

GEOMORFOLOGIA DOS TRÓPICOS ÚMIDOS – SUDESTE DO BRASIL

GEOMORPHOLOGY OF THE HUMID TROPICS - BRAZIL'S SOUTHEAST

GEOMORPHOLOGIE DES TROPIQUES HUMIDES - SUD-EST DU BRÉSIL

GEOMORFOLOGÍA DE LOS TRÓPICOS HÚMEDOS - SURESTE DE BRASIL

TELMA MENDES DA SILVA¹

¹ Professora do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ.

E-mail: telmamendes@igeo.ufrj.br, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8295-6158>

RESUMO

Os trópicos úmidos brasileiros caracterizam-se por médias anuais de temperaturas em torno de 25°C e de índices pluviométricos entre 1.250 mm a 2.000 mm e ocorrem, principalmente, no litoral oriental do Brasil. Tais características climáticas se associam a acelerados mecanismos de meteorização de rochas, solos e, conseqüentemente, levando à remoção intensa de material de superfície e/ou subsuperfície. A paisagem resultante associa-se a processos de intensa (re)modelagem do relevo, revelando feições típicas com espessas coberturas de material intemperizado, topos arredondados e vales fluviais encaixados em setores altimetricamente mais elevados. Feições de “Mares de Morros”, p.ex., são constantemente citadas como resultante da morfodinâmica desses ambientes tropicais, em que a elevada umidade define o principal, e mais importante, *input* de energia na geração do reafeiçoamento acelerado da paisagem.

Palavras-chave: Clima Tropical Úmido. Processos geomorfológicos. Paisagens tropicais. Mares de Morros.

ABSTRACT

Brazil's humid tropics are characterized by its mean annual temperature, around 25°C, its rainfall index between 1,200mm and 2,000mm, and its location, concentrated on Brazil's eastern coast. These climatic characteristics are associated with accelerated rock and soil weathering mechanisms, thus leading to an intense removal of superficial and/or sub-superficial material. As a result, the landscape is associated with intense processes of relief (re)modeling, revealing typical features with thick covers of weathered material, rounded tops, and embedded river valleys in altimetrically high sectors. For example, features like "Mares de Morros" are constantly cited as a result of the morphodynamics of these tropical environments, where the high level of humidity defines the main, and most important, energy input to generate a rapid landscape remodel.

Keywords: Brazil's humid tropics. Geomorphological processes. Tropical landscapes. Mares de Morros.

RÉSUMÉ

Les tropiques humides brésiliens sont caractérisés par des températures médianes annuelles avoisinant 25 degrés Celsius et par des indices pluviométriques situés entre 1.250 mm et 2.000mm, principalement sur le littoral oriental du pays. Ces caractéristiques climatiques sont associées à des mécanismes accélérés de météorisation des roches et des sols, provoquant, par conséquent, une intense suppression de matériel de surface ou/et de sous-surface. Le paysage qui en résulte est associé à des processus de remodelage intense du relief, révélant des caractéristiques typiques avec d'épaisses couvertures de matériel patiné, des sommets arrondis et des vallées fluviales encaissées dans des secteurs altimétriquement plus élevés. Les “Mares de Morros”, par exemple, sont constamment citées comme une résultante de ces environnements tropicaux, au sein desquels une humidité élevée définit le principal, et plus important, *input* d'énergie dans la production accélérée d'un nouveau paysage.

Mots-clés: Climat tropical humide. Processus géomorphologiques. Paysages tropicaux. Mares de Morros.

RESUMEN

Los trópicos húmedos brasileños se caracterizan por temperaturas con medias anuales alrededor de los 25°C, y los índices pluviométricos suelen estar entre 1.250 mm y 2.000mm, en el litoral Oriental de Brasil. Tales características climatológicas generan la aceleración de los mecanismos de meteorización de las rocas y de intemperización de los suelos, y la formación de una espesa capa de material alterado, el cual sufre constante remoción superficial y/o subsuperficial. Por lo tanto, la actuación conjunta de estos procesos es responsable, por su vez, en la construcción de formas de paisaje de rasgos típicos, como relieves con cimas redondeadas y valles fluviales encajonados bajo sectores altimétricos elevados. Son típicos de este paisaje los “Mares de Morros”, los cuales resultan de esta morfodinámica tropical húmeda, que pasa a definir un *input* de energía en la generación de estos procesos responsables por tales rasgos típicos de estos paisajes.

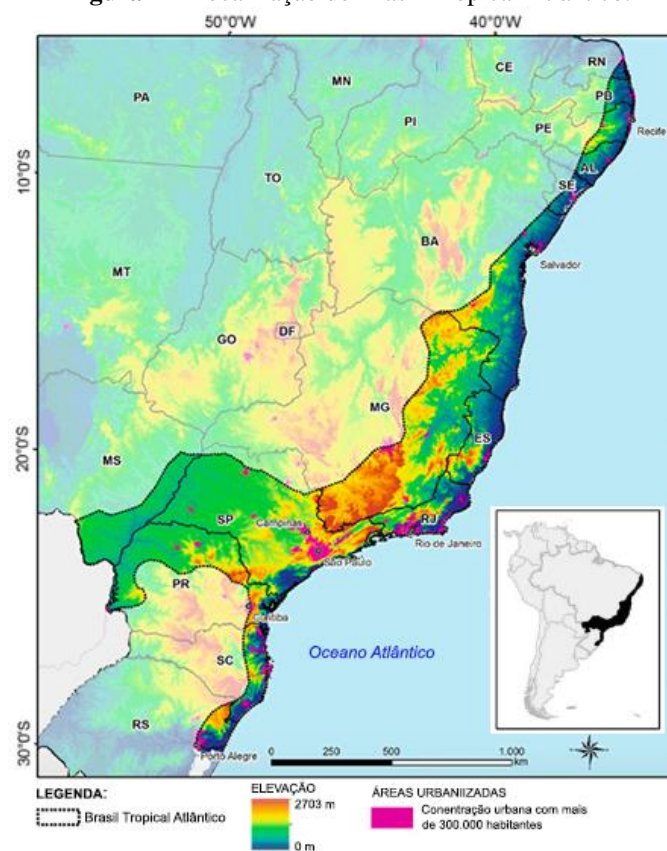
Palabras-clave: Clima tropical húmedo. Procesos geomorfológicos. Paisajes tropicales. Mares de Morros.

INTRODUÇÃO

Quando se pensa no Brasil Tropical Atlântico, lembramos de uma área tropical de grande umidade, onde a presença de águas oceânicas e a própria dinâmica atmosférica são responsáveis pela elevada disponibilidade de água; possui presença de Mata Atlântica e, também, elevações contrastantes (Figura 1). Esses aspectos voltados às características de regime climático foram e são marcantes no intenso mecanismo evolutivo da paisagem, com distintas e inúmeras fases de retrabalhamento do relevo. E, assim, ao longo do tempo geológico, foi sendo moldado um trecho do território brasileiro caracterizado por feições serranas e depressões do relevo onde há presença de feições de colinas que, em seu conjunto, definem uma paisagem com altitudes semelhantes e que foi denominada de domínio morfoclimático de “mares de morro” por Ab’Sáber (1967) (Figura 2). Essa terminologia foi criada por Pierre Deffontaines (1939) para designar uma paisagem específica encontrada nos terrenos do SE brasileiro:

“[...] Os granitos fornecem também cumes arredondados, mas frequentemente menos bruscos; não se chamam mais "pães de açúcar" e sim **"meias laranjas"** ou **"cascos de tartaruga"**. Encontram-se às vezes paisagens inteiras cheias dessas calotas, dando um aspecto de agitação marítima que é bem definida pela expressão **"mar de morros"**. Muitos desses montículos não são de rochas e sim inteiramente de terras decompostas, que são dificilmente atacadas pela erosão por causa da natureza coloidal do solo de decomposição. A espessura dos solos de decomposição é extraordinária, podendo atingir até 100 metros antes de chegar à rocha viva. O clima vence as rochas mais resistentes. As águas pretas, tão frequentes no Brasil, como o demonstra o grande número de rios Pretos e rios Pardos, são carregadas de ácidos (ácidos húmicos) e cavam as rochas quimicamente mais do que mecanicamente. O relevo se funde sob as águas tropicais; "duro como o granito" é uma expressão falsa dessas regiões. Certas trincheiras de estradas de ferro abertas em pleno granito são tão rapidamente destruídas que, para proteger a rocha, foi necessário alcatroá-la [...]. (DEFFONTAINES, 1939, p.20-30).

Figura 1 – Localização do Brasil Tropical Atlântico.



Fonte: Modificado de Kamiro et al. (2019).

Figura 2 – Visão panorâmica do domínio de Mares de Morro visualizada a partir da Serra da Beleza (Valença, RJ) e ao fundo a Serra da Mantiqueira (RJ/MG).



Foto: T. M. Silva; ago./2012.

Para Ab’Sáber (1924-2012) o Brasil, por ser um país tropical de grande extensão territorial, foi e é marcado pela interação e interdependência, principalmente, ao longo dos últimos milhares de anos (Período Quaternário), entre diversos elementos que compõem sua paisagem (relevo, clima, vegetação, hidrografia, solo, fauna, etc.) e que explicam a diversidade dos chamados domínios morfoclimáticos ou geocológicos. Ab’Sáber (1967; 1969) ressalta que clima e relevo são elementos naturais que mais influenciam na formação de uma paisagem natural, e ambos interferem e condicionam os demais elementos, embora sejam também por eles influenciados.

Desse modo, Ab’Sáber (1967) propôs a divisão do território brasileiro em grandes domínios morfoclimáticos (**Amazônico** – Terras baixas/Floresta Equatorial; **Cerrados** – Chapadões tropicais interiores com cerrados e matas galerias; **Mares de Morro** – áreas mamelonares tropical-atlânticas florestadas; **Caatingas** – Depressões interioranas e interplanálticas semiáridas; **Araucárias** – planaltos subtropicais com pradarias mistas; **Pradarias** – coxilhas subtropicais com pradarias mistas) (Figura 3), que se encontram limitados por faixas de transição, onde podem ser identificados elementos típicos de dois ou mais domínios e, como exemplo, cita as áreas de transição do Pantanal e do Agreste.

A discussão que será realizada ao longo deste artigo estará voltada ao domínio dos Mares de Morros, domínio morfoclimático muito presente no Sudeste brasileiro e correspondente “... ao relevo de topografia mamelonares ou Mares de Morros, que se caracteriza por uma intensa e histórica ação erosiva na estrutura cristalina como ocorrido nas Serras do Mar e da Mantiqueira, e que refletem a ação de um regime climático tropical quente e úmido com profundos mecanismos de alteração e remobilização superficial. E, ainda, em consequência da forte ocupação humana, essa paisagem sofreu e, ainda vem sofrendo, grande degradação. Além do desmatamento, esse domínio sofre intenso processo erosivo, decorrente do relevo acidentado e clima úmido, com deslizamentos frequentes e formação de processos erosivos do tipo voçorocas.” (AB’SÁBER, 1967, p.4).

Figura 3 – Domínios morfoclimáticos brasileiro.

Fonte: Modificado de Ab'Sáber (1967).

A utilização pioneira de considerações sobre a evolução diferencial da paisagem durante o Quaternário nos estudos de Ab'Sáber, bem como de suas colocações, demonstram a importância de compreensão evolutiva do Período e, como exemplo, algumas colocações feitas por este autor são ainda bem atuais, como as que podem ser citadas a seguir:

“Os estudos sobre o Quaternário serão certamente aqueles que maiores oportunidades terão para realizar uma integração dos conhecimentos de Geociências sobre o território brasileiro” (Ab'SÁBER, 1969; p.12).

“Os estudos sobre o Quaternário têm o papel de obrigar ao geomorfologista a se interessar pelo conhecimento da estrutura superficial da paisagem. Ao mesmo tempo, tais estudos facilitam a compreensão objetiva da evolução das formas recentes...” (Ab'SÁBER, 1969; p.12).

Nestas colocações, pode-se notar que todo o conhecimento produzido por este pesquisador não se apresentava, apenas com uma visão acadêmica e técnica, mas sua produção demonstrava com clareza seu comprometimento com aplicações do conhecimento na vertente social e, por isso mesmo, também política (Di MAURO, 2012).

Seguindo a linha de raciocínio do Prof. Ab'Sáber de articulação entre fatores do clima e de evolução da paisagem, na área dos trópicos úmidos do Sudeste brasileiro, este artigo tem por objetivo trazer para debate elementos que caracterizam o dinamismo dos processos geomorfológicos que tanto marcaram e ainda marcam o mecanismo de alteração do relevo seguindo uma abordagem metodológica sistêmica.

Cabe ressaltar, que aos fatores ligados à dinâmica climática, que possui uma relação direta com o intenso retrabalhamento do relevo, será aqui traçada breves falas a respeito dos aspectos litológicos e estruturais do terreno que também são imprescindíveis para evidenciar a história evolutiva do sudeste brasileiro.

ABORDAGEM SISTÊMICA NO ENTENDIMENTO EVOLUTIVO DA PAISAGEM

Traremos neste item elementos para debater a análise sistêmica na ciência geográfica e, mais especificamente, no ramo da geografia física; além de alguns conceitos e noções inerentes à compreensão de como podem ocorrer mudanças em um determinado ambiente.

A abordagem sistêmica veio à tona na geografia física por volta da década de 1960, encontrando expressão formal no livro clássico de Chorley e Kennedy (1971), e o sucesso de uso e de sua aplicação está, provavelmente, atrelado a livros didáticos que passaram a utilizar a análise de sistemas ambientais específicos, como p. ex., sistema atmosférico, sistema litosférico, dentre outros. Deste modo, a análise sistêmica acabou moldando o pensamento sobre o ambiente físico, onde entidades e suas relações são visualizadas em um quadro específico e estudadas de acordo com o comportamento das variáveis do sistema analisado (INKPEN, 2005).

Este mesmo autor, ressalta ainda que a ascensão da análise sistêmica deve muito à tentativa de desenvolver um quadro integrado e abrangente para toda a ciência no século XX, sendo que este implicaria em considerar que: a) toda realidade é capaz de ser compreendida e não existem áreas ou temas fora de seu âmbito analítico; b) toda realidade pode ser entendida usando os mesmos conjuntos em termos analíticos. Isso significa que a compreensão em áreas de assunto supostamente diferentes não requer termos especializados ou conhecimentos especializados, mas sim a tradução destes termos para a terminologia comum da análise de sistemas; c) toda realidade pode se comportar como previsto pelo quadro que é apresentado, pois toda realidade se torna “potencialmente previsível” e, por implicação, “potencialmente controlável”.

Foi o biólogo alemão Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972) que considerou a “teoria geral dos sistemas” como sendo uma estrutura unificadora nas décadas de 1920-1930. Para ele a concepção organicista, acentuava a consideração do organismo ou sistema em sua totalidade e propunha que a organização se daria em vários níveis (BERTALANFFY, 2010). Já Arthur G. Tansley (1935) transportou esta base de raciocínio para o conceito de ecossistema, tendo uma visão similar de sistema como um conceito de integração, unificando diferentes entidades encontradas em um ambiente de um quadro analítico comum; isto é, o ecossistema é um grupo autorregulado de comunidades bióticas de espécies interagindo umas com as outras e em seu ambiente não vivo trocando energia e matéria.

Recentemente, as reflexões trazidas por Gomes (2017), em seu livro “Quadros Geográficos – Uma forma de ver, uma forma de pensar”, referem-se às ideias de Kant sobre a importância que as imagens possuem na análise da organização dos sistemas e tem a capacidade “... de mostrar aos olhos do observador aquilo que ele habitualmente olha, mas não vê.” Para Gomes (2017, p.27), Kant ressaltava a importância das imagens na construção da forma de se pensar “física” ou geográfica.

Considera-se, portanto, que a forma de se refletir sobre aquilo que se olha exige contemplação e uma análise acurada do objeto de “descrição”. E, assim, ambos raciocínios teórico-metodológicos estão bem enraizados nas bases que consideram os principais componentes do sistema como variáveis ou elementos que possuem relações entre si, e que o limite dessas variáveis também possui relacionamentos com o restante do mundo.

A metodologia de análise proposta por Gomes (2017) se realizaria, portanto, através de uma análise mais apurada do que deve figurar, dos conteúdos das imagens e das alternativas considerando-se as categorias de análise de ponto de vista, de escala, de composição, de distâncias, de relação entre os planos, etc. do sistema estudado; estes que, por sua vez, constituem-se como elementos de investigação e análise para compreender e/ou classificar a organização espacial analisada e tudo o que nela contribui para a percepção visual; ou seja, que levaria a visibilidade e compreensão dos fenômenos que ocorrem e vêm ocorrendo em uma dada área estudada. Inkpen (2005) considera, ainda, que a definição das variáveis a serem observadas/analizadas e a apreensão de suas inter-relações implicariam na capacidade de apreender o sistema em entidades e relações distintas. Sendo que a definição e delimitação do próprio sistema requer uma visão particular da realidade como divisível e compreensível por

esta divisão. O pensamento sistêmico depende da realidade do ambiente físico que está sendo avaliado pelo observador, sendo que o observador define um sistema composto por entidades reais e suas relações, cuja associação se torna uma espécie de superentidade com suas próprias propriedades e relações com o restante do ambiente analisado. O observador é, na realidade, um intérprete passivo e objetivo do sistema, quase por definição fora dos limites deste.

Em síntese, a abordagem sistêmica apontou assim para as ciências ambientais uma perspectiva teórico-conceitual de investigar, fundamentar e subsidiar a previsão de determinados comportamentos dos componentes que integram os sistemas ambientais. E é a partir deste raciocínio lógico sobre a articulação de elementos imprescindíveis na investigação do funcionamento dos sistemas físico-ambientais que se baseia a análise evolutiva da paisagem.

Os autores Christopherson e Birkeland (2017) fizeram referência à geografia física como integrante do amplo campo da ciência do sistema terrestre “que busca compreender a Terra como um ente completo, conjunto interagente de sistemas físicos, químicos e biológicos” (p.4). Para esses autores a “teoria dos sistemas” a interpreta como “qualquer conjunto ordenado e inter-relacionado de componentes e seus atributos, conectado por fluxos de energia e matéria, distinto do ambiente circundante...” e que podem ser caracterizados como sistemas abertos (entendido como um sistema em que há troca de energia e matéria e intercâmbio contínuo com o meio envolvente) e sistemas fechados (que não são alterados diretamente pelos meios em que estão inseridos, bem como não possuem capacidade de influenciá-los).

Para Inkpen (2007), comportamentos ambientais diferenciados estão relacionados a forma como o sistema e seus componentes mudam à medida que ocorrem entradas de energias distintas. Para esse autor, a entrada de energia se dá, mais constantemente, através de eventos discretos, mas que variam em magnitude e frequência, e como resultado (resposta do sistema ambiental) pode ocorrer uma (re)organização interna do sistema levando à alteração. O tipo de alteração, no entanto, estará diretamente associado em como o sistema é organizado e as relações entre variáveis que o compõem. Além dessa questão, ressalta a ocorrência de *feedbacks* (retroalimentação) dentro do sistema e que também afetará o seu comportamento. Outro aspecto importante é de que as mudanças, ou mesmo a situação de “estabilidade” de um dado sistema, ocorrem em diferentes escalas de tempo e do espaço. E, dentro desta discussão, pode-se associar o clássico artigo de Schumm e Lichty (1965) intitulado “Tempo, espaço e causalidade na geomorfologia” onde foram abordados três tipos de comportamento temporal que caracterizam o processo evolutivo de um dado ambiente: cíclico, graduado e de estado estacionário. Em escalas temporais distintas há variáveis que serão importantes para o funcionamento do sistema físico; e, assim, ao longo do processo evolutivo, mudariam o papel e importância das variáveis.

No processo evolutivo deve-se considerar a questão da magnitude e frequência dos eventos que entram no sistema ambiental, como fora citado na obra de Wolman e Miller (1960). Estes autores enfatizam a importância desses parâmetros para análise de e como se dá a realização do trabalho (entendido aqui como “processo geomorfológico”) levando a uma mudança e/ou estabilidade dentro do ambiente físico. Ou seja, a energia que chega ao sistema deve ser tamanha que leve à realização de um trabalho (processo geomorfológico) e, assim, gerando uma alteração/mudança na forma de relevo.

Outro ponto importante a ser considerado na evolução dos sistemas ambientais, refere-se ao fato de que a esse comportamento se adere à ideia de “equilíbrio”, pois na natureza o desencadeamento de uma mudança está diretamente relacionado à interação entre o estado que se encontra o sistema ambiental e a entrada de energia, e não apenas somente a energia que chega ao sistema. Dentro deste debate, Brunsden e Thornes (1979) trouxeram a noção de “tempo de relaxamento” como sendo um período de tempo em que a paisagem está se ajustando a uma determinada ruptura/mudança, isto é, refere-se ao comportamento interno do sistema e que está atrelado ao balanço entre resistir ou não às forças que estão sendo empregadas. E,

assim, chega-se, portanto, ao conceito de “limiars”, que estariam associados a determinadas situações em que o sistema não teria capacidade de resistir à força empregada e, então, seria alterado; ou seja, o sistema ambiental teria determinada sensibilidade que expressaria o quão o sistema/a paisagem e seus componentes estão à beira de romper o estágio de equilíbrio.

Diante de tudo que foi exposto nesse item chegamos à discussão de alguns eventos de alterações e/ou mudanças que ocorreram e ainda ocorrem nas áreas tropicais úmidas do Brasil; haja visto, que o funcionamento ambiental dessa faixa climática sempre apresentou uma morfodinâmica singular, acentuada por mecanismos de alteração das rochas, solos e da ocorrência de processos erosivos e deposicionais em resposta aos elevados índices pluviométricos e de umidade.

OS TRÓPICOS ÚMIDOS E A ELABORAÇÃO DAS FORMAS DE RELEVO

A região dos Trópicos Úmidos mais próxima ao litoral é extremamente influenciada pela maritimidade e esta característica a faz como uma das áreas de maior umidade do território brasileiro (clima tropical úmido ou litorâneo). Áreas com este tipo climático apresentam-se muito mais úmidas do que as áreas interioranas (clima tropical continental); no entanto, há uma variedade de umidade conforme sua localização e sua altitude, mas, em termos médios, a pluviosidade fica entre 1.250 a 2.000 mm por ano; e temperaturas com médias anuais em torno de 20°C. Estas áreas, também, são marcadas por duas estações bem definidas: verão quente e úmido; e inverno, com temperatura mais amena e seca.

“A posição privilegiada da faixa intertropical em relação ao recebimento da radiação solar, faz concentrar o calor nessas latitudes, dotando-as de um excedente energético muito significativo sobre o restante do planeta. Estimativas feitas por Houghton (1954) indicam que esse superávit é, no mínimo, cinco vezes maior que o montante recebido pelas latitudes altas, consideradas como tais aquelas situadas além de 60°. A diferença entre terras e águas quanto à capacidade de absorção e retenção da radiação solar, concorre para que o calor latente se concentre nos oceanos e, como a zona intertropical é predominantemente líquida (apenas 24% das terras emersas situam-se na região tropical) o fluxo de calor latente chega, aí, a ser três vezes superior ao dos mares de latitudes elevadas. Essa importante concentração energética é dado preliminar para o entendimento da natureza tropical.” (CONTI, 1989, p.70)

Temperaturas médias elevadas constituem, portanto, uma das maiores peculiaridades dessa faixa climática; no entanto, mais significativa é sua pequena variação anual. A amplitude anual está ligada à latitude, distância do oceano e, assim, definindo o regime pluviométrico. E não é só a temperatura, mas os demais elementos do clima e o conjunto do sistema natural que são, preponderantemente, determinados por fatores zonais. Se, do ponto de vista térmico, a variação anual é pouco expressiva, o oposto ocorre com a pluviosidade, registrando-se, entre os trópicos, valores muito contrastantes, não só quanto aos totais como quanto ao regime pluviométrico (CONTI, 1989).

“O giro anticiclônico da massa oceânica conduz as águas frias, oriundas de latitudes mais elevadas, para as costas ocidentais dos continentes, produzindo dissemetrias muito significativas quanto à distribuição das chuvas. Tais diferenças podem ser acentuadas pelo relevo, quando efeitos orográficos de barlavento ativam a pluviosidade.” (CONTI, 1998, p.72)

Como resultante direto da influência das características de temperatura e precipitação nos processos geomorfológicos e, em especial, no intemperismo, esses elementos do clima regulam a natureza e velocidade das reações químicas. E, assim, fazendo nossas as palavras de Toledo et al. (2000, p.153-154) dizemos que: “[...] o clima é o fator que, isoladamente, mais influencia no intemperismo e determina o tipo e velocidade desse em uma dada região.” Além de regularem “[...] a natureza e a velocidade das reações químicas. Assim, a quantidade de água disponível nos perfis de alteração, fornecida pelas chuvas, bem como a temperatura, agem no

sentido de acelerar ou retardar as reações dos produtos neoformados, segundo a possibilidade de eliminação de componentes potencialmente solúveis.”

Desta maneira, quanto maior a disponibilidade hídrica e a frequência de sua renovação mais completas são as reações químicas e o que acentua a espessura do perfil de intemperismo (Figura 4). Junta-se a este fato, as elevadas temperaturas que desempenham um duplo papel, pois tanto aceleram as reações químicas quanto aumentam a evapotranspiração e, como resultante, diminuem o mecanismo de lixiviação dos minerais solúveis (TOLEDO et al., 2000).

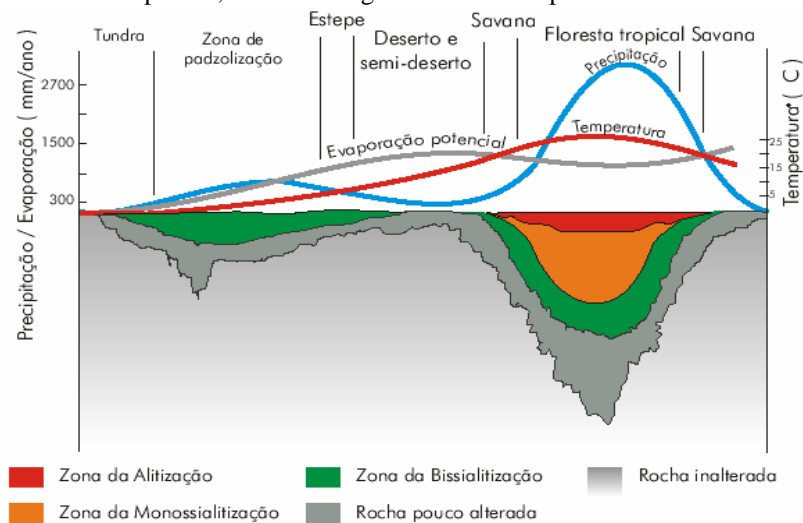
Figura 4 – Corte de estrada mostrando o espesso perfil de alteração rochoso, recoberto por depósitos de colúvios em domínio de mares de morro – Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (Bananal, SP).



Foto: Acervo Núcleo de Estudos do Quaternário e Tecnógeno/NEQUAT-UFRJ, 1990.

A figura 5 mostra a relação entre precipitação/evaporação, Temperatura, tipo de cobertura vegetal e principais processos de alteração. Pela ilustração nota-se claramente que os processos de alteração são muito maiores nos trópicos, afetando os minerais alteráveis que desapareceram rapidamente, dando lugar a minerais secundários neoformados (predomínio de argilominerais do tipo caulinita; mas ocorrendo também o processo de lixiviação e formação de esmectitas) e os perfis de alteração gerados são bastante espessos quando comparados aos processos que ocorrem em climas de temperaturas mais amenas.

Figura 5 – Tipo e intensidade de intemperismo químico relacionados à temperatura, pluviosidade e tipo de vegetação: Alitização – lixiviação de silicatos e sílica, formando hidratos de alumínio; Monossilitização - formação de argilominerais do tipo caulinita; Bissialitização – formação de silicatos de alumínio na hidrólise parcial, formando argilominerais do tipo esmectita.



Fonte: Teixeira et al. (2000).

Através do diagrama apresentado na figura 5 chega-se às bases teórico-metodológicas encontradas na perspectiva evolutiva da paisagem proposta por Erhart (1966), através da concepção de biostasia e resistasia. Fases de biostasia corresponderiam àquelas marcadas por forte tropicalidade, com morfologia característica, como a mamelonização e a dissecação fluvial; enquanto a resistasia indicaria condições ambientais contrastantes, onde haveria um predomínio da erosão lateral sobre a vertical, ausência ou pouca cobertura vegetal e fases de aplainamento como processo geomorfológico dominante.

Um outro fato relevante que também ocorre na faixa tropical úmida, e que marca os eventos pluviométricos nesta área, é a interferência de anomalias climáticas de grande amplitude, como, p. ex., a Oscilação El Niño (corrente oceânica quente que se manifesta, ocasionalmente, no Pacífico tropical, perturbando o regime pluviométrico de grande parte da América do Sul, sobretudo de sua fachada oriental). Esse fenômeno atmosférico pode vir associado à ocorrência de eventos extremos de pluviosidade e até menos casos de ciclones extratropicais (fortes rajadas de ventos de duração por horas consecutivas); e muitos desses eventos podem ter como resposta, no terreno, processos de enchentes e variados tipos de movimentos de massa, tanto em ambientes rurais quanto urbanos e, conseqüentemente, levando a conseqüências socioeconômicas gravíssimas.

Além desses fatores naturais ligados à circulação atmosférica, soma-se o fato do próprio processo de urbanização na costa oriental do Brasil, que mesmo chegando tardiamente aos trópicos brasileiros, se instalou nessa área, em sua maioria de forma inadequada, provocando inúmeros traumas ambientais.

Citaremos em seguida algumas situações geo-históricas de uso e ocupação do terreno neste trecho do Brasil que levou ao acréscimo da situação de “sensibilidade ambiental”.

O conceito de sensibilidade diz respeito à probabilidade de que uma determinada mudança possa ocorrer a partir da relação existente entre controles de um sistema e forças a ele aplicadas e, assim, levá-lo a perda de um estágio de estabilidade da paisagem. A resistência de um sistema ou de partes dele é definida por sua estrutura, propriedades, transmissividade, eficiência de acoplamento, capacidade de absorção do *input* de energia, complexidade e resiliência. Enquanto, as forças perturbadoras são derivadas da energia de controles tectônicos, climáticos, bióticos, marinhos e humanos. E, então, a mudança pode ocorrer através do tempo e do espaço como processo-resposta e envolve transporte de material, evolução morfológica e rearranjo estrutural. A natureza dos *inputs* de energia, os ajustes temporais às forças perturbadoras, as interações espaciais com a estrutura, caminhos divergentes de propagação da mudança, evolução de 'barreiras à mudança', efeitos da herança, dissociação e efeitos da mudança nas especificações do sistema, todos esses elementos precisam ser entendidos nas escalas de tempo e espaço, alterando progressivamente as especificações do sistema e o que altera o processo-resposta ao longo do tempo. (BRUNSDEN, 2001)

Passamos então a debater algumas formas de ação humana que levam a romper a sensibilidade do sistema. Podemos iniciar pelo fato do intenso desmatamento da Mata Atlântica, iniciado no século XVI, e as queimadas que foram tanto realizadas (e continuam sendo praticadas), com pouco controle, e que leva à destruição da flora, desencadeia efeitos negativos à fauna, ao solo e, também, aos microclimas.

“Com a eliminação da floresta, o volume de micropartículas de origem vegetal em suspensão na atmosfera (chamadas "núcleos biogênicos") é drasticamente reduzida e o processo de formação de nuvens torna-se mais difícil, já que as gotículas necessitam desses núcleos para iniciar a coalescência. Por outro lado, a capacidade refletora da superfície (ou albedo) aumenta cerca de três vezes, ocasionando maior perda de energia incidente e redução da temperatura de superfície. Como resultado, enfraquecem-se as correntes convectivas ascendentes desestimulando a formação de chuva.” (CONTI, 1989, p.73)

O processo de eliminação da vegetação de grande porte aumenta, por sua vez, o escoamento superficial (*runoff*), em proporções que variam de 10 a 30% (conforme a intensidade da chuva), tornando mais agressivos e intensos os processos erosivos. Para sintetizar o importante papel da pluviosidade nessa faixa do globo, Conti (1989) organizou esse raciocínio para escalas

macro e mesa/micro dos processos estimuladores e inibidores do fenômeno da precipitação (Quadro 1).

Quadro 1 – Fatores influenciadores dos eventos pluviométricos em climas tropicais.

PROCESSOS ESTIMULADORES DA CHUVA EM AMBIENTES TROPICAIS ÚMIDOS	
MACROESCALA	MESO E MICROESCALAS
Oscilação da ZCIT	Ativa reciclagem do vapor d'água
Influências oceânicas	Presença de núcleos biogênicos
Efeitos orográficos de barlavento	Albedo reduzido

Fonte: Adaptado de Conti (1968).

As queimadas, por sua vez, exercem papel fundamental na produção de micropartículas em suspensão (cinzas - compostos de CO²), as quais desempenham papel fundamental como núcleos higroscópicos, causando precipitações locais, e agravando o efeito estufa.

Deste modo, vale ressaltar sobre a importância da ação antrópica desordenada sobre a instabilidade que se instala no terreno e, como consequência, embora possa resultar em grande degradação, não conduz, necessariamente, a um processo totalmente sem retorno. A forte concentração energética da faixa tropical, ao mesmo tempo que provoca desequilíbrios acentuados, pode levar, naturalmente, à reorganização do ambiente desde que seja detido o avanço da destruição.

INTERAÇÃO ENTRE ASPECTOS LITO-ESTRUTURAIS E CONDIÇÕES TROPICAIS NA CONFIGURAÇÃO DO RELEVO DO SUDESTE BRASILEIRO

A importância da topografia é de suma importância na origem e distribuição da pluviosidade em uma dada área, bem como na regulagem da velocidade de escoamentos superficial e/ou subsuperficial. Esses escoamentos definem, por sua vez, a disponibilidade d'água que atuará em perfis de alteração e/ou camadas sedimentares e, assim, associando-se à eficiência ou não da eliminação de componentes solúveis.

As reações químicas do intemperismo ocorrem mais intensamente nos compartimentos do relevo onde é possível boa infiltração e percolação por tempo suficiente para consumação das reações químicas e de drenagem para lixiviação dos produtos solúveis e, a partir da repetição desse processo, os componentes solúveis são eliminados e o perfil aprofunda. (TOLEDO et al., 2000, p.155)

Em relevos mais suavizados o mecanismo de desintegração das rochas é, portanto, notório em relação a relevos íngremes onde os fluxos d'água ocorrem de modo mais rápido, com maior transporte de materiais e, assim, conduzindo a uma menor disponibilidade de água em subsuperfície que possibilitaria a existência de uma drenagem interna necessária ao carreamento e eliminação de produtos que pudessem ser dissolvidos.

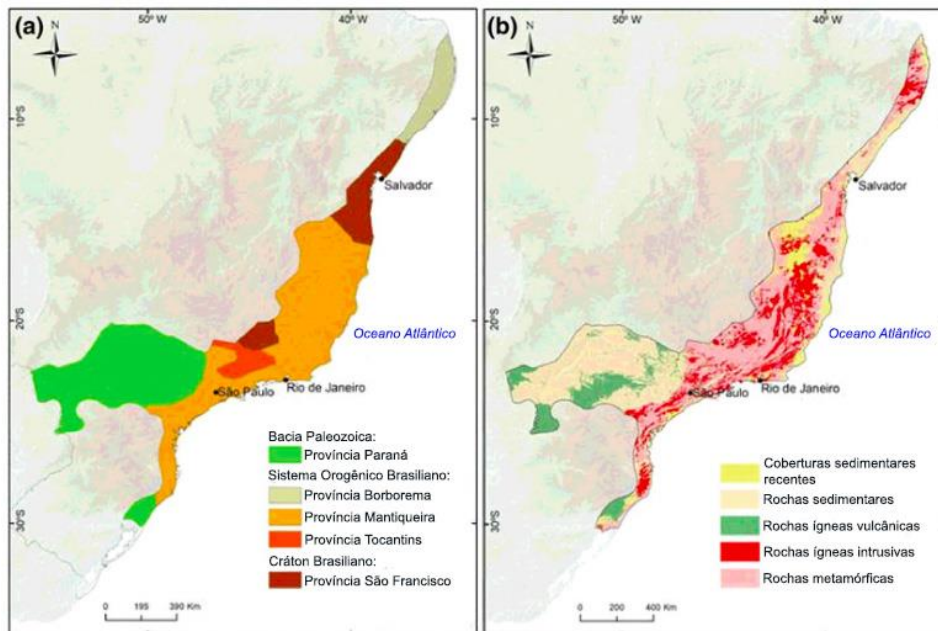
Neste aspecto, o papel dos condicionantes litológicos e estruturais do setor do Sudeste brasileiro se somam às condições de regime climático de maneira a conduzir a uma maior ou menor intensidade dos processos de alteração e, ainda, de remoção de mantos de intemperismo e de coberturas sedimentares.

Faremos, então, uma breve apresentação da conformação dos eventos geológicos e a formação das principais unidades litológicas do Sudeste brasileiro que, também, dão o controle para a conformação altimétrica da paisagem e subsidiam a interpretação histórica da geomorfologia deste trecho dos trópicos úmidos.

O Brasil Tropical Atlântico, inserido inteiramente na Plataforma Sul-Americana, configura-se como uma porção continental relativamente estável e que não foi afetada diretamente pela orogenia andina (HASUI, 2012) e onde são reconhecidas três unidades

geotectônicas principais: crátons, sistemas orogênicos brasileiros e bacias sedimentares fanerozoicas (Figuras 6a e 6b).

Figura 6 – (a) Províncias geoestruturais de acordo com Hasui et al. (2012);
(b) Mapa litológico simplificado (Adaptado de: CPRM, 2016).

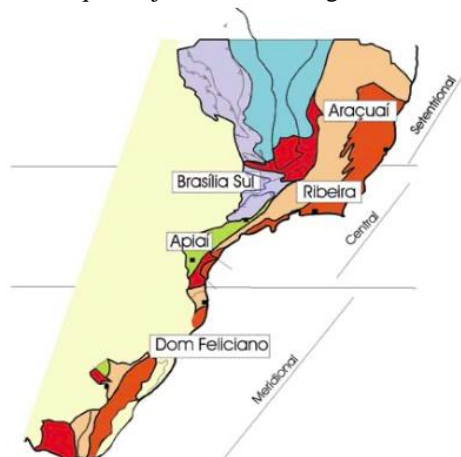


Fonte: Modificado de Kamiro et al. (2019).

Os crátons e sistemas orogênicos da Plataforma Sul-Americana foram individualizados no final do Neoproterozoico e início do Paleozoico, durante a fusão do supercontinente Gondwana. Juntos, esses dois conjuntos de unidades formaram o embasamento pré-siluriano que, quando expostos, são reconhecidos como “Escudo Atlântico” (HASUI, 2012).

Os sistemas orogênicos brasileiros abrangem a maior parte do Brasil Atlântico como mostra a figura 6a e mais, especificamente, na faixa atlântica a Província Mantiqueira que se estende por, aproximadamente, 3.000 km e é composta por três orógenos de norte a sul: Araçuaí, Ribeira e Dom Feliciano (Figura 7). Nesta figura, observa-se as principais unidades tectônicas do Sistema Orogrênico Mantiqueira, com destaque para seus arcos magmáticos e zonas de sutura (HEILBRON et al., 2004).

Figura 7– Figura esquemática da subdivisão do Sistema Orogrênico Mantiqueira. As cores roxa e laranja indicam os terrenos que alojam os arcos magmáticos neoproterozoicos.



Fonte: Heilbron et al. (2004).

Sendo assim, os principais episódios geotectônicos reconhecidos para o Sudeste brasileiro se sintetizam em: a) Orogenia Brasileira - que originou a denominada “Faixa Ribeira” durante a amalgamação do Supercontinente Gondwana e a qual estão relacionadas rochas do embasamento cristalino, entre Neoproterozoico e o Cambriano (1Ga a 450Ma.); b) processo de rifteamento e ruptura do Supercontinente Gondwana, com a abertura do Atlântico Sul e a formação das bacias marginais de Espírito Santo e Campos no Cretáceo Inicial (\cong 130Ma.); c) uma significativa reativação tectônica da margem continental (final do Cretáceo e início do Paleógeno; em torno, de 70 a 45 Ma.) (HEILBRON et al., 2012).

A Faixa Ribeira é constituída por um sistema orogênico de direção NE-SW, estendendo-se por 1400 km ao longo da costa S-SE do Brasil, em consequência da colisão entre o Cráton São Francisco-Congo com a parte ocidental do Cráton Angola. Seu desenvolvimento ocorreu devido aos episódios de convergência da Orogenia Brasileira-Panafricana durante o Neoproterozoico-Cambriano, com últimos estágios no Ordoviciano Inicial (HEILBRON et al., 2008).

Estes distintos episódios evolutivos resultaram em um arqueamento crustal inicial, e após um período de quiescência no Paleozoico, a região sudeste brasileira foi submetida, durante o Cretáceo Inicial, a processos tectônico-magmáticos relacionados à quebra do Supercontinente Gondwana e abertura do Oceano Atlântico Sul que gerou corpos intrusivos, topograficamente proeminentes no sudeste do Brasil (p. ex., maciços de Poços de Caldas, Passa Quatro e Itatiaia), sucedido por processos de rifteamento e que deram origem as serras do Mar, da Mantiqueira e as bacias que compõem o Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil, com magmatismo alcalino associado (ALMEIDA, 1976; ASMUS; FERRARI, 1978; RICCOMINI, 1989; ZÁLAN; OLIVEIRA, 2005). Além disso, zonas de cisalhamento foram reativadas e pequenas bacias sedimentares se desenvolveram, sendo preenchidas por sedimentos Paleógenos e Neógenos (bacias de São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda - RICCOMINI et al., 2004).

Para Asmus e Ferrari (1978), a margem sudeste é caracterizada pela ocorrência de estruturas que aparecem em uma estreita faixa emersa, correspondentes a falhas normais, com rejeitos verticais em torno de 2000 a 3000 metros, e que se originaram ao longo de antigas linhas de fraqueza do Pré-Cambriano. O modelo evolutivo proposto por esses autores é composto de quatro estágios evolutivos (Figura 8):

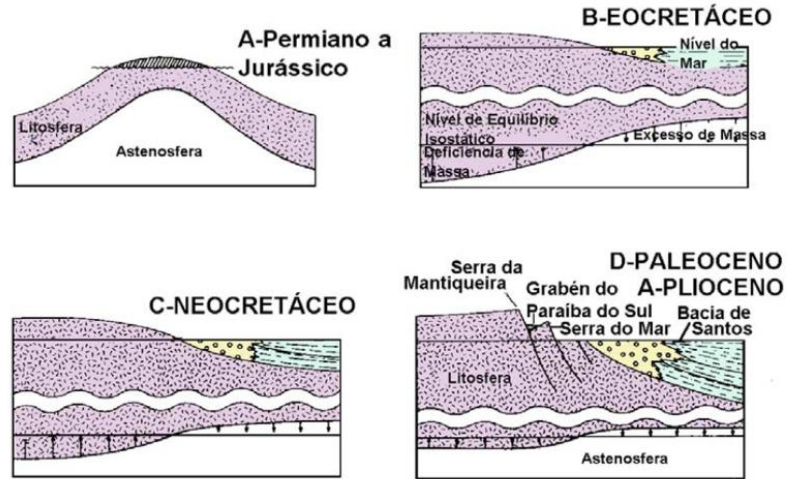
- estágio pré-*rift valley* – de idade Triássico-Jurássico e que precedeu a ruptura da crosta continental, caracterizando-se por soerguimentos crustais, surgimento de bacias periféricas intracratônicas e sedimentação continental;
- estágio *rift valley* - Eocretáceo e caracterizado pela ruptura da crosta continental, com formação de bacias tectônicas estreitas, alongadas e profundas.
- estágios proto-oceânico e oceânico - do Aptiano ao Recente e marcados pelo processo de espalhamento do piso oceânico através do progressivo afastamento dos blocos continentais do Brasil e da África.

No Cretáceo Final, ocorreu um soerguimento por epirogênese que envolveu amplas regiões do embasamento da região da Serra do Mar e áreas adjacentes (ALMEIDA; CARNEIRO, 1998; ZÁLAN; OLIVEIRA, 2005) e, ao final desse soerguimento, foi formado um “megaplanalto” com atitudes estimadas entre 2000 e 3000m, denominado “Serra do Mar Cretácea” (ZÁLAN; OLIVEIRA, 2005).

Nessa faixa soerguida, ocorreu um intenso processo de denudação que acarretou na elaboração da denominada Superfície de Aplainamento Japi por Almeida e Carneiro (1998). Ainda nessa fase evolutiva houveram outros eventos de falhamentos normais, abatimentos, vulcanismos e sedimentação continental. Os deslocamentos pela ação gravitacional ao longo de linhas de fraqueza, entre o Paleoceno e o Plioceno, favoreceram, assim, o basculamento de blocos crustais que estabeleceram os fundamentos estruturais da margem continental brasileira,

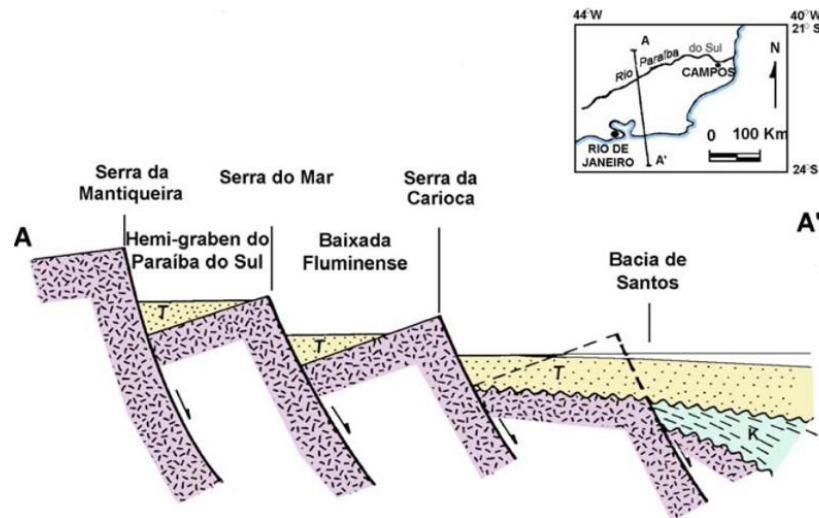
como ressaltado por Asmus e Ferrari (1978), constituindo a configuração atual da Serra da Mantiqueira e da Serra do Mar (Figura 9).

Figura 8 - Modelo esquemático da evolução tectônica da margem continental do Sudeste do Brasil durante o Mesozoico-Cenozoico. **A** - Estágio *pré-rift valley*; **B** - Estágio *rift valley*; **C** - Estágio proto-oceânico; **D** - Estágio oceânico.



Fonte: Modificado de Asmus e Ferrari (1979).

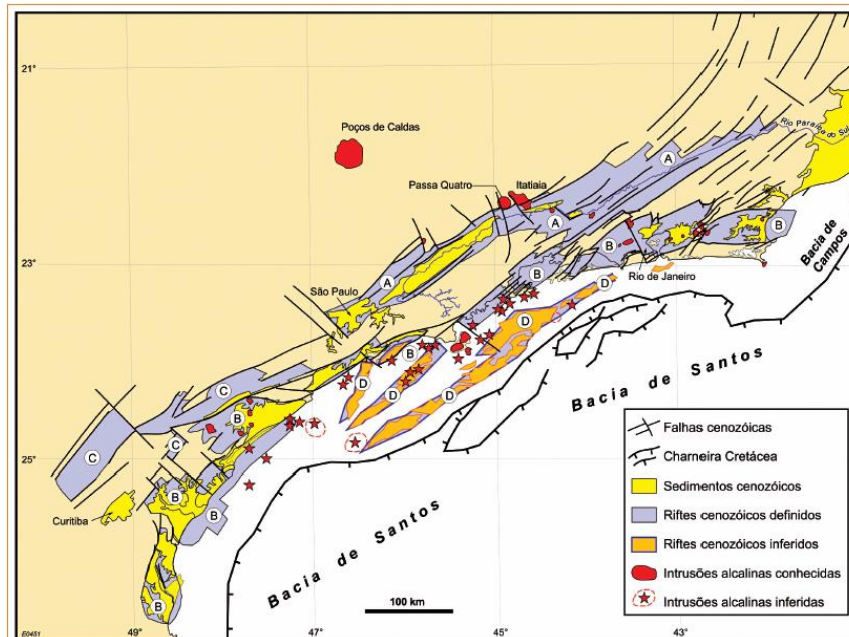
Figura 9 - Perfil geológico esquemático da Serra da Mantiqueira aos Maciços Litorâneos (A-A'). T- Terciário, K- Cretáceo.



Fonte: Modificado de Asmus e Ferrari, 1979.

Tais escarpamentos deram origem ao denominado Sistema de Riftes da Serra do Mar (ALMEIDA, 1976) ou *Rift Continental do Sudeste do Brasil* (RICCOMINI, 1989) ou Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil (ZALÁN; OLIVEIRA, 2005) (Figura 10). Há ocorrência neste sistema de riftes vales tectônicos complexos, com feições morfológicas de montanhas e bacias sedimentares menores interioranas. Para Riccomini et al. (2004), esse sistema pode ser considerado um dos aspectos topográficos e estruturais mais notáveis da margem atlântica das Américas, que apresenta-se como uma faixa estreita e deprimida, ENE-WSW, paralela à linha de costa atual por aproximadamente 900 km, alcançando o Oceano Atlântico em suas terminações sudoeste e nordeste.

Figura 10 - Mapa de distribuição dos quatro riftes do Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil: **A** - Paraíba do Sul; **B** – Litorâneo; **C** – Ribeira; **D** - Marítimo, de suas falhas limitantes, preenchimentos sedimentares, intrusões alcalinas, charneira cretácea das bacias de Santos/Campos e o Rio Paraíba do Sul.



Fonte: Zalán e Oliveira (2005).

Nota-se, portanto, que no Brasil Atlântico concentraram-se os mais recentes episódios tectônicos do território brasileiro e que estes possuem expressividade da morfologia atual, através da conformação de áreas elevadas e áreas rebaixadas que, respectivamente, se constituíram áreas-fonte e áreas para onde convergiram significativa sedimentação de materiais; além do fato de que a formação de elevações altimétricas no terreno faz com que haja uma barreira orográfica para a dinâmica das entradas de frentes frias e, assim, conduzindo à ocorrência de elevados índices pluviométricos ao longo de toda esta faixa do litoral brasileiro.

FEIÇÕES MORFOLÓGICAS DOS TRÓPICOS ÚMIDOS - MORFODINÂMICA PRÉTERITA E ATUAL

Por todos aspectos supracitados pode-se entender que o relevo do Sudeste brasileiro corresponde a um modelado relativamente jovem, em terreno geológico bastante antigo, ou seja, moldado sobre rochas que possuem quase 500 milhões de anos (Ma) e, portanto, muito mais antigas do que as formas de relevo impressas na paisagem derivada de distintos episódios geológicos já elencados em item anterior.

Macedo et al. (1991) discutem e corroboram que a região Sudeste foi palco de intensas atividades tectônicas durante o cenozoico. A disposição de falhas profundas reativadas, formação e orientação de montanhas e pequenas bacias sedimentares, além da ocorrência de vulcanismo e existência de sismos recentes sugerem um complexo de falhas normais e transcorrentes, seguindo subparalelamente à linha de costa. Em síntese, todos os autores consultados concordam em afirmar que o tectonismo cenozoico no SE do Brasil, apesar de residual, foi e continua sendo fundamental para o entendimento da evolução da paisagem no que diz respeito a mudanças na topografia e nos sistemas de drenagem, divergindo somente na intensidade destas mudanças.

Em relação aos controles litológicos presentes, Silva e Silva (2016) mencionam que condicionaram a intensa erosão diferencial, com escarpas mais expressivas sendo suportadas por rochas granitoides ou quartzíticas. Os exemplos mais notáveis seriam as já mencionadas

escarpas da Mantiqueira, dos Órgãos e da Bocaina; enquanto, intrusões alcalinas são também responsáveis por protuberantes elevações e, por conseguinte, fortes desníveis na paisagem, como os de Itatiaia, Passa Quatro, Tinguá e Rio Bonito.

Passaremos agora a tratar algumas imagens que servirão de exemplos do Quadro Geográfico em análise, nas palavras de Gomes (2017); ou, mais especificamente, o Quadro Morfológico que caracteriza a paisagem de algumas localidades do Sudeste brasileiro. Tendo-se em mente as categorias de análise propostas por este autor de: ponto de vista da observação; escala; composição e distâncias das partes do quadro analisado; relação entre os planos, etc. dentro de uma abordagem integrada do sistema estudado; e que tanto explicita feições de relevo (re)modeladas sob clima quente e úmido e que, também, refletem valores altimétricos e lineamentos topográficos herdados de eventos geológicos.

Iniciando-se pelo trecho litorâneo, será apresentado um quadro morfológico que demonstra o forte contraste entre escarpas tectônicas serranas e o segmento deprimido, representado pelo preenchimento das baixadas pela sedimentação flúvio-marinha quaternária e, ainda, pela ocorrência dispersa de colinas, morros e serras isoladas (Figura 11). Essa imagem corresponde a um trecho da Bacia da Baía da Guanabara, relativamente bem conhecida entre brasileiros e até mesmo internacionalmente.

Figura 11 – Visão panorâmica da Bacia da Baía da Guanabara com suas feições de planícies flúvio-marinhas (popularmente conhecida como Baixadas), conjunto de colinas e morros (Mares de Morro), serras isoladas e, em último plano, a serra dos Órgãos (nome local da Serra do Mar). O círculo em vermelho indica a localização do “Dedo de Deus”.



Foto: T.M. Silva, set./2010.

Nesta imagem, nota-se o significativo alinhamento do relevo dado pela serra dos Órgãos, com valores de altitude que alcançam 2.263m (Pedra do Sino), e sua exuberante escarpa tectônica voltada para o oceano encontrando-se, por sua vez, com um compartimento rebaixado, onde ocorrem feições de colinas, morros e serras locais.

“A origem da denominação Serra dos Órgãos, diferentemente do senso comum, não está relacionada ao nome de alguns de seus picos mais famosos [...]. Sua origem remonta, na verdade, à impressão dos primeiros portugueses que vislumbraram a serra a partir da Baía de Guanabara. Eles associaram a formação aos tubos ordenados de um órgão, instrumento musical que orna a maioria das catedrais europeias.” (CASTRO, 2008, p.79)

Muitas fraturas nas superfícies rochosas do planalto definem a linha de erosão ao longo dessas fraturas e isolaram blocos de rochas maciças (Figura 12), e deram direção das cristas e

de vales ao longo do bloco elevado. Um desses cumes contém vários picos de granito, incluindo o Dedo de Deus (Figuras 11 e 12). Os vales fluviais possuem depósitos bem preservados de blocos e detritos que caíram e caem das paredes rochosas ao longo do tempo pelos contínuos processos de alteração dos corpos rochosos (Figura 13).

Figura 12 – Visão panorâmica do Rifte da Baía da Guanabara, com seus Mares de Morro, visualizada a partir da Serra dos Órgãos. Em primeiro plano, à direita, observa-se o Dedo de Deus (1.692m) e o Escalavrado (1.420m) que são feições moldadas por processos de meteorização químicos e mecânicos resultando em feições protuberantes. Foto sacada da Serra dos Órgãos (Teresópolis, RJ). O círculo em vermelho indica a localização do “Dedo de Deus”.



Foto: T.M. Silva, ago./2017.

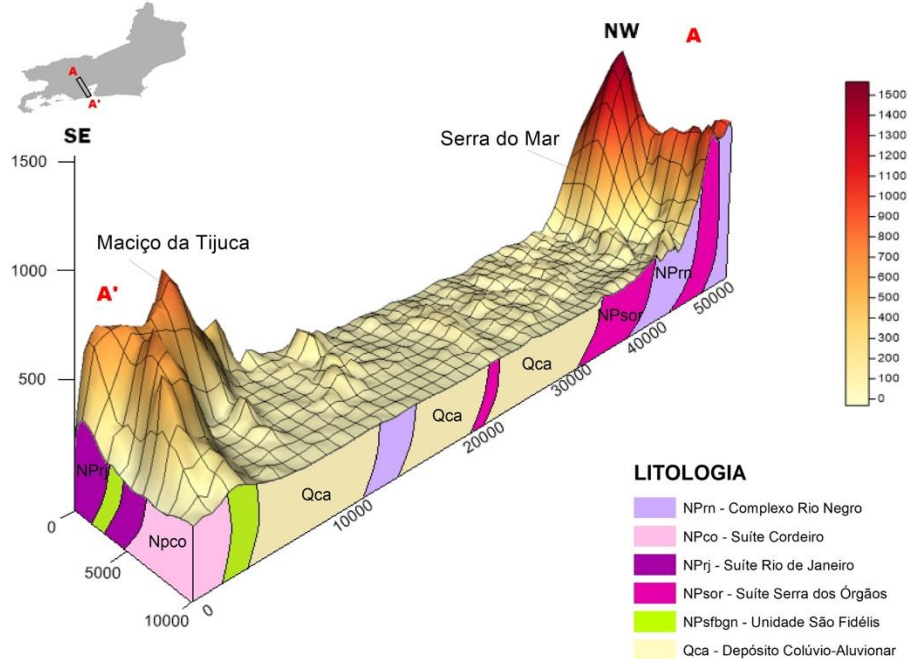
Figura 13 – Visão panorâmica do canal encaixado e leito rochoso do rio Sana (afluente do rio Macaé, Região dos Lagos do Rio de Janeiro).



Foto: T.M. Silva, nov./2010.

Procurando mostrar a relação entre tipos litológicos e morfologia, observa-se através do perfil tridimensional do relevo de um trecho do estado do Rio de Janeiro que uma relação mais direta entre litologia e áreas elevadas são observadas, como pode se notar pelo perfil apresentado pela figura 14; onde elevações estão relacionadas à litologia distinta, como p. ex., a localização da unidade de rochas alcalinas São Fidélis e a correspondência ao Maciço do Tinguá. No entanto, é notório o importante papel de estruturas tectônicas, na área do entorno da Baía de Guanabara, que marcam significativamente a ocorrência de elevações na paisagem (SILVA, 2021) e, por extensão, as demais localidades do Brasil Atlântico aqui discutidas.

Figura 14 - Perfil de relevo realizado na porção oeste da Bacia da Baía da Guanabara (RJ) desde a Serra do Mar ao Maciço da Tijuca, com representação das unidades litológicas extraídas dos mapas geológicos produzidos pelo CPRM (2004; 2012).



Fonte: Silva (2021).

Já no setor rebaixado, à frente da escarpa serrana, temos a ocorrência de feições morfológicas, a altitudes que variam, aproximadamente, de 150m a 350m, com topos convexos / arredondados. Esta morfologia de topo reflete o intenso mecanismo de alteração *in situ*, com posterior remoção por retrabalhamento superficial e, também, subsuperficial, reafeiçoando/remodelando e dando, assim, o arredondamento das feições morfológicas. E, ainda, nos segmentos bastante suaves, horizontais a sub-horizontais, que contornam a morfologia de topos arredondados, têm-se as áreas de retenção da sedimentação quaternária provenientes dos processos erosivos das encostas e das calhas fluviais, ou ainda da própria sedimentação costeira (sedimentação flúvio-marinha).

Mecanismos semelhantes são encontrados em diversas bacias que drenam diretamente das escarpas serranas para o mar. Nas figuras 15A e 15B, além de observamos feições elevadas com topos arredondados, podemos evidenciar feições morfotectônicas chamadas de facetas triangulares (Figura 15B) que registram o plano de falha e, portanto, à ocorrência de eventos neotectônicos na (re)elaboração da paisagem, além de expressivas planícies fluviais e/ou flúvio-marinhas representativas de episódios de sedimentação ao longo do Quaternário.

Estas duas imagens (Figuras 15A e 15B) correspondem a bacias localizadas em distintos setores do estado do Rio de Janeiro. A figura 15A se localiza no litoral norte, conhecido como Costa do Sol, no município de Macaé; enquanto, a figura 15B está situada no litoral sul, denominado de Costa Verde, que inclui municípios como Mangaratiba, Angra dos Reis e Parati. Mas em ambas observa-se a mesma situação de elevações rodeadas por planícies fluviais e flúvio-marinhas quaternárias e onde o controle tectônico se faz também presente.

Figura 15 – Visão panorâmica de trechos de médio-baixo cursos das bacias de drenagem dos rios Macaé (A), localizada na região dos Lagos, RJ; e do rio da Lapa ou do Saco (B) que drenam a partir da Serra do Piloto ($\cong 838\text{m}$) para a Baía de Mangaratiba, na Costa Verde - litoral sul do Rio de Janeiro.



Fotos: T.M. Silva, nov./2020; ago./2012.

Em áreas mais elevadas altimetricamente do Planalto Atlântico tais aspectos morfológicos se repetem, dando conformação semelhante às ocorridas ao longo dos arredores das escarpas serranas com a costa. Observa-se nas figuras 16 e 17, ambas situadas na região do médio vale do rio Paraíba do Sul (área limítrofe entre os estados de MG, SP e RJ), feições serranas marcadas pela atuação tectônica com formação de depressões tectônicas (situadas, em média, a altitudes de 500m), onde se desenvolveram as feições de Mares de Morros características deste Brasil tropical úmido.

Figura 16 – Visão panorâmica da bacia do rio do Bananal, onde pode-se observar alinhamentos de relevo significativos, correspondentes à Serra da Bocaina (nome local da Serra do Mar), em vale encaixado em direção ao médio curso do rio do Bananal. Ao fundo a feição de Mares de Morro. Foto sacada da Serra da Bocaina para jusante (município de Bananal, SP).



Foto: T.M. Silva, jul./2004.

Figura 17 – Visão panorâmica de um trecho do médio vale do rio Paraíba do Sul (SP/MG/RJ) com apreciação do Planalto da Bocaina (respectiva Serra da Bocaina), Mares de Morros e trecho da planície fluvial. Foto sacada da Serra da Mantiqueira (Itatiaia, RJ).

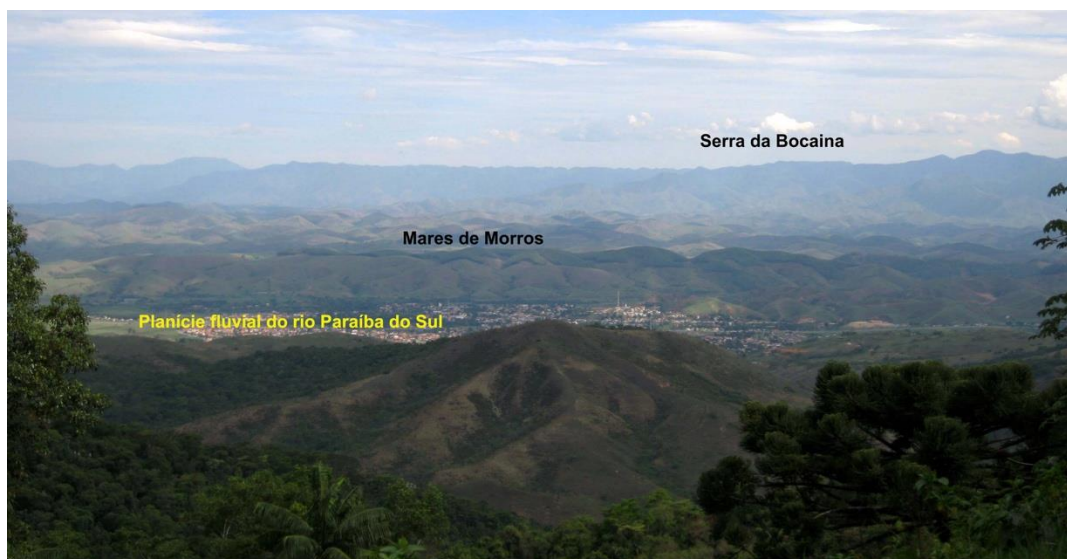
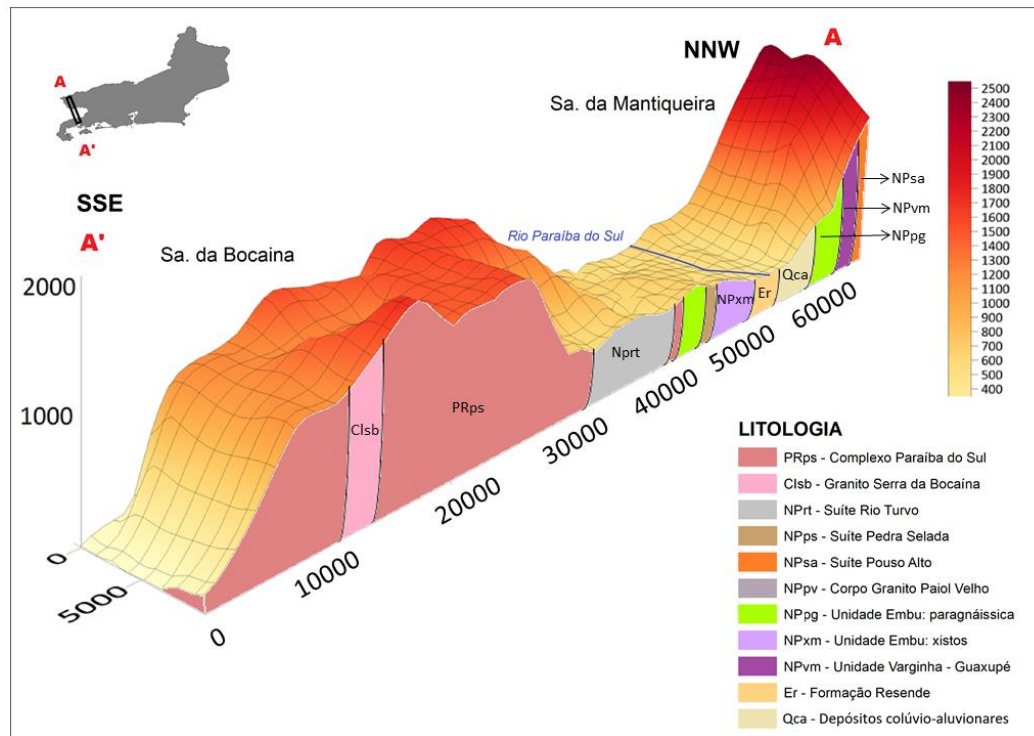


Foto: T.M. Silva, mar./2008.

Nota-se nas figuras 17 e 18 a conformação do relevo bem marcada pela tectônica, com alinhamento serrano e a depressão tectônica do médio Paraíba do Sul onde se desenvolveram feições de Mares de Morros, pequenas bacias sedimentares e trechos de sedimentação fluvial correspondentes às planícies do rio Paraíba do Sul (que tem suas nascentes nos estados de SP, MG e RJ) e deságua em feição de delta fluvial no município de Campos de Goytacazes no norte do estado do Rio de Janeiro. Esse longo corredor tectônico faz também com que haja canalização de intensa umidade o que fez/faz com que processos de alteração tenham sido bem significativos para o (re)modelamento da paisagem na área.

Ressalta-se, ainda, no perfil representado pela figura 18 que a morfologia serrana corresponde às litologias mais resistentes aos processos de alteração como as rochas que compõem o Complexo Paraíba do Sul (paragneisses granatíferos ou não, migmatizados, com intercalações de rochas cálcio-silicáticas, camadas de anfibólitos, lentes de mármore e quartzitos extremamente dobrados e foliados), Granito Serra da Bocaina, Unidades Varginha-Guaxupé (metassedimentos migmatíticos), Embu (unidade de gnaisses bandados que aflora nas pequenas bacias sedimentares do médio vale do rio do Paraíba do Sul como ao norte da Bacia de Taubaté e bacia de Resende), dentre outros; enquanto na depressão tectônica em que se instalou o rio Paraíba do Sul encontram-se os depósitos de idade terciária da Formação Resende, depósitos coluviais e aluviais quaternários) e algumas unidades mais resistentes (Unidade Embu, Suíte dos granitos Pedra Selada, Unidade Embu (xistos)) (CPRM, 2006) que correspondem às feições de Mares de Morros visualizadas na figura 17.

Figura 18 - Perfil de relevo realizado na altura do médio vale da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, desde a Serra da Mantiqueira até a Serra do Mar (nome local: Serra da Bocaina), com representação das unidades litológicas extraídas do mapa geológico produzido pelo CPRM (2006).



Frente a essas condições fisiográficas depara-se, ainda, com situações de extrema fragilidade ambiental, como p.ex., condições relacionadas ao sítio em que se deu a ocupação e o crescimento dos municípios (ora em terrenos de fortes declives como em ambientes serranos; ora em terrenos horizontais a sub-horizontais como as áreas das baixadas quaternárias úmidas e, portanto, vulneráveis a alagamentos). Também a localização topográfica associa-se às questões da dinâmica atmosférica (forte influência de frentes frias e da faixa de nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste, que se estende do sul da Amazônia ao Atlântico Sul-Central e caracteriza a Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS), e que estão diretamente relacionadas aos inúmeros eventos extremos que produzem enchentes e/ou de movimentos de massa em diversas localidades do SE brasileiro.

Ao que se refere às intervenções antrópicas, que representam o outro lado da balança quando falamos em fragilidade ambiental, temos que considerar que o SE passou por diversos ciclos produtivos nos quais uma ou outra área foi mais fortemente impactada, até chegar ao atual estado de intervenções ambientais. De maneira geral, algumas intervenções mais modernas, decorrentes do binômio industrialização-urbanização, referem-se a fatos da agência humana propulsores das maiores alterações ambientais; no entanto, anteriormente a essa ação, uma primeira e significativa alteração de todos terrenos, a nível mundial, refere-se a retirada da cobertura vegetal original para desenvolvimentos dos diversos sistemas produtivos.

O início das intervenções da agência humana no terreno, mesmo de maneira menos intensa, é atribuído à Revolução Neolítica, há, aproximadamente, 10.000 anos “[...] quando o Homem conquista as primeiras técnicas de produção de alimentos, deixando sua fase de coletor, na qual não se destacava do conjunto de atividades biológicas nas suas relações com a natureza” (OLIVEIRA, 1990; p.412). E, deste modo, inicia-se a fase da retirada de um dos mais importantes fatores de proteção dos solos; e tendo como resultado à aceleração dos processos

erosivos e, que acabou por refletir nos últimos anos, em um processo de deposição e assoreamento acentuado dos eixos fluviais, lagos e oceanos.

Seguindo a primordial intervenção relacionada ao desmatamento, uma outra atividade danosa corresponde à implantação da rede rodoviária que, além de representar grandes alterações do relevo, também, tem o papel de vetor de circulação e ocupação de outras áreas, ampliando ainda mais o alcance dos danos. Áreas mais urbanizadas coincidem com a faixa litorânea e, conseqüentemente, a um longo processo histórico de alteração da paisagem. Não podemos esquecer, no entanto, que não foi o relevo que se estabeleceu em meio às cidades, mas sim, as cidades que se construíram e se desenvolvem em meio aos elementos naturais. Mediante esse ponto de vista, o processo de ocupação deveria ter levado em consideração as fragilidades ambientais do sítio como componentes essenciais às políticas de uso da terra, pois ao desconsiderá-las o mundo acabou por gerar transtornos e graves problemas à população (SILVA; SILVA, 2016).

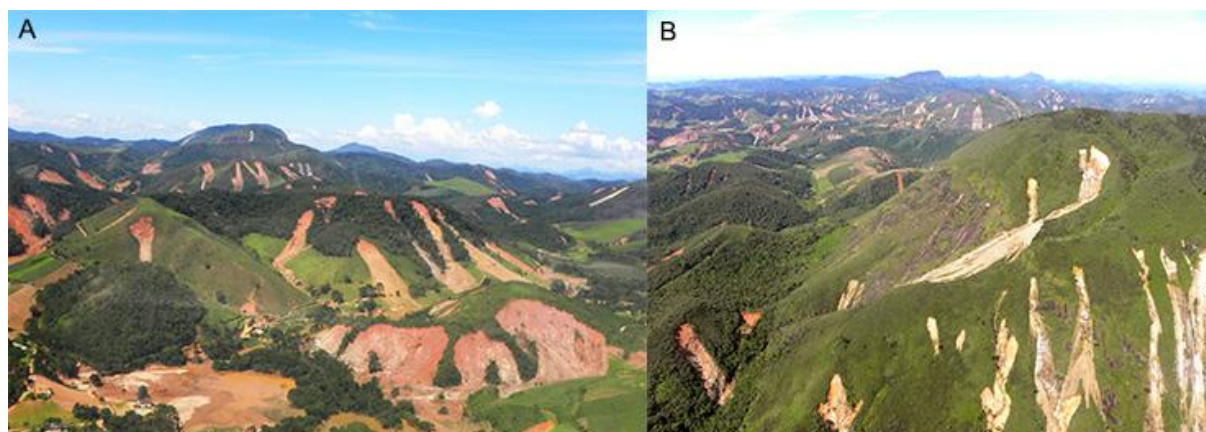
Mesmo em áreas de domínios morfológicos serranos e litorâneos do SE que podemos dizer em que não há alteração significativa pela agência humana (pela manutenção da cobertura florestal) correspondem, por sua vez, a terrenos íngremes com presença de solos rasos, em que a descontinuidade desses materiais em contato com a rocha sã faz com que, naturalmente, haja processos hidrodinâmicos diferenciados e, portanto, um plano de ruptura à deflação dos movimentos de massa, principalmente, quando da (re)ocorrência de eventos pluviométricos extremos tendo-se, assim, os *inputs* ao desencadeamento de processos geomorfológicos

Vários são os registros históricos de processos geomorfológicos de grande capacidade de alteração do terreno em curtos intervalos de tempo no SE brasileiro. Serão aqui apresentados alguns casos para exemplificá-los. Um dos mais assustadores desses eventos ocorreu no mês de janeiro de 2011, cujo o Departamento de Recursos Minerais do estado do Rio de Janeiro (DRM-RJ, 2011) denominou de “Megadesastre da Serra – Jan./2011”, onde a população da região serrana do estado Rio de Janeiro, constituída pelos municípios de Itaipava, Petrópolis, Teresópolis e Nova Friburgo, teve um dos maiores e mais tristes episódios já vivenciados. Nesse documento elaborado pelo DRM-RJ, os autores fizeram referência a fatores predisponentes (geologia – lineamentos estruturais e *trend* de fraturamentos; orientação e altimetria do relevo; hidrologia de superfície e hidrogeologia; e clima – chuvas extremas em rápido intervalo de tempo derivadas da entrada de massas de ar vindas de norte (ZCAS) que se encontram com barreira orográfica serrana) e fatores efetivos (uso e ocupação da terra – inúmeros cortes de estrada e para ocupação e aterros; chuvas antecedentes e erosão pluvial). Tratando sobre o mecanismo de ocorrência destes tipos eventos que têm elevado poder destrutivo, o Prof. Nelson Ferreira Fernandes (2022; comunicação oral) colocou que há uma complexa interação entre fatores condicionantes (geologia, litologia e estrutura), geotécnicos, climáticos/ hidrológicos, geomorfológicos, vegetacionais, antrópicos, etc.) e mecanismos de ruptura (aumento da poro-pressão positiva relacionado à saturação dos solos) e perda de sucção (aumento da umidade decorrente da entrada da frente de infiltração da água no terreno).

Observa-se nas imagens da figura 19 inúmeras cicatrizes de movimentos de massa, que ocorreram em 11 e 12 de janeiro de 2011, mostrando o grau de alteração da paisagem em um curto intervalo de tempo. O evento pluviométrico que levou à deflagração desses processos geomorfológicos foi analisado pelo Instituto Estadual do Ambiente do estado do Rio de Janeiro (INEA-RJ), sendo atribuído como principal causa a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) que, juntamente, com a morfologia, o histórico de chuvas ocorridas em dias anteriores e a ocupação desordenada levaram à instalação do caos na região (CAVALCANTE FILHO et al., 2011). Nuvens convectivas ficaram estacionadas por mais de 4 horas sobre as cidades da Região Serrana, chovendo forte e continuamente e fazendo com que, em um total de 48 horas, chovesse mais do que nos dois primeiros anos de 2010,

registrando cerca de 281,6 mm de chuva em uma das estações meteorológicas controladas pelo INEA (estação telemétrica do Sistema de Alerta de Cheias de Ypu, localizada em Nova Friburgo, RJ) – Quadro 2. Esse quadro 2 mostra os valores elevados de pluviosidade existentes em apenas dois dias do mês de janeiro de 2011.

Figura 19 – Visão panorâmica de um trecho da região serrana do estado do Rio de Janeiro com inúmeras cicatrizes de movimentos de massa ocorridos em janeiro de 2011. **A** e **B** são imagens de sobrevoo realizado entre os municípios de Nova Friburgo e Teresópolis.



Fotos: B.C. Vieira, jan./2011.

Quadro 2 – Informações das estações telemétricas do Sistema de Alerta de Cheias localizadas no município de Nova Friburgo (Rio de Janeiro) e os acumulados de chuva para os dias 11 e 12 de janeiro de 2011.

Estação	Código	Lat./long.	Acumulado 24h (mm) – 11/01/11	Acumulado 24h (mm) – 12/01/11	Acumulado 48h (mm)
Sítio Santa Paula	2242127	22°16'05,0"S 42°34'21,6"W	124,80	136,00	260,80
Nova Friburgo	2242120	22°16'46,3"S 42°32'05,6"W	106,00	92,40	198,40
Olaria	2241126	22°18'31,3"S 42°32'32,1"W	172,40	91,60	264,00
Ypu	2242125	22°17'44,2"S 42°31'36,9"W	165,00	116,60	281,60
Pico Caledônia	2242107	22°21'30,0"S 42°33'18,0"W	121,00	55,40	176,40

Fonte: Modificado de CAVALCANTE FILHO et al. (2011).

O resultado na região foi a deflagração de uma série de eventos de deslizamentos, corridas de detritos e enchentes que afetaram vilarejos quase que por completo. A figura 20 nos revela a força do agente de transporte capaz de movimentar blocos rochosos de diversos tamanhos, destruindo tudo por onde passava ao longo do eixo do córrego da Posse em Petrópolis.

Tais eventos são, no entanto, recorrentes, pois como foi observado *in situ*, nos barrancos que foram escavados ao longo do antigo leito fluvial, depósitos de blocos de diversos diâmetros acamados em uma matriz areno-argilosa (Figura 20), demonstram que nesta bacia de drenagem, assim como em quase todas das áreas serranas, estes processos constituem mecanismos naturais de evolução da paisagem. Fernandes (2022) faz ressalva sobre a importância desses espessos depósitos de movimentos de massa como evidência de eventos extremos pretéritos e inclusive destaca a possibilidade de datação por ^{14}C e OLS Luminescência da matriz ou ainda datando-se o tempo de exposição por cosmogênicos ^{10}Be e ^{36}Cl em blocos/matações que podem contribuir com a compreensão dos eventos de grande magnitude na evolução do modelado.

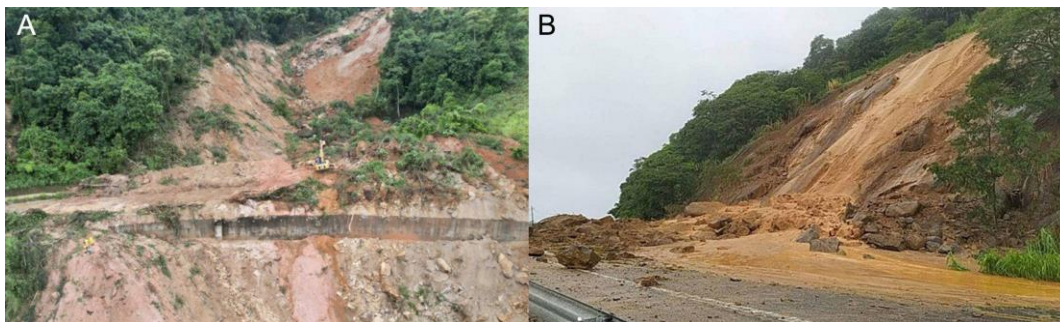
Figura 20 – Imagem da corrida de detritos ocorrida em 11 de janeiro de 2011 no vale do córrego da Posse, município de Petrópolis (RJ). Nota-se, através do canal erosivo formado sobre antigo pacote deposicional, a exposição de antigos registros de movimentos de massa.



Foto: T.M. Silva, maio/2011.

Uma outra área extremamente afetada por processos de movimentos de massa são os municípios situados na Costa Verde do estado do Rio de Janeiro (Mangaratiba, Angra dos Reis, Paraty ...) e extensivos aos municípios de São Paulo que estão neste litoral serrano, como Ubatuba. Em abril de 2022, p. ex., os municípios de Angra dos Reis e Paraty ficaram isolados do Rio de Janeiro e de São Paulo pela existência de inúmeros pontos de deslizamentos ao longo da principal via de acesso que corta os municípios (BR-101). A pluviosidade nos primeiros dias de abril (1º a 04/04) teve volume de 324,4 mm em Angra (maior registro para todo o mês de abril desde 1913) e 429,2 mm em Paraty. As imagens da figura 21 são representativas de alguns movimentos de massa e que deixaram essas cidades em isolamento por alguns dias.

Figura 21 – Imagens de eventos de movimentos de massa que fecharam a Rio-Santos (BR-101) no município de Angra dos Reis (RJ). **A** – Bairro de Monsuaba; **B** – Bairro do Camorim.



Fotos: **A** – Rogério Santana (Governo do estado do RJ); **B** – Polícia Rodoviária Federal, 03/04/2022.

Podemos citar, ainda, inúmeros episódios de enchentes que atingem diversos trechos de fundo das bacias de drenagem (Figura 22) e das baixadas quaternárias do Sudeste brasileiro e, afetam diretamente a população e causam inúmeras perdas, pessoas desabrigadas e, ainda, proliferação de vetores de doenças (leptospirose, dengue, zika, chikungunya, etc.). Na figura 22 observa-se um trecho da bacia do córrego Vieira (Teresópolis, RJ) onde grande parte da área cultivada foi destruída pelos eventos de cheia ocorridos em janeiro de 2011.

A Região Serrana é o polo de produção agrícola do estado do Rio de Janeiro, no que se refere às atividades produtivas de olericultura, floricultura e avicultura de corte e postura. Nesse setor, foram degradados cerca

de 2.800 hectares nos municípios atingidos pelas fortes chuvas e 2.096 hectares de lavouras ou pastagens foram afetados. Além da produção destruída nas diversas lavouras afetadas, os municípios perderam cabeças de gado, estradas, pontes, equipamentos e moradias na área rural. Esses danos causaram, ainda, perdas indiretas como, p. ex., a produção perdida por dificuldades de escoamento em função dos danos no setor de transportes, assim como danos às moradias rurais e aos sistemas de captação e abastecimento de água. (TORO, 2012)

Figura 22 – Visão panorâmica de um trecho da bacia do córrego Vieira (município de Teresópolis, RJ) com alagamentos e destruição dos cultivos de hortaliças em janeiro de 2011.



Foto: B.C. Vieira, jan./2011.

Os exemplos mencionados correspondem a uma pequena amostragem da intensidade das transformações que ocorrem nas áreas tropicais úmidas; em setores da paisagem que já seriam topograficamente favoráveis ao desencadeamento de processos erosivos e/ou deposicionais e que, com o papel da agência humana alterando em demasia os terrenos, acabam por gerar episódios desastrosos no mecanismo evolutivo da paisagem.

CONCLUSÃO

Os traços aqui mencionados, em relação aos terrenos do Brasil Atlântico, demonstram o quão é significativo a entrada de energia em forma de eventos pluviométricos extremos nesse sistema ambiental e o quão o papel da agência humana soma-se negativamente ao desencadeamento de fenômenos geomorfológicos de grande gravidade à população.

Toda a abordagem dada neste trabalho procurou mostrar que, ao se considerar a abordagem sistêmica em estudos evolutivos da paisagem, considera-se o conjunto de elementos intrínsecos e extrínsecos que possa levar ao alcance do limite crítico de um setor ambiental que estaria, em princípio, em estágio de “equilíbrio” e que, a partir de então, mudanças no terreno possam ser deflagradas.

A evolução do relevo em escala de tempo longo reflete o somatório do papel da erosão nas encostas (processos difusos) e incisão fluvial (processos advectivos) e eventos de grande

magnitude e baixa frequência, como alguns aqui citados, têm mostrado que não são tão raros assim e que podem ter poder muito grande de alterar a paisagem natural (FERNANDES, 2022).

No Brasil Tropical Atlântico é notável que as condições topográficas são fortes condicionantes ao desencadeamento dos denominados “desastres ambientais”, no entanto, ressaltou-se o fator deflagrador referente a eventos pluviométricos de grande intensidade que, na maioria das vezes, ocorrem em pequeno intervalo de tempo e em situações de elevado grau de umidade antecedente dos terrenos, são os fatores imediatos para que haja modificação da umidade dentro do perfil do solo e/ou dentro das rochas por poro-pressão, afetando o estado de “equilíbrio”, e propiciam a ruptura da encosta.

Observa-se que a recorrência de eventos extremos tem sido frequentes nessa área e, portanto, mecanismos de (re)elaboração das formas de relevo têm sido mais intensos dentro da escala de tempo histórica.

Neste contexto, o papel da agência humana tem sido e é primordial na gravidade dos processos decorrentes e suportam uma necessidade emergente de um tratamento ambiental que olhe e investigue mais profundamente a sensibilidade de distintas localidades, principalmente, em que processos geomorfológicos sempre foram intensos e presentes em distintas escalas de tempo.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a concessão de uso das imagens de autoria da Prof^a. Dr^a. Bianca Carvalho Vieira, bem como ao auxílio na elaboração dos perfis de relevo pelo Geógrafo Msc. Felipe Pacheco da Silva.

REFERÊNCIAS

AB’SÁBER, A.N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. **Orientação**, São Paulo, v. 3, p. 45-48, 1967.

AB’SÁBER, A.N. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, v.18, p. 1-2, 1969.

ALMEIDA, F.F.M. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. **Anais Academia Brasileira de Ciências** - Simpósio Internacional sobre as Margens Continentais do Tipo Atlântico, Rio de Janeiro, v. 48 (Supl.), p. 15-26, 1976.

ALMEIDA, F.F.M.D.; CARNEIRO, C.D.R. Origem e Evolução da Serra do Mar. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 135–150, 1998.

ASMUS, H.E.; FERRARI, A.L. Aspectos estruturais da margem continental leste e sudeste do Brasil. **Série Projeto REMAC**, Rio de Janeiro, n. 4, p. 75-88, 1978.

BRUNSDEN, D. A critical Assessment of the sensitivity concept in geomorphology. **Catena**, Amsterdã, v.42, n.2-4, p.99-123, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(00\)00134-X](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(00)00134-X)

BRUNSDEN, D.; THORNES, J.B. Landscape sensitivity and change. **Transactions of the Institute of British Geographers**, Londres, p.463-484, 1979. DOI: 10.2307/622210. Disponível em: http://www.blackwellpublishing.com/pdf/landscape_sensitivity.pdf. Acesso em: 13 abr. 2022.

CASTRO, E.B.V. (coord.). **Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra dos Órgãos**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2008.

CAVALCANTE FILHO, E.C.; VIDAL, D.H.F.; FARIAS Jr., J.E.F.; PEREIRA, V.S.A.; FERREIRA, M.A.; VUANA, L.P.S.; SANTOS, M.O.R.M.; JOHNSON, R.M.F. Tragédia

climática e ambiental na Região Serrana/RJ 2011: diagnóstico, desafios e ações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 19, Maceió. **Anais**. Maceió: ABHidro. 18p. 2011.

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

CHRISTOPHERSON, R.W. **Geossistemas: uma introdução à geografia física**. 7a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

CHRISTOPHERSON, R.W.; BIRKELAND, R.W. **Geossistemas: uma introdução à Geografia Física**. Tradução: Théo Amon. Porto Alegre: Bookman, 2017.

CONTI, J.B. O meio ambiente tropical. **Geografia**, São Paulo, v.14, n.28, p.69-79, 1989.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo. Escala 1:100.000**. 2004. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Geologia_Basica/Carta-Geologica-do-Brasil-ao-Milonesimo-298.html. Acesso em: 05 ago. 2019.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Geologia e recursos minerais do estado de São Paulo. Mapa e relatório - Escala 1:750.000**. 2006. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/2966>. Acesso em: 28 abr. 2022.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Geologia e Recursos Minerais da Folha Baía da Guanabara SF-23-Z-B-IV, estado do Rio de Janeiro. Mapa Geológico em escala 1:1.000.000**. Convênio CPRM/UERJ. 2012. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/pgb/mapa_geol_baiaguanabara.pdf. Acesso em: 05 ago. 2019.

DEFFONTAINES, P. Os elementos da natureza e a luta dos homens. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v.1, p.19-67, 1939.

Di MAURO, C.A. A atualidade da visão de Ab'Sáber. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 7-20, 2012.

DRM – Departamento de Recursos Minerais do estado do Rio de Janeiro. **Megadesastre da Serra – Jan 2011**. Rio de Janeiro: Secretaria de Desenvolvimento econômico, energia, indústria e serviços. 2011. Disponível em: <http://www.drm.rj.gov.br/index.php/downloads/category/13-regio-serrana>. Acesso em: 19 abr. 2022.

ERHART, H. A teoria bio-resistásica e os problemas biogeográficos e paleobiológicos. **Notícia Geomorfológica**, São Paulo, v. 6, n. 11, p. 51-58, 1966.

FERNANDES, N.F. Movimentos de massa e evolução do relevo: passado, presente e futuro. 2022. Palestra conferida no II GEODIA da União da Geomorfologia Brasileira no dia 30 de abril. Disponível em: <https://m.youtube.com/watch?v=ehn1F-mf87Q>. Acesso em: 30 abr. 2022.

GOMES, P.C.C. **Quadros Geográficos: uma forma de ver, uma forma de pensar**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2017.

HASUI, Y. Compartimentação geológica do Brasil. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; ALMEIDA F.F.M.; BARTORELLI, A. (orgs.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: BECA, 2012, p.112-122.

HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A.C.; CAMPOS NETO, M.C.; SILVA, L.C.; TROUW, R.A.J.; JANASI, V.A. Província Mantiqueira. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. Dal Ré; BRITO-NEVES, B.B. **Geologia do Continente**

Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: BECA, 2004. p.203-235.

HEILBRON, M; VALERIANO, C.M.; TASSINARI, C.C.G.; ALMEIDA, J.; TUPINAMBÁ, M.; SIGA, O.; TROUW, R. Correlation of Neoproterozoic terranes between the Ribeira Belt, SE Brazil and its African counterpart: comparative tectonic evolution and open questions. In: PANKHURST, R. J. et al. (Orgs.). **West Gondwana Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region**. 1 ed. London: Geological Society of London, v. 294, p. 211-237, 2008.

HEILBRON, M; PASCUTTI, A.H.F.G; SILVA, T.M; VALLADARES, C.S; ALMEIDA, J; DUARTE, B.P; TUPINAMBÁ, M; NOGUEIRA, J.R; VALERIANO, C.M; SILVA, L.G.E; SCHMITT, R.S; RAGATKY, D; GERALDES, M.C; VALENTE, S.C. **Geologia e Recursos Minerais da Folha Baía de Guanabara** - Contexto Regional. Belo Horizonte: CPRM, 2012. p. 27-34.

INKPEN, R. **Science, Philosophy and Physical Geography**. London: Routledge, 2005.

KAMINO, L.H.Y.; REZENDE, E.A.; SANTOS, L.J.C.; M.F.F.; ASSIS, W.L. Atlantic Tropical Brasil. In: SALGADO, A.A.R.; SANTOS, L.J.C.; PAISINI, J.C. (orgs.), **The Physical Geography of Brasil** – Environment, vegetation and Landscape. Amsterdam: Springer Netherlands, 2019. p.41-73.

MACEDO, J.M.; BACOCOLI, G.; GAMBOA, L.A.P. O tectonismo meso-cenozoico da região Sudeste. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2, São Paulo. **Atas**. São Paulo: SBG/SP-RJ, p.429-433, 1991.

OLIVEIRA, A.M.S. Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6, Salvador. **Anais**. São Paulo: ABGE/SP. v.1, p.411-416, 1990.

RICCOMINI C. **O Rift Continental do Sudeste do Brasil**. 1989. 256 f. Tese (Doutorado em Geologia), Instituto de Geociências, USP, São Paulo, 1989.

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.; BRITONEVES, B.B. **Geologia do continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. p. 383-405.

SCHUMM, S.A.; LICHTY, R.W. Tempo, espaço e causalidade. **American Journal of Science**, New Haven, n. 263, p.11-119, 1965.

SILVA, T.M. A Geomorfologia do entorno da Baía de Guanabara. In: FONSECA, E.M.; BAPTISTA NETO, J.A.; POMPERMAYER, F.C.L. (orgs.). **Baía de Guanabara – um ambiente em transformação**. Rio de Janeiro: Ape’Ku. Cap. 4. 2021, p. 95-120.

SILVA, T.M.; SILVA, S.L.S. O relevo do estado do Rio de Janeiro: cenário de beleza e fragilidade ambiental. In: MARAFON, G.J.; RIBEIRO, M.A. (orgs.). **Revisitando o território Fluminense VI**. Rio de Janeiro: Gramma, 2016, v.6, 2016. p. 43-64.

TANSLEY, A.G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. **Ecology**, Washington, n.16, p.284-307, 1935.

TOLEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, S.M.B.; MELFI, A.J. Intemperismo e formação do solo. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. (orgs.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p.139-166.

TORO, J. (coord.). **Avaliação de perdas e danos: inundações e deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro – Janeiro de 2011**. Relatório elaborado pelo Banco Mundial com apoio do Governo do Estado do Rio de Janeiro. Brasília: Gráfica e Editora Executiva. 2012. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/InundacoesDeslizamentosnaRegiaoSerranadoRiodeJaneiro.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2022.

VAN BERTALANFFY, L. **Teoria geral dos sistemas – fundamentos, desenvolvimento e aplicações**. Petrópolis: Ed. Vozes, 2010.

ZALÁN, P.V.; OLIVEIRA, J.A.B. Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v.13, n.2, p.269-300, 2005.

WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. Magnitude and frequency of forces in geomorphic processes. **The Journal of Geology**, v.68, n.1, p.54-74, 1960.