

## **Variação espacial do intemperismo como subsídio ao estudo da denudação na bacia do rio Turvo.**

Melos, A.R. (UFRJ) ; Beserra, S.F. (UFRJ) ; Ferreira, R.C.S. (UFRJ) ; Silva, W.P.L. (UFRJ) ; Mendes, J.C. (UFRJ) ; Coelho Netto, A.L. (UFRJ) ; Santelli, R.E. (UFRJ)

### **RESUMO**

A variação de formas encontradas na bacia do rio Turvo indica variações internas quanto à magnitude dos processos de denudação mecânica e química. Logo, busca-se entender e explicar estas diferenças partir da análise da variação espacial do intemperismo. As análises químicas e granulométricas apontaram que os processos de denudação mecânica são mais atuantes na sub-bacia do rio Pedras, já na sub-bacia do rio Turvo os processos químicos são preponderantes em sua evolução.

### **PALAVRAS CHAVES**

*intemperismo; denudação; perfil de intemperismo*

### **ABSTRACT**

The variation of forms found in the Turvo basin indicates variations in the magnitude of the internal processes of mechanical and chemical denudation. Therefore, we seek to understand and explain these differences by analyzing the spatial variation of weathering. The chemical and textural analyzes showed that the mechanical denudation processes are more active in the Pedras sub-basin, while in the Turvo sub-basin chemical processes are dominant in their evolution.

### **KEYWORDS**

*weathering; denudation; weatherinf profile*

### **INTRODUÇÃO**

A denudação, ou rebaixamento do relevo, é a associação dos processos intempéricos e erosivos que atuam modelando a superfície terrestre (Ollier, 1984), resultando em diferentes formas. Segundo Gilbert (1877), condicionados pelos limites de intemperismo e de transporte. Gilbert (1877) também propôs uma espessura ideal de mantos de intemperismo, a qual resultaria do equilíbrio das taxas de transporte e intemperismo. Elucidando que as taxas de avanço do intemperismo são iguais as taxas de rebaixamento do relevo, ou seja, proporcionais. No médio vale do rio Paraíba do Sul, observam-se bacias que seguem modelos funcionais e evolutivos diferentes. As bacias dos rios Bananal, São José do Barreiro e Sesmarias (vertente direita), apresentam feições erosivas, tipo voçorocas e espessos pacotes de sedimentos evidenciando grande efetividade dos processos mecânicos (Coelho Netto, 1999 e 2003). Todavia, na bacia do rio Turvo (vertente esquerda) ocorre uma nítida variação espacial das formas erosivas: enquanto numa grande extensão da bacia sobressaem formas de denudação química (depressões fechadas), na principal sub-bacia (rio Pedras) estas formas tornam-se pouco freqüentes, sendo encontradas voçorocas e espessos pacotes de sedimentos quaternários (Xavier, 2011). Portanto, além das variações operacionais observadas entre as bacias dos rios Bananal e Turvo, o próprio rio Turvo apresenta variações internas quanto à magnitude dos processos de denudação mecânica e química. Logo, busca-se analisar a variação espacial do intemperismo na bacia do rio Turvo, diferenciando o grau de intemperismo dos perfis das sub-bacias do rio Turvo e do rio Pedras.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram coletadas amostras de rochas das principais litologias da bacia do rio Turvo em afloramentos rochosos. Foram feitos 22 perfis de intemperismo em divisores de drenagem, 3 em cada litologia representativas da bacia do rio Turvo até 4 metros de profundidade com auxílio do trado manual (Anfibolitos e rochas calcissilicáticas, Granada-biotita granito porfiróide foliado, Ortognaisse

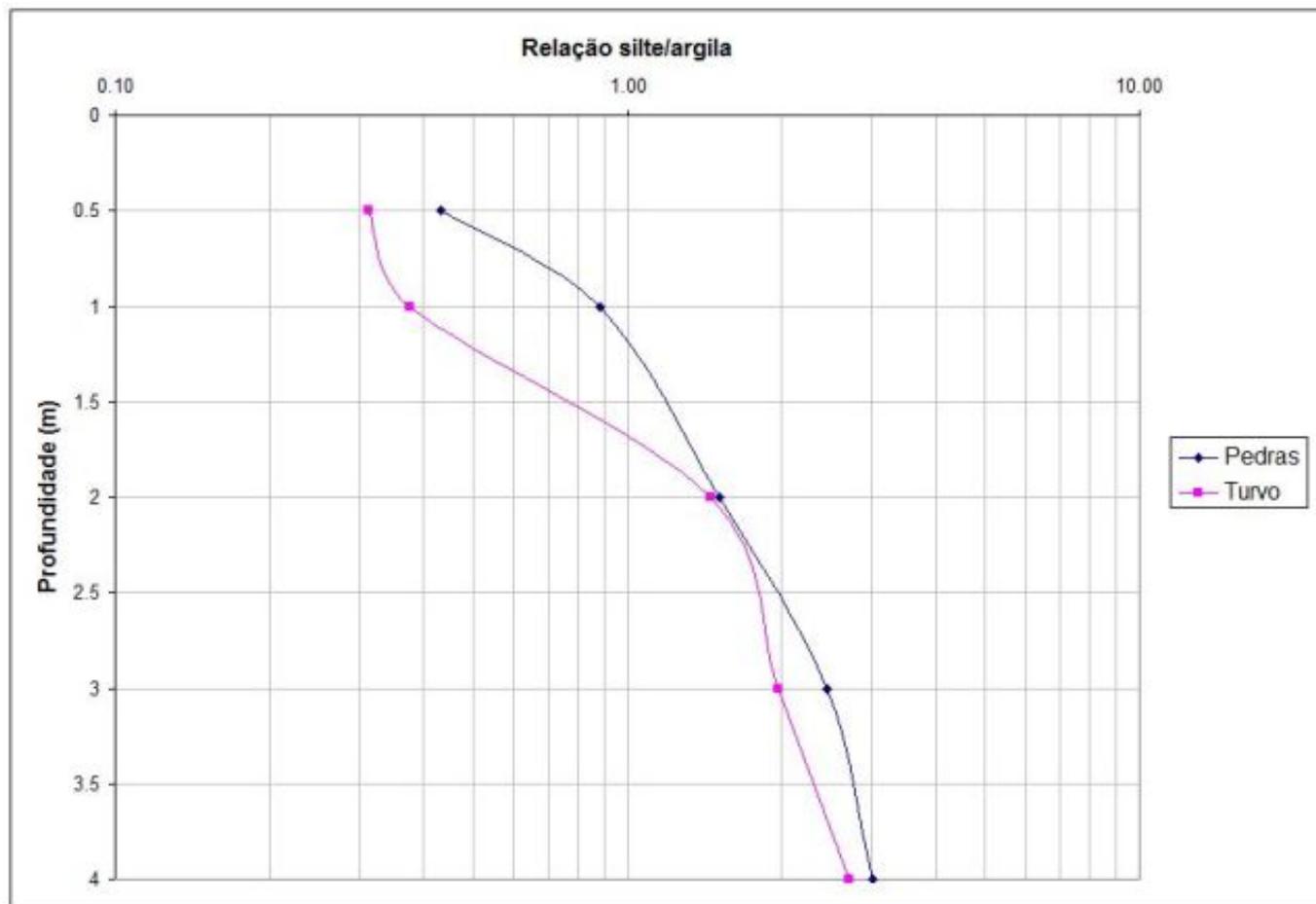
bandado, Ortogranulito, Quartzito e Silimanita-granada-biotita gnaisse bandado). Também foram feitos 2 perfis de intemperismo em divisores de drenagem nas sub-bacias do rio Pedras e do rio Turvo na litologia Biotita gnaisse bandado, para efeito de comparação entre bacias com tipos diferentes de denudação. Foram coletadas amostras nas seguintes profundidades: 0,5m; 1m; 2m; 3m e 4m. Estas amostras foram ensacadas e levadas ao laboratório para realização de análise granulométrica pelo método de Folk (1968) e análise química do solo e da rocha no Laboratório de Fluorescência de Raio-X, UFRJ. A partir destes dados, foram aplicados os seguintes índices de intemperismo: CIA - Chemical Index Alteration (Nesbitt & Young, 1982) e relação silte/argila (Wambeke, 1962). Foi feita coleta de água e mensuração de pH em toda extensão da bacia do rio Turvo a cada 6 meses, a partir de fevereiro de 2011. As amostras foram encaminhadas para o laboratório GPEAA/UFF, sendo analisadas as concentrações dos seguintes elementos: Al, Ca, Fe, K, Mg, Na e Si, através de Espectrometria de Emissão Óptica com Fonte de Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação silte/argila, proposta por Wambeke (1962), considera que razões acima de 1 indicam material menos alterado, enquanto valores inferiores indicariam material mais intemperizado. Pois assume que a fração silte é composta por minerais alteráveis e a fração argila de minerais secundários. Logo, quanto maior a quantidade de argila, maior a quantidade de minerais já alterados. Considerando esta relação, ambas sub-bacias apresentam valores entre 0,3 e 3, crescentes com a profundidade (gráfico 1), indicando diminuição do intemperismo. Todavia, os valores encontrados na sub-bacia do rio Pedras são maiores que os encontrados na sub-bacia do rio Turvo. Apesar da pequena diferença, os resultados dos testes estatísticos (teste T e teste F) apontam serem valores estatisticamente diferentes. Logo, os perfis na sub-bacia do rio Turvo são mais intemperizados, relação congruente com as formas encontradas nesta sub-bacia. As análises químicas totais por fluorescência de raio X mostraram de modo geral que os perfis são bastante intemperizados, apresentando como elementos principais SiO<sub>2</sub> e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, sendo que o Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> também é um elemento representativo, com percentuais acima de 3%. Os elementos mais móveis como P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, MnO, MgO, Na<sub>2</sub>O e CaO praticamente não possuem representatividade, abaixo de 3%. O TiO<sub>2</sub>, apesar de ser um elemento estável se apresenta em pequenos percentuais, entre 0,3% e 1,3%, com exceção do perfil S2 à 3 e 4 metros, com respectivamente 2,92% e 4,35% de TiO<sub>2</sub>. A baixa representatividade do TiO<sub>2</sub> nas litologias pode estar associada a uma baixa representatividade na rocha matriz, o que também pode explicar a diferença dos percentuais encontrados entre as diversas litologias analisadas. O índice químico utilizado - CIA (chemical index alteration) relaciona a diminuição de elementos móveis (Na, Ca e K) com o aumento do intemperismo. Este índice proposto por Nesbitt & Young (1982) utiliza a razão molecular entre elementos móveis e imóveis, sendo que quanto maior o valor, mais intemperizada a amostra. Desta forma é utilizada a fórmula abaixo:  $CIA = (Al_2O_3 / (Al_2O_3 + Na_2O + K_2O + CaO)) \times 100$ . Dentre os 17 perfis analisados (composição química), 11 apresentam-se com valores acima de 98 até 4 metros de profundidade; todavia os 6 perfis restantes também apresentam valores altos, acima de 86, indicando perfis muito intemperizados. Neste estudo os dados de CIA são condizentes com perfis desenvolvidos em clima tropical úmido. Comparando a média dos valores de CIA dos perfis na sub-bacia do rio Turvo e do rio Pedras, os valores do Turvo apresentam menor variação e permanecem praticamente constantes com aumento da profundidade, indicando uma certa estabilidade destes perfis. A média dos valores de CIA dos perfis na sub-bacia do rio Pedras apresentam maior variação e decrescem com a profundidade: em superfície (0,5-2m) são maiores que da sub-bacia do Turvo, mas a partir do terceiro metro, estes valores são menores. O decréscimo pronunciado existente na sub-bacia do rio Pedras pode indicar perfis que ainda se encontram em processo de desenvolvimento e que ainda não atingiram o estágio de estabilidade, nos quais a taxa de intemperismo é igual a taxa de erosão. As águas dos rios da bacia do rio Turvo apresentam composição variável, com predomínio do Silício. Os valores das concentrações dos elementos químicos foram ligeiramente maiores na sub-bacia do rio Pedras que do rio Turvo, apesar de estatisticamente diferentes (teste T e teste F). Apontando maior disponibilidade de elementos químicos nos perfis existentes na sub-bacia do rio Pedras que na sub-bacia do rio Turvo. A sub-bacia do rio Turvo apresentou maior intervalo de valores (gráfico 2). Todavia, ambas bacias apresentam a seguinte ordem de concentrações em seus valores médios:

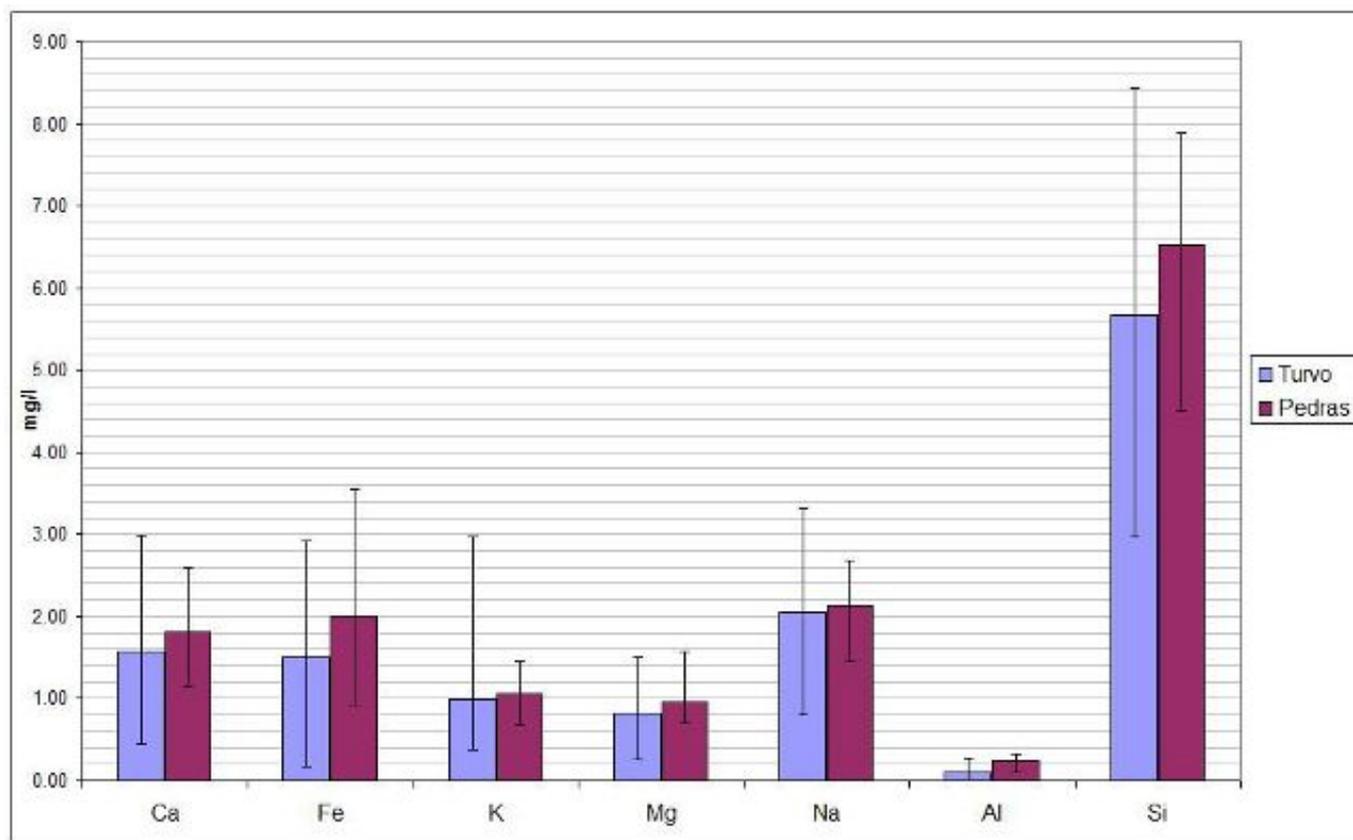
Si>Na>Fe>Ca>K>Mg>Al; ordem similar a encontrada por Leite (2001) na sub-bacia do rio Fortaleza (Si>Na>Ca>K>Mg>Fe>Al). Ordem associada à estabilidade dos elementos, mas também a sua disponibilidade nas rochas e regolitos.

Figura 1



Valores médios da relação silte/argila nas sub-bacias do rio Pedras e do rio Turvo.

Figura 2



Concentrações médias dos elementos químicos na água superficial das sub-bacias do rio Turvo e do rio Pedras, com barra de valores máximos e mínimos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados apontam perfis muito intemperizados em ambas sub-bacias estudadas, todavia, mais intemperizados na sub-bacia do rio Turvo que na sub-bacia do rio Pedras. A análise química da água superficial da bacia corrobora estas diferenças apontando maiores valores de íons dissolvidos na sub-bacia do rio Pedras que do rio Turvo. Isto indica que: (i) os perfis da sub-bacia do rio Turvo já foram mais lixivados, restando, em sua maioria, materiais inertes, os quais não são mobilizados; assim como (ii) perfis mais espessos, o que dificulta a chegada de água na frente de intemperismo, a fim de remobilizar os elementos ainda existentes no contato rocha sã com o material intemperizado. Ou seja, segundo o conceito de Gilbert estão sob limite de erosão. Já na sub-bacia do rio Pedras, os perfis apresentam-se menos lixivados e são, possivelmente, menos espessos, ainda apresentando elementos para serem mobilizados, assim como facilitando a chegada da água na frente de intemperismo.

## AGRADECIMENTOS

A pesquisa teve apoio financeiro do MCT/CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PRONEX, Universal) e FAPERJ -Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- COELHO NETTO, A. L. Catastrophic landscape evolution in a humid region (SE Brasil): inheritances from tectonic, climatic and land use induced changes. *Supplementi di Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, Bologna, v.3, n.3, p.21-48, 1999.
- COELHO NETTO, A. L. Evolução de cabeceiras de drenagem no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (SP/RJ): a formação e o crescimento da rede de canais sob controle estrutural. *Revista Brasileira de*

Geomorfologia, v. 2, p.118-167, 2003.

FOLK, R. L. Petrology of Sedimentary Rocks. Univ. Texas Geol. 370k. Hemphill's Austin, 170p, 1968.

GILBERT, G. K. Report on the geology of Henry mountains. U.S. Geog. & Geol. Survey of the Rocky Mountain Region. Department of the Interior. Washington. 151p, 1877.

LEITE, A. F. Estudo hidrogeoquímico em uma pequena bacia de drenagem montanhosa-rural: alto vale do rio Fortaleza, Bananal - SP. 2001. 97f. Dissertação (Mestrado em geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

NESBITT, H.W.; YOUNG, G.M. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major elements chemistry of lutites. Nature. v.199, p.715-717, 1982.

OLLIER, C. Weathering. Nova Iorque: Longman,1984.

WAMBEKE, A. R. V. Criteria for classifying tropical soils by age. Journal Soil Science. n13, p.124-132, 1962.

XAVIER, R. A. Evolução geomorfológica das bacias dos Rios Turvo e Flores, Médio Vale do Rio Paraíba do Sul(RJ): avaliação do papel da denudação química e mecânica. 2011. Tese (Doutorado em geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.