

REATIVAÇÃO EROSIVA EM CICATRIZ DE MOVIMENTO DE MASSA, MACIÇO DA TIJUCA, RJ.

Otávio M. R. Leão; Flavio C. Balesdent; Eduardo S. Cruz & Ana L. Coelho Netto

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Departamento de Geografia - Laboratório de Geo-Hidroecologia (GEOHECO)
GEOHECO@IGEO.UFRJ.BR

Abstract: This study has been conducted in an erosive scar area formed after a large landslide occurred in 1988 in Rio de Janeiro city. The purpose of this work is the evaluation of the relationship between hill erosion and the revegetation process. Topography and slope position were considered important variable in the revegetation process, which resulted in different overlandflow and erosion rates. Field measurements have show that the higher the rate the more difficult it is to secure the species in the revegetation sites. In 1990, induced revegetation sites covered 40% of the scar. Six years later, they were reduced to only 5% while, within the same period, natural revegetation increased from 60% to 74%.

Keywords: Revegetation process, Rill erosion, Erosive scar, Landslide

Introdução

Estudos de campo vêm sendo conduzidos nas encostas do maciço da Tijuca, tendo em vista avaliar a resultante hidro-erosiva da revegetação em cicatrizes geradas por movimentos de massa, em fevereiro de 1988 (tese de mestrado do primeiro autor). As cicatrizes são vistas como áreas-piloto para o estudo da recuperação de áreas degradadas em encostas íngremes. Rocha Leão *et al.* (1995) apontam que o processo diferencial de revegetação, induzida e espontânea, é influenciado pela atividade erosiva no interior da cicatriz; as diferentes composições vegetais, por seu turno, implicam em diferentes respostas hidrológicas e erosivas na escala pontual. No presente trabalho, o foco de atenção é direcionado para uma avaliação mais detalhada da reativação erosiva nas cicatrizes de movimentos de massa e sua relação com o processo de sucessão vegetal.

Área de estudo

O presente trabalho dá prosseguimento aos estudos anteriores conduzidos na localidade denominada Vista Chinesa, situada na porção extrema superior da bacia do rio dos Macacos, na vertente leste/sudeste do maciço da Tijuca, no município do Rio de Janeiro, inserida no Parque Nacional da Tijuca (Fig. 1). O topo da cicatriz está localizado no divisor da bacia e a base situa-se no fundo de vale de um canal de primeira ordem, tributário do rio dos Macacos (Fig. 2). Em 1989 foi executado um plantio em 40% da cicatriz, na porção média-superior, pois o restante já estava em processo de revegetação espontânea (Telles, 1992). O entorno é constituído por floresta secundária

tardia. A zona do divisor é recortada pela estrada Dona Castorina, a partir da qual foi construída uma vala de drenagem, que contribui com fluxos adicionais para o interior da cicatriz (ver localização na Fig. 3).

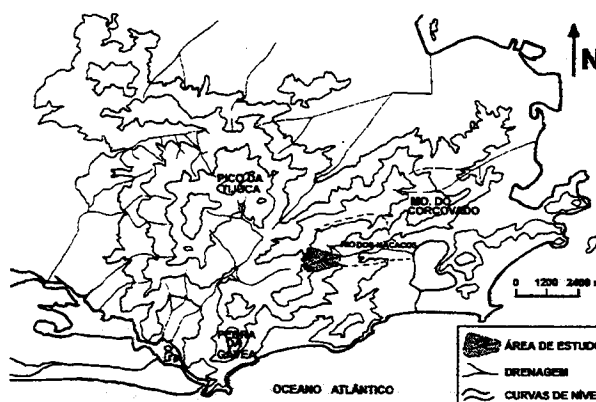


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo no Maciço da Tijuca, RJ.

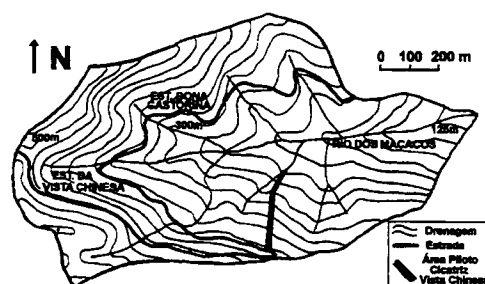


Figura 2: Localização da cicatriz erosiva na bacia do Rio dos Macacos.

A vegetação na cicatriz Vista Chinesa

Em outros trabalhos (Rocha Leão *et al.*, 1995 a, b; Rocha Leão, inédito) foram descritos 5 domínios vegetacionais no interior da cicatriz Vista Chinesa, a destacar: 1- mata secundária inicial, situada na parte média-inferior da cicatriz, com porte médio em torno de 8m onde prevalecem as Embaúbas e Crindiúvas (revegetação espontânea), com serapilheira; 2- mata secundária inicial, situada nas bordas da parte média-superior da cicatriz, de porte médio em torno de 5m, com abundância em Quaresmeira e Jacatirão (revegetação espontânea) e com pouca serapilheira.; 3- cobertura rarefeita de leguminosas de crescimento rápido (revegetação induzida), com serapilheira incipiente; 4- cobertura rarefeita de bambu (revegetação induzida), com serapilheira; 5- sem cobertura vegetal (ver Fig. 3).

Os solos e a produção de escoamento superficial

Santos *et al.* (1992) descrevem os solos da cicatriz Vista Chinesa, incluindo coberturas coluviais e solos residuais na maior parte, e rocha alterada no fundo das ravinas que ocorrem na porção média-inferior. Sabendo que a hidrologia superficial é influenciada pela composição e estrutura do topo dos solos, foram coletadas amostras na profundidade entre 0 - 10 cm, nos diferentes domínios vegetacionais (4 pontos), tendo em vista a caracterização da textura e da porosidade, ambos pelo método convencional da EMBRAPA.

Tabela 1- Estrutura da serapilheira (horizontes O1 e O2; I = incipiente) e caracterização do topo dos solos (textura e porosidade) nos diferentes domínios de vegetação da cicatriz Vista Chinesa e no entorno florestal.

Dom. Veget.	Serapilheira	Areia %	Silte %	Argila %	Poros. %
1	O1/O2I	51.8	27.3	20.9	56.9
2	O1/O2I	46.9	22.7	30.4	61.2
3	O1	51.7	9.4	38.9	60.2
4	O1	46.4	3.7	49.9	57.3
5	—	43.4	2.8	53.9	57.7
Flor.	O1/O2	58.4	15.6	25.9	66.7

A Tabela 1 mostra que o topo dos solos florestados é areno-argiloso e apresenta uma porosidade relativamente alta (66.7%). Considerando que esta porção do solo florestado foi totalmente removida pelo movimento de massa, observa-se, na mesma tabela, que os domínios considerados apresentam variações pontuais de serapilheira, textura e porosidade. Na base da cicatriz, que é zona de acumulação dos solos erodidos à montante, ocorre um

topo de solo areno-siltico-argiloso, com os menores valores locais de porosidade (56.9%); a serapilheira mostra um certo desenvolvimento com a presença de um horizonte O2 incipiente. Nas bordas, domínio 2, o material apresenta-se areno-argilo-siltico, com serapilheira O1 e O2 incipiente; a porosidade aumenta para 61.2%. Já o domínio 3, na porção superior da cicatriz, apresenta um topo de solo areno-argiloso, com porosidade em torno de 60.2%; a serapilheira é pouco desenvolvida e inclui apenas o horizonte O1. Os domínios 4 e 5, situados na área de bambu e na área “careca”, respectivamente, são similares no topo do solo: ambos são argilo-arenosos e apresentam porosidade em torno de 57%; na área de bambu ocorre apenas o horizonte O1.

As diferentes coberturas de vegetação e serapilheira, junto com as variações texturais e de porosidade do topo dos solos, podem explicar as variações pontuais na produção do escoamento superficial dentro da cicatriz estudada. A Tabela 2 mostra as respostas pontuais de produção de escoamento superficial e as respectivas competências de destacamento de partículas de solos para 23 eventos de chuvas amostrados em parcelas de 1m², acopladas a coletores tipo Gerlach e instaladas nos domínios da cicatriz e no seu entorno.

Tabela 2- Valores médios para vinte e três eventos chuvosos ocorridos entre fev de 1995 e jan. de 1996; Domínios (D); Precipitação terminal (Pt) em milímetros; Produção de escoamento (Ql) em litros e competência de destacamento de partículas do solo (St) em gramas. A= área de cada domínio (m²); QT= A X Ql.

D	Ptmm	Q l	St gr	área m ²	QT	QT %
1	58.6	3.6	13.1	10680	38127	49.7
2	58.6	3.4	19.4	2348	8053	10.5
3	57.9	5.1	21.6	700	3556	4.6
4	63.8	5.8	3.7	232	1338	1.7
5	58.8	6.9	215.6	3728	25574	33.4
fl.	60.6	2.1	1.5	—	—	—

A geração de fluxo superficial (Ql) nos diferentes domínios vegetacionais é demonstrada pela Tabela 2. Notam-se valores menores na área de mata secundária tardia, devido às características do ambiente de encostas florestadas, que conjugam a ação dos vários componentes da vegetação. O sistema de copas, a camada de serapilheira e a malha fina de raízes interagem na estruturação de um topo do solo favorável à infiltração (Coelho Netto, 1987). Nessas áreas, a geração de fluxos superficiais é intra-serapilheira e, sendo descontínua, tende a se infiltrar no solo.

Os domínios 3, 4 e 5 confirmam que ocorre um incremento da geração de fluxo superficial em solos desprovidos do horizonte O2 (domínio 3 e 4) ou desprovidos de serapilheira (domínio 5). Os domínios

1 e 2, com revegetação espontânea, situados na base e nas bordas da cicatriz, apresentam valores intermediários entre as áreas florestadas e as áreas de solos expostos, revelando algum efeito positivo dessa cobertura na reestruturação física do topo do solo e favorecendo a infiltração.

A capacidade de destacamento pontual dos solos nas parcelas de escoamento superficial (St) varia em função das características do topo do solo. Os maiores valores foram mensurados no domínio 5, situado em área de solos expostos, onde o fluxo superficial carrega constantemente uma grande quantidade de material. No domínio 3, situado em área de revegetação induzida com espécies leguminosas de crescimento rápido, a camada descontínua de serapilheira protege apenas parcialmente o solo, também permitindo o destacamento de materiais do solo. O domínio 4, situado em área de bambu, apresenta valores menores devido à presença de camada de serapilheira contínua, que impede o destacamento de sedimentos pelo salpico das gotas de chuvas ou pelo fluxo superficial. Nos domínios 1 e 2, situados em áreas de revegetação espontânea, a camada contínua de serapilheira protege o solo da atividade erosiva e o fluxo superficial é enriquecido por matéria orgânica.

Vale ressaltar ainda que o escoamento superficial é predominantemente gerado nos domínios 1 e 5, os quais contribuem, respectivamente, com 49.7% e 33.3% da produção total.

Morfologia da cicatriz e reativação erosiva

Após a modificação inicial, motivada pelo movimento de massa, uma série de efeitos se propagaram na encosta. As alterações nos processos hidrológicos e erosivos potencializaram a modificação inicial, criando uma nova rede de drenagem. A perda da cobertura superficial expôs à dinâmica erosiva os solos residuais e coluviais da porção superior da cicatriz. Este processo formou uma rede de canaletas com fluxo concentrado, resultante de erosão diferencial na superfície da cicatriz. A interconexão destas canaletas formou um grande ravinamento na porção inferior da cicatriz, que detonou a dissecação do pacote no sentido remontante. A erosão linear, por sua vez, tende a desacelerar quando atinge a rocha pouco alterada, entre as porções média e inferior da cicatriz, ver Figura 3, que foi elaborada a partir de levantamento topográfico de detalhe (1: 400) com auxílio de teodolito; um maior detalhe (1: 50) foi dado à parte superior da cicatriz onde ocorre a vala de drenagem da estrada. Pode-se notar que a encosta como um todo apresenta forte declividade (0,48).

Na mesma Figura 3 observa-se que no interior da cicatriz ocorrem dois degraus topográficos: um entre as partes alta e média, e outro na porção inferior. Os ravinamentos tendem a aumentar em número e em profundidade na parte média da cicatriz, apresentando máxima incisão linear na altura do perfil transversal D - D'. Vale ressaltar que a jusante, os ravinamentos convergem para um canal único, com bordas bem definidas, porém menos inciso do que a montante (perfis transversais E- E' e F-F').

A redução da incisão linear parece denunciar uma certa dissipação da energia cinética contida no escoamento superficial; tal fato pode estar associado ao aumento da infiltração nessa porção da cicatriz dominada pela mata de Embaúbas. Além disso, não se pode excluir o papel da vegetação na contenção da erosão pelo aumento do atrito superficial e pela retenção dos materiais dos solos, especialmente em função dos sistemas de raízes finas, que proliferam nessas camadas mais superficiais, em busca de água e nutrientes (Freire Allemão *et al.*, 1996). Um outro aspecto a considerar, nessa redução da incisão linear, diz respeito ao degrau topográfico logo a jusante, o qual está funcionando como um nível de base local, que controla, pelo menos temporariamente, a incisão a montante.

Finalmente, deve-se ressaltar que o ravinamento nas partes superior e média da cicatriz estudada está sob forte influência do fluxo adicionado pela vala de drenagem da estrada D. Castorina. Soma-se a este fato que o avanço remontante da cabeça desta cicatriz também é conduzido por mecanismos de excesso de poro-pressão na face de exfiltração, situada na base dos sistemas radiculares arbóreos do entorno superior ("seepage erosion"). O prolongamento dessa erosão remontante poderá induzir novas rupturas, especialmente na base dessa estrada.

Considerações Finais

Os resultados obtidos até o momento revelam que a reativação erosiva pode induzir novos movimentos de massa, tanto pela continuação da incisão dos ravinamentos, como pelo recuo remontante da cabeça da ravina que recebe fluxos adicionais da fuga d'água da estrada Dona Castorina. Além disso, a lavagem superficial é considerável, principalmente nas áreas de solos expostos, mantendo um processo erosivo constante no interior da cicatriz. Se por um lado a lavagem é intensa, alimentando o fluxo das ravinas, essas, por sua vez, acentuam a incisão linear, pelo menos nas áreas com pacote de solo disponível.

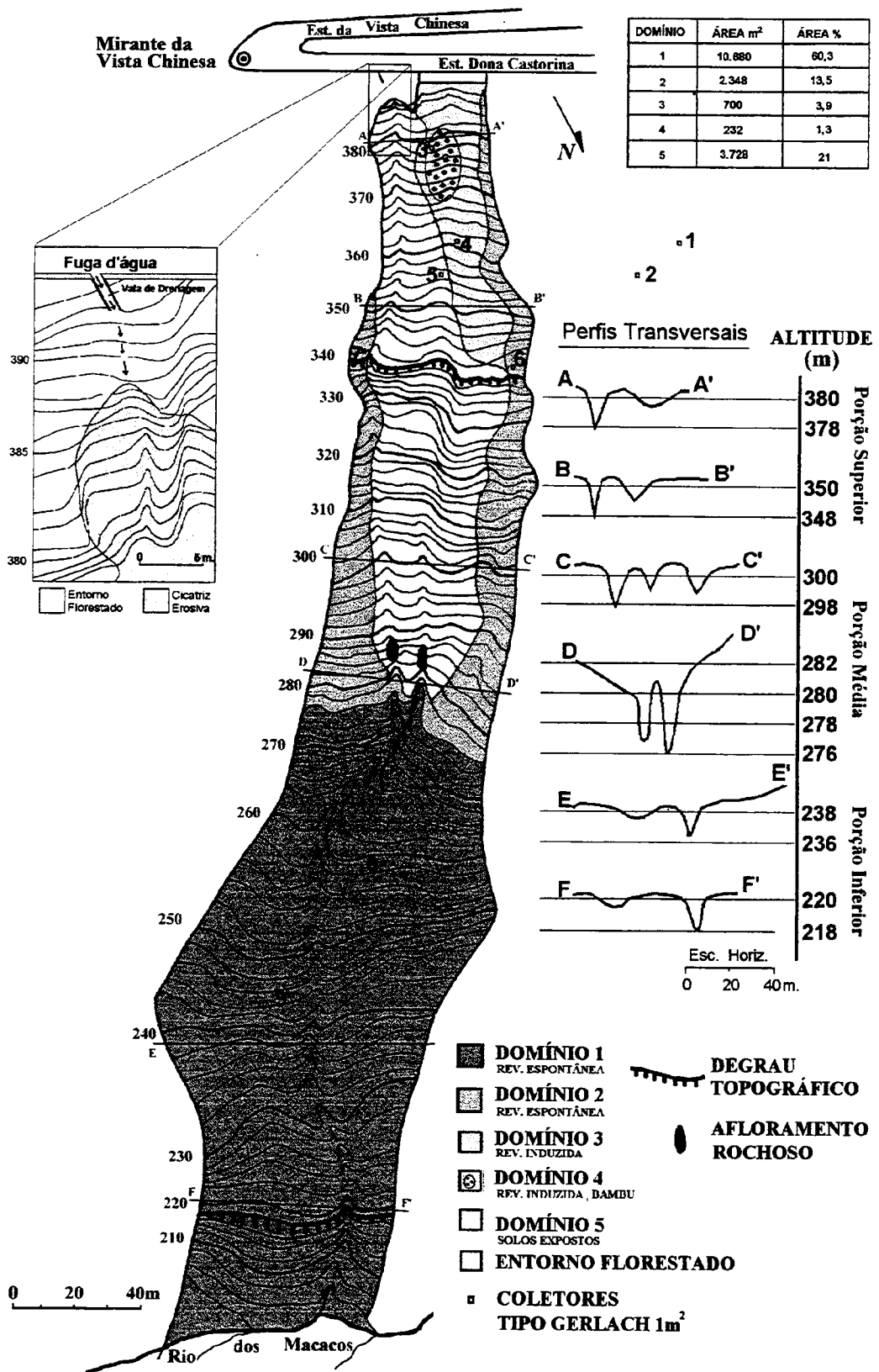


Figura 3: Mapa de tipologias vegetais em base topográfica de detalhe, cicatriz da Vista China.

A reativação erosiva é um importante fator a ser levado em consideração nos projetos de revegetação de encostas íngremes. Embora tenha-se tentado minimizar o trabalho erosivo via revegetação induzida, as técnicas ainda se mostram inadequadas ao ambiente de encostas íngremes com solos pouco férteis. Na cicatriz Vista Chinesa a introdução de leguminosas de crescimento rápido não conseguiu reestruturar o topo do solo e, conseqüentemente, a atividade erosiva permanece intensa. Com efeito, da área inicialmente plantada (40% da cicatriz) restam apenas 5%. A reativação erosiva dificulta a recolonização vegetal, podendo manter amplas áreas descobertas de vegetação por longos períodos de tempo.

Dessa maneira, torna-se necessário o desenvolvimento de metodologias de Recuperação de Áreas Degradadas que levem em consideração a atividade erosiva, principalmente para áreas degradadas situadas em encostas íngremes, sob o risco de, nos projetos futuros de revegetação, os replantios continuarem ineficazes no controle dos processos hidrológicos e erosivos de encosta. Por outro lado, em cicatrizes menores, onde a atividade erosiva não é tão intensa, a regeneração espontânea pode recolonizar rapidamente as áreas degradadas, como é o caso da cicatriz Vista do Almirante situada na bacia do Rio da Cachoeira vertente sul do Maciço da Tijuca, como indicam Turetta *et al.* (1996).

A eficiência da recolonização, no entanto, não pode ser medida apenas pelo retorno da massa vegetal, mas, principalmente, pelo retorno dos elementos do sistema florestal considerados relevantes no controle da hidrologia e erosão dos solos. Nesse sentido, torna-se necessário controlar o retorno de uma camada de serapilheira bem estruturada, de um topo de solo com estruturas biogênicas desenvolvidas e um padrão radicular ancorado em base coesa.

Referências Bibliográficas

- COELHO NETTO, A.L. Overlandflow production in a tropical rainforest catchment: the role of litter cover. *Catena*, 14: 213-231, 1987.
- FREIRE ALEMÃO, A.V. ; SILVEIRA, C. S.; FILGUEIRA, A.; COELHO NETTO, A.L. Mobilidade de nutrientes no topo do solo em bacia de drenagem florestada. PARNA da Tijuca, R.J. In Anais do XLVII Congr. Nac. Botânica, Nova Friburgo, RJ. 1996.
- ROCHA LEÃO, O.M. ; BALESSENT, F.C; CRUZ, E.S; e COELHO NETTO, A.L. Revegetação Induzida no Controle da Hidrologia e erosão de Solos In Anais do VI Simpósio de Geografia Física Aplicada, Goiania - GO, 1995.
- ROCHA LEÃO, O.M. ; BALESSENT, F.C; CRUZ, E.S; TURETTA, A.P.; CASTRO Jr., E. &

- COELHO NETTO, A.L. Potencialidades e limitações da revegetação no controle da hidrologia e erosão de solos In I encontro de Geomorfologia do Sudeste, UFRJ, 1995.
- SANTOS da ROCHA, J.C; ANTUNES, F.; ANDRADE, M.H. Caracterização geológica-geotécnica preliminar dos materiais envolvidos nos escorregamentos da vista chinesa. COBRAE-1992.
- TELLES, F.P. Comparação entre recomposição vegetal e a capacidade de regeneração natural em clareiras próximas à Vista Chinesa, Parque Nacional da Tijuca. Monografia -PUC/RIO 1992.
- TURETTA, A.P.; CASTRO Jr., E. & COELHO NETTO, A.L. Estudo da vegetação espontânea em uma cicatriz de movimento de massa e implicações na reestruturação física do topo do solo. In: Anais do XLVII Congr. Nac. Botânica, Nova Friburgo, RJ, p. 377, 1996.