

## **ECOSSISTEMA**

Parque Nacional da Tijuca – Qual o valor da floresta?

**Rogério Ribeiro de Oliveira (Serviço de Ecologia Aplicada. DEP/DIVEA/FEEMA. Estrada da Vista Chinesa, 741.CEP 20531. Rio de Janeiro. RJ), André Scarambone Zaú (Mestrando, bolsista CNPq. Programa de Pós Graduação em Geografia.IG/UFRJ), Denise Flores Lima Hermany Carneiro Rodrigues (Bolsista de Aperfeiçoamento do CNPq (IB/UFRRJ) ), Hugo Barbosa Amorim (Instituto de Florestas, UFRRJ)**

Foi feito um roteiro metodológico mínimo para valoração ambiental de parâmetros estáticos do ecossistema florestal do Maciço da Tijuca, com o objetivo de utilização em sentenças judiciais. Tomando-se como base um levantamento fitossociológico feito em 0,5 ha de mata no Maciço, foi feito um levantamento da cubagem da madeira existente, agrupada em 3 diferentes classes de acordo com a qualidade.

Os valores de massa e o preço de mercado foram calculados para os nutrientes do solo até a profundidade de 20 cm e na serrapilheira. As plantas ornamentais de maior valor - Orchidaceae, Bromeliaceae, Araceae e Palmae - também tiveram o seu número de indivíduos bem como os seus valores de mercado levantados. Foi calculado, também, o volume de água produzido pelas fontes do solo. Para os compartimentos estudados foram encontrados os seguintes valores por hectare, de massa e preço (em US\$), respectivamente: nutrientes estocados no solo e na serrapilheira: 38275 kg/ha (US\$ 8994,00); plantas ornamentais: 1583 indivíduos (US\$ 2283,00).

A água produzida pelas fontes foi da ordem de 7660 m<sup>3</sup>/ha (US\$ 1608,00). O volume líquido de madeira por classe foi: classe 1 (madeira de lei): 20,7 m<sup>3</sup>/ha (US\$ 4372,00); classe 2 (madeira para uso estrutural): 37,6 m<sup>3</sup>/ha (US\$ 4894) classe 3 (madeira para fins energéticos): 314,6 st/ha (US\$ 4719,00). Portanto, levando-se em consideração apenas os compartimentos analisados, encontra-se o valor da ordem de US\$ 27.000,00 por hectare de mata.

### **Introdução**

Frequentemente nas ações jurídicas que tratam de lesões ao meio ambiente ocorre um obstáculo à execução da sentença: a

inexistência de parâmetros que permitam a aplicação de multas ao bem lesado. As sentenças jurídicas demandam, em ritmo crescente, o arbitramento de valores para questões ambientais. Esta lacuna faz com que inúmeras sentenças se arrastem, impossibilitando, na maioria dos casos, as ações de reparação. Por outro lado, o cálculo da valoração de um ecossistema envolve numerosas variáveis, algumas de quantificação impossível ou ainda, duvidosa, à luz dos conhecimentos disponíveis. No primeiro caso pode-se citar a questão do valor monetário de uma paisagem e no segundo caso, a valoração de mananciais perpetuados pela preservação de uma floresta.

Há que se considerar que a questão da valoração dos ecossistemas encobre uma lógica monetarista e portanto dependente de contextos econômicos e culturais (Morais & Costa 1987) e, ainda, que na realidade, a natureza representa um bem em si mesma. Dada a complexidade do tema, há também que se considerar a virtual impossibilidade de uma valoração econômica, se não ampla, que pelo menos contemple uma parcela significativa das potencialidades dos ecossistemas, seus valores intrínsecos e os atribuídos pelos diversos sistemas culturais.

Entre estes dois vetores, de direções opostas, há a possibilidade no entanto de se fazer uma distinção entre parâmetros estáticos e dinâmicos. Por parâmetros estáticos entende-se os valores quantificáveis de elementos do ecossistema, como por exemplo a quantidade de madeira existente em uma floresta. Os parâmetros dinâmicos dizem respeito à tentativa de contabilização dos benefícios diretos ou indiretos que um determinado ecossistema possa trazer à população, como a regularização do clima ou a fixação de encostas. Deve-se levar em consideração que dentre os parâmetros dinâmicos existem numerosos benefícios potenciais que os ecossistemas podem apresentar, como por exemplo a existência de princípios farmacológicos ainda não descobertos pela ciência.

As matas que recobrem o Maciço da Tijuca - objeto de estudo da presente contribuição - apresentam especificidades que as situam em plano distinto em relação a formações congêneres de mata atlântica, devido a interações com a metrópole do Rio de Janeiro, o que dificulta comparações com outras comunidades. Entre estas especificidades se destaca o ciclo hidrológico - de fundamental importância para a cidade situada a jusante - objeto de estudo de Coelho Netto (1985) e, ainda, a presença de poluentes, detectada em diversos compartimentos do ecossistema, como por exemplo a precipitação de chuva ácida (Silva Filho 1985) e a contaminação da serrapilheira por chumbo (Oliveira &

Lacerda 1988). Quanto à existência de trabalhos anteriores sobre quantificação de biomassa no Maciço da Tijuca, cita-se Clevelário (1989) sobre o cálculo da massa de serrapilheira e o de Oliveira (1987) sobre a produção da mesma. Esta condição de unicidade - um complexo sistema florestal inserido em uma metrópole - torna ainda mais complexa a tentativa de valoração econômica.

A presente contribuição esboça metodologias a serem empregadas na quantificação de alguns parâmetros estáticos, com vistas à formulação de custos ambientais. Foram levantados, de forma preliminar, valores do volume lenhoso, de nutrientes existentes no solo e na serrapilheira, da água liberada pelas fontes produtoras e de plantas ornamentais do Maciço da Tijuca. Os autores desejam expressar os seus agradecimentos a Maria Célia Vianna, Márcia Botelho R. Silva e Dorothea de Souza Pedrosa, do Serviço de Ecologia Aplicada da FEEMA e a Patrícia Delamonica Sampaio, Débora de Oliveira Sodré e Ieda M. Paixão, membros da equipe que efetuaram o levantamento fitossociológico no Morro da Boavista, cujos dados fundamentaram os c culos da madeira estocada. E ainda a Eduardo Lima, do Departamento de Solos da UFRRJ pelo auxílio prestado na interpreta o dos dados de análise de solos, a Tokitika Morokawa do Instituto de Florestas da UFRRJ pelos comentários, a Francisco Eduardo F.L. de Miranda do Orquidário Boavista pela ajuda no levantamento de orquídeas do Morro da Boavista, a Ana Luisa Coelho Netto e João Miranda do Laboratório de Geohidroecologia (IG/UFRRJ) pelos comentários e cessão de dados inéditos para o cáculo de água e a Dorothy Sue Dunn de Araújo pela versão em inglês do resumo.

### Métodos

Local de estudos - Foi utilizado como local de estudos as parcelas de levantamento fitossociológico efetuado no Morro da Boavista (719 m.s.m.), parte integrante de um complexo montanhoso formado também pelos morros da Freira e Queimado, com 662 e 719 m.s.m., respectivamente, localizado no Alto da Boa Vista, município do Rio de Janeiro (22o56'S e 43o17' W. Gr.) Trata-se de um trecho de mata característico do Maciço, com vegeta o em bom estado de conserva o apresentando encostas simétricas, voltadas para os quadrantes Norte e Sul. A  rea de estudos   constituída por parcelas perfazendo 0,5 ha (Oliveira et al., em prepara o). Para os c culos de biomassa ou contagem de indivíduos, os resultados encontrados nas parcelas supra-citadas foram posteriormente convertidos para a área correspondente a um hectare.

Estimativa do valor da madeira - Basicamente o valor da madeira existente em um maciço florestal é determinado pelos seguintes fatores:

- a) volume global existente
- b) sortimento desse volume segundo a aceitabilidade pelo mercado (espécies mais valiosas, bitolas, tipos de uso, etc)
- c) custo da exploração
- d) preço de mercado da madeira explorada.

Do volume global para o volume efetivamente comercializável a redução é muito grande. Amorim (1984) em estudo no Rio Trombetas (AM) destaca que a diferença entre o volume total de árvores com DAP superior a 30 cm e o volume comercializável é de 90%.

Volume global existente- O volume de madeira de uma floresta é calculado com o emprego de unidades amostrais estruturadas, distribuídas segundo diferentes processos (aleatório, sistemático, estratificado, etc). O volume comercial pode ser determinado de duas formas principais: através do "fator de forma" ou por meio de modelos regressionais.

Ao volume comercial assim calculado deve-se adicionar o volume dos galhos para obter o volume total da árvore. Em função das dificuldades de coleta destes dados, pouquíssimas vezes são desenvolvidos modelos para a estimativa do volume dos galhos, sendo essa informação inferida de valores médios existentes na literatura ou obtidos de forma expedita no campo. No presente trabalho foram utilizados dados de 30 árvores com DAP superior a 20 cm, resultando em um volume de galhos igual a 46,5% do volume comercial do fuste.

Sortimento do volume global - Sortimento, na terminologia florestal significa a divisão do volume global da floresta em categorias de utilização, segundo normas técnicas e demanda existentes. Dentre as categorias utilizadas destaca-se madeira para fins energéticos, serraria, celulose, fabricação de chapas e para uso estrutural (postes, escoras, vigas etc). No presente estudo o sortimento do volume total de madeira foi englobado nas seguintes categorias:

Classe 1: árvores com DAP > 30cm e com potencial de utilização como madeira serrada. A definição das espécies que poderiam fornecer madeira de lei (Classe 1) foi feita com base nos autores Corrêa (1926) e Rizzini (1971). Foram identificadas, no acervo de coletas feitas nas parcelas do estudo fitossociológico supra-citado as

seguintes espécies como sendo potencialmente produtoras de madeira de lei: *Aspidosperma ramiflorum*, *Hieronyma alchorneoides*, *Lamanonia ternata*, *Ocotea diospyrifolia*, *O. pretiosa*, *O. silvestris*, *O. tenuiflora*, *Pseudopiptadenia contorta*, *Sclerolobium glaziovii* e *Terminalia januariensis* .

Classe 2: árvores com DAP > 30cm, de qualquer espécie, com potencial de utilização como madeira serrada e uso estrutural, mas com qualidade inferior às da classe 1.

Classe 3: árvores com quaisquer dimensões e com potencial de utilização para fins energéticos.

Custo de exploração - Refere-se aos custos de exploração e transporte da madeira. Em função da topografia e da malha viária disponível, estima-se que este valor deve ser da ordem de 50% do valor global do material lenhoso. No entanto, em consonância com os demais itens avaliados, este valor não foi computado, uma vez que a presente contribuição ocupa-se de valores estáticos do Maciço da Tijuca, não considerando os custos de exploração dos mesmos.

Cálculo dos nutrientes estocados no solo - Foram tomadas amostras de solo nas parcelas de estudo segundo a metodologia de Chapman & Pratt (1973) até a profundidade de 20 cm, por meio de trado próprio. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises de Solos do Departamento de Solos da UFRRJ, sendo obtidos os teores de N, P, K, Ca e Mg. A avaliação da massa de nutrientes estocados no solo até 20 cm de profundidade foi efetuada pela conversão do teor de cada nutriente para a massa correspondente ao volume de solo em questão (100m x 100m x 0,2m). A seguir foi calculada a quantidade de adubo comercial necessária para se obter a mesma massa encontrada no solo, levando-se em consideração o teor de cada nutriente no adubo. Os adubos considerados para este cálculo foram: N: uréia; P: superfosfato simples; K: cloreto de potássio; Ca: calcário e Mg: sulfato de magnésio. Os preços dos adubos foram obtidos em lojas de produtos agropecuários do Rio de Janeiro.

Cálculo dos nutrientes estocados na serrapilheira - A massa de serrapilheira estocada no ecossistema florestal foi considerada como 29300 kg/ha (dado de Clevelário Jr. 1989). Com os resultados de análises de serrapilheira deste autor foi obtida a massa total de cada nutriente supra-citado. O cálculo do adubo correspondente foi feito da mesma forma que para o solo.

Água liberada por fontes produtoras - Para o cálculo da quantidade de água liberada por fontes produtoras em um hectare de floresta do Maciço da Tijuca foram utilizados dados acerca da vazão do Rio Cachoeira situado na Floresta da Tijuca (Miranda, J., dados inéditos). Trata-se de uma bacia de 3,5 km<sup>2</sup>, com declividade variando entre 12° e 18° e grande número de escarpas rochosas. No período de 1977 a 1988 foi observado que a vazão do referido rio corresponde a um terço do total de água precipitado na sua bacia. Assumindo-se este valor como representativo para todo o Maciço, foi feito o cálculo da quantidade de água vertida pelas fontes produtoras de um hectare de floresta, considerando-se a pluviosidade média de 2300 mm/ano (Coelho Netto, 1987).

Plantas ornamentais - O levantamento das espécies e do número de indivíduos foi feito no interior das parcelas do Morro da Boavista com o auxílio de Francisco Eduardo F.L. de Miranda. As observações foram feitas tanto nas copas das árvores como ao nível do solo. Foi considerado como um indivíduo uma unidade vegetativa com características de crescimento suficientes para permitir a sua propagação. Assim sendo, cada touceira encontrada permitiu a contabilização de numerosos indivíduos. O preço de cada espécie foi fornecido pelo Orquidário Boavista (Rio de Janeiro).

Quanto às demais espécies ornamentais, o levantamento das mesmas foi feito nos moldes do item anterior, sendo a identificação do material feita no Herbário Alberto Castellanos, da FEEMA. No caso de aráceas do gênero *Philodendron*, a contagem dos indivíduos foi feita por metro, considerando-se que cada metro forneceria cinco mudas (estacas). Os preços foram pesquisados em chácaras de venda de plantas no Rio de Janeiro.

## Resultados

Os volumes comerciais brutos de madeira por classe de utilização que, somados, perfazem 254,1 m<sup>3</sup>/ha. Adicionando-se ao mesmo o volume dos galhos (+ 46,5%), obtém-se um volume total de 372,2 m<sup>3</sup>/ha. Do volume bruto da classe 1 deve-se descontar 60% referentes à retirada das espécies sem tradição no mercado e da parte superior do fuste das árvores que não atingiram o diâmetro de 30 cm. Do volume remanescente (41,5 m<sup>3</sup>), deve-se descontar 50% devido às perdas ocorridas no processo de transformação da tora em madeira

serrada. Obtém-se então um volume líquido de 20,7 m<sup>3</sup> para a Classe 1.

A classe 2 recebe o volume descartado na Classe 1 (62,4 m<sup>3</sup>) e perde o volume das árvores com DAP < 30 cm (35,8 m<sup>3</sup>), resultando em um volume bruto de 124,8 m<sup>3</sup>, transformados em 75,2 m<sup>3</sup>, pela exclusão da parte superior das árvores que não atingem os 30 cm de diâmetro. Esse volume também sofre a perda de 50% quando de sua transformação em madeira serrada, restando um volume líquido de 37,6 m<sup>3</sup>/ha.

A Classe 3 é composta das seguintes contribuições: 50,1 m<sup>3</sup>/ha oriundos da Classe 2 e 118,2 m<sup>3</sup>/ha referentes ao volume total de galhos. Estes valores, somados ao volume da Classe 3 perfazem um total de 220,2 m<sup>3</sup>/ha, representando 314,6 esteres/ha de madeira empilhada. Deve-se destacar que no caso de uma exploração efetiva os custos de exploração e transporte reduziriam em 50% este valor.

A massa de nutrientes estocados no solo - O nitrogênio total contribuiu com a fração preponderante dos nutrientes estocados no solo (36400 kg/ha), seguido do cálcio (640 kg/ha), magnésio (276 kg/ha), potássio (163 kg/ha) e fósforo (8,5 kg/ha). Feita a equivalência desta massa para os teores de cada nutriente em adubos comerciais, o valor total foi de US\$ 8.813,00.

Os nutrientes acumulados na serrapilheira - A massa total de serrapilheira nas encostas da Floresta da Tijuca foi considerada como da ordem de 29 300kg/ha (Clevelário Jr., op.cit.). Ainda que o teor de nitrogênio da serrapilheira tenha sido superior ao do solo (1,98% contra 1,3% respectivamente), sua massa foi de 580 kg/ ha, o que significa uma redução de 62,7 vezes em relação ao solo. Os demais nutrientes aparecem na seguinte ordem: cálcio (142 kg/ha); magnésio (33,2 kg/ha); potássio (16,6 kg/ha) e fósforo (16,0 kg/ha). O somatório destes nutrientes é de 208 kg/ha, o que representa um valor de cerca de 18 vezes menor do que a massa dos mesmos no solo. Ainda em termos comparativos, a serrapilheira apresenta uma massa mais elevada apenas de fósforo, sendo os demais nutrientes acumulados em quantidades significativamente maiores no solo (os primeiros 20 cm). Os nutrientes acumulados na serrapilheira apresentam um valor de US\$ 190,80. Somando-se os nutrientes estocados nestes dois compartimentos obtem-se uma massa total de 38.275 kg/ha, o que corresponde a um valor de mercado de US \$ 8.994,00.

A água liberada por fontes produtoras de um hectare da Floresta da Tijuca é da ordem de 7 660 m<sup>3</sup>/ano. Este valor médio pode abranger uma faixa de 5 330 a 11 000 m<sup>3</sup>/ano, de acordo com o total precipitado. Tomando-se como base o preço do m<sup>3</sup> cobrado pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos do município do Rio de Janeiro, (US\$ 0,21 por m<sup>3</sup>), obtém-se um valor médio de US\$ 1.608,00/ha/ano. Deve-se considerar que o volume, a perenidade e a qualidade da água produzida por rios situados em bacias florestadas constituem um dos maiores valores das florestas situadas próximas a centros urbanos/industriais.

No compartimento epifítico, as orquídeas tiveram preponderância em termos de valor. Quanto aos seus respectivos preços, a espécie *Laelia crispa* atingiu o valor mais alto embora tenha apresentado a menor densidade (8 ind./ha). As espécies com maior densidade foram *Maxillaria cerifera* e *Sophranitella violaceae*. O valor total das orquídeas em um hectare de mata é de US\$ 1.083,00. Das demais espécies ornamentais, que totalizaram US\$ 1200,00, a que apresentou maior valor foi *Bactris escrangnolei* (US\$ 480,00), seguido do gênero *Vriesia* (US\$ 300,00). Os *Philodendron*, embora numerosos, alcançaram baixo valor de mercado.

### Discussão

O resultado aqui obtido - US\$ 26 871,00 - diz respeito exclusivamente aos parâmetros estáticos estudados, deixando amplas lacunas no que se refere aos valores de outros compartimentos, recursos e benefícios da floresta. Por exemplo, o potencial de medicamentos fitoterápicos poderia ser um fator importante na avaliação dos recursos da mata, uma vez que um quarto das drogas utilizadas nos Estados Unidos são derivadas de plantas de florestas tropicais (The Economist 1988). Outro aspecto que também poderia desempenhar importante papel no cômputo de recursos seria a contabilização de produtos extrativistas. A este propósito, Peters et al. (1989) encontraram o valor de US\$ 697,00/ha/ano para a produção de frutos e plantas lactescentes da Amazônia peruana. O estudo de produtos extrativistas e de outros parâmetros possivelmente ampliaria o resultado aqui obtido.

É importante notar que uma classificação definitiva com valores de mercado não existe, segundo Barret (in Weigand 1991). Neste sentido há que se considerar que o próprio ato de se valorar uma floresta sob uma ótica mercantilista e/ou utilitária é relativizado por diferentes culturas. Fearnside (1989) enumera 24 espécies da Floresta

Amazônica passíveis de exploração comercial extrativista, enquanto que Oliveira (1990) enumera 156 espécies (excluindo plantas medicinais) que os seringueiros da Amazônia Oriental utilizam no seu dia-a-dia. A grande maioria destas espécies não apresenta qualquer valor comercial atualmente, ainda que sejam fundamentais para sua sobrevivência.

O valor encontrado exclui também os custos necessários à recuperação da área destruída, que deve orçar pela ordem de US\$ 5.000,00/ha (Tokitika Morokawa, com. pessoal). Ainda que as funções protetoras da floresta possam em alguma medida ser recuperadas na área reflorestada, o empobrecimento em termos de biodiversidade é virtualmente irreparável.

Por outro lado, em função da difícil valoração de árvores e matas urbanas, Payne (1983, in Pedreira 1990) afirma que há uma tendência a estas serem sub-valoradas, o que faz com que poucas áreas verdes sejam mantidas nas cidades. No entanto, o valor aqui encontrado constitui um referencial para cálculo de custos ambientais no Maciço da Tijuca ou áreas assemelhadas. Mais do que apresentar valores, o presente trabalho procurou estabelecer um roteiro metodológico mínimo a ser seguido para a avaliação de compartimentos do ecossistema. Dessa forma, e em razão da importância do tema, impõem-se a continuidade desse tipo de trabalho visando a oferecer modelos cada vez mais aprimorados e vinculados às diferentes fitofisionomias existentes na mata atlântica.