

Monitoramento de Voçorocas: Adaptações Metodológicas no uso de Estacas e Pinos de Erosão

Loureiro, H.A.S. (UFRJ) ; Guerra, A.J.T. (UFRJ)

RESUMO

Em Guerra (1996) o estaqueamento ao redor de ravinas e voçorocas mede o recuo das bordas, e os pinos de erosão são utilizados para medir a erosão laminar. O trabalho visa apresentar duas inovações desta metodologia. Em campo, foi necessário adicionar estacas mais próximas das bordas, garantindo medições mais exatas, sem prejuízos se o recuo das bordas as removessem. Inovou-se no uso dos pinos de erosão, que mediram o solapamento das paredes da voçoroca, demonstrando maior erosão que nas bordas.

PALAVRAS CHAVES

Voçorocas; Monitoramento; Pinos de Erosão

ABSTRACT

The use of stakes around rills and gullies measures its borders retreat, and erosion pins are used to measure sheet erosion. This paper aims to present two methodological innovations about it. On field work, it was necessary to add stakes nearest to the borders, even if the gully's retreat removes them, in order to take more accurate measurements. The innovation is about the function of the erosion pins, measuring the gully walls' retreat, which showed higher rates of erosion than the borders.

KEYWORDS

Gullies; Monitoring; Erosion Pins

INTRODUÇÃO

Entre diversos processos que causam a degradação do solo, está a erosão hídrica. Sobre o solo, a água das chuvas desagrega e transporta suas partículas, através dos processos erosivos splash e runoff. Sob o solo a água infiltrada pode romper a estabilidade da massa de solo, causando movimentos de massa de mínimas a grandes proporções, ou através de dutos formados pelo escoamento subsuperficial, solapar terrenos inteiros. As voçorocas podem ser permanentes na paisagem, devido ao difícil controle e recuperação quando atingem grandes proporções (Selby, 1993 e Guerra, 2007). Estas feições são mais comuns em áreas de pasto, e a principal forma de erosão em bacias hidrográficas (Araújo et al., 2009). É comum a extrema atividade da cabeceira e a estabilidade da base, caso deste estudo, mas o inverso também é possível (Morgan, 2005). Esses processos de erosão dos solos podem constituir-se em riscos diversos a atividades e vidas humanas. Nesse sentido, é importante conhecer a dinâmica dos processos geomorfológicos que atuam modificando a paisagem (Francisco et al., 2008 e 2010). O monitoramento da erosão pode ser fundamental para o bom diagnóstico de sua evolução, a fim de proporcionar alternativas à contenção da degradação ou a recuperação das áreas degradadas pelos processos erosivos. O objetivo deste trabalho, que faz parte da dissertação de mestrado deste autor, é apresentar duas adaptações metodológicas realizadas no monitoramento de uma voçoroca. A primeira, mais simples, surgiu da necessidade em campo de uma medição mais precisa do recuo das bordas com uso de estacas. A segunda refere-se a uma inovação metodológica na utilização dos pinos de erosão, trazendo resultados interessantes, corroborando a proposta. Na bacia hidrográfica do rio São Pedro, norte do Estado do Rio de Janeiro, os sinais da degradação causada pela erosão são facilmente notados e constantemente presentes na paisagem.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia de monitoramento da voçoroca segue as propostas de Guerra (1996). Para monitorar

o recuo das bordas foram colocadas 18 estacas ao redor da feição, numeradas de 1A e 1B a 9A e 9B, medindo 20 cm de altura, por 2x3cm largura para as medições efetivas. Estas tem como referência inicial outras 9 de mesma dimensão, numeradas de 1 a 9, posicionadas a cerca de 10m das bordas da voçoroca. Outras 17 estacas, numeradas de 1a e 1b a 9a e 9b, com 10 cm de altura (estaca 2a não foi necessária) foram colocadas mais próximo das bordas, referenciando a medição das 18 estacas anteriores. Perder as estacas menores devido ao recuo das bordas não é um problema, pois sua função é dar mais exatidão às medições. Estas estacas menores próximas das bordas são a adaptação metodológica julgada necessária durante o trabalho de campo, e seu resultado foi positivo para o monitoramento. Segundo Guerra (1996), o monitoramento com pinos de erosão consiste em medir a altura destes acima do solo. Havendo remoção de material por erosão, o pino ficará cada vez mais exposto, mostrando-se como técnica bastante útil para verificar a erosão laminar. A inovação no monitoramento com pinos de erosão trata-se da colocação destes nas paredes da voçoroca, com o mesmo intuito de mensurar a remoção de material, porém, das paredes da voçoroca, e pode ser medida em centímetros e/ou milímetros (Loureiro et al., 2011). Neste estudo, os pinos medem 40 cm, e foram enterrados nas paredes em 7 áreas selecionadas nas paredes da feição, totalizando 56 pinos. Para sua instalação foi primordial que estabelecêssemos as seguintes regras: (a) cada primeiro pino de uma coluna é instalado a 0,5m e a 1,0m da superfície do solo, alternadamente; (b) a distância vertical entre os pinos de uma mesma coluna é de 1,0m; (c) a distância entre as colunas de pinos de erosão é de 2,0m. Quatro colunas tiveram necessidade de adaptação das regras devido à altura da parede.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados dados já tratados, considerando a medida efetiva desde as estacas A e B até as respectivas bordas da voçoroca. Variações entre as medidas mensais de uma mesma estaca, na ordem de até 0,05m, foram consideradas como margem de erro inerente ao processo. Não utilizar as estacas menores provavelmente levaria a uma variação maior, ou mesmo prejudicaria o monitoramento quando ocorresse algum problema com as estacas principais, devido à erosão laminar ou à passagem do gado. A tabela 1 aponta, também, os totais pluviométricos mensais, os totais de recuo das bordas para cada estaca e para cada mês de monitoramento, seguindo os trabalhos de Francisco et al. (2008 e 2010), que buscaram analisar a dinâmica do processo de voçorocamento, realizando trabalhos de campo mensais por um ano para o monitorar a erosão nas bordas através do estaqueamento. É importante considerar os índices pluviométricos correspondentes ao período monitorado (Guerra, 1996; Francisco et al., 2008 e 2010). Os dados foram adquiridos, principalmente, através do sítio na internet da Agência Nacional de Águas (ANA), que possui uma única estação pluviométrica na bacia do rio São Pedro, a Estação Fazenda Oratório, no baixo curso. Houve evolução da voçoroca, principalmente na cabeceira, representada pelas estacas 4B, 5A e 5B (Loureiro et al., 2011). Dados da ANA, de março de 2011 registraram 376,1 mm de chuva, maior registro do período monitorado. No pluviógrafo do Lagesolos/UFRJ foram registrados 136,2 mm de chuva somente nos últimos 10 dias deste mês. Com isso, no monitoramento de março de 2011 foram registrados recuos das bordas na cabeceira da voçoroca, sendo 54 cm na estaca 4B, 58 cm na estaca 5A e 3 metros e 02 cm na 5B, com a perda da estaca menor 5b (Loureiro et al., 2011). O monitoramento da remoção, e mesmo acumulação, de material nas paredes da voçoroca com o método dos pinos de erosão mostrou o potencial dessa inovação metodológica, uma vez que materiais da parede podem solapar sem que haja necessariamente recuo da borda. E os resultados mais expressivos ocorreram durante o período chuvoso, pelo lado esquerdo da cabeceira da voçoroca, sua parte mais ativa. A 2ª coluna é a mais representativa, com mudanças constantes e/ou abruptas. Do monitoramento de novembro para o de dezembro de 2011 é possível perceber algumas mudanças na região dessa coluna de pinos, causadas pelos fluxos de água das chuvas que caem diretamente sobre a parede, devido à ação do escoamento superficial e do escoamento subsuperficial após a saturação do solo, e também, devido à elevada erodibilidade do material. Destes dois meses para o monitoramento seguinte, de janeiro de 2012, com a intensificação e aumento da pluviosidade, a mudança foi muito grande, e facilmente perceptível observando a figura 1. O resultado mais expressivo do pino 2.4 (cabeceira esquerda) foi registrado em dezembro de 2011, mês com 273,9 mm de chuva (ANA, 2012). O pino, antes totalmente coberto registrou 20,5cm de exposição. Reflexo da atuação da água no retrabalhando as partículas de solo na parede da

voçoroca, principalmente na cabeceira, constantemente modificada pela ação erosiva da chuva. Em janeiro de 2012, com o decorrer do período chuvoso, resultados ainda mais significativos, foram registrados. O pino 2.1, cabeceira esquerda, caiu com o solapamento de, pelo menos, 40 cm do solo onde estava enterrado. Este não havia registrado nenhum solapamento de material nos primeiros 7 meses de monitoramento. Ao final do período de monitoramento, foram 7 pinos (de 40cm) retirados das paredes com o solapamento do material de solo ao qual estavam afixados.

Tabela 1

Estacas	Fevereiro 25/02/2011	Março 29/03/2011	Abril 26/04/2011	Maió 27/05/2011	Junho 27/06/2011	Julho 28/07/2011	Agosto 08/09/2011	Setembro 27/09/2011	Novembro 29/11/2011	Dezembro 27/12/2011	Janeiro 01/02/2012	Fevereiro 01/03/2012	Março 30/03/2012	Recuo por Estaca (m)
1A	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65	3,66	3,66	3,66	0,00
1B	1,03	1,00	1,00	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,00	1,00	0,03
2A	0,35	0,35	0,35	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,01
2B	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,00
3A	3,79	3,79	3,79	3,78	3,78	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77	3,55	3,55	3,55	0,24
3B	6,81	6,81	6,81	6,85	6,85	6,86	6,86	6,86	6,72	6,72	6,53	6,53	6,53	0,32
4A	11,15	11,15	11,15	11,15	11,15	11,15	11,15	11,16	11,16	11,17	11,17	11,18	10,79	0,36
4B	12,04	11,50	11,45	11,45	11,45	11,45	11,45	11,45	11,31	11,31	11,31	11,31	11,31	0,73
5A	7,42	6,84	6,64	6,64	6,64	6,64	6,64	6,64	6,32	6,32	5,93	5,93	5,93	1,49
5B	11,09	8,07	8,10	8,10	7,72	7,72	7,72	7,72	7,72	7,72	7,72	7,72	7,57	3,52
6A	7,26	7,26	7,26	7,26	7,24	7,23	7,23	7,23	7,25	7,25	7,25	7,25	7,25	0,01
6B	9,75	9,75	9,75	9,75	9,76	9,76	9,76	9,76	9,76	9,76	9,76	9,76	9,76	0,00
7A	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,31	7,31	7,31	7,31	7,33	7,33	7,33	7,33	0,00
7B	11,67	10,58	10,58	10,57	10,57	10,57	10,57	10,57	10,57	10,57	10,57	10,57	10,57	1,10
8A	10,17	10,17	10,17	10,17	10,17	10,14	10,14	10,13	10,14	10,13	10,13	10,12	10,12	0,05
8B	13,38	13,38	13,36	13,36	13,36	13,32	13,32	13,32	13,31	13,28	13,27	13,27	13,27	0,11
9A	12,85	12,85	12,48	12,46	12,44	12,44	12,44	12,43	12,44	12,44	12,46	12,43	12,43	0,41
9B	12,78	12,80	12,78	12,80	12,77	12,77	12,77	12,77	12,79	12,79	12,79	12,79	12,79	0,00
Total de Recuo (m)														8,38
Recuo por Medição (m)	143,40	138,16	137,53	137,55	137,11	137,00	137,00	136,99	136,44	136,43	135,65	135,61	135,07	
Precipitação Mensal (mm)	56,1	376,1	118,7	82,2	42	27,4	47,4	89,90	144,7	273,9	nd	nd	nd	

Taxas de recuo das bordas da voçoroca, monitorado com estaqueamento. *No mês de outubro não houve monitoramento. **Dados de chuva: ANA.

Figura 1



Áreas entre os pinos 2.3 e 2.4; (a) novembro de 2011; (b) dezembro de 2011; (c) janeiro de 2012 (Loureiro, 2011 e 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apontam a importância dos estudos de campo e do monitoramento dos processos geomorfológicos atuantes na paisagem. O desenvolvimento dessas atividades auxilia a elaboração de diagnósticos de degradação que venham a compor a proposição de medidas reparadoras. A voçoroca monitorada está estabilizada em diversas partes, mas sua atividade é bastante proeminente na cabeceira, com remoção constante de material durante os eventos pluviométricos. Um próximo passo na utilização dessa metodologia dos pinos de erosão nas paredes de voçorocas seria a realização de estimativas mais apuradas da perda de solo, pensando em volume de material retrabalhado. A instalação de um vertedouro na saída da feição erosiva também é uma sugestão de monitoramento.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro (projeto CT-Agro e bolsas de mestrado e iniciação científica da equipe; Ao professor Michael Fullen da Universidade de Wolverhampton, pela colaboração com ideias e toda a atenção; A toda a equipe do LAGESOLOS/UFRJ que contribuiu com os monitoramentos, em especial: Sara, Stella, Luiz Fernando, Fernando, Carmen, Raphael e Juliana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Dados Hidrológicos. Sistema de Informações Hidrológicas. Disponível em <http://hidroweb.ana.gov.br/>; acessado em 7 de junho de 2012.
- ARAÚJO, G.H.S.; ALMEIDA, J.R.; GUERRA, A.J.T. Gestão ambiental de áreas degradadas. 4a Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 320p., 2009.
- FRANCISCO, A.B.; NUNES, J.O.R.; TOMMASELLI, J.T.G. Estudo da dinâmica do processo de voçorocamento através de pesquisas de campo no município de Rancharia, SP, Brasil. In: Anais do VII Simpósio Nacional de Geomorfologia. Belo Horizonte. 10p. 2008.
- FRANCISCO, A.B.; NUNES, J.O.R.; TOMMASELLI, J.T.G. A dinâmica espaço-temporal do processo de voçorocamento no perímetro urbano de Rancharia-SP. In: Revista Brasileira de Geomorfologia - v.11, nº1., 8p. 2010.
- GUERRA, A.J.T. Processos Erosivos nas Encostas. In: Cunha, S.B. e GUERRA, A.J.T. (orgs). Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 345p., 1996.
- GUERRA, A.J.T. Processos Erosivos nas Encostas. In: A.J.T Guerra e S. B. Cunha (orgs). Geomorfologia - Uma Atualização de Bases e Conceitos. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 7ª edição, pp. 149-209, 2007.
- LOUREIRO, H.A.S.; NEVES, S.R.A.; BRIZZI, R.R.; MENDES, S.P.; GUERRA, A.J.T. Soil Erodibility and Monitoring at a Gully in São Pedro River's Drainage Basin, Macaé Municipality/Rio de Janeiro State - Brazil. In: UGI 2011 - Regional Geographic Conference, 2011, Santiago. Conference Proceedings - Regional Geographic Conference UGI 2011. Santiago, 2011.
- MORGAN, R.P.C. Soil Erosion and Conservation. England, Blackwell Publishing, 3ª edição, 304 p., 2005.
- SELBY, M.J. Hillslope materials and processes. 2nd ed. Oxford University Press. Oxford, 451p, 1993.