenagem. Nesta margem é comum a presença de vales entulhados - áreas sujeitas à inundação, pântanos, e brejos.

A comparação entre os resultados dos índices de densidade de drenagem e densidade de drenagem e densidade de rios, denota um grande número de cursos d'água de 1ª e 2ª ordens na sub bacia do rio do Cervo. Esse fato pode ser influenciado pelas extensas coberturas superficiais aluviais (planícies e baixos terraços), que favorecem o escoamento superficial, tendo sido geradas em função da instabilidade tectônica local.

SUB BACIA	DENSIDADE DE DRENAGEM (km/km ²)	DENSIDADE DE RIOS
CERVO	0.0021	0.1419
DOURADO	0.5759	0.1434
LOURENÇO VELHO	0.4589	0.1073
MANDU	0.6913	0.1447
SAPUCAÍ MIRIM	0.2112	0.1346
TURVO	0.5197	0.0989
VARGEM GRANDE	0.4816	0.1160

Figura 3: Densidade de rios e de drenagem por subbacia

CONCLUSÕES

Verificou-se clara relação entre a ordem e a direção dos canais na maior parte da bacia, indicando que os sistemas estruturais brasileiros de direção NNE-SSW e NNW-SSE codicionam preferencialmente canais de ordem inferior (1ª e 2ª)

enquanto o controle das estruturas de direção NE-SW e ENE-WSW está mais presente nos canais de 3ª e 4ª ordens.

A porção NE da bacia apresenta mais nítido controle estrutural nos padrões de drenagem (padrão paralelo), enquanto na área da Serra da Mantiqueira (sub bacias meridionais) as influências não são identificadas na escala considerada.

Os resultados demonstram o elevado controle estrutural da drenagem, situada em região de, relativamente, reconhecida instabilidade tectônica (Berrocal et alii, 1984) e cortada por extensos sistemas de falhas brasileiras com expressivas de caráter transcorrente, quase sempre associadas ao "Sistemas de Rifts da Serra do Mar" (Almeida, 1976), cujos reflexos rumo ao interior do continente podem ter originado zonas de cisalhamento menores, como a Zona Rúptil Carandaí Mogi Guaçu (Wernick et al, 1981).

Já a direção NW-SE corresponde às estruturas geradas no Ciclo Uruçuano e reativadas sucessivamente até o fim do Ciclo Brasileiro (Braun e Baptista, 1977), destacando-se a zona de cisalhamento Resende Barbacena (Wernick et alii, 1981). (Ver figura 2). A citada direção pode também refletir as influências topográficas do reconhecido basculamento regional para NW (King, 1956; Saadi, 1991).

Além dos reflexos nas direções e padrões de drenagem, o controle estrutural estende-se à presença de cortes epigênicos em serras de direção NE-SW, e a extensos trechos entulhados de vários vales da bacia, inclusive no próprio rio Sapucaí, coincidindo geralmente com zonas limitadas ou cortadas pelas grandes falhas regionais de direção NE-SW e ENE-WSW. (Ver figura 3)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.F.M. de. O Cráton do Paramirim e suas Relações com o do São Francisco. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, Salvador, 1979. *Anais ...* Salvador, SME-

- BA/SBG-BA, 1981, p.1-10.
- ARTUR, C.A. e WERNICK, E. Modelos Geotectônicos Aplicados ao Pré Cambriano Superior do NE do Estado de São Paulo e Áreas Adjacentes do Estado de Minas Gerais: Uma Discussão. In: *Geociências*. Vol. 12. n. 1. São Paulo: Ed. UNESP, 1993, 155-185 pp.
- BERROCAL, J.; ASSUNÇÃO, M.; ANTEZANA, R.; DIAS NETO, C.M.; ORTEGA, R.FRANÇA, H.; VELOSO, J.A.V. *Sismicidade do Brasil*. São Paulo: IAG/USP/CNEN, 320p., 1984.
- BRAUN, O.P.G.; BAPTISTA, M.B. Considerações sobre a Geologia Pré Cambriana da Região Sudeste e parte da Região Centro Oeste do Brasil. In: REUNIÃO PREPARATÓRIA PARA O SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO. 1977, Salvador. *Anais ...* Salvador: SGB, Publ. Esp., 3. p. 225-350, 1978.
- CAVALCANTE, J.C. et alii. *Projeto Sapucaí*; Estado de Minas Gerais e São Paulo. Relatório Final ... Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, Série Geologia, Seção Geológica Básica, 2, 1979. 299p.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C. del r.; BISTRICHI, C. A. Estruturas e Tectônica do Pré Cambriano de São Paulo e Paraná. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, v. 52, n.1, p. 61-76, 1980.
- HASUI, Y.; FONSECA, J.J.G.; RAMALHO, R.. A Parte Central da Região de Dobramentos Sudeste e o Maciço Mediano de Guaxupé. In: SHOBHENHAUS, C. (coord.). *Geologia do Brasil*. Texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais. Brasília: MME, DNPM, p.307-325, 1984.
- IBGE. *Geografia do Brasil*. Região Sudeste. Rio de Janeiro: SERGRAF, FIBGE, vol. 3, 1977, 667 p.
- KING, L.C. Geomorfologia do Brasil Oriental. *Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro. v. 18, n. 2, p. 147-265, abr/jun. 1956.
- MAGALHÃES JR, A. P. TRINDADE, E. S. Condicionamento Tectônico da Dinâmica Fluvial Cenozóica do Vale do Rio do Cervo - Sul de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 1, Uberlândia, 1996. *Anais... Uberlândia, UFU, Departamento de Geografia*, p. 81-86, 1996.
- MAGALHÃES JR., A.P. TRINDADE, E.S. Dinâmica Fluvial Quaternária em Zonas de Cisalhamento - Zona Rúptil Carandaí Mogi Guaçu - Sul de Minas Gerais. SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 7, Curitiba, 1997. (no prelo).
- SAADI, A. Ensaio Sobre a Morfotectônica de Minas Gerais - tensões intra placa, descontinuidades crustais e morfogênese. Belo Horizonte: UFMG, 1991. 285 p. Tese (Prof. Titular) - IGC, Universidade Federal de Minas Gerais, 1991.
- WERNICK, E.; FIORI, A. P.; BETTENCOURT, J.S.; CHOUDHURI, A.A. Tectônica Rígida do Ciclo Brasileiro e sua Implicação na Estruturação da Borda Sul e Sudeste do Cráton do São Francisco: Tentativa de um Modelo Preliminar. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1, Salvador, 1979. *Anais... Salvador: SME-BA/SBG-BA*, p.164-168, 1981.
- Agradecemos à PRPq e à FINEP pelo auxílio financeiro; ao CNPq pela Bolsa de Iniciação Científica e ao CPMTIC - IGC - UFMG pelo apoio técnico.