

Curso de Especialização em Programação de Ensino de Geografia Faculdade de Formação de Professores de Arcoverde (AESA)

Conteúdos de Geografia Física
Prof. Lucivânio Jatobá

Notas de Aula

Tema: A Estrutura Geológica e o Relevo Terrestre

O significado do termo estrutura em Geomorfologia

A palavra estrutura tem em Geomorfologia um sentido muito amplo. Abrange diversos aspectos relacionados a litosfera, tais como:

- diferenças litológicas
- maior ou menor resistência dos minerais
- disposição das rochas
 - falhas
 - dobras
 - fraturas
 - flexuras
 - orogênese
 - epirogênese.

William Thornbury considera a estrutura como um aspecto fundamental na análise geomorfológica. Vejamos o que afirmava aquele autor, no tocante à questão abordada:

“ A estrutura geológica é um fator dominante de controle na evolução das formas de relevo, refletindo-se nelas. (...) O termo estrutura em geomorfologia não tem o sentido restrito de características das rochas tais como dobras , falhas e discordâncias, mas inclui todas essas peculiaridades pelas quais os materiais terrestres nos quais são esculpidas as formas de relevo diferem uns dos outros em seus atributos físicos e químicos. Inclui fenômenos tais como disposição das rochas, presença ou ausência de

diáclases, planos de estratificação, falhas, dobras, solidez da rocha, dureza física dos minerais constituintes, suscetibilidade à alteração química dos minerais, permeabilidade ou impermeabilidade das rochas, e várias outras qualidades pelas quais as rochas da crosta terrestre diferenciam-se das outras. O termo estrutura tem também sentido estratigráfico, e o conhecimento da estrutura de uma região significa uma apreciação da seqüência das rochas, tanto das que afloram como as do subsolo, bem como as relações entre as camadas das rochas..”¹

Pierre Birot, eminente geógrafo físico francês, analisou, em seu livro “**Precis de Geographie Physique Generale**”, a influência da estrutura sobre o relevo. Para esse autor, no estudo da gênese das formas de relevo, a estrutura deve ser considerada sob dois aspectos essenciais: **a estrutura tectônica e a estrutura estática.**

“ 1º A estrutura tectônica caracteriza as deformações da crosta, e sob o nome de formas tectônicas aquelas que são diretamente dependentes dessa estrutura. Dois estilos fundamentais de deformações (tectônicas) são comumente distinguidas:

- a) Os dobramentos que resultam aparentemente de pressões tangenciais à curvatura do globo. A deformação e a erosão que se seguem são tais que, quando os dobramentos afetam a relevos anteriores, estes se fazem desconhecidos.*
- b) Os deslocamentos de grande raio de curvatura, cujo efeito é sobretudo um levantamento ou afundamento, e que se vem acompanhadas por fraturas mais ou menos consideráveis. Podem respeitar o aspectos dos relevos anteriores*

Os fatores tectônicos exercem sobre o relevo uma influência tanto mais direta quanto mais recente é sua idade e quanto mais duras são as rochas afetadas. Os movimentos de grande raio de curvatura desempenham um papel preponderante porque, geralmente, sucedem aos dobramentos; com efeito, estes últimos (mais ou menos acompanhados de granitização em profundidade) conferem a esta porção da crosta terrestre uma rigidez que obriga às deformações mudar de estilo.

2º A estrutura estática oferece à erosão certa arquitetura de rochas tenras e duras. Denomina-se erosão diferencial ou seletiva o comportamento da erosão desmoronando as rochas tenras e respeitando as rochas duras.”²

As diferenças litológicas vão determinar feições de relevo diferentes, mesmo que estejam sob um mesmo meio bioclimático. Esse fato é explicado pela erosão diferencial, mencionada no texto de Birot, transcrito acima. Esse autor afirmou, em certa ocasião³, que toda explicação do relevo se resume a duas explicações básicas: *toda região deprimida é composta de rochas tenras ou de áreas tectonicamente rebaixadas, e toda região elevada é composta de rochas duras ou soerguidas tectonicamente.*

O conceito de erosão diferencial é de fundamental à análise morfoestrutural, ou seja, à compreensão de certas morfoestruturas divisadas em certas paisagens geomorfológicas. De forma resumida, podemos dizer que a erosão diferencial ou seletiva relaciona-se profundamente às diferenças de dureza das rochas e minerais. Esse aspecto foi, há bastante tempo, abordado por Emanuel De Martonne, em seu livro *Clássico Traité de Geographie Physique*.⁴ Em face da relevância desse texto de

¹ THORNBURY, W.D. Princípios de Geomorfologia. Ed. Kapelus, p.19, 1960.

² BIROT, Pierre. Tratado de Geografia Física General. Ed. Vicens-Vives, p.345-348, 1972.

³ BIROT, Pierre. Morphologie Structurale. vol I, Ed. Presses Universitaires de France, 1958.

⁴ MARTONNE, Emanuel de. Traité de Geographie Physique. Paris, 1951.

Martonne, vamos transcrever alguns trechos onde a erosão diferencial é indiretamente abordada.

“Ao geógrafo interessam as propriedades físicas das rochas que possam ter influência no modelado. Fala-se freqüentemente de rochas duras e de rochas brandas., termos muito vagos, que implicam ,em geral, a idéia de rochas nas quais o modelado da erosão normal se conclui mais ou menos rapidamente, ou passa mais ou menos rapidamente da fase inicial de juventude à maturidade.

É desejável precisar e distinguir as propriedades que fazem sentir a sua ação no escavamento do leito ou na evolução das vertentes, aquelas que atuam apenas, ou principalmente, no início do ciclo e as que são sensíveis ainda na fase de maturidade.

As principais distinções entre rochas que , segundo parece, podem ser feitas são as seguintes: rochas compactas ou coerentes e não coerentes ou soltas, xistosas e maciças; homogêneas e heterogêneas; de grão grosso e de grão fino , permeáveis e impermeáveis; solúveis e insolúveis. É preciso notar, além disso, que não se trata de categorias bem separadas, mas de distinções segundo o maior ou menor grau de coerência, homogeneidade, permeabilidade, etc. É pelo seu valor relativo que estas propriedades físicas influem no relevo : um arenito parecerá permeável relativamente ao vizinho granito, mas impermeável relativamente a um calcário; mais maciço do que a areia , desempenhará perante a um calcário; mais maciço do que a areia, desempenhará perante um granito o papel dum terreno xistoso e tenro.

Podem classificar-se em coerentes ou compactas as rochas cujos grãos, qualquer que seja a sua natureza, estão fortemente ligados uns aos outros: assim acontece no granito fresco, nos calcários maciços, nos arenitos e nos quartzitos não decompostos. Na outra extremidade da escala situam-se as areias cujos grãos se deslocam uns sobre os outros `a mínima solicitação mecânica. É evidente que as rochas mais compactas opõem grande resistência ao escavamento do talvegue e maior ainda ao afeiçoar das vertentes. O leito pode, com efeito, entranhar-se naquelas , escavando um canal estreito por intermédio de marmitas torrenciais, mas o afeiçoamento das vertentes só pode fazer-se por ravinamento ou desmoronamento, até que a decomposição química tenha começado a dormir detritos finos, o que depende muito da estrutura mais ou menos homogênea e mais ou menos maciça. Geralmente o alargamento do perfil é, portanto, tardio nas rochas muito coerentes e precoce nas rochas de grãos não coerentes. As vertentes arenosas desmoronam-se e estão sujeitas a escorregamentos desde o início do escavamento.

A homogeneidade das rochas nunca é perfeita; é tanto maior quanto mais semelhantes forem os grãos em dimensão e natureza química. Uma rocha sã de aparência muito compacta, mas heterogênea , torna-se rapidamente solta por efeito da decomposição. O melhor exemplo é o de granito, formado por grãos de quartzo, de feldspato e de mica, de dimensões, composição química e mesmo cores muito diferentes, que se transformam em areia desde que a decomposição química ataque os feldspatos, particularmente solúveis, ou mesmo por desigual dilatação dos grãos sob a influência de calores intensos. O arenito transforma-se igualmente em areias; os calcários impuros, ou formados por várias espécies de carbonatos, como os dolomitos, perdem rapidamente as propriedades de rochas compactas. A decomposição das rochas heterogêneas não tem muita importância para o escavamento dos talvegues mas desempenha um papel importante no afeiçoar das vertentes: facilita os escorregamentos, que conduzem ao alargamento da secção do vale e ao arredondamento das cristas formadas pelas intersecções das vertentes.

A grossura média do grão tem uma importância tanto maior quanto mais heterogênea for a rocha, mas merece consideração mesmo no caso de rochas bastante homogêneas. Entre as rochas sedimentares, as que são sedimentos detríticos grosseiros mais ou menos transformados têm o grão mais grosso; as que

derivam de vasas têm o grão mais finos. Numa extremidade da escala estão os pudings e arenitos e na outra as argilas, xistos, margas e calcários compactos. O sedimento fino, mesmo que não tenha sido transformado pela pressão numa rocha sólida, é mais compacto do que o sedimento grosseiro, menos favorável ao rápido aprofundamento do talvegue. Mas, do ponto de vista do afeiçoamento das vertentes, os depósitos soltos ou as rochas de grão grosseiro são geralmente capazes de manter declives mais íngremes. Em todas as regiões em que as precipitações são suficientes as argilas soltas ou os xistos decompostos podem, em certos momentos, ser deslaçados pela água, e os escorregamentos nas vertentes repetem-se freqüentemente, não permitindo ao declive, mesmo minado por um ativo escavamento do talvegue ultrapassar um certo limite.

Entre as rochas endógenas, as que têm o grão mais fino são, geralmente, as mais resistentes à decomposição.

A distinção entre rochas maciças e xistosas é a que apresenta, talvez, mais relações com a classificação geológica. As rochas endógenas são, com efeito, geralmente maciças. Concebe-se a importância da xistosidade: determina planos de descontinuidade, ao longo dos quais a coesão dos grãos é menor, mesmo nas rochas compactas e, pelos quais as águas podem infiltrar-se, destruindo a coesão tanto mais depressa quanto mais heterogênea for a rocha.

(...) A decomposição mecânica também é favorecida pela xistosidade; isto observa-se nos cumes alpinos cobertos por montões de lajes estaladas.

Permeabilidade e Solubilidade

Poucas distinções assumem tão grande importância geográfica como as que separa as rochas impermeáveis das permeáveis. Ela condiciona não só o modelado, mas também, como já vimos, as condições hidrográficas e, através delas, muitos contrastes de Geografia Humana.

Também aqui se trata mais de diferenças de grau do que de oposição radical: a impermeabilidade absoluta não existe. É nas rochas compactas e maciças que ela é mais perfeita, isto é, quando são frescas (rochas plutônicas e granitos). As rochas sedimentares de granulação muito fina também são pouco permeáveis. O mesmo acontece com os terrenos soltos de granulação grosseira, areias e cascalhos; as rochas formadas pela consolidação destes terrenos têm a mesma propriedade, tanto mais tiver penetrado nelas a decomposição.

Em muitos aspectos, a permeabilidade depende do estado de xistosidade mais ou menos vincada e da homogeneidade. Nas rochas mais compactas, as juntas abrem caminho à circulação subterrânea das águas; nas mais maciças, o ataque dos grãos menos resistentes à decomposição transforma um bloco sólido em areia solta. Mas, acima de tudo, a permeabilidade é inseparável da solubilidade.

A dissolução operada ao longo dos planos de xistosidade das juntas, ou nos contatos dos grãos diferentes cria uma rede de interstícios. É mercê da solubilidade que o calcário torna-se uma rocha permeável. Por muito compacto que seja na aparência, a água produz-lhe rapidamente cavidades que se alargam cada vez mais. Entre as rochas endógenas, algumas há que, devido à heterogeneidade dos grãos, à solubilidade de certos cristais (feldspatos, em especial), à existência de juntas devidas às pressões orogênicas ou simplesmente às tensões desenvolvidas pela consolidação, se tornam relativamente permeáveis (certos granitos e gnaisse e a maioria dos basaltos).

(...) A influência da permeabilidade nas formas de relevo importa pelas modificações que, simultaneamente, implica nas condições de escavamento do talvegue, no afeiçoar das vertentes e mesmo no transporte dos detritos. O desenvolvimento da

rede hidrográfica é tanto mais rápida e mais evoluído quanto for a proporção das precipitações que caem à superfície.

(...) Há muitos graus de densidade da rede hidrográfica, conforme a maior ou menor permeabilidade. Duma maneira geral, o modelado normal é tanto mais recortado quanto mais densa for a rede. Com um pequeno número de vales as diferenças hipsométricas persistem mais tempo e o aplanamento geral, por interseção das vertentes pode ser retardado.

Mas o próprio modelado das vertentes depende da permeabilidade do solo. A infiltração rápida das águas reduz o escoamento e até mesmo a decomposição superficial, assim como os escorregamentos do terreno que esta ocasiona. Os declives das vertentes mantêm-se mais íngremes nas rochas muito permeáveis e suficientemente compactos (arenitos, calcários); os escarpamentos rochosos sujeitos a desmoronamentos são freqüentes, mesmo nas regiões de colinas. Às vezes até as areias grosseiras formam abruptos, ainda que nunca de grande altura.

Nas regiões permeáveis, e dado que se atenuam a decomposição superficial, o escoamento e o escavamento dos talvegues secundários, os detritos arrastados para os talvegues principais são menos abundantes ; os cones de dejeção terraços e planícies de montanha são fenômenos muito raros.”

(MARTONNE, Emanuel de. Op.cit)

Falhas

Uma falha é ruptura da rocha acompanhada, obrigatoriamente de deslocamento. *“Consiste numa fratura acompanhada de um deslocamento relativo dos compartimentos que determina. Distingue-se da diáclase ou da fratura, que são rupturas sem deslocamento apreciável das massas rochosas, bem como da flexão, caracterizada por uma brusca acentuação do mergulho dos estratos, estirados e pouco espessos sem rompimento. Vários elementos caracterizam a estrutura falhada. O fraturamento cria uma superfície de falha ou um plano de falha se é plana. Terrenos polidos e estriados pelo movimento dos blocos, constituem um espelho de falha..”⁵*

As falhas normalmente deixam as suas marcas na topografia. Dentre essas marcas, podemos mencionar:

- escarpas alinhadas
- rios que correm em linha reta
- facetas trapezoidais e triangulares
- vales suspensos
- rupturas de declividade
- terraços anormalmente dispostos.

⁵ COQUE, Roger. Geomorfologia. Alianza Editorial, Madri, 1977

Estruturas Dobradas⁶

“A variedade de cordilheiras de dobramento é uma função da regularidade das dobras, da escala de dureza e do estilo das ondulações, bem como do ritmo dos levantamentos. O relevo nas estruturas dobradas é conforme quando numa sucessão de anticlinais e sinclinais, estes correspondem com as linhas de máximas e mínimas alturas, ou seja, o relevo é uma expressão direta da estrutura.

O relevo é inverso quando os processos exógenos atuam com força sobre os anticlinais e os fraturam em sua porção superior, por causa das tensões e de sua altura topográfica.

A inversão também pode acontecer em estruturas sinclinais, onde a erosão diferencial origina formas positivas do relevo, conhecidas como sinclinais suspensos. “

Eis alguns exemplos de manifestações topográficas das estruturas dobradas:

- vale anticlinal (vale que se desenvolvem sobre o eixo do anticlinal)
- vale sinclinal (vale que ocupa o fundo das depressões sinclinais)
- Cadeia anticlinal (resulta do levantamento de uma região de estrutura anticlinal)
- Cadeia Sinclinal (representa um inversão de relevo).

⁶ MARON, José Lamadrid & CARBALLAL, Raul Horta. Geomorfología. Editorial Pueblo y Educación, Havana, 1977