

IMPACTO AMBIENTAL AO LONGO DE TRILHAS EM ÁREAS DE FLORESTA TROPICAL DE ENCOSTA: Maciço da Tijuca Rio de Janeiro - RJ

Prof. Dr. Adriano Severo Figueiró

Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências da UFSM - Departamento de Geociências - CCNE
Campus Universitário, Cep: 97110-801 - Camobi- Santa Maria (RS)- Brasil
Telefone: (55) 3220-8143 - E-mail: adriano.geo@terra.com.br

Prof^ª Dr^ª Ana Luiza Coelho Netto
ananetto@acd.ufrj.br

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo identificar e avaliar o gradiente ambiental gerado pela existência de trilhas em áreas de borda na interface floresta – cidade, em duas áreas selecionadas com vizinhança de diferentes graus de adensamento urbano (área do Catrambi - alta densidade urbana, e área do Soberbo- baixa densidade), na Floresta da Tijuca - Rio de Janeiro (RJ). Tomou-se como hipótese inicial que o aumento da pressão urbana implica em um adensamento de trilhas não planejadas na área florestal contígua, acarretando uma modificação na dinâmica do efeito de borda, acelerando sua propagação, especialmente no que se refere às mudanças estruturais da vegetação e microclimatológicas, com rebatimento direto na funcionalidade do sistema ambiental. Os levantamentos de campo ficaram restritos a quatro variáveis principais: análise da estrutura da vegetação nas margens das trilhas e caminhos, Densidade Aparente do Solo no leito das trilhas, variabilidade microclimática entre as trilhas e o interior da borda florestal e, finalmente, análise da serapilheira acumulada nas parcelas localizadas às margens das trilhas.

Palavras-chave: gradiente ambiental, Floresta da Tijuca, trilhas

ABSTRACT

The goal of this research was to identify and assess the environmental gradient generated by the spread of the edge effect on the forest trail in two selected areas with different degrees of urban density (Catrambi area – high density, and Soberbo area – low density), on the edge of Floresta da Tijuca - Rio de Janeiro (RJ). The working hypothesis was that the increase in urban pressure on the city-forest interface zone edge about a change in the dynamics of the edge effect, accelerating its propagation, especially in regard to structural and microclimatic changes, with a direct impact on the system's functionality. Field data were restricted to four main variables: analysis of vegetation structure on trail border, Soil Apparent Density on trail, microclimatic variability between the trails and, finally, litter analysis on the patches of the border forest.

Keywords: environmental gradient, Floresta da Tijuca, border forest

RESUMEN

La meta de esta investigación era identificar y evaluar la pendiente medioambiental generado por la propagación del efecto del borde en el sendero del bosque en dos áreas seleccionadas con los grados diferentes de densidad urbana (el área de Catrambi - densidad alta, y área de Soberbo - densidad baja), en el borde de Floresta da Tijuca - Río de Janeiro (RJ). La hipótesis activa era que el aumento en la presión urbana en el interfaz ciudad-bosque hace un cambio en la dinámica del efecto del borde, acelerando su propagación, sobre todo con respecto a el cambio estructural y el microclimático, con un impacto directo en la funcionalidad del sistema. Se restringieron los datos del campo a cuatro variables principales: el análisis de estructura de vegetación en la frontera del sendero, Densidad del suelo en el sendero, variabilidad del microclima entre los senderos y, finalmente, análisis de hojarasca en los parcelas del bosque fronterizo.

Palabras Clave: pendiente medioambiental, Floresta da Tijuca, bosque fronterizo

Introdução

Segundo o IBAMA (1999), os Parques Nacionais são áreas delimitadas com o objetivo de preservar os atributos excepcionais da natureza, conciliando a proteção integral da flora e fauna e das belezas naturais, com a utilização para fins educacionais, recreativos ou científicos.

No entanto, o crescimento acelerado das diferentes formas de uso (direto e indireto) sobre as áreas protegidas e seus entornos, têm produzido importantes conseqüências ambientais, econômicas e sociais, o que representa um grande desafio à gestão destes territórios pelos profissionais envolvidos.

Assim, além do planejamento e manejo próprio a uma Unidade de Conservação, quando estas áreas protegidas encontram-se submetidas às fortes pressões de uso (especialmente no caso das grandes áreas urbanas), é necessário o estabelecimento de zonas de transição entre os espaços urbanizados e os ecossistemas naturais, onde o uso e a ocupação do solo sejam compatíveis com a função de amortecimento do impacto sobre a área preservada (FIGUEIRÓ e COELHO NETTO, 2003).

Tal é o que ocorre com o Parque Nacional da Tijuca, reconhecido como uma das maiores florestas urbanas do mundo (PMRJ, 2004). O Parque representa um grande fragmento florestal montanhoso, isolado por uma matriz urbana de alta densidade. Dada a complexidade de fatores que se desdobram na suas áreas de contato, a gestão desta Unidade de Conservação deve levar em conta, necessariamente, fatores de ordem social, urbana, econômica e cultural, além das questões ambientais próprias a um ecossistema de floresta tropical de encosta.

Com a finalidade de manter a sustentabilidade ambiental das áreas limítrofes ao PNT, o Decreto nº 11.301 (de 21 de agosto de 1992) criou a APARU (Área de Proteção Ambiental e Recuperação Urbana) do Alto da Boa Vista, abrangendo, na sua maior parte, as bacias dos rios Maracanã e cachoeira (GEOHECO, 2000).

Esta Unidade de Conservação só foi regulamentada em abril de 2003, pelo Projeto de Lei 1.307, visando restabelecer a conectividade entre os fragmentos florestais e a área de floresta contígua e contínua ao Parque Nacional da Tijuca. Buscou-se, assim, garantir a manutenção da funcionalidade do sistema, através da preservação dos mananciais, da regulação microclimática e da manutenção da estabilidade das encostas.

Todavia, a expansão de áreas de ocupação irregular, o adensamento urbano nas cotas altimétricas mais baixas, a intensificação do fluxo de veículos e pessoas e a proliferação de trilhas não planejadas e não monitoradas nas áreas de borda limítrofes ao Parque, são questões que comprometem a tão difícil sustentabilidade deste grande parque florestal urbano nos dias atuais.

Dentro deste contexto, o presente artigo tem por objetivo identificar o impacto ambiental gerado pela abertura de trilhas não controladas nas áreas florestais de borda do Parque Nacional da Tijuca. Visando estabelecer uma correlação entre o grau de urbanização, a densidade de trilhas encontradas e o nível de degradação estrutural/funcional do geocossistema, procedeu-se ao levantamento de dados em duas áreas selecionadas com vizinhança de diferentes graus de adensamento urbano (área do Catrambi - alta densidade urbana, e área do Soberbo - baixa densidade).

Abertura de trilhas e propagação de efeito de borda: uma breve revisão.

Segundo Guillaumon et al (1977), a abertura e manutenção de trilhas corresponde a um meio de canalizar o impacto (físico, visual, sonoro e olfativo) do homem na natureza.

Ao mesmo tempo, as trilhas podem ser adotadas como indicadoras de funcionalidade e grau de perturbação em áreas naturais, uma vez que refletem, física e biologicamente, os diferentes usos que lhe são impostos (XAVIER e GAMA, 2003).

O estudo dos impactos do uso de trilhas sobre o ambiente natural já vem de longo tempo, como atestam as pesquisas de Bates (1935). Todavia, foi apenas a partir das décadas de 60 e 70, com o aumento da procura por áreas naturais de lazer, especialmente nos USA e Europa, que as pesquisas desta natureza ganharam fôlego (SEABRA, 2001).

Dentre os principais impactos decorrentes do tráfego no leito das trilhas, Tivy e O'hare (1981) destacam: redução da biomassa das plantas e grau de cobertura do solo, substituição de espécies menos tolerantes, compactação do solo, redução do teor de matéria orgânica, diminuição da taxa de infiltração e aumento do escoamento superficial. A estes fatores, Magro (1999) acrescenta a detonação dos processos erosivos, especialmente em solos com baixa resistência mecânica e alta erodibilidade.

Já na pesquisa de Passold (2002), o impacto da traficabilidade é também associado à redução de serapilheira, presença de lixo e danos à vegetação.

Para Liddle (1997), a falta de planejamento e uma pressão superior à capacidade de carga da trilha, podem resultar em impacto significativo sobre a distribuição da fauna e sobre a qualidade da água na região.

Embora Leung e Marion (*apud* BARROS, 2003) afirmem que os impactos causados pelo uso público afetam uma porção relativamente pequena das áreas protegidas, é preciso lembrar que no caso dos ecossistemas florestais, a abertura e ampliação das trilhas promovem o surgimento de “bordas internas” à borda principal da floresta, fragmentando o ecossistema e propagando os efeitos de borda para muito além da área da trilha propriamente dita (FIGUEIRÓ, 2005). Nas palavras do autor (*op.cit.*): “(...) a abertura e manutenção destes caminhos funciona, assim, como “invaginações” da borda que se estende até o interior da floresta, permitindo que as alterações penetrem em grande parte da área, quando não em todo o fragmento” (p.259).

Primack e Rodrigues (2001) lembram que as conseqüências do efeito de borda se distribuem sobre o conjunto do ecossistema, e não apenas sobre determinadas comunidades, uma vez que, “(...) quando a dispersão animal é reduzida pela fragmentação de habitat, plantas com frutos carnosos ou com sementes aderentes, que dependem dos animais para dispersar as suas sementes, serão afetadas também” (p.99).

Além disso, na hipótese de Malcolm (1994), quando um transecto borda-interior é interceptado por outras bordas, um efeito adicional é acrescido ao efeito de borda principal, potencializando o processo de degradação e reduzindo o gradiente centro-periferia. Esse é o caso dos pequenos fragmentos, onde a proximidade entre os lados do fragmento tende a somar os efeitos de cada um, até que o fragmento todo esteja sob a influência do efeito de borda.

Dois processos são fundamentais para desencadear o efeito de borda nas áreas marginais das trilhas maiores: o aumento na incidência da luz (que deixa de ter uma penetração exclusivamente vertical, como no interior da floresta, e passa também a incidir de forma lateral, canalizado pela trilha) e a redução da resistência à circulação do vento, que passa a incidir de forma mais intensa sobre os indivíduos da borda. “Esta mudança, aparentemente pequena, faz com que a margem (...) receba maior incidência de iluminação e ressecamento e promove marcadas alterações microclimáticas na borda (...)” (PELLENS, 2002: 26).

Para Gascon *et al* (2001), estas “mudanças microclimáticas associadas à formação de bordas provavelmente são os fatores causadores que explicam mudanças observadas na estrutura da floresta (...) e mudanças na comunidade vegetal” (p.117), às quais, por sua vez, acabam acarretando mudanças no fluxo de matéria e energia, retroalimentando modificações nos elementos bióticos do sistema (COELHO NETTO, 1985).

Caracterização da área de estudo

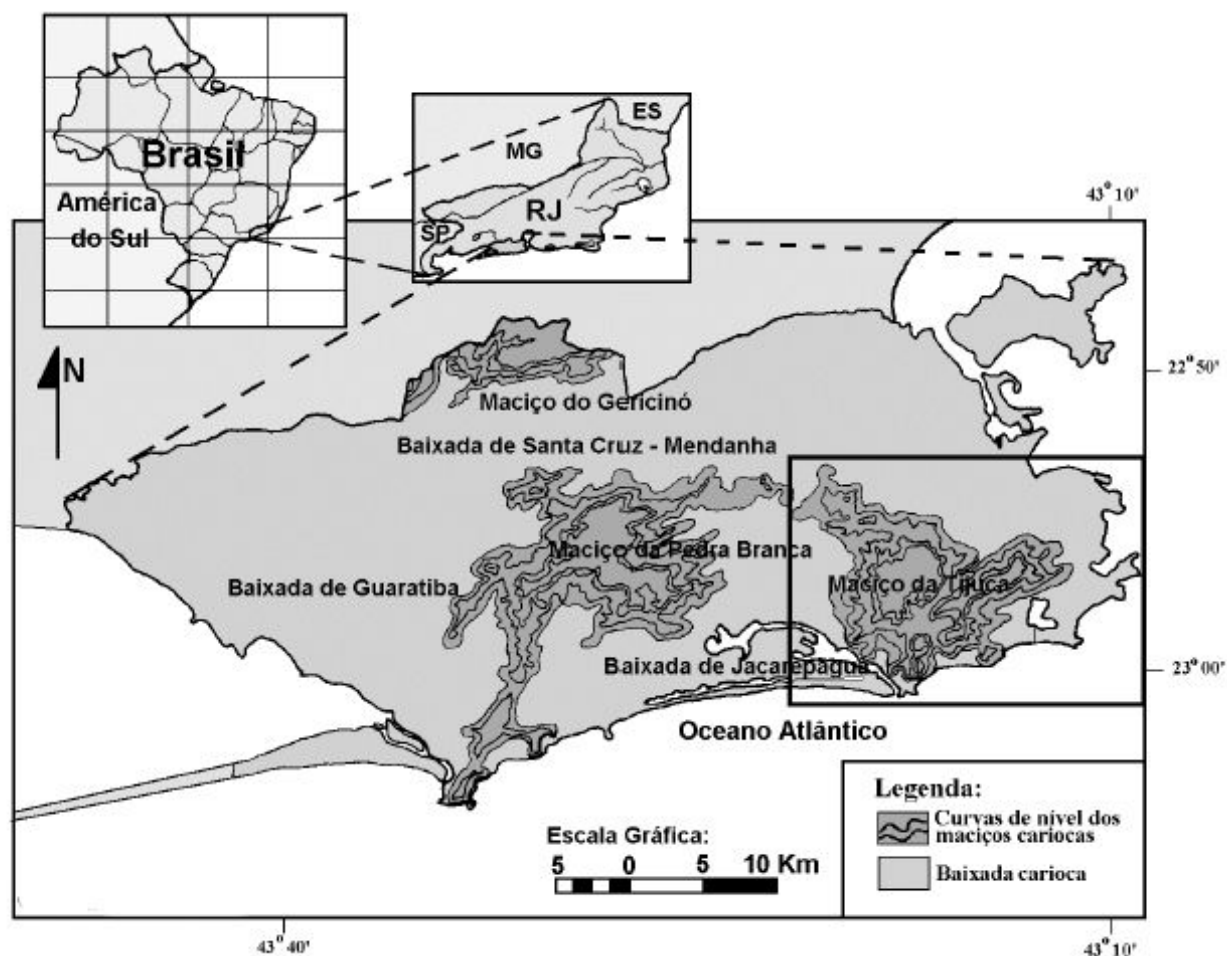
O Maciço da Tijuca representa um fragmento florestal em área montanhosa, inserida na matriz urbana da cidade do Rio de Janeiro, que se estende ao longo da planície fluvio-marinha que banha a Baía de Guanabara (figura 1).

Situado entre 22°55’ e 23° de latitude sul e, entre 43°20’ e 43°10’ de longitude oeste, o Maciço da Tijuca é considerado como uma área representativa das regiões montanhosas florestais do Rio de Janeiro, apresentando um clima tropical de altitude, com temperatura média em torno de 22°C, com pouca variação anual (média mensal máxima de 25°C para o mês de fevereiro e mínima de 19°C para o mês de junho).

Esse maciço montanhoso apresenta uma área de 118,7 Km², distribuída entre cinco grandes setores hidrográficos.

A ocorrência de eventos de precipitação intensa, somados à grande declividade das vertentes, à ocupação desordenada destas encostas (com degradação das áreas de floresta) e à existência de um “favorecimento estrutural” (intensificação do escoamento subsuperficial na base dos paredões rochosos, fraturamentos da rocha com geração de artesianismos), tem levado a um aumento do processo erosivo e ao deslocamento recorrente de grande volume de sedimentos, na forma de movimentos de massa,

especialmente nas vertentes norte e oeste do Maciço, onde a degradação da floresta ou a sua substituição pelas áreas de capim, tem se tornado um fenômeno bastante freqüente na última década.



Fonte: GEOHECO (UFRJ)

Figura 1- Mapa de localização do Maciço da Tijuca na cidade do Rio de Janeiro

Para a realização desta pesquisa foram escolhidas duas áreas-modelo dentro do Maciço da Tijuca: uma área de floresta secundária em contato com alta densidade urbana (bairro da Usina, na vizinhança da favela do Catrambi) e uma área de floresta secundária em contato com baixa densidade de urbanização (região do Soberbo, no bairro Alto da Boa Vista).

Ambas as áreas têm em comum o fato de estarem em contato direto com a urbanização, serem áreas de fácil acesso, apresentarem um estágio sucessional semelhante, possuírem a mesma orientação das vertentes (SE) e uma topografia marcada por altas declividades.

Nestas duas áreas, foram selecionadas quatro trilhas principais (figura 2) que correspondem aos principais eixos de circulação ao interior da floresta, sendo três na área do catrambi e uma na área do Soberbo.

A falta de tempo e de condições materiais para a pesquisa, nos fez optar pela coleta de dados apenas nestas quatro trilhas principais, muito embora o efeito gerado pelas trilhas secundárias, ainda que de menor proporção, não pode ser desconsiderado.

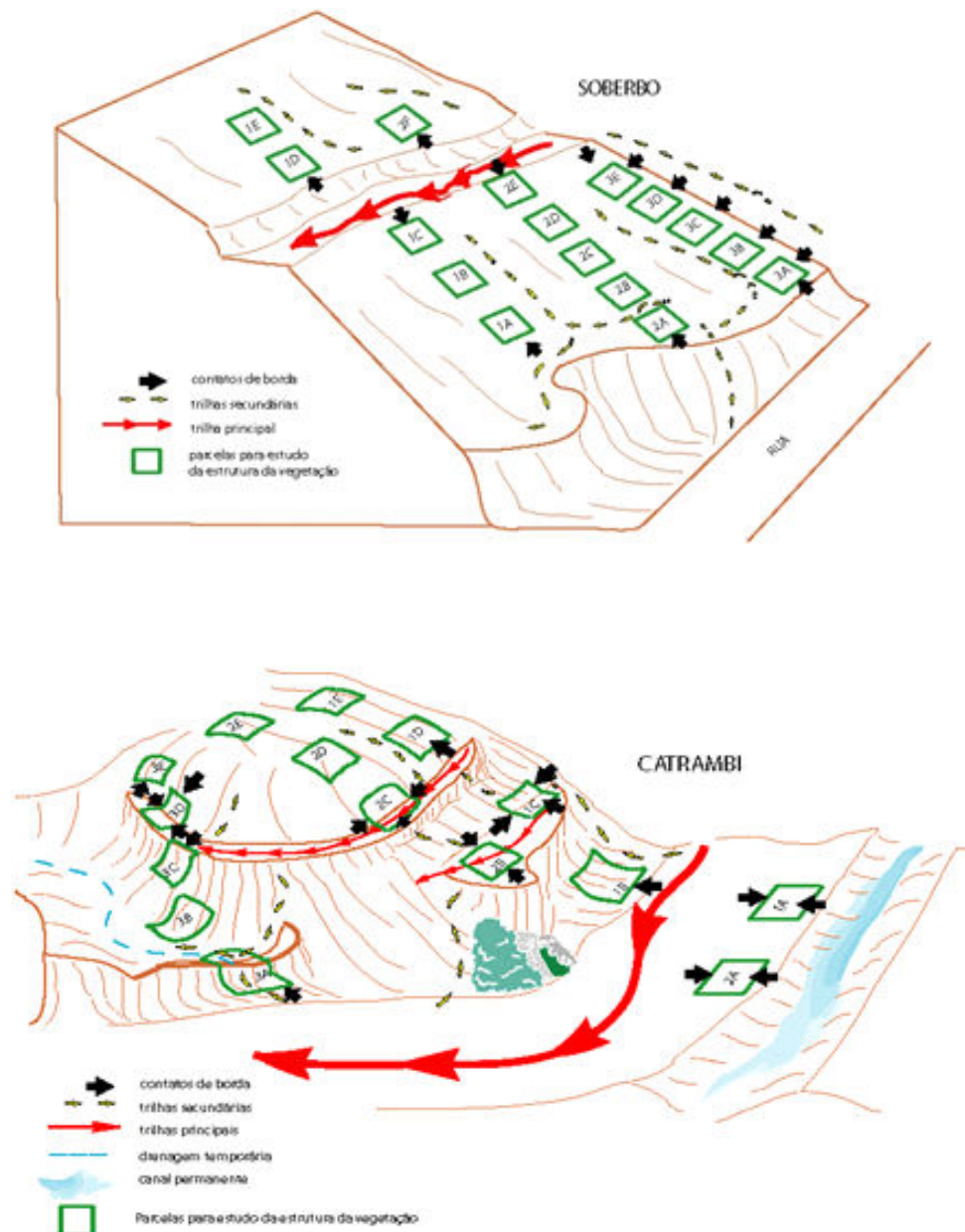


Figura 2- Desenhos esquemáticos de localização das quatro trilhas analisadas (em vermelho) nas áreas do Soberbo e do Catrambi.

Metodologia

O levantamento de dados consistiu de duas grandes etapas. Em um primeiro momento, partiu-se para a caracterização da estrutura da vegetação florestal numa faixa de 100m a partir da linha de borda, nas duas áreas pesquisadas.

Esta parte do levantamento foi feita com base na delimitação de 31 parcelas de campo (de 100 m² cada), distribuídas em 6 transectos de 10m de largura por 100m de comprimento (três na área do Soberbo e três na área do Catrambi). Foram levantadas as seguintes variáveis:

- Densidade de plantas;
- Altura e DAP (Diâmetro a Altura do Peito) de cada um dos indivíduos no interior da parcela;

- Mapeamento dos indivíduos adultos;
- Indicadores de degradação associados a cada parcela;
- Mapeamento de clareiras;
- Estoque de serapilheira acumulada;
- Peso Específico Foliar.

Com base nos resultados desta etapa, foi possível comparar o padrão estrutural da vegetação nas parcelas limítrofes às trilhas, com as parcelas isoladas das trilhas.

Como os resultados obtidos na primeira etapa sugeriam a influência direta das trilhas internas à zona de borda atuando como elementos perturbadores e produtores de entropia no sistema da paisagem, optou-se por realizar uma segunda etapa de levantamento de dados diretamente sobre as quatro trilhas principais selecionadas.

Nesta segunda etapa, procurou-se comparar o comportamento térmico, a densidade aparente do solo e a porosidade total do leito das trilhas com as suas bordas, a fim de inferir as modificações hidrológicas e identificar as variações térmicas promovidas pela abertura de trilhas não planejadas na zona de borda da floresta.

Foram selecionados nove pontos amostrais para cada um dos quatro caminhos (3 no Catrambi e 1 no Soberbo) que cortam os transectos nas áreas pesquisadas, sendo três pontos no eixo principal do caminho e três em cada um dos lados.

A metodologia de coleta e tratamento dos dados para o cálculo de densidade aparente e porosidade total, seguiu o roteiro sugerido pela EMBRAPA (1997):

- as amostras de solo foram coletadas com estrutura indeformada, através do uso de anéis de Kopecky, com volume conhecido (figura 3);

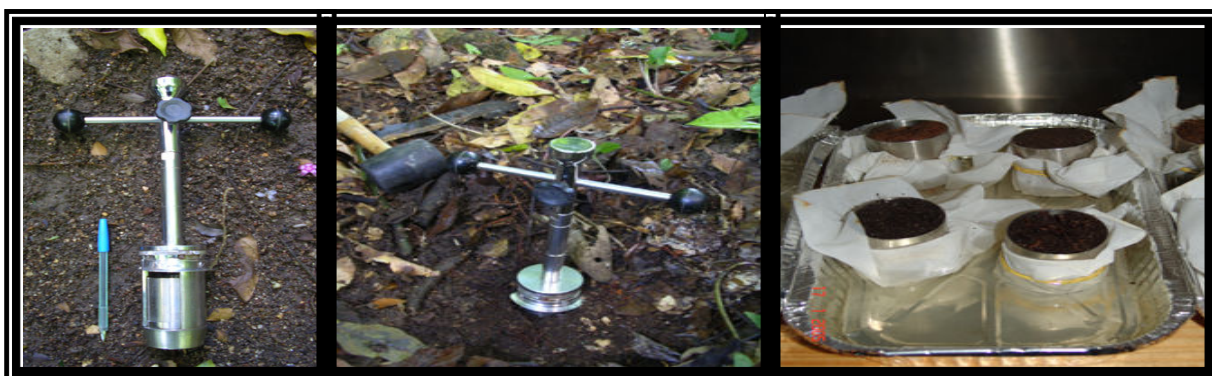


Figura 3- Foto das diferentes etapas de procedimento para a realização dos cálculos de densidade aparente e de porosidade total. Da esquerda para a direita: Extrator de amostras indeformadas de solo; utilização do extrator em campo, para a coleta de amostras; amostras no laboratório, em processo de saturação.

- em laboratório, as amostras foram transferidas para bandejas de alumínio, mantidas em condição de saturação por 36 horas;
- após a saturação, as amostras foram pesadas e colocadas em estufa a 105°C, até obterem peso constante.

Os indicadores de densidade aparente e porosidade total foram calculados com as seguintes fórmulas:

$$PT = \frac{pA \times 100}{pAs} \quad \text{onde:}$$

PT= Porosidade Total (em % de poros)

pA= peso da amostra seca a 105°C

A coleta de dados de temperatura seguiu o mesmo padrão descrito acima, utilizando-se para a medição termômetros digitais Gulterm 180, com 0,1°C de resolução, calibrados na estação de Agrometeorologia do Departamento de Meteorologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Os dados foram coletados a 1,5m do solo e, posteriormente, em laboratório, interpolados com o auxílio do

programa Surfer (versão 7.0).

Discussão dos resultados

$$DA = \frac{pA}{v} \quad \text{onde:}$$

DA= Densidade Aparente (em g/cm³)

pA= peso da amostra seca a 105°C

o estudo das variações de densidade e área basal dentro de cada um dos seis transectos trabalhados, pode-se perceber que três deles (transecto 1 do Soberbo e 1 e 2 do Catrambi) apresentam comportamento próximo do modelo teórico de propagação esperado para o efeito de borda, isto é, redução da densidade e aumento da área basal no sentido borda – centro (figura 4).

Têm-se como hipótese que os efeitos decorrentes da existência das trilhas na área de borda, interrompem a tendência de recuperação estrutural dos transectos, reiniciando novas bordas internas, com níveis de impacto diferenciados.

Como regra geral, pode-se afirmar que a abertura das trilhas tende a formar uma perturbação localizada, provocando aumento de temperatura e luminosidade nas áreas contíguas, o que acarreta um rápido crescimento de espécies pioneiras. Com isso, tem-se um aumento do número de indivíduos, porém com redução significativa do diâmetro médio. Cabe destacar que dentre estas espécies pioneiras, o bambu é uma das que apresentam maior poder de competitividade, produzindo um grande impacto sobre a estrutura da floresta nativa (figura 5), seja pela alta densidade de agrupamento dos indivíduos, seja pela grande produção de serapilheira, tal como demonstra o trabalho de O'CONNOR *et al* (2000).

Considerando-se que as clareiras dos caminhos se perpetuam pelo trânsito continuado de pessoas, a tendência das áreas ao redor é a ter o nível de perturbação potencializado, ao invés de partirem para um processo de regeneração progressiva. Com isso, essas áreas acabam apresentando um alto percentual de indivíduos adultos mortos em pé, os quais estimulam o estabelecimento de um maior número de formigueiros e outros processos degenerativos associados.

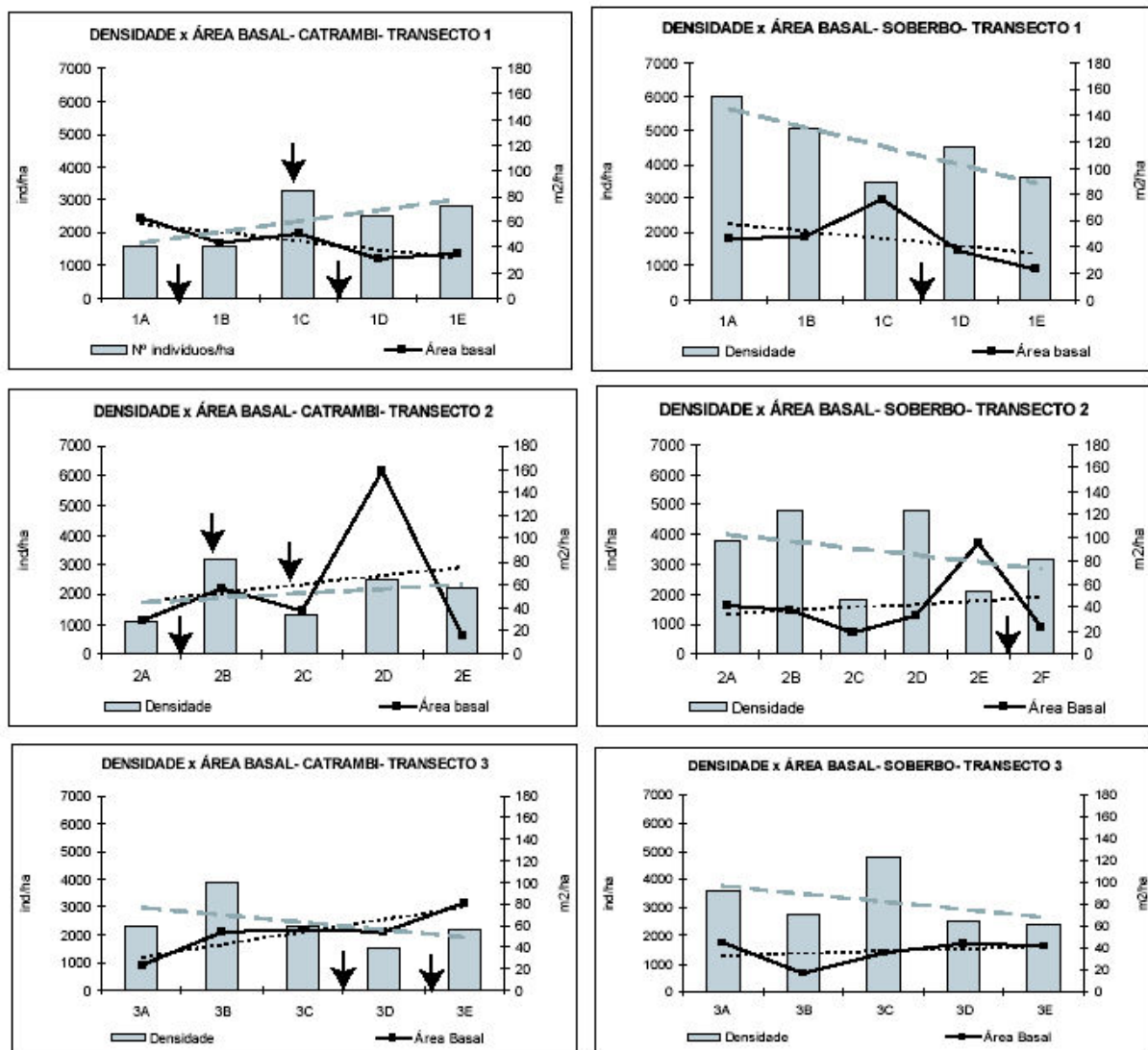


Figura 4- Gráficos da variação de densidade e área basal (com as respectivas linhas de tendência) dentro de cada um dos seis transectos estudados. As setas demarcam os pontos onde as trilhas cortam transversalmente os transectos.

Assim, o que se evidencia nos dados de estrutura da vegetação e nos indicadores de degradação, é que a abertura de caminhos e a permanência de trilhas no interior da floresta contribuem para a produção de variados efeitos de borda, que se propagam em diferentes sentidos, porém com especial prejuízo para as áreas à montante, que recebem maior luminosidade e retêm menor quantidade de água.

Outra importante questão a ser registrada, é que o aumento significativo dos valores do Peso Específico Foliar¹ junto às parcelas interceptadas pelas trilhas, vem a confirmar as conclusões expressas por Medina *et al* (1990) e Rizzini (2000), de que esta variável responde de forma bastante satisfatória ao aumento na intensidade dos níveis de luz incidente e à redução de água e nutrientes no solo, sendo, portanto, um importante indicador do grau de perturbação do sistema.



Figura 5- A presença do bambu na parcela C do transecto 2, no Catrambi, garante a manutenção do caminho que foi aberto, não apenas por evitar a perda de solo no corte da vertente, mas, principalmente, por impedir a recolonização por espécies nativas.

A análise da figura 6 nos permite identificar os valores para o Peso específico Foliar naquelas parcelas interceptadas por trilhas (S1C e SID, S2E e S2F, C1B e C1C e C1D, C2B e C2C, C3D) semelhantes ao Peso daquelas parcelas localizadas junto à borda principal da floresta (S1A, S2A, S3A e S3B e S3C e S3D e S3E, C1A, C2A, C3A). Tal fato nos permite caracterizar, com uma certa segurança, que o impacto decorrente da abertura de trilhas não se distancia em muito do impacto gerado pelo efeito de borda principal sofrido pela floresta.

A presença de um menor teor de umidade junto às bordas das trilhas, associada ao aumento do Peso Específico Foliar tende a reduzir o tempo de ciclagem da necromassa, resultando em um aumento da serapilheira acumulada, fato este que se confirmou para a maior parte das parcelas em contato direto com as trilhas.

A figura 7 apresenta os resultados de porosidade total e Densidade Aparente do Solo obtidos para os quatro caminhos principais em análise.

Para todos os caminhos, os valores de Porosidade Total apresentaram alta correlação com os valores de Densidade Aparente ($r^2 > 0,97$), sendo estatisticamente significantes no nível de 0,05.

Pela análise dos gráficos, pode-se observar claramente que o eixo dos caminhos apresenta um nível de compactação bastante superior às bordas. Os valores encontrados (média de 1,92 e 1,68 respectivamente para os eixos e as bordas) chegam a ser superiores àqueles registrados por GEOHECO (2000) para a trilha que liga a Vista Chinesa ao Parque da Cidade (média de 1,35 g/cm³ para o eixo e 0,78 g/cm³ para as bordas).

Já quanto a Porosidade Total, os resultados encontrados (média de 55,8%) se aproximam daqueles registrados por Castro Jr. (1991) para a bacia do Alto rio da Cachoeira (56%), muito embora os dados evidenciem uma diferenciação entre as bordas ($58 \pm 4,7\%$) e o eixo ($51,3 \pm 8,5\%$) dos caminhos, acompanhando a variação da Densidade Aparente.

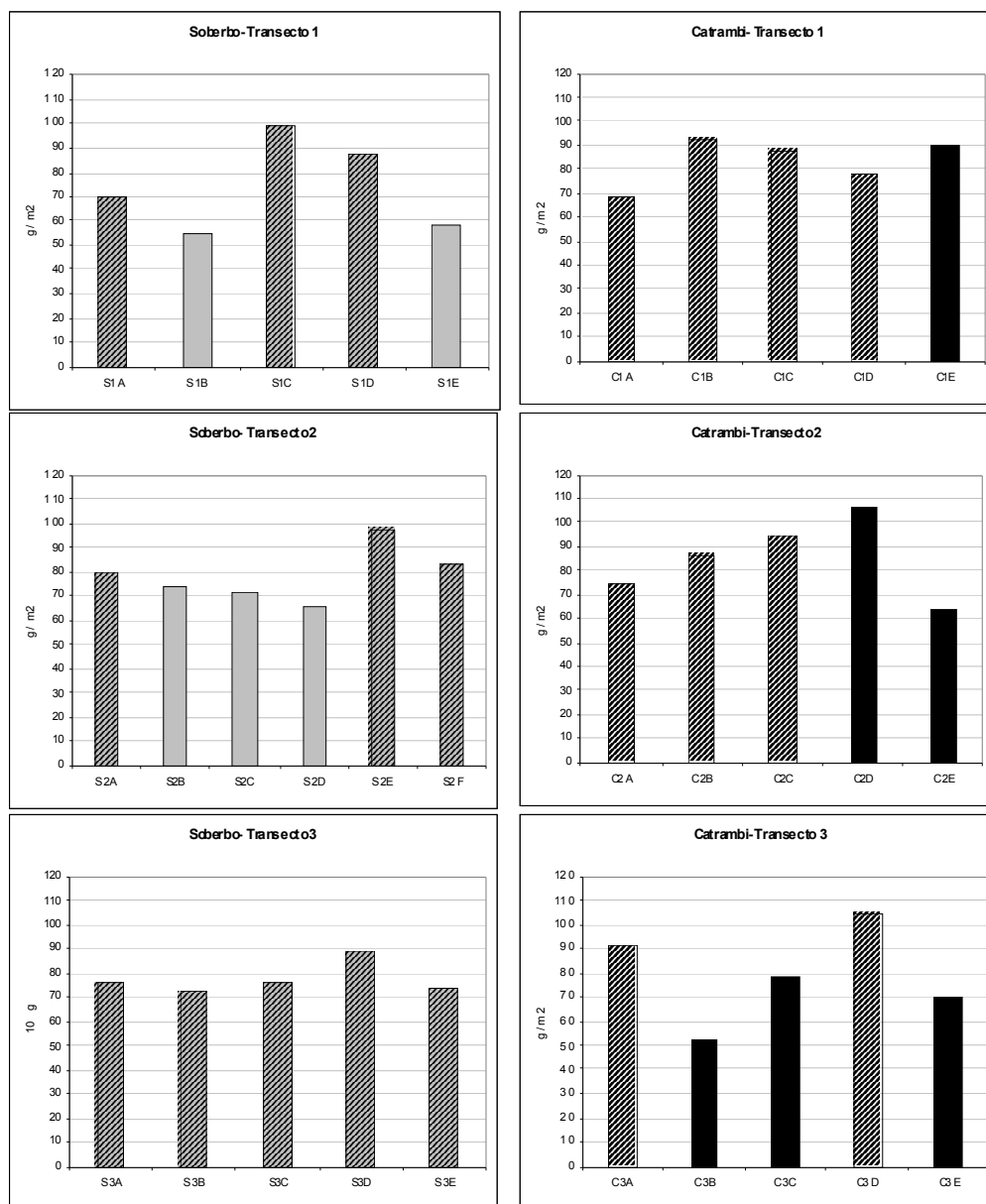


Figura 6- Gráficos comparativos do Peso Específico Foliar (em g/m²) nas duas áreas estudadas. As colunas achuradas sinalizam parcelas que estão em contato direto com algum tipo de borda (interna ou externa), enquanto que as colunas sem achuras representam parcelas sem contato direto com as bordas.

Em resumo, os dados expostos acima demonstram que a abertura e a manutenção de trilhas contribuem para a modificação das características físicas do solo o que, em última instância, poderá afetar a resultante hidrológica do sistema, reduzindo a disponibilidade de água necessária para a recomposição estrutural destas áreas degradadas. Nas palavras de Klar (1984), “*todos os organismos são altamente integrados na sua fisiologia e metabolismo, sendo os efeitos principais decorrentes do déficit de água, capazes de produzir outros, secundários e terciários*” (p.261).

Quanto ao comportamento térmico, a figura 8 ilustra claramente os núcleos de maior temperatura associada à área de domínio do eixo central da trilha. Esta mudança no comportamento térmico cria, nitidamente, “micro-efeitos de borda” que, por sua vez, alteram o padrão estrutural e funcional das áreas adjacentes.

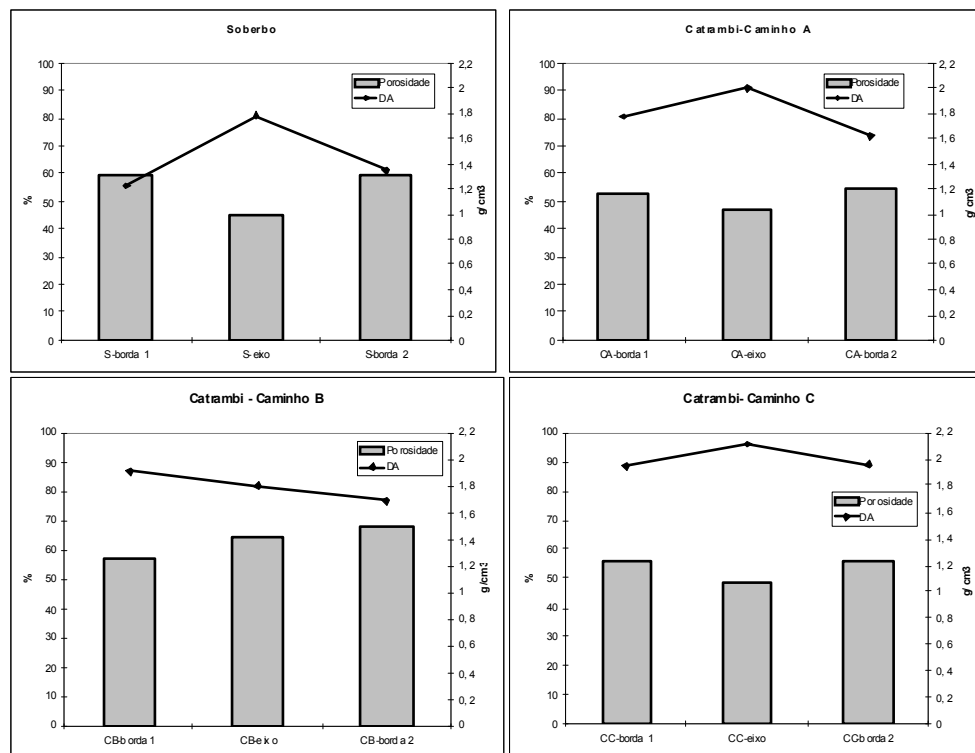


Figura 7- Gráficos de comparação dos valores de Porosidade Total (linhas em%) e Densidade Aparente do solo (colunas em g/cm^3) entre as bordas e o eixo central das quatro trilhas principais estudadas na zona de borda da floresta.

Estes núcleos de temperatura mais elevada acabam resultando em situações de *stress* para as plantas, desencadeando importantes distúrbios funcionais, os quais, por sua vez, condicionam perdas estruturais ao sistema, podendo até mesmo, quando associado a outros fatores, levar os indivíduos à morte.

Considerações Finais

Os resultados obtidos nos levam a concluir que a diferença na densidade de urbanização entre as duas áreas pesquisadas influi significativamente sobre a degradação do fragmento florestal do parque Nacional da Tijuca, por meio do aumento da densidade de trilhas e caminhos internos à zona de borda.

Decorre daí o caráter não-monotônico de propagação do efeito de borda na direção borda-centro, uma vez que as “bordas jovens”, abertas ao longo das trilhas, impedem o aparecimento de um gradiente de recuperação estrutural e funcional destas áreas. Dentro da faixa de 100m estudados a partir da linha de

borda, não foi possível definir com nitidez uma condição de “interior”, dado o processo de degradação promovido pela modificação das condições microclimáticas ao longo das trilhas.

Em que pese o impacto identificado nas duas áreas estudadas, a correlação entre densidade urbana (na área contígua), densidade de trilhas e nível de impactação parece ser uma conclusão bastante evidente diante dos resultados encontrados na comparação entre a área do Soberbo (menor impacto) e do Catrambi (maior impacto).

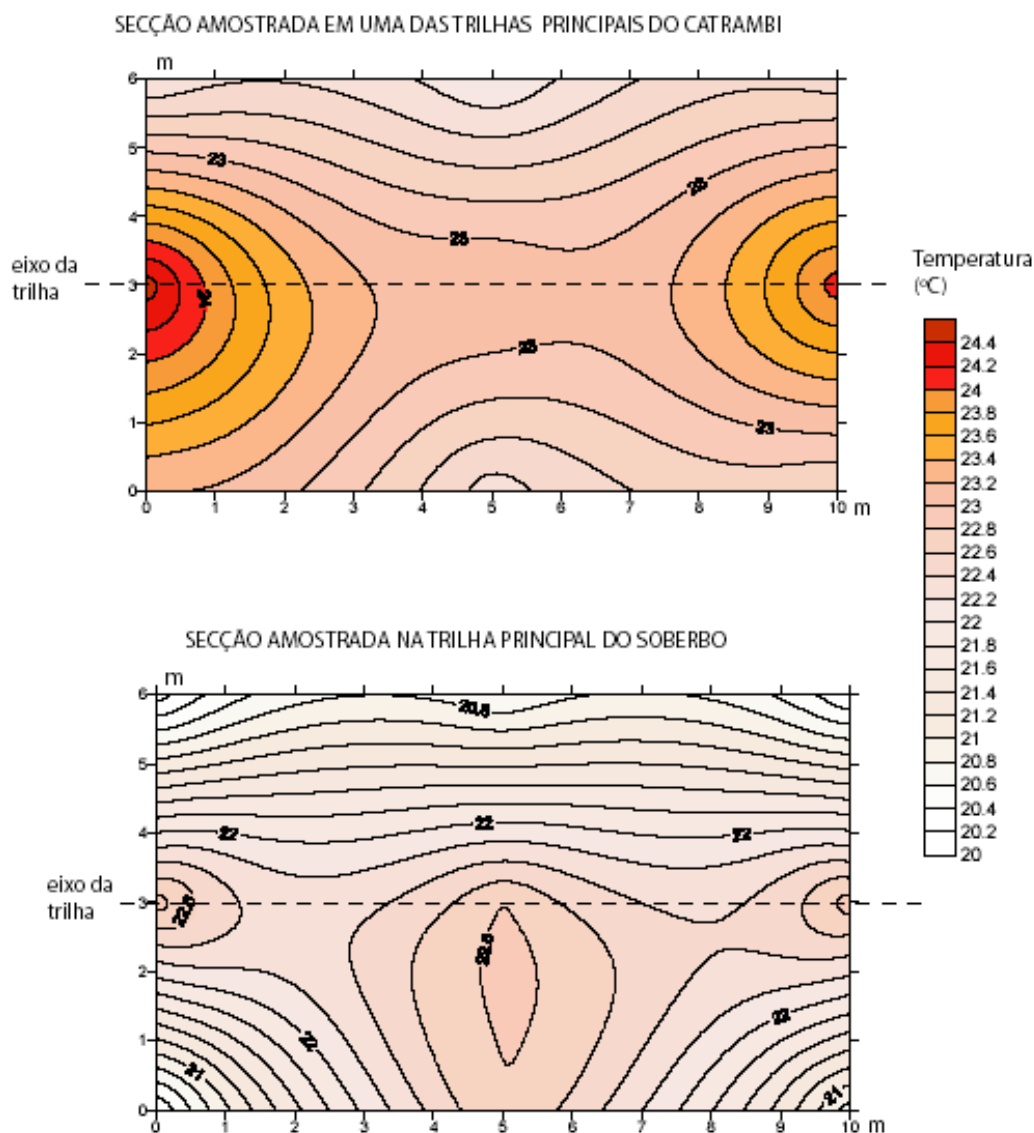


Figura 8- Gráficos de temperatura medida em seções de 10m de duas trilhas amostradas dentro das áreas de estudo, sendo uma no Soberbo e outra no Catrambi.

Assim, caso o tráfego de pessoas fosse melhor controlado, o “envelhecimento” natural das bordas internas tenderia a reverter este processo, uma vez que a densidade de plântulas nas áreas em questão nos dá uma clara indicação da capacidade de resiliência destes sistemas.

Diante desse quadro, é preciso que seja realizado um mapeamento detalhado das trilhas e caminhos existentes na borda do maciço da Tijuca, a fim de dimensionar com melhor precisão os impactos atuais sobre a estrutura e a funcionalidade da paisagem urbano-florestal. A partir deste nível de conhecimento, será possível estabelecer diretrizes de conservação e de educação ambiental para garantir a sustentabilidade do sistema como um todo, fechando, recuperando ou mesmo criando novas trilhas que atendam, ao mesmo tempo, a necessidade de circulação das pessoas e de conservação estrutural-funcional do sistema.

Notas

¹ Segundo Damascos e Prado (2001), as folhas sob alta disponibilidade luminosa apresentam espessura foliar maior, como recurso de proteção aos pigmentos fotossintetizantes, o que pode contribuir para aumentar o peso específico foliar.

Referência Bibliográfica

- BARROS, M.I.A. **Caracterização da visitação, dos visitantes e avaliação dos impactos ecológicos e recreativos do planalto do Parque Nacional do Itatiaia**. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Piracicaba: ESALQ, 2003.
- BATES, G.H. The vegetation of footpaths, sidewalks, car-tracks and gateways. **Journal of Ecology**, (23): 469-487, 1935.
- CASTRO Jr., E. **O papel da fauna endopedônica na estruturação física do solo e seu significado para a hidrologia de superfície**. Tese de Mestrado, P.P.G. em Geografia/UFRJ, 1991.
- COELHO NETTO, A.L. **Surface hydrology and soil erosion in a tropical mountainous rainforest drainage basin, Rio de Janeiro**. Tese (PhD). Belgium: Katholieke Universiteit Leuven. 1985.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA- CNPS, 1997.
- FIGUEIRÓ, A.S.; COELHO NETTO, A.L. Classificação de “zonas de tamponamento” (*buffer zones*) na interface floresta-cidade: área-laboratório da bacia do Canal do Mangue, Maciço da Tijuca (RJ). **Geo UERJ**, nº especial, p. 1-10, 2003.
- FIGUEIRÓ, A.S. **Mudanças ambientais na interface floresta - cidade e propagação de efeito de borda no Maciço da Tijuca - Rio de Janeiro - RJ**. Rio de Janeiro, 2005. Tese (Doutorado em Geografia)-Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFRJ, 2005.
- GASCON, C.; LAURANCE, W.F.; LOVEJOY, T.E. Fragmentação florestal e biodiversidade na Amazônia Central. in: GARAY, I.; DIAS, B. (Orgs.). **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais. Avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento**. Petrópolis: Vozes, 2001. p. 112-127.
- GEOHECO- Laboratório de Geo-Hidroecologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Estudos de qualidade ambiental do geossistema do maciço da Tijuca- subsídios para a regulamentação da APARU do Alto da Boa Vista**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2000.
- GUILLAUMON, J.R.; POLL, E.; SINGRY, J.M. **Análise das trilhas de interpretação**. Boletim Técnico do Insituto Florestal. São Paulo, v.5, 1977.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE – IBAMA. **Unidades de Conservação no Brasil. Parques Nacionais e Reservas Biológicas**. (Vol. 1). Brasília : IBAMA, 1989.
- KLAR, A.E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. São Paulo: Nobel, 1984.
- LIDDLE, M.J. **Recreation ecology: the ecological impact of outdoor recreation and ecotourism**. London: Chapman & Hall, 1997.
- MAGRO, T.C. **Impactos do uso público em uma trilha do planalto do Parque Nacional de Itatiaia**. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). São Carlos: UFSCAR, 1999).
- MALCOLM, J.R. Edge effects in Central Amazonian forest fragments. **Ecology**, v. 75, n. 8, p. 2438-2445,

1994.

MEDINA, E.; GARCIA, V.; CUEVAS, E. Sclerophylly and Oligotrophic environments: relationships between leaf structure, mineral nutrient content, and drought resistance in tropical rain forests of the upper Rio Negro region. **Biotropica**, n. 22, p. 51-64, 1990.

O'CONNOR, P.J.; COVICH, A.P.; SCATENA, F.N.; LOOPE, L.L. Non-indigenous bamboo along headwater streams of the Luquillo Mountains, Puerto Rico: leaf fall, aquatic leaf decay and patterns of invasion. **Journal of Tropical Ecology**, n. 16, p. 499-516, 2000.

PASSOLD, A.J. **Seleção de indicadores para o monitoramento de uso público em áreas naturais**. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Piracicaba: ESALQ, 2002.

PELLENS, R. **Fragmentação florestal em Mata Atlântica de Tabuleiros: os efeitos da heterogeneidade da paisagem sobre a diversidade de artrópodos edáficos**. Rio de Janeiro, 2002. 201 f. Tese (Doutorado em Geografia) - CCMN- IGEO, UFRJ.

PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO – PMRJ. Florestas Urbanas. **Rio Estudos**, nº 137. Rio de Janeiro: PMRJ, 2004.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001.

RIZZINI, C.M. **Diversidade funcional do estrato arbóreo como indicador do status da biodiversidade em Floresta Atlântica de Tabuleiros (Linhares-ES)** Rio de Janeiro, 2000. 149 f. Tese (Doutorado em Geografia) - IGEO-PPGG, UFRJ.

SEABRA, G.F. **Ecossistema do turismo: o turismo ecológico em áreas protegidas**. Campinas: Papirus, 2001.

TIVY, J.; O'HARE, G. **Human impact on the ecosystem: Conceptual frameworks in Geography**. London: Oliver & Boyd, 1981.

XAVIER, T.F.; GAMA, S.V.G. Investigação de mudanças na vegetação ao longo das trilhas na APA do Gericinó- Mendanha (RJ). **Geo UERJ**, nº especial, 2003.

Trabalho enviado em maio de 2009

Trabalho aceito em agosto de 2009