

# RESTAURAÇÃO E MANEJO DE FRAGMENTOS FLORESTAIS

Virgílio M. VIANA<sup>1</sup>  
André J. A. TABANEZ<sup>2</sup>  
Juan L. A. MARTINEZ<sup>3</sup>

## RESUMO

Este trabalho discute aspectos teóricos e aplicados do problema da fragmentação florestal. Apresenta, ainda, resultados de um estudo de caso sobre biologia e manejo de fragmentos de florestas de planalto na região de Piracicaba, SP. A fragmentação florestal é um fenômeno marcante em praticamente todos os casos de expansão da fronteira agrícola no Brasil e os fragmentos hoje abrigam os últimos remanescentes da biodiversidade nativa das florestas de planalto. Estudos dos fragmentos da região de Piracicaba indicam que (a) a maioria dos fragmentos são pequenos e isolados, (b) a ocorrência de cipós em alta densidade dificulta a regeneração natural de espécies arbóreas, (c) a frequência de árvores mortas é alta, (d) o efeito de borda é significativo e complexo e (e) os fragmentos necessitam de manejo para evitar o prosseguimento do processo atual de degradação e perda da biodiversidade.

## ABSTRACT

This paper discusses theoretical and applied aspects of forest fragmentation. It also reports results of a case study on the biology and management of plateau forests in the region of Piracicaba, São Paulo. Forests fragmentation is a typical phenomenon in practically all cases of expansion of agricultural frontiers in Brazil. Today, forest fragments house the last remnants of native biodiversity of plateau forests. Studies of forest fragments in the region of Piracicaba indicate that (a) most forest fragments are small and isolated, (b) the occurrence of lianas in high densities is an obstacle to natural tree regeneration, (c) the frequency of dead trees is high, (d) edge effects are significant and complex, and (e) forest fragments need management practices in order to prevent the continuation of current processes of forest degradation and loss of biological biodiversity.

## 1 INTRODUÇÃO

A fragmentação florestal é um dos fenômenos mais marcantes e graves do processo de expansão da fronteira agrícola no Brasil. A fragmentação florestal é um fenômeno presente em praticamente todas as etapas de expansão da fronteira agrícola no país desde as mais antigas, na Mata Atlântica nordestina até as atuais, nas áreas de cerrado do Centro-Oeste e nas florestas úmidas da Amazônia. Vastas paisagens outroras cobertas por maciços contínuos de vegetação, vêm tomando novas características e constituindo mosaicos diferenciados, onde a vegetação nativa é relegada à condição de ilhas, de diferentes tamanhos e formas, e o elemento dominante das paisagens passa a ser a agropecuária, os núcleos urbanos, as hidrelétricas e as áreas de mineração.

O aspecto mais grave da fragmentação florestal é a perda de biodiversidade. A redução da área de ecossistemas naturais, quase sempre acompanhada por perturbações de diferentes naturezas, resulta numa preocupante perda da diversidade animal e vegetal. Apesar da ênfase conservacionista priorizar o estabelecimento e manutenção de parques e reservas convencionais, estas áreas dificilmente serão capazes de abrigar

mais do que 10% das florestas tropicais do mundo (GRADWOHL & GREIMBERG, 1991). Com isto, os conservacionistas podem estar menosprezando a importância das pequenas reservas, normalmente pouco amparadas pelas políticas conservacionistas, e que, em muitos casos, representam a maior parte dos remanescentes de florestas naturais. No Brasil, muito pouca atenção vem sendo dada ao estudo das características e conseqüências do processo de fragmentação florestal (VIANA, 1990). Entretanto, são os fragmentos florestais, predominantemente pequenos, localizados em propriedades particulares, abandonados e sujeitos a toda sorte de perturbações, os últimos depositários da biodiversidade nativa de boa parte de nossas florestas.

Este trabalho discute aspectos teóricos e aplicados do problema da fragmentação florestal e apresenta, ainda, alguns resultados de pesquisas em andamento na região de Piracicaba.

## 2 ASPECTOS TEÓRICOS DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL

A base teórica do estudo de fragmentação florestal é em boa parte oriunda da teoria de biogeografia de ilhas oceânicas. A chamada "biogeografia de ilhas" produziu

(1) Professor do Departamento de Ciências Florestais, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, 13400.

(2) Acadêmico da ESALQ/USP e bolsista da FAPESP.

(3) Doutorando em Biologia da Universidade Alcalá de Henares, Espanha.

um corpo de conhecimento teórico significativo, envolvendo modelos descritivos e preditivos da variação da diversidade biológica em função do tamanho da ilha.

Segundo a teoria da biogeografia de ilhas, uma diminuição na superfície está normalmente associada a uma diminuição exponencial do número de espécies (MAC ARTHUR & WILSON, 1967). A área de um fragmento apresenta uma forte correlação com a diversidade biológica e a dinâmica da floresta. O estudo desta correlação se iniciou no campo da biogeografia de ilhas oceânicas, principalmente com populações animais e hoje existe farta literatura sobre este tema (MAC ARTHUR & WILSON, 1967; HARRIS, 1984; VIANA, 1990).

A aplicação da teoria da biogeografia de ilhas para ecossistemas terrestres e, em particular, fragmentos florestais, deve ser feita com muita cautela. Em primeiro lugar, a direção dos processos populacionais é oposta. No caso das ilhas oceânicas temos a colonização de novas ilhas, através da expansão das populações. No caso dos fragmentos florestais, temos a extinção local de espécies pelo simples desaparecimento físico ou pelo declínio gradual das populações. Segundo, o isolamento das ilhas oceânicas é determinado simplesmente pela distância entre as ilhas. No caso dos fragmentos florestais, o isolamento depende não apenas da distância mas também do tipo de vizinhança. O isolamento vai depender da "porosidade" desta vizinhança (FORMAN & GODRON, 1986). Quanto mais porosa for uma vizinhança, menor será o isolamento das populações de fragmentos terrestres. Por exemplo, populações de primatas, separadas entre si por vizinhanças pouco porosas (ex. canaviais) se acham mais isoladas do que aquelas separadas por vizinhanças muito porosas ao movimento animal (ex. reflorestamentos). Por outro lado, a dinâmica das populações animais e vegetais em fragmentos florestais podem ser muito afetadas por perturbações antrópicas, pouco consideradas na teoria de biogeografia de ilhas. Outra diferença é com relação ao "efeito de borda" que, no caso de fragmentos florestais, pode ter um papel significativo na redução da biodiversidade, através de processos como a mortalidade de árvores e alteração de habitats. As particularidades da fragmentação de florestas naturais nos colocam diante de um grande desafio: repensar a teoria de biogeografia de ilhas oceânicas para ecossistemas terrestres.

A estrutura e a dinâmica dos fragmentos florestais podem ser afetadas por diversos fatores dentre os quais destacam-se: histórico de perturbações, área, forma, tipo de vizinhança e grau de isolamento (VIANA, 1990).

Os fragmentos florestais devem ser vistos como o resultado de diferentes **histórias de perturbação** da vegetação no qual inúmeros fatores interagiram ao longo do tempo. Para se entender a estrutura e dinâmica atuais de um determinado fragmento é importante reconstruir ao máximo a história da vegetação local. Para este trabalho, as metodologias incluem a análise de fotografias aéreas e o levantamento de informações orais junto aos moradores e trabalhadores que conheceram a história de extração madeireira, incêndios e caça nos fragmentos.

A maior parte dos fragmentos florestais que encontramos hoje na Mata Atlântica sofreu algum tipo de perturbação antrópica nos últimos quatro séculos. O resultado deste processo foi um alto índice de fragmentação e uma seqüência de perturbações. As poucas exceções são áreas de acesso muito difícil e de topografia muito acentuada. A história de perturbações nos fragmentos florestais da Mata Atlântica freqüentemente se estende até os dias de hoje (VIANA, 1990).

Os efeitos da **forma** dos fragmentos sobre a diversidade biológica e sustentabilidade da floresta podem ser tão marcantes como os do tamanho. Curiosamente, muito pouco se sabe sobre os efeitos da forma dos fragmentos sobre a dinâmica de populações, comunidades e ecossistemas (uma revisão do tema pode ser encontrada em HARRIS, 1984; FORMAN & GODRON, 1986; HARRIS, 1988; e VIANA, 1990). Fragmentos de área arredondada ou circular apresentam uma baixa razão borda/interior enquanto fragmentos alongados apresentam uma alta razão borda/interior. A razão borda/interior é importante pois indica a fração da área do fragmento que se encontra sob o efeito de borda (VIANA, 1990).

A **borda** do fragmento florestal é a área por onde a maior parte dos processos biológicos ligados à fragmentação geralmente se inicia. Quando ocorre a fragmentação da floresta, ocorrem mudanças imediatas e pronunciadas, iniciando-se pelas mudanças na luminosidade, temperatura, umidade e velocidade do vento. Estas mudanças são mais pronunciadas na borda e diminuem na direção do interior da floresta. Para as plantas, os efeitos da borda podem ser diretos (ex. climáticos) ou indiretos (ex. interações com polinizadores, dispersores, cipós, etc). Com o aumento da luminosidade na borda dos fragmentos, ocorre um aumento no crescimento de espécies pioneiras, especialmente cipós (LEWIS, 1984). LOVEJOY et alii (1986), encontraram uma diminuição no número de indivíduos e espécies de pássaros a partir da borda para o interior da floresta, na Amazônia.

O **tipo de vizinhança** também pode afetar profundamente a diversidade biológica e a sustentabilidade dos fragmentos florestais. Os efeitos da vizinhança sobre os fragmentos florestais ainda são pouco explorados. As áreas vizinhas de um fragmento florestal podem funcionar como (a) barreira para o trânsito de animais (ex. plantações de cana), (b) fonte de propágulos invasores (ex. sementes de gramíneas), (c) fonte de poluentes (ex. agrotóxicos), (d) fontes de perturbação (ex. fogo, caçadores) e (e) modificadores climáticos (ex. pastagem) (VIANA, 1990).

O **grau de isolamento** de um fragmento pode afetar o influxo de animais, pólen e sementes e, portanto, a diversidade biológica e a dinâmica das populações de plantas e animais. O grau de isolamento de um fragmento pode ser definido pela média das distâncias até os seus vizinhos mais próximos (FORMAN & GODRON, 1986). Em regiões onde o processo de fragmentação já está muito avançado, como no oeste de São Paulo, a distância entre fragmentos é muito grande, dificultando a migração entre fragmentos.

O grau de isolamento é um importante fator na determinação do **tamanho efetivo** de um fragmento. O tamanho efetivo de um fragmento é determinado pela (a) área, (b) grau de diferença entre a vegetação da vizinhança e o fragmento e, (c) o grau de isolamento (HARRIS, 1984). Fragmentos separados por pequenas distâncias e/ou por vegetação permeável ao fluxo de animais, pólen e sementes tem o seu tamanho efetivo aumentado. A existência de corredores entre fragmentos de mata ciliar, por exemplo, aumenta o tamanho efetivo destes fragmentos. Uma importante questão ainda não estudada para as florestas tropicais é se o tamanho efetivo de fragmentos florestais circundados por áreas de reflorestamento é maior do que aqueles circundados por outras formas de uso da terra, tais como pastagens, monoculturas de cana, soja, etc (VIANA, 1990).

A fragmentação pode resultar numa **perda de biodiversidade** maior do que a esperada pela simples redução da área de florestas (FIGURA 1) (VIANA (in prep)). A diversidade de espécies vegetais pode sofrer uma redução mais acentuada do que a esperada em função da mortalidade resultante do efeito de borda, e da extinção local de populações (em função da redução das populações de polinizadores e dispersores e do aumento de predadores). Esta predição, se confirmada por dados experimentais, podem indicar que a perda de biodiversidade em fragmentos florestais é mais grave do que o esperado a partir de simples estimativas de redução da cobertura florestal.

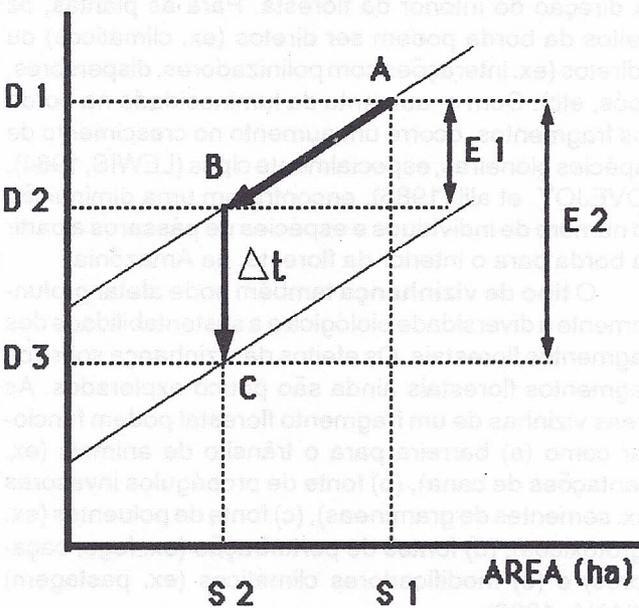


FIGURA 1 - Representação teórica da perda de diversidade de um fragmento florestal. Na condição A, este fragmento tem uma determinada área (S1) e diversidade (D1). Com a diminuição de sua área, o fragmento passa para uma condição B, com uma menor diversidade (D2) e área (A2). Com o passar do tempo, o fragmento experimenta uma redução da diversidade (D3), mesmo sem ter a sua área reduzida (S2)

Fragmentos pequenos apresentam problemas quanto ao tamanho das populações, que tendem a conter apenas poucos indivíduos. Isto pode aumentar o declínio das populações, resultando na perda de biodiversidade e não sustentabilidade dos fragmentos. Os fragmentos de florestas de planalto tendem a apresentar um grande número de espécies raras, com populações pouco numerosas (TABELA 1). Este fato é mais acentuado para os pequenos fragmentos que tendem, ainda, a uma maior porcentagem de espécies com baixos índices de valor de importância (IVI). O número de árvores mortas nos fragmentos também é alto. Entretanto, são poucos os estudos que possibilitam uma análise do efeito de borda sobre a mortalidade de árvores e demais espécies. A maior parte dos estudos não permite também a estimativa das taxas anuais de mortalidade. Estas informações podem ser facilmente obtidas através de estudos com transectos permanentes.

TABELA 1 - Características de fragmentos de florestas de planalto de SP

Autor	Área (ha)	Árvores mortas (%)	IVI (< 5)	Espécies raras (%)
CATHARINO	9,0	8,3	81,7	33,8
TABANEZ et alii	9,0			
VIANA et alii	9,5	10,2	89,3	20,6
PAGANO	230,0	1,7	91,3	21,9
CAVASSAN	290,0	4,8	75,0	25,0
MARTINS	750,0	7,4	88,0	27,2
BERTONI	750,0	-	75,3	13,7
CESAR	2000,0	-	-	13,7

A relação entre a diversidade de espécies arbóreas e a área de fragmentos florestais na Mata Atlântica *latu sensu* é pouco conhecida. No caso das florestas de planalto, os dados existentes nos mostram uma situação bastante complexa. O número de espécies encontrado nos diferentes levantamentos aumenta com a área dos fragmentos, porém de forma pouco acentuada (FIGURA 2). Um dos problemas dos dados disponíveis e que a metodologia utilizada é variável (método de quadrantes, parcelas, transectos, etc) e a intensidade de amostragem também é variável (tamanho mínimo e número de indivíduos amostrados, número e tamanho de parcelas, etc.). Seria desejável que os levantamentos da vegetação fossem feitos através de transectos, iniciando na borda e prolongando-se na direção do centro do fragmento. O uso de transectos fornece dados importantes sobre o efeito de borda e evita a subjetividade e problemas de representatividade comuns aos outros métodos.

Os índices de diversidade apresentam pequenas diferenças para as florestas de planalto estudadas (TABELA 2). O problema para esta comparação é que a intensidade amostral é muito variável. Seria desejável uma padronização da amostragem da diversidade em fragmentos.

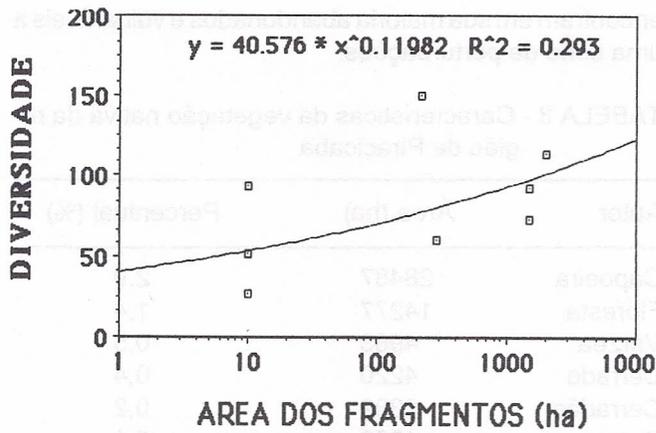


FIGURA 2 - Relação entre diversidade, nº de espécies e área de fragmentos de floresta de planalto (referências dos dados na TABELA 1)

TABELA 2 - Características de fragmentos de florestas de planalto de SP

Autor	Área (ha)	Nº de espécies	Diversidade	Indivíduos amostrados
CATHARINO	9,0	71	-	580
VIANA et alii	9,0	88	3,28	588
TABANEZ et alii	9,5	52	-	614
PAGANO	230,0	150	4,29	1024
CAVASSAN	290,0	61	3,50	516
MARTINS	750,0	92	3,60	1000
BERTONI	750,0	73	3,60	698
CESAR	2000,0	113	-	1200

### 3 APLICAÇÕES AO MANEJO DE FRAGMENTOS FLORESTAIS

A relação entre área e diversidade deu origem a uma controvérsia na área de planejamento e manejo de reservas: é preferível algumas grandes reservas ou muitas pequenas reservas (LEWIS, 1984)? É óbvio que não existe uma resposta universal para esta questão; são necessários dados empíricos para cada objeto de conservação, seja ele uma comunidade ou ecossistema. A discussão sobre o tamanho ideal de reservas, entretanto, não deve parar na análise da diversidade biológica. O tamanho de um fragmento afeta a dinâmica das populações animais e vegetais. Um fragmento de poucos hectares pode conter dezenas de espécies arbóreas. Entretanto, é necessário indagar se estas espécies são capazes de se regenerar nesta condição. No caso de algumas áreas da Amazônia ainda é possível planejar a fragmentação. No caso da Mata Atlântica isto já não é mais possível e temos de manejar os poucos fragmentos que restam. O primeiro passo, neste caso, é determinar a estrutura de tamanhos dos fragmentos florestais.

VIANA (1990) comparou paisagens com diferentes características de fragmentação, havendo encontrado

um caso onde a maior parte (58,4%) da área florestada se encontrava na forma de grandes fragmentos (> 40 ha) e outra onde a maior parte (65,3%) da área florestada se encontrava na forma de pequenos fragmentos (<10 ha). Pode-se prever que as conseqüências destes dois padrões de fragmentação sobre a diversidade biológica e a sustentabilidade das populações de animais e vegetais devam ser grandes, apesar de ainda serem pouco conhecidas. As estratégias de manejo dos fragmentos destas duas áreas devem ser diferenciadas.

Tradicionalmente, a atenção dos conservacionistas tem se dirigido para os grandes fragmentos, representados pelos parques e reservas protegidas por lei ou, alternativamente, para espécies animais ameaçadas de extinção (PÁDUA & QUINTÃO, 1984; CÂMARA & MITTERMEIER, 1984). Muito pouca atenção tem sido dada para a preservação e o manejo dos pequenos fragmentos florestais cuja proteção não está prevista por lei e que hoje se encontram em propriedades particulares, apesar deles freqüentemente conterem os últimos representantes de populações, espécies, comunidades e ecossistemas naturais. O resultado é que a maior parte destes fragmentos está abandonada e em acelerado processo de degradação. No caso de regiões que se acham nos estágios iniciais do processo de expansão da fronteira agrícola (ex. algumas regiões da Amazônia), existe a necessidade urgente de se planejar o processo de fragmentação, visando minimizar os impactos ambientais do desenvolvimento rural. Por outro lado, em regiões intensamente cultivadas (ex. oeste de São Paulo e Paraná) é necessário não apenas proteger os poucos fragmentos florestais remanescentes, mas, sobretudo, é necessário manejá-los (VIANA, 1990).

A fragmentação florestal geralmente resulta na perda de diversidade e instabilidade de populações, comunidades e ecossistemas (CAIRNS, 1988). Os tratamentos silviculturais tradicionalmente usados para o manejo de florestas naturais incluem: corte de cipós, desbaste, enriquecimento, anelamento e proteção contra fogo. Entretanto, muitas vezes o fator limitante do crescimento de uma população não pode ser manejado com estes tratamentos silviculturais. Sabe-se hoje que as espécies arbóreas de florestas tropicais apresentam freqüentemente polinização e dispersão de sementes por animais. A ausência de animais polinizadores ou dispersores de sementes pode, portanto, afetar diretamente a taxa de crescimento de populações de plantas.

VIANA (1990) sugeriu uma seqüência prática para a diagnose de problemas da regeneração natural de populações de espécies arbóreas. A primeira etapa é verificar se há produção de sementes. Em caso negativo, o problema pode ser (a) polinização insuficiente ou excessivamente endogâmica, (b) excesso de predação ou (c) stress climático ou edáfico. Caso ocorra produção de sementes, o segundo passo é verificar se está ocorrendo germinação de sementes. Em caso negativo, o problema pode ser (d) falta de dispersão de sementes, (e) excesso de predação e doenças ou (f) ambiente físico-químico inadequado. Caso ocorra germinação de sementes, o próximo passo é verificar se o crescimento das plântulas e arvoretas está ocorrendo normalmente. Caso isto não esteja ocorrendo, pode ser resultado de (g)

excesso de competição com cipós e outras plantas, (h) ambiente físico-químico inadequado, (i) excesso de predação e doenças ou (j) excessiva quebra de árvores pela ação dos ventos.

Após a identificação dos fatores limitantes ao crescimento das populações de fragmentos florestais, pode-se selecionar os tratamentos silviculturais mais apropriados. Além dos tratamentos tradicionais, pode-se usar a reintrodução e o manejo de populações de animais polinizadores e dispersores, controle de predadores e doenças. O manejo do ambiente físico-químico pode ser feito com adubação, correção do solo, desbaste e corte de cipós para o controle da luminosidade e competidores.

No manejo de fragmentos perturbados, recomenda-se o uso de espécies colonizadoras pela capacidade que têm de apresentar rápido crescimento e se reproduzirem precocemente (VIANA, 1987). O uso de espécies pioneiras, pode ser visto como uma estratégia para auxiliar a sucessão secundária em florestas degradadas (KAGEYAMA et alii, 1989). O rápido sombreamento causado por algumas espécies pioneiras pode servir como um importante instrumento no controle de cipós.

O manejo de fragmentos florestais pode, também, ser feito ao nível da paisagem. A primeira alternativa é o plantio de quebra-ventos nas margens dos fragmentos. Este tratamento tem como objetivos (a) diminuir o tombamento de árvores na borda e (b) modificar o microclima da borda. O quebra-vento deve ser mais denso nas exposições norte (maior insolação) e naquelas outras sujeitas a maior ocorrência de vendavais. Os quebra-ventos se justificam mais em fragmentos sujeitos a alta mortalidade de árvores e ocorrência de cipós na borda. De uma maneira geral, os quebra-ventos são recomendados para a maior parte dos fragmentos não circundados por reflorestamento. Outra alternativa de manejo ao nível da paisagem é a implantação de corredores entre fragmentos isolados. Este tratamento tem como objetivo aumentar o tamanho efetivo dos fragmentos através do aumento do fluxo de animais, pólen e sementes entre fragmentos. Os corredores são mais recomendados para fragmentos pequenos isolados por grandes distâncias e/ou com vizinhança pouco permeáveis ao movimento de animais.

#### 4 ESTUDO DE CASO: FRAGMENTOS DA REGIÃO DE PIRACICABA

A região de Piracicaba localiza-se na depressão periférica do estado de São Paulo, com relevo suave ondulado, grande diversidade de solos e clima, com uma estação seca pronunciada. A vegetação natural da região é dominada por florestas mesófilas semi-decíduas e manchas de cerrado. Atualmente, a vegetação florestal foi reduzida a pequenos fragmentos, localizados principalmente em áreas de difícil cultivo do solo (TABELA 3). A situação atual é crítica não só porque a cobertura de vegetação natural foi drasticamente reduzida (5,6%) mas também porque os fragmentos remanescentes se

encontram em sua maioria abandonados e vulneráveis a uma série de perturbações.

TABELA 3 - Características da vegetação nativa da região de Piracicaba

Autor	Área (ha)	Percentual (%)
Capoeira	28487	2,9
Floresta	14277	1,4
Várzea	4983	0,5
Cerrado	4220	0,4
Cerradão	2389	0,2
Outros	1302	0,1
Total	55658	5,5

Fonte: DEPRN, 1991

O Projeto Biologia e Manejo de Fragmentos Florestais em desenvolvimento pela ESALQ tem três objetivos básicos: (a) caracterizar os padrões de diversidade em fragmentos florestais, (b) diagnosticar o estágio de degradação dos fragmentos e (c) desenvolver alternativas de manejo para os fragmentos florestais. Este é um projeto de longo prazo, que tem contado com o apoio do CNPq, FAPESP e IPEF. Os resultados aqui apresentados tem o objetivo de apenas ilustrar a discussão anterior com exemplos concretos. Os trabalhos técnicos do Projeto serão publicados em revistas especializadas (VIANA et alii in prep; TABANEZ et alii in prep).

Em primeiro lugar, foi feito um levantamento dos fragmentos ao nível de paisagem, usando-se cartas produzidas pelo Projeto Olho Verde (DEPRN 1991), obtidas com base em imagens de satélite. As imagens foram digitalizadas para um sistema de informação geográfica (IDRISI), através do qual se fez a determinação da área, forma e grau de isolamento dos fragmentos.

Ao nível de paisagem, a maior parte dos fragmentos se encontra na forma de fragmentos de pequenas dimensões, isolados por cana-de-açúcar. A forma destes fragmentos tende a ser longilínea, ou seja, pouco arredondadas (FIGURA 3). Isto significa que a maior parte destes fragmentos tendem a apresentar uma alta proporção borda/interior e, portanto, tendem a sofrer de maneira acentuada o chamado efeito de borda"

Foi feito também um levantamento da diversidade de espécies e da estrutura das populações de espécies arbóreas em fragmentos de diferentes tamanhos e históricos de perturbação através de transectos. Os transectos tiveram comprimento variável, dependendo do tamanho do fragmento, atravessando o fragmento de lado a lado, nos sentidos norte-sul e leste-oeste e largura de 10 metros. Nestes transectos foram levantados todos os indivíduos com DAP maior que 5 cm e índices de cobertura foliar para cipó. Foram ainda levantados dados sobre o banco de sementes do solo, os padrões de mortalidade de árvores, e a estrutura da vegetação, que serão publicados separadamente (VIANA et alii in prep; TABANEZ et alii, in prep)

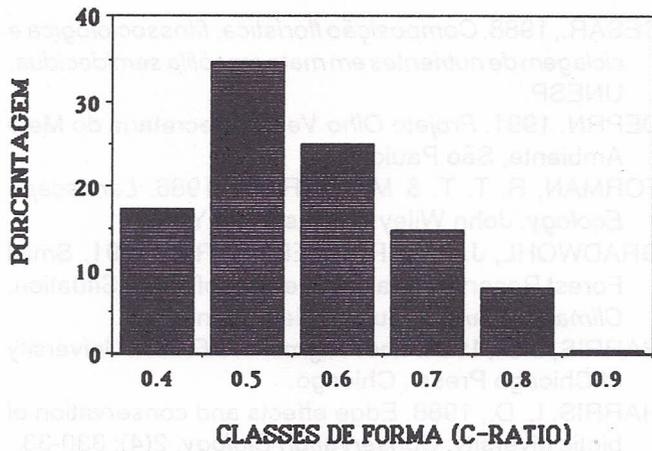


FIGURA 3 - Distribuição das classes de forma (C-ratio = taxa de circularidade) para fragmentos florestais do município de Piracicaba. Quanto mais próximas a 1 forem as taxas de circularidade, mais arredondada é a forma dos fragmentos

Os fragmentos da região de Piracicaba possuem um longo histórico de perturbações que geralmente inclui extração madeireira seletiva em diferentes períodos, incêndios florestais e caça. O resultado deste processo de fragmentação e perturbação foi a formação de fragmentos que apresentam sérios indícios de não sustentabilidade. Em primeiro lugar, o fato da área destes fragmentos ser freqüentemente inferior a 10 hectares, resulta em populações pequenas (inferiores a 15 indivíduos, incluindo jovens e adultos) para um grande número de espécies arbóreas (VIANA et alii in prep.; TABANEZ et alii in prep.) Este fato constitui um sério problema para a auto-sustentabilidade destas espécies, incluindo problemas de endogamia, falta de polinizadores e dispersores, etc. Em segundo lugar, a regeneração natural da maior parte das espécies arbóreas encontra-se fortemente limitada pela ocorrência de cipós em elevada densidade na maior parte dos fragmentos estudados. Num fragmento localizado na Fazenda Santa Rita, de 9 hectares, foi encontrada uma alta cobertura foliar de cipós, que freqüentemente era acima de 50% (FIGURA 4). Esta elevada dominância de cipós é associada a uma baixa densidade de regeneração natural de espécies arbóreas. Outro problema é a elevada ocorrência de árvores mortas, principalmente em algumas bordas.

A combinação de: (a) alto percentual de redução da cobertura de vegetação nativa, (b) pequena área individual e formato alongado dos fragmentos, (c) baixa freqüência natural de muitas espécies, (d) elevada densidade de cipós e árvores mortas e (e) alta vulnerabilidade a perturbações antrópicas resultado do estado atual de abandono dos fragmentos, configura um quadro de extrema gravidade para a conservação da biodiversidade na região de Piracicaba.

Os fragmentos necessitam de manejo para evitar o prosseguimento do processo atual de degradação e

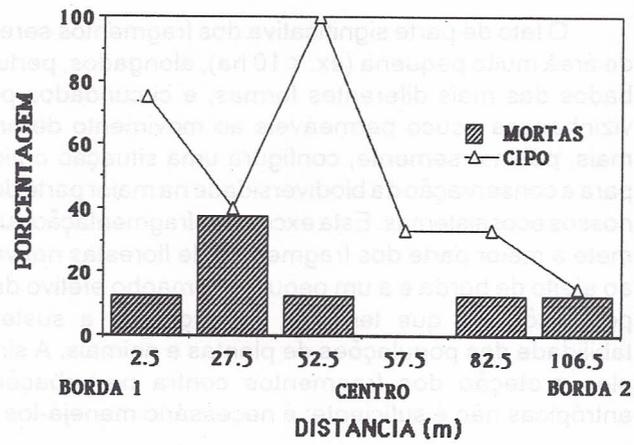


FIGURA 4 - Distribuição da ocorrência de árvores mortas e cipós ao longo de um transecto em um fragmento da Fazenda Santa Rita, na região de Piracicaba

perda da biodiversidade. É urgente a definição de estratégias para a conservação do pouco que resta de biodiversidade na região. Esta estratégia deve envolver uma mudança na legislação atual, incluindo autorizações e estímulos para o manejo destes fragmentos.

O manejo conservacionista de fragmentos florestais na região de Piracicaba deve envolver: (a) estabelecimento de bordaduras e corredores entre fragmentos, (b) cortes de cipós, (c) plantios de enriquecimento, proteção contra incêndios, caça e extração vegetal ilegal e (d) enriquecimento e manejo da fauna, especialmente os polinizadores, dispersores e predadores de sementes. Obviamente o uso de qualquer uma destas práticas de manejo deve ser precedida de um diagnóstico apropriado de cada fragmento. Atualmente está em elaboração um roteiro de diagnóstico expedito de fragmentos florestais a ser utilizado na orientação de práticas de manejo (VIANA et alii in prep). Vale salientar que, no caso do corte de cipós, deve-se tomar o cuidado para a manutenção de parte desta vegetação. Muitas espécies de cipós, ao florescerem e frutificarem em períodos de escassez de alimento para a fauna, desempenham papel-chave na manutenção das populações de polinizadores e dispersores de sementes.

## 5 CONCLUSÕES

Os fragmentos florestais tendem a assumir importância crescente para conservação da diversidade biológica de florestas tropicais. É urgente o estabelecimento de políticas de proteção de fragmentos florestais, na forma de legislação específica ou incentivos aos proprietários para a proteção, tanto para regiões intensamente cultivadas (ex. Mata Atlântica), como para regiões só há pouco atingidas pela expansão da fronteira agrícola (ex. Amazônia).

O fato de parte significativa dos fragmentos serem de área muito pequena (ex. < 10 ha), alongados, perturbados das mais diferentes formas, e circundados por vizinhanças pouco permeáveis ao movimento de animais, pólen e semente, configura uma situação crítica para a conservação da biodiversidade na maior parte dos nossos ecossistemas. Esta excessiva fragmentação submete a maior parte dos fragmentos de florestas nativas ao efeito de borda e a um pequeno tamanho efetivo das populações, o que tende a comprometer a sustentabilidade das populações de plantas e animais. A simples proteção dos fragmentos contra perturbações antrópicas não é suficiente: é necessário manejá-los.

## 6 AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Reynaldo Victoria pelo apoio necessário à digitalização das imagens, aos estagiários do Projeto pela grande dedicação e entusiasmo, ao CNPq, FAPESP e IPEF, pelo apoio e, à Dra. Denise Carrano pelo acesso à Fazenda Santa Rita.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTONI, J. E., 1984. *Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta do interior do estado de São Paulo*. Unicamp.
- BURGESS, R. L., & D. M. SHARPE (eds.), 1981. *Forest Islands Dynamics in Man-dominated Landscapes*. Springer-Verlag, New York.
- CAIRNS, J., 1988. Increasing diversity by restoring damaged ecosystems. 333-344 in eds. E. O. WILSON. *Biodiversity*. National Academy Press, Washington D.C.
- CAMARA, I G. & R. A. MITTERMEIER., 1984. Genetic diversity, endemism and protected areas: a case study of the endangered primates of Brazil's Atlantic forest region. 575-580 in eds. J. A. MCNEELY and K. R. MILLER. *National Parks, Conservation and Development*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- CATHARINO, L. E., 1989. *Estudo fisionômico-florístico e fitossociológico de matas residuais no município de Piracicaba, SP*. Unicamp.
- CAVASSAN, O., 1983. *Levantamento fitossociológico da vegetação arbórea da Reserva Estadual de Bauru, utilizando o método de quadrantes*. UNESP.
- CESAR., 1988. *Composição florística, fitossociológica e ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua*. UNESP.
- DEPRN. 1991. *Projeto Olho Verde*. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.
- FORMAN, R. T. T. & M.GODRON., 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- GRADWOHL, J. AND R. GREEMBERG., 1991. *Small Forest Reserves: Making the Best of a Bad Situation. Climatic Change*. Kluwer, Netherlands.
- HARRIS, L. D., 1984. *The Fragmented Forest*. University of Chicago Press., Chicago.
- HARRIS, L. D., 1988. Edge effects and conservation of biotic diversity. *Conservation Biology*, 2(4): 330-33.
- JANZEN, D., 1988. Management of habitat fragments in tropical dry forest: growth. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 75:105-116
- KAGEYAMA, P. Y., C. P. A. CASTRO & A. H. CARPANEZZI., 1989. Implantação de matas ciliares: estratégias para auxiliar a sucessão secundária. 130-143 in eds. L. M. BARBOSA. *Simpósio sobre Mata Ciliar*. Fundação Cargill, Campinas, SP.
- LEWIN, R., 1984. Parks: how big is big enough. *Science*. 225: 611-612.
- MACARTHUR, R. H. & E. O. WILSON., 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton Univ. Press, Princeton.
- MARTINS, F. 1979. *O método de quadrantes e a fitossociologia de uma floresta residual do interior do estado de São Paulo*. USP.
- PADUA, M. T. J. & A. T. B. QUINTÃO., 1984. A system of national parks and biological reserves in the Brazilian Amazon. 565-571 in eds. M. J. A. and K. R.. MILLER. *National Parks, Conservation and Development*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- PAGANO, S. N., 1985. *Estudo florístico, fitossociológico e de ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua, no município de Rio Claro, SP*. UNESP.
- VIANA, V. M., 1987. Ecologia de populações florestais colonizadoras e recuperação de áreas degradadas. *In: Simpósio Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Síntese dos Conhecimentos*. Academia de Ciências do Estado de São Paulo. Anais (1) 29-39.
- VIANA V. M., 1990. *Biologia e manejo de fragmentos de florestas naturais*. VI Congresso Florestal Brasileiro. SBS/SBEF, Campos do Jordão, SP.