

# ASPECTOS MORFOGENÉTICOS DO DIVISOR DE DRENAGEM DA SERRA DOS ÓRGÃOS (RJ)

MORPHOGENETIC ASPECTS OF THE SERRA DOS ÓRGÃOS DRAINAGE DIVIDE (RJ)

#### **RESUMO**

O presente estudo tem por objetivo analisar as características morfológicas de bacias hidrográficas situadas em distintas vertentes da Serra dos Órgãos que contribuem para o entendimento da sua morfogênese. Para tanto, foram utilizadas cartas topográficas do IBGE para delimitação das bacias hidrográficas e MDE para extração de informações altimétricas. A partir disto, foram elaborados perfis longitudinais de canais fluviais para análise da variação altimétrica dos rios das bacias estudadas, bem como, para identificação de anomalias ao longo dos cursos de drenagem, tais como, rupturas de declive. A correlação dos resultados corrobora para morfogênese da área de estudo através de reordenamento de drenagem, por meio de capturas fluviais, nas quais as bacias que drenam a frente escarpadas promovem a decapitação e incorporação de áreas das bacias adjacentes do reverso da Serra dos Órgãos. Este processo é confirmado por três evidencias: (i) perfis longitudinais com maior amplitude altimétrica e, consequentemente, maior potencial erosivo; (ii) presença de superfícies aplainadas próximas às cabeceiras de bacias que drenam a frente escarpada; (iii) identificação de capturas de drenagem e divisores rebaixados nas bacias estudadas. Neste sentido, acredita-se que ao longo do processo evolutivo da área estudada as bacias da frente escarpada tiveram maior poder de dissecação da paisagem com intenso recuo erosivo de divisores, enquanto as bacias localizadas no planalto reverso correspondem às áreas de ocorrência das capturas de drenagem.

Palavras-Chave: Reordenamento de drenagem; Perfis Longitudinais; Serra dos Órgãos; Morfogênese.

#### **ABSTRACT**

The present study aims to analyze morphological characteristics of hydrographic basins located in different slopes of the Serra dos Órgãos that contribute to understanding of its morphogenesis. IBGE topographic maps were used to delimit hydrographic basins and DEM to extract altimetric information. From this, longitudinal profiles of fluvial channels were prepared for the analysis of the altimetric variation of the rivers in the studied basins, as well as for the identification of anomalies along drainage courses, such as slope breaks. The correlation of the results corroborates for the morphogenesis of the study area through drainage reordering, by means of river catches, in which the basins that drain the rugged front promote the decapitation and incorporation of areas of the adjacent basins of the Serra dos Órgãos reverse. Three evidences confirm this process: (i) longitudinal profiles with greater altimetric amplitude and, consequently, greater erosive potential; (ii) presence of planed surfaces close to the headwaters of basins that drain the cliff face; (iii) identification of drainage catches and lowered dividers in the studied basins. In this sense, it is believed that along the evolutionary process of the studied area, the basins of the cliff front had greater power to dissect the landscape with intense erosive retreat of dividers, while the basins located on the reverse plateau correspond to the areas of occurrence of drainage catches.

**Keywords:** Drainage rearrengement; Longitudinal Profiles; Serra dos Órgãos; Morphogenesis.

- ®Rodrigo Wagner Paixão¹
- ©Rafael da Silva Nunes<sup>2</sup>
- Dane Carolina Medeiros<sup>3</sup>
- ©Telma Mendes Silva⁴
- <sup>®</sup> Marcelo Motta de Freitas<sup>5</sup>
- 1, 2, 3, 5 Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- 4 Universidade Federal do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Correspondência: rodrigowpp1@gmail.com

Recebido em: 09-07-2020 Aprovado em: 15-08-2020



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons BY-NC-SA 4.0, que permite uso, distribuição e reprodução para fins não comercias, com a citação dos autores e da fonte original e sob a mesma licença.





## **INTRODUÇÃO**

A Serra Mar constitui um prolongamento serrano paralelo à linha de costa, estendendo-se desde o estado do Paraná até o norte do estado do Rio de Janeiro, e que representa um importante divisor hidrográfico entre bacias que drenam para o mar e para o interior do continente. Particularmente, o trecho desta feição topográfica conhecido como Serra dos Órgãos constitui-se por um conjunto serrano do estado do Rio de Janeiro caracterizado por uma morfologia de vertentes extremamente escarpadas voltadas para o mar e resultante da combinação de eventos tectônicos distensivos durante o Cenozoico gerando soerguimentos e abatimentos de blocos crustais (RICCOMINI, 1989; ALMEIDA & CARNEIRO, 1998; SILVA, 2002).

A análise de pares de bacias hidrográficas que drenam vertentes opostas ao longo de divisores tem sido recorrentes na ciência geomorfológica, através de estudos comparativos entre parâmetros morfométricos e estudos geocronológicos de taxas de denudação (SORDI et al., 2018; REZENDE et al. 2013; PAIXÃO et al., 2019; ANTÓN et al. 2018). Estes estudos buscaram compreender o mecanismo erosivo dos sistemas de drenagem a partir da identificação de processos de reordenamento fluvial em grandes divisores hidrográficos, considerados importantes parâmetros na análise geomorfológica. A partir da configuração, arranjo e distribuição de canais fluviais em um sistema de drenagem é possível sugerir eventos tectônicos responsáveis pela conformação da paisagem, bem como identificar e reconheceras influências do substrato geológico (HARTWIG & RICCOMINI, 2010; SILVA & SANTOS, 2010). Recentemente, alguns autores vêm utilizando a análise de perfis longitudinais de canais fluviais na identificação de capturas fluviais, migração de divisores e na identificação de terraços fluviais (ANTÓN et al., 2014; STRUH et al., 2019; PEIFER et al., 2020).

O presente estudo teve por objetivo analisar as características morfológicas de bacias hidrográficas situadas em distintas vertentes da Serra dos Órgãos: bacias hidrográficas que drenam sobre a frente escarpada voltada para o mar e bacias situadas em seu reverso, buscando identificar aspectos morfogenéticos através de mecanismos de migração de divisores e de fenômenos de capturas fluviais associados. Para tanto, foram elaborados perfis longitudinais de canais fluviais para análise da variação altimétrica dos rios das bacias estudadas, bem como, para identificação de anomalias ao longo dos cursos



de drenagem, tais como, rupturas de declive. Também foram plotadas, ao longo dos perfis, as informações geológicas para correlação de controles litológicos nos canais de drenagem. Além destas etapas de investigação, foram realizadas análises morfológicas da rede de drenagem (identificação de anomalias de drenagem, divisores rebaixados e capturas fluviais), a partir da utilização de recursos tecnológicos que possibilitaram uma maior acurácia da análise espacial destes processos e fenômenos evolutivos. Enquadramse aí a utilização de geotecnologias e do sensoriamento remoto. O levantamento destas informações subsidia a apreensão de mecanismos evolutivos dos canais, bem como possibilita a identificação de controles geológico-geomorfológicos e/ou climáticos na (re)organização do arranjo da rede de drenagem (HACK, 1973; CHRISTOFOLETTI, 1977; PAES & SILVA, 2017).

### **MATERIAIS E MÉTODOS**

### Área de Estudo

A porção da Serra do Mar conhecida como "Serra dos Órgãos" situa-se no estado do Rio de Janeiro e abrange os municípios de Petrópolis, Teresópolis, Magé e Guapimirim (Figura 1). As bacias estudadas referem-se as voltadas para a vertente oceânica (bacias: 1. 1. Rio Caioba Mirim; 2. Rio Piabetá; 3. Rio da Cachoeira; 4. Rio Itacolomi; 5. Rio do Pico; 6. Córrego do Sossego; 7. Rio Bananal; 8. Rio Soberbo) e para o interior (9. Rio Quitandinha; 10. Rio Itamarati; 11. Córrego Poço do Ferreira; 12. Rio do Jacó) situam-se nos limites do Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO) — este que corresponde à unidade de conservação criada em 1939 com objetivo de preservação do ecossistema Mata Atlântica. Este trecho serrano possui elevações que atingem até 2.200m de altitude, nos divisores da bacia do rio Soberbo (bacia nº 8 apontada na figura 1). E, em linhas gerais, a vertente voltada para o mar, a sul, apresenta declividade elevada marcando uma feição morfológica escarpada, que contrasta com o reverso que, por sua vez, é marcado por um planalto nivelado controlado pela ocorrência de níveis de bases locais (HARTWIG, 2006; HARTWIG & RICCOMINI, 2010).



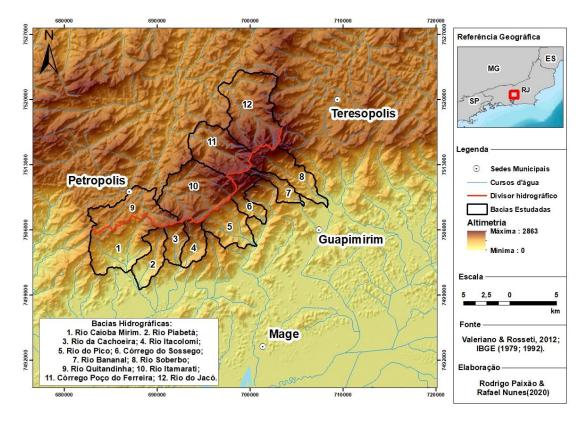


Figura 1. Localização e delimitação das bacias estudadas no presente trabalho.

Geologicamente, a área situa-se no segmento central da Faixa Móvel Ribeira, que corresponde à um cinturão orogênico do Neoproterozoico marcado por uma sucessão de colagens continentais durante o ciclo Brasiliano (HEILBRON *et al.*, 2016) e apresenta rochas associadas ao domínio costeiro do Terreno Oriental, caracterizada por rochas ortoderivadas do Complexo Rio Negro e rochas graníticas da Suíte Serra dos Órgãos (HEILBRON, *et al.* 2016) (Figura 2). Enquanto, ao sopé da vertente voltada para a Baía de Guanabara, podem ser identificados depósitos aluvionares nas porções mais aplainadas que, por vezes, acabam por recobrir a falha extensional da frente escarpada da Serra dos Órgãos (HEILBRON *et al.*, 2016).

Como característica dos macrocompartimentos do relevo, esta área caracteriza-se pela ocorrência de três compartimentos: o planalto serrano situado na porção norte no reverso da escarpa, nivelado à aproximadamente 800m de altitude, marcado por planícies de soleira de conformação alveolar e vales estreitos, circundados por morros relativamente íngremes pela erosão diferencial dos litotipos existentes (AB'SABER, 1958; AIRES *et al.*, 2012); a sul tem-se a Baixada Fluminense, constituída por relevo de colinas dissecadas de baixa amplitude e espesso manto de alteração; e a frente escarpada



também voltada para sul compreendendo uma vertente íngreme, caracterizada pela dissecação vertical dos vales e elevada amplitude altimétrica (Figura 2).

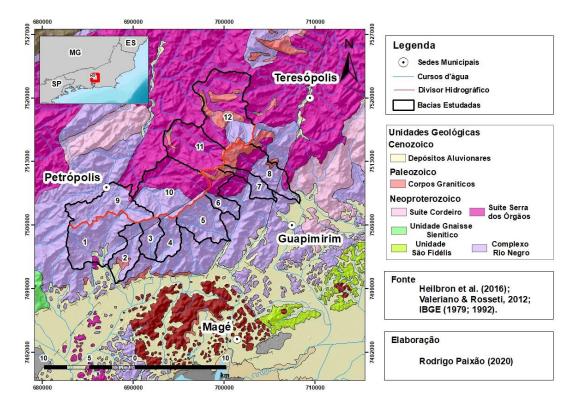


Figura 2: Contexto Geológico da Área de Estudo.

Figura 3: Compartimentos do relevo da Serra dos Órgãos vistos do Graben da Guanabara. Em primeiro plano é possível observar extensas planícies fluviais, circundadas por colinas dissecadas de baixa amplitude e, ao fundo a escarpa da Serra dos Órgãos. Foto: Marcelo Motta (Data: setembro de 2019).



Toda esta paisagem tem sido modelada a partir de uma significativa variabilidade climática (ALVAREZ *et al.*, 2013), sendo o clima preponderante reconhecido, a partir do sistema de classificação climática de Köppen-Geiger, como 'clima úmido subtropical com verões temperados' (Cfb) e no qual se enquadra, fundamentalmente, a porção reversa



da escarpa da Serra do Órgãos. Neste regime climático tem-se chuvas bem distribuídas ao longo de todo o ano e sem estação seca definida e de valores anuais variando entre 1.500 e 3.000mm e estando associado à dinâmica de movimentação de massas de ar úmidas advindas do oceano e a orografia local (ICMBio, 2008). Este cenário, por sua vez, contribui para que o mês mais seco do ano tenha também valores de precipitação superiores a 40 mm. Em relação às temperaturas registradas no mês mais quente do ano observa-se que as mesmas são sempre inferiores a 22 °C, enquanto que no mês mais frio as temperaturas variam entre -3 °C e 18 °C, com forte influência da altitude. Apesar de tal predominância, nas bacias voltadas para o mar, verificam-se a presença de extensas áreas classificadas como 'clima úmido subtropical com verões quentes' (Cfa), que apresentam características muito similares ao 'clima úmido subtropical'. A principal diferença referese justamente às temperaturas. No padrão climático 'Cfa' registram-se temperaturas sempre superiores a 22 °C no mês mais quente do ano.

De maneira menos representativa ainda são observados o 'clima tropical sem estação seca definida' (Af), 'clima tropical úmido' nas bacias do Rio Piabetá e Caioba Mirim. Este padrão, por sua vez, apresenta elevadas taxas de pluviosidade mesmo nos meses mais secos (sempre superiores a 60 mm), bem como elevadas temperaturas (sempre superiores aos 18°C). Nas demais bacias orientadas para o sul (córrego do Sossego, rio da Cachoeira, rio do Bananal, rio do Pico, rio Itacolomi e rio Soberbo) identifica-se ainda o 'clima tropical de monções' (Am -clima tropical subúmido). Este padrão climático diferencia-se do anterior por apresentar no mês mais seco índices pluviométricos inferiores a 60 mm. Desta maneira, apresenta curtas estações secas ao longo de todo o ano, conforme exposto por Alvares *et al.* (2013).

De acordo com o Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra dos Órgãos (ICMBio, 2008), a Mata Atlântica estabelece-se como o bioma local, apresentando ocorrência de floresta tropical pluvial e campos de altitude ao longo de toda a sua extensão. Entretanto, deve-se destacar a variabilidade fitofisionômica da vegetação associada aos diversos compartimentos de relevo existentes. São verificadas, conforme o documento, florestas pluviais baixo-montana e montana nas altitudes demarcadas até 1.500 m de altitude; florestas pluviais alto-montana entre os 1.500m e 2.000 m de altitude; e os chamados campos de altitude acima dos 2.000 m.



### **Procedimentos Metodológicos**

Inicialmente, foi realizada a etapa de levantamento de informações bibliográficas visando reunir estudos geomorfológicos, baseados na utilização de parâmetros morfométricos, e que servissem de subsídio teórico-conceitual ao desenvolvimento da temática abordada.

E, para a construção das informações coligidas foram realizadas análises em ambiente SIG (Sistemas de Informações Geográficas), permitindo a caracterização e avaliação dos parâmetros morfológicos reunidos a partir dos perfis longitudinais das bacias de drenagem analisadas.

Além da base cartográfica, utilizou-se imagens de radar SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) do projeto TOPODATA com resolução espacial de 30m e precisão vertical de 16m (VALERIANO & ROSSETI, 2012). Tais informações permitiram a extração de valores altimétricos dos talvegues dos rios principais das bacias estudadas, possibilitando a elaboração de perfis longitudinais, fundamentais para o entendimento da conformação longitudinal dos canais fluviais e, consequentemente, para a avaliação dos desníveis existentes ao longo de suas extensões. Com isso, identificou-se anomalias nos perfis reconhecidas como knickpoints e de maneira complementar, foram levantadas e inseridas informações geológicas ao longo destes perfis que, por sua vez, subsidiaram a compreensão da influência de condicionantes litológicos e/ou estruturais em sua configuração. Destaca-se que em relação às informações geológicas utilizou-se os dados do 'Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro' produzido pela CPRM, em parceria com a Universidade do Estado do Rio de Janeiro, na escala de 1:400.000 (HEILBRON et al., 2016). Também foram correlacionadas as informações altimétricas e morfológicas do relevo com as unidades geológicas apresentada no mapeamento citado, com o objetivo de identificar controles litológicos e/ou estruturais na área de estudo.

Os procedimentos realizados foram realizados a partir do *software* ArcGIS 10.1, através da extração de dados da base cartográfica do IBGE (1979; 1992) na escala de 1:50.000, sendo utilizadas as cartas topográficas em meio digital de Petrópolis (SF-23-Z-B-IV-2) e Itaipava (SF-23-Z-B-I-4). Em um primeiro momento, as referidas cartas possibilitaram a delimitação das bacias hidrográficas do recorte de interesse, com realização da vetorização da malha hidrográfica. A partir de então identificou-se as



principais feições morfológicas relacionadas a processos de reorganização dos sistemas de drenagem e de evolução do relevo, tais como: divisores rebaixados, cotovelos de drenagem e capturas fluviais.

#### **RESULTADOS**

Primeiramente, foram abordadas as características morfológicas identificadas nos perfis longitudinais dos canais de drenagem estudados, destacando as variações altimétricas e topográficas, bem como, sua correlação com unidades geológicas. Em seguida foram apresentadas a identificação de divisores rebaixados, anomalias de drenagem e áreas capturadas na área de estudo. Por fim, os resultados obtidos foram correlacionados e integrados.

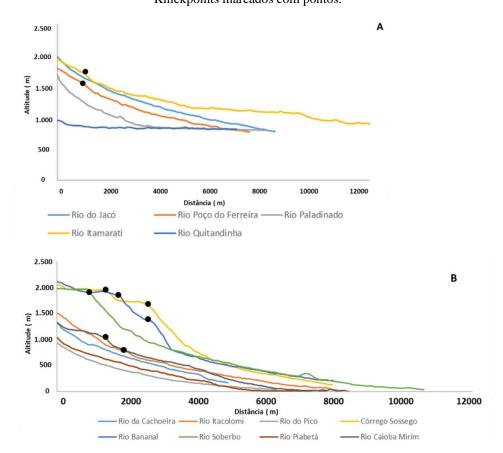
### **Perfis Longitudinais**

Ao analisar os perfis longitudinais dos canais de drenagem (Figura 4) observa-se que as bacias que drenam sobre a escarpa voltada para o mar possuem maior amplitude de relevo. Dentre elas, a maior variação altimétrica encontrada foi referente a bacia do rio Soberbo (aproximadamente 2.000m) que drena para o mar, enquanto que a bacia com menor variação altimétrica foi o perfil longitudinal do rio Quitandinha (aproximadamente 100m) que drena em direção ao interior.



Figura 4: Perfis longitudinais dos canais de drenagem das bacias analisadas gerados a partir das informações do MDE Topodata. Em A estão representados os perfis que drenam para o reverso da Serra dos Órgãos; enquanto em B encontram-se os perfis que drenam sobre a escarpa voltada para o mar.

Knickpoints marcados com pontos.



Os perfis longitudinais dos rios que drenam para o reverso da Serra dos Órgãos apresentam um aspecto mais suave (Figura 4A), com menores valores de amplitude altimétrica e, portanto, sem variações significativas de níveis de base locais. Estes perfis demonstram que as bacias neste compartimento, apresentam uma superfície nivelada em aproximadamente 1.000 m de altitude.

Já nas bacias situadas na frente escarpada em direção ao mar, os perfis apresentam elevada amplitude de relevo (Figura 4B) e, marcantes feições morfológicas de *knickpoints* como pode ser observado nos segmentos mais a montante dos rios Caióba-Mirim, da Cachoeira, Soberbo, Bananal e Sossego. Outro aspecto observado é que os perfis longitudinais destes últimos três rios apresentam, ainda, patamares relativamente aplainados em suas cabeceiras, nivelados a altitudes superiores a 1.600m. Esta característica pode indicar setores serranos onde ocorreram mecanismos de



reordenamento de drenagem por meio de capturas fluviais. Esta mesma característica foi observada por Sordi *et al.* (2018) na Serra do Mar no Paraná e, também, por Paixão *et al.* (2019) na Serra da Mantiqueira, na qual bacias que drenam as frentes escarpadas com nível de base mais rebaixados, promovem capturas fluviais de porções elevadas do reverso dos escarpamentos, incorporando áreas topograficamente elevadas e aplainadas para os limites da bacia.

Ao cruzar os perfis longitudinais dos rios com as unidades geológicas sobre as quais os mesmos drenam, pode-se perceber claro controle litológico na formação desses patamares suspensos e aplainados nas cabeceiras dessas bacias voltadas para a frente escarpada. Observa-se aí, a influência dos corpos Graníticos, localmente definido como Granito Andorinha, na preservação desses níveis aplainados (Figura 5). Para as bacias do reverso, os corpos graníticos sustentam as maiores elevações, contudo, não são observadas superfícies aplainadas em forma de patamares, como no caso das bacias que drenam a frente escarpada. Ainda, na frente escarpada o rio Caióba-Mirim também apresenta uma morfologia aplainada, próximo à sua cabeceira acima de 1.000m de altitude, sustentada pela unidade geológica Complexo Rio Negro (Figura 6).

Pode-se observar que as bacias cujos divisores encontram-se na unidade dos corpos Graníticos atingem 2.000m de altitude, tanto as que drenam para o reverso da Serra dos Órgãos, quanto para as bacias que drenam na frente escarpada. Por outro lado, os rios cujas cabeceiras encontram-se na unidade Complexo Rio Negro apresentam os divisores mais rebaixados da área de estudo, com elevações inferiores, variando entre 1.500m e 900m aproximadamente, como é o caso das bacias do rio Caióba-Mirim e rio do Pico, respectivamente (Figura 6). Esta característica reforça o controle litológico na morfologia do relevo, bem como no processo evolutivo das bacias hidrográficas neste escarpamento.



Figura 5: Perfis longitudinais e litologias, extraídas de Heilbron *et al.* (2016), associadas dos canais de drenagem das bacias estudadas.

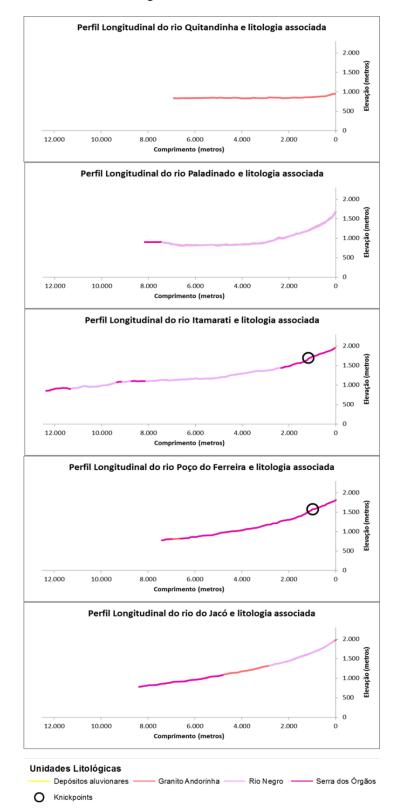
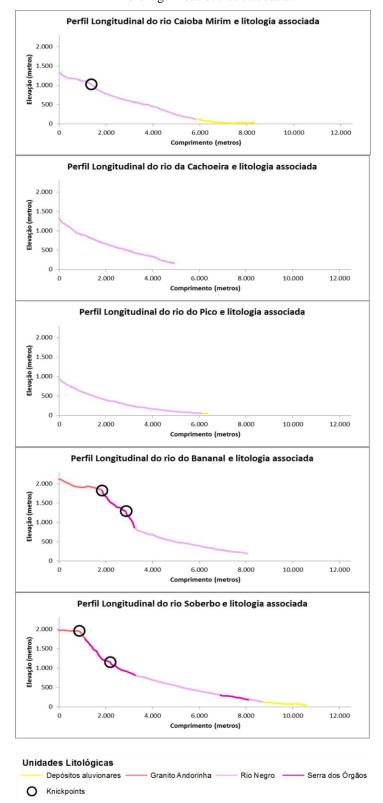




Figura 6: Perfis longitudinais e litologias, extraídas de Heilbron *et al.* (2016), associadas dos canais de drenagem das bacias estudadas.





As anomalias identificadas na forma dos perfis longitudinais, caracterizadas por rupturas de declive, indicam a formação de quedas d'água ou corredeiras. Estas anomalias podem ser consideradas *knickpoints* ou níveis de base locais, que indicam mudanças na relação declividade e extensão do canal, bem como, na dinâmica erosiva e deposicional do rio (HACK, 1973; CHRISTOFOLETTI, 1977). Nos perfis longitudinais dos rios Bananal e Soberbo, observa-se a formação de *knickpoints* no contato entre as unidades Granito Andorinha e Suíte Serra dos Órgãos. Esta característica pode ser explicada pela erosão diferencial entre as unidades litológicas, o que mantém elevado o planalto capturado. De fato, em toda esta frente escarpada, as formações dos *knickpoints* podem estar associadas aos recuos erosivos ao longo do tempo, após os eventos tectônicos de formação da falha escarpada do gráben da Baía de Guanabara (RUELLAN, 1944, ASMUS & FERRARI, 1978).

### **Capturas Fluviais e Divisores Rebaixados**

Ao analisar a conformação do sistema de drenagem em que se inserem as bacias estudadas, bem como, a morfologia do terreno, identificam-se feições de capturas de drenagem e divisores rebaixados. As áreas de bacias capturadas foram identificadas a partir da ocorrência de anomalias de drenagem evidenciadas por mudanças abruptas na orientação da rede de drenagem e/ou pela morfologia dos perfis longitudinais das bacias, onde o platô suspenso se destaca. Este platô apresenta-se nas bacias voltadas para o interior e têm continuidade nas bacias voltadas para o mar (Figura 7). Justamente nestes trechos suspensos das bacias foram identificados sete pontos de capturas de drenagem e 11 divisores rebaixados, que com a ajuda dos perfis longitudinais dos rios podem ser delimitadas as possíveis áreas capturadas e que ainda preservam a morfologia do planalto (Figura 7).

De maneira geral, pode-se dizer que o processo de captura fluvial se deu remontante pelas bacias que drenam para a vertente oceânica da Serra do Mar em detrimento das bacias que drenam para o reverso. Este comportamento pode ser explicado pelo controle de níveis de base das bacias hidrográficas e diferença altimétrica das distintas vertentes. As bacias hidrográficas da frente escarpada apresentam nível de base controlado pelo oceano, a 0m de altitude, enquanto que bacias hidrográficas do domínio serrano apresentam níveis de base com altitudes mais elevadas a aproximadamente



1.000m de altitude. Esta configuração garante aos rios com nível de base mais baixo, maior poder erosivo no recuo das vertentes da Serra. Outros trabalhos também evidenciam as capturas fluviais impulsionadas pela diferença altimétrica entre níveis de base distintos em bacias hidrográficas na região sudeste, como visto em Cherem *et al.* (2012), Rezende *et al.* (2013), Salgado *et al.* (2016) e Paixão *et al.* (2019).

688000 696000 704000 712000 Referência Geográfica ES Teresópolis 12 Sedes Municipais 7512000 Divisores Rebaixados Petrópolis Capturas Fluviais Divisor hidrográfico Cursos d'água Guapimirim Áreas Capturadas Bacias Estudadas 7504000 7504000 7496000 Valeriano & Rosseti. 2012: IBGE (1979; 1992). Magé Rodrigo Paixão & Rafael Nunes(2020) 680000 712000

Figura 7: Localização das capturas fluviais, divisores rebaixados e áreas capturadas na área de estudo.

O processo de capturas fluviais na Serra dos Órgãos pode, portanto, apresentar controle tectônico, uma vez que a diferença altimétrica dos níveis de base entre as bacias hidrográficas está relacionado ao falhamento extensional cenozoico, que promoveu o soerguimento do bloco serrano e abatimento do bloco da Baía de Guanabara em seu *graben*, formando assim, a escarpa serrana (FERRARI, 2001; RICCOMINI, 1989). Hartwig & Riccomini (2010) apontam que o regime tectônico de cisalhamento destral durante o Pleistoceno e Holoceno promoveu uma retomada dos processos erosivos, com intenso desenvolvimento de drenagens na direção NW-SE como são a maioria da orientação das bacias analisadas.

Cabe ressaltar que a identificação de capturas fluviais está associada a essa morfologia aplainada nas cabeceiras de drenagem, onde estão presentes os corpos



graníticos. Acredita-se que a maior resistência ao intemperismo desta unidade litológica, comparada às outras na área de estudo, preserve as feições morfológicas de rios regulados por nível de base mais elevado e que quando capturados demonstram mecanismos de reordenamento de drenagem, tais como: cotovelos de drenagem, vertentes suaves e fundos de vale mais amplos. Neste sentido, destacam-se as feições de capturas fluviais identificadas nas bacias do rio Soberbo, rio Bananal, rio do Sossego, rio Itacolomi e rio Caióba-Mirim. Este último, conforme mencionado anteriormente, apresenta essas evidências de capturas sobre as rochas da unidade litológica do Complexo Rio Negro, apresentando também cotovelos de drenagem, divisores rebaixados e áreas aplainadas.

### Integração dos dados

Ao analisar os dados pode-se dizer que os perfis longitudinais de drenagem das bacias analisadas apresentam morfologias distintas em relação ao ambiente sobre o qual estão inseridas. Ressalta-se a influência dos eventos tectônicos Cenozoicos na diferenciação da morfologia dos perfis fluviais, uma vez que as bacias que drenam para a frente escarpada da Serra dos Órgãos apresentam amplitude de relevo maior e rupturas de declive identificadas como níveis de base locais (*knickpoints*), enquanto os perfis, associados às bacias que drenam para o planalto reverso, apresentam morfologias mais suaves e menor amplitude de relevo.

Chamam atenção as morfologias aplainadas próximas às cabeceiras de drenagem de algumas bacias que drenam sobre a frente escarpada da Serra dos Órgãos. Estas porções foram associadas às áreas de capturas fluviais no mapeamento das características morfológicas. E acreditamos que os vales suspensos aplainados identificados drenavam, no passado, para o planalto interiorano, no reverso da Serra dos Órgãos, e foram sendo incorporados às bacias da frente escarpada por meio dos mecanismos de reorganização da drenagem. O controle litológico da unidade geológica do Corpo Granítico Andorinha manteve o nível de base suspenso, preservando as superfícies aplainadas, uma vez que no processo evolutivo da rede de drenagem, apesar de capturado, resiste aos processos da erosão remontante, expondo o *knickpoint* atual.

Em resumo, a correlação dos resultados corrobora para morfogênese da área de estudo através de reordenamento de drenagem, por meio de capturas fluviais, nas quais as bacias que drenam a frente escarpadas promovem a decapitação e incorporação de



áreas das bacias adjacentes do reverso da Serra dos Órgãos. Esse processo é confirmado por três evidencias: (i) perfis longitudinais com maior amplitude altimétrica e, consequentemente, maior potencial erosivo; (ii) presença de superfícies aplainadas próximas às cabeceiras de bacias que drenam a frente escarpada; (iii) identificação de morfologias de capturas de drenagem e divisores rebaixados nas bacias estudadas. Neste sentido, acredita-se que as bacias da frente escarpada são bacias agressoras e as bacias do planalto reverso são vítimas no processo de capturas de drenagem e migração do divisor no processo de evolução da escarpa da Serra dos Órgãos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com a análise dos dados, pode-se dizer que os eventos tectônicos ocorridos no Cenozoico na formação da escarpa da Serra dos Órgãos influenciaram na morfologia dos perfis longitudinais das redes de drenagem. Além disso, observou-se o controle litológico na configuração do relevo, na altimetria dos divisores e na formação de *knickpoints* ao longo dos rios, com destaque para a ocorrência dos corpos graníticos do Granito Andorinha que sustenta as maiores altitudes e controla a morfologia de áreas planálticas elevadas.

Diante do exposto, pode-se dizer que o divisor hidrográfico da Serra dos Órgãos evoluiu por meio de mecanismos de reordenamento fluvial, representados por capturas fluviais e decapitação. As bacias hidrográficas que drenam sobre a frente escarpada promovem capturas fluviais das bacias do reverso da Serra dos Órgãos fazendo a migração do divisor para o planalto interiorano.

Por fim, acredita-se que esse é o processo de evolução das bacias hidrográficas que drenam a frente escarpada voltada para o mar, que tendem a incorporar áreas de contribuição das bacias interioranas do reverso da Serra dos Órgãos através de reordenamento fluvial. Destaca-se a necessidade de estudos em outras áreas que evidenciam os mesmos processos ao longo do divisor da Serra do Mar e estudos mais pormenorizados nessas bacias para calcular e comparar as taxas de erosão entre as bacias e, com isso, conseguir estabelecer médias de volumes de erosão e a média de retração da escarpa e do divisor ao longo do tempo.



### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. O Sítio Urbano da cidade de São Paulo. In: AZEVEDO, A. (org): A cidade de São Paulo: estudo de geografia urbana. São Paulo: Companhia Editora Nacional. Coleção Brasiliana, v. 14, p. 169-243. 1958.
- AIRES, J. R.; MOTOKI, A.; MOTOKI, K. F.; MOTOKI, D. F.; RODRIGUES, J. G. Análises Geomorfológicas do Platô de Teresópolis e da Serra do Mar, RJ, com o Auxílio de Seppômen e ASTER GDEM e sua Relação aos Tectonismos Cenozoicos. Anuário do Instituto de Geociências UFRJ. v. 35 2; p.105-123. 2012.
- ALMEIDA, F. F. M.; CARNEIRO, C. D. Origem e evolução da Serra do Mar. Revista Brasileira de Geociências, v .28, n. 2, p. 135-150. 1998.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728. 2014. Disponível em: <www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares\_etal\_2014.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2020
- ANTÓN, L.; DE VICENTE, G.; MUÑOZ-MARTÍN, A.; STOKES, M. Using river long profiles and geomorphic indices to evaluate the geomorphological signature of continental scale drainage capture, Duero basin (NW Iberia). Geomorphology, v. 206, p. 250-261. 2014.
- ANTÓN, L.; MUÑOZ-MARTÍN, A.; DE VICENTE, G. Quantifying the erosional impact of a continental-scale drainage capture in the Duero Basin, northwest Iberia. Quaternary Research. v 91, n. 2, p. 457–471. 2018.
- ASMUS, H. E. & FERRARI, A. L. Hipótese sobre a causa do tectonismo Cenozóico na região sudeste do Brasil. *Projeto REMAC*, 4, p.75-88. 1978.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introdução. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. Introdução a Ciência da Geoinformação. São Paulo: INPE, 2001.
- CHEREM, L. F. S.; VARAJÃO, C. A. C.; BRAUCHER, R.; BOURLÉS, D.; SALGADO, A. A.; VARAJÃO, A. C. Long-term evolution of denudational escarpments in southeastern Brazil. Geomorphology. v. 173-4, p. 118-27. 2012.
- CHRISTOFOLETTI, A. Considerações sobre o nível de base, rupturas de declive, capturas fluviais e morfogênese do perfil longitudinal. Geografia. v. 2, n. 4, p. 81-102. 1977.
- FERRARI, A. L. Evolução Tectônica do Graben da Guanabara. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 2001.
- HACK, J. T. Stream-Profile Analysis and Stream-Gradient Index. US Geol. Surv. J. Res. v. 1, n. 4, p. 421-429. 1973.
- HARTWIG, M. E. Tectônica rúptil mesozóico-cenozóica na região da Serra dos Órgãos, RJ. Dissertação (Mestrado em Geologia) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 117p. 2006.



- HARTWIG, M. E.; RICCOMINI, C. Análise morfotectônica da região da Serra dos Órgãos, sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 11, n. 1, p. 11-20, 2010.
- HEILBRON, M.; EIRADO, L. G.; ALMEIDA, J. (org.). Mapa geológico e de recursos minerais do estado do Rio de Janeiro. Belo Horizonte: CPRM. 1 mapa. Escala 1:400.000. Programa geologia do Brasil. Mapas geológicos estaduais. 2016.
- ICMBIO. Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra dos Órgãos Parte 1. Brasília. 2008. Disponível em: <a href="https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/pm">https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/pm</a> parna serra orgaos 1.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2020
- PAES, T. V.; SILVA, T. M. A. Indicadores geomorfológicos de controles litológicos e/ou Estruturais bacia do rio Guapi-Açu, Cachoeiras de Macacu (RJ). Revista de Geografia PPGEO UFJF. v.7, n.2, p.107-123. 2017.
- PAIXÃO, R. W.; SALGADO, A. A. R.; FREITAS, M. M. Morfogênese do Divisor Hidrográfico Paraná/Paraíba do Sul: O caso da Sub-Bacia do Paraíbuna. Revista Brasileira de Geomorfologia. v. 20, n. 1, p.119-136. 2019. DOI: 10.20502/rbg.v20i1.1498
- RICCOMINI, C. O. Rift continental do sudeste do Brasil. Tese (Doutorado em Geologia) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 256 p. 1989.
- REZENDE, E. C.; SALGADO, A. A. R.; SILVA, J. R.; BOURLÈS, D.; BRAUCHER, R.; LÉANNI, L. Fatores Controladores da Evolução do Relevo no Flanco NNW do Rift Continental do Sudeste do Brasil: Uma Análise Baseada na Mensuração dos Processos Denudacionais de Longo-termo. Revista Brasileira de Geomorfologia. v. 14, n. 2, p.221-234. 2013.
- RUELLAN, F. Evolução geomorfológica da Baía de Guanabara e das regiões vizinhas. Revista Brasileira de Geografia, 6(4): 445 508. 1944.
- SALGADO, A.A.R., REZENDE, E.A., BOURLÈS, D., BRAUCHER, R., DA SILVA, J.R., GARCIA, R.A. Relief evolution of the continental rift of Southeast Brazil revealed by in situproduced10Be concentrations in river-borne sediments. Journal of South America Earth Science. 67:89–99. 2016. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2016.02.002
- SILVA, T. M. Estruturação Geomorfológica do Planalto Atlântico no Estado do Rio de Janeiro. Tese (Doutorado em Geografia) Programa de Pós-Graduação em Geografia,IGEO/UFRJ. 265p. 2002.
- SILVA, T. M.; SANTOS, B. P. Sistemas de Drenagem e Evolução da Paisagem. Revista Geogr. Acadêmica.v. 4, n. 1, p. 5-19. 2010.
- SORDI, M. V.; SALGADO, A. A. R.; SIAME, L.; BOURLÈS, D.; PAISANI J. C.; LEANNI, L.; BRAUCHER, R.; COUTO, E.; Implications of drainage rearrangement for passive margin escarpment evolution in Southern Brazil. Geomorphology. v. 306, p. 155-169. 2018.
- STRUTH, L.; GARCIA-CASTELLANOS, D.; VIAPLANA-MUSZAS, M. VERGÉS, J. Drainage network dynamics and knickpoint evolution in the Ebro and Duero basins: From endorheism to exorheism. Geomorphology. v. 327, p. 554-571. 2019.





VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F. Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data. Applied Geography, v. 32, p.300-309, 2012.