

# Interações Biota-Solo-Água em Cicatriz de Deslizamento e Entorno Florestado: Maciço da Tijuca, RJ.

Negreiros, A.B.(1); Chirol, A.A.(1); e Coelho Netto, A.L.(2)

- (1) Msc. , Doutorando (PPGG-UFRJ) e Pesquisador do GEOHECO/Laboratório de Geo-Hidroecologia do Departamento de Geografia , IGEO-UFRJ. [andrenegreiros@ufrj.br](mailto:andrenegreiros@ufrj.br) , [achilleschirol@gmail.com](mailto:achilleschirol@gmail.com)
- (2) Professora Titular, Pesquisador 1B-CNPq e Coordenadora do GEOHECO/Laboratório de Geo-Hidroecologia do Departamento de Geografia , IGEO-UFRJ. [ananetto@acd.ufrj.br](mailto:ananetto@acd.ufrj.br)

## **Abstract:**

This study investigate a landslide scar in a tropical mountainous forest, originated in 1988, aiming to understand the environmental changes in the forest due to the destruction of soil-biota system relations and through the propagation of edge effects to the adjacent forest. The research goal is to understand the rehabilitation process and how edge effects change the adjacent forest. The results presented are the synthesis of all recent studies conducted in a large and steep forested landslide scar, with the geo-hydrological behavior in the gap and forest.

Key words: scars recuperation, slope hydrology and forest restauration.

## **Resumo:**

Este estudo investiga uma clareira de deslizamento em ambiente montanhoso florestado,, originada em 1988, visando o entendimento das respostas do ambiente frente às mudanças na interface biota-solo-água em seu interior e os efeitos de borda na floresta adjacente. Busca-se conhecer e compreender os processos de reabilitação funcional das clareiras e a degradação florestal no entorno. Este trabalho apresenta uma síntese de estudos recentes conduzidos numa cicatriz de deslizamento de grande extensão em encosta íngreme e florestada, focalizando a resultante geo-hidroecológica no interior e no entorno desta clareira florestal.

Palavras chaves: recuperação de clareiras, hidrologia de encostas e restauração florestal.

## **Introdução:**

As clareiras geradas por deslizamentos em encostas íngremes e florestadas fazem parte da dinâmica evolutiva de áreas montanhosas, tanto em regiões tropicais como em extra-tropicais úmidas. Estes processos são detonados, geralmente, por eventos de chuvas extremas e sua dimensão espacial resulta da interação de diversas variáveis-controle locais, o que faz com que estas clareiras apresentem tamanhos e formas variáveis e diferentes condições de solo para a retomada do processo de sucessão ecológica. Nestas cicatrizes de deslizamentos ocorre a destruição do sistema de relações biota-solo-água, propiciando a ação erosiva do escoamento superficial a qual, por seu turno, tende a dificultar a fixação de nutrientes afins a recomposição florestal e a reestruturação do topo do solo. Outro efeito relevante prende-se a propagação dos chamados “efeitos de borda”, associados às alterações hidro-climáticas no entorno imediato das clareiras florestais, os quais promoveriam a expansão da degradação florestal no entorno propiciando a maior

susceptibilidade à erosão por ação gravitacional e a recorrência local de novos deslizamentos, tal como foi observado por Cruz *et al.* (1999).

Frente ao exposto acima, considera-se fundamental compreender os processos afins a reabilitação funcional das clareiras e a degradação florestal no entorno, especialmente na interface biota-solo-águas. Assim, este trabalho apresenta uma síntese de estudos recentes conduzidos numa cicatriz de deslizamento de grande extensão em encosta íngreme e florestada, focalizando a resultante geo-hidroecológica no interior e no entorno desta clareira florestal. Estes estudos estão inseridos no Programa de Pesquisas do GEOHECO/ Laboratório de Geo-Hidroecologia da UFRJ no qual foram desenvolvidos diversos trabalhos sobre o tema nas encostas florestadas do Maciço da Tijuca, no Rio de Janeiro, tais como (Rocha Leão *et al.* (1996) ; Cruz *et al.* (1999); Oswaldo Cruz (2004); Chirol *et al.* (2005); Montezuma *et al.* (2005); Coelho Netto *et al.* (2006); e Negreiros *et al.* (2007).

#### **Área de estudo: cicatriz de deslizamento da Vista Chinesa.**

A clareira da Vista Chinesa, gerada no ano de 1988, apresenta uma área de 17.888 m<sup>2</sup> e possui largura média de 42 m. É limitada em sua porção superior pela estrada Dona Castorina, e na sua base inferior atinge o fundo de vale drenado por um canal de 1ª ordem tributário do rio dos Macacos. A bacia do rio dos Macacos (6,8 km<sup>2</sup>) localizado na vertente sul do maciço da Tijuca (figura 1). A precipitação média anual no baixo curso do rio dos Macacos (Estação Jardim Botânico-Fundação GEORIO), no período de 1997 a 2005, é da ordem de 1.460mm com chuvas mensais concentradas no verão quando podem ultrapassar 362mm. Nesta bacia a cobertura vegetal abrange um dos remanescentes florestais mais conservados de todo o Maciço da Tijuca, incluindo florestas em estágio sucessional clímax local e secundária tardia.

Rocha Leão *et al.* (1996) identificaram diferentes domínios geo-hidroecológicos nesta cicatriz de deslizamento estudada: o entorno sob floresta secundária tardia; a zona de acumulação de sedimentos em avançado estágio de recuperação vegetal; as bordas internas da clareira com revegetação por espécies pioneiras; a área de revegetação induzida com leguminosas e bambu na porção superior da cicatriz; e a área de solo exposto com revegetação limitada pelo intenso escoamento superficial, sendo este alimentado pelo dreno d'água da estrada próxima. Os solos na clareira incluem depósitos coluviais antigos, solos

residuais na superfície e na área florestada encontra-se o Latossolo Vermelho e Amarelo com ocorrência de Cambissolos (Santos da Rocha *et al.*, 1992).

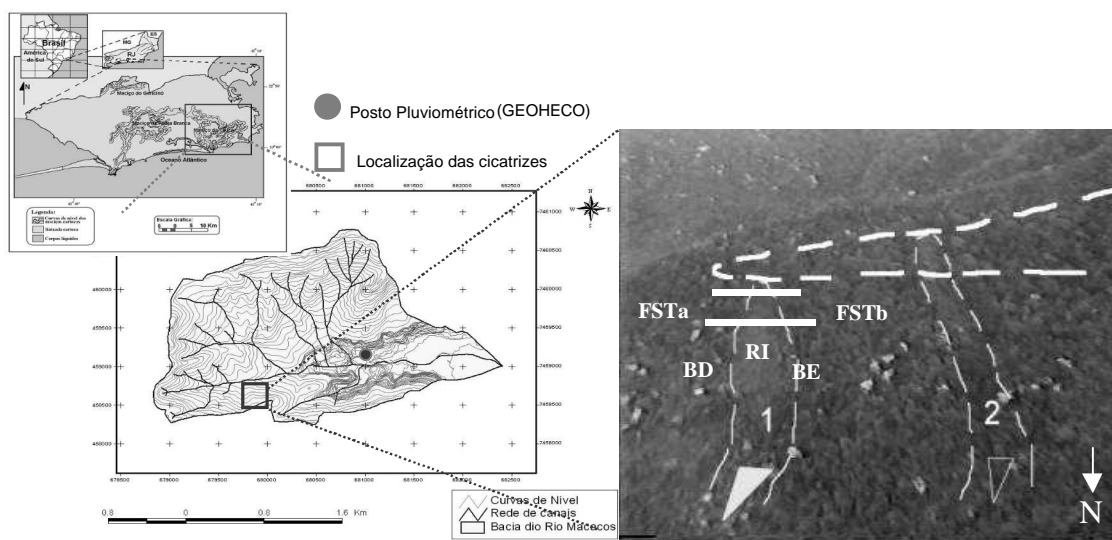
#### **Materiais e métodos:**

A estrutura da vegetação foi levantada em duas faixas transversais (10x100m e 10x 84m) na porção média superior da clareira. A extensão inclui a clareira, as bordas e um avanço de 25m na floresta. Indivíduos com perímetro a altura do peito (PAP) superior a 5cm foram incluídos no levantamento. Também houve levantamentos em parcelas de (10x10m) e PAP mínimo de 8cm para comparação com Rocha Leão *et al.* (1996).

As chuvas foram medidas no posto pluviométrico situado no médio vale da bacia estudada. Os registros foram obtidos através de pluviômetro digital (modelo GL 400) e pluviômetros artesanais que foram instalados no local do estudo, incluindo um deles em área aberta para correlacionar com as chuvas locais. O escoamento superficial e o transporte de sedimentos foram mensurados através de parcelas hidro-erosivas do tipo Gerlach (2x3m) instaladas nos diferentes domínios sucessionais: floresta secundária tardia - FST (36°); borda esquerda e direita da clareira - BE (32°) e BD (24°) - predomínio de espécies pioneiras; área de revegetação incipiente - RI (29°) – que não tem dossel e é colonizado por espécies arbóreas pioneiras espaçadas entre si. O fluxo de tronco e interceptação pela serrapilheira foram negligenciados por representarem proporções muito pequenas na precipitação (Coelho Netto, 1987; Miranda, 1992). A amostragem de sedimentos foi feita por retirada de sub-amostras 500ml sob agito dos sedimentos para fins de homogeneização, que depois foram secas em estufa a 105° C. As coletas de dados foram feitas com periodicidade de vinte e quatro horas.

A serrapilheira acumulada (estoque do solo) e a serrapilheira produzida também foram mensuradas. A primeira foi coletada direto da superfície do solo, a partir de coletores de 0,0625 m<sup>2</sup>, separando no campo as frações O<sub>1</sub> e O<sub>2</sub>. A segunda foi coletada a partir de coletores com 0,25m<sup>2</sup>, com tela de 1mm no fundo e colocado a cerca de 90 cm de altura do chão. Todo o material coletado foi seco em estufa a 60°C durante 24 horas, e posteriormente pesado e triado nas seguintes frações: folhas, galhos, elementos reprodutivos (flores, frutos e sementes) e resíduos diversos. Houve três pontos de coleta por domínio.

Também foi feita uma caracterização da estrutura da serrapilheira, e calculados o coeficiente de decomposição K (produção/decomposição) e a taxa de renovação de acordo com Olsen (1963). A retenção hídrica foi calculada segundo Vallejo (1982). Para estas análises foram selecionadas, além das já descritas Borda Direita (BD), Borda Esquerda (BE) e zona de Revegetação Incipiente (RI), a zona de revegetação induzida com Bambu (BU).



**Figura 1:** No alto, a localização da bacia do rio dos Macacos no Maciço da Tijuca; no centro, a localização das clareiras e do posto pluviométrico GEOHECO-UFRJ, ao lado, foto aérea das cicatrizes de deslizamento (1) clareira da Vista Chinesa – este estudo; (2) clareira do Gabião. Em tracejado: estrada D. Castorina; T1 e T2: perfis transversais deste estudo e demais letras maiúsculas indicam a localização dos pontos amostrais.

## Resultados:

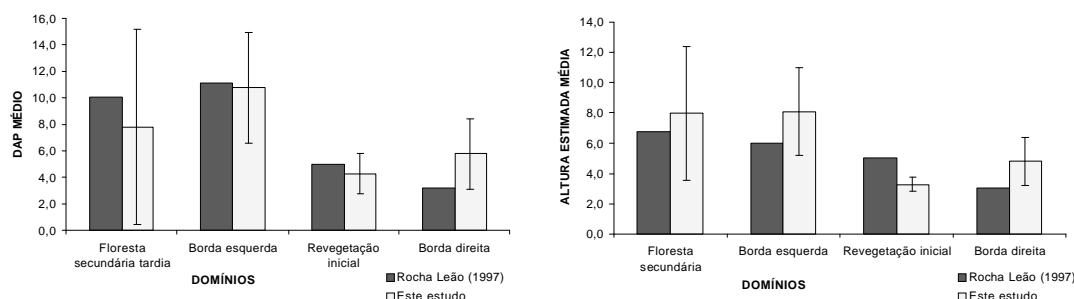
### Estrutura da vegetação

A média de altura das árvores na FST do lado direito da encosta foi um pouco mais alto do que no lado esquerdo, mas em ambos os lados indivíduos podem exceder 20 metros. Baixos valores de DAP em BD revelam uma provável influência da área de solo exposto que agora é de revegetação inicial e sob influência da lavagem superficial provocada por fluxo concentrado do dreno oriundo da estrada. Em ambas as bordas poucos são os valores de altura das árvores que excedem 10 metros. Na BE os valores de altura entre 10 a 20m correspondem a 12,2% dos casos. Isto também explica o alto DAP (6,14cm) em relação à floresta secundária que margeia, onde a frequência de árvores acima de 10m decresce para 10% em comparação com a floresta secundária tardia à direita (15%). Baixos valores de DAP (<5cm) são mais frequentes (83%) na floresta secundária tardia do lado

esquerdo do que no lado direito (62%) em detrimento das classes ente 5-10cm (21%) e 10-30cm (16%). Ainda chama a tenção o alto valor do número de árvores mortas FST, no lado esquerdo (11%) e direito (7,7%).

**Tabela 1** – Parâmetros estruturais da encosta florestada adjacente e no interior da clareira de deslizamento.

Parâmetros	Lado direito da encosta		Interior da clareira	Lado esquerdo da encosta	
	Floresta Secundária Tardia	Borda	Revegetação Inicial	Floresta secundária Tardia	Borda
Área amostral (m <sup>2</sup> )	500	160	430	500	250
Número de indivíduos	198	95	183	202	82
Densidade de indivíduos (ind/ha)	3.960	5.937	4.256	4.040	3.280
Média de altura (m)	6.82	4.78	3.94	5.95	5.68
Média de DAP (cm)	6.44	4.78	3.57	4.05	6.14
Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	32.25	14.85	8.8	28.38	21.14
Árvores mortas (%)	7.73	4.21	4.92	10.95	4.88



**Figura 2:** Histogramas de valores médios de DAP e Altura deste estudo e Rocha Leão (1997).

A Figura 2 permite comparar os atuais resultados com os anteriores obtidos por Rocha Leão *et al.* (1996) em parcelas amostrais de 10x10m e com PAP acima de 8cm. O sítio RI apresentou um pequeno decréscimo dos valores médios dos parâmetros analisados, o que pode ser atribuído ao aparecimento de diversos indivíduos vegetais mais jovens após o fechamento do dreno da estrada; hoje predominam as seguintes espécies: Quaresmeira (*Tibouchina granulosa*), Samambaia (*Glichenia sp.*), Gramíneas e Bambu. O sítio BE, também com predominância de espécies pioneiras de rápido crescimento como Embaúbas (*Cecropia glaziovii* e *Cecropia hololeuca*), Jacatirão (*Miconia cinnamomifolia*), e Quaresmeira (*Tibouchina granulosa*), apresentou valores médios de altura mais elevados e manteve igual DAP. Na borda direita estes dois parâmetros mostraram-se mais elevados neste estudo do que em Rocha Leão *et al.* (1996) tal como esperado.

### Caracterização da serrapilheira e sub-sistema decompositor

Como pode ser visto na tabela 3, as áreas de clareira (BU e RI) não apresentam horizonte O<sub>2</sub> estruturado e nem a presença de raízes finas, além de uma menor média na

altura da serrapilheira. Isto reflete a destruição das relações solo-biota nestes domínios, afetando as funcionalidades ecológicas e hidrológicas do sistema. Do ponto de vista hidrológico, Coelho Netto (1987), em solos recobertos por serrapilheira em encostas íngremes, os fluxos superficiais são extremamente descontínuos, tanto no tempo quanto no espaço, e seguem duas rotas preferenciais: sobre a camada O<sub>1</sub> e dentro da camada de raízes finas, e estes fluxos descontínuos são controlados pela profundidade e estrutura da serrapilheira, onde a presença de materiais grosseiros aumenta a correlação entre fluxos e volume de chuva. Do ponto de vista ecológico, em função de solos altamente intemperizados, o processo de decomposição é fundamental para a disponibilidade de nutrientes para a vegetação.

**Tabela 2:** Caracterização da serrapilheira, com altura média, presença de O<sub>1</sub> e O<sub>2</sub> estruturada (E) ou incipiente (I) e a presença (+) ou ausência (-) de raízes finas.

Domínio	altura média	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	Raízes Finas
BU	2,9 (+ 0,8)	E	I	-
RI	1,8 (+ 1,6)	E	I	-
BD	5,5 (+ 4,1)	E	E	+
BE	4,5 (+ 2,8)	E	E	+

Em relação à decomposição, a tabela 4 apresenta os valores de K (produção/estoque) e a taxa de renovação da serrapilheira. Moreira & Siqueira (2002) mostra que o valor de K varia em torno de 3,3 para áreas tropicais, o que demonstra a alta velocidade de renovação. Gama-Rodriguez (1997) calculou valores de K para diferentes coberturas florestais variando de 1,62 a 0,41, apresentando um tempo médio de residência de 0,6 a 2,4 anos. Comparando-se estes dados aos encontrados em RI da cicatriz, percebemos que este apresenta um valor de K muito baixo, que significa que a serrapilheira se acumula no solo, mesmo em uma área onde a produtividade é muito baixa, reflexo da pouca capacidade de decomposição do sistema. Chama a atenção também o elevado tempo de renovação na borda esquerda, indicador de algum desajuste neste sistema, provavelmente originado a partir do efeito de borda.

**Tabela 3:** Valores de K e taxa de renovação para as áreas de estudo.

domínio	K	TR (anos)
BU	1,20	0,83
RI	0,07	14,12
BD	0,99	1,01
BE	0,23	4,41

Em relação aos valores da retenção hídrica, não houve um padrão bem definido. Chama à atenção a alta variabilidade da capacidade na BE, que pode ser consequência do efeito de borda. Vallejo (1982), em área de Mata Atlântica, observou que a capacidade de retenção hídrica da serrapilheira podia atingir até 300% do seu peso seco, e que esta variava muito em função da camada. Este autor observou que a camada O<sub>1</sub> variou entre 134-320% e a O<sub>2</sub> entre 268-335%. Montezuma et al. (2005) encontrou picos de retenção de 2.888% na camada O<sub>2</sub> e 1529% na camada O<sub>1</sub>. Exceto pelo valor de O<sub>1</sub> em BU e a borda direita para O<sub>2</sub>, todos os valores estão dentro do que foi encontrado por Vallejo (1982).

**Tabela 4:** Valores de retenção hídrica (média) para as áreas de estudo.

domínio	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>
BU	340,3% ( $\pm$ 62,5)	329,2% ( $\pm$ 26,7)
RI	285,4% ( $\pm$ 28,4)	341,1% ( $\pm$ 40,1)
BD	313,8% ( $\pm$ 52,9)	259,5% ( $\pm$ 22,9)
BE	289,5% ( $\pm$ 71,7)	303,6% ( $\pm$ 80,9)

### **Resultante hidrológica:**

Os 35 eventos de chuvas monitorados na clareira estudada e nas parcelas hidro-erosivas somaram um total de 831,43 mm de precipitação, 24 eventos foram registrados no posto pluviométrico GEOHECO-UFRJ. O coeficiente de correlação dos dados obtidos nas duas localidades amostradas é elevado ( $R^2=0.9616$ ) validando os dados obtidos na clareira com o pluviômetro artesanal.

A intercepção florestal nos domínios foi de: 25,6% (FST), 27,2% (BE) e 22,3% (BD). O domínio de floresta secundária tardia bem conservada, não favorece a geração do escoamento superficial hortoniano em decorrência de sua elevada capacidade de infiltração. Nestes domínios o escoamento superficial característico é do tipo intra-serrapilheira tal como demonstrou Coelho Netto (1987) através de mensurações e experimentos de campo nas encostas da Floresta da Tijuca. Neste estudo, a proporção do escoamento superficial em relação à chuva (razão Q/P x 100), foi menor no domínio FST (1,67 %) indicando um comportamento similar ao que foi anteriormente obtido por Coelho Netto (1987) em outras localidades do Maciço da Tijuca (entre 1 e 2,5%).

Nas parcelas da borda esquerda da clareira e da área de revegetação inicial os valores médios da razão Q/P são muito próximos, respectivamente 3,33% e 3,46%; importante observar, entretanto, que em termos absolutos o escoamento no domínio RI foi superior ao domínio BE como indica a Tabela 2. Vale ressaltar que a baixa proporção de

escoamento no domínio RI pode resultar da influência direta das fraturas no solo residual remanescente sobre a percolação da água pluvial, tal como foi observado por Oswaldo Cruz (2004). Este mesmo estudo aponta para valores da para a razão Q/P x 100 variando entre 2,6% a 6,0% para área de clareiras de menor tamanho, enquanto Cruz *et al.* (1999) em momento anterior encontrou valores desta razão variando entre 3,4% a 14,2% sob condições incipientes de revegetação.

Na parcela da borda direita obteve-se o maior valor médio da razão Q/P (7,08%). Este resultado pode ser atribuído ao fato do solo local ser mais raso e também ao fato da parcela estar situada logo à montante de um desnivelamento abrupto na encosta onde freqüentemente aflora a água subsuperficial. Este fato invalida o ponto amostral para fins de comparação com os demais domínios no que diz respeito à relação entre as mudanças na vegetação e as respostas de infiltração com base na razão Q/P, além de evidenciar uma área de exfiltração, possível indutora de deslizamentos.

Na mesma Tabela 2 pode-se ainda ressaltar que em todos os domínios estudados a vazão do escoamento superficial (Q) aumenta em direção as chuvas maiores. Notou-se elevados coeficientes de correlação para os domínios BD (0,955), BE (0,8793) e RI (0,9712). No domínio FST, a redução do coeficiente de correlação R2 (0,7356) decorre da variabilidade espacial das características físicas do piso florestal (Coelho Netto, 1987).

Os dados referentes ao escoamento de sedimentos apresentaram os maiores valores totais no período para BD (349g) seguido de RI (285g). Os menores valores foram encontrados no domínio FST, porém este apresentou-se com o índice mais elevado de concentração de sedimentos em relação ao escoamento (3,30g/l), por conta de baixo escoamento em relação ao total de sedimentos escoado.

**Tabela 5:** Classes de chuvas, número de casos, vazões médias, declividade e desvio padrão (entre parênteses) e vazões máximas e mínimas nos domínios estudados (FST, BE, RI e BD).

Classes de chuvas	Nº de casos	FST (36°)			BE (32°)			RI (29°)			BD (24°)		
		Q média (mm)	Q máx.	Q mín.	Q média (mm)	Q máx.	Q mín.	Q média (mm)	Q máx.	Q mín.	Q média (mm)	Q máx.	Q mín.
< 20mm	24	0.05 (0,08)	0.27	0	0.1 (0,13)	0.47	0	0.22 (0,18)	0.52	0.01	0.42 (0,39)	1.2	0.01
20 – 50 mm	6	0.43 (0,25)	0.72	0.05	0.55 (0,31)	1.13	0.28	0.92 (0,31)	1.4	0.51	1.56 (0,48)	2.37	1.11
50-100 mm	6	1.68 (0,89)	3.2	0.48	2.82 (1,13)	4.38	1.43	3.96 (0,6)	4.67	2.95	6.15 (1,92)	8.33	3.28
> 100mm	1	1.72	-	-	2.83	-	-	6.45	-	-	>7,70	-	-



No período entre 11/2005 a 03/2006, a carga média de sedimentos transportados foi da ordem de  $98 \text{ g/m}^2/\text{L}$  na clareira e bordas. Se validarmos esta taxa para o interior da clareira (em torno de 60% da área total), esta taxa implicará numa carga total de sedimentos de cerca de 1,05 ton. Considerando que a cicatriz tem 20 anos e que o domínio erosivo já está com alguma cobertura vegetal, pode-se supor que as cargas de sedimentos, logo após os eventos extremos que geraram a clareira tenham sido bem superiores às atuais.

### **Considerações finais:**

Os indicadores relativos ao domínio BD, como a relação Q/P mais elevada, a menor capacidade de retenção hídrica da camada O<sub>2</sub> e a maior altura média de serrapilheira, em associação aos dados de estrutura (maior variabilidade na altura), junto aos condicionantes geomorfológicos e pedológicos já discutidos no texto, apontam para a propagação do efeito de borda sobre este domínio. BE também apresenta indícios de efeito de borda, tanto pela estrutura da vegetação como pelo tempo de renovação da serrapilheira. Estes dados destacam a degeneração da mata que é criada por estas clareiras, que vulnerabilizam o entorno florestal e aumentam a susceptibilidade a deslizamentos, como houve no Pico do Papagaio, Maciço da Tijuca, onde o deslizamento de 1996 teve origem no entorno de um datado de 1988.

Os dados de retenção hídrica em RI não são representativos, uma vez que esta área se caracteriza pelo baixo estoque e produção de serrapilheira da área, onde a produção anual é de  $473,4 \text{ kg/ha/ano}$  e o estoque é de  $6686,9 \text{ kg/ha}$ . Só para base de comparação, o domínio de revegetação induzida por bambu apresenta produção de  $8849,7 \text{ kg/ha/ano}$  (18 vezes maior que o valor de RI) e estoque de  $7351,9 \text{ kg/ha}$ . Este domínio também apresenta um volume total de escoamento alto, que representa um obstáculo ao processo sucessional, como pode ser observado pela estrutura e dados de serrapilheira. Como já foi observado por Chirol *et al.* 2002, a média encosta é a zona mais problemática à revegetação, em função da própria dinâmica hidro-erosiva. Também deve ser destacado o alto transporte de sedimentos na área da cicatriz, que vão alcançar o canal coletor e podem assorear o mesmo, o que faz com que estes deslizamentos, dependendo do seu número e extensão, possam afetar significativamente o comportamento hidrológico e o transporte de sedimentos na bacia como um todo. Os resultados indicam que após 20 anos de regeneração florestal na clareira estudada, a mesma ainda encontra-se distante de ser totalmente recuperada em suas

funções ecológicas, hidrológicas e mecânicas em comparação as encostas sob florestas em estágio sucessional avançado e conservado.

### **Agradecimentos:**

Os autores agradecem ao Parque Nacional da Tijuca, aos órgãos de fomento CNPq, CAPES e FAPERJ pelo apoio financeiro, e ao Instituto de matemática Pura e Aplicada (IMPA) pela instalação do posto pluviométrico em suas dependências.

### **Bibliografia:**

- CHIROL, A. A.; CASTRO JR, E. ; COELHO NETTO, A. L. (2005) . Efeitos das Clareiras de Deslizamentos nas Relações Solo-Fauna sob Floresta Atlântica de Encosta: Maciço da Tijuca, RJ.. In: VII Congresso de ecologia do Brasil, 2005, caxambu. anais do VII Congresso de ecologia do Brasil.
- CHIROL, A. A.; CASTRO JR, E. ; COELHO NETTO, A. L. (2002) . Relações Solo-Fauna Durante Sucessão Florestal Em Cicatriz De Deslizamento: Maciço da Tijuca, RJ.. In: V Simpósio Nacional de Recuperação de áreas degradadas, 2002. anais do V Simpósio Nacional de Recuperação de áreas degradadas.
- COELHO NETTO, A.L. (1987) Overlandflow production in a Tropical rainforest Catchment: the role of litter cover, *Catena* (Braunschweig-Alemanha) v.14, p.213-231.
- COELHO-NETTO A.L; AVELAR A.S; FERNANDES M.C.; LACERDA W.A. (2007) Landslide susceptibility in a mountainous geocosystem, Tijuca Massif, Rio de Janeiro: The role of morphometric subdivision of the terrain; *Geomorphology* Vol. 87, issue 3, 15 pag. 120-131
- CRUZ, E. S.; VILELA C. & COELHO NETTO, A L. (1999) Spatial distribution of the 1996 - Landslide scars at the Tijuca Massif and subsequent erosion: The influence of topography and vegetation changes. In IGU - GERTEC Meeting; "Geomorphic responses to vegetation changes: problems and remedial work", Rio de Janeiro.
- GAMA-RODRIGUEZ, E.F.; GAMA-RODRIGUEZ, A.C., BARROS N.F. (1997) Biomassa microbiana de carbono e de nitrogênio sob diferentes coberturas florestais; *Ver. Brás. De Ciência do solo, Viçosa*, vol. 21, nº3, pág. 361-365
- MIRANDA, J.C. (1992) Intercepção das chuvas pela vegetação florestal e serrapilheira nas encostas do Maciço da Tijuca: Parque Nacional da Tijuca/RJ, Tese de Mestrado, P.P.G. em Geografia/UFRJ, , 150p.
- MONTEZUMA, R. C. ; CHIROL, A. A. ; COELHO NETTO, A. L. (2005). Recuperação Funcional em Cicatriz de Deslizamento em Ambiente Florestal - Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro.. In: VII Congresso de ecologia do Brasil, 2005, caxambu. anais do VII Congresso de ecologia do Brasil, 2005.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. (2002) Microbiologia e bioquímica do solo; Ed. UFLA, 626 pág.
- OLSEN J (1963) energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology* 44, pág. 321-331
- VALLEJO RR (1982) A influencia do litter na distribuição das águas pluviais Tese de Mestrado, P P.P.G. em Geografia/UFRJ 121 pág.
- COELHO-NETTO A.L; MONTEZUMA, R. C. ; CHIROL, A. A. NEGREIROS, A.B.; (2006) Reabilitação funcional de clareiras geradas por deslizamentos em encostas íngremes sob a Floresta Atlântica: uma abordagem geo-hidroecológica, *In Avanços da Botânica no início do século XXI, plenárias e simpósios do 57 Congresso nacional de Botânica*, Mariath, E. A. e Santos, R. P. orgs, Porto Alegre, Sociedade Botânica do Brasil, pp. 409 – 411.
- NEGREIROS, A.B.; COELHO NETTO A.L. (2007) Mountain Landscape degradation caused by landslides scars and forest rehabilitation: Tijuca National Park, Rio de Janeiro, Brazil, In anais do VII World Congress of Internacional Association for landscape Ecology, Wageningen, Holanda, pp.745.
- OSWALDO CRUZ, J. C. H. (2004) Dinâmica hidro-erosiva superficial e revegetação em uma cicatriz de movimento de massa. Maciço da Tijuca, RJ, In *Ciência e Natura*, Edição especial Simpósio Nacional de Geomorfologia, pp. 343-364.
- ROCHA LEÃO, O. M., BALESSENT, F. C, CRUZ, E. S, COELHO NETTO, A. L. (1996) Reativação erosiva em cicatriz de movimento de massa, Maciço da Tijuca, RJ, In: *Anais do I Simpósio Nacional de Geomorfologia*, Uberlândia, MG.
- SANTOS DA ROCHA, J. C., ANTUNES, F., ANDRADE, M. H. (1992) Caracterização geológico-geotécnica preliminar dos materiais envolvidos nos escorregamentos da Vista Chinesa, COBRAE, pp.191-502.