

# A INTERFACE FLORESTAL-URBANA E OS DESASTRES NATURAIS RELACIONADOS À ÁGUA NO MACIÇO DA TIJUCA: desafios ao planejamento urbano numa perspectiva sócio-ambiental.<sup>1</sup>

Ana Luiza Coelho Netto<sup>2</sup>

**Resumo:** Este trabalho focaliza as mudanças ambientais induzidas pela expansão de cidades em geocossistemas montanhosos costeiros, inseridos no domínio natural da Floresta Atlântica. A atenção volta-se aos problemas sócio-ambientais relacionados aos desastres naturais impulsionados por eventos extremos de chuvas, como subsídio à revisão de políticas públicas correntes, particularmente no que diz respeito à ocupação de encostas. O problema em foco ressalta duas questões: 1- Como reverter as atuais taxas de devastação da Floresta Atlântica no Maciço da Tijuca, especialmente em locais sob estado crítico de vulnerabilidade na interface florestal-urbana? 2- Onde e como aplicar projetos prioritários e integrados de urbanismo e reflorestamento/conservação florestal que permitam resgatar as funções geo-hidroecológicas, a estabilidade das encostas e a reabilitação da paisagem florestal-urbana? Propõe-se, por ora, que um novo modelo urbanístico deva focar uma atenção especial sobre a zona de vizinhança imediata à floresta, estabelecendo-se zonas verdes ou faixas de amortecimento dos impactos diretos sobre o ecossistema florestal. A largura destas zonas pode ser variável em função de barreiras naturais ou da tipologia de vizinhança segundo o potencial de efeitos de borda sobre o ecossistema florestal. A revisão desta arquitetura da paisagem deve favorecer o desenvolvimento de “corredores verdes” entre os aglomerados, lotes ou propriedades, de modo a resgatar fluxos biogênicos relevantes e conectividade entre os fragmentos florestais remanescentes. Envolveria, portanto, o resgate de funções ecológicas, hidrológicas e mecânicas que regulam a estabilidade das encostas. Isto requer o (re)ordenamento e a (re)funcionalização da zona fronteiriça urbano-florestal, sem negligenciar o controle das causas principais da retração florestal e a necessidade urgente de ampliar a oferta de habitações populares.

**Palavras-chave:** Floresta Atlântica; Ocupação de encostas; Problemas sócio-ambientais; Planejamento urbano.

## Introdução

O tema “Geografia Física e os processos ambientais em áreas urbanas”, proposto nesta Mesa Redonda, nos reporta, por um lado, à velha divisão da Geografia, Física e Humana, e por outro, nos coloca diante de desafios correntes por uma nova visão geográfica integrada do espaço habitado pela parcela majoritária da população brasileira, ou seja, o espaço das cidades. Embora a vertente primeira deste tema possa ser estimulante ao debate e avanço da ciência geográfica, vou me deter na segunda, como forma de estimular a percepção, o pensamento e a ação dos profissionais atuantes no ordenamento territorial e na gestão das cidades.

Neste trabalho focalizei a resultante das mudanças ambientais induzidas pela expansão de cidades em geocossistemas montanhosos costeiros inseridos no domínio natural da Floresta Atlântica. A atenção volta-se aos problemas sócio-ambientais relacionados aos desastres naturais impulsionados por eventos extremos de chuvas, tendo em vista

fornecer subsídios à revisão de políticas públicas, especialmente no que diz respeito à ocupação das encostas e fundos de vales.

A discussão volta-se aos desafios correntes diante da necessidade urgente de se estabelecer medidas mitigadoras e preventivas dos problemas afins aos desastres naturais ora enfocados. Toma-se por base as pesquisas desenvolvidas pela presente autora e equipe em busca do melhor entendimento das respostas geo-hidroecológicas<sup>3</sup> às mudanças ambientais induzidas pelo uso urbano na interface com o ecossistema florestal. Prioriza-se a análise dos processos geoecológicos, hidrológicos e geomorfológicos afins, a vulnerabilidade do geocossistema e a ocorrência de deslizamentos que impõem riscos sócio-ambientais de magnitude catastrófica.

As investigações concentram-se numa área-laboratório de campo (desde 1975) que é representativa dos geocossistemas montanhosos costeiros e está inserida na interface florestal-urbana.

1 Suporte: CNPq, FAPERJ, PRONEX/CNPq-FAPERJ; PADCT/CNPq-FAPERJ.

2 Professora Titular e Pesquisadora 1B-CNPq, Coordenadora do GEOHECO/Laboratório de Geo-Hidroecologia, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária-Ilha do Fundão, CEP21941-590, Rio de Janeiro (RJ). ananetto@acd.ufrj.br 3 Interações biota-solo-rocha-topografia relevantes à hidrologia de encostas e suas implicações na dinâmica dos processos geomorfológicos que governam a evolução de bacias de drenagem e dos sistemas de paisagem (ou geocossistemas), como proposto por COELHO NETTO (1992).

Trata-se do Maciço da Tijuca, no Rio de Janeiro, onde, inclusive, tem se concentrado uma ampla mobilização social, envolvendo a equipe GEOHECO-UFRJ, as comunidades e ONG's locais e representantes dos poderes legislativo e executivo, em torno das questões relativas ao (re) ordenamento e à gestão territorial-ambiental das áreas de encostas do Rio de Janeiro, em associação ao processo (atrasado) de revisão do Plano Diretor da Cidade.

### **O Maciço da Tijuca na paisagem do Rio de Janeiro**

A cidade do Rio de Janeiro constitui um geocossistema marcado por uma morfologia montanhosa circundada por planícies fluvio-marinhas, ambas interconectadas por redes de canais que drenam para diferentes reservatórios terminais. O Maciço da Tijuca, situado na porção oriental do município, é drenado por bacias hidrográficas que desaguam nos reservatórios da baía da Guanabara, nas lagoas costeiras ou diretamente no oceano Atlântico (Fig. 1).

Sobressaem na paisagem carioca os extensos fragmentos da Floresta Atlântica sobre os maciços montanhosos, apesar da forte pressão da metrópole circundante. Trata-se, portanto de um geocossistema aonde as mudanças ambientais vêm sendo

historicamente induzidas por alterações e intensificações de uso e ocupação de terras na interface florestal-urbana, potencializando a ocorrência de deslizamentos nas encostas durante os eventos extremos de chuvas, especialmente em períodos mais chuvosos e no alto verão.

Embora atualmente a taxa de crescimento demográfico mantenha-se relativamente estável no município, o empobrecimento da população, aliado a busca de moradia junto ou próximo a locais com oferta de trabalho remunerado, tem acelerado o processo histórico das construções informais de favelas, iniciado nas primeiras décadas do século XX, tanto nas encostas do maciço como nas baixadas circundantes (FERNANDES *et al.*, 1999). Por outro lado, a expectativa de melhor qualidade de vida no ambiente montanhoso florestal tem forçado o avanço de construções formais sobre as encostas, apesar das restrições impostas pela legislação ambiental e urbana. Sob tais circunstâncias a relação Homem-Natureza traduz-se numa forte competição pelo habitat comum a grupos sociais heterogêneos e a biota da floresta remanescente, e acentua a vulnerabilidade do geocossistema frente aos problemas sócio-ambientais.



Figura 1 Localização do Maciço da Tijuca no município do Rio de Janeiro.

Vale destacar que, assim como os demais maciços costeiros e áreas serranas, o maciço da Tijuca funciona como um importante centro armazenador e distribuidor de águas pluviais, de onde convergem descargas fluviais (líquidas, sólidas e solúveis) para as baixadas circundantes, antes de desaguarem em seus respectivos reservatórios terminais. Os volumes e a qualidade da água resultam da integração de processos geocológicos, hidrológicos e mecânicos, os quais são regulados por relações funcionais entre os elementos de natureza geo-biofísica e sócio-cultural.

Os vales dos rios Maracanã (direção SW – NE) e Cachoeira

(direção NE – SW) dividem o maciço da Tijuca nas chamadas serras da Carioca e da Tijuca ou Três Rios. No conjunto, a morfologia do maciço é assimétrica. As amplitudes de relevo e os gradientes topográficos não são espacialmente uniformes. Uma feição morfológica conspícua é dada pelos picos rochosos arredondados, denominados “pães de açúcar”, dentre os quais podemos destacar: (1) da Tijuca (1021 m) e do (2) Papagaio (983 m), (3) do Corcovado (701 m) e da (4) Pedra da Gávea (842 m) – Fig. 2.

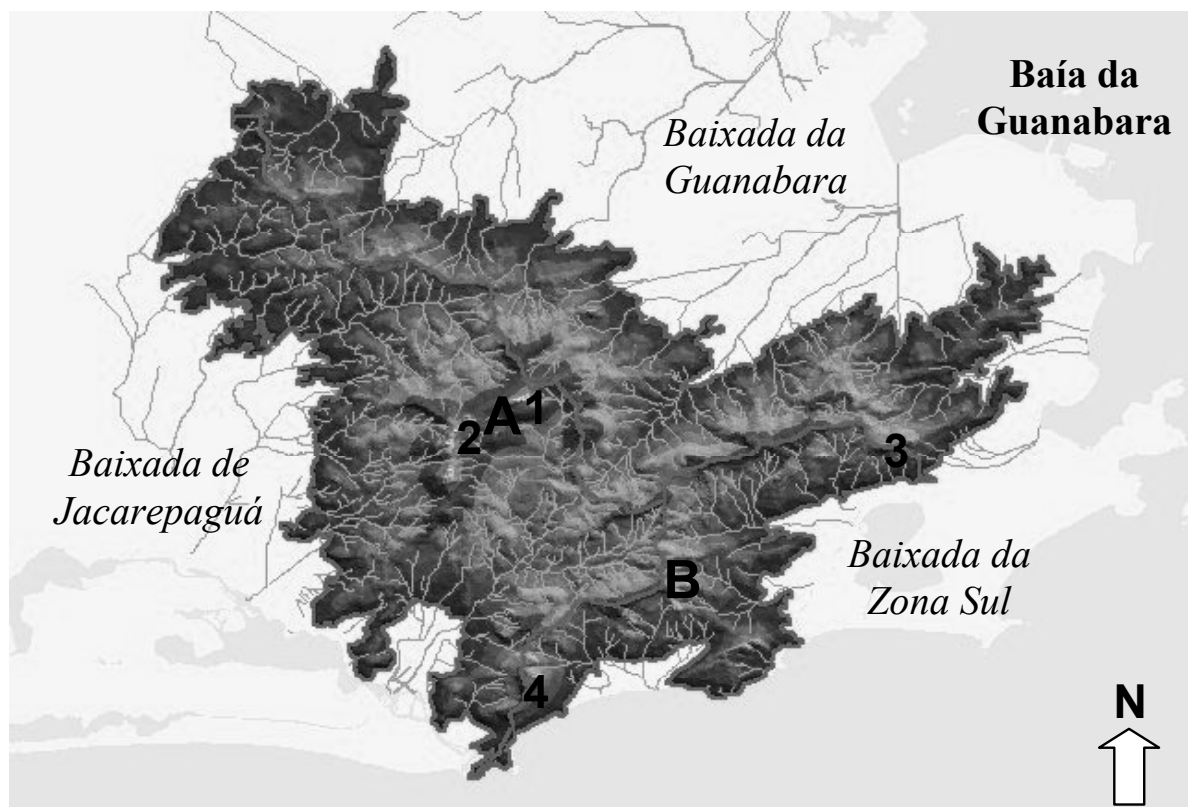


Figura 2 Sistema hidrográfico do Maciço da Tijuca-Baixadas: (A) Serra da Tijuca e (B) Serra da Carioca; principais picos montanhosos: (1) da Tijuca (1021 m) e do (2) Papagaio (983 m), (3) do Corcovado (701 m) e da (4) Pedra da Gávea (842 m).

### Aspectos geológico-geomorfológicos

O relevo montanhoso da região sudeste brasileira, guarda uma longa história geológica associada à evolução da crosta terrestre. Suas rochas, de idade pré-cambriana, foram originadas há mais de 570 milhões de anos (Proterozóico Superior) a partir do metamorfismo e da deformação de rochas sedimentares e ígneas pré-existentes. No entanto, sua configuração morfológica montanhosa é mais recente, tendo sido associada por ASMUS e FERRARI (1978) a falhamentos paralelos à costa, ocorridos por

volta de 65 milhões de anos (Terciário Inferior), em associação à abertura do oceano Atlântico. Os blocos falhados formaram as serras da Mantiqueira e do Mar, assim como os maciços costeiros e as ilhas.

Nesse contexto regional, o maciço da Tijuca representa apenas uma pequena parcela dos inúmeros blocos falhados dentro da grande faixa móvel que originou as rochas do sudeste brasileiro, denominada Faixa Ribeira. De acordo com PIRES e HEILBRON (1989), o maciço da Tijuca é constituído principalmente por rochas

do tipo gnaiss facoidal, biotita gnaiss, kinzigito, ortognaiss (gnaiss Archer) e granito (granito Favela). Esses autores e SILVA *et al.* (1991) incluem outras rochas, de ocorrência mais restrita, tais como: quartzitos, pegmatitos, charnoquitos, diques de diabásio, diques de alcalinas e brechas tectônicas. No alto vale do córrego Soberbo ocorrem também afloramentos de quartzo-diorito (comercialmente chamado de granito preto Tijuca). As rochas predominantes se dispõem num grande dobramento deitado, com falhamentos deslocando essas litologias.

Juntas de alívio, falhas e fraturas nas rochas muito influenciaram e influenciam os processos de intemperismo diferencial das rochas propiciando a formação de blocos *in situ*. Em concomitância, ou posteriormente, aos fenômenos tectônicos acima mencionados, solos e fragmentos de rochas puderam, e podem, ser transportados por processos erosivos. Neste ambiente montanhoso, prevalece a erosão por ação gravitacional (ou deslizamentos), principalmente do tipo translacional, rastejo e fluxos detriticos. Os movimentos translacionais ocorrem preferencialmente nas encostas convexo-retilíneas com declividades superiores a 35°, enquanto os demais tendem a ocorrer nas encostas côncavas ou fundos de vales sob declives menores, principalmente entre 14 e 17 graus (AVELAR, 1996; LACERDA, 1997).

Significa que a atual configuração morfológica do maciço da Tijuca, assim como o regolito e a interface solo-biota, guardam em si uma composição e uma estruturação herdada de tempos geológicos remotos e recentes sem a interferência humana, assim como de tempos históricos e atuais com interferência, reproduzindo mecanismos evolutivos similares. Os rios principais que drenam o maciço encaixaram-se nos falhamentos e fraturamentos herdados do passado geológico mais distante, e hoje, essas estruturas ainda influenciam a dinâmica hidrológica e erosiva atuantes nas encostas. Muito dos solos residuais, ricos em blocos formados *in situ*, já foram transportados por deslizamentos em tempo geológico recente, assim como ainda ocorre nos dias atuais (COELHO NETTO, 1985).

Os depósitos de encostas ricos em blocos são comuns no ambiente montanhoso, especialmente nos degraus estruturais associados com rupturas de declives e nos fundos de vales (CRUZ *et al.*, 1998). Estão no rastro dos movimentos de massa rápidos (tipo translacional ou fluxos detriticos), os quais tendem a convergir das porções superiores das encostas para os canais fluviais. Os fluxos detriticos podem alimentar a formação de extensas avalanches detriticas, ricas em blocos, as quais podem alcançar e espalhar nas baixadas adjacentes ao maciço. Embora esse fenômeno tenha sido observado em fevereiro de 1996, especialmente na vertente que drena para a baixada de

Jacarepaguá, existem evidências de depósitos similares de idade Quaternária tanto nas encostas como nas baixadas costeiras (MEIS, 1976). Significa, portanto, que estes movimentos de massa são fenômenos naturais de áreas montanhosas.

### Histórico da floresta e políticas conservacionistas

No maciço da Tijuca ainda encontramos um dos remanescentes de Floresta Atlântica, classificado como Floresta Tropical Pluvial de Encosta, cujo nome local é Floresta da Tijuca. O bioma da Mata Atlântica é próprio da zona costeira brasileira e engloba diferentes formações florestais, restingas e manguezais, que estão associados a uma grande geodiversidade, ou seja, diversidade de condições geológica, pedo-geomorfológica e hidroclimática.

A Floresta da Tijuca guarda uma longa história de intervenções humanas, desde sua origem no sudeste brasileiro durante a transição Pleistoceno-Holoceno, por volta de 9.000 anos atrás, como indicado por estudos palinológicos na região sudeste. Entre meados dos séculos XVIII e XIX, a floresta original foi substituída por cafezais, depois de queimadas extensivas. Se por um lado a fertilidade acumulada nos solos florestados permitiu o enriquecimento imediato de seus exploradores, por outro, sua rápida exaustão ocasionou a desvalorização econômica dessas terras, além de problemas ambientais associados a altas taxas de erosão superficial (DANTAS e COELHO NETTO, 1996). A devastação florestal promovida pelo ciclo econômico do café também acarretou a perda da capacidade de estocagem das águas pluviais nos aquíferos subterrâneos, reduzindo os mananciais de águas que, até então, abasteciam a cidade.

Diante de um cenário devastador, envolvendo perdas econômicas e insatisfação dos proprietários de terras (cafeicultores), e diante da demanda crescente de abastecimento de água para a cidade, ocorrem as primeiras medidas governamentais de recuperação ambiental. As antigas fazendas de café foram desapropriadas, iniciando-se um processo de "reflorestamento", inicialmente com espécies nativas e heterogêneas (COELHO NETTO, 1985; ABREU, 1992; GEOHECO-UFRJ/SMAC-RJ, 2000). A partir do plantio inicial de 90.000 mudas, nas cabeceiras de drenagem, o processo de regeneração da floresta beneficiou-se da ausência de outras formas de pressão antrópicas e expandiu-se progressivamente sobre as áreas devastadas do maciço da Tijuca. Hoje a Floresta da Tijuca é o produto de um processo de regeneração natural ou espontânea (OLIVEIRA *et al.*, 1995).

Na segunda metade do século XX, outras medidas

conservacionistas foram implementadas pelo poder público, no Rio de Janeiro, especialmente através da criação de reservas florestais ou unidades de conservação, sob responsabilidades federal, estadual ou municipal. No Maciço da Tijuca criou-se, na década de 60, o que hoje é o Parque Nacional da Tijuca, ora sob tutela do MMA-IBAMA, e eventualmente sob gestão compartilhada com o município, através da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMAC-RJ). Este Parque possui uma área total de 39,51 km<sup>2</sup>, ou seja, cerca de um terço da área do Maciço (119 km<sup>2</sup>) acima da cota de 40 m e está subdividido em três setores espacialmente descontínuos: setor “Floresta da Tijuca” (A), na serra da Tijuca, e os setores “Corcovado - Sumaré” (B) e “Pedra Bonita - Pedra da Gávea” (C), na serra da Carioca (Fig. 3).

Um outro território de proteção ambiental proposto pela Prefeitura do Rio de Janeiro é a Área de Proteção Ambiental e Regulamentação Urbana do Alto da Boa Vista (APARU-ABV, ainda

não regulamentada), com uma área total de 31 km<sup>2</sup>. Vale destacar que 70% desta área superpõe-se à área do Parque Nacional; o restante (30%) situa-se na área intermediária dos três setores do Parque. Constitui uma das áreas mais visadas no processo de revisão do código de edificações pelo governo local, tendo em vista o atendimento aos interesses da construção civil. Incluem-se ainda as áreas protegidas do Parque Laje (já incorporado ao Parque Nacional), o Jardim Botânico e o Parque da Cidade.

Outras medidas protecionistas foram tomadas com essa mesma finalidade, incluindo o estabelecimento de legislações federais e municipais que impõem restrições a construção civil e a ocupação das encostas acima da cota altimétrica de 100 m (.). Reforçando este processo, em 1992 a Floresta da Tijuca foi incorporada como Reserva da Biosfera, perante a UNESCO e o Ministério do Meio Ambiente, por ser considerada um importante fragmento da Mata Atlântica, hoje ameaçada pela pressão urbana.

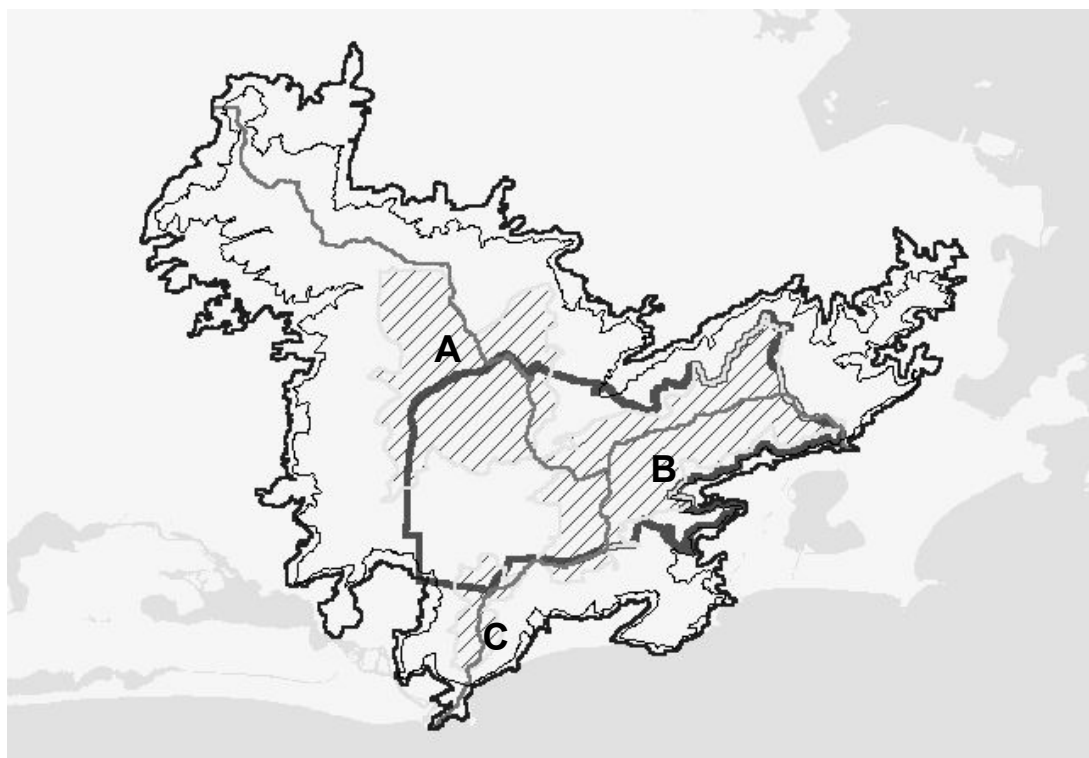


Figura 3 Áreas de proteção urbano-ambiental no Maciço da Tijuca, RJ: linha preta fina: curva de nível da cota de 100 m a.n.m.; linha rosa: divisores de águas dos sub-sistemas hidrográficos; linha cinza grossa: limite da APARU-Alto da Boa Vista e linhas tracejadas: área do Parque Nacional da Tijuca: A- Setor Floresta da Tijuca; B- Setor Corcovado-Sumaré e C- Setor Pedra da Gávea. Fonte: GEOHECO/SMAC-RJ ( 2000).

### Funções ambientais relevantes da floresta conservada

No setor A do Parque Nacional de Tijuca, particularmente na cabeceira de drenagem do rio da Cachoeira (3,5 km<sup>2</sup>), a presente

autora instalou, em 1975, a primeira estação experimental com o apoio do IBAMA-RJ, do CNPq, da FINEP e da SERLA-RJ. Desde então essa bacia é vista como área-piloto representativa do

geocossistema montanhoso florestal, sob influência diferencial das encostas e picos rochosos.

Os estudos têm sido direcionados tanto para o desenvolvimento de pesquisas básicas como aplicadas. No primeiro caso, objetivam ampliar o conhecimento fundamental sobre a composição, estruturação e funcionamento do geocossistema florestal e suas implicações na dinâmica evolutiva da paisagem Tropical Úmida, especialmente no que diz respeito à evolução das encostas, das bacias de drenagem e do modelado montanhoso como um todo. No segundo, busca-se aplicar esses modelos no desenvolvimento de metodologias voltadas aos estudos diagnósticos e prognósticos da vulnerabilidade sócio-ambiental como subsídio ao zoneamento de qualidade sócio-ambiental, visto

como instrumento de planejamento e gestão urbana. Busca-se ainda subsidiar o desenvolvimento de tecnologias de recuperação do ecossistema florestal, visando o reajuste dos processos ecológicos, hidrológicos e mecânicos, particularmente afins à estabilização das encostas.

A Fig. 4 sintetiza as principais funções ambientais exercidas pelos elementos geobiofísicos que interagem no ecossistema florestal do maciço da Tijuca, enquanto preservados num estágio sucessional climácico local ou secundário tardio. O modelo ora apresentado toma por base os resultados de pesquisas na bacia do alto rio Cachoeira, onde predomina a floresta secundária tardia e conservada.

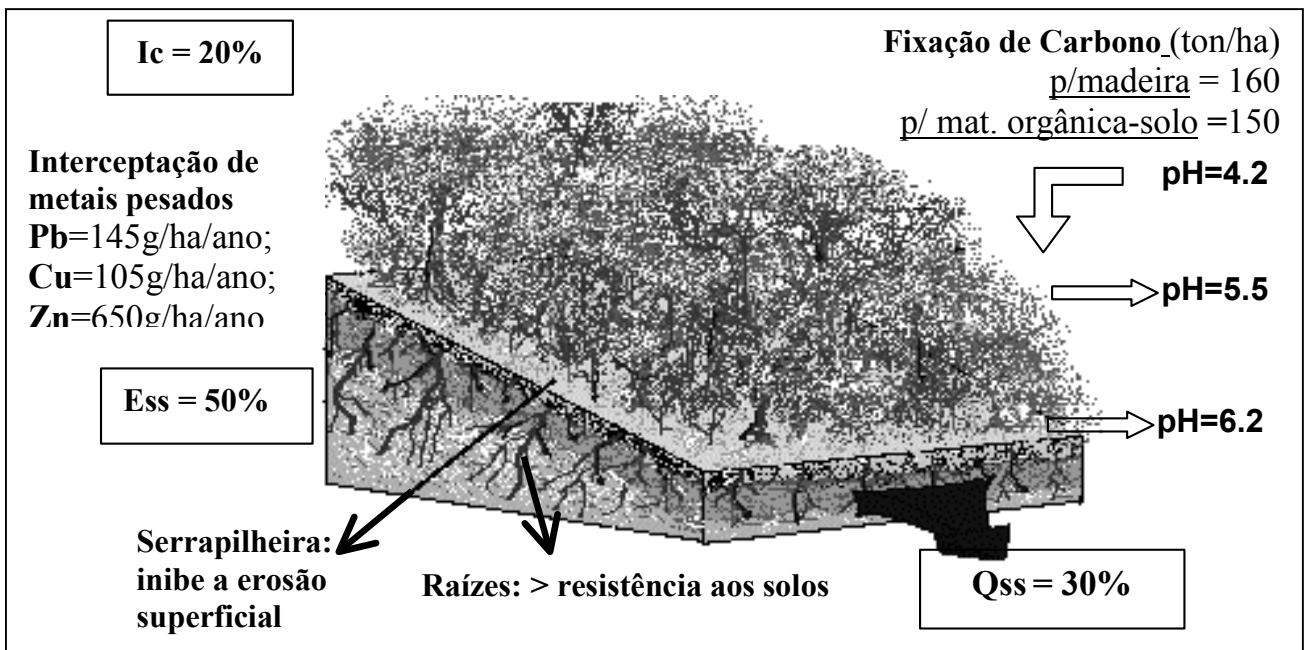


Figura 4 Funções ambientais da floresta preservada (dados obtidos na Estação Experimental do Rio Cachoeira/Parque Nacional da Tijuca.) Distribuição percentual chuvas médias anuais (Coelho Netto, 1985): Ic = interceptação/copas arbóreas; Ess = estocagem/subsuperficial; Qss = carga subsuperficial para descarga fluvial. Neutralizador do pH da chuva ácida (Silveira e Coelho Netto, 1999). Filtro de metais pesados (Oliveira e Lacerda, 1993); Estoque de carbono (Clevelário, 1996).

A floresta Tropical Chuvosa preservada absorve em torno de 20% do total médio anual de chuvas (2300 mm); a serrapilheira, associada à atividade biogênica no topo do solo, propicia altas taxas de infiltração e estocagem das águas pluviais nos solos, permitindo a alimentação perene das descargas fluviais básicas. Na bacia montanhosa do alto rio Cachoeira, apenas 30% da precipitação anual converge para os canais fluviais durante os períodos chuvosos. O estoque de água nos solos e no meio rochoso fraturado é elevado (cerca de 50% das chuvas anuais) de

onde retorna gradualmente para a atmosfera por evapotranspiração (COELHO NETTO, 1985; MIRANDA, 1992; SILVEIRA, 1997).

Trata-se de um ambiente auto-regulador das condições hidroclimáticas, da estabilidade dos solos e, por conseguinte, das encostas que sustentam a biota que, por seu turno, também é auto-sustentável, como indicam os estudos de CLEVELÁRIO JR. (1995). No que diz respeito à estabilidade das encostas, vale ressaltar o papel dos sistemas radiculares, especialmente das árvores de

maior porte, com raízes profundas e ancoradas em bases coesas. Essas raízes, ao mesmo tempo em que sustentam seus respectivos indivíduos arbóreos, reforçam e estabilizam os solos (PRANDINI *et al.*, 1976).

Com a presença de blocos de rochas embutidos na matriz de solos, as raízes arbóreas os envolvem ou os contornam, promovendo a sua fixação nas encostas. Esses mesmos blocos funcionam como superfícies impermeáveis que induzem o desvio dos fluxos d'água subsuperficiais, que, ao contornarem os blocos, podem originar dutos ou drenos naturais (CASTRO JR., 1991). Esses dutos, por sua vez, favorecem o alívio de poro-pressões positivas na matriz dos solos e, desta forma, reduzem a probabilidade de instabilidade deles, ou seja, a ocorrência de deslizamentos.

Vale ressaltar ainda o papel hidrológico desempenhado pelas escarpas rochosas do Rio de Janeiro, que funcionam como zonas de recarga d'água em profundidade no solo (COELHO NETTO, 1985). Significa que as encostas no sopé dessas escarpas recebem uma carga de água subsuperficial maior do que as encostas fora de sua influência. Na ausência das funções florestais que regulem a ciclagem das precipitações e a estabilização dos solos e blocos rochosos, essas encostas tornam-se mais vulneráveis frente à ocorrência de deslizamentos. Oferecem, portanto, um risco maior à população residente a jusante, nas encostas ou nas baixadas adjacentes.

Vale ressaltar ainda que na interface com a metrópole do Rio de Janeiro, a Floresta da Tijuca ainda consegue filtrar a água da chuva que incorpora elementos poluidores ao longo de sua trajetória aérea. Ao ultrapassarem o dossel florestal, as chuvas ácidas (pH = 4,2) tornam-se neutras como indicam os trabalhos de SILVA FILHO (1985) e SILVEIRA e COELHO NETTO (1999). Também os metais pesados incorporados nas chuvas (chumbo, zinco, cobre) e provenientes das indústrias e do intenso tráfego terrestre, são filtrados na travessia do dossel, da serrapilheira e do topo dos solos, como indicam os estudos de OLIVEIRA e LACERDA (1993). CLEVELÁRIO JR. (1995) ainda destaca a importante captura de carbono pela Floresta da Tijuca que é da ordem de 160 ton/ha pela madeira e 150 ton/ha pela matéria orgânica-solo.

### **A fragmentação da Floresta Atlântica no Maciço da Tijuca**

Lamentavelmente as políticas conservacionistas ainda não foram suficientes para controlar e ajustar as difíceis relações entre a megacidade e a conservação da Floresta da Tijuca, como vem atestando os estudos mais recentes do GEOHECO-UFRJ (ZAÚ,

1994; FERNANDES, 1998; CRUZ, 2000; e FREITAS, 2001, dentre outros). Com base em fotos aéreas de diferentes anos (1972, 1984 e 1996) e, reconhecimentos de campo, foram mapeadas as coberturas vegetais e a ocupação das encostas do referido maciço em escala 1:10 000, e calculadas as taxas de retração florestal nas últimas três décadas, como veremos adiante (GEOHECO-UFRJ/SMAC-RJ,2000).

O mapeamento da vegetação florestal seguiu uma classificação geral proposta por BUDOWSKI (1965), que se fundamenta em estágios sucessionais da floresta, e adaptada por OLIVEIRA *et al.* (1996): a mata clímax local inclui os remanescentes conservados da Floresta Atlântica e apresenta-se como floresta densa, multi-estratificada, com grande diversidade de espécies e indivíduos emergentes. A mata secundária tardia constitui uma floresta densa, pouco estratificada, com raros indivíduos emergentes; Mata secundária inicial apresenta altura média mais baixa que a anterior, com sub-bosque denso e copas menos largas e estágio de floresta pioneira, é uma formação rala, de baixa altura (< 3 m) e poucas gramíneas. Observações de campo indicam que as florestas clímax local e a floresta tardia apresentam uma estrutura funcional plena na regulação dos processos hidrológicos e mecânicos, contribuindo para a estabilização das encostas. Por outro lado, nos estágios pioneiro e inicial ocorre apenas o funcionamento parcial desses processos.

São freqüentes no Maciço da Tijuca as áreas de gramíneas, geralmente originadas por incêndios recorrentes (ZAÚ, 1994; FREITAS, 2001). A dominância maior é do capim colônio nas altitudes inferiores a 400 m, e acima desta elevação ocorre uma progressiva substituição pelo capim gordura e outras gramíneas. Os extensos capinzais apresentam e incluem espécies lenhosas resistentes ao fogo como a candeia (*Gochnatia polymorpha*), que pode formar adensamentos locais. No entanto, há que se destacar que tais formações não constituem um processo de sucessão ecológica, mas permanecem com esta fisionomia por longo tempo, em função das queimadas periódicas.

Pesquisas de campo, realizadas em encostas sob cobertura vegetal de gramíneas (DEUS, 1991; CAMBRA, 1998) indicam ser este um ambiente de infiltração das águas pluviais. Porém, o fato da zona radicular possuir alta densidade de raízes finas e pouco profundas (20 – 40 cm), ou seja, no topo dos solos, resulta numa descontinuidade hidráulica logo abaixo da zona de enraizamento ou rizosfera. Com a desaceleração da percolação vertical da água na zona subjacente, menos enraizada, o topo tende à saturação, especialmente durante as chuvas mais intensas, particularmente na estação chuvosa (verão). Sob condição de excedentes críticos de

poro-pressão positiva, os solos superficiais tendem a romper sua estabilidade e deslizar encosta abaixo. Assim sendo, os solos sob gramínea e outras espécies arbustivas ou arbóreas com raízes densas e pouco profundas tendem a ser altamente instáveis, potencializando a ocorrência de deslizamentos (COELHO NETTO, 1999).

No Maciço da Tijuca ainda são encontrados extensos bananais e, em pontos mais localizados, os eucaliptais. A frequência quase anual dos incêndios florestais leva a uma progressiva regressão da floresta. As zonas de contato do capim com a floresta tornam-se áreas potencialmente regressivas. A Fig. 5 mostra o mapa da cobertura vegetal e ocupações urbanas, formais e informais, no ano de 1996, elaborado através de fotos aéreas (escala 1:10.000) com apoio de cartas topográficas na mesma escala e observações de campo (GEOHECO-SMAC/RJ, 2000). Chama atenção, de imediato, o fato de que a devastação florestal já ultrapassou os limites do Parque Nacional da Tijuca em diversas

localidades dos três sub-sistemas hidrográficos.

O SSH da Baía da Guanabara (vertente norte do maciço) já está quase todo desprovido de floresta, o que pode ser relacionado com a maior antiguidade da ocupação nessa vertente do maciço. Hoje, comparando com os demais sub-sistemas hidrográficos, as encostas desse sub-sistema estão mais expostas à poluição industrial e à maior insolação. Também apresentam um quadro crítico de ocupação densa e desordenada, com grande proliferação de favelas. No divisor superior de águas da bacia do rio Trapicheiros (vertente direita do rio Maracanã), a presença das torres de televisão tem contribuído para a devastação florestal, que já atingiu o setor B do Parque Nacional, afetando a estabilização das encostas. Outro processo degenerativo da floresta está associado aos incêndios recorrentes no seu entorno, o que é favorecido pela dominância de gramíneas, altamente combustíveis. Na verdade, trata-se de uma área de alto risco de incêndios (FERNANDES *et al.*, 1999; GEOHECO-UFRJ/SMAC-RJ).

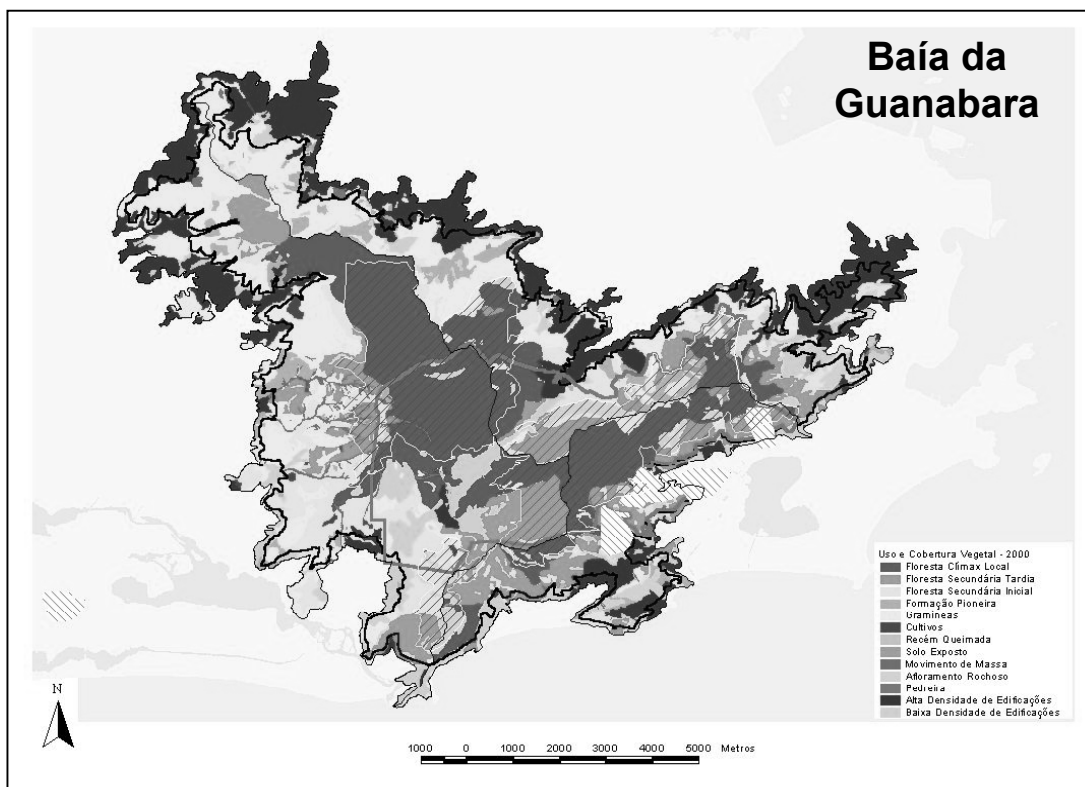


Figura 5 Mapa de cobertura florestal e de uso formal e informal do solo - ano de 1996, no Maciço da Tijuca. Fonte: GEOHECO/SMAC-RJ (2000).

Em contrapartida, o SSH da Zona Sul é o que apresenta a maior proporção de cobertura florestal em estágio sucessional avançado e, segundo observações de campo, em melhor estado de conservação. A conservação da floresta é visível nas encostas das

bacias que drenam para a Lagoa Rodrigo de Freitas e para as praias de Ipanema e Leblon: além da menor insolação e maior umidade ambiental, as barreiras naturais montanhosas aliadas às áreas de proteção e conservação ambiental inibem a expansão das



construções encosta acima. O mesmo já não ocorre nas sub-bacias que drenam para a praia de São Conrado, onde o crescimento e expansão das edificações formais já ultrapassam a cota altimétrica de 100 m, misturando-se à expansão acelerada das favelas da Rocinha, do Vidigal e da estrada das Canoas. O que ocorre em São Conrado é observado em outras áreas da zona sul ou da zona norte da cidade, ou seja, a co-evolução de favelas e do tecido urbano formal, onde convivem grupos de diferentes classes sociais. Isto demonstra que as edificações formais ou condomínios habitados pelas classes sociais ricas ou medianas não são inibidoras da expansão das favelas cariocas.

Já no SSH de Jacarepaguá, o processo de ocupação nas encostas é mais recente; quando comparamos este mapa de 1996 com os outros mapas similares relativos aos anos de 1984 e 1972, percebe-se que essa vertente do Maciço vem sendo submetida a transformações rápidas em decorrência, principalmente, da expansão das gramíneas sobre as áreas de floresta. Comparando-se os mapas relativos aos três anos citados, pudemos verificar que no período de 1972-1984 a taxa de devastação florestal no Maciço da Tijuca, como um todo, atingiu 0,5 km<sup>2</sup>/ano, tendo duplicado no período seguinte, entre 1984-1996. No período entre 1972 e 1996 (24 anos) a perda de florestas Climática (local) e Secundárias (tardia) atingiu uma área total de 18 km<sup>2</sup>. Mesmo assim, no ano de 1996 ainda existia uma cobertura expressiva de florestas climax local e secundária tardia (35%) e 15% de florestas secundária inicial e pioneira; as gramíneas recobriam 18% da área total do maciço, e as áreas edificadas um total de 26% (COELHO NETTO *et al.*, no prelo).

Vale ressaltar que os incêndios nas áreas de gramíneas não só podem facilmente espalhar e destruir as formações pioneiras, como também promover a degeneração das florestas em estágios sucessionais mais avançados, especialmente pela propagação de efeitos de bordas, como indicam os estudos de FREITAS *et al.* (1999) e CORREA (2004). Nas encostas do Sumaré, na porção superior da bacia do rio Trapicheiros, o primeiro autor observou que a recorrência de incêndios em áreas de floresta secundária, inicial ou tardia, conduz ao rebaixamento da altura média das árvores e redução da área basal até prevalecerem as gramíneas. CORREA (2004) indicou, nesta mesma área, que a morte das árvores é acompanhada pelo apodrecimento de raízes e aumento na frequência de dutos nos perfis de solos. A perda de raízes implica na menor resistência dos solos ao cisalhamento e mantém a via preferencial de recarga de fluxos de água através dos dutos remanescentes (JANSEN, 2001). Este fato tende a aumentar a vulnerabilidade dos solos frente aos deslizamentos.

### **Problemas ambientais subsequentes à retração florestal**

O problema se acentua quando computamos os efeitos subsequentes à devastação florestal, particularmente no que se diz respeito às alterações nas condições climáticas, hidrológicas e erosivo-deposicionais. BRANDÃO (1992) ressalta que a temperatura média do ar vem se elevando com o crescimento urbano-industrial, contribuindo para um aumento na frequência das chuvas intensas, típicas do verão. FIGUEIRÓ e COELHO NETTO (2004) constataram, em registros históricos na porção superior do Maciço da Tijuca (1977-2003), uma irregularidade crescente no regime de distribuição de chuvas: frequência das chuvas inferiores a 20 mm/dia vem decrescendo, enquanto que a frequência das chuvas superiores a 100 mm/dia vem aumentando; as chuvas mais intensas ocorrem especialmente no alto verão (fevereiro).

Em resposta às chuvas intensas sobre as encostas íngremes e sob devastação florestal, tornam-se cada vez mais frequentes os deslizamentos nas encostas, assim como os assoreamentos dos canais de drenagem (naturais e artificiais), intensificando as enchentes nas baixadas circundantes. Um caso extremo ocorreu em 13 de Fevereiro de 1996, quando se registrou um total de 380 mm de chuva, em menos de 24 horas, na Estação Capela Mayrink situada no setor Floresta da Tijuca. Este evento acumulou duas grandes tempestades, uma pela manhã e outra no início da noite; esta segunda detonou centenas de deslizamentos na porção oeste do maciço, especialmente na vertente de Jacarepaguá, tal como descrito por COELHO NETTO (1996) e VIEIRA *et al.* (1997). Apenas 14% dos casos de deslizamento ocorreram em encostas recobertas pela floresta conservada (climax local e secundária tardia); 42% ocorreram em encostas sob vegetação florestal degradada e 43%, sob gramíneas (OLIVEIRA *et al.*, 1996).

Enquanto a chuva extrema foi responsável pela detonação de centenas de casos de deslizamentos, a degradação do meio geo-biofísico e a ausência de medidas estruturais de caráter preventivo foram responsáveis pela dimensão catastrófica da propagação espacial dos deslizamentos. Movimentos translacionais e fluxos detriticos, ricos em blocos e detritos orgânicos, alimentaram a formação de extensas avalanches detriticas ao longo dos principais canais fluviais, as quais atingiram o sistema de drenagem pluvial das baixadas causando intenso assoreamento: condomínios ricos e favelas desabaram ou ficaram soterrados; as enchentes espalharam doenças (leptospirose e diarreia) principalmente na baixada de Jacarepaguá, segundo relatos da FIOCRUZ (In: ROSA E LACERDA, 1997). Além da remoção de quase 200.000 indivíduos arbóreos (OLIVEIRA *et al.*, 1996), os movimentos de massa de 1996 deixaram imensas cicatrizes

erosivas nas encostas, constituindo clareiras de tamanhos variados nas áreas de florestas conservadas ou degradadas.

As clareiras-cicatrices de deslizamentos propiciam a degradação florestal por alterações nas condições hidro-climáticas do seu entorno imediato (efeitos de borda) promovendo efeitos degenerativos sobre o ecossistema florestal; retro-alimentam, portanto, a vulnerabilidade do ecossistema frente à instabilização das encostas (ROCHA-LEÃO, 1998). Verifica-se desta forma que a erosão por ação gravitacional configura-se como um fenômeno conseqüente e condicionante, pelo menos em parte, da devastação florestal. Além disso, as erosões subseqüentes nos solos expostos das clareiras-cicatrices de deslizamentos, continuam alimentando altas cargas de sedimentos nos canais principais do maciço montanhoso, contribuindo para a manutenção do processo de assoreamento nos canais drenantes das baixadas circundantes. Por conseguinte, as enchentes tornam-se cada vez mais freqüentes nas baixadas do Rio de Janeiro.

### **Raízes dos problemas ambientais: condicionantes da retração florestal**

Podemos destacar como principais causas da devastação florestal (FERNANDES e COELHO NETTO, 1999): 1. o avanço desordenado da ocupação humana sobre as encostas, especialmente as íngremes e acima da cota altimétrica de 100 m a.n.m; 2. os incêndios florestais, detonados principalmente pela queima induzida de lixo nas favelas, ou pela queima induzida de gramíneas, ou ainda, por balões de fogo e velas de macumba; vale comentar que esses casos agravam-se na vertente norte do Maciço e no meio do ano, onde e quando a umidade ambiental decresce acentuadamente.

Embora possamos atestar que os movimentos de massa são fenômenos naturais característicos de sistemas montanhosos e florestados (COELHO NETTO, 1985), temos que reconhecer que a intensificação de suas ocorrências, por efeito das mudanças ambientais correntes, pode romper a capacidade de recuperação natural do ecossistema florestal. Na medida em que as cicatrizes erosivas promovem efeitos de borda capazes de levarem à retração florestal, tal como foi abordado anteriormente, tornam-se elementos funcionais da paisagem e interferem na dinâmica florestal. Assim sendo, devem ser vistas como mais uma das possíveis causas da devastação florestal e, por conseguinte, da crescente vulnerabilidade das encostas.

Numa outra abordagem do problema em foco, ressalta-se a existência de vários conflitos de interesses sócio-econômicos e políticos sobre essas áreas do Maciço da Tijuca. De um lado os

proprietários querendo vender suas terras, como alternativa à estagnação econômica, ao aumento da violência urbana e aos altos impostos territoriais; assim, juntos com as empreiteiras da construção civil e empresas imobiliárias, pressionam o poder público por uma revisão urgente na legislação que restringe a ocupação dessas encostas. Do outro lado, a ocupação irregular intensifica-se cada vez mais, inclusive sobre áreas de alto risco frente aos desastres naturais relacionados ao fogo e à água. Este último fato pode ser atestado em fotos aéreas e pelas altas taxas de crescimento da população, especialmente em áreas faveladas (incluindo “favelas-bairro” e “bairrinhos”) onde podem ultrapassar 10% ao ano (MACHADO, (2000), In: GEOHECO-UFRJ/SMAC - RJ, 2000).

A pesquisadora citada acima ainda ressalta que os conflitos se acentuam frente aos interesses correntes do poder público em posicionar a cidade do Rio de Janeiro entre as chamadas “cidades mundiais”, tornando-a atraente ao investimento de capital internacional. Este fato implica no desafio maior de se conduzir o processo de desenvolvimento urbano em bases sustentáveis, ou seja, preservando-se a biodiversidade e garantindo melhores condições de vida, tal como exige o modelo global das cidades mundiais. Enfim, estamos diante de uma conjuntura complexa que envolve múltiplos interesses e configura inúmeras frentes de ações diferenciadas, tendo em vista o melhor ajuste entre as relações da sociedade com a vocação ambiental do lugar montanhoso florestal-urbano do Maciço da Tijuca e outros geoeossistemas similares.

### **Considerações finais: desafios ao ordenamento territorial-ambiental**

No atual contexto sócio-ambiental, podemos colocar duas questões fundamentais à resolução do problema em foco: 1. como reverter as atuais taxas de devastação da Floresta Atlântica no Maciço da Tijuca, especialmente em locais sob estado crítico de vulnerabilidade na interface florestal-urbana? 2. onde e como aplicar projetos prioritários e integrados de urbanismo e reflorestamento/conservação florestal que permitam resgatar as funções geo-hidroecológicas, a estabilidade das encostas e a reabilitação da paisagem florestal-urbana? A primeira questão envolve relações sócio-econômicas e políticas altamente complexas e requer um comprometimento político-ideológico entre diferentes grupos sociais e o poder público. A segunda, por sua vez, requer a disponibilidade de informações e de conhecimento técnico-científico provenientes de múltiplos campos afins ao problema focalizado.

Nesse contexto, a divulgação do conhecimento científico torna-se imprescindível, tanto no meio técnico-científico, como

também no âmbito dos poderes legislativo e executivo, da mídia, de fóruns populares e outros segmentos organizados da sociedade. Chama atenção o crescente interesse e envolvimento popular sobre as questões ambientais da cidade do Rio de Janeiro, em particular, sobre os problemas típicos do verão carioca: deslizamentos, enchentes e demais problemas correlatos. Porém, ainda é pequena a parcela da população que percebe a relação entre a devastação florestal e os “problemas de verão”, geralmente atribuídos exclusivamente ao acaso das fortes chuvas do período.

Nos últimos anos diversos segmentos da sociedade local vêm debatendo propostas apresentadas pela Prefeitura do Rio à Câmara Municipal do Município, tendo em vista uma revisão da legislação sobre uso e ocupação das encostas, particularmente acima da cota altimétrica de 100 m. Porém, nada foi alterado até o presente. Subsidiando este processo, coube ao GEOHECO-UFRJ apresentar um estudo-síntese das pesquisas conduzidas na Floresta da Tijuca e áreas degradadas do entorno, sob a liderança da presente autora e apoiada por uma equipe multidisciplinar altamente qualificada. Assim sendo, empregamos nossos modelos interativos de base geo-hidroecológica para orientar o procedimento metodológico adotado na análise diagnóstica e prognóstica do estado da qualidade sócio-ambiental do Maciço, com ênfase na avaliação do estado atual de conservação ou de retração da Floresta da Tijuca. Neste contexto pudemos ressaltar as áreas críticas e seriamente comprometidas no entorno e no interior das unidades de conservação presentes no Maciço da Tijuca (GEOHECO-UFRJ/SMAC-RJ, 2000 – Fases 1,2,3).

Apesar de todos os esforços empreendidos até o presente, com inúmeros alertas para re-orientar a legislação e rever o código de edificações nas encostas, mais uma vez, o poder público se mantém atrasado na revisão racional das políticas de uso e ocupação das encostas do Rio de Janeiro. Após cinco anos do estudo acima mencionado, contendo inúmeros alertas que foram expostos oralmente no âmbito dos poderes locais (executivo e legislativo), dos movimentos sociais e da mídia aberta, mesmo assim, ainda não dispomos de medidas capazes de promover uma reversão imediata ou gradual das principais causas da devastação florestal. Vale ressaltar, entretanto, que estes mesmos estudos têm servido de base para os movimentos sociais discutirem os problemas de ocupação nas encostas, propiciando, pelo menos no âmbito da Câmara Municipal, a retenção do avanço das propostas de alterações do atual código de edificações, encaminhada pela Prefeitura desta cidade. Esta proposta permitiria ampliar a ocupação em algumas áreas onde ainda não se dispõe de estudos detalhados e apropriados para esta finalidade específica, o que

aumenta o risco associado a devastação das florestas remanescentes do município.

O caso vivenciado no Rio de Janeiro ilustra uma dificuldade comum às inúmeras cidades que crescem em domínios montanhosos e na interface com ecossistemas florestais. Significa portanto, que os fatos aqui expostos reproduzem a necessidade comum e imediata de pensarmos e propormos novos modelos de reabilitação funcional do mosaico da paisagem que contém os remanescentes de Floresta Chuvosa, como é caso da Floresta Atlântica. Um novo modelo urbanístico deve focar atenção especial sobre a zona de vizinhança imediata à floresta, estabelecendo-se zonas verdes ou faixas de amortecimento dos impactos diretos sobre o ecossistema florestal. Esta largura pode ser variável em função de barreiras naturais ou da tipologia de vizinhança segundo o potencial de efeitos de borda sobre o ecossistema florestal, como exemplifica o modelo proposto por FIGUEIRÓ (inédito) no Maciço da Tijuca. Este modelo assume o fogo como principal causa da retração florestal, como foi indicado por FERNANDES *et al.* (1999). Assim sendo, a ocorrência de gramíneas associadas com favelas constitui a vizinhança mais nociva à conservação florestal, por ser a primeira altamente combustível e a segunda pelo elevado potencial de detonação do fogo. Por outro lado, as florestas em estágios tardio ou inicial são incorporadas como áreas de amortecimento natural à propagação do fogo, mesmo estando junto às favelas.

A revisão da arquitetura da paisagem deve focar o (re)ordenamento e a (re)funcionalização da zona fronteira urbano-florestal visando o desenvolvimento de “corredores verdes” entre áreas edificantes, entre lotes e/ou propriedades. Desta forma possibilitaria o resgate de fluxos biogênicos, garantindo-se a conectividade entre os fragmentos florestais remanescentes. Estas medidas estruturais e funcionais implicariam na intensificação e maior controle dos projetos de reflorestamento, observando-se a recomposição do ecossistema numa perspectiva geo-hidroecológica, ou seja, buscando-se o resgate das funções ecológicas, hidrológicas e mecânicas que regulam a estabilidade das encostas na interface biota-solo. Este conjunto de medidas, entretanto, não exclui a revisão, orientada em bases técnicas, das funções de uso urbano nas diferentes localidades do entorno imediato das áreas de reservas florestais, assim como da legislação de caráter restritivo em relação à ocupação de encostas.

Tais medidas implicam no (re)ordenamento e na (re)funcionalização do espaço urbano na interface com o ecossistema florestal, sem excluir a busca de se eliminar as principais causas da retração florestal e de se concentrar na questão indissociável da escassez de habitação popular. Esta

questão é central, e deve ser prioritária na resolução dos problemas sócio-ambientais relacionados aos desastres naturais enfocados neste trabalho. Para tanto, é necessário uma visão sistêmica do problema e de sua resolução, ou seja, projetando-se novas estruturas funcionais no ordenamento territorial das encostas, em

associação à redução drástica das atuais taxas de crescimento demográfico, particularmente acima da cota altimétrica de 100 m. Isto reforça a necessidade premente de políticas habitacionais que venham ampliar a oferta de moradias em áreas sem risco ou com medidas de caráter preventivo.

COELHO NETTO, A. L. (2005). The urban-forest interface and water related natural disasters at Tijuca Massif: challenges for urban planning in a socio-environmental perspective. *Revista do Departamento de Geografia*, n. 16, p. 46-60.

**Abstract:** This paper focuses on the environmental changes induced by the city expansion in a coastal mountainous geoecosystem within the natural domain of the Atlantic rainforest. Attention is driven towards the social-environmental problems related to natural disasters triggered by extreme rainfall events, in order to subsidize reviewing of current public policies particularly related to the spreading of human settlement onto slopes. The problem here focused emphasizes two fundamental questions: 1. How to avoid or lower down the current (high) deforestation rate at specific sites under critical vulnerability at the urban-forest interface? 2. Where and how to apply priority and integrated urban and reforestation projects for recovering geo-hydroecological functions, slope stability and the forest-urban landscape rehabilitation? One proposes that a new urbanity model has to give special attention to the immediate forest neighborhoods, by establishing green belts and buffer zones to reduce environmental impacts over the forest ecosystem. The buffer zone width may vary as a function of the presence of natural barriers or according to the environmental impact caused by different neighborhoods typologies as given by their potential edge effects through the forest ecosystem. Reviewing this landscape architecture should include green corridors among urban quarters and specific housing sites to provide relevant biogenic fluxes and connectivity among the remnant forest patches. It involves, therefore, the recovery and conservation of ecological, hydrological and mechanical functions that controls both soil and slope stability. These measures require (re)ordering and (re)functioning the urban-forest frontier zone, without neglecting control of the main causes of deforestation and the urgent need of increasing the offer of popular housing.

**Key words:** Atlantic rainforest; Hillslope settlement; Socio-environmental problems; Urban planning.

Recebido em 7 de setembro de 2005, aceito em 2 de outubro de 2005.

## Referências

- ABREU, M.A. (1992) A cidade, a montanha e a floresta. In: ABREU, M.A. (editor) *Natureza e Sociedade do Rio de Janeiro*, Biblioteca do Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes. p. 54-103.
- AVELAR, A.S. (1996) *Investigação histórica e geotécnica do movimento de massa do Soberbo*, RJ. Dissertação de Mestrado, COPPE-UFRJ. 122p.
- ASMUS, H.E. e FERRARI, A.L. (1978). Hipótese sobre a causa do Tectonismo Cenozóico na Região Sudeste do Brasil. In: PETROBRAS. *Aspectos Estruturais da Margem Continental Leste e Sudeste do Brasil* (Série Projeto REMAC, 4), RJ. p. 75-88.
- BRANDÃO, A.M.P.M. (1992) Variações climáticas na área metropolitana do Rio de Janeiro: uma provável influência do crescimento urbano; *Sociedade e Natureza no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, Carioca. p. 143-200
- BUDOWSKI, G. (1965) *Distribution of tropical American Rain Forest trees in the light of successional process*. Turrialba 15. p. 40-45.
- CASTRO Jr., E. (1991) *O papel da fauna endopodônica na estruturação física do solo e implicações sobre a hidrologia de superfície nas encostas montanhosas da Floresta da Tijuca*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFRJ. 120p.
- CAMBRA, M.F.E. (1998) *Movimentos de água na porção superior de solos sob pastagem: o papel do sistema radicular*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia/ UFRJ. 100p.
- CLEVELARIO JR, J. (1995) *Distribuição de carbono e de elementos minerais em um ecossistema florestal tropical: úmido baixo montanhoso*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa/MG. 135p.
- COELHO NETTO, A.L. (1985) *Surface hydrology and soil erosion in a Tropical mountainous rainforest drainage basin, Rio de Janeiro*. Doctor thesis – Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.
- COELHO NETTO, A.L. (1992) Floresta da Tijuca: um laboratório de pesquisa. Workshop Floresta e Cidade. In *Rio Ciência 92 (Resumos)*, UFRJ, SBPC e ABC, Rio de Janeiro.
- COELHO NETTO, A.L. (1996) Produção de Sedimentos em Bacias Fluviais Florestadas do Maciço da Tijuca, RJ: respostas aos eventos extremos de fevereiro de 1996. *Anais do II Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos*, Rio de Janeiro. p. 209-227
- COELHO NETTO, A.L. (1999) "Catastrophic landscape evolution in a humid region (SE Brazil): inheritances from tectonic, climatic and land use induced changes". *Suplemento di Geografia Física e Dinâmica Quaternária III, Plenary Lecture – IV International Conference on Geomorphology*, Bologna – Itália. p. 21-48.
- CORREA, R.S. (2004) *Efeitos dos incêndios florestais na zona de enraizamento em encostas íngremes: vertente norte, Maciço da Tijuca, RJ.* Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFRJ.
- CRUZ, E.S.A. (2000) *Reativação erosiva e revegetação em cicatrizes erosivas de movimento de massa: estação experimental da cicatriz do Pico do Papagaio/ Maciço da*

- Tijuca. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFRJ.
- CRUZ, E.S., VILELA, C.L., AZEREDO, M. e COELHO NETTO, A.L. (1998) Influência da geomorfologia e da vegetação na geração de cicatrizes de erosão: maciço da Tijuca/RJ. *II Simp. Nac. de Geomorfologia, Santa Catarina*, p. 359-364.
- DANTAS, M.E., COELHO NETTO, A.L. (1996) Taxas de sedimentação e de rebaixamento do relevo: bacia do Rio Piracema (RJ/SP), Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. In *I Simpósio Nacional de Geomorfologia, Uberlândia*.
- DEUS, C.E. (1991) *O papel da formiga Saúva (gênero ATTA) na hidrologia e erosão dos solos em ambiente de pastagem: Bananal – SP*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFRJ.
- FERNANDES, M.C. (1998) *Geoecologia do Maciço da Tijuca: Uma abordagem geo-hidroecológica*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia.
- FERNANDES, M.C. e Coelho Netto, A L. (1999) Análise dos principais vetores de transformação do Maciço da Tijuca (RJ) e suas influências na Dinâmica do Uso e Cobertura do Solo; *Revista de Pós-Graduação em Geografia da UFRJ*, vol 3. p. 147-160.
- FERNANDES, M.C., LAGUENS, J.V.M. e COELHO NETTO, A.L. (1999) - *O processo de ocupação por favelas e sua relação com os eventos de deslizamentos no maciço da Tijuca*. Anuário de Geociências da UFRJ.
- FIGUEIRÓ, A.S. e COELHO NETTO, A.L. (2004) Classificação de “Zonas de Tamponamento” (BUFFER ZONES) na Interface Floresta-Cidade: área-laboratório da Bacia do Canal do Mangue, Maciço da Tijuca (RJ). *X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Rio de Janeiro*, Editado em CD Room.
- FREITAS, L.E. (2001) *Efeitos do fogo sobre os ecossistemas: resultantes hidrológicas e erosivas*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFRJ.
- FREITAS, L.E.; TAVORA, G.L.; PREZA, D.M. e COELHO NETTO, A.L. (1999) *The effects of recurrent fires over vegetation structure, 1999/IGU-GERTEC Meeting on Geomorphic Responses to Vegetation changes: problems & remedial work, Bananal*, v.1. p. 73-79.
- GEOHECO-UFRJ, SMAC-RJ (2000) *Estudos de Qualidade Ambiental do Geoecossistema do Maciço da Tijuca – subsídios à regulamentação da APARU do Alto da Boa Vista*. Fase 1: Subsistema Hidrográfico de Jacarepaguá (SSHJ) – (2o Relatório) Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Rio de Janeiro. 155p.
- GEOHECO-UFRJ, SMAC-RJ (2000) *Estudos de Qualidade Ambiental do Geoecossistema do Maciço da Tijuca – subsídios à regulamentação da APARU do Alto da Boa Vista*. Fase 2: Subsistema Hidrográfico da Baía de Guanabara (SSHBG) – (3o Relatório) Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Rio de Janeiro. 100p.
- GEOHECO-UFRJ, SMAC-RJ (2000) *Estudos de Qualidade Ambiental do Geoecossistema do Maciço da Tijuca – subsídios à regulamentação da APARU do Alto da Boa Vista*. Fase 3: Subsistema Hidrográfico das Zonas Sul (SSHZS) – (4o Relatório). Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Rio de Janeiro. 106p.
- JANSEN, R.C. (2001) *Distribuição dos sistemas radiculares em encostas florestadas e sua influência sobre a infiltração*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFRJ.
- LACERDA, W.A. (1997) Stability of natural slopes along the Tropical coast of Brazil, in: *Symp. On Recent Developments in Soil & Pavement Mechanics*, COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, M. Almeida, Balkema. p. 17-40.
- MEIS, M.R.M. (1976) *Contribuição ao estudo do Terciário Superior e Quaternário da Baixada da Guanabara*. Tese de Doutorado em Geografia, Universidade de Lisboa. 238 p.
- MIRANDA, J.C. (1992) *Intercepção florestal nas encostas florestadas do Maciço da Tijuca, Parque Nacional da Tijuca*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFRJ.
- OLIVEIRA, R.R. e LACERDA, L.D. (1993) Produção e composição química da serrapilheira na Floresta da Tijuca (RJ). *Rev. Brasileira de Botânica*, 16 (1). p. 93 – 99.
- OLIVEIRA, R.R., ZAÚ, A.S., LIMA, D., SILVA, M.B.R., VIANNA, M.C., SODRÉ, D. e SAMPAIO, P.D. (1995) *Significado ecológico da orientação de encostas no Maciço da Tijuca*, Rio de Janeiro. *Oecologia Brasiliensis*, no. 1. p. 523 – 541.
- OLIVEIRA, R.R.; AVELAR, A.S.; OLIVEIRA, C.A.; ROCHA LEÃO, O.M.; FREITAS, M.M.; COELHO NETTO, A.L. (1996) Degradação florestal e deslizamentos ocorridos em Fevereiro 1996 no maciço da Tijuca, RJ; *Anais do XLVII Congresso Nacional de Botânica*, Nova Friburgo. 353p.
- PRANDINI, F.L.; GUIDICINI, G., BOTTURA, J.A., PONÇANO, W.L. E SANTOS, A.R. (1976) Atuação da cobertura vegetal na estabilidade de encostas: uma resenha crítica. *2º Congresso Brasileiro de Florestas Tropicais*, Mossoró (RN). p. 1-22.
- PIRES, F.R.M. e HEILBRON, M.L. (1989) Estruturação e estratigrafia dos gnaisses do Rio de Janeiro, RJ. In: *Simpósio de Geologia do Sudeste*, 1. Rio de Janeiro. Boletim de Resumos. Rio de Janeiro, SBG. p.149-150.
- ROCHA LEÃO, O.M. (1998) *Potencialidades e limitações da revegetação no controle da hidrologia e erosão de solos*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFRJ.
- ROSA, L.P. e LACERDA, W.A. (1997) *Tormentas Cariocas – Seminário Prevenção e Controle dos Efeitos dos Temporais no Rio de Janeiro*, 162p.
- SILVA FILHO, E.V. (1985) *Estudos de chuva ácida e de entradas atmosféricas de Na, K, Ca, Mg, e Cl na bacia do alto rio da Cachoeira, Parque Nacional da Tijuca*, Rio de Janeiro. Dissertação, de Mestrado, Instituto de Geoquímica UFF. 92p.

- SILVA, L.G.E., NAVA, D.B., HEILBRON, M e VALERIANO, C.M. (1991) Geologia de detalhe da Serra da Carioca, Cidade do Rio de Janeiro, RJ. *Atas II Simpósio de Geologia do Sudeste*, São Paulo, SBG. p.161-169.
- SILVEIRA, C.S. (1997) *Hidrogeoquímica em sistema de drenagem montanhoso- florestal: subsidio à compreensão do processo de intemperismo - Parque Nacional da Tijuca, RJ*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFRJ.
- SILVEIRA, C.S. e COELHO NETTO, A.L. (1999) Hydrogeochemical responses to rainfall inputs in a small rainforest basin: Rio de Janeiro, Brasil. *J. Physics and Chemistry of the Earth*, vol 4. p. 871-879.
- VIEIRA, B.C, VIEIRA, A.C.F, FERNANDES, N.F. e AMARAL, C.P. (1997) *Estudo comparativo dos movimentos de massa ocorridos em fevereiro/1996 nas bacias do Quitite e Papagaio (RJ):um enfoque geomorfológico*, 2<sup>nd</sup> Panam. Symp. On Landslides, Rio de Janeiro, 1. p. 165-174.
- ZAU, A.S. (1994) *Cobertura Vegetal: transformações e resultantes microclimáticas, hidrológicas e superficiais na vertente norte do morro do Sumaré, Parque Nacional da Tijuca*. Dissertação de Mestrado, IGEO/UFRJ. 197 p.