PERDA DE FUNÇÕES ECOLÓGICAS EM FLORESTAS DE ENCOSTA DE ANGRA DOS REIS, RJ

Rogério Ribeiro de Oliveira[1]
Joana Stingel Fraga[2]
Gabriel Paes da Silva Sales[1]
Ana Luiza Coelho Netto[2]

Abstract
Landslides occur on slopes of Serra do Mar with relatively frequent intervals. In early 2010 several landslides occurred with many fatalities in the city of Angra dos Reis, RJ. This study evaluates the condition of forests located on the slopes surrounding that city. Evaluations were made by means off track transects. As a way of comparison to these we studied a tract of primary forest. The main characteristic of disturbed forests on the slopes of Angra dos Reis was reduction of the basal area and density, an increase on the percentage of standing dead trunks and dead wood over the soil as well. In a general way, these forests with altered ecological functions have susceptibility to new landslides in heavy rainfall events.
Key-words: slope landslides, Atlantic Forest, environmental services, slope vegetation

Resumo
Os desabamentos em encostas florestadas acontecem com periodicidade relativamente frequente em áreas da Serra do Mar. No início de 2010 ocorreram inúmeros desabamentos com dezenas de vítimas fatais no município de Angra dos Reis, RJ. O presente trabalho avalia a condição das florestas localizadas nas encostas do entorno da cidade. As avaliações foram feitas por meio de transectos de faixa. Como forma de comparação com estas foi inventariado outro trecho de floresta com características primárias. A principal característica das florestas alteradas das encostas de Angra dos Reis foi a redução da área basal e da densidade e o aumento da porcentagem de troncos mortos em pé e madeira morta sobre o solo. De uma maneira geral trata-se de florestas com funções ecológicas alteradas, com susceptibilidade a novos desabamentos em eventos de chuvas fortes.
Palavras-chave: escorregamentos de encostas, floresta atlântica, serviços ambientais, vegetação de encostas

Introdução

As áreas urbanizadas representam atualmente uma situação extrema do espectro dos ambientes modificados pelo homem. Apesar das elevadas taxas de crescimento dessas áreas em todo o planeta, a ecologia urbana tem

[1] Departamento de Geografia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rua Marquês de S. Vicente, 225. CEP 22 453-900. Rio de Janeiro RJ. Autor para correspondência: rro@puc-rio.br
[2] Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

recebido relativamente pouca atenção dos que se dedicam aos estudos da conservação das paisagens florestais urbanas (Miller e Hobbs, 2002; Gartin *et al*., 2010). Em parte isso pode ser atribuído ao foco tradicional das pesquisas em ecossistemas ditos "naturais" (Fazey *et al*., 2005).

Em contraposição a esse foco, o reconhecimento dos chamados "serviços ambientais" ou funções ecológicas dos ecossistemas tem se ampliado consideravelmente sob a forma de substancial literatura sobre o assunto (Sekercioglu, 2010). A valoração dos serviços prestados pelos ecossistemas não constitui um fim em si mesmo, mas é o primeiro passo para a integração dessas funções com as políticas públicas, garantindo assim a conservação dos ecossistemas e suas funções (Daily *et al*., 2009). O solo é responsável por diversas funções ecológicas relevantes para o funcionamento dos ecossistemas e particularmente para a estabilidade de encostas. Dentre essas funções ecológicas, destaca-se, para o caso de encostas florestadas, o suporte físico para a vegetação, o controle do ciclo hidrológico e da erosão (Daily, 1997). Geralmente a instabilidade de encostas sob influência das malhas urbanas se deve à ação isolada ou em conjunto dos seguintes fatores: a) ocupação das encostas e remoção da cobertura vegetal; b) a ocorrência de incêndios; c) lançamento e concentração de águas servidas; d) vazamentos na rede de abastecimento, esgoto e presença de fossas; e) execução de cortes com geometria inadequada (altura e inclinação); f) lançamento de entulhos e lixo nas encostas e g) ocupação desordenada de encostas. Estes fatores explicam boa parte dos acidentes, mas não a sua totalidade. No entanto, todos eles representam uma ruptura ou alteração de funções ecológicas relevantes para estabilidade dos ecossistemas.

O uso do solo nas imediações de locais onde ocorreram desabamentos de encostas é significativamente determinante em relação ao risco de novas ocorrências. Isso porque eventos pretéritos indicam áreas já propensas a instabilidades, de acordo com seus condicionantes geológico-geomorfológicos, aumentando assim a importância das florestas na regulação do ciclo hidrológico e no reforço e estabilidade das encostas pelos sistemas radiculares. Dessa forma, a presença de gramíneas nestas áreas alteradas deve ser considerada tanto no que se refere ao seu papel no virtual impedimento da volta da vegetação florestal (Aide *et al*., 1995) quanto à sua funcionalidade hidrológica (Fernandes *et al*., 2006). Por outro lado, a resposta da vegetação florestal aos distúrbios depende também de outros fatores, como sua natureza, intensidade e mecanismos locais bióticos, como a dispersão ou a predação (Myster *et al*., 1997). Em termos geomorfológicos, faz parte da dinâmica do relevo a sua acomodação devido a causas intrínsecas, particularmente nos chamados eventos catastróficos. Neles se dá o ajuste do relevo a condições instáveis ligadas a falhamentos, massas de sedimento não consolidadas e fraturas. No caso dos desastres resultantes de deslizamentos induzidos por chuvas extremas, Fell *et al*. (2008) apontam que a vulnerabilidade pode ser quantificada pelo grau de perda de um dado elemento ou grupo de elementos dentro da área afetada pelo deslizamento, podendo ser expressa numa escala de zero (sem perda) até um (perda total). Embora os autores exemplifiquem a

quantificação das perdas pelo valor da propriedade danificada, ou pela probabilidade de perdas de vidas humanas, sabe-se que nem todas as perdas relevantes à dinâmica funcional dos ecossistemas atingidos pelo desastre são passíveis de quantificação, pelo menos de forma direta, uma vez que podem provocar situações diversas decorrentes da desestabilização de variáveis condicionantes do sistema.

Constitui senso comum que o revestimento do solo por florestas seja um fator fundamental na estabilidade das encostas. No entanto, mesmo em vertentes revestidas por florestas conservadas, os desabamentos podem ser deflagrados sem a existência direta dos fatores humanos acima citados. Este é o caso dos eventos verificados no início de 2010 na enseada de Bananal, em Angra dos Reis, ou em 2011, como visto numa parte dos casos da região serrana do Estado do Rio de Janeiro.

Por outro lado, o assim chamado "revestimento florestal" comporta um sem-número de situações intermediárias, em que distintas manifestações ecológicas podem ocorrer. Assim, não se pode considerar a Mata Atlântica como uma paisagem única, com idênticas propriedades geotécnicas. Nas condições das encostas da Região Sudeste, a variabilidade de composição e de processos ecológicos é grande. De acordo com Robert e Moravie (2003), as variações na topografia (declividade, orientação da encosta e elevação) constituem os principais fatores geradores da heterogeneidade estrutural na floresta. Além disso, o estágio sucessional reflete-se diretamente na taxa de substituição de indivíduos arbóreos. Segundo Clark (1990), o regime de distúrbio de uma floresta nada mais é que o padrão no qual os indivíduos da comunidade morrem. Assim, a taxa de mortalidade de árvores adultas pode ser avaliada por meio de contagem de árvores mortas em pé em relação aos troncos vivos. Estágios pioneiros e secundários iniciais ou florestas alteradas apresentam um percentual significativamente mais elevado de árvores mortas em pé (Oliveira, 2002). De forma semelhante, Pedrosa *et al*. (2005) mostraram que existe um aumento consistente da madeira morta estocada sobre o solo em florestas alteradas, o que forneceria combustível em caso de incêndio florestal.

Além dos fatores naturais, outros de caráter menos evidente, como usos anteriores, ocorrência pretérita de incêndios, derrubada seletiva, existência de trilhas, presença de roças, captações d'água e o estágio sucessional podem alterar significativamente a condição da estabilidade das encostas frente aos eventos pluviométricos intensos. Geralmente à distância, tais eventos não podem ser percebidos e a aparência pujante da floresta contribui para escamotear situações de risco potencialmente deflagradoras de instabilidade de encostas. Trata-se, portanto, de situações dificilmente detectadas por técnicas de sensoriamento remoto, demandando estudos de campo, com o uso de metodologias específicas para este fim.

Como visto, os deslizamentos de encostas constituem um fenômeno natural de modelagem do relevo e estão presentes em qualquer paisagem que tenha relevo e características propícias para a formação do fenômeno. Ele se torna um impacto ambiental urbano no momento em que o homem ocupa áreas

onde podem ocorrer estes processos. Avaliando a tipologia de danos que se seguem à perda de cobertura florestal e de solos, Coelho Netto (1999) destaca: a) a exposição de solos remanescentes nas cicatrizes de deslizamentos em encostas íngremes, e sujeitos a altas taxas de erosão superficial, mesmo durante chuvas de intensidade moderada; b) a propagação da degradação do ecossistema florestal adjacente às cicatrizes de deslizamentos por "efeitos de borda", ou seja, por alterações dos elementos climáticos no entorno das clareiras, e c) a degradação e as perdas de árvores no entorno das cicatrizes de deslizamentos, por quedas ou morte, acarretando na perda de resistência ao cisalhamento pelo apodrecimento das raízes. Vale ressaltar que, além de as faixas de bordas das cicatrizes de deslizamentos se tornarem mais suscetíveis a novos deslizamentos (Cruz, 2001), o aumento das taxas de erosão no interior destas cicatrizes tende a transferir maiores cargas de sedimentos para os canais fluviais durante as chuvas (Negreiros e Coelho Netto, 2009).

Os atuais remanescentes florestais se concentram nos domínios montanhosos das regiões sudeste e sul, e se encontram em diferentes estágios de sucessão vegetal e estados de conservação. Nestes domínios montanhosos também se concentraram os deslizamentos que causaram desastres históricos durante o século XX, assim como os mais recentes do século XXI, atingindo diversas localidades, no município de Santos, São Paulo, em março de 1928, 1947 e 1956; nos maciços costeiros da região metropolitana do Rio de Janeiro e serras adjacentes, em janeiro de 1966 e fevereiro de 1967, 1988 e 1996; na serra das Araras, no Estado do Rio de Janeiro, em janeiro de 1967; na serra de Caraguatatuba, no Estado de São Paulo, em fevereiro de 1967; no município de Tubarão, Estado de Santa Catarina, em março de 1974; na região da serra dos Órgãos, no Estado do Rio de Janeiro, em dezembro de 1981; nos municípios de Timbé do Sul e Alto Feliz, nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, em dezembro de 1995 e 2000, respectivamente; na cidade de Blumenau, no Estado de Santa Catarina, em 2008. Em abril de 2010, a cidade do Rio de Janeiro assistiu novamente aos deslizamentos no Maciço da Tijuca, e também na cidade de Niterói, ambas atingidas na área urbana formal e informal. Dentre os eventos registrados na história recente do país, o evento ocorrido na região serrana do Estado do Rio de Janeiro, entre os dias 11 e 12 de janeiro de 2011, foi o que atingiu a maior extensão e magnitude catastrófica não só no Estado, como no país. No município de Angra dos Reis, na virada de 2009 para 2010, as tragédias ligadas aos deslizamentos nas encostas ocorreram tanto no continente (Morro da Carioca), quanto na Ilha Grande (enseada do Bananal).

Uma floresta urbana está submetida a elementos tensores distintos daqueles que operam em áreas localizadas longe de fontes de impactos. Dentro deste quadro, o presente trabalho tem como objetivo investigar as condições ecológicas das florestas do município de Angra dos Reis no que se refere à identificação e caracterização de indicadores de perda das funções ecológicas ligadas à estabilidade de encostas. Esses indicadores se relacionam diretamente com a hidrologia de encosta, uma vez que as florestas

possuem importante papel regulador da ciclagem das precipitações e a estabilização dos solos e blocos rochosos.

Procedimentos metodológicos:

A partir de imagens de satélite e de sobrevôo de helicóptero foram escolhidas áreas nas encostas no município de Angra dos Reis com características prioritárias para a realização de inventários de campo. Estas se localizam nas florestas acima de áreas habitadas, sendo este o principal parâmetro de escolha, uma vez que constituem áreas de risco e de maior influência de alteração antrópica no ecossistema. Os inventários foram feitos em duas escalas: uma, mais ampla, onde foi percorrida praticamente toda a encosta florestada a montante da sede do município e outra, em encostas escolhidas em função da proximidade de favelas. Os indicadores de perda de funções ecológicas foram definidos para o caso específico de Angra dos Reis nas seguintes categorias:

Tabela 1: Indicadores de distúrbios em funções ecológicas das florestas urbanas de Angra dos Reis (RJ) considerados no presente trabalho.

indicadores	descritores
de distúrbios naturais	Porcentagem de troncos mortos em pé; volume de madeira morta sobre o solo, área basal e densidade.
de distúrbios antrópicos	Presença de lixo nas encostas, captação irregular de água, desmatamento a montante, corte seletivo de madeira, presença de espécies invasoras, ocorrência de incêndios anteriores.

Para uma avaliação preliminar em relação aos indicadores de perdas de funções ecológicas foram realizados inventários de campo por meio de transectos em faixa de forma a permitir avaliar os elementos acima listados. Três deles foram feitos na sede do município de Angra dos Reis em florestas alteradas de encosta (Morro da Glória, Sapinhatuba I e Sapinhatuba II). De acordo com inventários prévios, essas três áreas foram consideradas representativas das florestas urbanas do município. Como forma de comparação foi feito um transecto no distrito de Abraão (localizado na Ilha Grande, Angra dos Reis) que corresponde a uma floresta de desenvolvimento máximo, o clímax local (Figura 1). Em cada área foi amostrada uma faixa de 10 m de largura com o comprimento de 200 m (Moro & Martins, 2011), totalizando 0,2 ha por área. Esse tamanho foi considerado adequado em função das variáveis selecionadas para estudo, que excluíram a riqueza de espécies. Os dados obtidos foram: a presença de árvores mortas em pé e o volume de galhos e troncos tombados ao solo. A avaliação do volume de madeira caída sobre o solo foi realizada na área amostral de 0,2 ha, sendo medido o diâmetro e comprimento de todos os galhos a partir de 10 cm de diâmetro. Como forma de caracterizar a estrutura de cada área foi determinada a densidade e a área basal, utilizando-se como critério de inclusão 5 cm de DAP (diâmetro à altura do peito). As fórmulas para cálculo destes parâmetros foram obtidas em Moro & Martins (2011). O reconhecimento das espécies indicadoras de estágios sucessionais foi feito em campo e/ou por coleta e consulta a herbário, de acordo com as técnicas usuais.

Resultados e Discussão

De maneira geral, as encostas percorridas na sede do município de Angra dos Reis apresentam um somatório de condições geoecológicas bastante susceptíveis à ocorrência de novos deslizamentos, a saber:

a) a floresta de encosta, onde existente, apresenta evidências de degradação com seus mecanismos de sustentabilidade comprometidos pela disseminação de espécies heliófilas, como bananeiras (figura 2). Gramíneas exóticas, como o colonião (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs) aparecem em suas bordas e nas clareiras das encostas, o que favorece a ocupação e a propagação de incêndios, assim como descontinuidades hidráulicas em subsuperfície;

b) nos trechos mais conservados é constante a presença de exemplares mortos em pé e de expressivo volume de madeira morta. Como se verá a seguir trata-se de um estoque de combustível para incêndios florestais, além de gerarem conseqüências hidrológicas pontuais;

c) a presença de blocos rochosos é um determinante geomorfológico na maioria das encostas do município. Esta condição de susceptibilidade transforma a maior parte a jusante das encostas do município em áreas de risco. Esta condição se potencializa com o aumento de declividade das encostas e a ausência de raízes arbóreas profundas, que promovem a fixação destes blocos;

d) as intervenções feitas a montante com referência aos fluxos d'água (lançamento de esgoto) e calhas mal dimensionadas constituem elementos potencialmente catalisadores de deslizamentos, principalmente se associados. A figura 3 mostra a presença de canos de esgoto e de abastecimento de água localizados no nicho de arrancamento (o ponto mais elevado) do desabamento ocorrido no Morro da Carioca em janeiro de 2010.

e) a captação e adução de água potável proveniente das encostas feita pela ocupação informal ensejam abertura de trilhas que alteram o escoamento natural das águas de chuva. Além disso, trata-se de canalizações provisórias que provocam vazamentos pontuais e permanentes em diversos pontos da encosta. A figura 4 mostra captações de água feitas a partir de mangueiras improvisadas;

f) o lixo é espalhado por ação de águas de chuva para áreas distantes de sua origem. Observou-se ao longo do trabalho de campo a presença de lixo antigo (como velhos discos compactos da década de 60) em plena floresta, distante em mais de 200 m do provável local de depósito. Em função do declive, esses resíduos vêm percolando lentamente a encosta, alterando os fluxos superficiais e subsuperficiais de água.

Assim, o conjunto desses fatores torna as encostas analisadas altamente suscetíveis a novos deslizamentos. Além dessas condições pontuais, a maioria das encostas estudadas encaixa-se nos critérios propostos por Fell *et al.* (2008) ligados à suscetibilidade a desabamentos, como histórico de ocorrências, condicionantes geomorfológicos, alterações no manto florestal e declividade.

Por outro lado, a variabilidade da estrutura da vegetação constituiu o traço mais marcante das encostas estudadas. Face à utilização pretérita e presente das áreas circunvizinhas à floresta, muitas situações são encontráveis, desde áreas relativamente mais conservadas até aquelas em situação de evidente degradação. Em muitos pontos, a floresta de encosta não representa o ponto final da ocupação urbana. A mesma pode estar circunscrita por ocupações, tanto a montante quanto a jusante. De maneira geral as florestas recobrem as encostas íngremes e, muito comumente encontram-se situadas em rampas de colúvio com blocos rochosos. Em termos sucessionais, a floresta apresenta-se em sua grande maioria em estágio inicial ou médio. No entanto, podem ser encontrados exemplares de estágios mais maduros ou climáxicos. Dado o seu porte e/ou raridade, é de se esperar que se trate de exemplares antigos ou remanescentes. Os principais exemplos são: *Couepia schottii* Fritsch; *Parinari excelsa* Sabine; *Pausandra megalophylla* Müll. Arg.; *Ocotea teleiandra* (Meisn.) Mez; *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze, *Rustia formosa* (Cham. & Schltdl.) Klotzsch e *Chrysophyllum imperiale* (Linden ex K. Koch & Fintelm.) Benth. & Hook., que ocorrem de forma isolada nas encostas do município. No extremo oposto encontramos espécies muito comuns e características de estágios iniciais ou médios da sucessão como *Trema micrantha* (L.) Blume), *Citharexylum myrianthum* Cham., *Tibouchina granulosa* (Desr.) Cogn., *Casearia sylvestris* Sw. e *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. As bordas da floresta são dominadas pelo capim colonião (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs) e *Gleichenia* sp.

A tabela 2 apresenta os dados relativos à área basal e dados indiretos relativos à mortalidade de árvores nas áreas estudadas.

Tabela 2: Características estruturais da vegetação em encostas de Angra dos Reis, RJ.

local	**área basal ($m^2.ha^{-1}$)**	**densidade (ind. ha^{-1})**	**% árvores mortas**	**madeira morta sobre o solo ($m^3.\ ha^{-1}$)**
Sapinhatuba I	11,4	860	7,0	16,8
Sapinhatuba II	26,5	1.180	13,3	31,6
Morro da Glória	22,1	780	9,1	32,2
Ilha Grande	57,9	1.996	1,5	13,2

Considerada como um parâmetro que se correlaciona com a biomassa viva acima do solo, a área basal constitui um parâmetro confiável e de fácil obtenção. Os valores encontrados apresentaram uma grande variabilidade entre os sítios em estudo. Evidenciou-se um grande desvio do valor obtido para a área de clímax local (Ilha Grande) em relação às demais áreas, variando entre 2,2 e 5,1 vezes. De acordo com Runkle (1981) são esperados valores menores de área basal em áreas com distúrbio recente, tendendo a aumentar em estágios de regeneração mais avançados. A densidade também evidenciou diferenças entre as áreas urbanas e a Ilha Grande. Os valores obtidos para esta floresta são compatíveis com outras áreas climáxicas do Sudeste Brasileiro (Oliveira, 2002). Assim, conclui-se que o valor de biomassa (representada pela área basal) constitui um relevante diferencial das florestas urbanas de Angra dos Reis.

Finalmente há que se destacar que outro diferencial entre as populações estudadas diz respeito ao percentual de árvores mortas. Kurtz e Araújo (2000) encontraram valor semelhante em área climáxica em Guapimirim, 1,3% de árvores mortas em pé. Já Pessoa *et al*. (1997) encontraram uma porcentagem de árvores mortas em pé em floresta de 30 anos em Macaé de Cima (RJ) de 10,5%. A relativamente elevada porcentagem de indivíduos arbóreos mortos em pé pode ser explicada segundo Budowski (1965). A expectativa de vida das espécies dominantes no estágio pioneiro é de um a três anos, aumentando para 10 a 25 no estágio secundário inicial, para 40 a 100 anos no estágio secundário tardio, podendo atingir de 100 a 1.000 ou mais anos no clímax. Essa diferença nos ciclos de vida das espécies de acordo com o seu estágio é relacionada ao estoque de madeira morta sobre o solo e explica em parte os valores encontrados.

No ciclo hidrológico sobre sistemas montanhosos o papel da vegetação é crítico, tanto no que se refere à sua biomassa aérea (folhas, galhos e troncos que interceptam, amortecem e redistribuem a chuva) como na subterrânea. As raízes estruturam e "ancoram" os solos íngremes, além de distribuírem a água no solo, constituindo caminhos preferenciais de percolação e contribuindo para a recarga do lençol freático (Negreiros *et al*., 2009). Essas funções podem ser severamente alteradas na medida em que a estrutura da floresta perde suas características originais em decorrência da degradação do sistema florestal.

A redução da interceptação da chuva deve ser significativa, na medida em que os parâmetros aqui medidos (como densidade e área basal) evidenciam baixos valores nas florestas de encostas da sede do município. Por outro lado, a existência de um percentual elevado de árvores mortas em pé (superior a 7% nas três áreas urbanas) pressupõe que os respectivos sistemas radiculares não apenas encontram-se mortos, como também têm comprometida a ação de ancoramento do solo. O valor encontrado na floresta climáxica (1,5%) se distanciou consideravelmente das demais áreas. Em relação a florestas mais conservadas, a qualidade das raízes em relação a essa função também pode ser relativizada. Em muitos casos de degradação das florestas, a alocação de biomassa nos ecossistemas é modificada, sendo favorecidas espécies com lenho de menor densidade e biomassa de menor proporção em relação à de sistemas mais maduros ou climáxicos. Assim, é de se esperar que em sistemas menos avançados sucessionalmente a resistência das raízes à tração e ao cisalhamento seja inferior à dos sistemas climáxicos.

No que se refere ao papel da biomassa subterrânea na funcionalidade hidrológica do sistema, a heterogeneidade e profundidade das raízes arbóreas em áreas mais conservadas promovem melhor distribuição hídrica ao longo do perfil do solo do que em áreas nas quais predominam gramíneas, espécies arbustivas ou arbóreas com raízes abundantes e pouco profundas. Nestas, a água infiltrada tende a se acumular em subsuperfície, logo abaixo da zona de enraizamento. Com a saturação do solo em eventos de chuvas intensas, a estabilidade dos solos superficiais é rompida, podendo levar a deslizamentos por descontinuidade hidráulica (Coelho Netto, 1999). Há ainda outro ponto em relação à porcentagem de árvores mortas: estas favorecem a entrada pontual

de fluxos d'água nas cavidades que permanecem após a decomposição das raízes. Finalmente o estoque relativamente elevado de madeira morta sobre o solo das áreas urbanas pode funcionar como combustível em caso de incêndio florestal.

O fato de as florestas do município de Angra dos Reis se encontrarem sob forte pressão demográfica intensifica o uso da água pelas populações menos favorecidas. A falta de um abastecimento centralizado de água leva à necessidade de improvisações. De fato, praticamente todas as florestas percorridas apresentam um sem-número de soluções improvisadas para a adução de água para as comunidades próximas. Constantemente sujeitas a vazamentos, estas canalizações interferem no encharcamento do solo e nas condições de umidade antecedente, favorecendo a ruptura do mesmo em casos de chuvas intensas.

Apesar dos deslizamentos de encostas constituírem um fenômeno natural de modelagem do relevo em sistemas montanhosos, por suas características geológico-geomorfológicas associadas ao regime climático das regiões tropicais, as florestas possuem funções hidrológicas relevantes na minimização dessa tendência. A perda de funções ecológicas pelos distúrbios diretos e indiretos acima citados, em conjunção com a grande presença de blocos rochosos, áreas de declividade acentuada e a tendência climática da área a eventos pluviométricos intensos, demonstram a importância que deve ser dada à conservação desses ecossistemas, uma vez que florestas em estágios sucessionais iniciais e médios não apresentam a mesma função no que se refere à estabilidade das encostas.

Conclusões

Além das funções de caráter geotécnico, onde a vegetação por meio das raízes estrutura e ancora os solos íngremes, as florestas urbanas também apresentam relevante importância a respeito dos chamados serviços ambientais ou funções ecológicas, como amenização do clima, fixação de carbono, produção de água pelas nascentes, estabilidade de encostas, redução da chuva e interceptação de poluentes presentes no ar atmosférico ao passar pelas copas das árvores, assim como o conforto ambiental. Além dessa importância local, cabe às florestas urbanas um destacado papel no que se refere às mudanças climáticas em escala global. A conservação dos fragmentos florestais inseridos em contextos urbanos deve ser avaliada de forma constante, interdisciplinar e participativa. A floresta se expressa não só pelo que a ciência nela encontra, mas também pelo uso, direto ou indireto, que o homem faz e que permite uma pluralidade de olhares e valorizações.

A questão da segurança das encostas é assunto que perpassa os condicionantes políticos e administrativos. Neste sentido, o mapeamento e a gestão das áreas de risco colocam-se como a questão mais imperiosa. Da mesma forma, a realocação da população para regiões mais seguras e o controle da expansão de moradias em encostas que apresentam riscos de deslizamentos são assuntos prementes na vida da cidade. O cuidado com as encostas e suas florestas constitui uma condição *sine qua non* para a vida da

cidade de Angra dos Reis. As desigualdades sociais também atuam fortemente na definição e manutenção das áreas de risco. As favelas que ocupam a maioria das encostas da sede do município são a expressão de políticas desencontradas e voltadas para interesses privados. Os esforços para a restauração florestal, seja na esfera nacional, regional ou local, são tarefas longas e continuadas, sendo necessárias muitas décadas, recursos, vontade política, trabalho e pessoal compromissado.

Referências bibliográficas

AIDE, T.M.; ZIMMERMAN, J.K.; HERRERA, L.; ROSARIO. M. & SERRANO, M. 1995. Forest recovery in abandoned tropical pastures in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management* 77: 77–86.

BUDOWSKI, G. 1965. Distribution of tropical American Rain Forest trees in the light of successional process. *Turrialba* 15: 40-45.

CLARK, D.B. 1990. The role of disturbance in the regeneration of neotropical most forests. In: BAWA, K.S. & HADLEY, M. (eds.). *Reproductive ecology of tropical forest plants.* Paris, UNESCO, p. 291-315.

COELHO NETTO, A.L. 1999. Catastrophic Landscape Evolution in a Humid Region (SE Brazil): inheritances from tectonic, climatic and land use induced changes. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria* 3: 21-48.

CRUZ, E. 2001. *Reativação erosiva e revegetação em cicatrizes de movimentos de massa: Estação Experimental da Cicatriz do Pico do Papagaio / Maciço da Tijuca, RJ.* Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Geografia).

DAILY, G.C. 1997. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Washington, Island Press.

DAILY, G. C., POLASKY, S., GOLDSTEIN, J. 2009. Ecosystem services in decision-making: time to deliver. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7: 21–28.

FAZEY, I., FISCHER, J. & LINDENMAYER, D.B. 2005. What do conservation biologists publish? *Biological* Conservation 124: 63–73.

FELL, R., COROMINAS, J. BONNARD, C., CASCINI, L., LEROI, E. & SAVAGE, W.Z. 2008. Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning. *Engineering Geology* 102: 85–98.

FERNANDES, M.C.; AVELAR, A.S. & COELHO NETTO, A.L. 2006. Domínios Geo-hidroecológicos do Maciço da Tijuca/RJ. *Anuário do Instituto de Geociências* 29 (2): 122-148.

GARTIN, M., CRONA, B., WUTICH, A. WESTERHOFF, P. 2010. Urban Ethnohydrology: Cultural Knowledge of Water Quality and Water Management in a Desert City. *Ecology and Society* 15: 36-48. Disponível em :http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art36. Acesso em 20 fev. 2012.

KURTZ, B.C.; ARAÚJO, D.S.D. 2000. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de um trecho de Mata Atlântica na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguesia* 51: 69-111.

MILLER, J. R. & HOBBS, R. J. 2002. Conservation where people live and work. *Conservation Biology* 16 330–337.

MYSTER, R.W.; MATTHEW, J.R.; & LARSEN, C. 1997. Predicting landslide vegetation in patches on landscape gradients in Puerto Rico. *Landscape Ecology* 12: 299-307.

NEGREIROS, A.B. ; COELHO-NETTO, A.L. 2009. Reabilitação Funcional de Clareira de Deslizamento em Encosta Íngreme no Domínio da Floresta Atlântica, Rio de Janeiro (RJ). *Revista Brasileira de Geomorfologia* 10: 85-93.

MORO,F.M. & MARTINS,F.R. 2011. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In: FELFILI, J.M., EISENLOHR, P.J., MELO, M.M.R.F., ANDRADE, L.A. & NETO, J.A.A.M. *Fitossociologia no Brasil:métodos e estudos de caso.* Viçosa, Ed. UFV: 213 - 230.

OLIVEIRA, R.R. 2002. Ação antrópica e resultantes sobre a estrutura e composição da Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ. *Rodriguesia* 53 (82): 33-58.

PEDROSA, R.P.F.; MONTEZUMA, R.C.M.; SANTOS, R.L. ; OLIVEIRA, R.R. 2005. Estrutura da paisagem da Mata Atlântica em áreas alteradas por incêndios florestais. In: OLIVEIRA, R.R. (Org.) *As marcas do homem na floresta: História Ambiental de um trecho urbano de Mata Atlântica*. Rio de Janeiro: Editora PUC-Rio: 183-206. Disponível em http://www.editora.vrc.puc-rio.br/marcas_homem.html. Acesso em 19 mar. 2012.

PESSOA, S.V.A.; GUEDES-BRUNI, R.R.; KURTZ, B.C. 1997. Composição florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de um trecho secundário de Floresta Montana na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In: LIMA, H.C.de: GUEDES-BRUNI, R.R.. (Org.). *Serra de Macaé de Cima: Diversidade florística e Conservação em Mata Atlântica*. Rio de Janeiro, Jardim Botânico do Rio de Janeiro: 147-168.

ROBERT, A. & MORAVIE, M.A. 2003. Topographic variation and stand heterogeneity in a wet evergreen forest of India. *Journal of Tropical Ecology* 19: 697-707.

RUNKLE, J.R. 1981. Gap regeneration in some old-growth forest of the eastern United States. *Ecology* 62: 1041-1051.

SEKERCIOGLU, C.H. 2010. Ecosystem functions and services. In: SODHI, N.S and EHRLICH, P.R. (eds.) *Conservation Biology for All*. Oxford: Oxford University Press, p. 45-67. Disponível em: http://ukcatalogue.oup.com/product/9780199554249.do. Acesso em 19 mar. 2012.

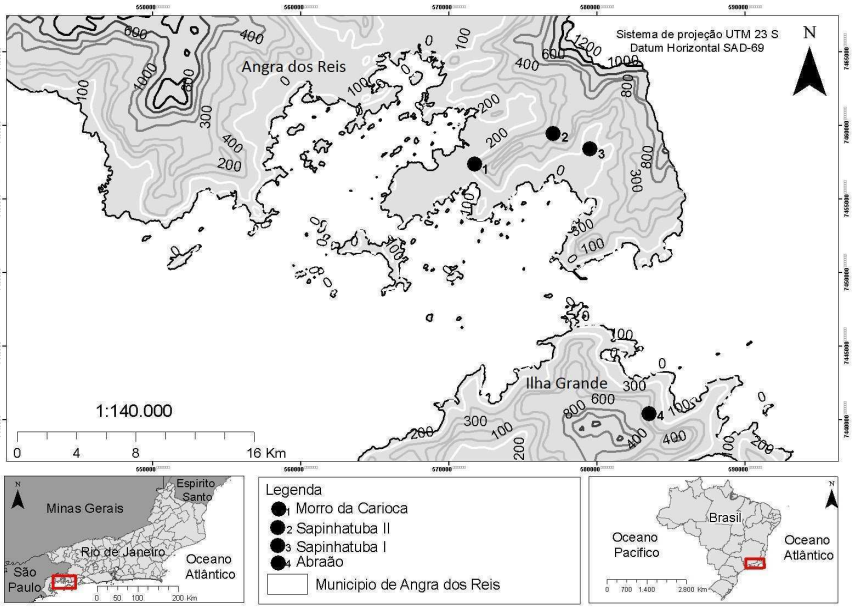

Figura 1: localização das áreas de estudo na sede do município de Angra dos Reis (RJ) (áreas 1, 2 e 3, ao norte) e na Ilha Grande (parcela 4, ao sul).

Figura 2: Ocorrência de bananeiras e gramíneas na alta encosta em Angra dos Reis, RJ.

Figura 3: Cabeceira do desmoronamento da encosta do Morro da Carioca, Angra dos Reis, RJ.

Figura 4: Sistemas improvisados de captação de água nas encostas de Angra dos Reis, RJ.