

GEOMORFOLOGIA DOS ABRUZOS ADRIÁTICOS

A tese principal defendida por JEAN DEMANGEOT na Universidade de Paris, em Maio de 1965, tem por tema a análise geomorfológica dos Abruzos adriáticos (1). Tratando-se de um domínio de tectónica viva e pulsátil, de uma região profundamente afectada pelas oscilações climáticas do Quaternário e onde a erosão actual trabalha com vigor, as respectivas formas do relevo têm o cunho de extraordinária juventude. Para além das características da morfologia dos Abruzos adriáticos, importa reter a orientação seguida pelo autor e o conjunto de técnicas e métodos de que ele se serviu para a resolução dos difíceis problemas postos por uma morfogénese particularmente recente. São estes aspectos que vou tentar pôr em evidência, passando breve revista aos vários capítulos do livro.

Os três primeiros capítulos, dedicados ao estudo da estrutura geral e dos paleoclimas, são um verdadeiro modelo de método. Neles se mostra o partido que o geomorfólogo pode tirar da geologia, da geofísica e das modernas técnicas da sedimentologia.

I — *Estrutura do Apenino abruzês* (pp. 19-40). O autor estabelece uma escala estratigráfica dos Abruzos, apoiando-se na bibliografia geológica e na investigação pessoal. A análise das *facies* permite concluir sobre a paleogeografia e o comportamento tectónico dos diferentes materiais.

Os Abruzos estão inteiramente talhados na cobertura sedimentar do Apenino. As rochas mais antigas são dolomias do Triásico superior. O Jurássico e o Cretácico são constituídos por calcários de *facies* recifal, originados a muito fraca profundidade. Estas formações secundárias são muito espessas: por exemplo o Cretácico do Gran Sasso atinge 1 000 m de espessura. Enormes acumulações de rochas formadas a fraca profundidade postulam um fenómeno de subsidência. Os Abruzos são, assim, nos mares secundários, uma espécie de alto-fundo em ligeira subsidência. Os depósitos do Eocénico estão completamente ausentes do centro dos Abruzos, enquanto nas margens se encontra o sistema

(1) JEAN DEMANGEOT, *Géomorphologie des Abruzzes adriatiques*. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 1965. 403 pp., 69 quadros, 89 figs. e mapas, 64 fot. e bibliografia classificada (mapas topográficos, mapas geológicos e 859 títulos).

completo em discordância sobre o Cretácico, constituído por calcários de *facies* detrítica, o que indica uma sedimentação perturbada pela vizinhança de terras emersas. Estes sedimentos eocénicos testemunham uma fase orogénica post-cretácica responsável pela emersão episódica de três quartas partes dos Abruzos. A seguir, e até ao Miocénico superior, dá-se uma transgressão marinha que não chega a cobrir certas áreas, por exemplo a montanha da Majella. No Miocénico superior precisam-se as grandes linhas do relevo actual: o levantamento do arquipélago já emerso prossegue, enquanto surgem novas ilhas, como o Gran Sasso. Simultaneamente a sedimentação continua nos canais e nas bacias marinhas que separam os blocos, assim como nas margens daquilo que começa a ser o Apenino: trata-se de um depósito detrítico terrígeno, de cimento calcário, pois que provém dos maciços calcários já emersos; é o chamado molasso pontiano que constitui uma espessa acumulação de camadas areníticas alternando com horizontes argilo-arenosos. Durante o período de transição entre o Miocénico e o Pliocénico, a que os geólogos italianos chamam Mio-Pliocénico, a tectónica conheceu um brusco renovo de actividade. O depósito correlativo é um conglomerado de cimento calcário depositado discordantemente nas margens dos maciços já emersos. Este conglomerado revela um aumento de carga das águas correntes, isto é, uma forte recidiva de erosão provocada pelo paroxismo orogénico. Nos alvares do Pliocénico quase todas as montanhas abruzesas estavam emersas, o que não quer dizer que tivessem já a altitude actual. O Pliocénico marinho e o Calabriano são ainda formações abundantemente representadas nas margens do Apenino, mas a emersão continua. O Vilafranquiano marca uma etapa decisiva na evolução dos Abruzos, caracterizada pelo aparecimento de grandes lagos interiores. Os depósitos passam a ser cada vez mais detríticos e continentais, deficientemente estudados, ou mesmo não abordados pelos geólogos, por serem geralmente desprovidos de fósseis. O estudo destes sedimentos exigiu métodos especiais e constitui a matéria do capítulo III.

A sedimentação nos Abruzos registou os efeitos de várias deslocamentos tectónicas importantes. A história desta tectónica pode dividir-se em duas partes de duração muito desigual: uma do Triásico ao Eocénico inclusivé, muito longa e durante a qual a onda das deslocamentos correu de oeste para leste; a outra, mais curta, neogénica e quaternária, em que todas as regiões parecem ter rejogado em conjunto. Sendo esta segunda parte muito mais importante para a formação do relevo actual, o autor agrupa sob um único símbolo — *n* — as diversas tectónicas pré-pontianas e, pelo contrário, discrimina as tectónicas mais recentes: pontiana, + 1; mio-pliocénica, + 2; pliocénica, + 3; fini-vilafranquiana, + 4; rissiana, + 5. Estas duas últimas fases fizeram duplicar a altitude dos pontos mais altos dos Abruzos. Como se trata em geral de calcários espessos, ligeiramente detríticos, muito homogéneos, enrijados por múltiplas compressões tectónicas, repousando, além disso, numa base quebradiça devido à abundância de dolomia, «a deformação elementar é a falha em todas as montanhas de *facies* abruzesas». Pelo contrário,

na Úmbria, onde predomina a *scaglia*, um calcário margoso-xistento com alguma plasticidade, as deformações habituais são dobras pesadas e pregas-falhas. Na Molise, constituída fundamentalmente por argilas *scagliose*, argilas xistentas muito plásticas, as formas devidas à tectónica são muito complicadas.

II — *Geofísica e tectónica* (pp. 41-73). Da leitura do primeiro capítulo colhe-se a ideia de que o relevo dos Abruzos é, ao mesmo tempo, muito jovem e essencialmente estrutural. Por isso interessa esquematizar o mecanismo das deformações: importa saber se estas se deram em regime de compressão ou de distensão. Porque estes movimentos são extremamente recentes, a crosta terrestre deve ter conservado a respectiva «lembrança» física. Assim, é provável que os sismos actuais sejam provocados pela continuação destes movimentos: por isso se analisam os dados da sismologia. Por outro lado, é razoável supor que a repartição actual das massas profundas possa, talvez, dar conta das causas da sobrevivência desta tectónica: por isso se recorre à gravimetria.

Os Abruzos são uma das regiões de maior sismicidade do Mediterrâneo. «O interesse desta sismicidade é considerável porque se pode supor em princípio que cada sismo seja provocado pelo rejogo de uma ou várias falhas» (p. 42). Pelo cálculo da profundidade de alguns focos e pela forma relativamente concêntrica das áreas isossistas, chegou-se à conclusão de que os sismos dos Abruzos são bastante superficiais. Não sendo de origem vulcânica (os tremores de terra provocados pelas erupções vulcânicas foram eliminados pelo autor), só podem ser de origem tectónica. Por outro lado, têm-se observado importantes modificações da topografia em consequência dos tremores de terra: durante um sismo ocorrido em 1915 formou-se uma falha de um metro de rejeição e de 70 km de comprimento, seguindo exactamente o contorno da isossista de grau máximo. Partindo das cartas de isossistas foi possível determinar, com boa margem de verosimilhança, quais as falhas vivas responsáveis pelos sismos; por outro lado, a interpretação das cartas de isossistas, conduzida em função da estrutura geológica local, permitiu determinar os eixos estruturais ocultos que servem de condutas preferenciais às vibrações. Verifica-se que o Apenino abruzes central e oriental é sismicamente activo, enquanto a vertente tirrénica é muito estável. Este facto constitui um argumento importante a favor da hipótese posta por vários autores da migração da actividade tectónica para leste.

Dois ensinamentos muito importantes se tiram da gravimetria: as anomalias da gravidade mostram que os Abruzos não estão compensados isostaticamente, o que prova que continuam em movimento, facto que a sismologia já tinha revelado; mostram também que o soco granítico da cobertura secundária e terciária está inclinado para o Adriático. Pela sismologia profunda (base do granito — descontinuidade de Conrad), se chega também a esta última conclusão. A própria geologia dá conta deste facto: o Primário a oeste aflora a 1 000 m

de altitude, enquanto a leste mergulha sob uma cobertura de 5 000-6 000 m de espessura.

Os blocos estruturais do Apenino central são quase sempre delimitados por acidentes de distensão no flanco tirrénico e por acidentes de compressão no flanco adriático, sendo as distensões e as compressões simultâneas. Para explicar a dinâmica destas deslocações, DEMANGEOT, baseado nos resultados da sismologia e da gravimetria, lançou a «teoria dos blocos escorregados», cujo princípio é o seguinte: «já dissociadas, e postas numa superfície granítica em declive, as diversas mesas calcárias do Apenino central deslizaram para o Adriático sob a influência do próprio peso. Mas este escorregamento encontrou resistências que o travaram e por vezes o suspenderam. Cada bloco comportou-se então como um comboio quando duma colisão: a frente sofreu um esmagamento, enquanto a retaguarda trabalhava ainda à tracção. Daí o aparecimento simultâneo de deslocações compressivas e distensivas» (p. 65). O deslizamento dos blocos terá sido facilitado pelas dolomias profundas, as quais, fortemente esmagadas tanto pelos esforços tectónicos como pelo peso das massas suprajacentes, adquiriram verdadeira plasticidade.

III — *Os depósitos continentais quaternários* (pp. 75-114). A morfogénese dos Abruzos é extraordinariamente recente e, por isso, o geomorfólogo é obrigado a trabalhar numa escala cronológica muito curta. Não se trata — observa DEMANGEOT — de saber se uma superfície é do princípio ou do fim do Terciário, mas antes se um espelho de falha é contemporâneo das indústrias chelenses ou das indústrias mustierenses. A necessidade «duma cronologia fina e duma paleoclimatologia pormenorizada» conduziu o autor ao estudo dos depósitos correlativos quaternários, que constitui um dos mais vigorosos e interessantes capítulos do livro. Partindo duma minuciosa observação estratigráfica no terreno, fazendo largo uso dos métodos modernos da sedimentologia (como a granulometria, a morfoscopia e o método dos minerais pesados), estudando as alterações pedológicas, recorrendo às indústrias pré-históricas, DEMANGEOT conseguiu traçar a história quaternária dos Abruzos, que é, resumidamente, a seguinte:

Depois de um período de aplanção que ocupou a maior parte do Vilafranquiano, ocorreu no final deste andar o paroxismo tectónico que levantou os blocos quase até à altitude actual. Ao pé das grandes escarpas de falha derramaram-se então, em clima frio, brechas de blocos encrudes, alimentadas pelos esmagamentos da tectónica + 4. Depois da formação dos cones e dos terraços mindelianos, o interglaciário Mindel-Riss foi marcado por uma alteração pedológica profunda em clima quente e húmido, com caolinização e formação de uma delgada couraça ferruginosa. As brechas referidas há pouco estão desniveladas por falhas resultantes da tectónica + 5. O Würm tem os caracteres clássicos duma importante glaciação.

Depois destes três capítulos introdutórios, do maior interesse como método de investigação em geomorfologia, o autor dedica seis capítulos (IV-IX) à análise regional do relevo. «Mas a nossa intenção não

é tratar cada capítulo como uma monografia regional e remeter para o fim do volume os problemas gerais(...). A descrição de cada uma das subdivisões regionais será relativamente sucinta, e aproveitaremos a necessidade de explicar o traço mais saliente ou o problema melhor servido de argumentos, para procurar imediatamente a respectiva repartição espacial nas outras regiões dos Abruzos adriáticos, depois no conjunto dos Abruzos, enfim em todo o Apenino, eventualmente mesmo em todo o Mediterrâneo. *Da Geografia local, passar-se-á também sempre que possível à Geografia geral*» (p. 15).

IV — *As regiões molássicas do Alto Tronto* (pp. 115-138). Ficam no extremo norte dos Abruzos. Estão moldadas no molasso pontiano, com excepção da Montagna dei Fiori onde aflora o soco calcário sugerindo que ela constituía uma ilha no mar pontiano. Dois alinhamentos crográficos importantes — os Montes da Laga (2 400 m) e a Montagna dei Fiori (1 800 m) — repousam numa imensa superfície ondulada de idade vilafranquiana. Neste capítulo examina-se com pormenor a idade e a importância das deslocações recentes. A nitidez das escarpas de falha permitiu exprimir numéricamente a amplitude das tectónicas + 4 e + 5, concluindo-se que elas fizeram pelo menos duplicar a altitude da cordilheira abruzesas.

V — *As colinas adriáticas* (pp. 139-164). Situadas entre a cordilheira abruzesas e o mar, não pertencem ao Apenino propriamente dito, e correspondem geologicamente a uma fossa subsidente onde o material detritico marinho tortoniano, pontiano e pliocénico (molasso, argilas e areias) atinge 3 000 m de espessura. As camadas, sob a influência dos levantamentos post-pontianos do Apenino, foram balançadas para o Adriático. Nesta estrutura monoclinial o elemento morfológico dominante é a superfície vilafranquiana referida há pouco, semeada de irregularidades iniciais, rebaixada pela erosão e deformada pela tectónica recente. Ao longo dos grandes vales (Tronto, Vomano, Pescara) observa-se um escalonamento de níveis. Nesta área junto ao mar seria natural pensar-se num escalonamento cíclico de origem eustática. Mas não é assim: da análise dos terraços, a partir dos métodos da sedimentologia moderna, conclui-se que os níveis resultam da interferência das oscilações climáticas com os movimentos tectónicos. Utilizando a escala de Milankovitch, as formas e os fenómenos do Quaternário recebem datação absoluta, apurando-se resultados animadores quanto à velocidade da erosão normal.

VI — *A montanha da Majella* (pp. 165-192). Elemento mais meridional da cordilheira abruzesas, consiste numa enorme cúpula calcária falhada no flanco ocidental, onde o comando topográfico chega a atingir 1 600 m. Está cinturada de rechãs a diferentes altitudes e profundamente retalhada por canhões. Dois problemas fundamentais se põem: natureza das rechãs e a fraca evolução dos *karst*, facto que não deixa de surpreender num maciço que começou a emergir no Oligocénico. O escalonamento das rechãs marca paragens no levantamento tectónico: com efeito, não é razoável admitir um abaixamento progressivo do nível do mar, pois as rechãs mais elevadas estão a 2 800 m de altitude. Esta

pulsação tectónica explica, em parte, a grande juventude dos *karst* da Majella, apesar da antiguidade da emersão: depois de cada impulso tectónico o *karst* seca no estado em que se encontra; os impulsos foram suficientemente próximos para que os *karst* tivessem fossilizado no estado de juventude.

VII — *Os planaltos do Gran Sasso* (pp. 193-234). O maciço do Gran Sasso, o mais importante do Apenino central, é constituído por planaltos a oeste e por uma alta montanha a leste (cordilheira do Gran Sasso d'Itália). Os planaltos são formados por blocos calcários intensamente deslocados. Com escarpas de falha nítidas e frescas, e onde nem a vegetação nem as obras humanas ocultam os pormenores do relevo, estes planaltos apresentam «condições óptimas, dir-se-ia experimentais» para o estudo de relevos de falha. Há mais de um quilómetro de falha por cada km² de terreno. Os espelhos estão magnificamente conservados devido à nitidez da fractura, à imunidade do calcário e à extrema juventude. Há casos em que as escarpas actuais coincidem totalmente com o espelho de falha original. A grande frescura destas escarpas permitiu correlações morfométricas precisas. Da análise estatística dos elementos das falhas o autor chegou à seguinte conclusão: quanto mais longa é a falha maior é a rejeição; quanto maior a rejeição mais fresco é o declive dos espelhos. Como os espelhos pouco inclinados são originados por distensão, os grandes relevos de falha no Gran Sasso têm origem distensiva. Se, por um lado, os planaltos do Gran Sasso constituem um verdadeiro museu de relevos de falha, as formas kársticas são, pelo contrário, jovens, pouco variadas, estreitamente orientadas pela estrutura. O mesmo não sucede na vertente tirrénica: aqui, embora a evolução climática tenha sido a mesma, formou-se um importante *karst* profundo. A explicação apresentada é a seguinte: os planaltos do Gran Sasso sofreram os efeitos de um levantamento mais tardio (tectónica fini-vilafranquiiana e rissiana) e a acção retardadora de múltiplas recidivas tectónicas sobre a erosão subterrânea (rápida saturação das águas de superfície pelos detritos cataclásticos e obstrução das fissuras e das próprias condutas). Nos Abruzos adriáticos a karstificação profunda só começou praticamente no Quaternário médio.

VIII — *A cordilheira do Gran Sasso d'Itália* (pp. 235-274). É uma montanha calcária com 3 000 m de altitude, onde a violência da tectónica se traduz por esmagamentos, desligamentos, falhas, cavalgamentos. Foi a área dos Abruzos mais influenciada pelas glaciações quaternárias; por isso mesmo neste capítulo se dá grande importância ao estudo das formas e dos climas respectivos. Os traços da erosão glaciária são difíceis de reconhecer: o aspecto «aborregado» tanto pode resultar da acção dos glaciares como da corrosão dos calcários; devido à erosão kárstica as moreias em muitos casos se desfiguraram, e os blocos raramente conservam o polido e as estrias. Todavia, o autor conseguiu identificar vestígios de glaciações pré-würmianas e definir o limite aproximado das neves permanentes para os períodos glaciários do Gran Sasso: à volta de 2 000 m de altitude no Mindel; 1 300 a 1 500 m, segundo a exposição, no Riss; 1 650 a 1 850 m no apogeu do Würm.

A tectónica e a erosão recentes desmantelaram as formas antigas e imprimiram ao modelado uma extrema juventude.

IX — *As «conchas» do Aterno-Pescara* (pp. 275-304). Formam um conjunto de depressões fechadas ou quase fechadas, com fundo plano e aluvial. As «conchas» têm origem tectónica e a evolução foi, resumidamente, a seguinte: enchimento das fossas por molasso pontiano; organização duma drenagem pliocénica adaptada às grandes linhas estruturais; compartimentação das fossas por enrugamentos transversais e ocupação por lagos durante o Vilafranquiiano. Os movimentos fini-vilafranquiianos e rissianos criaram dois tipos de conchas: as «conchas solevadas» que seguiram uma evolução kárstica, e as «conchas baixas» que ficaram sujeitas a uma drenagem superficial exorreica. Com a evolução morfológica desta linha de depressões relaciona-se a drenagem geral dos Abruzos adriáticos, a qual põe um problema interessante: os rios nascem a oeste da cordilheira abruzesca e atravessam a linha dos mais altos cimos por gargantas muito profundas. Das três soluções possíveis — captura, epigenia, antecedência — esta última é a hipótese mais verosímil. Com efeito, a captura exigiria a erosão dum volume montanhoso considerável cujas provas não existem; a epigenia, por sua vez, implicaria a fossilização dos Abruzos por uma cobertura de alguns milhares de metros de espessura, e a sua rápida exumação pela recente rede epigénica.

X — *A evolução actual do relevo* (pp. 305-345). Este último capítulo trata dos processos morfogenéticos actuais. Com base em índices climáticos particularmente influentes na morfogénese (aridez, água disponível, frequência das alternâncias gelo-degelo) e com base nas características da vegetação, o autor definiu andares bioclimáticos para a cordilheira do Gran Sasso e procurou as dominantes morfogenéticas de cada um deles. No andar mediterrâneo verdadeiro (0-500 m) a dissolução kárstica é fraca e o principal factor da morfogénese é a escorrência da estação fria. No andar mediterrâneo de montanha que, em altitude, passa a médio-europeu (500-2 000 m), a crioclastia, fornecendo grande quantidade de calhaus, quase anula a escorrência concentrada; mas a erosão kárstica é muito eficaz devido à abundância das águas de fusão das neves. No andar das neves (2 000-2 900 m) as alternâncias gelo-degelo atingem um máximo a 2 000-2 100 m e depois diminuem; a erosão vertical é praticamente inoperante; a capacidade de dissolução aumenta até ao limite das neves permanentes. No conjunto verifica-se que os processos são muito influenciados pela exposição, e a erosão global parece atingir um máximo a 2 000-2 100 m.

Na falta de medidas de dissolução real do calcário, a capacidade de erosão kárstica por altitudes foi calculada em função da água disponível e da quantidade de CO₂ dissolvido num litro de água. Mas, estabelecendo um balanço hídrico e aproveitando medidas já feitas do teor em carbonatos das águas de várias ressurgências, DEMANGEOT chegou a calcular a velocidade da dissolução kárstica actual na bacia do Aterno, concluindo que nas regiões calcárias estudadas esta velocidade equivale, aproximadamente, a 80 mm/milénio. Por outro lado, a

partir da quantidade de aluviões retidas atrás duma pequena barragem do rio Orte e entrando em conta com a superfície da bacia, apurou o valor de 500 mm/milénio para a velocidade de erosão mecânica deste curso de água. O autor resume estes e outros cálculos no quadro 68 (p. 345), que transcrevemos:

Velocidade de erosão nos Abruzos adriáticos
(em mm/milénio)

Formas de erosão:	Relevos calcários	Relevos molássicos
Dissolução química	80	30
Erosão mecânica	20	500
Total	100	530

DEMANGEOT avalia em 500 mm/milénio, aproximadamente, a velocidade de sollevamento tectónico dos Abruzos. Sendo assim, nas regiões molássicas a erosão equilibra os efeitos da tectónica, enquanto os maciços calcários se erguem mais rapidamente sob o impulso orogénico do que se rebaixam pelos processos erosivos. Esta conclusão, resultando em larga medida de hipóteses, extrapolações e generalizações, carece de rigor. Todavia o autor considera-a «válida no conjunto».

Conclusão geral (pp. 347-351). «A análise geomorfológica duma região não deve ser considerada apenas como introdução a uma futura monografia regional (...). Estamos firmemente convencidos que a ambição do investigador deve ser mais vasta, *de certo modo planetária*, pois o estudo pormenorizado de um determinado terreno é ocasião para verificar o valor das regras admitidas, mesmo para emitir hipóteses novas e de carácter geral: a empresa não é presunçosa num domínio científico tão novo como a geomorfologia» (p. 347). DEMANGEOT abre assim a conclusão da sua tese, sublinhando uma preocupação que se manifesta em cada um dos capítulos deste livro. Depois de salientar a originalidade das várias regiões estudadas, enuncia alguns resultados de carácter geral, sobretudo no que respeita à interferência dos efeitos das variações climáticas e dos movimentos tectónicos quebradiços e recentes no modelado. Exemplo: uma tectónica sem esmagamento provoca uma recidiva de erosão, à maneira de um clima interglaciário; inversamente, uma tectónica de «detritos» enfraquece ou anula a capacidade de erosão vertical e favorece a ablação lateral, assemelhando-se nos seus efeitos a uma crise de aridez ou de frio intenso.

Nesta tese impressiona a densidade e minúcia das observações, o pormenor a que o autor chegou na evolução do relevo durante a curta era quaternária, o perfeito encadeamento dos assuntos, tratados com rigor e notável objectividade. Mas o interesse deste magnífico livro não reside só na síntese da evolução morfológica de uma região relativamente restrita, pois está cheio de sugestões metodológicas. Utilizando os dados de várias ciências afins, combinando métodos clássicos de observação directa com métodos novos analíticos, ele

dá-nos ideia da renovação por que passa a geomorfologia. Neste sentido é de salientar a importância concedida à restituição pormenorizada dos paleoclimas e respectivos efeitos sobre o modelado, aos processos morfogenéticos recentes e actuais, às tentativas de datagem absoluta e de expressão quantitativa dos fenómenos.

ANTÓNIO DE BRUM FERREIRA