

GEOMORFOLOGIA APLICADA AOS PROJETOS DE ORDENAMENTO TERRITORIAL

GEOMORPHOLOGY APPLIED TO SPATIAL PLANNING PROJECTS

GEOMORFOLOGÍA APLICADA A LOS PROYECTOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

JURANDYR LUCIANO SANCHES ROSS ¹

CAMILA CUNICO ^{2*}

MARCIEL LOHMANN ³

¹ Professor Titular da Universidade de São Paulo/Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
E – mail: juraross@usp.br, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7726-2960>

² Professora Doutora da Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Geociências
E-mail: camila.cunico@academico.ufpb.br, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9930-1951>

³ Professor Doutor da Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências
E-mail: marciel@uel.br, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9243-5412>

RESUMO

Este trabalho evidencia o papel da Geomorfologia e da Geografia, ramos do conhecimento científico, para além do espectro teórico, metodológico de investigação e de pesquisa. Avança na perspectiva técnica de aplicações de interesse socioeconômico e ambiental. Além do resgate da contribuição de pesquisadores nacionais e estrangeiros, utilizou-se, como exemplo, parte da pesquisa sobre Ordenamento Territorial do Brasil, confrontando-se os produtos cartográficos e analíticos referenciados pelos mapas de Geomorfologia do Brasil e das Unidades de Terras do Ordenamento Territorial do Brasil, produzidos na escala 1:5.000.000. Por meio dessas produções, estabeleceu-se análise comparativa para demonstrar a compartimentação do relevo, como variável determinante, na identificação e análise relativas ao ordenamento do território na perspectiva ambiental e de uso e cobertura das terras.

Palavras-chave: Ecodinâmica. Ecogeografia. Fragilidade Ambiental. Potencialidades Naturais. Brasil.

ABSTRACT

This work emphasizes the role of Geomorphology and Geography, branches pertaining to scientific knowledge, beyond the theoretical, methodological spectrum of investigation and research. It advances in the technical perspective of applications attributed to socioeconomic and environmental interest. Besides the recovery from the contribution proceeding from national and foreign researchers, part of the analysis on Spatial Planning of Brazil was used as an example, confronting the cartographic and analytical products referenced by the maps of Geomorphology coming from Brazil and the Land Units of Brazilian Spatial Planning, produced on the scale 1:5,000,000. Through these productions, a comparative analysis was established to demonstrate the partition of the relief, as a determining variable, in the identification and analysis related to land use and land cover.

Keywords: Ecodynamics. Ecogeography. Environmental Fragility. Natural Potentialities. Brazil.

RESUMEN

Este trabajo pone en evidencia el papel de la Geomorfología y la Geografía, ramas del conocimiento científico, más allá del espectro teórico y metodológico de la investigación. Avanza en la perspectiva técnica de las aplicaciones de interés socioeconómico y medioambiental. Además del rescate de la contribución de investigadores nacionales y extranjeros, se utilizó, como ejemplo, parte de la investigación sobre Ordenamiento Territorial de Brasil, confrontando los productos cartográficos y analíticos referenciados por los mapas de Geomorfología de Brasil y de las Unidades de Tierras de Ordenamiento Territorial de Brasil, producidos en la escala 1:5.000.000. Mediante estas producciones, se estableció un análisis comparativo para evidenciar la compartimentación del relieve, como variable determinante, en la identificación y el análisis relacionados con el ordenamiento del territorio desde una perspectiva ambiental y del uso y cobertura del suelo.

Palabras clave: Ecodinámica. Ecogeografía. Fragilidad ambiental. Potencialidades naturales. Brasil.

INTRODUÇÃO

Nesta contribuição tem-se a intenção de demonstrar que existe uma ciência aplicada e engajada por meio de uma Geografia construtiva e propositiva, voltada para os interesses imediatos do planejamento ambiental territorial. Tem a pretensão de dar suporte para o planejamento e gestão do território através de variáveis e parâmetros baseados em critérios técnico-científicos com vistas ao ordenamento e reordenamento territorial do Brasil.

Como base na discussão teórica e prática parte-se da Geografia e, mais especificamente, da Geomorfologia, demonstrando a importância e valorizando a cartografia geomorfológica como “âncora” das pesquisas. Todo desencadeamento parte de pressupostos teóricos, metodológicos e técnicos de uma disciplina que tem historicamente vínculos fortes com a Geografia e base conceitual nas geociências ou ciências da terra. As formas do relevo, embora sejam abstratas e imaterial, porque só podem existir desde que tenha materiais (rochas e solos) que lhes deem suporte, é uma área do conhecimento das ciências da natureza, produto direto e permanente das interações dos fluxos externos e internos de energia, cujo resultado são as fisionomias do terreno. Essas morfologias da superfície da terra se materializam oferecendo sustentáculo para os arranjos espaciais territoriais produzidos pela humanidade, favorecendo ou dificultando os usos e as ocupações das terras.

A Geomorfologia é a área do conhecimento, no contexto das ciências da terra, que diretamente é utilizada e que dá suporte absoluto as atividades humanas. O relevo da superfície terrestre é o “piso, o chão”, onde a humanidade constrói e desenvolve suas atividades, produzem, organizam e reorganizam seus espaços territoriais. Enquanto componente das ciências da terra, é a que melhor explica como os espaços territoriais terrestres se organizam por meio das ações humanas. Está nas tipologias das formas do relevo um dos importantes condicionadores dos arranjos espaciais terrestres da humanidade, e é certamente por isso que a Geomorfologia se tem firmado como uma disciplina de amplo espectro geográfico.

Este texto objetiva, de maneira geral, demonstrar a aplicabilidade intrínseca da Geomorfologia e da Geografia para os interesses econômicos, sociais, ambientais e, sobretudo, fornece elementos que permite formulação de políticas públicas de aspecto amplo. Tem sido uma preocupação permanente desenvolver pesquisas geomorfológicas de base cartográfica, com fins claros de aplicação, quer seja para as grandes obras de engenharia civil, quer seja para a organização ou ordenamento territorial de espaços geográficos pouco ocupados ou o reordenamento territorial de espaços produzidos há mais tempo ao longo da história. Há uma preocupação determinada e clara de desenvolver e praticar uma geomorfologia de interesse social, econômico e ambiental, pois é preciso apropriar-se dos recursos naturais e dos bens ecológicos com precaução e racionalidade. Os avanços tecnológicos em todos os campos das atividades humanas possibilitam ocupar de modo inteligente praticamente todos os lugares da terra, entretanto, quanto maiores as dificuldades impostas pela natureza, maiores são os custos, os desafios e os riscos de se desenvolverem ações predatórias e ocorrerem desastres naturais de dimensões catastróficas.

Quando se reflete sobre a prática do uso racional dos recursos naturais e dos bens ambientais, pensa-se em ocupações sustentáveis, ou seja, aquelas que não deterioram profundamente a natureza e possibilitam o desenvolvimento das atividades humanas, considerando os aspectos das potencialidades dos recursos naturais e ecológicos, de um lado, e de outro, as fragilidades da natureza frente aos usos potenciais produtivos. Além disso é necessário considerar a importância da valorização dos usos não produtivos, mas que sejam de interesse ecológico, social e etnocultural.

Os pressupostos deste trabalho procuram colocar em evidência a importância da Geomorfologia, enquanto uma disciplina técnico-científica, que se insere perfeitamente no

contexto da abordagem geográfica, e que ao ser integrada a um conjunto de outras informações do complexo sistema de dados geográficos, pode ser utilizada para finalidades múltiplas de caráter econômico, social e ambiental na perspectiva, do ainda que utópico, mas desejável, desenvolvimento sustentável.

PRESSUPOSTOS DA GEOGRAFIA APLICADA

É a partir do discurso ecológico-ambiental, que ganhou mais vigor e fez emergir nas décadas de 1970 e 1980 na Europa, sobretudo, nos países do leste europeu de regime socialista, a geografia aplicada. Essa assume papel de destaque para se praticar uma geografia por inteiro. A geografia neste contexto, desempenha um papel integrador de dados físicos, bióticos e socioeconômicos, que ao serem analisados integradamente possibilitam o entendimento da totalidade no contexto das relações sociedade-natureza em diferentes níveis de análise, desde as macro às micro escalas.

O geógrafo russo oriundo da geomorfologia e geografia soviética Gerasimov (1980), considera que os principais objetivos das investigações geográficas concernentes aos problemas do meio ambiente podem se definir, de maneira mais genérica, em alguns axiomas, tais como:

- I) otimização das condições da atividade vital do homem mediante a conservação e o melhoramento das propriedades de seu entorno;
- II) implantação mais rápida e completa das tecnologias sem resíduos e os ciclos fechados de consumo de água na produção industrial e agropecuária, a fim de eliminar a dejectão no meio ambiente de substâncias nocivas e, simultaneamente, os desperdícios;
- III) exploração racional dos recursos naturais (aquáticos, terrestres e biológicos), que assegure sua proteção, restabelecimento e reprodução ampliada;
- IV) proteção e conservação de fundo genético da natureza viva.

O autor mencionado, indica ainda que as orientações científicas dos estudos ecológicos no âmbito da geografia devem considerar o controle sobre as transformações do meio ambiente originados pelas atividades humanas através do monitoramento antropogênico; a elaboração de prognósticos científicos, de viés geográfico, relativos as consequências das atividades econômicas sobre o entorno (espaço físico-territorial); o estabelecimento de prevenção, identificação e delimitação das calamidades naturais; e, por fim, a contribuição para o melhoramento e otimização do meio, ponderando os sistemas técnico-naturais criados pelos homens.

Nos tópicos elencados, pode-se perceber claramente que, Gerasimov (1980) atribui aos geógrafos e à geografia significativas responsabilidades com relação a apropriação e uso dos recursos naturais, deixando transparecer que, é preciso simultaneamente, preservar e conservar a natureza, mas, ao mesmo tempo, se apropriar dos recursos naturais em razão das necessidades da humanidade. No entanto, o autor ressalva que essa apropriação ocorra sem que haja problemas no presente e futuro para os próprios seres humanos. A natureza deve ser tratada com racionalidade, ou seja, não passa pela concepção de natureza intocada ou intocável, mas deve ser apropriada e tratada a partir de sua capacidade de suporte, não ultrapassando os limites exploratórios, cujas consequências decorrem na degradação ambiental.

O autor defende ainda que a influência adversa das atividades econômicas do homem sobre o meio ambiente não se limita a sua contaminação. Essas atividades incidem profundamente na reprodução dos recursos naturais e no desenvolvimento dos processos espontâneos ou induzidos, destruidores e desestabilizadores dos fenômenos da natureza, sendo impossível restringi-las em seu conjunto, exceto em pequenos territórios. Diante disto, é necessário encontrar formas de atividades produtivas que causem dano mínimo à natureza e, ademais, que influenciem de maneira planejada sobre os processos naturais, orientando seu

desenvolvimento no sentido favorável para a atividade vital humana. Conclui, o autor, que a proteção eficaz e o melhoramento do meio ambiente natural devem basear-se necessariamente no uso planejado e racional dos recursos naturais, com a particularidade de que o conceito de uso racional compreende também critérios sociais e econômicos, sem os quais perde seu valor real e deixa de ser concreto.

Na direção de rever os campos de estudo, Jones (1983) citado por Gregory (1985), entende amplamente o campo de atuação da Geografia Física e identifica cinco categorias de trabalho potencialmente úteis, sendo:

- I) avaliação de impactos dos casos naturais para influenciar a política ambiental;
- II) balanço ambiental, que abrange a avaliação das mudanças nos sistemas ambientais naturais para avaliar a necessidade de se estabelecer novas práticas;
- III) levantamento e avaliação dos recursos naturais;
- IV) avaliação de impactos relacionados às mudanças futuras previsíveis, considerando as interações homem-meio ambiente (sociedade-natureza);
- V) revisões de previsões anteriores e do sucesso de políticas e projetos já implementados.

Assim, conclui que existe uma variedade de interligações potenciais entre os sistemas ambientais naturais e os socioeconômicos que podem apresentar novas perspectivas para a pesquisa e aplicação da geografia.

A Conferência Internacional sobre Meio Ambiente, que deu lugar ao que se passou a chamar de “Conferência Rio-92”, à semelhança da “Conferência de Estocolmo de 1972”, emergiu o conceito de “Desenvolvimento Sustentável”, até então denominado de ecodesenvolvimento. Esse novo paradigma redefiniu os rumos de uma abordagem ambientalista que, até então, era extremamente ecológica/biológica e preservacionista, para uma visão mais humanista e de entendimento de que a humanidade é uma parte importante, senão a mais importante, do ambiente ou do meio ambiente.

Em função disto, acentuou-se a importância de valorização das relações sociedade-natureza, tanto pelo lado de suas contradições, como pelos aspectos de suas interrelações de dependências mútuas e funcionalidades intrínsecas. O domínio dessa nova visão socioambiental é um objeto riquíssimo, não mais da Geografia Física, da Geografia Humana, da Geomorfologia, da Climatologia, entre outros ramos da ciência, mas sim, da Geografia. Isto é, da abordagem analítico-integradora e sintetizadora de uma Geografia que se preocupa com o “espaço total”. Assim sendo, sob a égide do conceito de “espaço total” e no princípio que norteia o desenvolvimento sustentável, as diretrizes que envolvem as pesquisas da Geografia Aplicada, no que concerne especificamente as relações sociedade-natureza, certamente devem preocupar-se com um espectro maior de análises, objetivando o entendimento das potencialidades dos recursos naturais, mas também das potencialidades humanas, das fragilidades dos sistemas ambientais naturais e das fragilidades socioculturais.

Perpassa nesse contexto, as necessidades de ações de preservação ambiental, mas também de conservação da natureza e de recuperação dos ambientes degradados. Evidencia-se que, as inserções humanas, por mais técnicas que possam ser, não criam natureza, não modificam as leis da natureza, apenas interferem nos fluxos de energia e matéria entre as componentes, alterando suas intensidades, forçando a natureza a procurar novos status de equilíbrio funcional. Os humanos não são capazes de criarem solos, climas, relevos, minerais, vegetais, água, ainda que tenham enorme capacidade de modificá-los e de reorganizá-los gerando objetos e novos materiais processados por mecanismos industriais com procedimentos físico-químicos inimagináveis.

Nesta linha de raciocínio, procura-se trabalhar a Geomorfologia e a Geografia aplicadas no território brasileiro, na perspectiva da análise ambiental integrada, voltada para entender problemas ambientais e socioambientais específicos, como para o planejamento ambiental territorial, tendo como suporte os planos diretores municipais, planos de manejo das unidades

de conservação e os zoneamentos ambientais que se definem institucionalmente como Zoneamentos Ecológico-Econômicos para os Estados e União. Estes são instrumentos técnico-científicos voltados para a aplicação ao Ordenamento Territorial quer seja em um município, estado, país ou em uma bacia hidrográfica de qualquer dimensão.

INSERÇÃO DA GEOMORFOLOGIA NA PESQUISA APLICADA

Na construção do conhecimento geomorfológico, desde o século XIX, transparece as diferenças entre a linha americana e a alemã na geomorfologia, pois enquanto Davis apresenta uma proposição teórica para explicar as diversidades das formas do relevo terrestre, von Richthofen desenvolve um guia para observações de campo. Prevalece, na produção científica alemã, a herança deixada pelos naturalistas, com destaque para Goethe e von Humboldt, onde a sistematização das observações e análises dos fatos e fenômenos naturais, insere a visão da geomorfologia em um contexto mais integrador com a petrografia, com os solos, com a hidrologia e com o clima.

Nessa perspectiva, segundo Abreu (1983), a cartografia coloca-se como importante instrumento de apoio às pesquisas, enquanto a obra de Albert Penck publicada em 1894 denominada de “*Morphologie der Erdoberflache*” teve como principal contribuição sistematizar teorias e formas de relevo, tornando-se um clássico e influenciando, de forma decisiva, a geografia alemã do início do século XX. É ainda A. Penck que, em 1912, estabelece relações entre as formas do relevo e as zonas climáticas do globo, o que guarda contemporaneidade com a primeira versão apresentada em 1900 por W. Köppen, sobre os climas da Terra.

Passarge, também naturalista alemão, conforme Abreu (1983), se caracterizou pela apresentação de novos conceitos, trabalhando em uma linha mais global das formas do relevo, integrando-as a uma visão geográfica da paisagem e de um novo método de trabalho, o da cartografia geomorfológica. São de sua autoria: *Morfologia Fisiológica* (1912); *Os Fundamentos da Ciência da Paisagem* (1920); e, *As Zonas Paisagísticas da Terra* (1922). Foi Passarge que, em 1914, produziu o primeiro atlas do relevo na Alemanha, contendo mapas clinográfico, hipsométrico, morfológico, relevo sombreado, entre outros.

Em 1924, é publicada a obra de Walter Penck, denominada “*Die Morphologische Analyse: Ein Kapitel der Physikalischen Geologie*”, sendo neste trabalho onde definitivamente estabeleceu-se os princípios básicos da Geomorfologia, ou como foi expresso, “*Basis, Nature and Aim of Morphological Analysis*”, definidos por meio de três elementos, quais sejam: os processos exogenéticos, os processos endogenéticos, e os produtos devidos a ambos, o qual pode ser chamado de feições da morfologia atual. Relacionado ao último elemento, destaca-se os depósitos correlativos decorrentes dos processos exogenéticos atuais, que se constituem em indicadores para a interpretação da geomorfogênese mais atual.

A base teórica-metodológica desenvolvida por W. Penck (1924), foi seguida pelos pesquisadores russos (ex-soviéticos), conforme assinala Abreu (1983), relata que, em 1946, Gerassimov baseado em Penck, desenvolve a base teórico-conceitual para a análise morfoestrutural e sua correspondente cartografia geomorfológica. Contribuições nessa linhagem são conhecidas, sobretudo, por meio das pesquisas formuladas por A. A. de Abreu, que ao traduzir trabalhos produzidos em língua alemã, facilitou o acesso as abordagens derivadas do avanço da produção geomorfológica no leste europeu, em especial, após a Segunda Guerra Mundial, com destaque para a ex-URSS, por meio das pesquisas de Mescerjakov (1968), Basenina e Trescov (1972), e Basenina et al. (1976); para a Tchecoslováquia, por meio de Demek (1967); e para a Polônia, com ressalva para Klimazewski (1963).

Ainda na abordagem alemã, conforme Abreu (1983), desenvolveu-se a Geomorfologia Climática ou Geomorfologia Climatogenética, com destaque para Budel (1982), com a teoria da Etchplanação e linha Geoecológica voltada para os estudos da paisagem.

Na década de trinta, sessenta e setenta do século XX, surgem respectivamente C. Troll, E. Neef, Barthel, Klink que emergiram dos estudos descritivos da paisagem, refletindo a abordagem da teoria dos sistemas, introduzida na década de 1930 por Tansley na biociências com o conceito de ecossistema, e por Bertalanffy em 1942, com a Teoria Geral dos Sistemas.

Seguem, nessa concepção sistêmica na geografia, nas décadas de 1960 e 1970, respectivamente, as contribuições do russo Sotchawa, do francês Bertrand, com as denominações de Geossistemas, e de Tricart (1977), com contribuições mais recentes de acordo com as noções de Morfodinâmica, Ecodinâmica e, posteriormente, Ecogeografia. O tratamento da geografia na abordagem da teoria dos sistemas, desperta para tratamento mais dinâmico e interativo das pesquisas geográficas voltadas para a aplicação.

Os inventários genéticos do relevo terrestre constituem-se em dados fundamentais para se implementar trabalhos de geomorfologia aplicada. Nesta direção, Tricart (1965), considera que o ponto de partida para a elaboração dos inventários genéticos na geomorfologia, são os mapas geomorfológicos, que no início da década de sessenta tornaram-se o novo instrumento de pesquisa, uma vez que a verdadeira carta geomorfológica, à semelhança da geológica, resulta de levantamento sistemático do terreno, reunindo observações diretas, sintetizando-as. Ressalta que os mapas geomorfológicos ao serem elaborados em alguns países, sobretudo nos do leste europeu, forneceram dados básicos indispensáveis para um planejamento racional do uso das terras. Nessa fase, e com tais propósitos, a ex-URSS, a ex-Tchecoslováquia, e a Polônia, empreenderam levantamentos que recobrem sistematicamente seus territórios.

Na geomorfologia, com o desenvolvimento da cartografia geomorfológica, inaugurada por Passarge e, posteriormente, também desenvolvida pelos russos, tchecos, poloneses, australianos e franceses, sobretudo a partir da Segunda Guerra Mundial, tornou-se progressivamente um método fundamental para a pesquisa geomorfológica. O reconhecimento gradual da importância da cartografia geomorfológica no processo de planejamento, saiu fortalecido com os trabalhos aplicados, predominantemente evoluídos a partir das bases teóricas e metodológicas estabelecidas por Penck na década de vinte, bem como de seus predecessores.

De acordo com as informações contidas em Rougerie e Beroutchachvili (1991), uma primeira grande experiência de aplicação de mapeamento das paisagens, utilizando fotografias aéreas, foi desenvolvido no norte da Austrália, e após, estendeu-se para todo território do país. Essa primeira experimentação bem-sucedida, usou como suporte, ou geoindicadores, padrões fisionômicos do relevo e da cobertura vegetal. Essas duas componentes são visíveis, e, portanto, mapeáveis nos mosaicos de fotografias aéreas.

O Governo da Comunidade Britânica, passou a desenvolver nesse território uma espécie de geografia aplicada exploratória, no que os ingleses detinham grande experiência acumulada com os levantamentos exploratórios de seus geógrafos naturalistas, especialmente no continente africano e asiático. Nesse momento os assuntos da “paisagem” passam do domínio do discurso científico para o domínio da aplicação, com fins de organização para apropriação dos recursos naturais dos territórios objeto das pesquisas. Nessa direção, o governo criou, em 1945, a Comunidade Científica e Organização de Pesquisa Industrial (CSIRO) a ser aplicada no território da Austrália, justificando a ação na escassez de conhecido e no vazio demográfico. Certamente foi um dos modos político-estratégicos que a comunidade britânica encontrou para garantir sua permanência no domínio político-territorial do continente australiano.

As pesquisas da CSIRO visaram estabelecer uma classificação das possibilidades de exploração dos “meios” estudados, em função das potencialidades de seus recursos naturais, mas também das vulnerabilidades e custos exploratórios. Essa comissão estava inserida no

contexto da política geral das *Land Surveys* e *Land Use* anglo-saxônica, promovidos pela Comunidade Britânica.

É a primeira vez, que por necessidade de uma aplicabilidade imediata, utilizando-se como instrumento de apoio à pesquisa, as fotografias aéreas, que se passa a identificar “unidades de paisagens” ou “unidades fisiográficas” ou ainda “unidades fisionômicas” identificadas e mapeadas primeiramente nas fotografias aéreas e, sequencialmente, no campo. Nesta condição é que surgem os conceitos aplicados de *Land Systems* e *Land Unit*. Ambos são espaços físico-territoriais, delimitados pelas diferenças encontradas a partir da interpretação de mosaicos compostos por fotografias aéreas, e que correspondem aos fatos essencialmente naturais.

As *Land Units* ou Unidades de Terras são, portanto, individualizadas pela fisionomia da superfície do terreno, fornecida pelo relevo e pela vegetação. Essas unidades de terras passam a ser explicadas pela geomorfologia, geologia, solos, clima e vegetação dentro de uma abordagem de análise descritiva integrada. Mas, as *Land Units* é um primeiro nível de divisão. O nível mais genérico ou abrangente é definido pelas *Land Systems* ou Sistemas de Terras, que corresponde a uma “região” ou “conjunto de regiões” que guarda relativo grau de similaridade definido por “famílias” de *Land Units*.

Os trabalhos de pesquisa aplicada na Austrália promovidos pela CSIRO culminaram com o inventário territorial com os princípios do *Land Systems*, sendo o primeiro país onde se empregou o mapeamento sistemático com fins de aplicação de conhecimentos de cunho geográfico, envolvendo a produção de informações sobre o relevo, a geologia, os solos e a vegetação com a finalidade de aproveitamento econômico. De qualquer modo a visão e o princípio de todo o trabalho, foi o de aprimoramento da apropriação dos recursos naturais para fins eminentemente de interesses econômicos. A questão ambiental não era pauta, ou seja, a preocupação estava totalmente voltada para aprimoramento da apropriação dos recursos naturais.

Nos países do leste europeu, a partir da atuação hegemônica da ex-URSS, passaram a utilizar a planificação como instrumento suporte da gestão territorial, dentro dos princípios do socialismo. Os soviéticos e os alemães orientais, face a preocupação em conhecer e melhor utilizar as potencialidades de suas terras, desenvolveram pesquisas aplicadas com maior apoio de metodologia e conceitos teóricos elaborados a partir da percepção das “paisagens”. Segundo Rougerie e Beroutchachvili (1991), os soviéticos partiram também do mapeamento sistemático como recurso técnico para conhecerem e melhor apreenderem as potencialidades de seu território direcionados basicamente para apropriação dos recursos naturais. Com suporte na cartografia, passaram a produzir três cartas temáticas básicas, quais sejam: Carta dos Recursos Naturais, Carta de Utilização dos Solos e Carta das Unidades de Paisagens. Essas atividades se desenvolveram, sobretudo, na década de 1960.

Ressalta-se que o ponto de partida foram os conhecimentos produzidos por Dokoutchaev do final do século XIX, baseando-se no naturalismo com a *Landschaftvedenie* e a ecotopologia, e a biogeocenose de Sukachev, passando pelas reflexões de Berg e Grigoriev sobre a problemática das paisagens. O princípio da identificação e mapeamento das unidades corresponde ao que Dokoutchaev denominou de Complexos Naturais Territoriais (CNT), evidenciando as interações e correlações internas e externas, e, em especial, as diferenciações corológicas no espaço. Foi incorporada a visão sistêmica dos fenômenos associada ao tratamento concreto de dados da natureza, somados às necessárias reflexões teóricas sobre aspectos dos “Sistemas Naturais”, os quais envolvem a forma, a estrutura e o funcionamento dessas unidades territoriais de análise.

No Brasil, algumas contribuições na perspectiva da análise integrada também surgiram no final da década de sessenta e ao longo da década de setenta. Entre estes, pode-se citar Ab’Saber (1969), que com base na análise geomorfológica publica o trabalho de cunho teórico-metodológico denominado “Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o

Quaternário”. Nesta obra de poucas palavras, mas de muito conteúdo Ab’Saber define uma linha metodológica para as pesquisas em geomorfologia que vai ao encontro das análises integradas, destacando-se, as de interesse acadêmico. Neste sentido, estabelece que nas pesquisas geomorfológicas deve-se atuar em três níveis: 1º nível, da compartimentação topográfica regional, seguida da caracterização e descrição precisa das formas do relevo; 2º nível, passa pela sistematização das informações da estrutura superficial das paisagens, que envolve o conhecimento da composição e arranjo dos materiais subjacentes a cada forma, que fornecem dados estáticos de uma cinemática pretérita da paisagem; e o 3º nível, no qual deve-se entender os processos morfo e pedogenéticos atuais, procurando correlacioná-los com os processos biogênicos, químicos e da hidrodinâmica, bem como das ações antrópicas, ou seja, com a preocupação de se apreender a dinâmica da paisagem (fisiologia).

Deste modo, porém de forma explícita, Ab’Saber (1969) procura estabelecer um entendimento da “paisagem geomorfológica”, tendo como ponto de partida a forma, ou seja, a fisionomia, passando pela estrutura e chegando na funcionalidade, a qual trata como fisiologia. O autor não deixa explícito qualquer envolvimento ou correlação com as escolas europeias, principalmente, aquelas voltadas para o estudo da paisagem, que frequentemente se apoiavam nas informações, teorias e métodos biogeográficos, evolução quase que obrigatória do naturalismo alemão. Contribuições mais pragmáticas se deram no Brasil com os mapeamentos experimentais por meio do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo (USP) e com o mapeamento sistemático do Projeto RadamBrasil, a partir da década de 1970, para todo o território nacional.

Os exemplos experimentais iniciais que se dispunha na prática, foi o da Cartografia Geomorfológica de Detalhe contida na obra de Tricart (1965) intitulada “Princípios e Métodos da Geomorfologia”. Com esse suporte teórico, metodológico e prático da cartografia geomorfológica francesa, foram desenvolvidos vários experimentos no âmbito do Instituto de Geografia da USP e do Departamento de Geografia, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP. Destacam-se os pesquisadores: José Pereira de Queiroz Neto, Lylian Coltrinari, Augusto Humberto Vairo Titarelli, Paulo Nakashima, Rose Dias Pacheco, Selma Simões de Castro, May Modenesi, Olga Cruz, Adilson Avansi de Abreu, entre outros.

Algumas das pesquisas desenvolvidas foram publicadas em escalas 1:50.000 e 1:100.000 através do Instituto de Geografia da USP no início da década de 1970. Entre esses produtos cartográficos destacam-se: do Vale do Paratei, por Augusto Humberto Vairo Titar; da Folha Guaratinguetá, por Lylian Coltrinari; da Folha de São Pedro de José, por José Pereira de Queiroz Neto, et al., do Vale do Rio do Peixe por José Pereira de Queiroz Neto, et al., entre outros.

Estes documentos cartográficos, tem como preocupação representar por meio de simbologia específica, as formas, as gêneses e as idades do relevo. Tomam como suporte a base topográfica, onde estão representadas as curvas de nível através de isolinhas com a utilização de cores suaves. Utilizando-se dos símbolos, é visível a base litológica, representadas por cores suaves; as idades do relevo, indicadas a partir de letras em preto; e, as formas de processos atuais e pretéritos, registrados com símbolos lineares ou pontuais de diversas cores em função de suas gêneses e idades.

Esses produtos têm como ênfase a gênese das formas do relevo, embora não as delimite do ponto de vista morfológico, e as represente, sobretudo, através da topografia e das linhas de rupturas, tais como: das formas convexas para as côncavas e das escarpas. São documentos cartográficos muito ricos em informações, mas apresentam o inconveniente da excessiva sobreposição de dados, sempre codificados em símbolos lineares e pontuais coloridos. São de decodificação ou leitura difícil, tornando-os pouco operacionais para usuários não especialistas. Em suma dificultam a utilização para aplicações técnicas, embora sejam bons produtos para compreender a dinâmica e a gênese das formas do relevo por eles representados.

A adoção do mapeamento sistemático introduzido em 1971 pelo Projeto Radambrasil, vinculado ao Ministério de Minas e Energia por meio do Departamento Nacional da Produção Mineral, introduziu o uso das imagens de radar para mapeamentos de recursos naturais, e implementou um arrojado trabalho de levantamento e mapeamento dos recursos naturais no território brasileiro, envolvendo a cartografia temática de geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e análise climática regional, além de estudos relacionados ao uso potencial das terras para fins agropecuários, madeireiro, mineral e de aproveitamento hidrelétrico.

Esse Projeto, que perdurou até 1985, promoveu o mapeamento de todo território brasileiro, considerando os temas citados, na escala 1:250.000, no entanto, publicados em 1:1.000.000. Pode-se afirmar que o Radambrasil consolidou a construção do mapeamento geomorfológico, sem dúvida, com o suporte teórico, metodológico e técnico dos pesquisadores das universidades brasileiras. No entanto, ao contrário do que ocorria na Europa, onde os mapeamentos geomorfológicos se desenvolviam em escalas de detalhe, sobretudo, nos países de economia socialista e na França. No Brasil, fazia-se necessário mapeamentos em escalas pequenas e médias que possibilitassem um rápido e eficiente reconhecimento dos recursos naturais do país, que além de ter uma dimensão continental, dispunha de um significativo atraso no conhecimento das potencialidades de seu território.

Aceitando-se ou não, o Projeto Radambrasil foi um marco definitivo no processo de mapeamento sistemático e temático aplicado para o levantamento dos recursos naturais, podendo-se estabelecer como um divisor entre o período anterior e o posterior do referido Projeto. Malgrado as muitas críticas, nem sempre pertinentes, destaque-se que o país passou a dispor a partir de 1985, com a finalização do Projeto, um volumoso acervo de dados dispostos em relatórios técnicos e mapas publicados em cores. Atualmente, os produtos oriundos do Radambrasil continuam sendo utilizados em pesquisas de diferentes naturezas e estão disponibilizados para acesso gratuito no sítio eletrônico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Em relação aos mapas geomorfológicos produzidos no período de vigência do Projeto, ressalta-se que foram aperfeiçoados, por meio de melhorias de caráter metodológico, o que implicou na utilização de quatro diferentes metodologias de mapeamento. Conforme evidenciam Barbosa, et al. (1984), idealizadores das quatro versões metodológicas aplicadas subsequentemente nos mapeamentos geomorfológicos, seguiram-se os princípios estabelecidos por Ab'Saber (1969)

A quarta é a última versão de uma sequência de aprimoramentos, sendo aplicada no Brasil para as regiões sul, sudeste e sul da região nordeste. Nesta versão, aparece pela primeira vez a noção de taxonomia, onde o relevo é representado em três grandes categorias genético-espaciais, quais sejam: os Domínios Morfoestruturais, as Regiões Geomorfológicas e as Unidades Geomorfológicas.

Introduziu-se no segundo nível de representação os tipos de modelados, que compreendem o quarto táxon, organizados em categorias genéticas, como os modelados de aplanamento, de dissolução, de acumulação e de dissecação. As pequenas formas de relevo, correspondendo ao quinto táxon são representados por símbolos lineares ou pontuais. Esta versão, no âmbito do entendimento morfogenético, mostra-se mais detalhada. É uma evolução em relação a proposta de Tricart (1965), que não experimentou, ou pelo menos não publicou, a aplicação dos níveis taxonômicos em mapeamento de escala média/pequena.

O IBGE, principalmente por ter herdado o acervo, a tecnologia e parcialmente os pesquisadores do Projeto Radambrasil, desenvolveu um manual de mapeamento geomorfológico, o qual se pode considerar a versão oficial de mapeamento do relevo para o território brasileiro, que, em linhas gerais, segue a quarta versão metodológica do Radambrasil. Essa metodologia foi adaptada e apresentada pelo IBGE em 1995, através de sua Diretoria de Geociências, sob a denominação de Manual Técnico de Geomorfologia e sob a

responsabilidade executiva de numerosa equipe técnica de mapeamento geomorfológico com contribuições significativas de professores pesquisadores, tais como: Getúlio Vargas Barbosa (UFMG) (em memória) e assessoria de Teresa Cardoso da Silva (UFBA).

Desde 2019, vem sendo rediscutida uma nova proposição, por meio do Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR), comissão essa liderada por equipe técnica do IBGE, do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), da União da Geomorfologia Brasileira (UGB) e de alguns professores pesquisadores das universidades públicas federais e estaduais. Como fruto das primeiras discussões já se estabeleceu que o primeiro táxon será representado pelas grandes formas do relevo (montanhas, planaltos, depressões, planícies e tabuleiros), seguido pelo segundo táxon, os grandes conjuntos morfoestruturais (crátons, cinturões orogênicos, bacias sedimentares, coberturas sedimentares) sobre os quais desenvolvem-se as morfoesculturas correspondentes do primeiro táxon.

Na tentativa de produzir propostas de mapeamento geomorfológico no Brasil, Ross (1992), após inúmeras experimentações desenvolvidas no Laboratório de Geomorfologia do Departamento de Geografia da USP, seguindo a base teórica e metodológica de Gerasimov (1946) e Mescerjakov (1968), apresenta uma outra proposição taxonômica com seis táxons na seguinte sequência: Primeiro táxon, corresponde as Unidades Morfoestruturais; Segundo táxon, constituem as Unidades Morfoesculturais; Terceiro táxon, retratam os Tipos de Modelado de Dissecção; Quarto táxon, equivalem as formas individuais de relevo; Quinto táxon, refletem as formas de vertentes; e, o Sexto táxon, exprimem as formas atuais de indução antrópicas.

Essa abordagem tem sido aplicada para diferentes escalas de mapeamento, utilizando-se, para escalas pequenas e médias, representação até o terceiro táxon, o que correspondendo aos mapeamentos geomorfológicos regionais (ROSS, MOROZ CACCIA GOUVEIA, 2022). Para mapeamentos de escalas de detalhe ou de semidetalhes utilizam-se também o quarto, o quinto e o sexto táxons.

No final da década de setenta, o geógrafo francês Jean Tricart, advindo da geomorfologia, introduz na linha da geocologia o conceito de ecodinâmica ou morfodinâmica na interpretação e análise do relevo. Define o conceito de ecodinâmica não pelo seu aspecto fisionômico, mas pela característica de sua dinâmica, ou seja, funcionalidade. Definiu que uma unidade ecodinâmica se caracteriza por certa dinâmica do meio ambiente, que tem repercussões mais ou menos imperativas sobre as biocenoses. O conceito de unidades ecodinâmicas é integrado ao conceito de ecossistema. Baseia-se no instrumento lógico de sistemas, estabelecendo o entendimento das relações mútuas entre diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia e matéria no meio ambiente. É completamente distinto do conceito estático do inventário. Considera que a gestão dos recursos ecológicos deve ter por objetivo a avaliação do impacto da inserção da tecnologia humana no ecossistema. Isso significa determinar a taxa aceitável de extração de recursos, sem degradação do ecossistema ou determinar quais medidas devem ser tomadas para permitir uma extração mais elevada, sem degradação. Isso exige bom conhecimento do funcionamento do ecossistema, ou seja, dos fluxos de energia e matéria que os caracterizam.

A funcionalidade dos sistemas naturais, sofrem modificações nas intensidades dos fluxos de energia e matéria entre as componentes, face as inserções tecnológicas de origem humana, bem como por processos naturais, Tricart (1977) estabelece uma classificação em três categorias dinâmicas: (I) os meios estáveis, que são os naturais e que estão em equilíbrio funcional, prevalecendo os processos pedogenéticos sobre os morfogenéticos; (II) os meios intergrades, que correspondem as transições dos meios estáveis e instáveis; e, (III) os meios instáveis, os quais se encontram em desequilíbrio funcional em função das intervenções humanas ou em razão de fenômenos naturais (atividades vulcânicas, condições climáticas anômalas), desencadeando processos morfogenéticos mais atuantes que os pedogenéticos.

Face a origem geomorfológica de Jean Tricart, esta abordagem deve-se manifestar no terreno, portanto, pode ser cartografada. Neste sentido, propõe um modelo de construção/representação de Carta Morfodinâmica ou Carta das Unidades Ecodinâmicas, que se expressam por meio de um conjunto de códigos representados a partir de simbologias específicas que se diferenciam por cores em função de suas características dinâmicas, fisionômicas e estruturais, sempre organizadas dentro das três categorias dinâmicas pré-definidas.

A concepção da ecodinâmica evoluiu e foi apresentada em uma obra denominada de Ecogeografia e Manejo Rural, em 1992, publicada por Jean Tricart em coautoria com Conrad Kiewietdejonge.

Sem perder a contribuição anterior, amplia seu entendimento da relação sociedade-natureza e desenvolve o conceito de ecogeografia. Assim, os autores definem que se pode distinguir três níveis de organização no mundo que nos rodeia, ou seja, o nosso ambiente: (I) o nível de organização da matéria, caracterizado pelo arranjo das partículas que as compõem (estado físico da matéria); (II) o nível de organização da vida, a qual envolve uma atitude para reproduzir acompanhado por uma tendência de incremento e organização de um conjunto de formas, o reverso de coisas materiais (seres vivos-biótico); e, (III) o nível de organização social a qual é baseada na criação de formas de organização social e econômica a partir de uma base cultural (socioeconômico).

Cada um desses níveis é caracterizado por estruturas suportadas por forças específicas. Tais níveis organizacionais pressupõem uma certa harmonia funcional, baseada na interdependência que se estabelece entre os elementos da natureza, os elementos da sociedade e, entre a sociedade e a natureza.

Ressalta os autores anteriormente mencionados, que todas as formas de organização social dependem da vida, isto é fato fundamental. A ecogeografia é um ponto de vista no qual se reconhece esse fato. Ela estuda como os humanos são integrados nos ecossistemas e como esta integração é diversificada em função do espaço terrestre. Essa integração, de acordo com Tricart e Kiewietdejonge (1992) assume dois importantes aspectos: as demandas impostas pelos humanos nos ecossistemas dos quais eles participam, bem como no ambiente físico; e as modificações humanas impostas, voluntariamente ou não, no ecossistema, incluindo o ambiente físico (criação de ecossistemas e poluições de todos os tipos).

Os humanos, com suas inserções tecnológicas e apropriação dos recursos ecológicos, segundo os autores supracitados, modificam o funcionamento do ecossistema, sendo agentes decisivos da ecodinâmica. Entretanto, as influências das estruturas sociais e econômicas promovem modificações diferenciadas face a distribuição geográfica e necessidades de demanda, causando efeitos adversos nos ecossistemas que, frequentemente, resultam na alteração da ecodinâmica.

Como o ambiente ecológico está em constante estado de fluxo, é caracterizado pela dinâmica de elementos de interações, cujos mecanismos precisam ser entendidos para promover usos adequados do ambiente. As modificações na dinâmica dos ecossistemas interferem diretamente nas intensidades dos fluxos de energia e matéria entre as componentes e afeta, portanto, as interações e interdependências necessárias para seu desenvolvimento.

Segundo Tricart e Kiewietdejonge (1992), os maiores *inputs* de energia, são: (I) energia extraterrestre no sistema solar, que é radiação solar e a atração Newtoniana (lei da gravidade); (II) energia originada no interior da terra, produzindo tremores, movimentos crustais e vulcanismo, expressão da atividade tectônica; e, (III) atividades humanas, a qual usa os mais variados materiais, promovendo alterações que afetam a dinâmica do ambiente.

Os autores citados chamam a atenção para o fato de que os dois primeiros *inputs* são anteriores e ocorrem independentemente da presença da humanidade. Afirmam ainda que a quantidade de energia envolvida é significativa, tanto que os seres humanos são incapazes de

modificá-las, influenciando somente os mecanismos. No entanto, no último *input*, relacionado as atividades humanas, é necessária uma ressalva: resulta da tecnologia inventada ao longo do tempo histórico e é usado desigualmente na superfície da terra de acordo com o nível técnico, sociopolítico e econômico da organização das sociedades humanas.

FRAGILIDADES E POTENCIALIDADES DA NATUREZA NO CONTEXTO DO ORDENAMENTO TERRITORIAL

A identificação das potencialidades dos recursos naturais passa pelo conhecimento dos solos, relevo, rochas e minerais, das águas, do clima e da flora e fauna, enfim, de todas as variáveis ou componentes do estrato geográfico, que dão suporte a vida animal e do homem. As potencialidades são intrínsecas as possibilidades de uso produtivo, conforme a disponibilidade tecnológica do momento. Ao contrário, a análise da fragilidade exige que esses conhecimentos setorializados, sejam avaliados de forma integrada, calcada sempre no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade sistêmica e, portanto, há interdependência e interações entre suas componentes físicas, bióticas e humanas.

A fragilidade dos ambientes naturais deve ser avaliada quando se pretende aplicá-la ao planejamento ambiental territorial, baseando-se no conceito da ecodinâmica e da ecogeografia, conforme preconiza Tricart (1977) e Tricart e Kiewietdejonge (1992).

Nessa concepção ecológico-geográfica o ambiente é analisado sobre o prisma da Teoria Geral dos Sistemas, que parte do pressuposto de que na natureza as trocas de energia e matéria se processam por meio das relações de funcionalidade e em equilíbrio dinâmico. Esse equilíbrio, é frequentemente alterado pelas intervenções dos humanos nas diversas componentes da natureza, gerando estados de instabilidades. Diante disto, Tricart (1977) definiu que os ambientes, quando estão em equilíbrio dinâmico, são estáveis, e quando em desequilíbrio, são instáveis.

Esses conceitos foram utilizados por Ross (1990, 1994) e por Ross e Fierz (2017), oportunidades que inseriu novos critérios para definir as Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Unidades Ecodinâmicas Instáveis. As Unidades Ecodinâmicas Instáveis foram definidas como sendo aquelas cujas intervenções antrópicas modificaram intensamente os ambientes naturais através dos desmatamentos e práticas de atividades econômicas diversas; enquanto as Unidades Ecodinâmicas Estáveis, foram compreendidas como aquelas que estão em equilíbrio dinâmico e poupadas da ação humana, ou seja, encontram-se em seu estado natural (exemplo, um bosque de vegetação natural).

Para que esses conceitos pudessem ser utilizados como subsídios ao Planejamento Ambiental Territorial, Ross (1990, 1994) estabeleceu as Unidades Ecodinâmicas Instáveis ou de Instabilidade Emergente em vários graus, desde “Muito Fraco” a “Muito Forte”. Aplicou o mesmo para as Unidades Ecodinâmicas Estáveis, que apesar de estarem em equilíbrio dinâmico, apresentam Instabilidade Potencial qualitativamente previsível face as suas características naturais e a sempre possível inserção antrópica. Deste modo as Unidades Ecodinâmicas Estáveis, apresentam-se como Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial, tal qual as anteriores, também variam em diferentes graus, ou seja, de “Muito Fraco” a “Muito Forte”.

Assumindo-se como premissa as relações de interdependência das componentes do estrato geográfico, estabeleceu-se as variáveis e seus respectivos parâmetros para análise da fragilidade ambiental, na perspectiva das intervenções humanas. As variáveis empregadas para essa análise têm como ponto de partida o mapeamento geomorfológico na escala desejada, aplicando a metodologia de Ross (1992) e recorrendo as demais informações sobre litologias e solos, clima e uso e cobertura da terra. Para cada uma dessas variáveis estabeleceram-se os parâmetros que foram hierarquizados em cinco graus de fragilidade potencial qualificadas em:

“muito fraca”, “fraca”, “média”, “forte” e “muito forte”. A partir das formas do relevo de diferentes tamanhos e da cobertura vegetal, quer seja agropecuária, silvicultura ou vegetação natural, implementa-se o tratamento integrado dos dados, resultando em um produto cartográfico denominado de Mapa das Fragilidades Ambientais. Esse mapa passa a fazer parte do suporte técnico para identificação das unidades territoriais do Zoneamento Ecológico-Econômico ou para o Ordenamento Territorial.

As variáveis e seus parâmetros tomam como base geoindicadora inicial, as formas do relevo de diferentes tamanhos ou táxons mapeados e representados no mapa geomorfológico da área objeto da pesquisa. A base geoindicadora é compreendida como âncora para a definição das fragilidades e das potencialidades da natureza, ao associá-la com a litologia, os solos, a cobertura vegetal, uso da terra e as condições climáticas.

Dessa forma, foi estabelecido um novo paradigma, ou seja, o da valorização do contraditório na perspectiva do uso dos recursos naturais, agora pensados como bens naturais. Neste sentido, cada forma de relevo tem potencialidades para determinados usos, ao mesmo tempo que apresenta fragilidades potenciais para outros aproveitamentos. Ao se referir as formas de relevo, ressalta-se que podem ser de táxons superiores (morfoestruturas, morfoesculturas, unidades geomorfológicas, padrões de modelado) ou de táxons de ordens inferiores, tais como: as formas individuais do relevo (morros, serras, escarpas, colinas, planícies, terraços, patamares, rampas coluviais), as tipologias de vertentes (convexas, concavas, retilíneas, planas, aguçadas), e as pequenas formas de indução antrópica (ravinas, sulcos, voçorocas, cicatrizes de deslizamentos, cortes, aterros).

Nos projetos de zoneamentos, de planos de manejos, de planos diretores, de urbanização, de assentamento rural ou de ordenamento territorial, a perspectiva de planejamento ambiental territorial deve basear-se nos pressupostos do desenvolvimento sustentável.

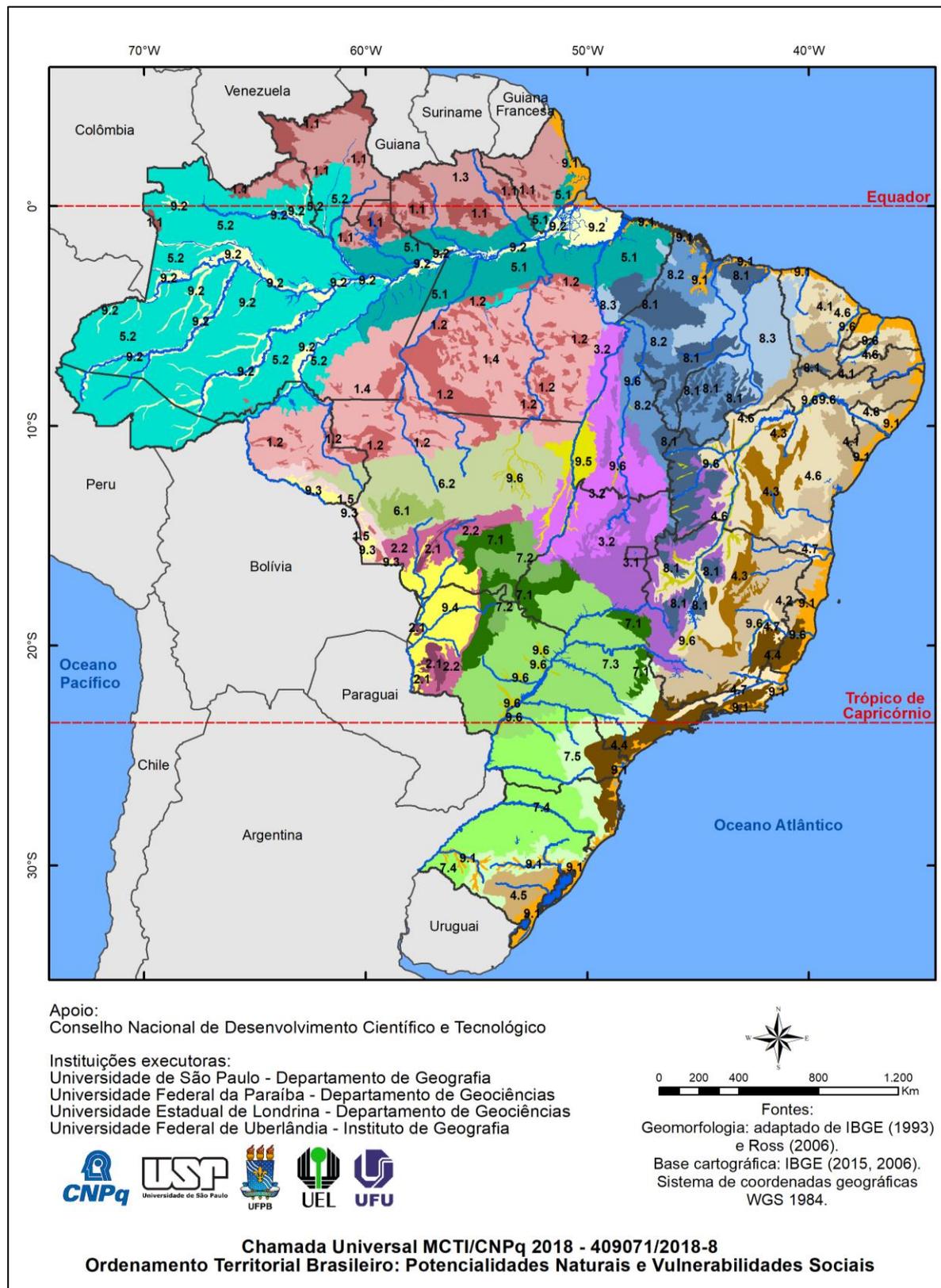
A identificação das unidades de paisagens naturais e das unidades antropizadas se estabelecem pelas fisionomias, estruturas (rochas, solos, vegetação) que lhes dão suporte, e pelas fisiologias ou dinâmicas. As rugosidades topográficas, a cobertura vegetal e uso da terra, são determinantes para identificá-las, mas não bastam. É preciso entender sua dinâmica atual que carrega em seu bojo, a dinâmica pretérita, ou seja, sua gênese, sem deixar de considerar a escala de mapeamento e análise.

A título de exemplo mostra-se o Mapa Geomorfológico (Figuras 1 e 2) produzido na escala 1:5.000.000 e adaptado para o projeto de Ordenamento Territorial do Brasil a partir da metodologia de Ross (1992) e da base do IBGE (1993). Esse mapa foi utilizado como âncora para identificação das Unidades Ambientais Naturais (UANs), juntamente com o mapa dos biomas do Brasil. Essa combinação do relevo em escala pequena (primeiro e segundo táxons), da cobertura vegetal e do clima, que identificam os domínios fitoclimáticos, deram suporte para a definição cartográfica do território brasileiro na direção da identificação das Unidades de Terras do Ordenamento Territorial (UTOTs). As UTOTs resultaram, portanto, da combinação interativa das variáveis da natureza, tendo como âncora os mapas do relevo e da cobertura vegetal e uso da terra, acrescidos das informações relativas aos mapas de solos, litologias e clima, os quais estão na mesma escala. Esses produtos estão publicados em Ross, et al. (2022), disponível para acesso gratuito em www.juraross.com.br.

O Mapa Geomorfológico expressa as divisões do primeiro e segundo táxons. Em relação ao primeiro táxon, visualizam-se as morfoestruturas do Cráton Amazônico, dos Cinturões Orogênicos Antigos, das Bacias Sedimentares Paleo-mesozoicas e das Bacias Sedimentares Cenozoicas. Para o segundo táxon, identificam-se as divisões morfoesculturais dos planaltos, depressões, montanhas, serras, tabuleiros e planícies que estão associadas a cada uma dessas morfoestruturas. Essas unidades morfoesculturais apresentam características fisionômicas (morfologias, morfometrias), estruturais (rochas, solos, paleossolos, coberturas coluviais), e fisiologias ou dinâmicas atuais e pretéritas, determinadas pelas condições climáticas e de

cobertura vegetal, do presente e do passado, que possibilitam interpretá-las para os tempos atuais e para os tempos futuros, sob dois aspectos.

Figura 1. Mapa da Divisão das Unidades Geomorfológicas do Brasil – Primeiro Táxon – Morfoestruturas.



Fonte: Ross et al. (2022).

Figura 2. Legenda da Divisão das Unidades Geomorfológicas do Brasil – Primeiro Táxon – Morfoestruturas.



Org.: os autores, 2020.

O primeiro aspecto é do potencial natural (potencial de uso), e o segundo, é do potencial da fragilidade ambiental. A classificação de cada uma delas, respeitando as limitações da escala de mapeamento e nível de profundidade da análise, permite estabelecer prognóstico ou diretrizes/ações do que se recomenda para os usos da terra na perspectiva atual e futura. Essas recomendações, serão mais específicas ou menos específicas de acordo com o grau de profundidade do mapeamento e análise. Mapeamentos mais genéricos, resultam em análises e recomendações mais genéricas, mapeamentos mais detalhados possibilitam recomendações mais específicas. No exemplo que estamos utilizando, o mapeamento é genérico (escala 1:5.000.000) e, portanto, a análise é genérica e as recomendações seguem esse nível de entendimento.

O mapa das UTOTs (Figura 3) também produzido na escala 1:5.000.000, conforme explicitado por Ross, et al. (2022), foi gerado a partir da combinação temática que resultou nas UANs (lembrando que a informação temática âncora foi o Mapa de Geomorfologia do Brasil) e dos dados socioeconômicos, os quais foram interpretados considerando as ocupações

dominantes da terra como agricultura, pecuária e silvicultura, em cada bioma (florestas, cerrados, caatinga, campos, pantanais) individualizados pelos domínios fitoclimáticos, (amazônico, cerrado, caatinga, mata atlântica, mangues, pampas, pantanal), que acabou resultando na Unidades Socioeconômicas (USEs).

Figura 3. Mapa das Unidades de Terras do Ordenamento Territorial do Brasil



Fonte: Ross, et al. (2022).

Ao se estabelecer a confrontação dos dois mapas (Figuras 1 e 3) verifica-se o importante papel da variável relevo como determinante para se identificar as subunidades do ordenamento territorial, da mesma maneira que, as formas do relevo de diferentes tamanhos, ajudam a definir recomendações, diretrizes e ações para o prognóstico, considerando os aspectos das potencialidades naturais e das fragilidades ambientais.

Para exemplificação, serão confrontada algumas Unidades de Terras do Ordenamento Territorial com o Mapa Geomorfológico do Brasil.

No Domínio Fitoclimático do Cerrado ou Bioma do Cerrado, escolheram-se as unidades 3.2, 3.3 e 3.4 das UTOTs, que se comenta a seguir.

a) Unidade 3.2 – Cerrado mais preservado com pecuária extensiva

Fragilidades naturais: relevo predominantemente em forma de colinas amplas com topos planos a pouco convexos, com baixas declividades associadas aos solos profundos de textura média arenosa muito frágeis aos processos erosivos por escoamento pluvial concentrado. As potencialidades para as atividades agrícolas de grãos são muito restritivas pela baixa fertilidade natural e forte potencial erosivo dos solos. Há, entretanto, inúmeras outras capacitações como desenvolvimento de silvicultura, cana-de-açúcar, melhoramento das pastagens naturais com pastos cultivados, manutenção da cobertura vegetal natural (cerrado) como reserva legal das propriedades rurais, preservação da fauna e flora, bem como importante área de recarga dos aquíferos subterrâneos da bacia sedimentar do Parnaíba.

b) Unidade 3.3 – Cerrado convertido em pastagens plantadas com pecuária intensiva e extensiva

As características do relevo e solos são de grande diversidade nesta unidade, pois a atividade da pecuária extensiva e a intensiva com pastagens plantadas são muito diversas. As pastagens plantadas e com pecuária de corte mais intensiva são preferencialmente associados aos relevos de baixas declividades, onde predominam as colinas e superfícies aplanadas com solos preferencialmente profundos e bem drenados, embora de baixa fertilidade natural. Tais condições ocorrem tanto sobre as estruturas antigas do cristalino como nos sedimentos das bacias do Paraná e Parecis. Essa unidade se define como a dominante da pecuária bovina da Região Centro-Oeste do Brasil. Na perspectiva das potencialidades naturais, se presta muito a pecuária bovina, como já acontece, mas há grande potencialidades relacionadas com silvicultura, agricultura de cana-de-açúcar, café com sistema irrigado. O desejável é que se aplique nessas terras um adensamento bovino com o consorcio da pecuária com sistema integrado agroflorestal, bem como a pecuária em semiconfinamento, combinando cultivos de forrageiras no verão chuvoso para produção de alimentos do gado no período seco.

Algumas ressalvas são feitas nos setores onde o relevo é mais montanhoso, que é bem marcante no mapa geomorfológico nas Unidades 3.1 (Planaltos e Serras de Goiás-Minas), na Unidade 2.1 (Serras Residuais do Alto Paraguai) face as características de relevo mais elevado, mais íngreme com vertentes fortemente inclinadas, solos rasos e pedregosos, como os Neossolos Litólicos, e na Unidade 4.3 (Serras do Espinhaço e Chapada Diamantina), onde as condições naturais potencializam para práticas conservacionistas como manutenção da vegetação natural como reserva legal de propriedades rurais, associando com o patrimônio ecológico para preservação da fauna e flora do Cerrado. Em função das condições de relevo elevado tem significativo potencial para geração de energia elétrica eólica em função dos ventos de altitudes. São também de elevado potencial para geração de energia elétrica fotovoltaica em face da alta taxa de insolação anual. As belezas cênicas das paisagens montanhosas naturais, bem como pelas condições climáticas mais amenas, também se destacam como atrativos turísticos diversificados de grande potencial.

c) Unidade 3.4 – Cerrados convertidos em agricultura de grãos e fibras

Essa unidade tem uma forte vinculação com as condições de relevo e solos. A agricultura mecanizada de grãos (soja e milho) e fibra (algodão) no Cerrado expandiu-se rapidamente a partir da década de 1980, com uma política pública de expansão e ocupação com agricultura e pecuária de corte. A agricultura mecanizada passou a ocupar, preferencialmente, os relevos altos e planos denominados no Brasil de Chapadas. Esses relevos cujas declividades predominantes estão abaixo de 10%, associados aos solos argilosos, profundos e bem estruturados, favoreceram as práticas agrícolas intensivas e altamente técnicas. A combinação relevo-solo acrescida do clima tropical com duas estações, uma chuvosa e outra seca bem definidas, aliadas as avançadas tecnologias, resultou no sucesso do agronegócio do Cerrado brasileiro. Essas áreas agrícolas são descontínuas no território dos Cerrados, justamente porque têm forte dependência dos condicionamentos naturais (relevo e solo). Os fatores limitantes que se associam as fragilidades ambientais são relacionados com processos erosivos laminares, compactação de solos pelos maquinários agrícolas muito pesados, erosão com sulcos, ravinas e voçorocas, sobretudo, nas bordas das chapadas. O uso constante de agroquímicos para adubação e controle de pragas é também um fator de elevada preocupação, em função da saúde pública e da preservação da fauna do Cerrado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho tomou-se como exemplo o uso de informações relativas ao relevo do Brasil a partir do mapa na escala de 1:5.000.000 para demonstrar sua aplicação para o Ordenamento Territorial, também nessa mesma escala. É importante frisar que tanto o mapeamento geomorfológico como o ordenamento territorial podem ser desenvolvidos em diferentes escalas, desde as mais genéricas, como este apresentado, até as mais detalhadas, em escalas 1:10.000, 1:5.000 ou até maiores, dependendo do objetivo da pesquisa.

Conforme percebe-se, tanto as informações de suporte que fazem parte do diagnóstico, como as de análise e recomendações, são muito amplas ou genéricas, porque são adequadas à escala adotada na pesquisa.

À medida que se aumenta progressivamente a escala, pode-se aprofundar o nível de análise e de detalhe na representação cartográfica, conseguindo-se atingir maior grau de aferição, e com isso, melhor resultado nas ações recomendadas. Ou seja, a escarpa da Serra do Mar em escala de representação pequena (1:1.000.000 ou 1:500.000), pode-se afirmar que, em toda sua extensão, constitui-se como área de risco e sujeita a desastres ambientais catastróficos. Mas, obviamente, a escarpa não é toda igual em sua extensão, existindo áreas mais e menos frágeis, que vão depender de diferentes fatores, tais como: a morfologia dos setores de vertentes; a declividades de cada um desses setores; a exposição das vertentes em relação as frentes frias que promovem chuvas intensas e frequentes; o relevo; o material de alteração (solo e alterita) que está sustentando a forma; a cobertura vegetal que recobre a superfície; o volume, a intensidade e a concentração das chuvas; enfim um conjunto de variáveis e seus respectivos parâmetros, que tratados por meio da análise integrada, possibilitará identificar as partes da escarpa nas quais as fragilidades são maiores ou menores bem como as potencialidades de usos e não usos de cada setor de vertente cartografado. Quando se aumenta a escala, a multiplicidade de situações também é proporcional, e torna a área em análise mais bem aferida.

Quanto ao mapa geomorfológico e de unidade de terras do ordenamento territorial na escala 1:5.000.000, tanto as fragilidades ambientais como as potencialidades naturais, são apresentadas de modo que se identificam no território nacional, as diferentes condições naturais frente aos usos potenciais de interesse ecológico e econômico.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Um conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, n. 18, 1969.
- ABREU, A. A. de. A Teoria Geomorfológica e sua Edificação: Análise Crítica. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 4, n. 1-2, p. 5-23, 1983.
- BARBOSA, G. V., et al. Evolução da Metodologia para Mapeamento Geomorfológico do Projeto Radambrasil, **Boletim Técnico – Projeto Radambrasil – Série Geomorfologia**, Salvador, 187p. 1984.
- BASENINA, N. V., et al. Methoden zur Analyse der Morphostrukturen auf Grund vorliegender Karten und Luftbildaufnahmen In: DEMEK, J. **Handbuch der geomorphogischen Detailkartierung**. Viena: Ferdinand Hirt. p. 131-151, 1976.
- BASENINA, N. V.; TRESCOV, A. A. Geomorphologische Kartierung des Gebirgsreliefs im Masstab 1:200000 auf Grund einer Morphostrukturanalyse. **Zeitschrift für Geomorphologie**, Berlin, p. 125-138, 1972.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1972.
- BUDEL, J. **Climatic geomorphology**. Princeton: Princeton University Press, 1982.
- DEMEK, J. **Generalization of Geomorphological Maps. Progress Made in Geomorphological Mapping**, p. 36-72, 1967.
- GERASIMOV, I. P.; MESCHERIKOV, J. A. Morphostructure. In: FAIRBRIDGE, R. W. **The Encyclopedia of geomorphology**. New York, Reinhold. p.731-732, 1968.
- GERASIMOV, J. Problemas Metodológicos de la Ecologizacion de la Ciência Contemporânea. **La Sociedad y el Medio Natural**, Moscou, p. 57 -74, 1980.
- GERASSIMOV, I. P. Essai d'interprétation geomorphologique du schéma général de la structure geologique de l'URSS. **Problemes de Geographie Physique**, 1946.
- GREGORY, K. J. **A Natureza da Geografia Física**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1985.
- IBGE. **Mapa de Unidades de Relevo do Brasil** - escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 1993
- IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1995.
- KLIMAZEWSKI, M. Problems of Geomorphological Mapping. Institute of Geography of the Polish Academy of Science. Varsovia, 1963.
- MESCERJAKOV, J. P. Les Concepts de Morphoestrukture et de Morphoesculture: un Nouvel Instrument de Analyse Geomorphologique. **Annales de Geographie**, p. 539-552, 1968.

PENCK, A. **Morphologie der Erdoberfläche**. Stuttgart, 1894.

PENCK, W. **Die morphologische Analyse: ein Kapitel der physikalischen Geologie**. Engelhorn, 1924.

ROSS J. L. S., MOROZ CACCIA GOUVEIA, I. A Taxonomia do Relevo e a Cartografia Geomorfológica Regional. In: CARVALHO JR., O. A., et al. **Revisões da Literatura da Geomorfologia Brasileira**. UGB, p. 705-736, 2022.

ROSS J. L. S.; FIERZ, M. S. M. Geomorfologia Aplicada ao Planejamento Ambiental Territorial: Potencialidades e Fragilidades. In: Lourenço, M. Jr., et al. **Redução do Riscos de Desastres e a Resiliência no Meio Rural e Urbano**. São Paulo: CPS, p. 58 – 77, 2017.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, 1994.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Ed. Contexto, 1990.

ROSS, J. L. S. O Registro Cartográfico dos fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, p. 17-30, 1992.

ROSS, J. L. S.; CUNICO, C.; LOHMANN, M. DEL PRETTE, M. E. Ordenamento territorial do Brasil: potencialidades naturais e vulnerabilidades sociais. Osasco, SP: Ed. dos Autores, 2022. Disponível em www.juraross.com.br.

ROUGERIE, G.; BEROUTCHACHVILI, N. **Geosystemes et Paysages: Bilan et méthodes**. Paris: Armand Colin Editeur, 1991.

TRICART, J. **Ecodinâmica**, Rio de Janeiro, IBGE-SUPREM, 1977.

TRICART, J. Principes et méthodes de la géomorphologie. **Soil Science**, v. 100, n. 4, p. 300, 1965.

TRICART, J.; KIEWIETDEJONGE, C. Ecogeography and rural managment. **Scientific and Technical**, 1992.