

FATORES CONDICIONANTES NA FORMAÇÃO DE VOÇOROCAS NO TOPO DA SERRA DO TEPEQUÉM- RORAIMA

Luiza Câmara Beserra Neta
Universidade Federal de Roraima – UFRR
luiza@dgr.ufr.br

Stélio Soares Tavares Júnior
Universidade Federal de Roraima – UFRR
stelio@dgl.ufr.br

EIXO TEMÁTICO: GEOMORFOLOGIA E COTIDIANO

RESUMO

As planícies intermontanas localizadas no topo da serra do Tepequém foram palco de intensa atividade garimpeira diamantífera, que ao longo das últimas décadas podem ter contribuído com o processo erosivo revelado através de feições lineares. Além da influência antrópica, a vulnerabilidade física, química e mineralógica dos solos foram determinantes na formação e evolução dessas frentes erosivas por voçorocamento. No presente trabalho são apresentados os resultados de estudos que tiveram como objetivos: i) identificar e descrever os principais fatores de vulnerabilidade física, química e mineralógica do solo envolvidos no processo erosivo; ii) avaliar as possíveis inter-relações entre os fenômenos erosivos e as morfoestruturas do topo da serra Tepequém. Para tanto, foram realizados trabalhos de campo compreendendo mapeamento e descrição dos perfis de solo e rochas ao longo dos taludes das voçorocas e coleta de amostras. As análises envolveram granulometria (areia, silte e argila), determinação da densidade aparente e de partículas do solo, determinação mineralógica por DRX e composição química total por ICP-MS. Nas planícies intravales concentra intenso processo erosivo linear (voçorocas) que chegam atingir até 1.20 Km de extensão, com larguras de até 24 m e profundidade entre 2 a 10 m. Os solos e rochas intemperizadas, têm domínio da fração areia, que varia entre 47 e 97%, a fração fina oscila entre 1,5 e 48 % (silte) e 0,6 e 18% (argila). Esses sedimentos-solos são constituídos predominantemente de quartzo, muscovita e caulinita. As voçorocas apresentam canais lineares com orientação preferencial NE-SW e secundariamente NW-SE e N-S, demonstrando forte controle estrutural na morfologia destes canais. Portanto, as características físicas, mineralógicas e químicas dos solos que constituem os terrenos das planícies intravales, submetidas a intenso processo erosivo linear, indicam que estes são de alta vulnerabilidade física perante aos processos erosivos.

Palavras-chave: Vulnerabilidade, voçorocas, serra do Tepequém

ABSTRACT

The plains intermontanas located at the top of the mountain Tepequém were the scene of intense diamond mining activity, which over the past decades may have contributed to the erosion process revealed by the linear features. In addition to human influence, vulnerability physical, chemical and mineralogical soil were determinants in the formation and evolution of these erosive fronts. In this paper we present the results of studies that had as objectives: i) identify and describe the main factors of vulnerability physical, chemical and mineralogical soil involved in the erosion process, ii) evaluate possible interrelations between these erosive phenomena and morfoestruturas of the Tepequém mountain top. Thus, we conducted field work including mapping and description of soil profiles and rocks along the slopes of gullies and sampling. The analyzes included particle size (sand, silt and clay), determination of bulk density and soil particles, determining mineralogical by X-ray diffraction and total chemical composition by ICP-MS. In the plains intravales focuses intense linear erosion

(gullies) that measure up to 20.1 km long with widths up to 24 m and depth between 2-10 m. Soils and weathered rocks, have domain of the sand fraction, which varies between 47 and 97%, the fine fraction varies between 1.5 and 48% (silt) and 0.6 and 18% (clay). These sediments-soils consist predominantly of quartz, muscovite and kaolinite. The gullies have linear channels with preferred orientation NE-SW and NW-SE and secondarily N-S, demonstrating strong structural control on the morphology of these channels. Therefore, the physical, mineralogical and chemical properties of soils which are the land of the plains intravales, subjected to intense erosion linear, indicating that these are highly physical vulnerability to erosion processes.

Keywords: Vulnerability, Gullies, Tepequém mountain

INTRODUÇÃO

A serra do Tepequém localizada na porção norte do Estado de Roraima (Figura 1) se encontra sob intensa atividade erosiva linear, a exemplo, das voçorocas que se instalaram principalmente sobre a cobertura das planícies intermontanas. As feições erosivas lineares são uma das manifestações mais visíveis na paisagem da serra e destacam-se devido a sua magnitude e ampla distribuição. As planícies intermontanas localizadas no topo da serra do Tepequém foi palco de intensa atividade garimpeira diamantífera, que ao longo das últimas décadas pode ter contribuído com o processo erosivo revelado através de feições lineares. A deflagração desses fenômenos erosivos tem sido atribuída ora aos impactos ambientais provocado pela atividade garimpeira diamantífera ora a vulnerabilidade física, química e mineralógica dos solos da área.

A serra constitui uma feição sedimentar do Paleoproterozóico, representada pela Formação Tepequém (CPRM, 1999) que mantém correspondência a Formação Arai do Supergrupo Roraima (SANTOS *et al.*, 2003). Suas principais litologias são: conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos, depositados discordantemente aos vulcanitos do Grupo Surumu (BORGES & D'ANTONA, 1988). O arranjo estrutural da serra foi elaborado por falhas normais e fraturas de direção NE-SW, concordantes com o arranjo estrutural regional. Este arranjo desempenha um notável controle na organização da rede de drenagem e no modelado do relevo da serra do Tepequém. A drenagem está representada principalmente pelos rios Paiva e Cabo Sobral, os quais têm direção NE-SW e formam nas escarpas da borda oeste, as cachoeiras do Paiva e Funil. A serra do Tepequém com cerca de 70 Km² de superfície, exibe formato quase retangular a romboédrico. Constitui um bloco alongado em direção E-W com mergulho suave para sudoeste e contorno de bordas soerguidas guardando a morfologia de uma sinclinal (GUERRA, 1957; PINHEIRO, REIS & COSTI, 1990), com eixo principal mergulhando para WSW. Apesar de apresentar topo com desníveis altimétricos que variam de 575 a 1.100 metros, dependendo do ângulo de observação (sul-sudeste), na paisagem regional, exibe um perfil longitudinal com frontão muito regular e horizontalizado. No interior da serra, se destacam planícies intravales com altitudes entre 575-670 m, que estão circundadas por morros de cristas alongadas e residuais que em geral se apresentam alinhadas a direção NE-SW (BESERRA NETA *et al.*, 2007). A vegetação de savanas estépica graminosa, ocorre preferencialmente nas planícies intravales no topo da serra, contrastando com a floresta ombrófila densa que recobre as bordas íngremes de entorno da serra. O

clima em toda região é do tipo (Am) quente e úmido segundo a classificação de Köppen, com precipitação média em torno de 2.250 mm/ano. Os sedimentos e solos que compõem as planícies intravales, são do tipo podzólicos e litólicos arenosos, desenvolvidos sobre saprolitos das rochas subjacentes.

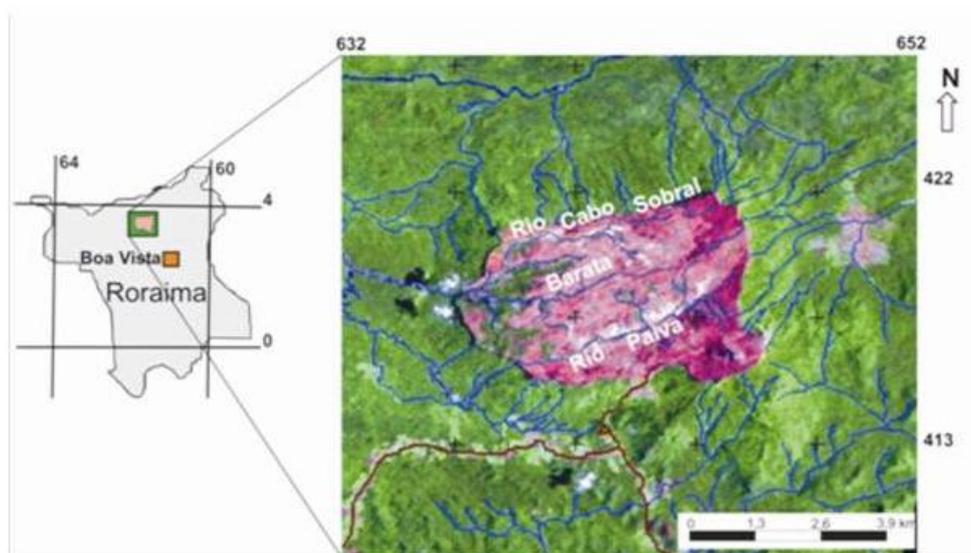


Figura 1- Localização da serra do Tepequém, área objeto de estudo (imagem Landsat 5TM na composição colorida 5R 4G 2B de 04/10/1995).

OBJETIVOS

No presente trabalho são apresentados os resultados de estudos que tiveram como objetivos: i) identificar e descrever os principais fatores de vulnerabilidade física, química e mineralógica do solo envolvidos no processo erosivo; ii) avaliar as possíveis inter-relações entre os fenômenos erosivos e as morfoestruturas do topo da serra Tepequém.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A erosão do solo é condicionada não apenas pelo trabalho erosivo das águas, seja em superfície ou subsuperfície, mas também por uma série de fatores controladores que determinam as variações nos índices de erosão tais como: precipitação (intensidade), solos (textura, estrutura, permeabilidade e as características químicas e mineralógicas), cobertura vegetal, relevo (declividade e comprimento da encosta) e uso do solo (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999; GUERRA, 1998; POESEN et al., 2003).

Além dos fatores acima citados, Hasui et al. (1995), Baccaro (1999) e Bacellar, Coelho Netto e Acerda (2001) apontam a importância de levar em consideração fatores geológicos, destacando a

litologia (características mineralógicas e texturais das rochas) e a estrutura (falhas, fraturas e contatos litológicos), como agentes condicionantes no processo erosivo, estes podem atuar na origem e formação de feições erosivas lineares.

Avelar e Coelho Netto (1994) ao estudarem fraturas e desenvolvimento de unidades geomorfológicas côncavas no médio vale do rio Paraíba do Sul, constataram que as discontinuidades lito-estruturais, atuavam no controle das propriedades hidráulica e mecânica das rochas, destacando o fraturamento como zonas de alívio de pressão piezométrica, que favoreciam a exfiltração da água e formação de túneis que avançavam remontantemente.

Hasui et al. (1995) destacam o papel de feições estruturais (juntas e falhas) e da tectônica no desenvolvimento de voçorocas na região de São Pedro no Estado de São Paulo. Assim como Silva et al. (2003) descrevem que voçoroca desconectada situada no médio-baixo vale do Ribeirão do Secretário, Paty do Alferes no Rio de Janeiro, tem suas orientações coincidentes com as direções estruturais locais, e essa estreita relação pode ser explicada pelo fato de as voçorocas desenvolveram-se em encostas cujos solos autóctones preservaram as zonas de fraquezas da rocha.

MATERIAIS E MÉTODOS

Com ênfase no entendimento da intensificação das frentes erosivas lineares na serra do Tepequém, fez-se necessário trabalho de campo compreendendo mapeamento e descrição dos perfis de solo e rochas ao longo dos taludes das voçorocas e coleta de amostras de solos conforme Lemos & Santos (1996). As análises envolveram granulometria nas frações areia, silte e argila, segundo os procedimentos da EMBRAPA (1997). A determinação das densidades aparente e de partículas do solo (ou densidade real) foram conduzidas pelo método da EMBRAPA (1997). O pH do solo em H₂O e KCL, foi determinado segundo os procedimentos de Tomé Júnior (1997) e o conteúdo de matéria orgânica pelo método da EMBRAPA (1997). A determinação mineralógica por Difração de Raios X e a composição química total por ICP-MS. As características morfométricas das voçorocas foram adquiridas através de medições de profundidade, largura, comprimento e direção do canal principal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A morfologia do relevo no topo da serra do Tepequém é constituída por desníveis altimétricos que variam de 575 a 1.100 m, representado por vertentes íngremes, morros e colinas residuais e superfícies aplainadas (Figura 2), com declividade variando de 4° a 20°. Nas planícies intravales concentra intenso processo erosivo linear (voçorocas), onde os solos e rochas intemperizadas, têm domínio da fração areia, que varia entre 47 e 97%, enquanto a fração fina oscila entre 1,5 e 48 % (silte) e 0,6 e 18% (argila). Esses sedimentos-solos são constituídos predominantemente de quartzo, contendo ainda muscovita e caulinita e está assentado sobre um paleo-relevo inclinado para SW,

fortemente fraturado e falhado, desenvolvido sobre rochas sedimentares, sobretudo arenitos da Formação Tepequém.

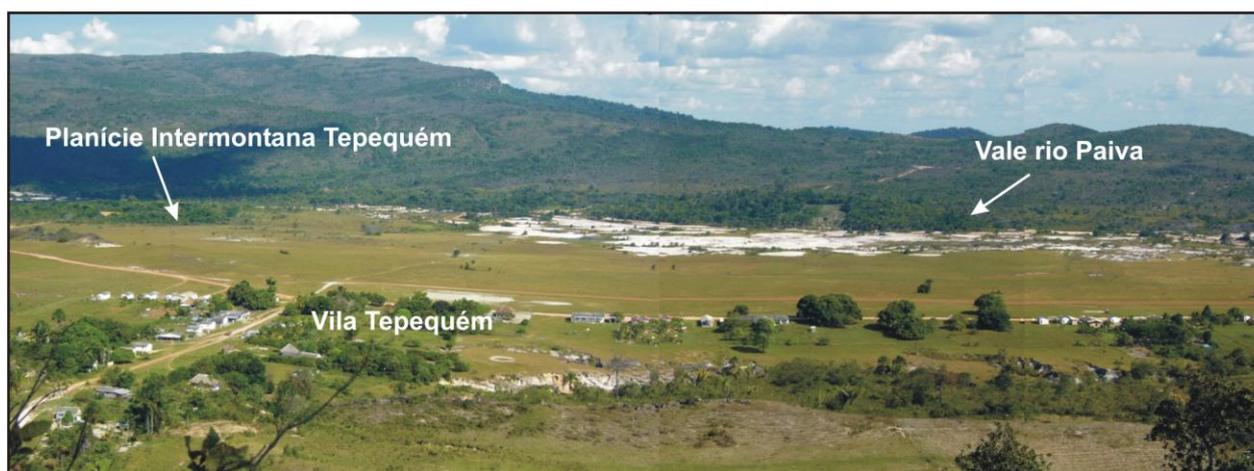


Figura 2: Superfície aplainada denominada de planície intermontana Tepequém, em primeiro plano, circundada por vertente íngreme e relevos residuais, e em segundo plano, os sedimentos aluvionares ao longo da margem direita do rio Paiva.

Os sedimentos e solos da planície intermontana mostram, como era de se esperar, domínio em SiO_2 , pela abundância de quartzo. São ainda significativos os teores de Al_2O_3 , Fe_2O_3 e K_2O representados pelos minerais, caulinita, muscovita e goethita/hematita. Os teores de K_2O mostram que a caulinita é de fato bastante expressiva nestes sedimentos, a qual é encontrada nas rochas do substrato. Os maiores valores de Al_2O_3 e Fe_2O_3 encontrados foram ao longo das linhas de pedra, constituídas de fragmentos de crostas lateríticas ferroaluminosas.

O conteúdo de matéria orgânica (MO), nos solos dos perfis investigados, variou de menos de 0,1 a 4,7 e concentra-se fundamentalmente no horizonte superficial, como era de se esperar, decrescendo abruptamente para o horizonte inferior (Figura 3).

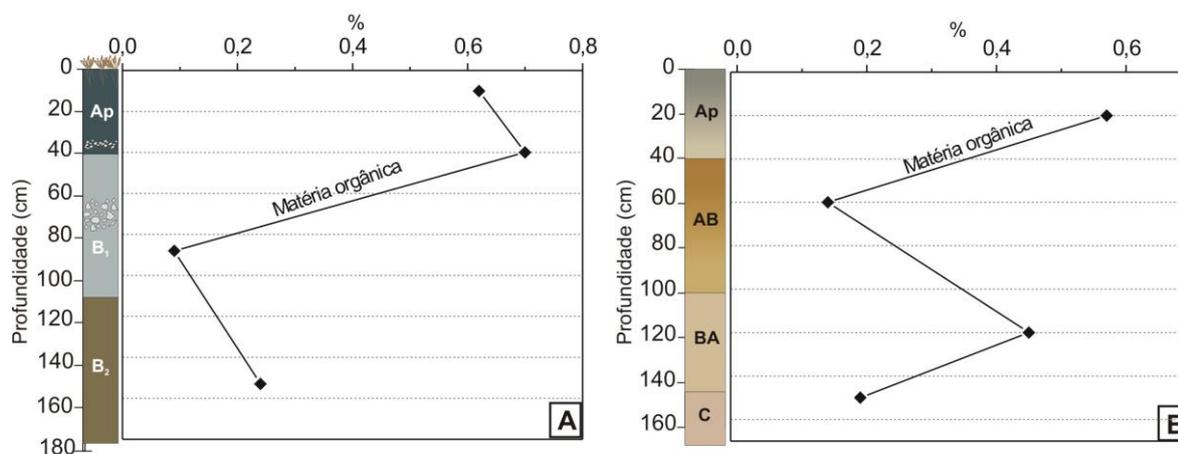


Figura 3: Distribuição do conteúdo de matéria orgânica nos perfis de solos estudados na serra do Tepequém – Roraima.

Os valores de pH dos solos investigados, determinados em H₂O e KCl, variaram de 3,0 a 6,7, demonstrando que são solos ácidos a moderadamente ácidos.

Os materiais geológicos, de natureza arenosa, que constituem essa paisagem, permitiram o desenvolvimento de feições erosivas lineares, como as voçorocas (Figura 4). Elas revelam grandes dimensões, com larguras de até 24 m, e profundidade de 2 a 10 m, apresentam mais largas a jusante, estando conectadas a drenagem. No entorno das voçorocas se observa grande desenvolvimento de dutos (pipings) e áreas de abatimentos, estas com alinhamento de direção NE-SW e NW-SE. Os dutos provocam em parte a formação de estruturas de abatimento, que atingem até 4 m de profundidade, interligam-se entre si e por conseguinte o estabelecimento das voçorocas. Destaca-se ainda a grande profusão de edifícios de insetos *formicidae* (formigas), que favorecem o aparecimento dos dutos. Esta intensa atividade de insetos é observada em cabeceiras de feições erosivas lineares.

As voçorocas apresentam canais lineares com orientação preferencial NE-SW e secundariamente NW-SE e N-S, demonstrando forte controle estrutural na morfologia destes canais.

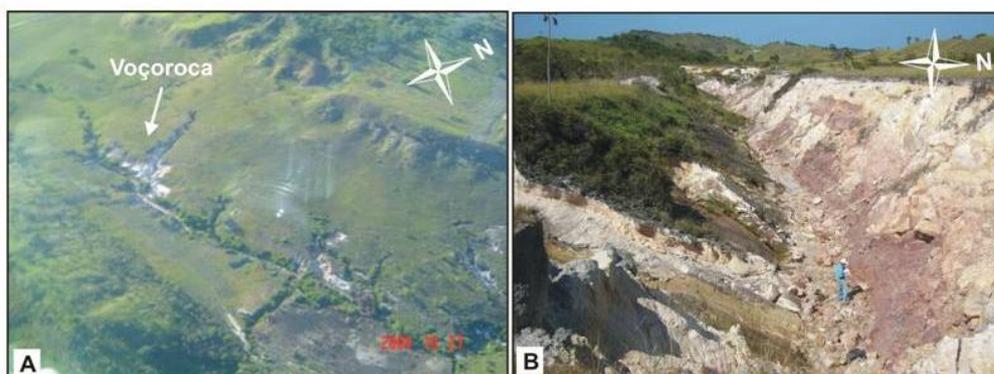


Figura 4: (A) Voçoroca com padrão de direção NE-SW (canal principal) e NW-SE (canais dígitos) e (B) marcante linearidade do canal da voçoroca do Barata – Serra Tepequém - RR.

CONCLUSÃO

As características granulométricas, mineralógicas e químicas dos materiais (solo/ sedimento) que constituem os terrenos das planícies intravales da serra do Tepequém, submetidas a intenso processo erosivo linear (ravinas e voçorocas), indicam que estes são de alta vulnerabilidade física perante aos processos erosivos. São materiais com domínio da fração areia, com baixa coesão, e constituídos predominantemente de quartzo, contendo ainda muscovita e pequena quantidade de caulinita. Materiais com essas características quando submetidos a um lençol freático raso e um relevo inclinado, promovem forte fluxo de água no seu interior, criando dutos e por consequência voçorocas. Associados às características físicas e mineralógicas dos solos da serra Tepequém, deve-se considerar os elevados índices pluviométricos em média 2.250 mm anuais e a altitude (diferença de potencial) que aliados à baixa densidade de cobertura vegetal no topo da serra, deixa o solo mais exposto à ação

erosiva da chuva, facilitando o transporte do material superficial. Com a abertura de cavas para a extração de diamante neste ambiente, intensificaram de forma acentuada a erosão linear e o desenvolvimento descontrolado de grandes voçorocas.

REFERÊNCIAS

AVELAR, A. S.; COELHO NETTO, A. L. **Fraturas e desenvolvimento de unidades geomorfológicas côncavas no médio vale do rio Paraíba do Sul, São Paulo.** Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, n.22, p.222-227. 1994.

BACCARO, C. A. D. **Processos erosivos no domínio do Cerrado.** In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Eds.) **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p.195-227.

BACELLAR, L. A. P.; COELHO NETTO, A. L.; ACERDA, W. **Fatores condicionantes do voçorocamento na bacia hidrográfica do rio Maracujá, Ouro Preto – MG.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 7., 2001, Goiânia. Anais., Goiânia: ABGE, 2001. p. 120-121.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo.** 4.ed., São Paulo: Ícone, 1999. 355p.

BESERRA NETA, L. C.; COSTA, M. L.; BORGES, M. S. **A planície intermontana Tepequém, Roraima, e sua vulnerabilidade erosiva.** In: ROSA-COSTA, L. T.; KLEIN, E. L.; VIGLIO, E. P. (Eds.) **Contribuições à Geologia da Amazônia.** Belém: SBG - Núcleo Norte, 2007. v.5, p.89-100.

BORGES, F.R. ; D'ANTONA, F.J.G.1988. **Geologia e Mineralizações da serra Tepequém-RR.** In: Cong. Bras.Geol., 35, Belém, *Anais.*, 1:155-163

CPRM. 1999. **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil. Roraima Central.** Folha NA. 20-X/NA.21-V, RR, Escala 1:500 000 (CD Rom).

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solos.** 2 ed., Rio de Janeiro,1997, 212 p.

GUERRA, A.T. **Estudo Geográfico do Território Federal de Roraima.** RJ, IBGE, 1957, 252p.

GUERRA, A. J. T. **Processos erosivos nas encostas.** In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Eds.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p.149-209.

HASUI, Y. et al. **Aspectos estruturais e neotectônicos na formação de boçorocas na região de São Pedro, SP.** Geociências, São Paulo, v.14, n.2, p.59-76. 1995.

LEMOS, A.; SANTOS, P. B. **Manual de descrição e coleta de solos em campo.** Campinas: SBCS/SNLCS, 1996. 46 p.

PINHEIRO, S. S.; REIS, N. J.; COSTI, H. T. 1990. **Geologia da região de Caburá: Nordeste de Roraima.** Manaus: DNPM/CPRM, 1990. 91p. (Relatório final).

POESEN, J. et al. **Gully erosion and environmental change: importance and research needs.** Catena, n.50, p.91-133. 2003.

SANTOS, J.O.S. ; POTTER, P. E. ; REIS, N.J. ; HARTMANN, L.A.H. ; MCNAUGHTON, N. J. 2003. **Age, source, and regional stratigraphy of the Roraima Supergroup and Roraima-like outliers in northern South America based on U-Pb geochronology.** *Bull. Geol. Soc. of Amer.March*, 115: 3, p. 331-348.

SILVA, T. P. et al. **A influência de aspectos geológicos na erosão linear – médio-baixo vale do Ribeirão do Secretário, Paty do Alferes – Rio de Janeiro.** Geosul, Florianópolis, v.18, n.36, p.131-150. 2003.

TOMÉ JR., J. B. **Manual para interpretação de análise de solo.** Guaíba: Agropecuária, 1997. p.59-63.