

RELEVO

Marcelo Eduardo Dantas

Geógrafo, Mestre em Geografia, Analista de Geociências do SGB-CPRM, Serviço Geológico do Brasil, Rio de Janeiro

Carlos Eduardo Osório Ferreira

Geólogo, Mestre em Geologia, Analista de Geociências do SGB-CPRM, Serviço Geológico do Brasil, Rio de Janeiro

Edgar Shinzato

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Produção Vegetal, Analista de Geociências do SGB-CPRM, Serviço Geológico do Brasil, Rio de Janeiro

2.1 INTRODUÇÃO

A complexa compartimentação geológico-geomorfológica do estado do Rio de Janeiro revela um mosaico de paisagens influenciado, primordialmente, por condicionantes litoestruturais de um intrincado substrato ígneo-metamórfico amalgamado durante o ciclo Brasileiro (HEILBRON *et al.*, 2016) e realçados por uma tectônica de idade Cenozoica

(HACKSPACKER *et al.*, 2003), e pela variação do nível relativo do mar, durante o Quaternário Superior. Apesar do fato de que o Rio de Janeiro é um dos menores estados da Federação, com menos de 45.000 km², este apresenta um conjunto muito diversificado de padrões e formas de relevo, tanto de agradação (desde extensas planícies fluviais, até vastas planícies fluviomarinhas e feixes de cordões arenosos de origem marinha), quanto de denudação (desde tabuleiros, colinas e morrotes, até serras e escarpas). Um destaque especial deve ser conferido às vertiginosas escarpas das serras do Mar e da Mantiqueira que atingem cotas, por vezes, superiores a 2.000 metros de altitude.

A geomorfologia do estado do Rio de Janeiro apresenta uma notável herança advinda de processos tectônicos gerados após a abertura do Atlântico Sul, fato este já observado desde os estudos de Ruellan (1944), visto que o famoso

catedrático francês já ressaltava, com os rudimentares recursos cartográficos de sua época, os expressivos desnivelamentos topográficos existentes entre os maciços costeiros, a Baixada Fluminense e a serra do Mar, além das reentrâncias representadas pelas baías da Guanabara e de Sepetiba. Ruellan afirmava, então, que a serra do Mar consistia numa frente dissecada de bloco de falha. Ab'Saber e Bernardes (1958) reforçaram as observações de Ruellan ao estudar o vale do rio Paraíba do Sul e suas relações geomorfológicas e tectônicas com as serras do Mar e da Mantiqueira.

Alberto Ribeiro Lamego, ao longo de várias obras de cunho regional, realizou primorosas monografias geográficas (LAMEGO, 1940, 1946, 1948 e 1950), que descreviam, detalhadamente, desde a compartimentação geológico-geomorfológica dos terrenos, permeando uma análise integrada do meio físico e biótico, até o processo histórico de ocupação humana e de configuração regional do estado do Rio de Janeiro. Obras como: *O Homem e a Serra, O Homem e o Brejo, o Homem e a Restinga e o Homem e a Guanabara* são clássicos indispensáveis para todos que querem conhecer, em minúcias, a Geografia do estado do Rio de Janeiro.

Posteriormente, relatórios de geologia estrutural e geotectônica executados no âmbito do Projeto Remac (ASMUS e FERRARI, 1978), além de estudos aprofundados sobre a evolução geológica e tectônica ao longo do Cenozoico, realizados por Almeida (1976), e Riccomini, Sant'Anna e Ferrari (2004), contextualizavam o relevo da fachada atlântica do Sudeste Brasileiro como um sistema de blocos falhados em *horsts* e *grabens* de uma margem passiva da Placa Sul-Americana. Junto ao extenso litoral do estado, desde Paraty até São Francisco do Itabapoana, os processos de entulhamento dessas baixadas fluviomarinhas, assim como a formação dos terraços marinhos, estão intimamente associados às flutuações hidro eustáticas do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior (AMADOR, 1997; FERNANDEZ e ROCHA, 2015; MUEHE e LINS DE BARROS, 2016).

O primeiro trabalho de mapeamento geomorfológico sistemático do estado do Rio de Janeiro foi elaborado por Dantas (2001) em escala de 1:250.000 (Figura 7), como projeto institucional do Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), inspirado nas propostas metodológicas de Ponçano *et al.* (1979) e Ross (1992), estas desenvolvidas para o estado de São Paulo. A partir da evolução desse mapeamento, foram definidas três unidades morfoestruturais (Cinturão Orogênico do Atlântico; Bacias Sedimentares Cenozoicas; e Coberturas Sedimentares Quaternárias) e dez unidades morfoesculturais (Maciços Costeiros; Maciços Alcalinos Intrusivos; Superfícies Aplainadas nas Baixadas Litorâneas; Escarpas Serranas; Planaltos Residuais; Depressões Interplanálticas; Depressões Interplanálticas com Alinhamentos Serranos Escalonados; Tabuleiros de

Bacias Sedimentares; Planícies Fluvio-marinhas - Baixadas; e Planícies Costeiras). A partir do reconhecimento das principais unidades morfoestruturais e morfoesculturais do estado do Rio de Janeiro, o trabalho sistemático de mapeamento teve prosseguimento com o mapeamento geomorfológico dos municípios, em escala de semidetalhe (1:25.000). Esse mapeamento, em fase parcial de execução, reconhece morfoestruturas e morfoesculturas subordinadas e promove uma cartografia minuciosa dos padrões de relevo, tornando o mapeamento geomorfológico um produto aplicável ao planejamento territorial em escala de Planos Diretores Municipais. Os mapas municipais podem ser acessados em: <http://www.cprm.gov.br>.

Uma menção especial deve ser conferida ao trabalho de Silva (2002), que desenvolveu o mapeamento geomorfológico do estado do Rio de Janeiro com base em um método de compartimentação topográfica dos terrenos (MEIS *et al.*, 1982) e que, partindo de uma análise geológica e morfométrica, promoveu uma valiosa e muito útil compartimentação geomorfológica do território fluminense.

Todavia, sem desmerecer a importância da análise regional em pequena escala, a Geomorfologia confere uma expressiva contribuição aos estudos solo-paisagem e a uma compartimentação pedogeomorfológica em estudos mais detalhados. A dinâmica hidrológica em bacias de drenagem, em sua relação de escoamento, infiltração e percolação, tem grande importância na compartimentação pedogeomorfológica da paisagem, sendo mais bem estudada na forma de topossequências, nas quais a configuração geométrica do relevo, analisada em grande escala, é de crucial importância. Assim sendo, em terrenos planos e bem drenados com nível freático profundo, assim como sobre os tabuleiros da Formação Barreiras, ocorre um predomínio dos processos de percolação e infiltração da água no solo e de recarga do aquífero. Nesse caso, os processos de intemperismo químico com formação de profundos regolitos são desencadeados. Por outro lado, normalmente, em terrenos acidentados, como na Região Serrana, ocorre um incremento do escoamento hortoniano em detrimento dos processos de percolação/infiltração da água na matriz do solo. Desse modo, tais terrenos apresentam solos e regolitos menos profundos em decorrência de uma maior suscetibilidade aos processos de erosão e de movimentos de massa e deposição de depósitos de encosta na base das vertentes.

Contudo, há de se ressaltar as taxas elevadas de intemperismo químico sobre o clima tropical de altitude superúmido (precipitação média anual superior a 2.000 mm com curta estação seca) reinante na Região Serrana do Rio de Janeiro, onde, mesmo em relevo montanhoso com vertentes íngremes, são registrados solos e regolitos espessos sobre determinadas litologias menos resistentes ao intemperismo (DANTAS *et al.*, 2019).

A metodologia de análise geométrica das vertentes proposta por Ruhe (1960) é uma das mais eficazes para se proceder à análise das relações solo-paisagem por meio de topossequências (Figura 6). Nesse sentido, o perfil da vertente pode ser subdividido em cinco segmentos: o topo ou interflúvio (*summit*), o ombro ou terço superior (*shoulder*), a meia-encosta ou terço médio (*backslope*), o sopé ou terço inferior (*footslope*) e o sopé colúvio-aluvial, situados nos flancos dos fundos de vales (*toeslope*). Frequentemente, nem todos esses segmentos estão presentes ao longo de uma das vertentes em estudo. Em geral, os perfis de vertentes mais completos ocorrem no domínio de mar-de-morros, como observado no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul.

O topo da elevação ou interflúvio representa uma porção do relevo, de maior ou menor expressão areal, onde ocorre uma maior taxa de infiltração da água no solo, com geração de solos e regolitos mais espessos e intemperizados. Devido a condições favoráveis de percolação e drenagem, predominam cores de ambiente oxidante, avermelhadas ou amareladas, que irão variar conforme as características mineralógicas e estruturais do substrato geológico subjacente.

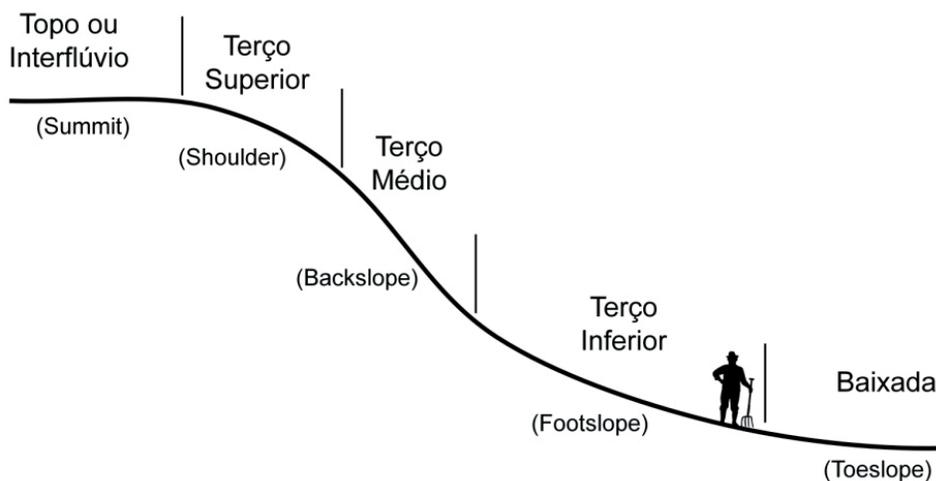


Figura 6. Compartimentos de uma vertente segundo Ruhe.

Fonte: Modificado de Ruhe (1960).

O ombro ou terço superior (*shoulder*) situa-se na alta encosta onde, em geral, são iniciados os diversos tipos de processos erosivos (laminar e lineares) e deflagrados os diversos tipos de movimentos de massa. Desse modo, há uma transferência de sedimentos da alta para a baixa encosta com deposição ao longo de toda a vertente. Devido à prevalência dos processos erosivos, esse segmento da vertente tende a apresentar solos e regolitos menos profundos.

O terço médio ou a meia-encosta consiste, em geral, no segmento de maior declividade e onde ocorre uma maior incidência dos processos erosivos e uma máxima transferência de sedimentos para a baixa encosta. Desse modo, verificam-se solos e regolitos mais rasos nesse segmento da vertente.

A zona de sopé ou terço inferior da vertente situa-se na baixa encosta e consiste numa área de deposição de sedimentos coluvionares oriundos dos segmentos superiores da vertente. Nesse segmento, registram-se solos característicos de ambiente redutor por apresentarem horizontes subsuperficiais de cores acinzentadas e desenvolvimento de mosqueamento e plintitas, devido à drenagem imperfeita.

Por fim, o ponto mais baixo da vertente, bordejando o fundo de vale, consiste na mais expressiva zona deposicional da vertente com sedimentação interdigitada de alúvios e colúvios: a famosa rampa de colúvio de Bigarella e Mousinho, interconectada com os terraços fluviais e planícies de inundação (BIGARELLA e MOUSINHO, 1965), onde dominam os solos profundos e estratificados (Neossolos Flúvicos). Nas planícies aluviais que se espraiam sobre os fundos vales, predominam solos hidromórficos (Gleissolos), com episódica formação de um horizonte H histórico (Organossolos).

No Serviço Geológico do Brasil, há uma preocupação permanente de gerar mapeamentos geomorfológicos que possam ser facilmente compreendidos, assimilados e aplicados pelos diversos setores da Sociedade, em especial, pelos institutos de ensino e pesquisa e pelos órgãos de gestão e planejamento nas três esferas governamentais. Sendo assim, o reconhecimento e o mapeamento das diversas unidades geomorfológicas do Estado são de fundamental importância para a avaliação do impacto decorrente de cada tipo de intervenção e para subsidiar propostas básicas de gestão ambiental e de planejamento ordenado do território. O Zoneamento Agroecológico do estado do Rio de Janeiro, elaborado pela Embrapa (LUMBRERAS *et al.*, 2003), representou um dos mais expressivos trabalhos que utilizaram as informações dos mapas geomorfológico e geoambiental, com o objetivo de traçar diretrizes para o desenvolvimento agropecuário de todo o estado, em bases sustentáveis.

2.2 COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Neste capítulo, propõe-se, a seguir, uma descrição sistemática da Geomorfologia do estado, com base numa adaptação da compartimentação territorial do Diagnóstico Geoambiental do estado do Rio de Janeiro (DANTAS *et al.*, 2001), simplificada e de melhor correlação com diferentes tipos de solos e paisagens. Nesse contexto, o estado do Rio de Janeiro foi subdividido em cinco domínios: a Faixa Litorânea; a Região Serrana; a Depressão do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul; a Depressão do Norte-Noroeste Fluminense; e o Planalto do Alto Rio Itabapoana.

2.2.1 Faixa litorânea

A Faixa Litorânea estende-se ao longo da linha de costa, desde a baixada de Sepetiba até o Rio Itabapoana, na divisa com o estado do Espírito Santo. Consiste num domínio de notável geodiversidade, abrangendo desde extensas áreas inundáveis, tais como mangues, brejos e baixadas até alinhamentos serranos e maciços costeiros que, por vezes, atingem mais de 1.000 metros de altitude.

Apesar de todas as diferenças internas, o fato de esse domínio estar posicionado entre o litoral e o piemonte da serra do Mar permitiu agrupar todas as unidades relacionadas acima no Domínio Faixa Litorânea. Todavia, as diferenças são marcantes e, para fins de análise, podemos distinguir três subdomínios: a Região Metropolitana, a Região dos Lagos e o Norte Fluminense.

a) A Região Metropolitana abrange as baixadas de Sepetiba, Guanabara e Jacarepaguá, de onde se sobressaem maciços montanhosos, tais como os maciços costeiros da Pedra Branca, Tijuca (Figura 8) e Região dos Lagos e o maciço intrusivo alcalino do Mendanha. Ferrari (1990, 2001) enquadra grande parte da região metropolitana do Rio de Janeiro no denominado Gráben da Guanabara, embutido entre os maciços costeiros e o front da serra do Mar (SILVA *et al.*, 2015). A partir dos terrenos montanhosos constituídos pelos maciços costeiros, espraiam-se as planícies fluviomarinhas pontilhadas de relevos residuais, tais como colinas, morros e pequenas serras isoladas, e, por fim, as planícies marinhas que orlam toda a linha de costa.

A escarpa da Serra do Mar compreende um conjunto de escarpas montanhosas festonadas, alinhadas sob direção WSW-ENE. Suas configurações morfológicas são bastante diversificadas, promovidas, principalmente, por condicionantes litoestruturais. Assim sendo, pode-se observar tanto uma muralha montanhosa imponente, como a Serra dos Órgãos (Figura 9), quanto um degrau escarpado mais rebaixado, como a Serra das Araras, devido à ação diferencial dos processos tectônicos e erosivos durante o Cenozoico (DANTAS, 2001).

Os maciços costeiros, como os da Tijuca e da Pedra Branca, consistem em blocos soerguidos durante o Cenozoico, paralelamente ao *front* escarpado da serra do Mar (ASMUS e FERRARI, 1978), podendo ser considerados remanescentes de um antigo ombro meridional do gráben da Guanabara, outrora inserido no Planalto Atlântico e que foi intensamente erodido pelo recuo regressivo da escarpa da Serra do Mar, originada junto à falha de Santos (ALMEIDA e CARNEIRO, 1998).

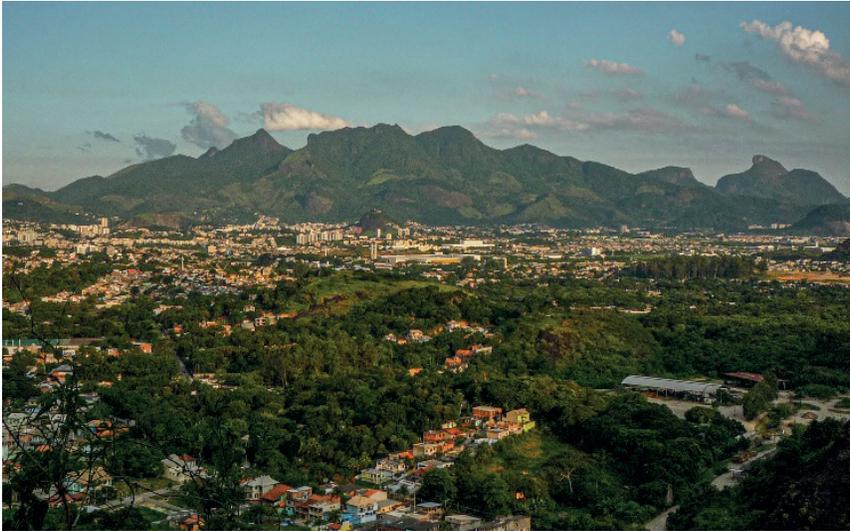


Figura 8. Vista de conjunto da baixada alúvio-coluvionar de Jacarepaguá. Ao fundo, a silhueta de espetacular beleza cênica do flanco oeste do maciço da Tijuca. Município do Rio Janeiro, RJ.

Foto: Marcelo Ambrósio Ferrassoli (Acervo Pessoal).



Figura 9. Escarpa da Serra dos Órgãos exibindo picos alinhados resultantes da denudação diferencial de um paredão granítico fraturado. Destaque para o icônico pico do Dedo-de-Deus. Visada a partir do mirante do Trilha Cartão Postal, em Teresópolis, RJ.

Foto: Helena Pinheiro Dantas e Eduardo Pederneira (Acervo Pessoal).

Tanto as escarpas serranas quanto os maciços costeiros apresentam vertentes íngremes, por vezes rochosas, frequentemente recobertas por depósitos de tálus e colúvios, drenadas por bacias de alta densidade de drenagem (COELHO NETTO, 2005). Os topos são caracterizados por picos aguçados e arredondados (pontões rochosos do tipo “pão-de-

açúcar”) ou em cristas alinhadas. Rios que drenam a escarpa da serra do Mar apresentam alta suscetibilidade à ocorrência de enxurradas e corridas de detritos (Figura 10). Assim como as escarpas serranas, os maciços costeiros apresentam uma alta suscetibilidade a movimentos de massa, deflagrados durante eventos pluviiais críticos, como os registrados em 1966/67 (MOUSINHO e SILVA, 1968), em 1996 (FERNANDES *et al.*, 2004) e em 2010 (COELHO NETTO *et al.*, 2012; DOURADO *et al.*, 2012).

As planícies fluviomarinhas, por sua vez, consistem em importantes áreas de acumulação e depósitos argilosos de mangue que preenchem o recôncavo das baías de Guanabara (Figura 11) e Sepetiba e áreas expressivas apresentam alta suscetibilidade à inundação e influência da maré. Resultam de uma sucessão de eventos de regressão e transgressão do nível relativo do mar que modelaram sua morfologia original e que, posteriormente, foram modificadas pela intervenção humana (AMADOR, 1997).

As planícies fluviais são constituídas, predominantemente, por Gleissolos Háplicos ou Melânicos e Neossolos Flúvicos que consistem em solos com moderada a boa fertilidade natural, em geral, e são indicados para culturas de ciclo curto, tolerantes ao encharcamento, ou agricultura de várzea com drenagem artificial (LUMBRERAS *et al.*, 2003) (Figura 12). Historicamente, na Baixada Fluminense, as várzeas eram utilizadas para a cultura canieira desde os primórdios da colonização no século XVI. Nos terrenos bem drenados dos terraços fluviais e das colinas circundantes, desenvolveu-se a cultura da laranja, já no século XX.



Figura 10. Talvegue do Rio Guapimirim apresentando canal de alta energia recoberto por seixos e blocos de dimensão métrica, evidenciando a ocorrência de antigos fluxos de detritos. Sítio urbano de Guapimirim, RJ.

Foto: Rogério Valença Ferreira (Acervo Pessoal).



Figura 11. Planície de maré revestida por manguezais no recôncavo da baía de Guanabara. Rio Macacu – APA de Guapimirim.

Foto: Jennifer Renk (Acervo Pessoal).



Figura 12. Extensa planície fluvial do alto vale do Rio Macacu, próximo ao sopé da escarpa da Serra do Mar. Município de Cachoeiras de Macacu, RJ.

Foto: Marcelo Eduardo Dantas (Acervo Pessoal).

As planícies lagunares, por sua vez, registram a ocorrência de solos constituídos por depósitos argilosos ricos em matéria orgânica e saturados de água (Gleissolos e Organossolos, segundo CARVALHO FILHO *et al.* (2003). Caracterizam-se pela baixa capacidade de suporte mecânico, sendo sujeitos a recalques ou deformações no solo quando submetidos a cargas (pressões ou forças exercidas sobre o solo) ou, ainda, à subsidência nos Organossolos quando drenados. Casos emblemáticos são registrados na planície fluviolagunar de Jacarepaguá, situada logo à retaguarda dos terraços marinhos arenosos da Barra da Tijuca (DANTAS *et al.*, 2020).

b) A Região dos Lagos e o extenso relevo colinoso situado entre o litoral e o sopé da escarpa da Serra do Mar se estende em direção W-E desde Niterói até Cabo Frio em uma costa contínua, interrompida apenas pelos promontórios rochosos de Itaipuaçu, Ponta Negra, Saquarema e Arraial do Cabo. Entre Cabo Frio e a Baixada Campista, a direção da linha de costa inflete para nordeste. Junto à linha de costa, destaca-se um conjunto de corpos lagunares associados com planícies costeiras que se estendem de Maricá até Macaé. Nesse contexto, destacam-se os sistemas lagunares de Piratininga e Itaipu (Figura 13), na Região Oceânica de Niterói; os de Maricá e Guarapina, na baixada de Maricá; e os de Jaconé e Saquarema, na baixada de Saquarema. Todas essas baixadas estão circundadas por maciços costeiros. A laguna de Araruama é a maior da região e está delimitada, a norte, por um relevo de colinas baixas entre Araruama e São Pedro da Aldeia. Todos os sistemas lagunares têm comunicação natural com o oceano (DANTAS, 2001). Um duplo sistema de barreiras arenosas revestido por vegetação de restinga demarca praticamente todo esse litoral, com praias de espetacular beleza cênica (Figura 14), sendo intercalado por lagunas e brejos intercordões.

Os terraços marinhos localizados nas restingas de Marambaia e Massambaba (Figura 15) e entre Arraial do Cabo e Búzios sofreram retrabalhamento eólico (Figura 16), gerando campos de dunas de grande expressão e diversidade, com registro de dunas barcanas, parabólicas e nebkas (FERNANDEZ e ROCHA, 2015). Entre Macaé e Quissamã, na planície marinha de Jurubatiba, foi empilhada uma sucessão de cristas de cordões arenosos, apresentando uma série de pequenas lagunas situadas ao longo da linha de costa, sendo que algumas delas apresentam direção ortogonal ao litoral. Destaca-se, nesse contexto, a lagoa de Carapebus. Tais lagunas são nitidamente truncadas pelo cordão litorâneo em linha de costa transgressiva (DIAS e GORINI, 1980; FERNANDEZ e ROCHA, 2015).



Figura 13. Lagoa de Itaipu em meio ao sistema lagunar da Região Oceânica de Niterói, RJ. Ao fundo, maciço costeiro de Niterói.

Foto: Marcelo Eduardo Dantas (Acervo Pessoal).



Figura 14. Praia das Conchas em área de grande potencial turístico na Região dos Lagos. Município de Cabo Frio, RJ.

Foto: Marcelo Eduardo Dantas (Acervo Pessoal).



Figura 15. Reverso do terraço marinho pleistocênico no entorno da lagoa de Jacarepiá. Município de Araruama, RJ.

Foto: Marcelo Eduardo Dantas (Acervo Pessoal).



Figura 16. Vista panorâmica do campo de dunas da planície marinha de Tucuns. Município de Armação dos Búzios, RJ.

Foto: Marcelo Eduardo Dantas (Acervo Pessoal).

Os vastos terrenos colinosos de declividades suaves, com topografia uniforme e topos subnivelados de baixas amplitudes de relevo, registram muito modestas elevações, entre 40 e 120 metros de altitude (Figura 17). Estão posicionados à retaguarda das barreiras

arenosas e das lagunas hipersalinas, são constituídos por solos profundos e bem drenados (Latosolos Vermelho-Amarelos e Amarelos e Argissolos Vermelho-Amarelos e Amarelos).



Figura 17. Domínio de colinas amplas e suaves. Ao fundo, a Serra de Sapatiba. Município de São Pedro d'Aldeia, RJ.

Foto: Marcelo Eduardo Dantas (Acervo Pessoal).

Os vales dos rios São João, Macaé, Macabu e Imbé consistem em extensas áreas inundáveis ladeadas por colinas isoladas pela sedimentação fluvial. Os baixos vales desses rios constituem vastas zonas embrejadas de acumulação fluviomarina (Figura 18). Alinhamentos serranos isolados com paredões rochosos, representados pelos maciços de Macaé e de Conceição de Macabu e pelo maciço de Itaoca, se destacam topograficamente em meio às baixas colinas (DANTAS, 2001). Destaca-se, nesse contexto, o imponente Morro de São João (Figura 19), que se eleva a mais de 700 metros de altitude em meio ao arco de praias formado entre os promontórios de Búzios e Rio das Ostras.

As colinas e morrotes isolados presentes nos promontórios de Arraial do Cabo e de Búzios apresentam solos pouco espessos e pedregosos (Cambissolos, Argissolos Vermelhos e Vermelho – Amarelos e alguns Luvissolos) devido à ocorrência de um clima mais seco, com precipitações anuais inferiores a 700 mm/ano, associados a uma vegetação nativa transicional entre floresta caducifólia e caatinga hipoxerófila, numa associação peculiar entre geodiversidade, clima e biodiversidade (DANTAS *et al.*, 2001; SANTOS *et al.*, 2019).

Os cordões litorâneos são constituídos de sedimentos arenosos bem selecionados, de origem marinha, gerando terrenos bem drenados de alta porosidade e permeabilidade, com predomínio de Espodossolos e Neossolos, de baixa fertilidade natural e excessivamente drenados, apresentando, portanto, baixa capacidade de armazenamento de água e nutrientes.



Figura 18. Canal de drenagem escavado em solos turfosos (Organossolos) para rebaixamento do nível freático regional no baixo vale do Rio Macabu. Município de Campos dos Goytacazes, RJ.

Foto: Victor Hilquias Alves (Acervo Pessoal).



Figura 19. Aspecto imponente do maciço intrusivo alcalino de conformação dômica do Morro de São João que se destaca topograficamente em meio à planície costeira circundante. Barra de São João, município de Casimiro de Abreu, RJ.

Foto: Marcelo Eduardo Dantas (Acervo Pessoal).

A despeito de tais condições adversas para a prática agrícola, esse ambiente de restingas é utilizado para cultivo, em sistemas irrigados, de abacaxi, coco e caju (LUMBRERAS *et al.*, 2003), visto que são culturas adaptadas a esses solos arenosos. Ressaltam-se, ainda, processos de erosão costeira ao longo de diversos trechos da linha da costa, muitos dos quais agravados por uma ocupação urbana inadequada que, em diversos casos, invade o prisma praiado ou interfere na dinâmica de deriva litorânea de sedimentos. Os campos de dunas, por sua vez, constituem-se de areias quartzosas de

granulometria fina, bem selecionadas e arredondadas, inconsolidadas, friáveis, pouco coesas e muito permeáveis. Todavia, representam ambientes muito frágeis, com muitas espécies endêmicas e altamente suscetíveis à erosão hídrica e eólica (DANTAS *et al.*, 2020).

Por fim, o Norte Fluminense caracteriza-se pelo desenvolvimento da extensa planície fluviodeltaica do Rio Paraíba do Sul, numa região tradicionalmente denominada de baixada Campista, que abrange também os baixos vales dos rios Paraíba do Sul e Muriaé, e de canais que afluem para a Lagoa Feia: os rios Macabu e da Prata. Essa extensa zona deposicional quaternária caracteriza-se pela geração de uma baixada fluviolagunar, constituída por uma vasta zona de brejos entre Cabo de São Tomé e o entorno da Lagoa Feia e isolada do oceano por um simples cordão litorâneo (Figura 20). Esses terrenos inundáveis estão pontilhados por diversas lagunas e banhados e apresentam uma complexa associação de solos com altos teores de sais e enxofre em sua matriz, abrangendo Organossolos, Planossolos Nátricos, Gleissolos Tiomórficos e Gleissolos Sálícos (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003).

No entorno da desembocadura do Rio Paraíba do Sul desenvolve-se um sistema de feixes truncados de cordões arenosos em linha de costa progradante, demonstrando uma notável variação morfodinâmica com períodos de progradação, alternados com períodos de retrogradação do delta do Rio Paraíba do Sul nos últimos 5.000 anos. O processo de erosão costeira experimentado pela vila de Atafona, agravado pela intervenção humana na bacia do Rio Paraíba do Sul, ressalta a fragilidade morfodinâmica dessa área (VASCONCELOS *et al.*, 2021).



Figura 20. Mosaico de ambientes deposicionais fluviodeltaicos, marinhos e lagunares do vasto brejo do delta do Rio Paraíba do Sul. Município de Campos dos Goytacazes, RJ.

Foto: Marcelo Eduardo Dantas (Acervo Pessoal).

A baixada fluviodeltaica construída pelo Rio Paraíba do Sul, por sua vez, possui solos mais bem drenados ou com drenagem artificial e de moderada a boa fertilidade natural (Gleissolos Háplicos ou Melânicos, Neossolos Flúvicos e Cambissolos Flúvicos), historicamente utilizados para o cultivo de cana-de-açúcar.

À retaguarda da baixada Campista desenvolve-se uma ampla zona de baixas superfícies tabulares, posicionadas entre 20 e 70 metros de altitude e sulcadas por uma rede de canais que converge diretamente para o oceano, produzindo vales em U, com vertentes declivosas e fundos chatos, recobertos por sedimentação fluvial ou fluviolagunar (DANTAS, 2001). São os tabuleiros costeiros modelados em rochas sedimentares pouco litificadas da Formação Barreiras, de idade Neógena (MORAIS *et al.*, 2006), ocupando extensas áreas de Quissamã, Campos dos Goytacazes e São Francisco do Itabapoana, com desenvolvimento de solos profundos e bem drenados, com baixa suscetibilidade à erosão (predomínio de Latossolos Amarelos e Argissolos Amarelos, segundo Carvalho Filho *et al.*, 2003). Em Ponta Buena, município de São Francisco do Itabapoana, os tabuleiros atingem o litoral gerando falésias ativas e plataformas de abrasão, de grande beleza cênica (Figura 21).



Figura 21. Falésias geradas a partir da abrasão marinha sobre depósitos da Formação Barreiras. Ponta do Retiro, município de São Francisco do Itabapoana, RJ.

Foto: Edgar Shinzato (Acervo Pessoal).

2.2.2 Região serrana

A Região Serrana estende-se por todo o domínio montanhoso representado pela Serra do Mar e atravessa, numa direção WSW-ENE, praticamente todo o estado do Rio de Janeiro, concordante aos controles litoestruturais do substrato ígneo-metamórfico, herdados de uma tectônica brasileira e realçados pelo soerguimento epirogenético cenozoico, que comandam a evolução geomorfológica da Região Serrana e do Vale do Paraíba ao longo do Cenozoico (COELHO NETTO, 1999; TUPINAMBÁ *et al.*, 2012; PINTO *et al.*, 2018; FREITAS *et al.*, 2022). A Serra do Mar (Figura 22) estende-se desde o litoral norte do estado de São Paulo, sob denominação local de serra da Bocaina, até a Serra do Imbé ou Desengano, às margens do Rio Paraíba do Sul, próximo a Campos dos Goytacazes e São Fidélis, já no Norte Fluminense. No reverso dessa escarpa serrana, estende-se um conjunto de terras altas, constituídas por uma extensa zona planáltica com relevo ondulado como o Planalto da Bocaina e, por vezes, profundamente dissecada em um relevo montanhoso, tais como o planalto reverso da Região Serrana e a própria Serra do Desengano (DANTAS, 2001).

A escarpa da Serra da Mantiqueira ocupa, em território fluminense, apenas um pequeno trecho, junto ao maciço alcalino do Itatiaia (alto vale do Rio Preto, em Visconde de Mauá), separando o Médio Vale do Rio Paraíba do Sul do Planalto do Alto Rio Grande, este em território mineiro (DANTAS *et al.*, 2001). Nesse fragmento da Mantiqueira se localiza o pico das Agulhas Negras, ponto culminante do estado do Rio de Janeiro, com 2.787 metros de altitude (Figura 23).

Em sua porção central, que se estende desde Miguel Pereira até Santa Maria Madalena, a Região Serrana apresenta, em geral, um relevo acidentado e muito diversificado, típico de um planalto dissecado, alçado em cotas que variam entre 700 e 1.500 metros de altitude, com picos graníticos que atingem 2.000 metros, sendo composto por bacias de drenagem com vales aprofundados de 300 a 500 metros de desnivelamento, exibindo, frequentemente, vertentes íngremes e paredões rochosos subverticais (Figura 24).

Destacam-se, nesse contexto, as bacias dos rios Piabanha, Paquequer, Negro, Grande e do Colégio, assim como as bacias atlânticas dos altos cursos dos rios Macaé, Macabu e Imbé, alternando um relevo de morros altos a montanhosos e degraus escarpados. As baixas vertentes estão, frequentemente, recobertas por rampas de colúvio e tálus (Figura 25), que são naturalmente instáveis e sujeitas a movimentos de massa, como rastejos e deslizamentos rotacionais. Sendo assim, tais depósitos possuem uma instabilidade geotécnica intrínseca à sua gênese. Subordinadamente, ocorrem compartimentos colinosos no interior da zona planáltica sob forma de alvéolos intramontanos. Tais terrenos apresentam, localmente, planícies fluviais mais extensas e vales mais alargados com amplitudes de relevo mais baixas. Foi justamente nessas zonas alveolares e menos acidentadas que se estabeleceram os sítios urbanos de Petrópolis (alto Rio Piabanha), Teresópolis (alto Rio Paquequer) e Nova Friburgo (Rio Bengalas).



Figura 22. Front do majestoso escarpamento da Serra dos Órgãos no platô Açú – Pedra do Sino, junto ao colo de Teresópolis. Divisa entre os municípios de Guapimirim e Cachoeiras de Macacu, RJ.

Foto: Marcelo Eduardo Dantas (Acervo Pessoal).



Figura 23. Paisagem altomontana, alçada a cerca de 2.500 metros de altitude, de inusitado aspecto extratropical, apresentando solos rasos, caneluras em afloramentos fraturados de sienito e uma profusão de blocos e matacões ao longo das vertentes. Ao fundo, o pico das Agulhas Negras. Alto vale suspenso do Rio Campo Belo. Parte alta do Parque Nacional de Itatiaia, RJ.

Foto: Marcelo Eduardo Dantas (Acervo Pessoal).



Figura 24. Típico relevo montanhoso da Região Serrana do Rio de Janeiro. Maciço da Caledônia. Município de Nova Friburgo, RJ.

Foto: Marcelo Ambrósio (Acervo Pessoal).



Figura 25. Cone detrítico constituído por depósito de tálus repleto de blocos métricos, oriundo de vertente escarpada de maciço granítico em domínio montanhoso da Região Serrana. Rodovia RJ-146, nas cercanias de Santa Maria Madalena, RJ.

Foto: Marcelo Eduardo Dantas (Acervo Pessoal).

A despeito do relevo acidentado, os solos da Região Serrana são bastante diversificados, variando desde um predomínio de solos rasos e jovens nos terrenos montanhosos (Cambissolos Háplicos, Neossolos Litólicos e Afloramentos de Rocha) até solos mais profundos, com maior desenvolvimento pedogenético e bastante lixiviados (Latosolos Vermelho-Amarelos e Cambissolos Húmicos) nos relevos de colinas e morros altos. Tal fato pode ser elucidado em decorrência de um clima bastante úmido proporcionado pela barreira física imposta pela Serra do Mar ao avanço dos sistemas frontais (efeito orográfico). Assim, as escarpas serranas e, em especial, a Serra da Bocaina e a Serra Órgãos, registram um clima tropical de altitude superúmido e precipitação média superior a 2.000 mm/ano (DANTAS *et al.*, 2001). Apenas a Serra das Araras e a porção terminal da serra do Imbé, mais rebaixadas e recuadas, apresentam totais anuais inferiores a 1.500mm e solos menos lixiviados (predomínio de Argissolos Vermelho-Amarelos e Vermelhos Eutróficos, segundo CARVALHO FILHO *et al.*, 2003).

As planícies e baixas vertentes embutidas no relevo serrano entre Petrópolis, Sumidouro e Trajano de Moraes consistem num importante cinturão olerícola do estado do Rio de Janeiro, cujos principais municípios produtores são Teresópolis e Nova Friburgo (Figura 26). O clima úmido e ameno favorece, portanto, as atividades turísticas e o incremento dos sistemas agroflorestal e agroecológico.

As superfícies planálticas mais elevadas do estado do Rio de Janeiro apresentam uma peculiar geodiversidade e biodiversidade de altas montanhas tropicais do Sudeste Brasileiro e localizam-se no Planalto do Itatiaia (alto vale do Rio Campo Belo, alçado a 2.500 metros de altitude) e no Planalto do Açu, entre Petrópolis e Teresópolis, este alçado a mais de 2.000 metros de altitude (PESSOA *et al.*, 2021). Esses planaltos alçados possuem um clima excessivamente frio e solos muito rasos para o desenvolvimento da cobertura florestal. Nesses planaltos muito elevados, os terrenos são recobertos por campos de altitude onde também se observa a presença de solos com horizontes hísticos, como os Organossolos na parte alta do Parque Nacional de Itatiaia (Figura 27) (DANTAS *et al.*, 2001; SOARES *et al.*, 2016).

As características geomorfológicas e climáticas da Região Serrana a tornam uma vasta zona de alta suscetibilidade a movimentos de massa. O incremento populacional e a expansão da malha urbana das principais cidades da Região Serrana são desafios para o ordenamento territorial urbano em terrenos montanhosos. Por outro lado, eventos extremos com chuvas de grande magnitude e que possuíam rara recorrência estão ocorrendo com cada vez mais frequência, o que pode ser um indício de uma alteração no padrão de chuvas na Região Serrana em decorrência de mudanças climáticas. Essa nefasta combinação de crescimento desordenado com incremento de eventos extremos tem acarretado desastres socioambientais (não naturais) que têm assolado periodicamente a região com trágico montante de centenas de vítimas a cada evento pluvial crítico, como ocorrido em 1988, 2011 e 2022 (GUERRA *et al.*, 2007; DOURADO *et al.*, 2012; COELHO NETTO *et al.*, 2013; MODESTO *et al.*, 2022).



Figura 26. Extensa planície fluvial e baixas vertentes do fundo de vale do alto Rio Grande com produção agrícola intensiva (distrito de Salinas, integrante do cinturão olerícola da Região Serrana do Rio de Janeiro). Ao fundo, o maciço granítico dos Três Picos. Município de Nova Friburgo, RJ.
Foto: Marcelo Ambrósio (Acervo Pessoal).



Figura 27. Desenvolvimento de Organossolos em fundo de vale do Rio Campo Belo situado no topo do maciço alcalino intrusivo de Itatiaia, a cerca de 2.400 metros de altitude. O microclima local, excessivamente frio, permite a preservação da matéria orgânica. Parte alta do Parque Nacional de Itatiaia, RJ.

Foto: Edgar Shinzato (Acervo Pessoal).

O planalto da Região Serrana localiza-se imediatamente a norte do reverso montanhoso da Serra do Mar, analisado anteriormente, e constitui-se de um relevo bastante movimentado, contudo, com declividades e amplitudes de relevo bastante inferiores aos da Região Serrana propriamente dita, principalmente à medida que esses terrenos se aproximam da calha do baixo-médio curso do Rio Paraíba do Sul, entre Anta e Itaocara (DANTAS *et al.*, 2001). Essa região compreende, predominantemente, um relevo de morros altos, por vezes entremeados com montes rochosos do tipo “pães-de-açúcar” e ocorrência subordinada de colinas e morros baixos em alvéolos intramontanos ou topos de planaltos pouco dissecados. Os municípios de São José do Vale do Rio Preto, Duas Barras, Carmo, Cantagalo, Cordeiro e São Sebastião do Alto integram o planalto da Região Serrana. Observa-se um gradiente de decréscimo de pluviosidade tanto no sentido norte, em direção à calha do Rio Paraíba do Sul, quanto em direção leste, rumo ao Noroeste Fluminense. Essa redução de umidade se reflete tanto em solos pouco profundos e menos lixiviados, quanto pela composição florística de uma Mata Atlântica Subcaducifólia, em contraste com a Mata Atlântica Perenifólia que viceja na Serra do Mar (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003). Tanto o vale encaixado do Rio Paraíba do Sul como o baixo vale do Rio Grande consistem em áreas menos úmidas desse planalto (DANTAS *et al.*, 2001).

Entre o topo do planalto e a calha do Rio Paraíba do Sul, desenvolve-se a escarpa reversa do planalto da Região Serrana, com desnivelamentos entre 300 e 600 m, condicionada num extenso lineamento estrutural de direção aproximada WSW-ENE, por aproximadamente 100 quilômetros de extensão. Sua configuração morfológica é marcada por degraus escalonados e vertentes íngremes e abruptas, com alta suscetibilidade a movimentos de massa, que mergulham em direção à calha do Rio Paraíba do Sul (Figura 28). Em determinados trechos, essa escarpa de borda de planalto apresenta-se intensamente dissecada por meio de recuos erosivos. As serras do Gavião, do Cândido e das Águas Quentes formam a porção leste desse escarpamento e delimitam seu contato com os terrenos baixos modelados em mares-de-morros das depressões interplanálticas dos rios Negro e Pomba (DANTAS, 2001).

O Rio Paraíba do Sul, situado no segmento entre Três Rios e Itaocara, encontra-se fortemente controlado por uma grande zona de cisalhamento denominada de lineamento Além-Paraíba (ALMEIDA *et al.*, 1976). Tais condicionantes litoestruturais mantêm uma direção firmemente retilínea do Rio Paraíba do Sul, assim como do relevo de morrotes e morros baixos alinhados e com alta suscetibilidade à erosão e movimentos de massa, a despeito de suas baixas amplitudes de relevo (Figura 29). Freitas *et al.* (2022) avaliam que esse extenso segmento estrangulado do baixo-curso do Rio Paraíba do Sul (*o ombro de Sapucaia*) representa o último estágio de abertura da bacia de drenagem para o Oceano durante o Neógeno, transformando a bacia do Rio Paraíba do Sul de endorreica para exorreica.



Figura 28. Topo do degrau escarpado do planalto reverso da Região Serrana. Relevo movimentado de morros altos. Ao fundo, o front da Serra da Mantiqueira, já em Minas Gerais. Município de Carmo, RJ. Foto: Marcelo Eduardo Dantas (Acervo Pessoal).



Figura 29. Vale retilíneo do Rio Paraíba do Sul percorrendo o *strike* de paragneisses miloníticos com foliação verticalizada do Lineamento Além Paraíba. Município de Carmo, divisa RJ/MG.

Foto: Ricardo de Lima Brandão (Acervo Pessoal).

O Litoral Sul Fluminense representa o segmento da Serra do Mar que atinge o litoral. Desse modo, a configuração morfológica de sua linha de costa é totalmente distinta da registrada no restante do estado, descrita no Domínio da Faixa Litorânea. Ou seja, o Litoral

Sul Fluminense guarda muitas semelhanças com a Região Serrana, apresentando vertentes muito íngremes e solos pouco espessos na porção escarpada (Cambissolos Háplicos, Neossolos Litólicos e Afloramentos de Rocha) e possantes depósitos gravitacionais no piemonte da Serra da Bocaina. Nas baixadas fluviomarinhas, desenvolve-se uma miríade de solos hidromórficos (Gleissolos, Organossolos e Solos Indiscriminados de Mangue).

O Litoral Sul Fluminense se estende de Paraty, na divisa com o estado de São Paulo, até Itaguaí. Caracteriza-se por um litoral recortado por costões rochosos, intercalados por pequenas praias de enseada num cenário de vertentes íngremes da escarpa da Serra da Bocaina e delineado pelas baías da Ilha Grande e de Sepetiba, estas pontilhadas por centenas de ilhas costeiras, com destaque incontestante para a Ilha Grande. Situadas no recôncavo de pequenas reentrâncias desse litoral recortado, desenvolvem-se exíguas planícies fluviomarinhas com sedimentação de cordões arenosos e extensos manguezais, no interior das baías de Mangaratiba, Japuíba, da Ribeira e Paraty, além da foz do Rio Mambucaba.

A escarpa da Serra da Bocaina consiste numa imponente escarpa da borda de planalto que se caracteriza como uma verdadeira muralha montanhosa, alçada por tectônica a mais de 1.000 - 1.400 metros de altitude (Figura 30). Rios que drenam o Planalto da Bocaina descem vertiginosamente a escarpa em direção aos fundos de enseadas e embaíamentos da baía da Ilha Grande, tais como os rios do Funil, Mambucaba, Bracuí-Paca Grande e Ariró (DANTAS, 2001).

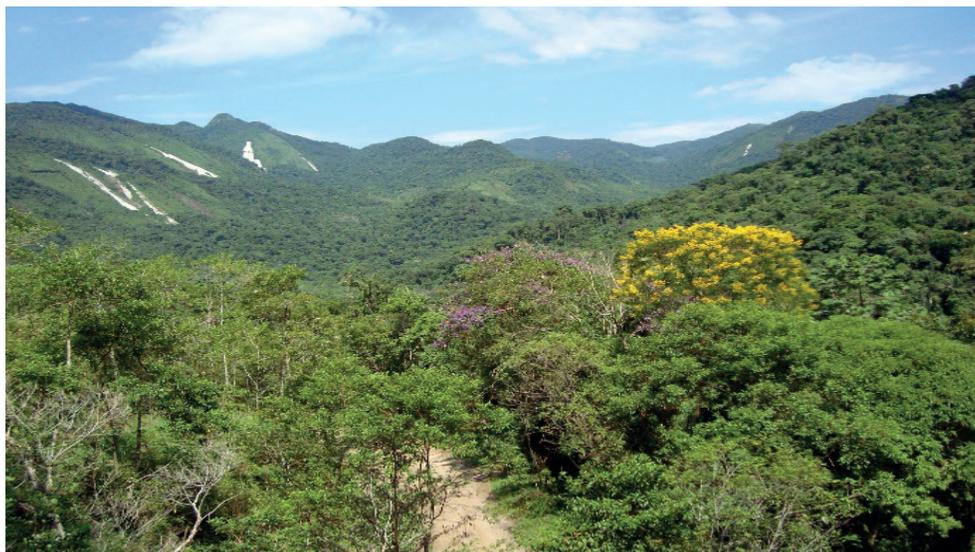


Figura 30. Foto panorâmica da escarpa da Serra da Bocaina drenada pelo alto vale do Rio Perequê-Açu. Em detalhe, destacam-se quedas de lascas e deslizamentos translacionais rasos no contato solo-rocha em vertentes íngremes revestidas por solos rasos em ambiente de mata atlântica. Estrada Paraty-Cunha (RJ-165). Município de Paraty, RJ.

Foto: Otávio Miguez da Rocha Leão (Acervo Pessoal).

Desse modo, esses rios apresentam alta suscetibilidade à ocorrência de enxurradas e corridas de detritos, e o conjunto da escarpa da Serra da Bocaina, que experimenta uma elevada pluviosidade média anual, entre 1.800 e 2.000 mm, apresenta alta suscetibilidade a movimentos de massa. Angra dos Reis, a principal cidade da região, que foi submetida a um processo de expansão urbana acelerada e desordenada em direção às planícies fluvio-marinhas e às encostas íngremes dos contrafortes da Serra do Mar, contabiliza dezenas de comunidades em áreas de risco de inundação e movimentos de massa (PIMENTEL, 2010), num cenário similar aos das maiores cidades da Região Serrana (Petrópolis e Nova Friburgo).

2.2.3 Depressão do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul

O Médio Vale do Rio Paraíba do Sul consiste numa extensa e alongada depressão interplanáltica gerada pela tectônica Cenozoica que rifteou a fachada atlântica do Sudeste Brasileiro (AB'SABER e BERNARDES, 1958; ALMEIDA, 1976; ASMUS e FERRARI, 1978; COELHO NETTO, 1999; DANTAS, 2001; RICCOMINI *et al.*, 2004; SHINZATO *et al.*, 2016; FREITAS *et al.*, 2022). A depressão interplanáltica do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul encontra-se embutida entre o reverso da Serra do Mar e o front da escarpa da Serra da Mantiqueira, entre as localidades de Três Rios e Itatiaia e, prolongando-se a oeste, pelo Vale do Paraíba paulista (Figura 31).



Figura 31. Relevo movimentado de colinas e morros baixos do domínio de mar-de-morros do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. Ao fundo, o relevo acidentado da escarpa norte do planalto da Serra da Bocaina. Represa do Funil. Município de Itatiaia, RJ.

Foto: Marcelo Eduardo Dantas (Acervo Pessoal).

A configuração morfológica regional é típica do domínio morfoclimático dos mares de morros florestados, tão decantados por Ab'Saber (2003). Representa um relevo característico de colinas e morros baixos com vertentes convexas ou convexo-côncavas, de baixa a média amplitudes de relevo, posicionadas em cotas que variam de 400 a 600 metros de altitude. Apresenta declividades moderadas e topos arredondados ou alongados e subnivelados. O clima tropical subúmido, com curta estação seca no inverno, apresenta precipitação média entre 1.200 e 1.800 mm/ano, propiciando a formação de solos mais profundos e lixiviados, com predomínio de Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos e Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos latossólicos e, ainda, Latossolos Amarelos e Argissolos Amarelos em áreas de menor declive (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003).

Uma faixa estreita e contínua de aproximadamente 5 quilômetros de largura, que se prolonga de Três Rios a Barra Mansa, é caracterizada por morrotes alinhados e colinas baixas, com amplitudes de relevo inferiores a 50 metros, e encontra-se impressada por colinas mais elevadas e morros baixos do domínio de Mar de Morros circundante. Trata-se de um importante segmento do lineamento Além-Paraíba, de direção WSW-ENE. Apesar das baixas amplitudes de relevo, tais terrenos apresentam moderada a alta suscetibilidade à erosão laminar, voçorocamentos e movimentos de massa, devido ao intenso intemperismo químico gerado em paragnaisses miloníticos, como registrado em Barra do Piraí (DANTAS *et al.*, 2015). Entre os rios Paraíba do Sul e Preto, observa-se uma sequência de alinhamentos serranos escalonados, de direção WSW-ENE, que se configuram como contrafortes da Serra da Mantiqueira, tais como as serras da Concórdia, do Rio Bonito e das Abóboras. Essas serras podem formar corredores de Mata Atlântica de grande importância para manutenção e regeneração do ecossistema florestal (DANTAS *et al.*, 2001).

Estudos conduzidos na bacia do Rio Bananal (RJ/SP) e em áreas adjacentes revelam uma complexa evolução geomorfológica desse domínio colinoso do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul ao longo do Quaternário Superior. Nesse contexto, destaca-se nos fundos de vales uma expressiva sedimentação aluvio-coluvionar quaternária, materializada em planícies de inundação, terraços fluviais e rampas de alúvio-colúvio (MEIS e MOURA, 1984; MOURA *et al.*, 1991; PEIXOTO e MOURA, 1993; COELHO NETTO, 1999; MELLO *et al.*, 1999a; COELHO NETTO *et al.*, 2020). As vertentes das colinas e morros estão, frequentemente, revestidas por distintas gerações de depósitos coluvionares, derivadas de diferentes eventos erosivo-deposicionais ocorridos no Quaternário. São os famosos Complexos de Rampas, de Meis e Monteiro (1979) (Figura 32).



Figura 32. Fundo de vale de cabeceira de drenagem entulhado de sedimentos aluvio-colúvies depositados em forma de rampas espriadas, documentando uma paisagem submetida a intensos processos erosivo-deposicionais pretéritos. Cicatrizes nas altas encostas testemunham a magnitude de tais processos na região. Rodovia RJ-161, entre as localidades de Resende (RJ) e Formoso (SP). Município de Resende, RJ.

Foto: Marcelo Eduardo Dantas (Acervo Pessoal).

A partir de uma análise sistemática da morfologia dos fundos de vales principais da bacia dos rios Bananal e Barreiro de Baixo (DANTAS e COELHO NETTO, 1991), observa-se uma alternância sucessiva de alvéolos e estrangulamentos, sendo estes correlacionados à ocorrência de níveis de base locais (*knickpoints*). Eirado Silva *et al.* (1993) demonstram que os *knickpoints* estão fortemente controlados pelos condicionantes litológicos e estruturais do substrato rochoso, orientados geralmente por direções de fraturamento, concordantes ao mergulho ou antimergulho das camadas dos gnaisses aflorantes na região. Dantas *et al.* (1994, 1995), por sua vez, avaliam a importância dos *knickpoints* na retenção de sedimentos à montante promovendo, desta forma, uma estocagem diferencial de sedimentos nas bacias de drenagem suspensas.

No domínio das encostas, por sua vez, os processos geomorfológicos são muito ativos, avaliados por meio da análise de voçorocamentos (COELHO NETTO *et al.*, 1988; CAMBRA *et al.*, 1995; ROCHA LEÃO *et al.*, 2003; COELHO NETTO, 2003); de processos de inversão de relevo e captura de drenagem (COELHO NETTO e FERNANDES, 1990; DANTAS e COELHO NETTO, 1996; COELHO NETTO, 1999); e na geração de concavidades estruturais (AVELAR e COELHO NETTO, 1992; COELHO NETTO, 2003) (Figura 33).



Figura 33. Concavidade conchoidal em domínio colinoso demonstrando, nas vertentes superiores mais declivosas, o estabelecimento de processos de erosão laminar e linear (sulcos e ravinas). No eixo da concavidade (*hollow*), de declividade mais suave, observa-se a deposição de uma rampa de alúvio-colúvio que, a jusante, se interdigita com os depósitos fluviais no vale principal. Estrada RJ-135, entre as localidades de Andrade Pinto e Rio das Flores. Município de Rio das Flores, RJ.

Foto: Marcelo Eduardo Dantas (Acervo Pessoal).

A intensa atuação dos processos geomorfológicos na região pode ser entendida como uma derivação da mudança climática da transição Pleistoceno-Holoceno (COELHO NETTO *et al.*, 1995; DANTAS, 1995; COELHO NETTO, 1999) ou por reativações neotectônicas que geraram a denominada Aloformação Manso (MELLO *et al.*, 1999b). Todavia, estudos posteriores demonstram que tal efetividade erosiva não se estende para todo o Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (COELHO NETTO *et al.*, 1997; DANTAS, 2001; XAVIER e COELHO NETTO, 2021), mas restringe-se a uma faixa que se estende do sopé do Planalto da Bocaina à calha do Rio Paraíba em sua margem direita, entre as localidades de Volta Redonda e Itatiaia (DANTAS *et al.*, 2012).

A porção central do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul apresenta um nítido controle litoestrutural produzido pela tectônica extensional que gerou as bacias sedimentares continentais, tais como as bacias de Resende e Volta Redonda (RICCOMINI *et al.*, 2004; RAMOS *et al.*, 2006). Nessas áreas desenvolvem-se as mais extensas planícies fluviais do Rio Paraíba do Sul, com solos de boa fertilidade natural (predomínio de Neossolos Flúvicos e Cambissolos Háplicos Eutróficos, segundo CARVALHO FILHO *et al.*, 2003). Tabuleiros ou colinas tabulares com amplitudes de relevo muito baixas, embutidos em cotas entre 430 e 460 metros de altitude, são modelados sobre rochas sedimentares pouco litificadas de

idade Paleógena, gerando um relevo regional mais plano ou suavemente dissecado, em contraste com o relevo movimentado do “mar-de-morros” circundante (Figura 34). Sobre os tabuleiros, os solos predominantes são os Latossolos Amarelos e Argissolos Amarelos (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003).



Figura 34. Vista panorâmica da planície aluvial do Rio Paraíba do Sul, a partir dos tabuleiros da bacia sedimentar de Resende (Resende, RJ). Município de Resende, RJ.

Foto: Marcelo Eduardo Dantas (Acervo Pessoal).

Toda essa vasta região sofreu uma severa degradação ambiental em decorrência do Ciclo do Café, que remonta ao princípio do século XIX, num período em que praticamente toda a floresta original foi progressivamente queimada e destruída numa impiedosa Marcha do Café, ávida por solos que apresentavam boa fertilidade natural devido à ciclagem de nutrientes no interior da floresta. Técnicas rudimentares de cultivo de extensas plantações de café promoveram, em larga escala, a erosão e o rápido esgotamento dos solos subsequentes à inteira remoção da cobertura florestal. Daí a necessidade de empreender, sucessivamente, o desmatamento de novas áreas de Mata Atlântica até transformar o Vale do Paraíba num deserto de árvores no final do século XIX. Desse modo, o modelo econômico agroexportador da aristocracia escravocrata cafeeira exauriu as potencialidades naturais da região, devido ao dramático esgotamento dos solos e à acelerada erosão das vertentes, atreladas ao desequilíbrio da dinâmica climática e hidrológica regional (DANTAS e COELHO NETTO, 2018). A introdução de um período de estiagem no Médio Paraíba deve-se exclusivamente à retirada da cobertura florestal original e de seus efeitos de

regulação térmica e de umidade, provenientes do sombreamento e da evapotranspiração. O desequilíbrio ambiental praticado no Médio Paraíba foi tão drástico e abrangente, que Lazos-Ruiz *et al.* (2018) sugerem que o início do Antropoceno no Sudeste Brasileiro foi desencadeado a partir do Vale do Paraíba no século XIX, em decorrência do Ciclo do Café. Até a atualidade, boa parte da região encontra-se estagnada, marcada por um cenário de pastagens degradadas. Apenas no Noroeste Fluminense, pode-se vislumbrar um cenário de tamanha degradação ambiental em escala regional (DANTAS *et al.*, 2001).

2.2.4 Depressão do Norte-Noroeste fluminense

O Norte-Noroeste caracteriza-se como uma extensa depressão interplanáltica intercalada por alinhamentos serranos escalonados sendo delimitada, a sul-sudoeste, pelo planalto da Região Serrana e, a norte, pelo planalto Sul Capixaba. Essa depressão prolonga-se a oeste pela Zona da Mata Mineira, mantendo uma morfologia bastante parecida. A leste, o relevo dominante de colinas baixas é substituído pelos tabuleiros da Formação Barreiras ou pelas planícies da Baixada Campista. Esse vasto domínio abarca a porção fluminense das bacias dos rios Pomba, Muriaé e Itabapoana e o baixo curso do Rio Negro (DANTAS *et al.*, 2001).

A depressão interplanáltica do Norte-Noroeste Fluminense apresenta uma configuração morfológica regional similar à descrita para o Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, constituída por um típico relevo de mar-de-morros, caracterizado por colinas, morrotes e morros baixos com vertentes, predominantemente, convexas, de baixa a média amplitude de relevo, com declividades baixas a moderadas e topos arredondados ou alongados e subnivelados. Esse extenso relevo colinoso encontra-se posicionado em cotas que variam de 100 a 300m de altitude, interrompido bruscamente por uma sequência de serras alinhadas e maciços montanhosos isolados, com vertentes íngremes e retilíneas, topos aguçados em cristas e frequentes paredões rochosos (Figura 35). Esse conjunto fragmentado de terras altas apresenta picos e linhas de cumeada com altitudes muito distintas, variando entre 400 e 1.000 metros de altitude. É marcante o controle dos lineamentos de direção WSW-ENE, tanto sobre a rede de drenagem tributária aos canais principais, quanto no alinhamento das cristas serranas (DANTAS, 2001).

A despeito de o Norte-Noroeste Fluminense também integrar o domínio de Mata Atlântica, ainda que estacional, este apresenta um clima tropical subúmido um pouco mais seco que no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, com estação seca marcada no inverno e de precipitação pluviométrica média entre 900 e 1.400 mm/ano (DANTAS *et al.*, 2001), o que propicia a formação de solos pouco profundos e menos intemperizados, predominando Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos e Argissolos Vermelhos Eutróficos.



Figura 35. Configuração morfológica típica do Noroeste Fluminense, com alternância de um relevo de colinas baixas com alinhamentos serranos. Monumento Cristo Redentor, com visada para o córrego da Jabuticaba. Município de Itaperuna, RJ.

Foto: Marcelo Eduardo Dantas (Acervo Pessoal).

As serras alinhadas e maciços montanhosos, por sua vez, apresentam solos rasos como Neossolos Litólicos, Cambissolos Háplicos e Afloramentos de Rocha (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003) e consistem em terrenos com alta suscetibilidade à erosão e movimentos de massa. Todavia, esses terrenos acidentados encontram-se muito desmatados, o que salienta o aspecto árido de toda a região. Como as nascentes dos principais afluentes dos rios Pomba, Muriaé e Itabapoana se localizam nessas serras, o reflorestamento satisfaz a dois serviços ecossistêmicos cruciais para a reabilitação ambiental do Noroeste Fluminense: a) o retorno da Mata Atlântica garante uma maior disponibilidade de água durante o período de estiagem, devido à proteção de nascentes, à perenidade de pequeno tributários e ao aumento da capacidade de armazenamento de água no solo; e b) o reflorestamento das serras conduzirá à formação de corredores de Mata Atlântica, em função da sua conformação geográfica, sendo de grande importância para manutenção e regeneração da biodiversidade regional (DANTAS *et al.*, 2001).

As exíguas e descontínuas planícies fluviais embutidas nos fundos de vales do baixo Rio Paraíba do Sul (Figura 36) e dos rios Pomba, Muriaé, Itabapoana e tributários principais, por sua vez, apresentam solos de moderada fertilidade natural (Gleissolos Háplicos e Planossolos Háplicos), ainda que alguns deles apresentem caráter solódico, o que pode torná-los inadequados para agricultura (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003). Entretanto, diversos núcleos urbanos, tais como Santo Antônio de Pádua, Miracema, Italva, Itaperuna, Laje do Muriaé e Bom Jesus do Itabapoana foram parcialmente assentados

sobre as planícies fluviais e apresentam alta suscetibilidade à inundação. Essas cidades são, episodicamente, assoladas por eventos de inundação e tais eventos são agravados pelo desmatamento generalizado das bacias de drenagem e da destruição das matas ciliares, elevando os picos de vazão desses rios. Há uma premente necessidade de recomposição ambiental de toda a região, com enfoque especial no reflorestamento de cabeceiras de drenagem e matas ciliares em todo o domínio colinoso, tanto no Norte-Noroeste Fluminense, quanto no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (DANTAS *et al.*, 2001).



Figura 36. Calha do Rio Paraíba do Sul defronte às vertentes abruptas com paredões de rochosos de alinhamento serrano de direção estrutural WSW-ENE. Serra da Bandeira. Município de São Fidélis, RJ. Foto: Marcelo Eduardo Dantas (Acervo Pessoal).

2.2.5 Planalto do Alto Itabapoana

O Planalto do Alto Itabapoana, localizado no extremo norte da Região Noroeste Fluminense, apresenta uma configuração morfológica muito similar à região planáltica do sul do estado do Espírito Santo. O município de Varre-Sai ocupa grande parte desse planalto no estado do Rio de Janeiro. Esse planalto é constituído por um típico relevo de mar-de-morros, caracterizado por colinas e morros baixos, com vertentes convexas, de baixa a média amplitude de relevo, com declividades baixas a moderadas e topos arredondados e subnivelados (Figura 37). Apresenta solos profundos e bem desenvolvidos (predomínio de Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, segundo CARVALHO FILHO *et al.*, 2003) e áreas de baixa a moderada suscetibilidade à erosão e aos movimentos de massa. Consiste, atualmente, em uma importante área produtora do café.



Figura 37. Relevo colinoso do Planalto do Alto Itabapoana (ou de Varre-Sai), francamente convertido para plantio de café em larga escala. Estrada RJ-230, nas imediações do distrito de Santa Clara, município de Porciúncula, RJ.

Foto: Marcelo Eduardo Dantas (Acervo Pessoal).

O Planalto do Alto Itabapoana está alçado em cotas que variam entre 650 e 850 metros de altitude e está individualizado da depressão do Norte-Noroeste Fluminense por meio de uma escarpa de borda de planalto de cerca de 400 a 500 metros de desnivelamento. Esse relevo escarpado, profundamente dissecado por processos de erosão regressiva, apresenta solos pouco profundos (predomínio de Cambissolos Háplicos e Argissolos Vermelhos, segundo CARVALHO FILHO *et al.*, 2003), com moderada a alta suscetibilidade a movimentos de massa. Esse planalto apresenta um clima mais úmido e ameno do que a vasta depressão adjacente, com precipitação pluviométrica média entre 1.400 e 1.500mm/ano (DANTAS *et al.*, 2001) e encontra-se embutido em cotas que variam entre 200 e 300 metros de altitude, tanto em Itaperuna, quanto em Porciúncula.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estado do Rio de Janeiro apresenta uma notável diversidade geomorfológica representada por imponentes escarpas e planaltos serranos, picos aguçados e linhas de cumeada, maciços costeiros, com vertentes íngremes e predominantemente florestadas, sustentados por litologias de distintas composições, assim como por depressões interplanálticas com vastas extensões de relevos de mar-de-morros e por extensas planícies fluviomarinhas e marinhas constituídas por um complexo mosaico de ambientes deposicionais quaternários. Podem apresentar gênese gravitacional, aluvial, marinha ou transicional.

De forma geral, o estado mostra sérios passivos de ordem socioambiental que necessitam ser superados, tendo em vista a melhoria da qualidade de vida de sua população e, por outro lado, apresenta um expressivo potencial de desenvolvimento socioeconômico em bases sustentáveis, calcado num planejamento ordenado, visando otimizar a implementação das atividades econômicas, conforme as potencialidades e limitações de cada região em análise (DANTAS *et al.*, 2001).

Por fim, a compreensão dessa complexa compartimentação geológico-geomorfológica é uma ferramenta fundamental para a correta distinção e caracterização dos principais agrupamentos de solos das várias regiões do estado do Rio de Janeiro. A interpretação da potencialidade e das limitações ao uso agrícola dos solos deve ser feita em uma escala local e no contexto dos sistemas agrícolas e dos aspectos fundiários dos produtores rurais em cada região.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N.; BERNARDES, N. Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e arredores de São Paulo. In: **Congresso Internacional de Geografia, Guia de Excursões**, Rio de Janeiro: CNG/IBGE, n. 4, 304 p. 1958.

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê editorial, 151 p. 2003.

ALMEIDA, F. F. M. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 48, Supl. p. 15-26, 1976.

ALMEIDA, F. F. M., HASUÍ, Y.; CARNEIRO, C. D. R. O lineamento de Além Paraíba. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 43, n. 3-4, p. 575, 1976.

ALMEIDA, F. F. M.; CARNEIRO, C. D. R. Origem e evolução da Serra do Mar. **Brazilian Journal of Geology**, v. 28, n. 2, p. 135-150, 1998.

AMADOR, E. S. **Baía da Guanabara e ecossistemas periféricos: homem e natureza**. Rio de Janeiro: Reproarte Gráfica e Editora, 539 p. 1997.

ASMUS, H. E.; FERRARI, A. L. Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico na região Sudeste do Brasil. In: PETROBRAS. Aspectos Estruturais da Margem Continental Leste e Sudeste do Brasil, **Série Projeto REMAC**, n. 4, Rio de Janeiro, p. 75-88, 1978.

AVELAR, A. S.; COELHO NETTO, A. L. Fraturas e Desenvolvimento de Unidades Geomorfológicas Côncavas no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 22, n. 2, p. 222-227, 1992.

BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. **Boletim Paranaense de Geografia**, n. 16-17, p. 152-197. 1965.

CAMBRA, M. F. E. S.; DANTAS, M. E.; EIRADO, L. G.; COELHO NETTO, A. L. Lito-estruturas pré-cambrianas no controle do voçorocamento atual: subsídios à modelagem sobre expansão da rede de canais na bacia do rio Piracema (SP/RJ). In: **Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada**, 6, v. 1, s/n., Goiânia/GO, p. 487-492, 1995.

CARVALHO FILHO, A.; LUMBRERAS, J. F.; WITTERN, K. P.; LEMOS, A. L.; SANTOS, R. D. Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do Estado do Rio de Janeiro (Contém texto e mapa color, escala 1:250.000). **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 32. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003.

COELHO NETTO, A. L.; FERNANDES, N. F.; DEUS, C. E. Gullying in the Southeastern Brazilian Plateau. In: *Sediment Budgets*. **IAHS Publication**, n. 174, p. 35-42, 1988.

COELHO NETTO, A. L.; FERNANDES, N. F. Hillslope Erosion-Sedimentation and Relief Inversions in SE Brazil: Bananal, SP. **IAHS Publication**, n. 192, p. 174-182, 1990.

COELHO NETTO, A. L.; DANTAS, M. E.; FERNANDES, N. F.; DIETRICH, W. E.; MONTGOMERY, D. Ciclos recentes de erosão-sedimentação na bacia do rio Bananal (SP/RJ): um estudo integrado dos processos atuais e da estratigrafia dos depósitos fluviais e de encosta. In: Encontro de Geomorfologia do Sudeste: Homenagem à Professora Maria Regina Mousinho de Meis, 1, **Anais...** Rio de Janeiro-RJ, p. 119-121. 1995.

COELHO NETTO, A. L. Evolução de cabeceiras de drenagem no médio Vale do Rio Paraíba do Sul (SP/RJ): bases para um modelo de formação e crescimento da rede de canais sob controle estrutural. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 4, n. 2, p. 69-100, 2003.

COELHO NETTO, A. L. A Interface florestal-urbana e os desastres naturais relacionados à água no maciço da Tijuca: desafios ao planejamento urbano numa perspectiva sócio-ambiental. **Revista do Departamento de Geografia – FFLCH-USP**, v. 16, p. 46-60, 2005.

COELHO NETTO, A. L. Catastrophic Landscape Evolution in a Humid Region (SE Brazil): inheritances from tectonic, climatic and land use induced changes. **Supplementi di Geografia Fisica e Dinamica Quaternária**, Supp. III, Tomo 3, p. 21-48. 1999.

COELHO NETTO, A. L. Evolução de cabeceiras de drenagem no médio Vale do Rio Paraíba do Sul (SP/RJ): bases para um modelo de formação e crescimento da rede de canais sob controle estrutural. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 4, n. 2, p. 69-100, 2003.

COELHO NETTO, A. L.; AVELAR, A. S.; SATO, A. M.; DIAS, M. A.; SCHLEE, M. B.; NEGREIROS, A. B. Vulnerabilidade em geocossistemas montanhosos e desastres causados por deslizamentos na interface Floresta-urbana: controles geológicos, geomorfológicos e geocológicos. In: LACERDA, W. A.; PALMEIRA, E. M.; COELHO NETTO, A. L.; EHRlich, M. (eds.). **Desastres naturais: suscetibilidade e riscos, mitigação e prevenção, gestão e ações emergenciais**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, v. 1, p. 63-80, 2012.

COELHO NETTO, A. L.; CAMPELLO, A. C. F.; SILVA, R. P. Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro e zona de fronteira: uma abordagem geo-hidroecológica. In: DANTAS, M. E.; MORAES, J. M.; FERRASSOLI, M. A.; JORGE, M. Q.; HIQUIAS, V. A. **Geodiversidade do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: CPRM, p. 125-186. 2020.

COELHO NETTO, A. L.; EIRADO, L. G.; FREITAS, M. M.; AVELAR, A. S. (1997). Sistemas de drenagem superpostos à estruturação do Segmento Central da Faixa Ribeira: médio vale do rio Paraíba do Sul. In: *Simpósio de Geologia do Sudeste*, 5, **Anais...** Penedo-Itatiaia (RJ), p. 86-88. 1997.

COELHO NETTO, A. L.; FERNANDES, N. F. Hillslope Erosion-Sedimentation and Relief Inversions in SE Brazil: Bananal, SP. **IAHS Publication**, n. 192, 1990, p. 174-182.

COELHO NETTO, A. L.; FERNANDES, N. F.; DEUS, C. E. Gullying in the Southeastern Brazilian Plateau. In: Sediment Budgets. **IAHS Publication**, n. 174, p. 35-42, 1998.

COELHO NETTO, A. L.; SATO, A. M.; AVELAR, A. S.; VIANNA, L. G. G.; ARAÚJO, I. S.; FERREIRA, D. L. C.; LIMA, P. H.; SILVA, A. P. A.; SILVA, R. P. January 2011: The Extreme Landslide Disaster in Brazil. In: MARGOTTINI, C.; CANUTI, P.; SASSA, K. (Org.). **Landslide Science and Practice**, 1ª ed. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, v. 6, p. 377-384, 2013.

DANTAS, M. E.; COELHO NETTO, A. L. Morfologia dos Fundos de Vales da Bacia do Rio Bananal (RJ-SP): Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. In: Simpósio de Geografia Física e Aplicada, 4, **Anais...** Porto Alegre, p. 113-120, 1990.

DANTAS, M. E.; EIRADO, L. G.; COELHO NETTO, A. L. Spatially Non Uniform Sediment Storage in Fluvial Systems: the Role of Bedrock Knickpoints in the Southeastern Brazilian Plateau. 14th International Sedimentology Congress, IAS, Recife/PE, Extended Abstract, **Annals...** J12-J13, 1994.

DANTAS, M. E.; EIRADO, L. G.; COELHO NETTO, A. L. Níveis de Base Locais e Estocagem Diferencial de Sedimentos nas Bacias dos rios Bananal (SP/RJ) e Salto (RJ): Controles Geológicos e Morfométricos. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA), 5, **Anais...** (Atas), p. 176-182. 1995.

DANTAS, M. E. **Controles Naturais e Antropogênicos da Estocagem Diferencial de Sedimentos Fluviais, Bacia do rio Bananal (RJ-SP): Médio Vale do rio Paraíba do Sul.** Dissertação de Mestrado. PPGG - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 142 f. 1995.

DANTAS, M. E.; COELHO NETTO, A. L. Taxas de Sedimentação e de Rebaixamento do Relevô: bacia do Rio Piracema (RJ/SP), médio vale do rio Paraíba do Sul. **Sociedade & Natureza**, UFU – Uberlândia/MG, v. 8, n. 15, p. 61-65, 1996.

DANTAS, M. E. Geomorfologia do estado do Rio de Janeiro. In: CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Estudo geoambiental do estado do Rio de Janeiro** (Mapa - CD-ROM). Brasília: CPRM, 63 p. 2001.

DANTAS, M. E.; SHINZATO, E.; MEDINA, A. I. M.; SILVA, C. R.; PIMENTEL, J.; LUMBRERAS, J. F.; CALDERANO, S. B.; CARVALHO FILHO, A. **Diagnóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro.** (Mapa - CD-ROM). Brasília: CPRM, 35 p. 2001.

DANTAS, M. E.; FERNANDES, L. F. R.; AVELAR, A. S.; COELHO NETTO, A. L. Caracterização geomorfológica da bacia do rio Sesmarias (SP/RJ) – Médio Vale do rio Paraíba do Sul. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 9, UGB **Anais...** (CDROM), Rio de Janeiro, 2012.

DANTAS, M. E.; BRANDÃO, R. L.; AMBRÓSIO, M.; SANTANA, M. S. Condicionantes litoestruturais e morfopedológicos na determinação de suscetibilidades a movimentos de massa, transecto Barra do Pirai – Ipiabas, médio vale do rio Paraíba do Sul/RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 15, ABGE, **Anais...** Bento Gonçalves-RS, 10 p. 2015.

DANTAS M. E., COELHO NETTO, A. L. A denudação antropogênica da paisagem: processos erosivodeposicionais no médio Vale do Rio Paraíba do Sul. In: OLIVEIRA, R. R.; LAZOS, A. E. R. (Org.). **Geografia Histórica do café no Rio Paraíba do Sul.** 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora PUC-Rio, v. 1, p. 107-126, 2018.

DANTAS, M. E.; MORAES, J. M.; FERRASSOLI, M. A.; JORGE, M. Q.; HIQUIAS, V. A. **Geodiversidade do Estado do Rio de Janeiro**. (Mapa + SIG). Rio de Janeiro: CPRM. 236 p. 2020.

DIAS, G. T. M.; GORINI, M. A. A baixada Campista – estudo morfológico dos ambientes litorâneos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, SBG, **Anais...** Camboriú, v. 1, p. 588-602, 1980.

DOURADO, F.; ARRAES, T. C.; SILVA, M. F. O Megadesastre da Região Serrana do Rio de Janeiro – as Causas do Evento, os Mecanismos dos Movimentos de Massa e a Distribuição Espacial dos Investimentos de Reconstrução no Pós-Desastre. **Anuário do Instituto de Geociências** – UFRJ, v. 35, n. 2, p. 43-54. 2012.

EIRADO, L. G.; DANTAS, M. E.; COELHO NETTO, A. L. Condicionantes litoestruturais na formação de níveis de base locais (knickpoints) e implicações geomorfológicas no médio vale do rio Paraíba do Sul. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 3, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro, p. 96-102. 1993.

FERNANDES, N. F.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A.; VIEIRA, B. C.; MONTGOMERY, D. R.; GREENBERG, H. Topographic controls of landslides in Rio de Janeiro: field evidence and modeling. **Catena**. vol. 55, p. 163-181, 2004.

FERNANDEZ, G. B.; ROCHA, T. B. Barreiras costeiras holocênicas: geomorfologia e arquitetura deposicional no litoral do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 16, n. 2, p. 301-319 (Abr-Jun), 2015.

FERRARI, A. L. A geologia do “rift” da Guanabara (RJ) da sua porção centro-ocidental e sua relação com o embasamento Pré-Cambriano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, SBG, Natal, **Anais...** Natal, v. 6, p. 2858-2871. 1990.

FERRARI, A. L. **Evolução tectônica do gráben da Guanabara**. Tese de Doutorado – Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 412 f. 2001.

FREITAS, M. M.; PAIXÃO, R. W.; SALGADO, A. A.; SILVA, L. G. E.; CUNHA, P. P.; GOMES, A. A.; MARTINS, A.; ALMEIDA, J. C. H.; TUPINAMBÁ, M.; DANTAS, M. The endorheic-Exorheic transition and later stage of fluvial incision in a wet tropical margin setting: The Atlantic draining Paraíba do Sul River basin (Brazil). **Journal of South American Earth Sciences**, 115, 2022.

GUERRA, A. J. T.; GONÇALVES, L. F. H.; LOPES, P. B. M. Evolução Histórico-Geográfica da Ocupação Desordenada e Movimentos de Massa no Município de Petrópolis, nas Últimas Décadas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 8, n. 1, 2007.

HACKSPACHER, P. C.; RIBEIRO, L. F. B.; RIBEIRO, M. C. S.; HADLER NETO, J. C.; TELLO, C. A. S. A origem da Serra do Mar. Termocronologia por traços de fissão em apatitas. In: SBG, Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 3, Armação de Búzios, **Anais...** Armação de Búzios, (Boletim de Resumos), p. 384-385, 2003.

HEILBRON, M.; EIRADO, L. G.; ALMEIDA, J. (Org.). **Mapa geológico e de recursos minerais do estado do Rio de Janeiro**. Belo Horizonte: CPRM, 2016. 1 mapa. Escala 1:400.000. Programa geologia do Brasil. Mapas geológicos estaduais. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18458>>. Acesso em: 03 mar. 2020.

LAMEGO, A. R. **O Homem e o Brejo**. Rio de Janeiro, 1940.

LAMEGO, A. R. **O Homem e a Restinga**. Rio de Janeiro, 1946.

LAMEGO, A. R. **O Homem e a Guanabara**. Rio de Janeiro, 1948.

LAMEGO, A. R. **O Homem e a Serra**. Rio de Janeiro, 1950.

LAZOS-RUIZ, A. E. R.; COELHO NETTO, A. L.; DANTAS, M. E.; OLIVEIRA, R. R. Cenários do passado no Vale do Rio Paraíba do Sul e a entrada do Antropoceno no Sudeste brasileiro. In: OLIVEIRA, R. R.; LAZOS, A. E. R. (Org.). **Geografia Histórica do Café no Rio Paraíba do Sul**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora PUC-Rio, v. 1, p. 61-82, 2018.

LUMBRERAS, J. F.; NAIME, U. J.; CARVALHO FILHO, A. D.; WITTERN, K. P.; SHINZATO, E.; DANTAS, M. E.; PALMIERI, F.; FIDALGO, E. C. C.; CALDERANO, S. B.; MEDINA, A. I. M.; PIMENTEL, J.; CHAGAS, C. D. S.; GONÇALVES, A. O.; MARTORANO, L. G.; TÔSTO, S. G.; BRANDÃO, E. S.; AMARAL, F. C. S.; LIMA, J. A. S.; VALLE, L. C. S.; PEREIRA, N. P.; BARUQUI, A. M.; PRADO, R. B.; OLIVEIRA, R. P.; AGLIO, M. L. D.; SANTOS, L. C. O.; ANJOS, G. T. **Zoneamento agroecológico do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, v. 33. 2003.

MEIS, M. R. M.; MONTEIRO, A. M. F. Upper Quaternary "Rampas": Doce River Valley, SE Brazilian Plateau. **Zeitschrift für Geomorphologie**, v. 23, n. 2, p. 132-151, 1979.

MEIS, M. R. M.; MIRANDA, L. H. G.; FERNANDES, N. F. Desnívelamento de altitude como parâmetro para a compartimentação do relevo: bacia do médio-baixo Paraíba do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, SBG, Salvador. **Anais...** Salvador, v. 4, p. 1489-1509, 1982.

MEIS, M. R. M.; MOURA, J. R. S. Upper Quaternary sedimentation and Hillslope evolution – SE Brazilian plateau. **American Journal of Science**, v. 284, n. 3, p. 241-254, 1984.

MELLO, C. L.; MADEIRA, C. V.; MOURA, J. R. S. Early to middle Holocene environmental instability in SE Brazil (Manso event) and its influence on development of infilled valleys. In: GEOVEG 99, Proceedings on geomorphic responses to environmental (vegetation) changes, problems and remedial work, Rio de Janeiro, **Annals...** Rio de Janeiro, 1999a.

MELLO, C. L.; HEES, F. J.; MOURA, J. R. S.; METELO, C. M. S. Neotectonic control on a river capture system in the Paraíba do Sul middle valley - Bananal (SP). In: GEOVEG 99, Proceedings on geomorphic responses to environmental (vegetation) changes, problems and remedial work, Rio de Janeiro, **Annals...** Rio de Janeiro, 1999b.

MODESTO, F. B. F.; KUHLMANN, L. G.; JACQUES, P. D.; RIBEIRO, R. S.; SANTOS, T. D. **Avaliação técnica pós-desastre**. **Petrópolis, RJ**. Rio de Janeiro: CPRM, 4 p. 2022.

MORAIS, R. M. O.; MELLO, C. L.; COSTA, F. O.; SANTOS, P. F. Fácies sedimentares e ambientes deposicionais associados aos depósitos da Formação Barreiras no estado do Rio de Janeiro. **Geologia USP (Série Científica)**, v. 6, n. 2, p. 19-30, 2006.

MOURA, J. R. S.; PEIXOTO, M. N. O.; SILVA, T. M. Geometria do relevo e a estratigrafia do quaternário como base a tipologia de cabeceiras de drenagem em anfiteatros. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 21, n. 3, p. 255-265, 1991.

MOUSINHO, M. R.; SILVA, J. X. Considerações geomorfológicas a propósito dos movimentos de massa ocorridos no Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, IBGE, v. 30, n. 1 (Jan-Mar), p. 55-72, 1968.

MUEHE, D.; LINS de BARROS, F. M. The Beaches of Rio de Janeiro. In: SHORT, A. D.; KLEIN, A. H. F. **Brazilian Beach Systems**, Dordrecht: Springer, 2016, p. 363-396.

PEIXOTO, M. N. O.; MOURA, J. R. S. Estocagem de sedimentos no domínio de colinas do médio vale do rio Paraíba do Sul. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 5, São Paulo, **Anais...** São Paulo, p. 221-224. 1993.

PESSOA, F. A.; BRITO, A. F. S.; PACHECO, F. F.; PEIXOTO, M. N. O.; MANSUR, K. L. Roteiro Geoturístico da trilha para a Pedra do Sino (PARNASO, RJ). **Revista Brasileira De Ecoturismo (RBEcotur)**, v. 14, n. 1, 2021.

PIMENTEL, J. **Projeto áreas de risco na região de Angra dos Reis, RJ**: modelagem espacial de dados em SIG para a geração de mapa previsional de áreas de risco geológico. Rio de Janeiro: CPRM – Serviço Geológico do Brasil e KIGAM – Korea Institute of Geosciences and Mineral Resources. 113 p. 2010.

PINTO, R. W. P.; FREITAS, M. M.; ALMEIDA, J. H.; SILVA, L. G. Evolução geomorfológica do Rio Grande, RJ: influências geológicas e capturas de drenagem. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 2, 2018.

PONÇANO, W. L.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, M. A.; PIRES NETO, A. G.; ALMEIDA, F. F. M. O conceito de sistemas de relevo aplicado ao mapeamento geomorfológico do estado de São Paulo. SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL, 2, Rio Claro, **Anais...** (Atas), Rio Claro, p. 253-262. 1979.

RAMOS, R. R. C.; MELLO, C. L.; SANSON, M. S. R. Revisão estratigráfica da Bacia de Resende, *Rift Continental do Sudeste do Brasil*. Rio de Janeiro. **Geociências**, v. 25, n. 1, p. 59-69, 2006.

RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L. G.; FERRARI, A. L. Evolução geológica do rift continental do sudeste do Brasil. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO C. D. R.; BRITO-NEVES B. B. (Eds.). **Geologia do continente Sul-Americano**: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Editora Beca, p. 383-405. 2004.

ROCHA-LEÃO, O. M.; LEAL, P. V.; COELHO NETTO, A. L. Condicionantes geo-hidroecológicos de voçorocamentos em cabeceiras de drenagem, Bananal-SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10, Rio de Janeiro, **Anais...** (CD-ROM), Rio de Janeiro. 2003.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, FFLCH-USP, v. 6, p. 17-29. 1992,

RUELLAN, F. Evolução geomorfológica da baía de Guanabara e das regiões circunvizinhas. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, IBGE, v. 4, n. 4 (Out-Dez), p. 455-508, 1944.

RUHE, R. V. Elements of the soil landscape. Transactions 7th int. Congress of Soil Science, 4, **Annals...** p. 165-170, 1960.

SANTOS, D. S.; MANSUR, K. L.; ARRUDA JR, E. R.; DANTAS, M. E.; SHINZATO, E. Geodiversity mapping and relationship with vegetation: A regional-scale application in SE Brazil. **Geoheritage**, v. 11, n. 2, p. 399-415, 2019.

SHINZATO, E.; ESTRELLA, L. G.; DANTAS, M. E. Mapa geomorfológico do município de Miguel Pereira-RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 48, Porto Alegre, **Anais...** SGB, 2016.

SILVA, T. M. **A estruturação geomorfológica do Planalto Atlântico no Estado do Rio de Janeiro.** Tese de Doutorado - Instituto de Geociências - UFRJ. Rio de Janeiro. 264 f. 2002.

SILVA, T. M.; FERRARI, A. L.; TUPINAMBÁ, M.; FERNANDES, N. F. The Guanabara Bay, a Giant Body of Water Surrounded by Mountains in the Rio de Janeiro Metropolitan Area. In: MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. (Eds.). **Landscapes and Landforms of Brazil**, 1ª ed., Springer, p. 389-399. 2015.

SOARES, P. F. C.; ANJOS, L. H. C. D.; PEREIRA, M. G. & PESSEDA, L. C. R. Histosols in an upper montane environment in the Itatiaia Plateau. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, p. 1-12, 2016.

TUPINAMBÁ, M.; TEIXEIRA, W.; HEILBRON, M. Evolução Tectônica e Magmática da Faixa Ribeira entre o Neoproterozoico e o Paleozoico Inferior na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**. v. 35, n. 2, p. 140-151, 2012.

VASCONCELOS, S. C.; RAMOS, I. A.; NUNES, R. S.; SANTOS, R. A.; FIGUEIREDO JR., A. G. Dinâmica erosiva e progradacional das praias de Atafona e Grussaí (RJ), 1954-2019. **Revista Da ANPEGE**, v. 17, n. 33, p. 162-182, 2021.

XAVIER, R. A.; COELHO NETTO, A. L. Variação espacial na evolução geomorfológica recente da bacia do rio Turvo, no Médio Vale do rio Paraíba do Sul: evidências morfológicas e crono-estratigráficas. William Morris Davis - **Revista de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 1-14, 2021.