

MONITORAMENTO DE VOÇOROCAS EM SOLOS PODZÓLICOS DA REGIÃO DE RONDONÓPOLIS-MT

Mauro Kumpfer Werlang
LEA, Departamento de Geociências - CCNE
UFSM - Santa Maria, RS.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi o monitoramento de ravinas e voçorocas em solos podzólicos da região de Rondonópolis-MT. Para isso, foram monitoradas ravinas e voçorocas numa área de 25.500 m² no município de Rondonópolis-MT, sobre um segmento de vertente côncava com aproximadamente 23 % de declividade numa rampa de 174 metros na margem esquerda do rio Jurigue. A área foi monitorada no intervalo de um ano abrangendo um período seco e outro chuvoso.

O trabalho apresenta considerações em relação ao ambiente físico da área e região, abordando aspectos da geologia, geomorfologia, vegetação e clima.

ABSTRACT:

Objective: The objective of this paper is to present the ravine and voçorocas in monitorings done in podzolic soils in the region of

Rondonópolis - Mato Grosso - Brazil. The ravines and voçorocas were monitored in an area of 25.500 m² in the county of Rondonópolis , in a section of concave slope with approximately 23% of declivity. This declivity can be found in a ramp of 174 meters located on the left bank of the Jurigue River. The work was done in a period of one year, covering a dry period and a rainy one. **Conclusion:** It presents considerations related to the physical atmosphere of the region and of the area. These considerations observed aspects, such as: geology, geomorphology, vegetation and climate.

INTRODUÇÃO

O modelo de ocupação apresentado pelo Estado de Mato Grosso, especialmente a partir da década de 70, com uma forte modernização do processo produtivo, transformações na base técnica de produção, e uma ocupação por vezes inadequada à natureza dos terrenos, vem , na região de Rondonópolis-MT, trazendo conseqüências na forma de problemas de degradação ambiental. Entre esses problemas, a erosão , que provoca a perda de solos agricultáveis e o assoreamento de cursos d'água.

Questões relacionadas à problemática da erosão tem sido sistematicamente debatidas pela comunidade científica. A importância de serem observadas tais proposições no sentido de orientar a legislação de uso e ocupação do solo, estão na perspectiva de uma ação preventiva de controle da erosão, uma vez que os processos erosivos além dos prejuízos ambientais, trazem prejuízos econômicos tanto em áreas rurais como urbanas. (Salomão, 1994)

Bertoni e Lombardi Neto (1993:75) destacam a erosão como sendo o (...)“processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela água e pelo vento”.(...) Ainda de acordo com os citados autores, a erosão causada pela água pode ser laminar, em sulcos e voçorocas, e as três formas de erosão podem ocorrer simultaneamente no

mesmo terreno. Salientam os autores que essa classificação (...) "está dentro dos estádios correspondentes à progressiva concentração de enxurrada na superfície do solo.(...) a erosão laminar é a lavagem da superfície do solo nos terrenos arados; em seguida, é a erosão em sulcos, que é a concentração de água escorrendo em pequenos sulcos nos campos cultivados, e depois a erosão em voçorocas, quando os sulcos foram bastante erodidos em largura e profundidade". Ainda conforme *Bertoni e Lombardi Neto (1993)*, essa classificação, é apropriada à nossa compreensão, porém omite a erosão por salpicamento, ou seja a erosão pelo impacto da gota de chuva, que é na realidade o primeiro estágio do processo de erosão.

Portanto, de acordo com o descrito pelos autores as formas clássicas de erosão são: a erosão pelo impacto da chuva, erosão laminar, erosão em sulcos, voçorocas e outras formas especializadas de erosão.

O objetivo do trabalho foi o monitoramento de ravinas e voçorocas sobre um segmento de vertente côncava com aproximadamente 23 % de declividade numa rampa de 174 metros na margem esquerda do rio Jurigue, buscando avaliar a evolução do processo de erosão hídrica em sulcos.

REFERENCIAL TEÓRICO

Os processos erosivos constituem-se em grave problema, tanto para a agricultura como para o meio ambiente e as conseqüências são sentidas diretamente ou através da perdas econômicas com reflexos sociais. O processo de erosão vem tomando dimensões cada vez maiores e mais preocupantes. A poluição dos mananciais, reservatórios de água, a redução da capacidade produtiva, são exemplos de processos causados em grande parte pela erosão hídrica dos solos.

A erosão em sulcos ocorre quando o fluxo superficial concentra-se na superfície do solo e a tensão cisalhante desse for maior que

a tensão crítica de cisalhamento do solo. O solo exposto ao impacto das gotas da chuva e o fluxo laminar raso capaz de transportar as partículas desagregadas proporcionam a erosão em entressulcos. (Schäfer, 1999)

O desencadeamento desses processos e a intensidade deles dependerá de vários fatores como a suscetibilidade do solo à erosão, estado de consolidação do solo, condições de cobertura, capacidade erosiva da chuva, fluxo superficial, além de outros fatores.

O escoamento concentrado, por vezes causa grandes erosões lineares na forma de ravinas e voçorocas, correspondendo a um avançado estágio de degradação do solo. Essas formas de erosão linear ocorrem em grande quantidade principalmente em solos constituídos por textura arenosa e relativamente profundos. Essas erosões passam, em alguns casos, muitos anos sem causar maiores problemas, porém em algumas situações o seu crescimento traz conseqüências desastrosas, colocando em risco a vida de pessoas e animais. No Estado do Mato Grosso existem muitas dessas ocorrências erosivas, sendo muitas delas na Depressão de Rondonópolis. Entre as razões, está o uso intensivo do solo e a desconsideração da complexidade dos processos erosivos. A necessidade de pesquisa tanto em nível regional como local, especialmente com relação aos processos erosivos, é portanto, reforçada.

Trabalhos vem sendo desenvolvidos no sentido de solucionar os problemas causados pela erosão hídrica, porém os problemas relativos a erosão ainda não estão resolvidos

O processo de desagregação e transporte de partículas pelos agentes erosivos constitui a erosão hídrica do solo (Ellison, 1946). Assim a ação desses agentes, conforme Meyer & Wischmeier, (1969), determina a ocorrência de subprocessos, que podem ser simultâneos ou não, quais sejam: a desagregação do solo pelo impacto das gotas da chuva; o transporte das partículas desagregadas pelo salpicamento das gotas de

chuva; a desagregação do solo pelo fluxo superficial de água, e o transporte das partículas desagregadas pelo fluxo superficial de água

Assim, a erosão em sulcos é uma função entre a capacidade do fluxo em erodir e a do solo em resistir às forças de desagregação e transporte pela água *Schäfer (1999)*. Na erosão em sulcos, a tendência do fluxo é aprofundar-se mais rapidamente do que alargar-se, e de acordo com *Chow,(1959) e Foster et al., (1985)*, isso acontece devido à desuniformidade da tensão cisalhante do fluxo no perímetro molhado. A maior tensão de cisalhamento ocorre no fundo do canal na interface água-solo e a menor no ponto de contato entre a superfície livre da água e as paredes do canal. Conforme *Foster (1982)*, o fluxo vai aprofundando-se até atingir uma camada onde a tensão crítica de cisalhamento do solo for maior que a tensão de cisalhamento do fluxo, quando esse passa a somente alastrar-se, alargando o canal. Com o alargamento do canal, o fluxo passa a diminuir sua espessura, diminuindo, com isso, a tensão cisalhante do mesmo tanto no fundo como nas laterais do canal. *Foster (1982) e Braida (1994)*, observaram que a erosão no sulco continuará ocorrendo até a tensão cisalhante do fluxo tornar-se menor que a tensão crítica de cisalhamento do solo, tanto no fundo como nas laterais do canal. No entanto isso somente ocorrerá quando o alargamento for bastante grande e diminuir muito a espessura da lâmina do fluxo no canal atingindo um ponto de equilíbrio, ou o fluxo regredir devido ao término ou redução da precipitação pluvial.

Conforme *Salomão (1994)* citando *Ellison ,1947*, a erosão causada por água de chuva inicia-se pela ação do impacto das gotas d'água na superfície do terreno, principalmente quando desprotegido de vegetação, promovendo o despreendimento de partículas constituintes do solo. *Derreau,1967;Queiroz Neto e Christofoletti,1968; Tricart,1972; Lepsch, 1976*; defendem que havendo condições favoráveis ao escoamento superficial das águas, observa-se o transporte das partículas liberadas do solo através do escoamento laminar ou difuso e concentrado, ou através de pequenos filetes,

que num estágio seguinte, por concentração das linhas de fluxo d'água na superfície do terreno, dá origem a sulcos.

De acordo com *Queiroz Neto (1978)* o escoamento superficial é tanto mais intenso quanto menor for a taxa de infiltração das águas pluviais no terreno. Defende que a infiltração relaciona-se diretamente à permeabilidade do terreno, variando tanto pelo efeito da compactação promovida pela ocupação do solo. *Bertoni e Lombardi Neto, (1985)*, acrescentam a intensidade e freqüência das chuvas, natureza e organização do solo, e inclinação, geometria e comprimento das vertentes.

Salomão (1994) apud U.S. Soil Conservation Service,(1966), diz que sulcos e ravinas são em geral diferenciados pela profundidade da erosão linear em forma de canal originada pelo escoamento concentrado das águas superficiais; tratar-se-ia de ravina "quando o canal formado não pode ser obliterado por operações normais de preparo do solo".

A ação concomitante das águas superficiais e subsuperficiais fazendo com que o ravinamento atinja grandes dimensões e o aprofundamento dos sulcos, interceptando o lençol freático é o estágio erosivo denominado de voçoroca. O *IPT (1986)* define ravina como " a erosão que se supõe causada simplesmente pela concentração do escoamento superficial, processo este que, no mais das vezes, coroa a degradação do solo iniciada pela erosão laminar". *Salomão(1994)*, citando *Vieira (1978)* observa que

" (...) embora , em sentido amplo, possamos considerar as voçorocas como ravinas, na realidade esses dois termos devem ser diferenciados, pois cada um apresenta as suas características próprias. apenas no início da formação de uma voçoroca haverá dificuldade para separar essas duas formas de erosão. Enquanto o ravinamento se processa em função apenas da erosão superficial, com a linha de água apresentando grandes declives, canal profundo, estreito e longo, as voçorocas formam-se tanto devido

à erosão superficial como à erosão subterrânea, com tendência tanto para alargar-se como para aprofundar-se, até atingir o seu equilíbrio dinâmico.”

Bigarella e Mazuchowski (1985) argumentam a possibilidade de ocorrência de “piping”, através de concentrações de fluxos em perfurações abertas por raízes e animais, e em fendas originadas por movimentos ou dissecação do manto de intemperismo ou ainda dos depósitos colúvio-aluvionares das encostas. Argumentam ainda que fenômenos de “piping” na porção inferior das vertentes podem dar início a sulcos de erosão. A concentração de fluxos subterrâneos controlados por descontinuidade entre colúvios situados em anfiteatros de meia encosta é admitida por *Meis et al. (1985)*

Bigarella e Mazuchowski (1985) destacam caráter cíclico das voçorocas, observando a existência de quatro fases distintas relativas ao seu desenvolvimento, a erosão do canal e encaixamento, o retrocesso da cabeceira e rápido alargamento, e a recomposição e estabilização.

DAEE/IPT, (1989) destaca, entre os fatores naturais, relativos ao processo de voçorocamento, o clima, especialmente a pluviosidade, o tipo de solo, o relevo, e o tipo de substrato geológico.

Embora vários trabalhos enfatizem tais processos erosivos como naturais, policíclico provocado por modificações exteriores ao sistema, climáticas ou tectônicas, que acarretam um desequilíbrio hidrológico, cujo resultado é a expansão das cabeceiras de drenagens e adaptações das vertentes às novas condições, climáticas ou de nível de base., *Salomão (1994)* observa que os processos de ação da água de superfície e de subsuperfície, responsáveis pelo desenvolvimento das ravinas e voçorocas dependem da conjugação de fatores naturais e de uso e ocupação do solo. Argumenta que dada a complexidade dos processos erosivos por ravinas e voçorocas, para o seu entendimento precisa-se de enfoques multidisciplinares envolvendo vários campos do conhecimento por exemplo,

geologia, geomorfologia, pedologia, climatologia e engenharia entre outros, com abordagem metodológica voltada a integração das questões relacionadas às causas e condicionantes.

Muitos trabalhos sobre ravinas e voçorocas relacionam a sua ocorrência associada a formações sedimentares arenosas. Também a influência do relevo no desenvolvimento de voçorocas é enfatizado e relacionam a forma e declividade das vertentes. *Oka-Fiori e Soares (1976)* verificaram que a maior incidência dessas erosões se desenvolvem em encostas convexas. O *IPT (1986)* observa que a maior concentração de ocorrências em relevos de transição e morrotes constituídos por vertentes com declives superiores a 15% e com perfis convexos passando a retilíneos. Com relação à influência da cobertura pedológica no processo de desenvolvimento de ravinas e voçorocas constata-se a concordância entre autores no que se refere a maior suscetibilidade dos solos de textura arenosa. Entre eles *Setzer (1949)*, *Christofolletti (1968)* e *IPT (1986)*. Porém *Prandini et al (1990)*, e *Parnase (1991)*, consideram que solos com textura argilosa podem também se associar à ocorrência de voçorocas, devido principalmente a presença de um horizonte altamente erodível. Outro fator decisivo no surgimento de ravinas e voçorocas é a ação antrópica. Este é enfatizado por *Setzer (1949)*, *Prandini et al (1982)*, *Prandini (1974)*, que relacionam ao desmatamento, destruição da cobertura vegetal, queimadas e práticas agrícolas inadequadas.

Salomão (1994) observa que a instalação preferencial das ravinas e voçorocas se dá em setores retilíneos de determinadas tipologias de vertentes, situados em rupturas de declive no terço inferior e em cabeceiras de drenagens. Isso estaria relacionado à facilidades de concentração das águas superficiais pelas rupturas de declive favorecendo o ravinamento. Coloca ainda o citado autor, que as relações de influência no desenvolvimento dos processos erosivos lineares, aparece a maior suscetibilidade dos solos de textura arenosa / média.

DESCRIÇÃO DA ÁREA DO EXPERIMENTO

A área monitorada no experimento, abrange aproximadamente 25.500 m², no município de Rondonópolis. Compreende uma secção de vertente com aproximadamente 23 % de declividade, numa rampa de 174 m na margem esquerda do rio Jurigue, pertencente a bacia do rio Vermelho. Dista 100 m da rodovia BR - 364 a cerca de 10 km da área urbana. Trata-se de uma área inserida no domínio do cerrado, onde os empreendimentos agrários impuseram modificações na vegetação. A área atualmente é dedicada a pecuária leiteira como cultivo de pastagem (brachiaria). São encontradas algumas espécies do "cerradão" como: *Curatella americana* (lixeira), *Dimorphandra mollis* (faveiro), *Stryphonodendron barbadetiman* (barbatimão), *Pipta devia macrocarpa* (angico), *Byrsória crassifolia* (murici), *Caryocar brasiliensis* (pequi), *Astronium* sp (aroeira), *Tabebuia* sp (ipê), entre outras. No que se refere a geomorfologia, está situada no Planalto dos Alcantilados e, localmente, na unidade geomorfológica denominada Depressão Denudacional de Rondonópolis. De acordo com Almeida (1949), o Planalto dos Alcantilados, é um conjunto de relevo de feições morfológicas complexas, marcadas por bordas em escarpas não muito definidas e interrompidas por relevos residuais de topo plano. Destaca ainda o autor, que toda a área deste planalto encontra-se afetada pela tectônica. FEMA (1990) observa que a tectônica é certamente a causa da grande frequência de pequenos patamares estruturais e escarpas adaptadas a falhamentos ou evoluíram a partir destas. Para FIBGE (1989) a abertura da Depressão de Rondonópolis, constitui-se em importante evento geomorfológico no interior do Planalto dos Alcantilados, e se deu devido, principalmente ao soerguimento regional porque passou esta área, o encaixamento do vale do São Lourenço ao sistema de falhas local e a erosão remontante ocorrida em toda a bacia fluvial. Em relação a geologia, a área situa-se na borda nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, em contato com a Formação Furnas e Formação Ponta Grossa. Situa-se no contato litológico entre essas duas

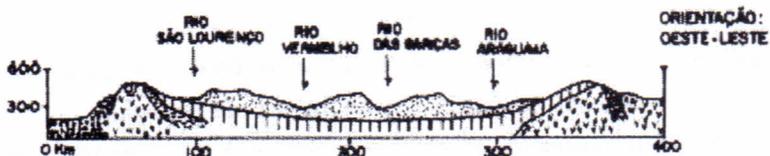
formações geológicas, e encontra-se seccionada por falhamentos. Nos níveis topográficos mais elevados aparece a Formação Cachoeirinha. A Formação Furnas (paleozóico - devoniano), descrita na região de Rondonópolis inicialmente por Almeida (1948, 1949) e, posteriormente por FEMA (1990) e FIBGE (1989) é constituída por sedimentos predominantemente arenosos, avermelhados e esbranquiçados, com níveis de conglomerados e siltitos argilosos. FIBGE (1989), observa que essa formação é, inicialmente considerada de origem marinha costeira e a partir de 1965 de origem continental fluvial. A Formação Ponta Grossa (paleozóico - devoniano) de acordo com Almeida (1948, 1949), FEMA (1990) e FIBGE (1989) é considerada de deposição marinha, constituída por siltitos e folhelhos de cor cinza a cinza esverdeado e intercalações de arenitos. A posição estratigráfica da Formação Ponta Grossa sobrepõe-se à Formação Furnas, em contato geralmente concordante e gradual e, quando recoberta é sempre pela Formação Aquidauana em marcante discordância erosiva. A Formação Cachoeirinha (cenozóico - terciário) aparece nos níveis topográficos mais elevados e é constituída de sedimentos não consolidados, areno-argilosos, vermelhos, parcialmente laterizados. A figura 1, mostra a posição estratigráfica dessas formações, através do perfil geológico da região. Com relação aos aspectos climáticos, a região sul de Mato grosso, de acordo com Nimer (1989) apresenta clima tropical quente semi-úmido, com temperatura média anual entre 21°C, e amplitude anual de 4°C. As temperaturas absolutas podem ultrapassar 40°C nos meses mais quentes e podem chegar aos 14°C no inverno. Ainda de acordo com Nimer (1989) a região possui valores de precipitação que variam entre 1.270 e 1.600 mm anuais, sendo que o seu ritmo anual diferencia-se por dois períodos: um de precipitação fortemente concentrada (primavera - verão) e outro com estação seca. Assim, o regime hídrico da região de Rondonópolis-MT é tipicamente tropical quente semi-úmido, conforme foi observado por Nimer (1989), marcado por estações bem definidas; uma com grandes escoamentos superficiais, cheias dos rios e

solos molhados, e outra com deficiências hídricas, solos secos, escoamento superficial insignificante e vazante dos rios muito baixa. No que se refere ao solo, o experimento abrange solos podzólicos desenvolvidos a partir de produtos da decomposição de arenitos e argilitos. A *foto 1*, mostra o aspecto da área monitorada pelo experimento.

A voçoroca situa-se em área de cabeceira de drenagem, evidenciando a presença do fenômeno de erosão linear. A erosão em solos Podzólicos na região de Rondonópolis, sobretudo a frequência de voçorocas em cabeceiras de drenagem, mostram a necessidade de pesquisas e a busca do conhecimento, especialmente aquele relacionado ao comportamento das vertentes. Assim, o entendimento dos processos erosivos aliados a morfogênese das vertentes, possibilitam esclarecer importantes questões em nível regional. A *foto 2* mostra o aspecto geral da área monitorada.

METODOLOGIA E RESULTADOS

Com o objetivo de observar o comportamento erosivo da área, face a evolução de processos erosivos lineares, foram monitoradas as ravinas e a voçoroca existentes na área. Nesse sentido buscou-se informações sobre as condições de evolução da voçoroca, no que se refere ao seu aprofundamento e alargamento. Foram colocadas estacas distribuídas na área da ocorrência da voçoroca, distantes 20 metros entre si. A área foi monitorada no intervalo de um ano, observando seu comportamento, registrando o alargamento e aprofundamento. A ação dos processos erosivos reflete-se de maneira mais intensa quando há condições favoráveis ao escoamento superficial, seja ele laminar, concentrado, ou ainda por meio de filetes que levarão ao surgimento de sulcos. A *foto 1*, mostra a condição atual da porção superior da voçoroca monitorada, evoluindo para uma situação onde o processo erosivo encontra-se mais desenvolvido, no setor considerado como



Legenda

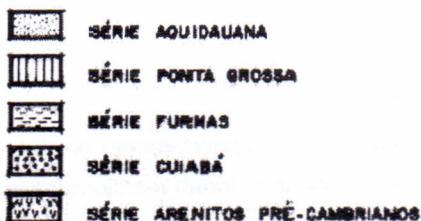


Figura 1:- Perfil geológico da região de Rondonópolis-MT

Fonte: BAXTER (1988)

meia encosta, ou na porção da vertente que apresenta maior concavidade. O escoamento superficial é tanto mais intenso quanto menor for a taxa de infiltração e conforme *Bertoni e Lombardi Neto (1985)* está relacionado diretamente à permeabilidade do terreno, variando de acordo com o grau de compactação do solo, pela intensidade e frequência de chuvas, natureza do solo, inclinação, geometria e comprimento das vertentes. Os resultados obtidos pelo monitoramento realizado através de estacas, mostraram que a

meia vertente foi a porção mais atacada pelos processos de denudação, fato que pode ser evidenciado pelo perfil convexo apresentado pela vertente. Considerando-se os valores médios obtidos, a perda de solo na área compreendida pelo experimento foi de 2,3 toneladas de solo, durante o intervalo monitorado, que compreendeu uma estação seca (implantação do experimento) e uma estação chuvosa. O avanço do processo erosivo linear (voçoroca) foi mais agressivo na ruptura da encosta, onde inicia-se a concavidade da vertente, chegando a valores médios de perda de uma lâmina de 3 cm de solo. A erosão linear apresentou valores mais significativos na porção superior da voçoroca (erosão em anfiteatro). Também os resultados mostraram que o ataque dos processos erosivos lineares foram mais intensos no início do período chuvoso, onde as primeiras chuvas encontram o material desagregado (solo friável) aliado a cobertura vegetal escassa, em virtude da estação seca, estes são facilmente removidos (erosão em entressulcos) deixando na superfície uma crosta de solo compactado (selo superficial) que posteriormente sofre a ação das enxurradas no período chuvoso, facilitando a formação de sulcos e o avanço da voçoroca.

A descrição geral do perfil do solo na voçoroca ficou assim estabelecida:

Data: 28/08/1997

Classificação – Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico argila de atividade baixa A chernozêmico textura argilosa/argilosa com cascalho relevo forte ondulado. Haplustalfs.

Unidade de mapeamento –PE12

Localização: A cerca de 10 km de Rondonópolis em direção à Pedra Preta-MT na estrada BR 364.

Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil- Coletado na voçoroca em terço médio da vertente com 15 a 25 % de declividade e sob cobertura de cerrado.

Altitude – Aproximadamente 160 m.

Litologia – Arenitos finos e siltitos.

Formação geológica – Formação Ponta Grossa.

Período – Devoniano.

Material originário – Produto da decomposição de arenitos e siltitos.

Relevo local – Forte ondulado.

Relevo regional – Ondulado e forte ondulado.

Erosão – laminar moderada, sulcos e voçorocas.

Drenagem – Bem drenado.

Vegetação primária – Floresta Estacional Semidecidual.

Uso atual – Pastagem de capim brachiaria.

Descrição morfológica:

A - 0-25 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido); franco-argilo-siltoso com cascalho; moderada pequena e média blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e gradual.

AB.- 25-40 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmido); franco-argiloso com cascalho; moderada pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e clara.

BA.- 40-54 cm, bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmido); argila com cascalho; forte pequena blocos subangulares; cerosidade comum e forte; duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e gradual.

B - 54-110 cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido) argila com cascalho forte pequena e média blocos subangulares; cerosidade abundante e forte; duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; transição ondulada e clara

C - 110-140 cm+, coloração variegada constituída de bruno-amarelado (5YR 5/8, úmido), cinzento (5YR 6/1, úmido) e bruno forte (7,5 YR 5/8, úmido) argila siltosa; maciça; macio, friável, plástico e muito pegajoso.

Raízes: finas comuns no A, AB, poucas no BA e raras no B, ausentes no C.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que a maior intensidade dos processos erosivos situam-se na porção superior e meia vertente. A maior agressividade destes processos se deu na ruptura da encosta, ou seja, no setor mais côncavo da vertente, demonstrando que o perfil convexo apresentado deve-se aos processos de denudação ocorrido neste setor. Outro ponto importante a ser considerado é no que se refere a sazonalidade do fenômeno em função do tipo climático (um período chuvoso e outro seco) fazendo com que o material desagregado seja facilmente removido no início do período chuvoso. Considerando o curto intervalo de tempo no qual a voçoroca foi monitorada e o volume de material removido, constata-se o avanço rápido da voçoroca além de uma erosão laminar intensa, com grandes perdas de solo. Sugere-se outros estudos e análises para a área, visando uma melhor compreensão para que as inferências possam ser aplicadas à outras áreas que apresentem características semelhantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. Reconhecimento Geográfico nos Planaltos Divisores das Bacias Amazônica e do Prata, entre os Meridianos 51° e 56° WG. *Revista Brasileira de Geografia*. 10 (julho/setembro) Rio de Janeiro. FIBGE. 395 - 436. 1948.
- ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. *Contribuição à Geologia dos Estados de Goiás e Mato Grosso*. Ministério da Agricultura, DNPM, Divisão de Geologia e Mineralogia. Notas Preliminares e Estudos. Nº 46 (dezembro) Rio de Janeiro. 1948.
- ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. Relevo de Cuesta na Bacia Sedimentar do rio Paraná. *Boletim Paulista de Geografia*. (3) outubro. São Paulo. 1949.
- BAXTER, Michael. *Garimpeiros de Poxoréu*. University of Califórnia , Bekerley. Tese de Doutorado em Geografia. Centro Gráfico do Senado Federal. Brasília 1988.
- BERTONI, José ; NETO, Francisco Lombardi . *Conservação do Solo*. 3ª edição. São Paulo. CERES, 1983.
- BIGARELLA, J. J., MAZUCHOWSKI, J.Z. Visão integrada da problemática da erosão. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, Maringá; *Livro Guia*. ABGE/ADEA. 1985.
- BRAIDA ,J.A; CASSOL, E.A .Erodibilidade em sulcos e em entressulcos de um podzólico vermelho-escuro franco-arenoso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Campinas, 20: 127-134, 1996.
- BRAIDA ,J.A. Relações da erosão em entressulcos com resíduos vegetais em cobertura e erosão em sulcos em um solos podzólico vermelho escuro. Porto Alegre, 1994. 152p. Dissertação Mestrado UFRGS.
- CHRISTOFOLETTI, A. O fenômeno morfogenético de Campinas. *Notícia geomorfológica, Campinas*. v.8, nº 16. p. 3-92. CRHISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo. Edgard Blücher, 1980.
- CHOW, V.T. *Open-channel hydraulics*. New York: McGraw-Hill, 1959.
- DAEE/IPT. *Controle da erosão: bases conceituais e técnicas: diretrizes para o planejamento urbano regional: orientações para o controle de boçorocas urbanas*. São Paulo. Secretaria de Energia e Saneamento. Departamento de Águas e Energia Elétrica. 1989.
- DERREAU, M. *Précis géomorphologie*. Paris; Masson et Cie. 1967
- ELLIOT, W.J. *A process based rill erosion model*. Iowa: Iowa State University, 1988. 110p. Iowa State University, Iowa, 1988.

- ELLIOT,W.J. LAFLEN,J;M. A process-based rill erosion model. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.36,p.65-72,1993.
- ELLISON, W.D. *Soil detachment and transportation*. Soil Conserv., Washington, 11(8):179,190,1946.
- FIBGE . *Contribuição ao Estudo da Geomorfologia da Área de Rondonópolis com fins ao Uso da Terra*. IBGE. Rio de Janeiro. 1989.
- FIBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA. Projeto RADAMBRASIL.Folha SE-21Corumbá.Rio de Janeiro.1986.vol.27.
- FOSTER,G.R. Modelling the erosion process. In: HAAN,C.T.,JOHNSON,H.D.& BRAKENSIEK,D.L.,eds. *Hydrologic modelling of small watersheds*. St.Joseph, ASAE,1982.cap.8,p.297-380.(ASAE Monograph,5)
- FOSTER,G.R. & MEYER, L.D. Mathematical simulation of upland erosion by fundamental erosion mechanics. In: *Present and prospective technology for predicting sediment yields and sources*. Washington,USDA-Agricultural Research,1975.p.190-207.(ARS-S-40).
- FOSTER,G.R.: MEYER,L.D.:ONSTAD,C.A .Na erosion equation derived from basic erosion principles. *Transactions of the ASAE*,v.20,n.4,p.672-678,1977.
- FOSTER,G.R.; YOUNG,R. A ; RÖMKENS,M.J.M.; ONSTAD,C. A .Processes of soil erosion by water. In: FOLLETT, R.F.; STEWART, B. A . *Soil erosion and crop productivity*. Madison: American Society of Agronomy, 1985.p 137-162.
- FREIRE, L . *Grande e novíssimo dicionário da língua portuguesa*. Rio de Janeiro, A Noite Editora;1939.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE -FEMA. *O Uso da Terra e o Garimpo na Bacia do Rio São Lourenço. Mato Grosso - Reflexos no Ambiente*. UFMT/CCA. Cuiabá-MT.1989.
- FURLANI, G. M. *Estudo geomorfológico das boçorocas de Casa Branca*. São Paulo. 1980 FFLCH-USP-Dptº de Geografia.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DE ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. *Orientação para o combate a erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Peixe-Parapanema*. São Paulo. 6 v. (IPT. Relatório 24 739) 1986.
- LEPSCH, I ,F. *Solos: formação e conservação*. São paulo; Melhoramentos, Instituto Nacional do Livro, Ed. da Universidade de São Paulo.1976.

- MEIS, M.R.M, COELHO NETO, A.L., MOURA, J.R.J. As descontinuidades das formações colúvias como condicionantes dos processos hidrológicos e de erosão linear acelerada. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, Maringá; *Anais*. ABGE. v. 1, p. 179-189.1985.
- MEYER, L.D. & WISCHMEIER, W.H. *Mathematical simulation of the process of soil erosion by water*. Trans. ASAE, St. Joseph, 12:754-758.762, 1969.
- NIMER, Edmon. Clima. *Geografia do Brasil - Região Centro-Oeste*. Rio de Janeiro. IBGE 1989. Vol.1.p.23-29.
- OKA-FIORI, C, SOARES, P. C . Aspectos evolutivos das vossorocas. *Notícia geomorfológica*, Campinas 1976 .v.16, nº 3, p. 114-124.
- PARNASE, G.A.C. *Gênese e desenvolvimento de voçorocas em solos originados de rochas granitóides na região de Cachoeira do Campo, MG*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, MG 1991.
- PILCHER, E. Boçorocas. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*. v.2,n.1, p. 3-16, maio 1953.
- PRANDINI, F.L. Ocurrence of boçorocas in Southern Brazil geological conditioning of environmental degradation. In: *Intenational congress of the international society engineering geology*, 2 São Paulo. ABGE. v.1, T-III-36 1974 (publicação IPT)
- PRANDINI, F.L. , IWASA, O, Y., OLIVEIRA, A.M.S. A cobertura vegetal nos processos e evolução do relevo: o papel da floresta. In: *Congresso nacional sobre essências nativas*. Campos do Jordão. *Anais*. v.13A, :3:1397-2010.
- QUEIROZ NETO J.P e CHRISTOFOLETTI, A. Ação do escoamento superficial das águas pluviais na Serra de Santana-SP. *Boletim Paulista de Geografia*. Presidente Prudente-SP, nº 45. 59-71.1968.
- SALOMÃO, Fernando Ximenes de Tavares. *Processos Erosivos Lineares em Bauru (SP): Regionalização Cartográfica Aplicada ao Controle Preventivo Urbano e Rural*. São Paulo. Depto de Geografia. FFLCH/USP. 1994. Tese de Doutorado.
- SCHÄFER, M.J. Erosão em entressulcos e em sulcos sob diferentes preparos e consolidação do solo. Santa Maria-RS, CCR-Pós-Graduação em agronomia, dissertação de mestrado.1999.
- SETZER, J. *Os solos do Estado de São Paulo*; Rio de Janeiro; IBGE.1949. Relatório técnico . publicação , 6.
- TRICART, J. *Ecodinâmica*. FIBGE/SUPREN. Rio de Janeiro. 1977.
- TRICART, J. *A Terra planeta vivo*. Portugal. Ed Presença/Martins Fontes. 1972.

ANEXO

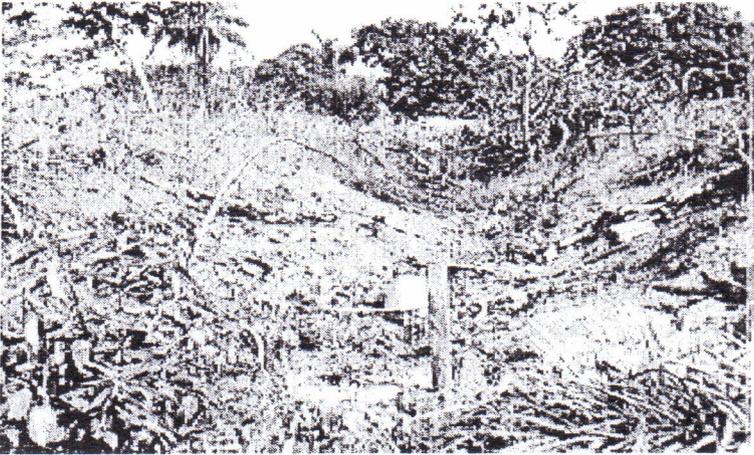


Foto 1: Aspecto da voçoroca na área monitorada pelo experimento
Foto: autor/agosto de 1997.



Foto 2: Aspecto da área monitorada pelo experimento
Foto: autor/agosto de 1997