

Integração de Estruturas de Abatimento e Erosão por Voçorocas: município de Lapa, PR.

Marcelo Accioly Teixeira de Oliveira^{*}, Gisele Camargo^{**}

^{*} UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento de Geociências - CFCH

88040-900 - Florianópolis - SC

marcelo@cfh.ufsc.br

^{**} UNICENTRO - Universidade Estadual do Centro Oeste

Departamento de Geociências, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Guarapuava,

85015-430 - Guarapuava - PR

Abstract. This paper presents preliminary results from a study on gully erosion in southern areas of the State of Paraná. In this area, some cases of gully erosion are associated with the integration of discontinuous tunnels. The main processes related to the expansion of gully incisions seem to be associated to solution and collapse of the saprolites under hydromorphic conditions. Topographic depressions evolve to open wells resulting from well-tunnel erosion (Zachar, 1982). These wells may further evolve to continuous gully systems.

Keywords: Hydromorphic soils, Topographic depressions, Well-tunnel erosion, Gully erosion.

Introdução

A erosão do solo na região centro sul do estado do Paraná, é marcada por uma grande diversidade de processos onde, além da erosão laminar, incluem-se sulcos, ravinas, deslizamentos, voçorocamento e túneis subsuperficiais de várias magnitudes. A área é composta por rochas sedimentares paleozóicas pertencentes aos Grupos Campos Gerais e Tubarão (Subgrupo Itararé). A topografia local é representada por um modelado suave, com amplas colinas arredondadas (Colaneri et alii., 1977). Predominam interflúvios amplos com vertentes convexas que muitas vezes se desdobram em patamares e degraus estruturais, sustentados por camadas mais resistentes de arenito (Fuck, 1966). Os vales são profundos e entalhados, e seguem o padrão de drenagem nitidamente retangular condicionado pelo sistema de falhas e diáclases do terreno (Fuck, 1966).

Observações de campo permitiram identificar em algumas encostas uma topografia marcada pela presença de depressões no terreno. Dentro destas depressões podem aparecer estruturas de abatimento de dimensões variadas ligadas por uma rede de túneis subterrâneos. Tudo indica que a evolução das estruturas de abatimento, que formam cavidades na superfície do terreno, depende de variações do nível piezométrico e do abatimento das porções superiores dos túneis subterrâneos. A observação da distribuição espacial dessas estruturas e de sua associação com formas de erosão por voçorocas, levou-nos a

formular a hipótese de que as estruturas de abatimento podem vir a se integrar, formando incisões erosivas contínuas que tendem a se expandir na direção das depressões topográficas acima mencionadas.

Na área circunscrita às depressões topográficas os materiais de solo apresentam características hidromórficas que atestam uma evolução pedológica sob condições de drenagem deficiente. De acordo com as características dos materiais, são encontrados horizontes com maior capacidade de retenção de água que formam lençóis suspensos.

Observações de detalhe sobre as características mecânicas e hidrológicas dos materiais de solo estão em curso. Desta forma, pretende-se compreender a associação existente entre solos desenvolvidos sob regime áquico e o desenvolvimento de depressões topográficas que podem formar estruturas de abatimento e incisões erosivas contínuas, como as voçorocas da região.

Neste trabalho serão apresentados alguns resultados preliminares relativos ao projeto em desenvolvimento na área.

Métodos

A nível regional foram mapeadas e cadastradas 20 incisões erosivas na área. Poligonais plani-altimétricas (Camargo Filho et alii., 1996) foram materializadas nos dígitos mais ativos das incisões erosivas de modo a estimar as taxas de evolução das voçorocas ao longo de um

ano hidrológico. Foram realizadas igualmente medições das dimensões das estruturas de abatimento. Foram selecionadas duas áreas para a realização de estudos de caso. Na primeira, voçoroca nº 8, está sendo feito o monitoramento das variações do nível piezométrico e da expansão da cabeceira da voçoroca. O sistema erosivo foi mapeado topograficamente. Taxas globais de erosão durante o período serão estimadas. O levantamento da distribuição tridimensional dos solos vem sendo implementado através de sondagens e da descrição dos solos nas paredes da incisão erosiva.

Na segunda área, voçoroca nº 19, foram medidas as dimensões de um sistema de depressões e de estruturas de abatimento que desembocam em uma incisão erosiva conectada à rede de drenagem. O sistema foi levantado através de caminhamento expedito com bússola e clinômetro.

Resultados

A figura 1.B ilustra a distribuição dos materiais de solo mapeados nas adjacências da cabeceira da voçoroca nº 8, entre os pontos de sondagem 14, 15 e 16 (figura 1.A).

Note-se na descrição do perfil (tabela 1) as características hidromórficas do solo. Entre os horizontes identificados, ressalta-se o horizonte de número 2, que é um material de coloração preta com espessura variando de 0 a 120 centímetros. O material contém 3,48% de matéria orgânica, medida por queima em mufla.

É comum na área de estudo o desenvolvimento de solos turfosos e de espessos solos minerais com horizonte único. Como indicado pelo percentual de matéria orgânica, o horizonte 2 é um solo mineral. Inicialmente, levantou-se a hipótese de que este horizonte poderia estar relacionado a um membro de coloração mais escura associado às rochas sedimentares da região. No entanto, como sugere a descrição da sua geometria (figura 1.B), nota-se o seu afinamento na direção das bordas da depressão topográfica localizada acima da cabeceira da voçoroca (fig. 1.A); no ponto de sondagem de número 14 o horizonte desaparece. A associação entre este horizonte e a forma da depressão topográfica é bastante clara no campo. Torna-se portanto evidente que se trata ou de um perfil de solo com horizonte superficial único soterrado, ou de um horizonte subsuperficial do tipo glei, desenvolvido sob condições de saturação pelo lençol freático.

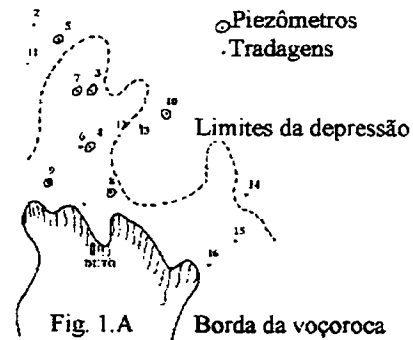
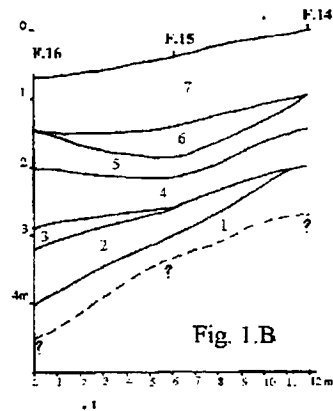


FIGURA 1: distribuição dos materiais de solo nas proximidades da cabeceira da voçoroca (fig.1.B) e croquis da cabeceira da voçoroca (fig. 1.A); notar área rebaixada acima da incisão erosiva.

HZ.	Características
7	Franco arenoso; cor 7,5YR 3/2: bruno-escuro à 10YR 5/4: bruno-amarelado.
6	Argilo siltoso; cor: 2,5Y 6/3: vermelho-acinzentado
5	Franco argiloso; mosqueado: amarelo-claro-acinzentado (2,5Y 7/3), abundante, de médio à grande, proeminente, amarelo-avermelhado (5YR 6/8)
4	Franco argilo arenoso; cor: 2,5Y 6/1: cinzento à 5Y 7/1: cinzento-claro
3	Franco arenoso; cor: 10YR 6/8: amarelo brunado
2	Areno argiloso; cor: 2,5Y 2,5/1: preto à 10YR 2/1: preto
1	Franco arenoso; cor: 10 YR 6/8: amarelo-brunado à 2,5Y 6/8: amarelo oliváceo.

Tabela 1: características dos volumes de solo inicialmente mapeados nas adjacências da cabeceira da voçoroca.

É notável, no entanto a associação entre a geometria do horizonte em questão e a configuração da topografia acima da cabeceira da voçoroca (figura 1.A e 1.B). Aparentemente, o perfil de solo desenvolveu-se em associação com a formação da referida depressão topográfica (fig 1.A).

Com base nestes dados preliminares, levanta-se como hipótese evolutiva para este setor da encosta o processo de afundamento do solo (figura 2).

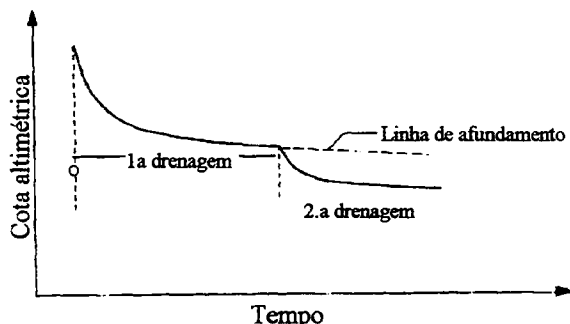


FIGURA 2: rebaixamento da superfície de uma encosta devido à modificação da drenagem em solos turfosos ou hifomórficos (adaptado de Musy e Soutter, 1991, p.175).

Trata-se de um processo de alteração estrutural de solos orgânicos e de solos minerais hidromórficos que perdem volume após a liberação de uma drenagem empedida, (Musy e Soutter, 1991). No que diz respeito ao horizonte encontrado entre 2 e 4 metros de profundidade (Hz. 2, fig 1.B), duas hipóteses estão sendo examinadas:

a) perfil de solo soterrado por colúvios: após o afundamento, resultante da perda de volume pela evacuação da água retida nos poros do material, teria se formado um degrau na superfície da antiga encosta. A ruptura de gradiente criada pelo degrau teria favorecido o retrabalhamento dos materiais de solo por processos erosivos. O horizonte em questão, após o afundamento, teria sido recoberto por material coluvial.

b) desenvolvimento de um solo glei: teria se desenvolvido um perfil de solo sob regime áquico que, após a liberação da drenagem na base da encosta teria sofrido o processo de afundamento acima descrito, dando origem à depressão topográfica notada na figura 1.A.

Em função da origem sedimentar das rochas encontradas na área, a diferenciação entre solo residual e colúvio é muito delicada. No entanto, a caracterização física e mineralógica dos materiais

de solo está em curso e esclarecerá a evolução do perfil do solo. Novas sondagens estão em andamento e devem levar à representação tridimensional dos volumes de solo (Oliveira, 1992).

Pelo que se nota na figura 1, o processo de afundamento do solo está associado ao retrabalhamento atual da encosta com a formação de depressões topográficas, de estruturas de abatimento e de voçorocas.

A figura 3 ilustra a distribuição do sistema de depressões e de estruturas de abatimento que caracteriza o sistema erosivo nº 19.

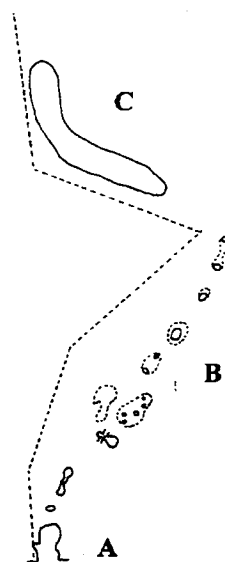


Figura 3: croquis de um sistema de estruturas de abatimento na área de estudo. Notar incisão erosiva na base da figura.

Nota-se a distribuição das estruturas de abatimento (B) a montante de uma incisão erosiva na base da encosta (A). Esta incisão se desenvolveu após fortes precipitações em fevereiro e março de 1996. A quantidade de material erodido atingiu $51,9 \text{ m}^3$ em um mês, o que equivale à aproximadamente $622,8 \text{ m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$. A incisão originou-se através do abatimento da superfície da encosta causado pelo desmoronamento de um túnel na desembocadura do sistema de estruturas de abatimento.

Desta forma, de acordo com a classificação proposta por Oliveira e Meis (1985) e Oliveira

(1989), verifica-se na base da encosta uma incisão conectada à rede de drenagem (A). No setor superior da encosta pode-se notar uma grande estrutura de abatimento que desenvolveu, de acordo com a mesma classificação, uma incisão desconectada da rede de drenagem (C). O sistema está sendo monitorado e sua evolução será observada nos próximos anos. No entanto, baseados no que foi verificado após as chuvas do início de 1996, aceita-se a hipótese de que todo o sistema de estruturas de abatimento pode evoluir para uma única incisão.

Conclusões

O estudo acima baseia-se em resultados preliminares de um projeto em desenvolvimento no Departamento de Geociências da UFSC e no Departamento de Geociências da UNICENTRO. Estes resultados indicam a associação entre o desenvolvimento de solos hidromórficos, a formação de depressões topográficas e de estruturas de abatimento e o desenvolvimento de voçorocas na área em estudo. Processos de erosão em dutos (*tunneling erosion*), parecem dominar a expansão da cabeceira de voçorocas para montante. Na área de estudo, esse tipo de erosão é considerado pela população como um processo natural. Note-se que este processo é responsável pela expansão da rede de drenagem através da erosão em dutos que atua sobre materiais de solo hidromórfico. A determinação dos mecanismos detalhados de evolução dos sistemas erosivos encontrados na área, assim como sua associação com as propriedades físicas e mineralógicas dos materiais afetados, são as próximas etapas a serem atingidas.

Referências Bibliográficas

CAMARGO FILHO, M.; CAMARGO, G.; OLIVEIRA, M.A.T. Estimativa de taxas de erosão através de poligonais planimétricas. In:

- 3a REUNIÃO ESPECIAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 1996, Florianópolis. Anais ... Florianópolis : UFSC, 1996, p. 397.
- COLANERI, S.; CARVALHO, M. A. S. & BATOLLA JUNIOR, F., *Projeto Leste do Paraná*. Relatório Final Geologia e Anexos. Folha Palmeira, SC.22-X-C-II-4., São Paulo: DNPM/CPRM, 1977.
- FUCK, R. A., Nota explicativa da folha geológica de Quero-Quero. *Boletim da Universidade Federal do Paraná*. Instituto de Geologia, Geologia, Curitiba, 19: 21p., nov. 1966.
- MUSY, A. e SOUTTER, M., *Physique du sol*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 1991, 335p.
- OLIVEIRA, M.A.T., Erosion disconformities and gully morphology: a threedimensional approach. *CATENA*, volume 16, n°4/5, p. 413-423, 1989.
- OLIVEIRA, M.A.T., Paleotopografia e erosão por voçorocas: delimitação de áreas potencialmente instáveis sobre encostas. *Anais do Simpósio Nacional Recuperação de Áreas Degradadas, UFPR-FUPEF, Curitiba*, p. 430-439, 1992.
- OLIVEIRA, M.A.T. & MEIS, M.R.M., Relações entre geometria do relevo e formas de erosão linear acelerada (Bananal, SP). *Geociências*, São Paulo, n° 4, p. 87-99, 1985.
- ZACHAR, D., *Soil Erosion - Developments in Soil Science 10*. Bratislava, Elsevier Scientific Publishing Company, 1982, 548p.