

SELEÇÃO DE RESERVAS FLORESTAIS PARA CONSERVAÇÃO "IN SITU" ATRAVÉS DE INDICADORES ESPACIAIS*

Rozely Ferreira dos SANTOS**
Waldir MANTOVANI***

RESUMO

O planejamento ambiental em territórios antropizados que se preocupa em conciliar a conservação dos recursos naturais com as atividades de uso, necessita identificar, previamente, na região de estudo, as áreas de ecossistemas naturais mais propícias à conservação "in situ", bem como definir os critérios que estabelecem a seleção final. O objetivo deste trabalho foi definir uma metodologia que seleccione e hierarquize remanescentes de mata em região da floresta estacional semidecidual, com o propósito de estabelecer unidades de conservação genética "in situ". O território estudado era formado pelas bacias hidrográficas do rio Atibaia e do ribeirão Quilombo. Foram utilizados indicadores espaciais do estado de conservação, analisados em três fases de trabalho. Na primeira, foi realizado o mapeamento da cobertura florestal e de uso da terra na região, visando à identificação das matas e interferências vizinhas. Na segunda etapa, as unidades identificadas foram avaliadas através de descritores de unidades e os resultados obtidos foram usados na aplicação do método multicriterial ELECTRE I e II, que hierarquiza alternativas. A unidade indicada como mais relevante à conservação foi a Mata da Represa de Salto Grande. Na terceira fase, esta mata foi usada como unidade amostral para uma análise mais detalhada, através de um levantamento fitossociológico, realizado pelo método de parcelas (10 m x 20 m, n = 10). Amostraram-se 188 indivíduos, de 63 espécies e 29 famílias.

Palavras-chave: reservas florestais; indicadores espaciais; Electre I e II; levantamento fitossociológico; planejamento ambiental.

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, as prerrogativas de preservação e de conservação ambiental estão dirigidas a grandes áreas naturais pouco ou não alteradas, quase sempre em territórios rurais. Nas últimas décadas, essa tendência está mudando e cada vez se dá mais atenção a pequenas extensões florestais em regiões rurais ou antropizadas, que

ABSTRACT

Environmental planning in antropic areas needs to identify the most favorable natural ecosystems areas for conservation "in situ", as well as to define the criteria to establish their final selection. The objective of this work was to define a methodology that selects and classifies stational semideciduous forests, with the purpose of establishing units of genetic conservation "in situ". The study case was the Atibaia river and Quilombo creek watersheds (São Paulo State, Brazil). Environmental conservation spatial indicators were used and evaluated in three phases. In the first one the forest and land use mapping was accomplished, seeking the identification of the forests and neighboring interferences. In the second stage, the identified units were evaluated through descriptive parameters. The results were used in the application of the multicriterial method ELECTRE I and II, that shows hierarchic alternatives. The Salto Grande Dam Forest was found the most important for the conservation. In the third phase, this forest was used as study case for phytossociological evaluation. It was sampled 188 individuals, of 63 species and 29 families.

Key words: forest reserves; space indicators; Electre I and II; phytossociology; environmental planning.

representam interesse para conservação e educação, seja pela preservação de algum elemento cênico, de uma espécie particular da biota, de uma comunidade ou de todo um sistema. A partir da década de 80, a ecologia urbana teve um grande desenvolvimento e, então, a questão da conservação dos sistemas naturais urbanos ou peri-urbanos passou a ser enfaticamente considerada. Núcleos de pesquisas nos Estados Unidos, Alemanha,

(*) Aceito para publicação em junho de 1999.

(**) UNICAMP, Faculdade de Engenharia Civil, Departamento de Saneamento e Ambiente, Caixa Postal 6021, 13083-970, Campinas, SP, Brasil. e-mail: roze@fec.unicamp.br

(***) USP, Instituto de Biociências, Departamento de Ecologia Geral, Caixa Postal 11461, 05422-970, São Paulo, SP, Brasil. e-mail: wmantova@ib.usp.br

Espanha, Holanda, Polônia e África do Sul passaram a concentrar suas atenções em fragmentos de ecossistemas naturais nos grandes centros urbanos e ao redor deles, bem como na sobrevivência de populações naturais isoladas (SPELLERBERG, 1992). Hoje, área verde de preservação ou de conservação em regiões antropizadas é definida como qualquer fragmento de ecossistema destinado à conservação do sítio e à manutenção da biodiversidade, podendo mesmo conter atividades de lazer e recreação (GONÇALVES, 1994).

Nessa direção, os processos de planejamento ambiental em territórios de intensa ocupação humana, preocupados em conciliar a conservação dos recursos naturais com as atividades de uso, consideram que o primeiro passo é identificar, na região de estudo, as áreas remanescentes de ecossistemas naturais propícios à conservação "in situ" e definir os critérios que estabeleçam a seleção, hierarquização e destino apropriado a esses sistemas. Para tanto, é necessário primeiro identificar os indicadores ambientais do estado de conservação do fragmentos. O "valor" dos fragmentos pode ser reconhecido através de diversos critérios e prioridades que são avaliados por meio de fatores do meio entendidos como indicadores ambientais. Assim, presença de espécies raras ou em extinção, ocorrência de certos grupos taxonômicos, diversidade, histórico natural, raridade da cobertura vegetal, sons diversificados produzidos pela fauna, qualidade visual da paisagem, valores culturais, aspectos estéticos são exemplos de indicadores de valor. TANS (1974) publicou um estudo que priorizava grupos de áreas naturais em Wisconsin (EUA), comparando diferentes locais quanto as suas características estruturais (tamanho, presença e qualidade de zona tampão, valor educacional), biológicas (riqueza de espécies, estrutura de comunidades, integridade, extensão do distúrbio, espécies em extinção, número de plantas, diversidade), de segurança ou ameaça a conservação e formas de disponibilidade da área. A somatória destas características, devidamente pontuadas, definia os territórios de alta qualidade biológica. OGLE (1981) usou como indicadores: representatividade, tamanho, número de fragmentos, grau de isolamento, diversidade de habitats, número de pássaros regionais e raridade da fauna, enquanto WITTIG & SCHREIBER (1983) usaram: tamanho, raridade do biótopo, estrutura da vegetação como função do habitat. Muitos dos métodos adotados usam índices, pesos para os indicadores, simples somatória ou

técnicas de multicritérios. Um outro aspecto a ser considerado é que planejamentos em áreas de grande pressão antrópica e fragmentação da cobertura vegetal devem considerar dois fatores que, comumente, interferem na decisão sobre os métodos, critérios e prioridades a serem adotados: o tempo e os recursos limitados. SPELLERBERG (1992) alerta para esta questão e aponta a dificuldade de se responder, eficientemente, a tais limitantes.

Nesta linha, este estudo propõe definir uma metodologia que identifique, selecione e hierarquize remanescentes de mata para conservação "in situ" em áreas de grande impacto antrópico, através da utilização de indicadores espaciais relacionados ao estado de conservação dos fragmentos florestais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

As áreas de estudo adotadas foram as bacias do rio Atibaia e do ribeirão Quilombo, na região da Depressão Periférica - Zona do Médio Tietê (São Paulo), sobre terrenos sedimentares e clima úmido de inverno seco. Estão situadas entre as coordenadas 47°00' - 47°20'W e 22°42' - 22°55'S, abrangendo os municípios de Campinas, Hortolândia, Paulínia, Nova Veneza, Sumaré, Nova Odessa e Americana. A forma de relevo predominante corresponde às colinas amplas e médias, com pequenas amplitudes topográficas, declividades baixas e interflúvios entre 1 - 4 km² ou mais. O solo é, predominantemente, dos tipos latossolo e podzólico, com algumas manchas de terra roxa estruturada, e a cobertura vegetal que prevalece é a mata estacional semidecídua. Estudos da organização do espaço nesta região mostram uma nítida fragmentação dos sistemas naturais, pressionados por diferentes usos antrópicos (SÃO PAULO, 1989 e 1990). Esses fragmentos são isolados, comumente da mesma formação vegetal, mas em diferentes estágios sucessionais, com diferentes fisionomias, resultantes das interações com áreas circunvizinhas que compõem um espaço bastante heterogêneo. Observando-se o acervo fotográfico do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) pode-se afirmar que este quadro de alterações ocorre há pelo menos três décadas, e que suas macro-interfaces nos anos 60 se compunham, basicamente,

de mata/agricultura temporária ou anual e mata/urbanização. Dessas observações conclui-se que os remanescentes florestais nessa região refletem a dinâmica de uma relação espacial bem estabelecida e estabilizada, cujas dependências teriam se intensificado com o tempo. Então, esses remanescentes devem ser excelentes objetos de estudos para entender a influência da heterogeneidade espacial e temporal nos processos bióticos, e ótimos instrumentos para apontar medidas de reabilitação ambiental em áreas com presença dessas interfaces.

2.2 Métodos

Para atingir o objetivo proposto, foram desenvolvidas três fases de trabalho: mapeamento da cobertura vegetal e uso da terra na região de estudo, avaliação dos remanescentes mapeados através de descritores espaciais e método Electre e levantamento fitossociológico de uma unidade amostral.

2.2.1 Mapeamento da cobertura vegetal e uso da terra

O mapeamento foi realizado mediante a interpretação de imagens orbitais, cujas características estão resumidas na TABELA 1. Efetuou-se a interpretação visual em papel fotográfico, comparada, concomitantemente, com uma imagem em formato digital para auxílio do mapeamento. As informações, organizadas em classes de ocupação e uso da terra, eram transferidas para *overlay* contendo os traçados de base cartográfica compilados das cartas do IBGE, em escala 1:50.000 (RIO DE JANEIRO, 1969-1974). As vias de acesso foram revistas em função da interpretação das imagens. O reconhecimento de campo foi feito por cobertura de pontos estratégicos, de acordo com método de amostragem subjetiva (FARIAS, 1986). Após a comparação entre a interpretação visual, a avaliação digital e os dados de campo, foi produzido o *overlay* final, digitalizado em AUTOCAD13 e transferido para o SIG IDRISI.

TABELA 1 - Características técnicas da produção do mapa da cobertura vegetal e uso da terra das bacias do rio Atibaia e ribeirão Quilombo.

Imagem	TM LANDSAT 5	TM LANDSAT 5
Tipo de produto	Formato digital	Composição colorida em papel fotográfico
Data de passagem	19/08/1989	12/09/1988
Órbita/Ponto	219/076	219/076
Bandas/atribuição de Cor, Contraste	3/vermelho, +3.6 4/verde, +2.6 2/azul, +2.6	3/azul, +1.5 4/verde, +1.4 5/vermelho, +1.0
Escala Aproximada	1:50.000	1:50.000
Número de Módulos	12	-
Traçados de Base Cartográfica	Drenagens principais Estradas e vias de acesso principais	Drenagens principais Estradas e vias de acesso principais

2.2.2 Avaliação dos remanescentes de mata através de descritores espaciais e método Electre

Os fragmentos de mata foram analisados por suas características espaciais, denominadas neste trabalho como descritores de unidades, e pelo conjunto de relações espaciais que interagem com o sistema

natural, aqui denominadas como indicadores da paisagem. As informações eram obtidas pelas imagens de satélite, *overlay* (cf. 2.2.1) e visitas de campo.

Como descritores de unidades foram considerados quatro parâmetros apontados na literatura como indicadores da diversidade ou estabilidade do sistema (BAUDRY & BAUDRY-BUREL, 1982; DURELL, 1986; BAUDRY, 1988). São eles:

Tamanho da área - obtido por planimetria, em hectares;

Índice de isolamento - baseado em LUGO (1988) e expresso em percentagem:

$$I_i = \sum_{i=1}^n (d_{i,i}) / (S_{1-i})$$

onde:

I_i = índice de isolamento do fragmento (i);

$D_{i,i}$ = distância entre os fragmentos (i-1);

S_{1-i} = superfície dos fragmentos menos a superfície da área referencial (i).

Tendo-se que:

$$I_t = \sum_{i=1}^n I_i$$

onde:

I_t = índice de isolamento total;

I_i = índice de isolamentos individuais;

considera-se que:

$$IR_i = (I_i / I_t) \cdot 100$$

onde:

IR_i = índice de isolamento relativo do fragmento (i), expresso em percentagem;

Forma - analisada de acordo com padrões de forma e fragmentação estabelecidos por FORMAN & GODRON (1981) e DURELL (1986). A FIGURA 1 apresenta o critério de análise adotado, e

Zonas de contato - foram considerados dois tipos de zonas de contato: abrupta - quando a interface entre a formação arbórea e o uso antrópico adjacente é imediata, e gradativa - quando ocorre um intervalo entre a mata e o uso antrópico, ocupado por etapas sucessivas de vegetação ou presença de barreiras de isolamento do fragmento natural.

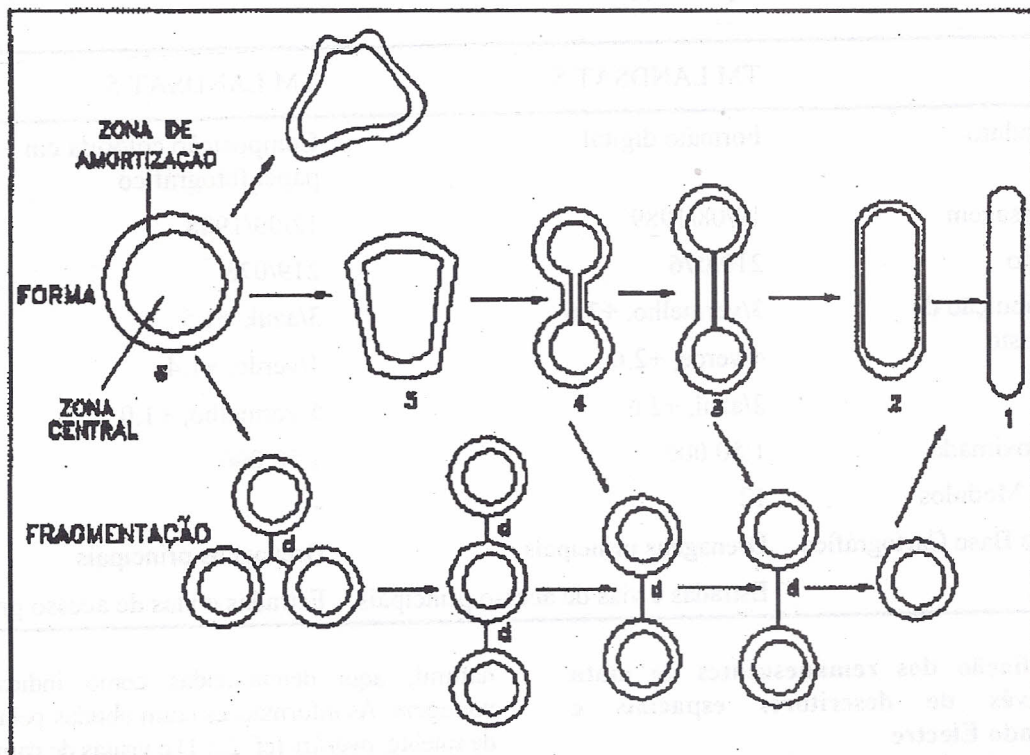


FIGURA 1 - Formas e fragmentação de áreas florestais.
cf. FORMAN & GODRON (1981) e DURELL (1986), modificado.

A partir dos dados obtidos pelos descritores de unidades, aplicou-se o método multicriterial discreto Electre I e II (DUCKSTEIN & GERSHON, 1983; HARRIS *et al.*, 1992), que permite a seleção e a hierarquização das áreas com maior potencial para reserva florestal. Este método foi escolhido porque permite a classificação a partir da análise de um grupo de alternativas (reservas florestais) e múltiplos critérios (descritores de unidades). O ELECTRE I visa a classificação parcial do conjunto de alternativas, separando as dominadas das não dominadas (alternativas preferidas). Para tanto, utilizam-se dois Índices: de concordância, que mede a superioridade de uma alternativa sobre outra, e de discordância, que indica a discrepância entre as alternativas. Ambos usam pesos para os critérios, de forma a relativizar a importância deles. O ELECTRE II obtém a classificação final das alternativas utilizando como dados de entrada as informações do ELECTRE I. O resultado é a classificação hierárquica e a identificação das alternativas que permanecem em posições privilegiadas em diferentes enfoques simulados e variações de pesos dos critérios adotados (HARRIS, 1992; DOTTO *et al.*, 1996; ZUFFO, 1998). Para tal tratamento, foram escolhidos os fragmentos de mata superiores a 10 ha. Na elaboração das matrizes de concordância e discordância foram aplicados pesos aos critérios (TABELA 2), arbitrados pelos autores deste estudo, que levaram em consideração a precisão do dado e valorização relativa entre os parâmetros, sugerida pela literatura citada neste trabalho.

Foram selecionados oito indicadores de paisagem, que permitem agrupar interações repetidas

espacialmente e que podem ser comparados com a hierarquização obtida pelo método Electre I e II. São eles: tipos de relevo - obtidos dos Mapas Geomorfológicos de Campinas e região, escala 1:50.000 (SÃO PAULO, 1993); tipos de solo - extraídos do Mapa Pedológico, escala 1:100.000 (OLIVEIRA *et al.*, 1992); declividades e intervalos de altitude - obtidos a partir de cartas topográficas, escala 1:50.000 (RIO DE JANEIRO, 1969-1974); susceptibilidade a erosão - conforme apresentado por DOTTO & SANTOS (1991); influência de curso d'água - pela observação de campo; formas de pressão antrópica - identificadas pelo mapa de uso da terra (FIGURA 2 deste trabalho), e proteção legal - identificada por levantamentos da legislação estadual e municipal.

2.2.3 Levantamento fitossociológico de uma unidade amostral

Selecionou-se uma área amostral para levantamento fitossociológico que foi apontada pelo método Electre como de grande importância, de acordo com seus descritores espaciais. Este levantamento permitiu a aferição da acuidade do método. Foi utilizado o método de parcelas (10 parcelas de 10 m x 20 m), dispostas de forma paralela e a partir da borda da represa. Amostraram-se os indivíduos arbóreos com perímetro na base do caule igual ou superior a 30 cm. A coleta do material botânico foi feita segundo técnicas usuais. Os parâmetros fitossociológicos analisados foram: frequência, densidade, dominância e valor de importância (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974).

TABELA 2 - Pesos atribuídos aos parâmetros descritores de unidades.

PARÂMETROS	PESOS
Tamanho da área	3
Grau de isolamento	2
Forma	1
Zona de contato	1



FIGURA 2 - Cobertura vegetal e uso da terra nas bacias do rio Atibaia e ribeirão Quilombo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas bacias do rio Atibaia e ribeirão Quilombo há onze principais tipos de uso e ocupação da terra, cuja distribuição encontra-se na FIGURA 2. Por essa FIGURA, constata-se que ocorrem poucos fragmentos de vegetação natural maiores que 10 ha. A área somada de vegetação mapeada corresponde a 2,3% da superfície total. Apesar desse dado ser impreciso em virtude do tipo, resolução e escala de mapeamento realizado, ele pode ser reputado como expressão da condição real da região.

Das quatro áreas de mata de maior extensão, três pertencem à bacia do ribeirão Quilombo. Por outro lado, é aquela de maior complexidade de uso, devido a expansão urbana, vias de acesso, represamentos, desvios de cursos d'água e culturas periódicas. Na bacia do rio Atibaia são raros os fragmentos de mata,

sendo que a maior parte, entre os existentes, encontra-se nas margens de cursos d'água, em diferentes estados de conservação. As observações de campo indicam que essa cobertura de borda não ultrapassa 50 m a 100 m de largura. Apesar de utilizar outros critérios de mapeamento, o material cartográfico desta região produzido pela Secretaria do Meio Ambiente (SÃO PAULO, 1989) evidencia as mesmas observações.

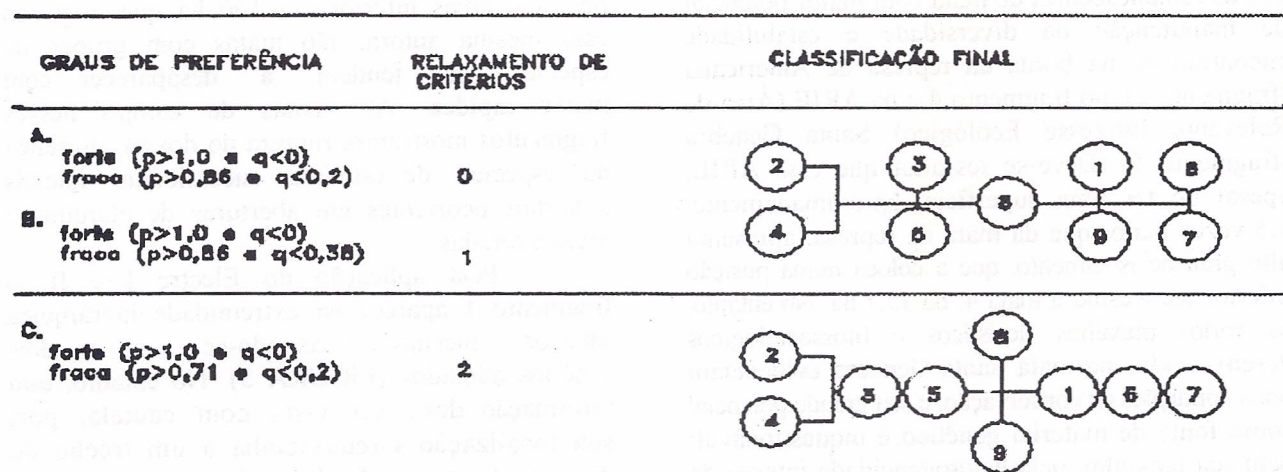
Nas duas bacias foram identificados nove fragmentos de mata maiores que 10 ha, cujos parâmetros descritores de unidades encontram-se na TABELA 3.

Desses dados foram obtidas as matrizes de concordância e discordância (Electre I e II), cujos produtos estão apresentados na FIGURA 3. A descrição dos indicadores da paisagem relacionados a esses remanescentes de matas encontra-se resumida na TABELA 4.

TABELA 3 - Parâmetros descritores de fragmentos de mata nas bacias do rio Atibaia e ribeirão Quilombo.

PARÂMETROS DESCRITORES	FRAGMENTOS DE MATA*								
	1**	2	3	4	5	6	7	8	9
Superfície (ha)	80,0	27,5	14,0	15,7	205,0	13,2	10,0	11,5	14,0
Grau de isolamento (%)	13,1	10,9	10,9	8,0	13,6	11,2	11,2	10,3	10,9
Forma***	2	5	5	5	3	2	2	2	2
Zona de contato****	1	2	1	1	2	1	1	1	1

(*) numerados na FIGURA 2; (**) em divisor de bacias hidrográficas; (***) cf. FIGURA 1; (****) abrupta - 1, gradativa - 2.



p e q: valores limites rígidos ($p^* = 1$ e $q^* = 0$) e valores relaxados (p_i, q_i), de acordo com o grau de tolerância que o tomador de decisão está disposto a aceitar, quando da comparação entre os critérios das 9 alternativas; p reflete o grau de satisfação desejada e q o grau de insatisfação tolerada, cuja combinação resulta nos graus de relaxamento dos critérios 0-2.

FIGURA 3 - Hierarquização dos 9 fragmentos de mata nas bacias do rio Atibaia e ribeirão Quilombo, conforme método Electre I e II.

TABELA 4 - Indicadores da paisagem e remanescentes de mata (maiores que 10 ha) nas bacias do rio Atibaia e ribeirão Quilombo.

INDICADORES	FRAGMENTOS DE MATA*								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tipo de relevo***	ca	ca	ca	cm	ca	ca	ca	ca	ca
Declividade***	b	b	b	m	b	b	b	b	b
Influência do curso de água***	-	+	+	-	+	+	+	+	+
Intervalo de altitudes (metros)	600-640	560-580	540-560	580-620	600-630	620-630	600-620	580-620	580-620
Solo predominante***	Li e PVA	TR	PV	PVA/LVA	LR	LVA	LVA	LVA	TR/LVE
Susceptibilidade à erosão***	forte/moderada	ligeira	forte	moderada/ligeira	ligeira	ligeira	ligeira	ligeira	ligeira
Formas de ocupação***	cn/np	cn/pa/np	np	cn	sj/cn/ho/np	np	np	cn/pa	cn/pa
Proteção legal**	+	+	-	-	+	-	-	-	-

(*) Numeradas na FIGURA 2.

(**) +: área de preservação da Fazenda Saltinho (fragmentos 1, 2), conforme Portaria 51 de 14/07/60; ARIE da Mata Santa Genebra (fragmento 5), conforme Decreto 91.885 de 05/11/85;
 -: não existe proteção legal específica ao fragmento.

(***) Nomenclaturas: ca (colinas amplas); cm (colinas médias); b (baixas declividades); m (médias declividades); - (não sofre influência de curso de água); + (sofre influência de curso de água); Li (litossolo); PVA (podzólico vermelho-amarelo); TR (terra roxa estruturada); PV (podzólico vermelho); LVA (latossolo vermelho-amarelo); LR (latossolo roxo); LVE (latossolo vermelho-escuro); cn (cana-de-açúcar); np (núcleo populacional); pa (pastagem); sj (soja); ho (horta).

Pelos dados apresentados, pode-se inferir que os remanescentes de mata com maior potencial de manutenção da diversidade e estabilidade encontram-se na borda da represa de Americana (fragmento 2), no fragmento 4 e na ARIE (Área de Relevante Interesse Ecológico) Santa Genebra (fragmento 5). Deve-se ressaltar que essa ARIE, apesar de ter uma superfície, aproximadamente, 7,5 vezes maior que da mata da represa, apresenta alto grau de isolamento, que a coloca numa posição inferior até mesmo à mata 4, de 15,7 ha. No entanto, os vários trabalhos florísticos e fitossociológicos desenvolvidos na mata Santa Genebra evidenciam boas condições de conservação, e seu grande potencial como fonte de material genético é inquestionável: pelo seu tamanho, pela heterogeneidade interna da área sobre a qual se situa e pelo mosaico de diferentes estádios de sucessão em que se encontram seus diversos trechos. Sob essa avaliação é um remanescente muito expressivo, mas "ilhado". De acordo com DURELL (1986), a maior incógnita é se uma reserva de mata nessas condições pode manter grande diversidade.

Os fragmentos 2 e 4, por sua vez, possuem áreas inferiores a 100 ha que, segundo essa mesma autora, são matas com grupos de espécies que tendem a desaparecer com maior rapidez. As visitas de campo nesses fragmentos mostraram ruptura do dossel, presença de espécies de estádios sucessionais iniciais a tardios ocorrentes em aberturas de clareiras e áreas alteradas.

Pela aplicação do Electre I e II, o fragmento 1 aparece na extremidade hierárquica inferior, mesmo relaxando-se um ou dois critérios adotados (FIGURA 3). No entanto, esta informação deve ser vista com cautela, pois sua localização circunvizinha a um trecho do divisor de água da bacia resulta no efeito de borda, interferindo na entrada de dados como grau de isolamento e superfície. Sem dúvida, se considerada uma área de estudo de maior abrangência, esse fragmento passaria a ter uma posição hierárquica superior e, então, uma importância maior como área potencial de reserva de recursos.

Entre os indicadores da paisagem, o tipo de solo e a susceptibilidade à erosão foram os parâmetros mais adequados para diferenciar e qualificar as unidades. Em relação a estes parâmetros, indicam-se à conservação "in situ" os fragmentos 1 e 3, em função da susceptibilidade do terreno, e 2 e 5 por estarem sobre solos férteis e em áreas que evidenciam uma tendência à ocupação por culturas cíclicas e urbanização.

É difícil avaliar-se o reflexo das formas de pressão sobre a integridade dos sistemas naturais. No entanto, sabe-se que, de forma geral, os sistemas de interface única são mais fáceis de controlar, monitorar e garantir a conservação "in situ". Sob esse prisma, o remanescente 2 (Mata da Represa) merece mais atenção, enquanto a ARIE

Santa Genebra, apesar das interfaces, tem um sistema legal e técnico mais eficaz de proteção.

Embora o fragmento de mata 2 seja sempre apontado em primeiro lugar na hierarquização prevista pelo método Electre, independentemente do relaxamento dos critérios, de acordo com o levantamento bibliográfico realizado, nenhum estudo sobre sua cobertura vegetal foi elaborado. Por essa razão, procedeu-se ao levantamento fitossociológico preliminar, que pudesse evidenciar o potencial florístico e suas características estruturais. A TABELA 5 mostra os parâmetros fitossociológicos obtidos para diferentes espécies identificadas nessa mata, ordenados conforme o valor de importância (VI).

TABELA 5 - Espécies amostradas no fragmento de mata 2 e seus parâmetros fitossociológicos.

ESPÉCIE	FAMÍLIA	Ni	FR	DOR	DR	VI
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Caesalpinoideae	31	7,93	19,24	16,48	43,65
<i>Guapira opposita</i>	Nyctaginaceae	10	4,76	3,32	5,31	13,29
<i>Eugenia gardneriana</i>	Myrtaceae	8	4,76	3,90	4,25	12,91
<i>Casearia sylvestris</i>	Flacourtiaceae	8	5,55	1,90	4,25	11,70
<i>Eugenia moraviana</i>	Myrtaceae	5	3,17	4,95	2,65	10,77
<i>Andira fraxinifolia</i>	Leguminosae	7	3,96	2,29	3,72	9,97
<i>Arecastrum romanzoffianum</i>	Palmae	6	2,38	4,36	3,19	9,93
<i>Croton floribundus</i>	Euphorbiaceae	6	2,38	2,71	3,19	8,28
<i>Rapanea umbellata</i>	Myrsinaceae	5	3,96	1,06	2,65	7,67
<i>Machaerium brasiliensis</i>	Faboideae	5	2,38	1,91	2,65	6,94
<i>Inga striata</i>	Mimosoideae	3	0,79	4,53	1,59	6,91
<i>Campomanesia guaviroba</i>	Myrtaceae	4	2,38	2,39	2,12	6,89
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Mimosoideae	2	1,58	3,88	1,06	6,52
<i>Cabralea canjerana</i>	Meliaceae	3	1,58	3,38	1,59	6,45
<i>Myrciaria ciliolata</i>	Myrtaceae	4	3,17	1,02	2,12	6,31
<i>Picramnia parvifolia</i>	Simaroubaceae	0	1,50	3,12	1,59	6,29
<i>Machaerium stipitatum</i>	Faboideae	5	1,58	1,62	2,65	5,85
<i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceae	3	1,58	1,92	1,59	5,09
<i>Terminalia glabrescens</i>	Combretaceae	1	0,79	3,46	0,53	4,78
<i>Sebastiania serrata</i>	Euphorbiaceae	4	1,58	0,95	2,13	4,65
<i>Callisthene fasciculata</i>	Vochysiaceae	3	1,58	0,83	1,59	4,00
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	Apocynaceae	2	1,58	1,25	1,06	3,89
<i>Gochnatia polymorpha</i>	Compositae	2	1,58	1,07	1,06	3,71
<i>Guatteria nigrescens</i>	Annonaceae	2	1,58	1,05	1,06	3,69
<i>Ocotea corymbosa</i>	Lauraceae	2	1,58	1,03	1,06	3,67
<i>Eugenia aff. egensis</i>	Myrtaceae	3	1,58	0,36	1,59	3,53
<i>Eugenia uniflora</i>	Myrtaceae	3	0,79	0,48	1,59	2,86
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	Leguminosae	1	0,79	1,52	0,53	2,84
<i>Myrcia rostrata</i>	Myrtaceae	2	0,79	0,96	1,06	2,81
<i>Diatenopterix sorbifolia</i>	Sapindaceae	2	0,79	0,51	1,06	2,36

continua

continuação - TABELA 5

ESPÉCIE	FAMÍLIA	Ni	FR	DOR	DR	VI
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Sapotaceae	2	0,79	0,36	1,06	2,21
<i>Ocotea velloziana</i>	Lauraceae	2	0,79	0,31	1,06	2,16
<i>Aspidosperma cylindrocarpum</i>	Apocynaceae	1	0,79	0,80	0,53	2,12
<i>Machaerium angustifolium</i>	Faboideae	1	0,79	0,80	0,53	2,12
<i>Ocotea odorifera</i>	Lauraceae	1	0,79	0,80	0,53	2,12
<i>Jacaratia spinosa</i>	Caricaceae	1	0,79	0,72	0,53	2,04
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Myrtaceae	1	0,79	0,71	0,53	2,03
<i>Erythrina crista-galli</i>	Faboideae	1	0,79	0,66	0,53	1,98
<i>Trichilia clausenii</i>	Meliaceae	1	0,79	0,61	0,53	1,93
<i>Siparuna guianensis</i>	Monimiaceae	1	0,79	0,60	0,53	1,92
<i>Aspidosperma macrocarpum</i>	Apocynaceae	1	0,79	0,43	0,53	1,73
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	1	0,79	0,40	0,53	1,72
<i>Sorocea bonplandii</i>	Moraceae	1	0,79	0,40	0,53	1,72
<i>Cascaria decandra</i>	Flacourtiaceae	1	0,79	0,39	0,53	1,71
<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	1	0,79	0,35	0,53	1,67
<i>Dalbergia frutescens</i>	Faboideae	1	0,79	0,35	0,53	1,67
<i>Gomidesia sellowiana</i>	Myrtaceae	1	0,79	0,29	0,53	1,61
<i>Eugenia sulcata</i>	Myrtaceae	1	0,79	0,28	0,53	1,60
<i>Aegyphylla sellowiana</i>	Verbenaceae	1	0,79	0,26	0,53	1,58
<i>Matayba elaeagnoides</i>	Sapindaceae	1	0,79	0,21	0,53	1,53
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Rutaceae	1	0,79	0,21	0,53	1,53
<i>Lacistema lasslerianum</i>	Flacourtiaceae	1	0,79	0,19	0,53	1,51
<i>Schinus theribintifolius</i>	Anacardiaceae	1	0,79	0,19	0,53	1,51
<i>Diclidanthera laurifolia</i>	Polygalaceae	1	0,79	0,16	0,53	1,40
<i>Inga marginata</i>	Mimosidaeae	1	0,79	0,16	0,53	1,48
<i>Celtis iguanae</i>	Ulmaceae	1	0,79	0,11	0,53	1,43
<i>Esenbeckia febrifuga</i>	Rutaceae	1	0,79	0,10	0,53	1,42
<i>Solanum swartzianum</i>	Solanaceae	1	0,79	0,10	0,53	1,42
<i>Eugenia marginata</i>	Myrtaceae	1	0,79	0,09	0,53	1,41
<i>Eugenia puniceifolia</i>	Myrtaceae	1	0,79	0,09	0,53	1,41
<i>Lonchocarpus subglaucescens</i>	Faboideae	1	0,79	0,09	0,53	1,41
<i>Senna macranthera</i>	Leguminosae	1	0,79	0,09	0,53	1,41
<i>Siphoneugenia densiflora</i>	Myrtaceae	1	0,79	0,09	0,53	1,41

Ni: número de indivíduos; FR: frequência relativa; DOR: dominância relativa; DR: densidade relativa; VI: valor de importância.

Amostraram-se 188 indivíduos, de 63 espécies e 29 famílias. A maioria das espécies apresentou até 2 indivíduos (87,2%). *Copaifera langsdorffii* é a espécie melhor representada, com 16,5% do total dos indivíduos e 43,6% do valor de importância. É também a espécie com maior frequência e dominância relativas. *Casearia sylvestris*, com 8 indivíduos, tem a distribuição mais ampla, mas menor dominância relativa, quando comparada com as espécies com números superiores de valor de importância. *Inga striata*, *Piptadenia gonoacantha* e *Terminalia glabescens* foram as espécies que apresentaram, em média,

indivíduos com maiores biomassas, sendo *T. glabescens* representada por um único indivíduo.

Deve-se atentar que as cinco primeiras espécies em valor de importância somam 92,35% de VI total. Essa área apresenta grande concentração de indivíduos do sub-bosque, entre 2 m e 7 m e o dossel entre 10 m e 12 m (FIGURAS 4 e 5). O levantamento fitossociológico evidencia que este fragmento foi devidamente hierarquizado pelos descritores espaciais e método Electre, uma vez que os dados denotam riqueza, diversidade e percentual significativo de espécies clímax.

SANTOS, R. F. dos & MANTOVANI, W. Seleção de reservas florestais para conservação "in situ" através de indicadores espaciais.



- | | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. <i>Allophylus edulis</i> | 10. <i>Croton urucurana</i> | 19. <i>Piptadenia gonoacantha</i> |
| 2. <i>Arecastrum romanzoffianum</i> | 11. <i>Dendropanax cuneatum</i> | 20. <i>Psidium guajava</i> |
| 3. <i>Cabralea canjerana</i> | 12. <i>Gochnatia polymorpha</i> | 21. <i>Psychotria carthaginensis</i> |
| 4. <i>Campomanesia guaviroba</i> | 13. <i>Guarea macrophylla</i> | 22. <i>Rapanea umbellata</i> |
| 5. <i>Casearia decandra</i> | 14. <i>Hybanthus atropurpureus</i> | 23. <i>Rhamnidium elaeocarpum</i> |
| 6. <i>Casearia obliqua</i> | 15. <i>Inga marginata</i> | 24. <i>Sebastiania serrata</i> |
| 7. <i>Cecropia pachystachia</i> | 16. <i>Luehea divaricata</i> | 25. <i>Trichilia clauseni</i> |
| 8. <i>Citronella megaphylla</i> | 17. <i>Matayba guianensis</i> | 26. <i>Trichilia elegans</i> |
| 9. <i>Croton floribundus</i> | 18. <i>Myrcia multiflora</i> | 27. <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> |

FIGURA 4 - Perfil do fragmento de mata 2 na bacia do rio Atibaia.

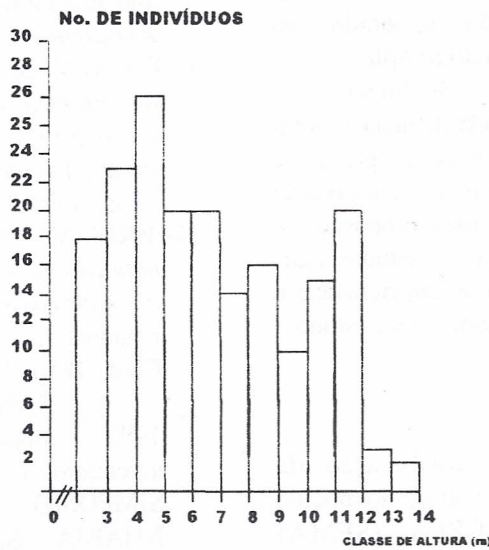


FIGURA 5 - Distribuição das classes de altura no fragmento de mata 2 na bacia do rio Atibaia.

4 CONCLUSÕES

A utilização dos descritores de unidades e a hierarquização dos remanescentes florestais pelo método Electre I e II mostraram-se eficientes para uma avaliação prévia e rápida ligada à conservação "in situ". Este é um resultado que deve interessar, principalmente, a planejadores que trabalham com tempo e recursos limitados. Deve-se ressaltar que a estratégia de mapeamento associada a descritores espaciais qualificou adequadamente os remanescentes, mas apresentou-se mais dependente dos pesos atribuídos aos descritores espaciais do que ao próprio relaxamento de critérios.

Pela importância hierárquica apresentada pelos fragmentos de mata 2 e 3, situados nas bordas do reservatório de Americana, e que são permanentemente pressionados por atividades antrópicas, sugere-se que seja estabelecida sua reabilitação e enriquecimento, baseados nos próprios padrões de 2, e tenham ampliação de áreas, incluindo faixa de amortização adequada. Essas providências deverão estar associadas à medidas de proteção e controle mais eficazes.

Este trabalho apresenta um ponto de debate sobre a questão dos sistemas ilhados, como a mata Santa Genebra, e defende a manutenção de pequenas reservas de mata (como entre os fragmentos 2 e 5), estabelecendo um corredor entre elas, para assim minimizar efeitos danosos a áreas de diferentes tamanhos. É provável que a associação entre a manutenção de corredores/pontes e das reservas de alta diversidade nessa região de estudo, poderá proteger seus recursos bióticos potenciais. Seriam esses fragmentos, então, apontados na escala hierárquica superior do método aplicado, as áreas mais indicadas para conservação "in situ".

Ressalva-se que o método de análise espacial aqui proposto se destina a seleções prévias e indicação dos fragmentos mais sensíveis à preservação e/ou fonte de recursos bióticos, mas propostas de proteção legal, no entanto, carecem de estudos mais pormenorizados, de forma a indicar as características e funções dos sistemas naturais apontados neste estudo.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve a colaboração da FAPESP (bolsa de pós-doutoramento), do núcleo CEPAGRI (UNICAMP), do CPLA (SEMA) (empréstimo das imagens de satélite), de Jean Paul W. Metzger e Rubens Lamparelli. A todos, agradecemos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUDRY, J. 1988. Structure et fonctionnement écologique des paysages: cas des bocages. *Bull. Ecol.*, Paris, 19(4):523-530.
- BAUDRY, J. & BAUDRY-BUREL, F. 1982. La mesure de la diversité spatiale: relations avec la diversité spécifique. *Acta Oecologica Applic.*, Paris, 3(2):177-190.
- DOTTO, S. E. & SANTOS, R. F. 1991. *Agricultura e reservatórios da CPFL nas sub-bacias do rio Atibaia e ribeirão Quilombo*. Campinas, Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), Departamento de Meio Ambiente. 26p. (Relatório Técnico, s/n)
- DOTTO, S. E.; SINGER, E. M. & SANTOS, R. F. 1996. Seleção e hierarquização de parâmetros de qualidade de água para culturas irrigadas com o uso do ELECTRE I e ELECTRE II. *Bragantia*, Campinas, 55(1):185-192.
- DUCKSTEIN, L. & GERSHON, M. 1983. Multicriterion analysis of a vegetation management problem using Electre II. *Applied Mathematical Modelling*, New York, 7(4):254-261.
- DURELL, L. 1986. *Gaia: el futuro del Arca - Atlas del Conservacionismo en Acción*. Madrid, H. Blume. 224p.
- FARIAS, A. C. (ed.) 1986. *Guia para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología*. Valencia, Ministério de Obras Públicas e Urbanismo, Universidade de Valencia, CEOTMA. 580p.
- FORMAN, R. & GORDON, M. 1981. Patches and structural components for a landscape ecology. *Bioscience J.*, Darmstadt, 31(10):733-740.
- GONÇALVES, W. 1994. *Padrões de assentamento de áreas verdes municipais: uma visão crítica*. São Paulo, Universidade de São Paulo, Faculdade de Agricultura e Urbanismo. 116p. (Tese de Doutorado)
- HARRIS, V. 1992. *Análise multicriterial na determinação de sítios potenciais para aproveitamentos hidrelétricos reversíveis*. Campinas, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade Engenharia Civil. 185p. (Dissertação de Mestrado)
- _____.; SANTOS, R. F. & SINGER, E. M. 1992. Impacto ambiental na fase de pré-inventário. II. Comparação de alternativas. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Lisboa, mar. 11-14, 1992. *Anais...* Lisboa, VSILUBESA. p. 23-31.

SANTOS, R. F. dos & MANTOVANI, W. Seleção de reservas florestais para conservação "in situ" através de indicadores espaciais.

- LUGO, J. 1988. Dynamique spatio-temporale des peuplements d'oiseaux en rapport avec le morcellement du paysage forestier dans la mouenne vallée de la garonne. *Bull. Ecol.*, Paris, 19(4):567-568.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York, J. Wiley. 547p.
- OGLE, C. C. 1981. The ranking of wildfire habitats. *New Zealand Journal of Ecology*, Christchurch, 4:115-123.
- OLIVEIRA, J. B.; MENCK, J. R. F. & ROTTA, C. L. 1992. *Levantamento pedológico semi-detalhado do Estado de São Paulo: Quadricula de Campinas*. Rio de Janeiro, IBGE. Mapas E:1:100.000. 172p. (Recursos Naturais do Meio Ambiente, 6)
- RIO DE JANEIRO. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1969-1974. *Cartas topográficas: Campinas (Folha SF-23-Y-A-V-4/74), Americana (Folha SF-23-Y-A-V-3/70), Limeira (Folha SF-23-Y-A-V-1/69), Cosmópolis (Folha SF-23-Y-A-V-2/74)*. Rio de Janeiro. E:1:50.000.
- SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais. 1989. *Mapeamento da vegetação do Estado de São Paulo*. E: 1:50.000. (Folhas 282, 283, 254, 306)
- _____. Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. 1990. *Bacia do rio Piracicaba: diretrizes de planejamento*. São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental. 71p. (Publicação SEMA)
- _____. Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Informações Técnicas, Documentação e Pesquisa Ambiental. Instituto Geológico. 1993. *Mapa geomorfológico do município de Campinas*. São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Informações Técnicas Documentação e Pesquisa Ambiental, Instituto Geológico. E:1:50.000. (cópia heliográfica)
- SPELLERBERG, I. F. 1992. *Evaluation and assessment for conservation - ecological guidelines for determining priorities for nature conservation*. London, Chapman & Hall. 260p.
- TANS, W. 1974. Priority ranking of biotic natural areas. *Michigan Botanist*, Michigan, 13:31-39.
- WITTIG, R. & SCHREIBER, K. F. 1983. A quick method for assessing the importance of open spaces in towns for urban nature conservation. *Biological Conservation*, Oxford, 26:57-64.
- ZUFFO, A. C. 1998. *Seleção e aplicação de métodos multicriteriais aplicados ao planejamento ambiental de recursos hídricos*. São Carlos, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. 301p. (Tese de Doutorado)