

Geopedologia em um Ensaio Metodológico de Investigação das Relações Estruturais do Relevo

Antonio Celso de Oliveira Goulart – Universidade Federal do Espírito Santo –
celsogoulart@ibest.com.br

Ana Christina Wigneron Gimenes – Universidade Federal do Espírito Santo –
anagimenes@hotmail.com

Abstract

In geomorphology interpretations of relief were previously conducted by pre models. The comparison between morphologies led to credit the evolution of relief to certain specific mechanisms. However, currently there is an increasing number of studies that seek to observe the structures on the field as the main method of research. The study in the Maciço Central, highlighting the island of Vitória (Brasil-Espírito Santo) is one such work concerned about the perception of form, structure and processes. In this relief, a continuous series of hillslope was formed on granites, forming a structure visible slightly elongated towards NE-SW, and may contain ramifications. Of the sectors and clusters in the Maciço Central, geomorphological identified and characterized (Gimenes and Goulart, 2004; Goulart and Gimenes, 2004), the Core Ganda was sampled for the study of relations structural and procedural.

Resumo

Na geomorfologia as interpretações do relevo eram anteriormente conduzidas por modelos preestabelecidos. A comparação entre morfologias levou a creditar a evolução do relevo a determinados mecanismos específicos. Entretanto, atualmente existe um número cada vez maior de trabalhos que buscam a observação das estruturas em campo como o principal método de investigação. O estudo feito no Maciço Central, relevo situado na ilha de Vitória (Estado do Espírito Santo) é um desses trabalhos preocupados com a percepção da forma, da estrutura e dos processos. Nesse relevo, um conjunto contínuo de morros cristalinos com vertentes festonadas se formou, com vertentes menos contínuas a NE e SE e mais contínuas nas porções desde o NO até SO da ilha, formando uma estrutura visível ligeiramente alongada no sentido NE-SO, podendo conter ramificações. Dos setores e núcleos homólogos no Maciço Central, identificados e caracterizados geomorfologicamente (Gimenes e Goulart, 2004; Goulart e Gimenes, 2004), o Núcleo Ganda foi amostrado para estudo das relações estruturais e processuais.

Palavras-chave: relevo; estrutura litológica; processos pedológicos.

A estrutura litotectônica

O conjunto geológico da área em estudo é composto por rochas ígneas pertencentes a Suíte Intrusiva Espírito Santo (Ministério das Minas e Energia, 1983). Essa suíte rochosa é constituída de rochas pré cambrianas granítica e granodioríticas em sua maioria, marcadamente afetadas por eventos tectônicos que definem em seu conjunto uma série de condicionantes no arranjo morfológico e espacial do maciço.

Interpretado inicialmente como associado a uma descontinuidade litoestrutural do Maciço Central de Vitória, o setor geomorfológico, de maneira geral, e o Núcleo Ganda, em particular, apresenta orientações coincidentes com as verificadas nas estruturas litotectônicas do maciço. Campanha de campo para verificação e coleta de material petrológico e para medição de atitudes planares e lineares dos corpos rochosos revelaram haver variações de material predominante em ambos os lados do vale com uma maior presença do litotipo granodiorítico associado às porções orientais de maneira hegemônica, enquanto que nas porções ocidentais a sua presença é menos freqüente, expresso de maneira subordinada ao litotipo granítico. Este se alterna entre ocorrências locais com características fanerítica grossa até características porfiríticas com matriz fanerítica.

O conjunto litológico da área demonstra fortes marcas das suas estruturas internas, nos quais as descontinuidades rochosas assumem expressivos papéis na definição de suas formas na paisagem. No local, a maior parte da fachada oriental acha-se composta por rochas granodioríticas cinza escura (mesocrática), fortemente diaclasadas e que se apresentam expostas na maior parte da referida fachada sob a forma de lajes rochosas ou de escarpas rochosas situadas nas porções superiores das vertentes. Ainda, associadas a tais vertentes é comum identificar junto às bases depósitos de blocos desprendidos das porções a montante que trazem, como aspectos da superfície, as faces de diáclases, planas e formando arestas angulosas, atestando um processo gravitacional que tem na estrutura da rocha uma via de ação.

Já na porção ocidental o predomínio é dado pelas rochas graníticas, essas têm como traço principal, a textura porfirítica com fenocristais de feldspato de coloração rósea que ocorrem orientados, característica peculiar nessa fachada, visto que em demais pontos próximos, situados ao sul, essa orientação é ausente, bem como a textura da matriz é mais fina e os fenocristais são menos numerosos e brancos.

Nessa fachada ocidental também são encontrados blocos de vários metros com formatos sub angulares, a forma de um paralelogramo romboédrico com a menor face fraturada e, tendo os fenocristais orientados, coincidentes com a superfície de maior eixo. Essas orientações também verificadas nas superfícies externas orientadas para oeste dos morros que margeiam o núcleo Ganda, permitem inferir que essa orientação concorre com o plano de foliação dessas rochas com presença mais recorrente nas porções externas do maciço e que vão se apresentar apenas sob formas residuais de blocos e matacões nas áreas internas desse maciço penetradas por vales de festonamentos mais pronunciados.

No interior do Núcleo Ganda o limite norte é marcado pela presença de uma elevação local de cerca de 30-35 metros que corta o setor central de maneira transversal e que possui uma assimétrica linha de divisão de águas sendo essa linha mais elevada, longa e de inclinação suave do lado ocidental e, mais curta e de inclinação mais acentuada e baixa do lado oriental, formando uma feição de colo que divide o Setor Central em dois núcleos distintos. Sobre essa elevação curta e de inclinação mais acentuada com revestimento de predominância pedogênica, identificou-se à presença de ocasionais blocos de rochas granodioríticas esparsas e enterradas, sem contudo aparentar tratar-se de material coluvionar, mas sim de resíduos de rochas da estrutura de um corpo que hoje se assemelha a um esporão rochoso lateral do morro alongado que limita esse vale pelo flanco oriental, em processo de alteração intempérica *in situ* que se conecta com morfologia de estrutura semelhante, longa e de inclinação suave do lado ocidental, mas que não apresenta os mesmos materiais.

A abertura de trincheira para estudo da estrutura pedológica local expôs sobre essa elevação o contato litológico dessas duas litofácies hegemônicas – graníticas e granodioríticas – nas quais os blocos graníticos são marcados por um estado de menor conservação frente aos processos intempéricos, identificados pelos fragmentos de feldspato centimétricos que formam os fenocristais da rocha e pela maior presença relativa de grãos de quartzo em comparação com os blocos granodioríticos que, embora alterados em sua estrutura e constituição mineralógica preservam ainda uma melhor forma na sua estrutura original de arranjo e constituição mineral.

Ainda relativo à condição litotectônica, os afloramentos rochosos permitem observar uma densa rede de diáclases, formando sistemas semi-ortogonais, dos quais resultam as separações na forma de blocos tetraédricos prismáticos com dimensões de dezenas de centímetros, aos quais está associada também à presença de linhas de juntas e fraturas.

Juntas e fraturas são aliás discontinuidades com frequência irregular tanto em suas disposições caóticas quanto na forma de seus contatos ora lisos ora rugosos. As fraturas quase sempre preenchidas por mineralização de quartzo e associações com minerais menos expressivos também são recorrentes e possuem dimensões de largura variáveis de 0,5 a 3,0 centímetros em média e dimensão variável de comprimento de acordo com o tamanho do corpo rochoso no qual essa feição esteja situada, por vezes associadas à presença de corpos de enclaves (xenólitos) homogêneos com marcante alomorfia manifestada pelos minerais constituintes, podendo, por vezes, serem mais alcalinos do que a rocha encaixante.

O ambiente de formação dos corpos intrusivos representados na suíte intrusiva que compõe o Maciço Central é claramente filoniano (hipoabissal) a se julgar a característica dos materiais presentes, com frequência de textura variável atestado pelos granitos porfíricos até uma textura equigranular média fina, característica dos granodioritos, que, em pontos isolados, se mostram à semelhança de aplitos, com ocorrência identificada nas porções que formam o flanco oriental do vale e que tem expressão principal na fachada externa dessa estrutura granodiorítica, levando a crer tratar-se de um aplodiorito leucocrático com textura granular fina.

A esse conjunto intrusivo formado por rochas ígneas pré cambrianas somam-se outras litologias, menos frequentes, mas igualmente importante no conjunto litotectônico que compõe essa estrutura. Um estreito dique básico (diabásio) de idade mais recente que o das rochas encaixantes – possivelmente mesozóico – corta transversalmente as estruturas anteriormente descritas no sentido NO-SE em um corpo com não mais que 3 metros de largura raramente contínuo e com grande descolamento de frações em forma de cubos subangulosos a subarredondados melhores preservados na vertente ocidental com 29° de inclinação, no qual a rocha encaixante é um granito pórfiro intensivamente fraturado do que resulta a presença de blocos de vários metros de dimensão ainda, seguindo a geometria de um paralelogramo romboédrico com a menor face fraturada, e com os fenocristais orientados coincidentes com a superfície de maior eixo que seria o da foliação da rocha claramente basculada.

A continuidade desse dique sofre uma interrupção na paisagem, ocorrendo apenas de maneira esparsa sob a forma de pequenos blocos paralelepípedos ou cúbicos de pouco mais de 30 centímetros espalhados na superfície do vale associado a blocos métricos de granito em um alinhamento coincidente com o verificado na fachada ocidental do vale, variável entre

N330 até N290 a partir do ponto de coordenadas UTM 24K 360527 e 7754565 em direção a SE cujas referências mais marcantes desse trecho situa-se no “bananal” ao NO em direção a “jaqueira grande” a SE.

Sua orientação, coincidente com a presença de linhas de drenagens pluviais e seccionamento da linha de cristas presente sobre os morros, tem uma expressão menos nítida na fachada oriental, na qual ocorre estreita relação com linhas de drenagens pluviais mais marcantes na fachada externa oriental do morro com estrutura granodiorítica do que na fachada interna. Nesse ponto o dique forma talvez menos profundo na superfície, com menor esfacelamento da rocha encaixante em blocos, verificável até o limite da trilha do bairro Fradinhos, onde o corpo cruza, perdendo-se o contato visual ao mergulhar em direção ao vale que ocorre paralelo a essa trilha e que compõe já a fachada externa dissecada do maciço.

A estrutura geopedológica

No solo da vertente superior ocorre aumento gradativo do teor de biotita com a profundidade, ao contrário do que ocorre na média vertente onde o contato do horizonte argiloso é abrupto em relação ao horizonte subjacente arenoso micácio.

Na vertente superior o aumento do tamanho e diversidade de cromas das manchas com a profundidade, evidenciando-se relíquias nos horizontes sobrejacentes, indicam aumento de alteração química dos minerais, gradativo de profundidades maiores para as profundidades menores.

A alterita representaria a alteração do granito, confirmado o aumento de feldspatos com a profundidade, enquanto que a alterita da média vertente e da base, decorrente da alteração do granodiorito, esse último devido ao aumento de tamanho e teor de biotita. Novamente, o granodiorito origina uma alterita mais arenosa em detrimento do granito.

Os bolsões de mica do horizonte 5 da vertente média foram interpretados como sendo residuais da alteração pedogênica do horizonte subjacente micácio, conservando-se pontualmente similares a esse horizonte que os originaram.

Os horizontes 2 e 5 areno argilosos se diferenciaram quanto ao cromas, próximos, e quanto às características físicas e estruturais apresentadas.

Decorrente algumas das manchas de sua alteração, os nódulos ferruginosos encontrados teriam sido formados na rocha, em local mais impermeável, estando eles mais resguardados do contato com a água e medianamente preservados.

O horizonte 8 na base da vertente e o 7, mais pedogenizado, teriam sido gerados pela melhor condição de alteração devido a maior complexidade estrutural do contato litológico, tornando-se pontos de alteração geoquímica preferenciais, mas produto da alteração do granodiorito, enquanto que o horizonte 9 feldspático teria sido derivado do granito.

Os blocos encontrados em subsuperfície são separados pela alteração geoquímica nas diáclases ortogonais, e ainda localmente por bioturbação, gerando blocos arredondados, subarredondados e cúbicos.

Em referência às considerações geopedológicas, a cabeceira de drenagem norte do Núcleo Ganda seria originada por um contato litológico lateral de duas litofácies, uma de textura fina (granodiorito) e outra de textura grossa (granito), proporcionando o surgimento de uma maior diversidade de horizontes por condicionamento litológico na base.

No entanto, em uma extensão relativamente curta, as coberturas pedológicas apresentam-se ora com alteritas profundas, como na vertente superior da toposseqüência, ora mais rasas como na base, e mesmo chegam a 3 metros de profundidade, próximo ao colo, o que aparenta um caráter diverso e irregular nos fluxos hídricos no interior dessas alteritas até adentrar as zonas de fraqueza das rochas e ou atingir o vale.

Outros dados, organizados em quadro de correlações, demonstrados na tabela 01 e tabela 02, correspondem aos ensaios de laboratório e de campo das amostras de solo em cada uma das trincheiras.

O valor de Infiltração Básica (IB) registrado em campo na cobertura pedológica da base da vertente (Tr3) representa apenas 8,2% do determinado na cobertura pedológica da vertente superior (Tr1), sendo que a cobertura pedológica do segundo terço da vertente representa uma relação equivalente, ainda apenas 9,3% do determinado naquela cobertura.

Em relação às direções tomadas pelos fluxos em cada horizonte, o bulbo de umedecimento mostra um alongamento lateral iniciado a partir da base do subhorizonte 3b, indicando restrição ao fluxo vertical da água na interface dos subhorizontes 3b e 3a.

Tabela 01 – Quadro de correlação de parâmetros físicos ao longo da topossequência da cabeceira N do Núcleo Ganda.

TR	H*	TX	EST*	DT (g/cm ³)**	Ds (g/cm ³)**	UM (%)**	DR (g/cm ³)**	PR**	CP (Kg/cm ²)*	CS (Kg/cm ²)*
1	2	areno-argilosa	FSP	1,888	1,545	22,17	2,664	2,640 x 10 ⁻⁵ cm/s	4,5	4,0
	3	argilo-arenosa	FSP	1,897	1,566	21,12	2,646	3,643x10 ⁻⁴ cm/s	4,5	5,0
2	5	argilo-arenosa	FSP	1,815	1,504	20,71	2,743	5,814x10 ⁻⁴ cm/s	2,0	4,0
	6	areno-argilosa	M	1,889	1,623	16,44	2,738	8,620x10 ⁻⁵ cm/s	1,5	2,0
3	7	argilo-arenosa	FSP	1,895	1,583	19,72	2,713	2,934x10 ⁻⁴ cm/s	2,5	4,0

TR-Trincheira; H-Horizonte; TX-Textura; EST-Estrutura; DT-Densidade Total; Ds-Densidade Seca; UM-Umidade de Moldagem; DR-Densidade Real; PR-Permeabilidade; CP-Compactação; CS-Cisalhamento; FSP-Fragmentar Subangulosa Poliédrica; M-Maciça. *-Dados de campo ; **-Laboratório de Mecânica de Solos-Ufes.

Tabela 02 – Quadro de correlação dos parâmetros compactação (CP) e torção (resistência ao cisalhamento - CS) do topo do solo ao longo da topossequência da cabeceira N do Núcleo Ganda.

TR	H*	CP (Kg/cm ²)*	CS (Kg/cm ²)*
1	1a	2,0	1,0
	1b	2,0	3,0
	1c	2,5	3,0
2	1a	0,5	2,5
	1b	1,0	2,5
3	1d	1,0	2,5

O bulbo de umedecimento da cobertura pedológica do segundo terço da vertente (Tr2) demonstra um alargamento lateral no horizonte 1a . Já na base da vertente, o umedecimento verificado durante o ensaio de infiltração, realizado após longo período de estiagem, é verificado a partir de caminhos preferenciais de passagem da água, representando porosidade elevada em pedotúbulos biológicos com presença de cerosidade que os tornam mais impermeáveis. Esse umedecimento é principalmente lateral a partir dos pedotúbulos.

Na vertente superior, o horizonte 2, de croma amarelado, responde pelo menor valor de permeabilidade, sendo que o horizonte 3 subjacente, de croma avermelhado, maior valor. O que confirma suas características físicas, respectivamente, medianamente drenado e bem drenado.

Consideravelmente maior do que seu correspondente subjacente 6, maciço, a maior permeabilidade é encontrada no horizonte 5. Esse horizonte conecta-se a montante e em posição similar relativa a superfície com o horizonte 2 no qual o comportamento mostra significativa alteração da permeabilidade, atestando uma descontinuidade abrupta de material numa seqüência lateral.

Estendendo-se para jusante esse horizonte desaparece no contato com o horizonte 7, próximo a rocha alterada, onde a permeabilidade se torna mais baixa.

Comparados aos horizontes mais pedogenizados, o horizonte da alterita 6 areno argilosa possui menor permeabilidade relativa, com exceção feita ao horizonte 2 onde ocorre uma equivalência na dinâmica dos fluxos.

Os horizontes pedogenizados sobrejacentes responderiam por fluxos difusos no topo do solo e fluxos laterais nos demais horizontes, estes favorecidos, ainda, pelas estruturas dos agregados, fragmentar poliédrica sub angulosa, oblíquas e paralelas à superfície da vertente.

Em análise paralela, os ensaios de cisalhamento responderam com rupturas próximas nos materiais nos horizontes 2, 5 e 7, sendo que no horizonte 3, a montante da vertente e subjacente ao 2, apresentou resistência mais elevada. O horizonte 6 micácio apresentou-se pouco resistente.

A condição de estabilidade dos materiais entre os seus correspondentes verticais, portanto, se inverte da vertente superior à vertente média, sendo que na primeira o horizonte sobrejacente 2 é menos resistente do que o horizonte subjacente 3, e na porção média é o horizonte sobrejacente 5 o mais resistente, sendo o subjacente 6 de menor resistência.

Recebendo a designação “1”, os horizontes do topo do solo, arenosos e areno argilosos, dessas coberturas pedológicas apresentam compactação mais baixa, entre 0,5 e 2,5 Kg/cm² e resistência ao cisalhamento entre 1,0 e 3,0 Kg/cm². O horizonte 1 da cobertura pedológica da vertente superior demonstrou compactação mais elevada, 2,0 a 2,5 Kg/cm², do que os demais existentes a jusante. A mesma condição foi observada ao toque da faca no horizonte 1b da vertente superior. Esse fato estaria associado ao uso do solo por pecuária, em que o pisoteio do gado representa fator de compactação, caracterizando horizonte antrópico, e oferecendo restrição à percolação da água, fato também observado durante os ensaios de infiltração, o que confirma a situação dessas coberturas pedológicas em processo de degradação física. Além disso, micro escorregamentos decimétricos deflagrados por pisoteio de gado estão associados a esses horizontes, pouco coesos e de baixa resistência ao cisalhamento, favorecidos por menor teor de matéria orgânica nesses trechos, o que resulta em menor estabilidade dos agregados grumosos arredondados a subarredondados desses horizontes geradores de fluxos difusos.

O modelo físico hidrodinâmico leva em consideração tanto os aspectos verificados em campo quanto os ensaios de laboratório. As espessuras das setas indicam uma maior ou menor permeabilidade e as inclinações, as direções verticais e laterais dos fluxos hídricos. Os horizontes do topo do solo foram unidos na representação em função da escala.

A compactação diminui de montante para jusante paralelo à superfície até o limite em profundidade de aproximadamente 1 metro. O padrão homogêneo de resistência à tensão dos materiais ao longo da vertente somada a permeabilidade crescente no mesmo sentido sugere uma maior coesão definida a partir de pressões negativas exercidas lateralmente. Esse arranjo serve de condicionante a uma maior estabilidade da cobertura superficial frente à evolução de processos erosivos.

A redução da permeabilidade no horizonte 6 poderia concorrer com uma desestabilização dos horizontes subjacentes, caso apresentassem diferentes padrões de resistência à tensão (cisalhamento).

O padrão de direções de fluxos dos horizontes intermediários 2, 3, 5 e 7 seria correspondente as diferenciações internas em cada uma das três coberturas, diferenciações essas mais pronunciadas nas extremidades da toposequência.

A variação litológica identificada transversalmente ao Núcleo Ganda no geral e especificamente na fachada da vertente da topossequência tem correspondência no sentido longitudinal da vertente, indicando um contato irregular com locais de predomínio de solos derivados da alteração de rochas graníticas no topo, sucedendo-se os solos originados de granodiorito predominantes em direção à base, onde a rocha granítica contribui de maneira subordinada com padrão pedológico, configurando uma litossequência.

Referências

Gimenes, A.C.W.; Goulart, A.C.O. (2004) Hidrodinâmica de Subsuperfície no Maciço Central de Vitória. Relatório técnico-científico apresentado ao Fundo de Apoio à Ciência e Tecnologia Facitec – PMV. Vitória, Facitec, 69p.

Goulart, A. C. de O.; Gimenes, A. C. W. (2004) Geomorfologia do Núcleo Ganda, Parque da Fonte Grande, Vitória-ES. Simpósio Nacional de Geomorfologia e I Encontro Sul Americano de Geomorfologia. Anais do V SINAGEO / I ESAGEO, Santa Maria-RS. Pp 1-14.

Ministério das Minas e Energia (1983) Projeto Radambrasil, 32. Folhas 24 Rio de Janeiro/Vitória, escala 1:1.000.000.