

## AVALIAÇÃO DE ECOSISTEMAS FLORESTAIS\*

Caetano Francisco Pereira BERZAGHI\*\*  
Rui Marconi PFEIFER\*\*  
Isabel Fernandes de Aguiar MATTOS\*\*  
Iliana Rajo SARAIVA\*\*  
Osmar Corrêa de NEGREIROS\*\*  
Gilberto de Souza PINHEIRO\*\*  
João Batista BAITELLO\*\*  
Nelson MIGUEL\*\*

### RESUMO

Visando subsidiar processos de desapropriação por parte do Estado em terras declaradas de utilidade pública, é dado um enfoque conservacionista à avaliação de ecossistemas florestais, baseando-se em TROPPEMAIR (1988). Para se conhecer o valor da desapropriação é proposta a fórmula:  $V_d = V_t + V_b + V_v + \{V_v \cdot [(100 - \%EIA)/100] \cdot 10\}$ , onde  $V_d$  = valor total da desapropriação;  $V_t$  = valor da terra;  $V_b$  = valor das benfeitorias;  $V_v$  = valor volumétrico do inventário florestal; % EIA = índice de impacto ambiental e 10 = fator de redução em função da conservação dos ecossistemas naturais.

Palavras-chave: avaliação; desapropriação; ecossistemas florestais.

### 1 INTRODUÇÃO

Visando a subsidiar os processos de desapropriação por parte do Estado de São Paulo em terras declaradas de utilidade pública, é apresentado o desenvolvimento metodológico para avaliação dos ecossistemas florestais.

As paisagens geográficas atuais são o resultado de ações antrópicas com agricultura, urbanismo e industrialização. Desaparecem quase por completo as paisagens "primitivas". Porém, para entendermos a evolução de determinado espaço, muitas vezes, é necessário sabermos algo sobre a cobertura vegetal primária ou original que reflete condições geoecológicas reinantes.

Portanto, o objetivo de reconstruir a cobertura vegetal originária é de obter importantes dados ambientais, hoje alterados pela ação

### ABSTRACT

It is presented a mathematics form to deprive natural areas by government evaluation, to be based in TROPPEMAIR (1988), with a conservationist aspect. In order to know the deprive value it is proposed:  $V_d = V_t + V_b + V_v + \{V_v \cdot [(100 - \%EIA)/100] \cdot 10\}$ , where  $V_d$  = total value to be paid;  $V_t$  = value of land;  $V_b$  = improvement value;  $V_v$  = volumetric value of forest inventory; % EIA = environmental impact index and 10 = reduction factor in function of natural system conservation.

Key-words: valuation; deprive; forest system.

do homem, pois as geobiocenoses não são estáticas e suas áreas variam no espaço, com o decorrer do tempo. As causas são várias, podendo ser naturais ou artificiais.

A tendência atual é a retração das geobiocenoses naturais, matas, cerrados e expansão das artificiais, agroecossistemas e reflorestamentos.

Os estudos das retrações e expansões podem fornecer importantes dados sobre problemas ambientais, como identificação de processos erosivos e de desertificação, aumento de sedimentação no leito dos rios acompanhados ou não de inundações, proliferação de pragas, retração de determinadas espécies da flora e fauna, etc.

(\*) Relatório da Comissão designada pela Portaria IF. nº 49/88, de 12/7/88 e aceito para publicação em junho de 1991.

(\*\*) Instituto Florestal - Caixa Postal 1322 - CEP 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

A elaboração de um inventário é importante e consiste no levantamento de espécies vegetais e/ou animais que ocorrem em determinado espaço. Como as espécies têm exigências específicas quanto às condições ambientais, o levantamento e posterior representação cartográfica, proporcionam uma avaliação das potencialidades biológicas de determinado espaço.

Outro importante dado a ser considerado no entendimento do meio ambiente é a poluição do ar oriunda da acelerada urbanização e da expansão das atividades industriais. A poluição se caracteriza pela presença de matéria ou energias que podem prejudicar o uso, previamente estabelecido para o recurso natural.

Quanto a poluição de rios, represas e lagos, dia a dia, acentua-se, pois, os efluentes de esgotos domésticos e industriais são lançados diretamente nos cursos d'água, sem prévio tratamento. A eutrofização, ou seja, o enriquecimento muito alto de matéria orgânica no meio hídrico, causa a proliferação acentuada de microorganismos e bactérias, consumidores de grandes quantidades de oxigênio dissolvido, deixando o rio anaeróbico, sem vida, morto. O lançamento de efluente industriais, muitas vezes, extremamente tóxico é outra forma de aniquilar os ecossistemas aquáticos. Igualmente a água utilizada em processos industriais de resfriamento eleva a temperatura da água dos rios, reduzindo a quantidade de oxigênio dissolvido contribuindo para a diminuição dos elementos bióticos nos corpos d'água.

Portanto, a natureza ou meio ambiente, no sentido mais amplo (ecológico, social e econômico) é um sistema altamente complexo e integrado. Mesmo quando interferimos em apenas um dos elementos, alteram-se estruturas, fluxos e todos os elementos.

Qualquer unidade (biosistema) que abranja todos os organismos que funcionam em conjunto (a comunidade biótica) numa dada área, interagindo com o ambiente físico de tal forma que, o fluxo de energia produza estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de materiais entre as partes vivas e não vivas, constitui um ecossistema (ODUM, 1986).

KIMMINS (1987) pondera que esta definição, torna claro que ecossistema é mais um conceito que uma entidade real, conceito esse que apresenta seis grandes atributos:

- a) o atributo de estrutura - um ecossistema é composto de sub-componentes, bióticos e abióticos. Em última análise para que um ecossistema terrestre funcione, deve haver um grupo apropriado de plantas, animais e microorganismos;
- b) o atributo da função - há uma constante troca de matéria e energia entre o meio físico e a comunidade viva. Como o meio biótico e o abiótico são compostos de matéria e energia é difícil definir, quando um organismo está morto ou vivo. Há uma grande vantagem em enfocar um ecossistema em termos de uma entidade físico-química. Na entidade há uma troca constante de matéria e energia entre seus componentes, alguns dos quais apresentam características de vida e outros não. Deve-se ponderar que esta forma de encarar o ecossistema não inviabiliza o ponto de vista de desenvolvimento genético da vida, mas o complementa;
- c) atributo de complexidade - resulta do alto nível de integração biológica, inerente a um ecossistema. Todos os eventos e condições em um ecossistema são multideterminados. Assim sendo, sem o conhecimento prévio da estrutura e da função do ecossistema, torna-se difícil avaliá-lo;
- d) atributo de interação e interdependência - tão complexas são as interconexões entre os componentes vivos e não vivos de um ecossistema que, qualquer alteração em um dos componentes, causa uma mudança subsequente em quase todos os outros. A extensão e perfeição desta interação e interdependência levou os antigos ecólogos a pensar em exemplos físicos do conceito de ecossistema como um tipo de super-organismos. Este enfoque foi rejeitado, em virtude de, embora havendo certas similaridades entre um indivíduo e um ecossistema, as diferenças são muito grandes para tornar o conceito viável;

- e) o atributo de ausência de definição de uma dimensão espacial - um organismo individual é uma entidade tangível, tem um tamanho físico claramente definido. Populações e comunidades também são entidades espacialmente definíveis, embora, haja dificuldade na sua delimitação. Assim, um bando de pássaros ou um cardume de peixes, constituem-se em populações facilmente identificáveis, mas, seus limites, dificilmente podem ser estabelecidos pelo espaço que ocupam, porque movimentam-se periodicamente. Similarmente, a identificação de uma população de uma determinada espécie em uma floresta, ou, de uma comunidade biótica no oceano aberto, exige a definição arbitrária de seus limites. Todavia, apesar desses problemas, o significado dos termos população e comunidade é claramente de uma entidade física real, a qual, freqüentemente, pode ser facilmente definida. A comunidade biótica de uma clareira ou de um fundo de vale, pode ser observada claramente, bem como seus limites espaciais definidos. O termo ecossistema por seu turno, enfoca a estrutura, a complexidade de organização, as interações e interdependências e o funcionamento do sistema e não seus limites geográficos, e
- f) atributo de mudanças temporais - os ecossistemas não são estáticos. Em adição às contínuas trocas de matéria e energia, a estrutura total e a função de um ecossistema passam por modificações, através do tempo.

Resumindo, a importância do conceito de ecossistema baseia-se no seu explícito reconhecimento de complexidade, interação e processos funcionais. O ponto fraco, restringe-se à dificuldade de usar o conceito para: identificação, mapeamento, descrição e estudos de ecossistemas específicos, em função da dificuldade de se definir seus limites geográficos.

Em termos de ecossistemas florestais, aqueles que cobriam mais de 80% da superfície do estado de São Paulo no início do processo de desenvolvimento, foram reduzidos, drasticamente, a menos de 5% da área do Estado (CONSEMA, 1985). A maior extensão dessas flo-

restas remanescentes localiza-se na encosta atlântica, baixada litorânea e ilhas costeiras. Nessas regiões, viceja um dos ecossistemas mais complexos e diversificados dentre aqueles existentes na face da terra: a floresta pluvial tropical (DASMANN et alii, 1973). As essências apresentam caráter seletivo, algumas, indiferentes, outras, face às condições edafoclimáticas, possibilitando sua ocorrência através de comunidades específicas, como na região sul brasileira (incluindo o Vale do Ribeira), desde os ambientes mais restritivos à vegetação na orla litorânea, até as formas de transição para as formações mais secas do planalto, ultrapassando, nesse entremeio, os pontos mais elevados da serra costeira (KLEIN, 1986).

Estudo abrangente da vegetação paulista elaborado por EITEN (1970), enfoca tanto a vegetação mesófila como a higrófila, incluindo desde as florestas que ocorrem nas regiões litorâneas, às formas semidecíduas e xeromorfas do planalto, bem como as típicas das regiões mais frias do estado (vegetação mesófila subtropical característica do sul do Brasil).

No que tange aos outros componentes bióticos de ecossistema florestal, pouco se conhece. Pesquisas nesse campo, podem evoluir a partir do conceito da comunidade - grupo de plantas, animais, bactérias e fungos que interagem em um ambiente formando um sistema de vida característico com composição própria, estrutura, relações com o ambiente, desenvolvimento e função (H.R. Wittaker apud KIMMINS, 1987). Didaticamente a comunidade pode ser dividida em três partes: a comunidade das plantas, a comunidade animal e a comunidade microbiana.

Finalizando, uma das grandes preocupações atuais do homem é o uso de forma cientificamente correta dos recursos naturais, não conflitando e não degradando o ecossistema.

Toda metodologia que for empregada para o uso correto dos recursos naturais, deve ser eminentemente ecológica, pois é a única capaz de avaliar o impacto de nossas ações técnico-econômicas sobre os ecossistemas. É apenas através da ecologia que poderemos avaliar o impacto do homem sobre o meio ambiente. Os

ecossistemas reagem a esse impacto determinando adaptações do próprio homem às mesmas, pois afetam todos os seres vivos.

É da maior importância que se possa construir um quadro ecodinâmico do ambiente que se pretenda avaliar. É necessário definir a inserção das intervenções de um ponto de vista dinâmico e evolutivo e, assim, fornecer elementos de apreciação para a interferência dessas intervenções. Deve representar também o arranjo do território, áreas edificadas, tipos de uso das terras, etc.

Em outras palavras, o método visa a esclarecer e orientar, tão objetivamente quanto possível, as decisões que cabem ao poder público, na avaliação dos ecossistemas florestais.

## 2 PROPOSTA E METODOLOGIA

Para a avaliação de ecossistemas florestais, torna-se necessário a utilização de metodologia que considere os parâmetros ambientais de uma determinada área. Para tanto, deve-se conhecer os elementos bióticos e abióticos que a compõem, para que forneçam subsídios que levem à sua correta avaliação.

Deve-se proceder uma análise com fins de desapropriação considerando-se a avaliação das terras, das benfeitorias (construções), do inventário florestal (valor da madeira) de florestas implantadas e nativas, e, do estudo de impacto ambiental aplicado à um fator de redução:

- a) para a avaliação das terras, dar o valor comercial regional da terra nua;
- b) para a avaliação das benfeitorias, dar o valor comercial das edificações;
- c) para a avaliação volumétrica (da madeira) de florestas implantadas, elaborar o inventário florestal de acordo com métodos consagrados, como por exemplo, os de amostragem aleatória imediatamente após a separação de maciços florestais em grupos homogêneos, ou seja, a estratificação, conforme CAMPOS (1984), MACHADO (1984) e MENDONÇA FILHO (1984);

- d) para a avaliação volumétrica de florestas nativas, dever-se-á utilizar o mesmo método citado em c, adequando-se, evidentemente, à diversidade apresentada pelo ecossistema. Deve-se observar a classificação e caracterização desses ecossistemas, isto é, elaborar um mapeamento da vegetação de acordo com a estrutura e fitossociologia. Como a análise e estratificação dos tipos florestais a serem avaliados são de ecossistemas nativos, fundamentalmente, deverão ser observados, adequadamente, caracterização e classificação da vegetação natural, para que a estratificação e avaliação seja a mais representativa possível do ecossistema em questão. Importante ressaltar que os métodos para avaliar a biometria florestal foram desenvolvidos, basicamente, para florestas homogêneas, devendo-se, portanto, ser adaptados de acordo com a estrutura das árvores, citando-se por exemplo ELESBÃO & BRENA (1983). As informações dendrométricas contidas no inventário florestal, tanto para as nativas como para as homogêneas, deverão ter por base, um erro de amostragem máximo de 25%, com 90% de probabilidade de ocorrência no intervalo de confiança para o volume do material lenhoso existente. Para efeito da quantificação do volume da galhada, considerar-se-á que este não deverá ultrapassar o limite de 25% do volume obtido para o material lenhoso.

- Quando o inventariante lançar mão de outros métodos de avaliação e utilização do potencial madeireiro, deverá ser criteriosamente observado se estes métodos são pertinentes e comprovadamente aplicáveis, com resultados na área prevista para a desapropriação, e
- e) para o estudo do impacto ambiental, sugere-se uma adaptação da proposta de TROPPIAIR (1988). A aplicação desta metodologia implica num prévio levantamento e numa análise das condições naturais ou das perturbações ecológicas, considerando-se os diferentes graus de estabilidade do sistema. Para tanto, deve-se utilizar de cartas topográficas e temáticas; do sensoriamento remoto (fotografias aéreas, imagens de satélite e de radar); de levantamentos de

campo (geomorfológicos, pedológicos, declividades, vegetação, fauna e etc.) e do estabelecimento do grau de importância dos diversos elementos que influem na estabilidade do ecossistema.

A análise desses elementos permitirá estabelecer os graus de risco ecológico, associados à estabilidade do sistema. Desta forma o inventário pode ser útil, mas não o suficiente, quando se pretende realizar o levantamento dos recursos naturais, necessitando-se então, considerar como objetivo, a avaliação do impacto causado pelo homem no ecossistema.

A partir da proposta de TROP-MAIR (1988), elaborou-se a FIGURA 1 subdividindo-se os Recursos Naturais em quatro grandes grupos: recursos físicos; recursos biológicos; uso antrópico e qualidade de vida. Estes elementos são os principais constituintes, quer seja do equilíbrio ou desequilíbrio do ecossistema.

Dentro do grupo de Recursos Físicos foram selecionados os principais elementos que constituem o meio físico os quais não o esgotam, pois uma dada área poderá ter um elemento específico, que o caracterize, tornando-o mais relevante na avaliação.

Em Recursos Biológicos selecionou-se as principais formações vegetais e, associados a estas, a fauna. Deve-se considerar neste ítem as alterações que possam ocorrer ou que já tenham ocorrido na composição e dinâmica das populações, relevando-se as ameaças da extinção de espécies, seja da flora ou da fauna, na área objeto.

Quanto ao Uso Antrópico, é necessário observar qual o tipo de alteração que poderá ocorrer em um ecossistema, e ainda, dentro dos impactos produzidos pelo homem, há a necessidade de se observar a alteração que a interferência causará na qualidade de vida. Portanto, uma interferência no ambiente, seja através de desmatamento ou outro tipo de uso, deve ser analisada em termos dos graus de alteração causados pelo impacto ambiental.

Conhecida a porcentagem do EIA, aplica-se um fator de redução, igual a 10 (dez),

na avaliação volumétrica das florestas.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O índice de elementos que caracterizam uma dada área, será igual a 100%. Por regra de três, será possível obter um valor, em porcentagem, da interferência num ecossistema. Esta porcentagem (índice) deverá ser deduzida no valor da volumetria, acrescido da soma dos valores da terra, mais das benfeitorias, mais da volumetria, para se conhecer o real valor da desapropriação.

$$V_d = V_t + V_b + V_v + \{V_v \cdot [(100 - \%EIA) / 100] \cdot 10\}$$

onde:  $V_d$  = valor de desapropriação

$V_t$  = valor da terra

$V_b$  = valor das benfeitorias

$V_v$  = valor volumétrico do inventário florestal

% EIA = índice de impacto ambiental

10 = fator de redução

Concluindo, para a avaliação de ecossistemas florestais visando subsidiar processos de desapropriação deve-se elaborar:

- a) uma avaliação das terras;
- b) uma avaliação das benfeitorias;
- c) um inventário florestal, e
- d) um estudo do impacto ambiental.

O valor da desapropriação será obtido através da soma dos três primeiros ítems, acrescido do fator de redução aplicado à porcentagem do estudo do impacto ambiental, no valor do inventário florestal.

Exemplo demonstrativo, hipotético, do uso da metodologia proposta.

Supondo:

1. que o Governo do Estado tenha que desapropriar uma propriedade de 22.500 ha, no Vale do Paraíba, por estar contida em área declarada de preservação permanente; e

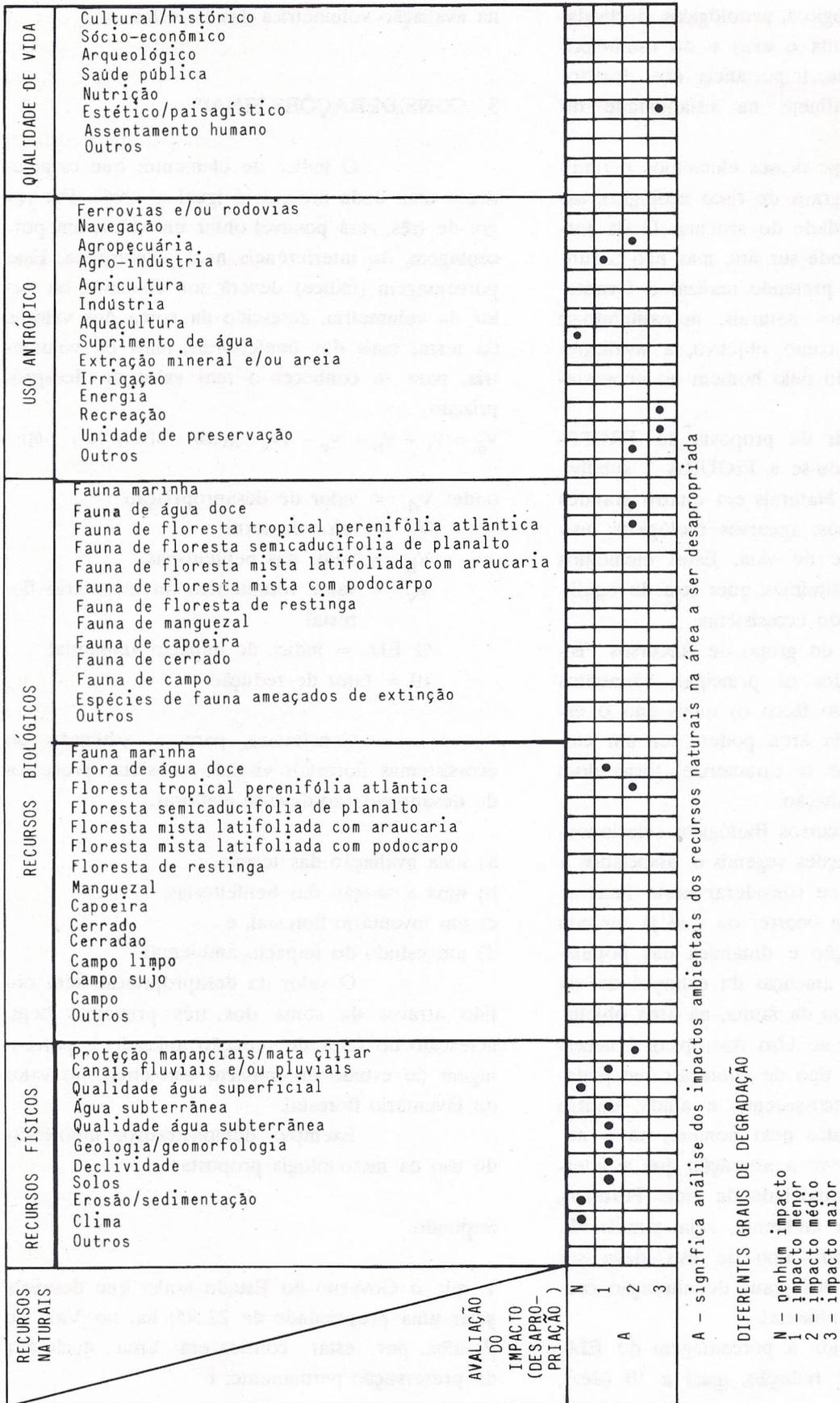


FIGURA 1 - Avaliação de ecossistemas florestais, visando subsidiar processos de desapropriação, pela qualidade e/ou quantidade de impacto. Fonte: Modificado por TROPPEMAIR (1988).

f2. que o proprietário, Senhor FULANO DE TAL, entrou com processo de desapropriação, contra a FAZENDA DO ESTADO, no valor de 75.000.000 BTN's, valor da propriedade "Fazenda Hipoteticus" (FIGURA 2), por estar quase que totalmente vegetada.

O Estado designaria um perito para inventariar a referida fazenda. Seguindo a metodologia proposta proceder-se-ia da seguinte forma:

- a) levantaria o valor da terra nua da região;
  - no caso do Vale do Paraíba, o valor da terra é de 2.500 BTN's/ha. Como a propriedade é de 22.500 ha, o valor da terra será de 56.250.000 BTN's;
- b) avaliaria as benfeitorias da propriedade;
  - no presente exemplo, a "Fazenda Hipoteticus" possui cinco casas totalizando 75.000 BTN's, e
- c) efetuará o inventário florestal para avaliar madeiras provenientes de reflorestamento, de mata nativa ou ciliar considerando como condição fundamental um amplo trabalho de estratificação da área ocupada pela vegetação que se quer quantificar.

Supondo que o perito aplique as metodologias das bibliografias citadas e conclua que o valor da madeira de reflorestamento é de 700.000 BTN's e da mata nativa de 300.000 BTN's, perfazendo um total de 1.000.000 BTN's então no que se refere ao percentual do estudo do impacto ambiental (%EIA) devemos imaginar três situações.

A primeira delas seria o caso em que a propriedade em questão estivesse totalmente preservada, EIA = 0%, sendo portanto, o valor da desapropriação calculado da seguinte forma:

$$V_d = V_t + V_b + V_v + \{V_v \cdot [((100 - \%EIA) / 100) \cdot 10]\}$$

$$V_d = 56.250.000 + 75.000 + 1.000.000 + \{1.000.000 [((100-0)/100) \cdot 10]\}$$

$$V_d = 57.325.000 + \{1.000.000 \cdot [10]\}$$

$$V_d = 57.325.000 + \{1.000.000 \cdot 10\}$$

$$V_d = 57.325.000 + 10.000.000$$

$$V_d = 67.325.000 \text{ BTN's}$$

Na segunda situação hipotética o trabalho do perito levou-o ao constante na FIGURA 3, a %EIA resultaria nos seguintes parâmetros:

- a) foram preenchidos 21 campos, correspondente à 100%, sendo:
  - 1.1 4 campos de N (nenhum impacto), correspondendo à 19%;
  - 1.2 8 campos 1 (impacto menor), correspondendo à 38%;
  - 1.3 6 campos 2 (impacto médio), correspondendo à 29%; e
  - 1.4 3 campos 3 (impacto maior), correspondendo à 14%; e portanto,
- b) a % EIA será a média ponderada dos graus de degradação, ou seja:

$$\% EIA = (4 \times 19 + 8 \times 38 + 6 \times 29 + 3 \times 14) / 21$$

$$\% EIA = 596 / 21$$

$$\% EIA = 28,4\%$$

Resultaria que a FAZENDA DO ESTADO deveria ressarcir o Senhor FULANO DE TAL, do valor calculado através da fórmula abaixo:

$$V_d = V_t + V_b + V_v + \{V_v \cdot [((100 - \%EIA) / 100) \cdot 10]\}$$

$$V_d = 56.250.000 + 75.000 + 1.000.000 + \{1.000.000 \cdot [100 - 28,4] / 100 \cdot 10\}$$

$$V_d = 57.325.000 + \{1.000.000 [71,6] \cdot 10\}$$

$$V_d = 57.325.000 + \{1.000.000 [71,6]\}$$

$$V_d = 57.325.000 + 7.160.000$$

$$V = 64.485.000 \text{ BTN's}$$

Portanto, segundo a avaliação de ecossistemas, o Estado deverá pagar pela desapropriação da "Fazenda Hipoteticus", 64.485.000 BTN's (Sessenta e quatro milhões e quatrocentos e oitenta e cinco mil bonus do tesouro nacional).

Finalmente no último caso, em que a propriedade objeto de estudo estivesse totalmente degradada, portanto EIA = 100%, o valor da desapropriação seria de:

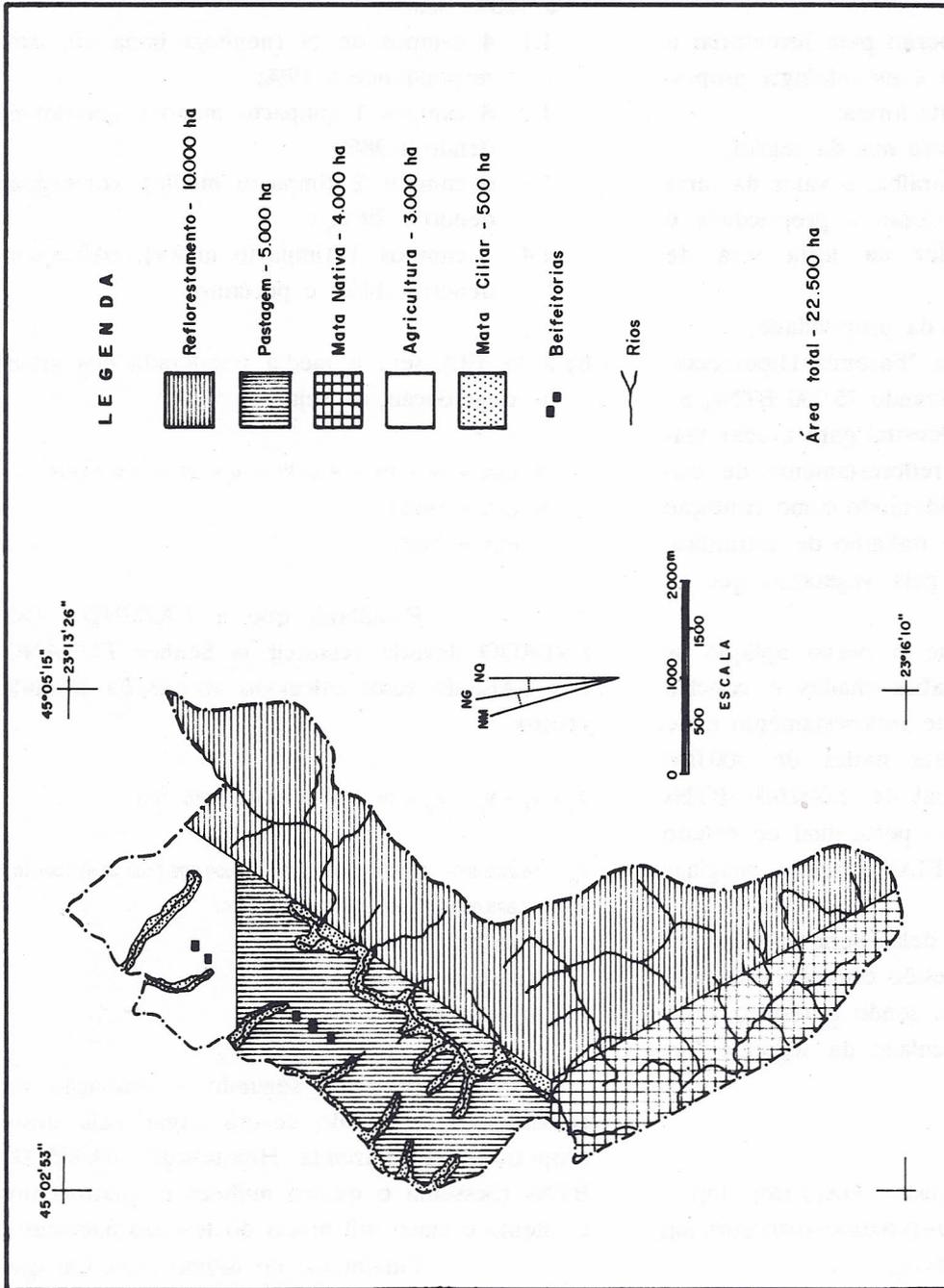


FIGURA 2 - Mapeamento da Fazenda Hipoteticus.



$$V_d = V_t + V_b + V_v + \{V_v \cdot [(100 - \%EIA) / 100] \cdot 10\}$$

$$V_d = 56.250.000 + 75.000 + 1.000.000 + \\ + \{1.000.000 \cdot [(100-100)/100] \cdot 10\}$$

$$V_d = 57.325.000 + \{1.000.000 \cdot [(0)/10]\}$$

$$V_d = 57.325.000 + \{1.000.000 \times 0\}$$

$$V_d = 57.325.000 + 0$$

$$V_d = 57.325.000 \text{ BTN}$$

ODUM, E.P. 1986. *Ecologia*. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara. 434p.

TROPMAIR, H. 1988. *Metodologias simples para pesquisar o meio ambiente*. Rio Claro, Graf Set. 232p.

## AGRADECIMENTOS

A Hélio Yoshiaki Ogawa, Sandra Giselda Paccagnella, Marilda Rapp de Eston e Francisco A. D. Mattos pelas colaborações.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- CAMPOS, J.C.C. Coord. 1984. *Inventário florestal nacional, reflorestamento de Minas Gerais*. Brasília, I.B.D.F. 126p.
- CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. 1985. *Áreas naturais do Estado de São Paulo*. São Paulo, CONSEMA. 16p.
- DASMANN, R.F. et alii. 1973. *Ecological principles for economic development* New York, John Wiley. 252p.
- EITEN, G. 1970. A vegetação do Estado de São Paulo. São Paulo, *Bol. Inst. Bot.* 7. 147p.
- ELESBÃO, L.E.G. & BRENA, D.A. Coord. 1983. *Inventário Florestal Nacional, Florestas Nativas do Rio Grande do Sul-RS*. Brasília, IBDF. 345p.
- KIMMINS, J.P. 1987. *Forest Ecology*. New York, Macmillan Publishing Company. 531p.
- KLEIN, R.M. 1984. Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. Sta. Catarina, *Sellowia* 5. 54p.
- MACHADO, S. do A., Coord. 1984. *Inventário nacional das florestas plantadas nos Estados do Paraná e Sta. Catarina*. Brasília, IBDF. 248p.
- MENDONÇA FILHO, W.F. Coord. 1984. *Inventário nacional, reflorestamento, Rio de Janeiro e Espírito Santo*. Brasília, IBDF. 108p.