

PROCESSO EROSIVO ACELERADO CAUSADO POR PRECIPITAÇÃO EXCEPCIONAL OCORRIDA EM NOVA BILAC, FLORAÍ –PR

THOMAZ, E. L.¹

¹Professor Adjunto, Departamento de Geografia, Laboratório de Geografia Física. Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO. Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 – Centro Politécnico, Cx. Postal, 3010. Fone/fax: (042) 3629 – 8100, CEP 85.040-430 -Guarapuava -PR. E-mail: thomaz@unicentro.br

RESUMO

O objetivo deste estudo é descrever processo de erosão acelerado em vertente causado por evento pluviométrico excepcional. Procurou-se deduzir e explicar os mecanismos desencadeadores com base em observações de campo, análise de material superficial e depoimento de agricultores atingidos pelo fenômeno. O evento ocorreu em Nova Bilac, Floraí. A região Noroeste do Estado do Paraná tem sido apontada em muitos estudos como uma paisagem frágil, ela abrange os depósitos sedimentares de origem eólica do Arenito Caiuá. Esta região passou por profundas mudanças no uso da terra nos últimos 70 anos, primeiro com a substituição de extensas áreas florestadas por cultivo de café. Posteriormente, na década de 1970 com o declínio da economia cafeeira houve diversificação no uso da terra com cultivos de pastagens, culturas anuais (soja, trigo e milho), cana, mandioca, culturas perenes como amora (bicho-da-seda), citricultura, entre outros cultivos. A dinâmica do uso da terra influenciou os processos superficiais como infiltração, escoamento, erosão e degradação biofísica dos solos. O evento excepcional (*tromba d'água*) ocorreu em novembro de 2002 (primavera). Ele teve como característica alta intensidade, curta duração e área restrita de abrangência, em torno de 5 km de raio. A quantidade e a duração do evento indicaram precipitação entre 250 mm a 300 mm, precipitados em aproximadamente duas a três horas (em média 125 mm/h). Dessa forma, o evento ocorrido foi mais que o dobro da precipitação média mensal de novembro (119,2 mm) e representou em torno de 16,5% do total da precipitação média anual (1508,5 mm). As características geomorfoedológicas, a aptidão do solo, aliado ao manejo potencializou o processo de erosão acelerada. Após o evento o topo do solo tornou-se altamente instável aos processos hidro-erosivos. Houve profundas mudanças biofísicas no solo como indução ao selamento superficial, redução da capacidade de retenção de água e predisposição a formação de manchas degradadas (arenização). Formaram-se amplos depósitos de sedimentos em forma de cones de dejeção nos sopés de vertentes e no fundo de vales. Esse material, transportado e depositado indica alteração tempô-espacial no balanço de sedimento no sistema geomorfológico, por extensão, implica em mudanças na dinâmica da paisagem.

Palavras-chave: Nova Bilac - Precipitação excepcional - Erosão acelerada – Degradação da paisagem.

INTRODUÇÃO

A região Noroeste do Estado do Paraná tem sido apontada em muitos estudos como uma paisagem frágil, ela abrange os depósitos sedimentares de origem eólica do Arenito Caiuá (BRASIL, 1972; KRONEN, 1990). Esta região passou por profundas mudanças no uso da terra nos últimos 70 anos, primeiro com a substituição de extensas áreas florestadas por cultivo de café. Posteriormente, na década de 1970 com o declínio da economia cafeeira houve diversificação no uso da terra com cultivos de pastagens, culturas anuais (soja, trigo e milho), cana, mandioca, culturas perenes como amora (bicho-da-seda), citricultura, entre outros cultivos (PASSINI, et al. 2001). Essa dinâmica no uso da terra influenciou os processos superficiais como infiltração, escoamento, erosão, degradação biofísica dos solos, etc. Por exemplo, estudos sugerem a redução da capacidade de lotação de animais nas pastagens e redução do teor de matéria orgânica em solos submetidos a cultivo intensivo com culturas anuais (SÁ e CAVIGLIONE, 1999). Entretanto,

mesmo com a alta suscetibilidade dos solos aos processos hidro-erosivos, esforços vem sendo feitos no sentido de reformar pastagens degradadas por meio de consórcio (rotação) com culturas anuais, sobretudo soja, em sistema de plantio direto. Em trabalhos do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) a região tem sido denominada de “Arenito Nova Fronteira” (SÁ e CAVIGLIONE, 1999; OLIVEIRA, et al. 2001). Apesar de as paisagens serem padrões de rochas, relevos, solos e ecossistemas, mantidos por processos naturais, que refletem as expressões da história natural, elas incluem os impactos e manejos humanos (THOMAS e SIMPSON, 2001, p. 81). É neste contexto que o presente estudo se situa, isto é, considera as características genéticas da paisagem (formas, materiais e processos), e a ocupação humana, e, por conseguinte, as derivações antropogênicas.

Wolman e Miller (1974) propuseram, em seu trabalho na década de 1960, o entendimento da magnitude e frequência das forças nos processos geomorfológicos. Tal proposta se deveu à dificuldade de contextualização do papel que os eventos desempenhavam na funcionalidade dos sistemas geomorfológicos, ou seja, qual evento é mais importante? Os eventos extremos e poucos frequentes ou os eventos comuns e mais frequentes? O limiar descreve a zona crítica dentro da qual ocorre mudança no sistema geomorfológico. Os limiares estão presentes em todos os processos geomorfológicos. Portanto, eles devem ser vistos como a ligação entre processos e o relevo. O conceito de limiar geomórfico, bem como, a resposta do sistema geomorfológico deve ser o elemento principal considerado tanto na pesquisa básica como na aplicada (COATES e VITEK, 1980). Os limiares se configuram em dois tipos fundamentais: externo e interno e ambos dependem de onde a força está operando no sistema. Em relação, a força externa ela está condicionada principalmente ao clima. O limiar pode ocorrer em um processo ou em uma parte do relevo. O processo pode causar uma descontinuidade no relevo, ou a forma do relevo pode induzir um processo de mudança. De maneira geral, o limiar é um valor que expressa a relação de forças, agindo para criar uma mudança comparada com as forças que operam para resistir à mudança. Por fim, os limiares podem ser induzidos pelas atividades humanas (COATES e VITEK, 1980,

p. 7-11). O objetivo deste estudo é descrever processo de erosão acelerado em vertente causado por evento pluviométrico extremo. Além disto, buscou-se deduzir e explicar alguns mecanismos desencadeadores com base em observações de campo, análise de material superficial, depoimento de agricultores atingidos pelo fenômeno, revisão de literatura e pesquisa em jornal que destacou o evento ocorrido. O evento intenso destruiu lavouras de soja, amora (bicho-da-seda), cana e pastagens. Entretanto, as lavouras de soja foram as mais atingidas. De tal modo, a presente análise procurou caracterizar o processo erosivo ocorrido numa propriedade cultivada com soja, que foi uma das mais atingida. A propriedade localiza-se no distrito de Nova Bilac (Lat. 23°17'16''S e Long. 52°23'43''W), altitude 407 m e declividade média da vertente 10,5%.

MATERIAL E MÉTODO

A caracterização do processo erosivo acelerado e a dedução dos mecanismos desencadeadores tiveram os seguintes procedimentos metodológicos: Trabalho de campo realizado dois meses após o evento (janeiro de 2003): a) registros fotográficos das ravinas e do material depositado no fundo de vale; b) estimativa do comprimento e profundidade das ravinas; c) depoimento e coleta de dados a partir de depoimentos de agricultores afetados pelo fenômeno; d) revisão de literatura e consulta do jornal que noticiou o evento. Trabalho de campo realizado pouco mais de um ano após o evento (janeiro de 2004): a) coleta de amostras de solo para análise granulométrica em horizonte superficial (0 – 30 cm); b) coleta de amostras indeformadas do topo do solo (0 – 5 cm; 10 amostras) com anéis volumétricos de 95,5 cm³; c) avaliação da capacidade de suporte do topo do solo por meio do uso de penetrômetro de bolso (31 amostras); d) mensuração de declividade predominante da vertente com clinômetro de Abney; e) avaliação do desenvolvimento de cultura plantada após o evento (mandioca).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização pluviométrica e contextualização do evento

A precipitação média anual em Florai é de 1508,5±259,1 (série de 1976-1997). Ao longo dessa série, a menor precipitação anual foi de 1061,2 mm em 1978 e maior foi 2155,1 mm em 1983. O trimestre mais chuvoso é o verão (dezembro, janeiro e fevereiro) período em que se acumula em torno de 35% do total da precipitação anual (IAPAR, 2000). Em contrapartida, o inverno (junho, julho e agosto) é o período em que ocorre a redução da precipitação, 15% do total anual. Aliás, o balanço hídrico normal médio da referida série aponta ligeiro déficit hídrico no inverno, especialmente em agosto. O evento excepcional (tromba d'água) ocorreu em novembro de 2002 (primavera). Ele teve como característica alta intensidade, curta duração e área restrita de abrangência, em torno de 5 km de raio. A quantidade e a duração do evento obtidos, por meio de depoimentos, indicaram precipitação entre 250 mm a 300 mm, precipitados em aproximadamente duas a três horas. Essa precipitação foi medida e estimada em um pluviômetro utilizado por um agricultor que registra habitualmente a precipitação em Nova Bilac para fins de manejo da lavoura (ex. momento de arar a terra ou semear). Esse valor também foi utilizado pela defesa civil para decretar estado de calamidade pública. Entretanto, o dado deve ser avaliado como aproximado e possui imprecisão, e não é possível estimar seu erro. Optou-se por analisar e correlacionar o evento em seus valores mínimos, ou seja, 250 mm de chuva precipitados em duas horas, isto representa uma intensidade média de 125 mm/h. Dessa forma, o evento ocorrido é mais que o dobro da precipitação média mensal de novembro (119,2 mm) e representa em torno de 16,5% do total da

precipitação média anual (1508,5 mm). Portanto, o evento é considerado como excepcional, com baixa frequência e alta magnitude, o que resultou em forte erosão acelerada (ravinações) mobilizando grande quantidade de material para os sopés de vertente e canais fluviais, além de causar significativo prejuízo material a população local.

Forma e materiais: descrição do processo e mecanismo desencadeador

Na área de estudo as vertentes são longas e convexas. Em média a declividade ao longo da vertente varia de baixa na parte superior (inferior a 6%) a média no terço médio e inferior (8 a 12%). Ocorre significativa variação pedológica no domínio das vertentes: Latossolos Vermelhos (topo), Argissolos (meia vertente) e Neossolos Quartzarênicos (sopé) (EMBRAPA, 1999; CAMPANINI, et al. 2005). Segundo Campanini et al. (2005) a variação pedológica e, sobretudo a disposição dos horizontes ao longo da vertente se transforma devido à circulação da água no perfil do solo. No topo o predomínio de circulação é vertical e na média vertente com o aumento da declividade a circulação da água é tanto vertical quanto lateral. Essa dinâmica causa a transformações dos horizontes, alguns são construídos às expensas da destruição de outros. Ressalta-se que o estudo desenvolvido por esses autores se localiza na mesma unidade geomorfopedológica da presente pesquisa. Análises granulométricas indicaram horizonte Ap arenoso com 94% de areia, 4% de argila e 2% de silte. Outros parâmetros físicos (Tabela 1) indicaram um horizonte Ap friável e com estrutura pouco estável. Outro indicativo de compactação, erosão laminar e pobreza de matéria orgânica do solo, pôde ser constatada pelo predomínio de fitoindicadora carrapicho (*Cenchrus echinatus*). Essa espécie tem ecótipo preferencial em área com degradação biofísica do solo (Figura 1a).

Tabela 1 -Características físicas do topo do solo (0 – 5 cm)

Parâmetros Avaliados	Média e Desvio Padrão
Densidade aparente (g/cm ³)	1,52±0,07 (n= 10)
Porosidade total (%)	42,73±5,87 (n= 10)
Resistência (kgf/cm ²)	<0,25 (n= 31)

A incisão das ravinas ocorreram predominantemente na transição de meia vertente. As dimensões foram variáveis (largura e profundidade). Em média o comprimento das ravinas variaram entre 50 a 200 m, a profundidade entre 0,60 m a mais de 1,50 m, e a largura entre 2 e 15 m. De maneira geral as ravinas mais largas foram as mais rasas, sendo o inverso para as mais estreitas que foram as mais profundas. Segundo o agricultor a terra nos anos anteriores estava arrendada para o cultivo de cana. Posteriormente, com o

aumento dos preços da soja houve interesse em cultivar tal cultura. Houve reforma das curvas de nível três anos antes do evento (terraço embutido), sendo que a preparação do solo para o plantio da soja na safra 2002-2003 foi por meio de escarificação, gradagem e semeadura. Mesmo, que apenas o evento excepcional tenha sido elemento suficiente para ter causado instabilidade nas vertentes, infere-se que o manejo do solo (aptidão), e principalmente o uso de escarificador facilitou a entrada de água no topo do solo, e posteriormente com as discontinuidades causadas pelo limite de trabalho do implemento (em torno 40 cm) tenha induzido rupturas, juntamente com as variações internas dos horizontes, ou seja, horizonte Bt e presença de duricrust. As referidas discontinuidades se mostraram importantes elementos de instabilidades e indutores de processos erosivos acelerados. Verificou-se três camadas limites para a incisão das ravinas: 1) limite de soleira de implemento (escarificador) (Figura 1.a); 2) limite de horizonte Bt com maior quantidade de argila em torno de 20% (pegajoso e plástico) (Figura 1.b); 3) limite de duricrust (nódulos e concreções ferruginosas) (Figura 2.a e 2.b) . Essas camadas limites indicam, grosso modo, discontinuidades hidráulicas (ruptura), e por conseqüência, influenciaram o desencadeamento de processos erosivos acelerados (limiar). A profundidade das incisões aumenta do primeiro limite para o último.

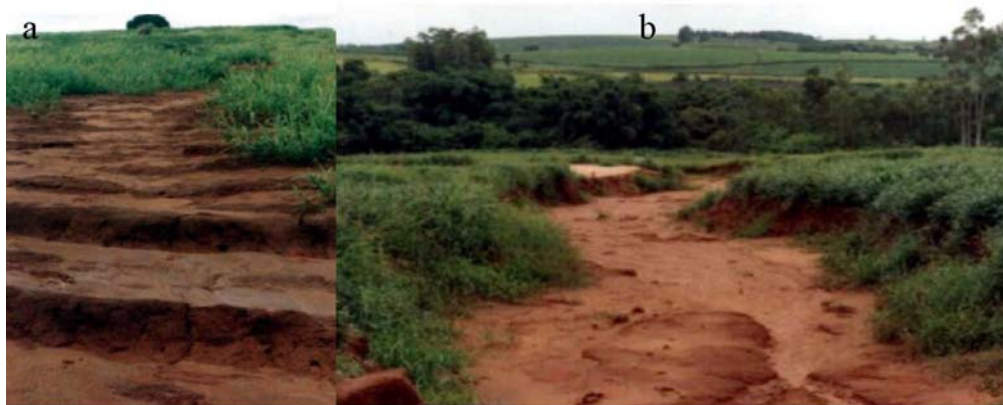


Figura 1. Aspectos das ravinas: a) ravina com vista para montante marcada por transição horizonte Ap removido e soleira de implemento, ao fundo espécie invasora predominante carrapicho; b) ravina com vista para jusante conectada a canal fluvial (transição) por meio de cone de dejeção.



Figura 2. Ravina limitada por camada de *duricrust*: a) visão geral da ravina e ao centro proprietário, Fábio Marcelo Castelli Astrath; b) *duricrust* (nódulo e concreções ferruginosas).

Após a colheita da soja o proprietário utilizou manejo com retro-escavadeira, no sentido de obliterar as ravinas. À parte da propriedade mais atingida pelas ravinas foi cultivada em seguida com mandioca. Apesar deste procedimento constatou-se a manutenção de corredores e manchas ao longo das ravinas (Figura 3.a). Por exemplo, em 30 amostras tomadas ao acaso verificou-se que as plantas que ficaram sobre as ravinas obliteradas tiveram um desenvolvimento muito inferior. As plantas cultivadas em área não ravinada mediram em média $101,9 \pm 11,2$ m (n= 15), enquanto as que se encontravam nas cicatrizes de erosão registraram altura 126% menor, isto é, $45,0 \pm 9,95$ m (n= 15). Aliás, a variabilidade da altura das plantas foi muito superior 22% (Figura 3b).



Figura 3. Ravina em lavoura de mandioca: a) selamento superficial, *knickpoint* e processo de incisão e formação de ravina (micro-cabeceira de drenagem); b) ravina já instalada dissecando o topo do solo.

Apesar das medidas tomadas pelo agricultor a área que antes do evento pluviométrico já possuía alta susceptibilidade à erosão devido à baixa estabilidade dos agregados do horizonte superficial, passou a ter alta instabilidade resultando em forte erosão laminar e o restabelecimento de incisões de sulcos em antigas cicatrizes de ravinas, inclusive com formação de estrutura de abatimento (desmoronamento e afundamento do topo do solo) induzindo a formação de piping, facilitado pelas condições dos materiais e hidráulicas já descritas (Figura 3a e 3b). Os processos erosivos foram, em parte, influenciados pelas características geomorfológicas das vertentes na área de estudo. Segundo Campanini et al. (2005) no topo ao terço médio da vertente predomina os horizontes Ap e Bw, a partir da média vertente aumenta a complexidade dos horizontes pedológicos com aparecimentos de nódulos e concreções ferruginosas, formação de

horizonte E e, sobretudo, espessamento do horizonte Bt. Por causa dessa dinâmica ocorre significativa mudança nas frações granulométricas que apresenta aproximadamente 15% de argila no topo da vertente e menos de 1% no sopé da vertente. Outro aspecto é a importante participação da fração areia fina (0,25 – 0,125 mm) nos horizontes pedológicos que pode variar ao longo da vertente entre 58% a 65%. Estudos conduzidos por Kronen (1990) para avaliar a estabilidade dos agregados em horizonte superficial de solos Podzólicos (Argissolos), semelhantes ao da área de estudo, indicaram que na profundidade de 0 – 10 cm, em média 71,2% dos agregados são inferiores a 0,50 mm, sendo que esse valor pode chegar a 86,80% em Podzólico Vermelho Amarelo Abrúptico. Na profundidade de 10 – 20 cm os resultados apontaram 67,6% dos agregados inferiores a 0,50 mm, de modo semelhante, o referido solo apresentou a maior porcentagem de agregados nessa classe (82,39%). Em contrapartida, os Latossolos Vermelhos, apresentaram em média nas duas profundidades 40,2% dos agregados inferiores a 0,50 mm. Posteriormente, Kronen (1990) correlacionou as frações granulométricas com a curva de arraste crítica proposta por Hjulstrom. O autor constatou que partículas com diâmetro inferior a 0,50 mm possuem forte suscetibilidade a erosão com predisposição alta ao transporte ou arraste. Além disso, essa classe granulométrica compõe material suspenso e relocado em escoamento superficial normal, ou seja, não é necessário escoamento muito intenso como o aqui descrito para que o processo erosivo seja significativo. Portanto, mesmo em condições normais esses materiais são altamente suscetíveis aos processos erosivos. O modelo de loteamento das propriedades na área de estudo pode também influenciar nos processos erosivos (THOMAZ, 1995). Haja vista, que regionalmente as glebas agrícolas possuem, em geral, suas cabeceiras no topo da vertente (espigão – estradas) e o fundo com divisa em canal fluvial. Dessa forma, com as características geomorfopedológicas ora descritas, é possível numa propriedade haver solos com diferentes graus de suscetibilidade à erosão. Todavia, o manejo do solo é feito de modo semelhante do topo ao fundo do vale não se considerando a aptidão de cada compartimento da vertente.

CONCLUSÕES

O evento foi excepcional e causou forte instabilidade nas vertentes. Confirma-se a alta magnitude e baixa frequência do evento. Segundo depoimento do agricultor Durval Bergo, que mora há mais de 42 anos em Nova Bilac, essa não foi a primeira vez que fenômeno parecido ocorreu no distrito, já que, por volta de 1972 uma forte chuva assolou a região. Todavia, naquela época as terras eram ocupadas com café e os danos não foram tantos, uma vez que, a cultura do café

tem outras características morfológicas, fisiológicas, stand etc. As características geomorfopedológicas, a aptidão do solo, aliado ao manejo potencializou o processo de erosão acelerada. Após o evento o topo do solo tornou-se altamente instável aos processos hidro-erosivos. Houve profundas mudanças biofísicas no solo como indução ao selamento superficial, redução de capacidade de retenção de água e predisposição a formação de manchas degradadas (arenização). Formaram-se amplas ravinas com depósitos de sedimentos em formato de cones de dejeção nos sopés de vertentes e no fundo de vale. O material, transportado e depositado indica alteração tempôro-espacial no balanço de sedimento no sistema geomorfológico que implica, ainda, em mudanças nos processos e na dinâmica da paisagem (limiars, resiliência, estoque de sedimento, assoreamento etc.).

AGRADECIMENTOS

Aos agricultores do distrito de Nova Bilac, em especial, a Fábio Marcelo Castelli Astrath que permitiu a realização deste estudo em sua propriedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério do Interior. Departamento Nacional de Obras contra as Secas. **Relatório do estudo para o controle da erosão no noroeste do estado do Paraná**. Curitiba, 1972. CAMPANINI, O. R.; GASPARETTO, N. V.; NAKASHIMA, P. Estudo da topossequência sítio Alvorada em Nova Bilac, Floraí – PR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 11. 2005, São Paulo. **Anais, Relação de Trabalhos**. São Paulo: Departamento de Geografia/FFLCH/USP, 2005. p. 3160-3166. v.1 CD-ROM. COATES, D. R. & VITEK, J. D. **Thresholds in geomorphology**. London: George Allen & Unwin, 1980. EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Brasília, 1999. IAPAR. **Cartas climáticas do Paraná**. v. 1. Londrina: IAPAR, 2000. KRONEN, M. A erosão do solo de 1952 a 1985 e seu controle no Paraná. **Boletim técnico**, n. 30. Londrina: IAPAR, 1990. O Diário. **Chuva causa medo e destruição em Floraí**. Maringá, novembro de 2002. OLIVEIRA, E. (org.) Arenito Nova Fronteira: sistemas de arrendamento de terra para recuperação de áreas de pastagens degradadas. **Circular**, n. 115. Londrina: IAPAR, 2001. PASSINI, J. J. (org.) **Noroeste do Paraná em redes: referências para a agricultura familiar**. Projeto Paraná 12 meses. Londrina: IAPAR, 2001.

SÁ, J. P. G. & CAVIGLIONE, J. H. Arenito Caiuá: capacidade de lotação de pastagens. **Informe de Pesquisa**, n. 132. Londrina: IAPAR, 1999. THOMAS, M. F. & SIMPSON, I.A. Landscape sensitivity: principles and applications in northern cool temperate environments. **Catena**, v. 42, nos. 2-4, 2001. Especial Issue. THOMAZ, E. L. **Erosão Urbana**: sua problemática e contextualização no município de Florai/PR. Londrina, 1995, 167 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Londrina. WOLMAN, M. G. & MILLER, J. P. Magnitude e frequência das forças nos processos geomorfológicos. **Notícia Geomorfológica**, v. 14, nos. 27-28, p. 3 – 43, 1974.