

INVENTÁRIO DE FRAGMENTOS FLORESTAIS NATIVOS E PROPOSTAS PARA SEU MANEJO E O DA PAISAGEM.

Luís Fernando Rocha Borges¹, José Roberto Scolforo², Antonio Donizette de Oliveira², José Márcio de Mello², Fausto Weimar Acerbi Junior², Guilherme Dias de Freitas³

(Recebido: 21 de junho de 2001; aceito: 19 de maio de 2004)

RESUMO: O objetivo deste estudo foi realizar um levantamento expedito dos fragmentos florestais nativos dispersos entre florestas de *Eucalyptus* spp em uma propriedade florestal para caracterizar e identificar os pontos críticos a que estes estão sujeitos, propor ações de manejo visando à sua recuperação e ou conservação e propor o manejo da paisagem. O estudo foi desenvolvido na Fazenda São Jorge, localizada no município de Paraopeba, MG. Todos os fragmentos foram visitados para coletar as seguintes informações: tipo de vegetação, área, tipo de solo, ocorrência de coleção d'água, forma, tipo de vizinhança, topografia, conservação de aceiros, altura do dossel, estágio sucessional, presença de animais domésticos e selvagens, espécies vegetais mais comuns, altitude, perturbações e grau de isolamento. Foram elaborados mapas de cobertura, tabelas, calculados índices que permitiram analisar as características dos fragmentos e prescrever o manejo da paisagem. Concluiu-se que: na paisagem estudada, a área com cobertura florestal nativa é superior ao mínimo exigido por lei. Contudo, se os fragmentos estiverem sujeitos a efeito de borda de 50 metros, dois deles podem ser extintos ao longo dos anos. A ação de transformar a área com vegetação nativa da propriedade em uma área de preservação, não garante sua manutenção ao longo do tempo. É necessário estabelecer práticas de manejo para amenizar o efeito de borda, principalmente para os fragmentos de área pequena. Para proteger os fragmentos menores da ação antrópica e do efeito borda é preciso promover educação ambiental, restringir totalmente a presença de animais domésticos na área, implementar corredores com vegetação e aumentar o tamanho dos fragmentos. Com o manejo da paisagem, o percentual de área com vegetação nativa da propriedade aumentará de 23,13% para 41,46% e a área com vegetação sujeita ao efeito de borda cairá de 49,6% para 26,2%.

Palavras chaves: fragmentos, cerrado, manejo da paisagem, fragstats.

INVENTORY OF NATIVE FOREST FRAGMENTS AND PROPOSALS FOR THEIR LANDSCAPE MANAGEMENT

ABSTRACT: *This study accomplished an expedite rising of the native forest fragments scattered among Eucalyptus spp plantations in a forest property in order to characterize and to identify the critical points to which they are subject, to propose management actions envisaging their reclamation and conservation and to propose landscape management actions. The study was developed in São Jorge farm located in Paraopeba-MG-county. All fragments were analyzed to collect the following information: vegetation type, area, soil*

¹ Doutorando em Engenharia Florestal da UFLA, CP. 3037, CEP:37200-000, Lavras-MG.

² Prof. do Departamento de Ciências Florestais, UFLA, CP. 3037, CEP:37200-000, Lavras-MG.

³ Biólogo da V&M FLORESTAL Ltda., V&M tubes Ltda., R. Voluntários Pátria, 81, CEP:35790-000, Curvelo-MG.

type, water collection occurrence, forms, neighborhood type, topography, fire-break conservation, height of the canopy, succession stage, presence of domestic and wild animals, more common tree species, altitude, disturbances and isolation degree. Covering maps, tables, indexes that allowed to analyze the characteristics of the fragments and to prescribe the landscape management were constructed. It concluded that: in the studied landscape the area with native forest covering is superior to the minimum required by law. However, if fragments are subject to border effect of 50 m, two of them can be extinguished along time. The action of turning the area with native vegetation of the property into a Preservation Area doesn't guarantee its maintenance along time. It is necessary to establish appropriate management techniques to soften the border effect, mainly for the smaller fragments. To protect the smaller fragments of the entropic action and of the border effect it is necessary to promote environmental education, to totally restrict the presence of domestic animals in the area, to implement corridors with vegetation, and to increase the size of the fragments. Managing the landscape correctly the property area with native vegetation will increase from 23,13% to 41,46% and the area with vegetation under border effect will fall from 49,6% to 26,2%.

Key words: fragments, savannah, landscape management. fragstats.

1 INTRODUÇÃO

A perda de diversidade biológica decorrente da intensa fragmentação sobre os biomas do estado de MG está expressa quantitativamente nas listas da fauna e flora ameaçadas de extinção. Nesses estudos ficou evidenciado, segundo Machado et al. (1998), que a perda de habitats foi apontada como principal responsável pelo declínio de 82% da fauna e flora ameaçadas. Esta lista foi composta por 178 espécies de animais e 538 espécies de plantas. Adicionalmente, outras 165 espécies de animais e 448 espécies de plantas também estão presumivelmente ameaçadas, ou seja, sem informações suficientes para a determinação precisa de sua situação (Lins et al., 1997).

Um fragmento florestal é definido como uma área de vegetação natural, interrompida por barreiras antrópicas (estradas, povoados, culturas agrícolas, culturas florestais, pastagens, dentre outras) ou por barreiras naturais (montanhas, lagos, represas, ou outras formações vegetais) capazes de diminuir

significativamente o fluxo de animais, pólen ou sementes (Viana, 1990).

Como principais conseqüências da fragmentação provocada por ação abiótica, podem-se citar as alterações no microclima como na umidade do ar, temperatura e radiação solar, particularmente nas bordas dos fragmentos, que ficam mais sujeitas a exposição solar. Outra ação abiótica é o aumento dos riscos de erosão, assoreamento dos cursos d'água e redução gradativa do recurso água, pela menor capacidade de retenção de água das chuvas, maior velocidade de escoamento destas e também uma maior evapotranspiração e maior possibilidade de ocorrência de espécies invasoras.

Já dentre as conseqüências da fragmentação de origem biótica, podem-se considerar: a perda da biodiversidade microbiológica do solo, da flora e da fauna, a perda da diversidade genética, a redução da densidade ou abundância e a alteração da estrutura da vegetação, dentre outros. Estes danos podem ocorrer para a espécie em particular ou para a comunidade de plantas, podendo ainda

provocar a modificação ou mesmo a eliminação das relações ecológicas originalmente existentes entre as espécies vegetais, os polinizadores e os dispersores (Viana et al., 1992; Viana & Tabanez, 1996; Lucas et al., 1998; Saunders et al., 1991).

Assim, o controle e a gestão de recursos naturais com base em princípios de sustentabilidade exigem técnicas capazes de realizar o levantamento, o diagnóstico e o monitoramento das inter-relações existentes entre os vários componentes ambientais.

A busca de conhecimento dos recursos naturais existentes em suas propriedades, mais especificamente dos fragmentos florestais nativos, significa aplicar uma gestão ambiental correta e saudável quanto ao manejo florestal empregado na atividade reflorestadora. O sucesso do manejo para este tipo de vegetação depende do conhecimento da ecologia da paisagem e da análise da estrutura e da dinâmica das populações que formam os fragmentos.

Assim, o objetivo deste estudo foi realizar um levantamento expedito de todos os fragmentos nativos dispersos entre florestas de *Eucalyptus* spp, em uma propriedade florestal, para caracterizar e identificar os pontos críticos a que estes fragmentos estão sujeitos, propor ações de manejo visando à sua recuperação e ou conservação e propor o manejo da paisagem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Região de estudo

A área de estudo compreendeu a Fazenda São Jorge, com área total de 1.190,64 ha plantada com *Eucalyptus* spp., intercalados com fragmentos florestais nativos. Esta fazenda pertence à empresa Vallourrec & Mannesmann Florestal (V&M Florestal) e está localizada na bacia do rio Paraopeba, no

município de Paraopeba, estado de Minas Gerais. Está situada entre os paralelos 19°25'S e 19°12'S e os meridianos 44°28'W e 44°36'W; sua altitude varia de 600 a 900 m e o relevo varia de suave a montanhoso.

Golfari (1975) descreve o clima da região como subtropical moderado úmido. As temperaturas médias anuais oscilam entre 18° e 20°C e as precipitações médias anuais variam de 1.400 a 1.700 mm, com predomínio de chuvas ao longo dos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro. O inverno apresenta de dois a cinco meses secos, de maio a setembro, com déficit hídrico da ordem de 10 a 30 mm anuais.

De acordo com o cadastro da V&M Florestal, os solos são classificados como Latossolo Vermelho Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Amarelo, com algumas áreas apresentando afloramento de rocha e denominadas de cascalheiras.

A vegetação predominante na região, de acordo com os estudos de composição florística de Silva Junior (1984), são as formações florestais (matas) e as formações savânicas (cerrados), além de áreas de contato entre floresta/cerrado (ecótonos).

2.2 Manejo ao nível do fragmento

Para viabilizar esta ação foi realizado um inventário expedito dos fragmentos florestais, o qual contou com as atividades assim discriminadas:

a) Mapeamento - área, escala, forma - dos fragmentos

Com auxílio da base cartográfica localizou-se cada um dos fragmentos, atribuindo-lhes um número para controle. Utilizando-se um receptor "Global Position System" ou GPS, foi realizado um caminhar no entorno do fragmento florestal, registrando as coordenadas geográficas

geodésicas, definidas pela latitude e longitude representadas em graus, minutos e segundos dos pontos que o delimitam. Adicionalmente coletaram-se pontos internos com o objetivo de delimitar e quantificar as diferentes coberturas vegetacionais que ocorrem dentro de cada fragmento.

Utilizando-se o software SPRING, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), determinou-se a área, o perímetro, a escala e a forma dos fragmentos. Além disso, avaliaram-se as distâncias entre os fragmentos, obtendo-se as respectivas localizações geográficas.

b) Índice de circularidade dos fragmentos florestais nativos

O índice de circularidade (compactness ratio) fornece o valor "C", que é definido como a raiz quadrada da área do polígono em questão (área do fragmento – A_1), dividido pela área (A_2) de um círculo de mesmo perímetro (P) do polígono (fragmento). Assim, com o perímetro do fragmento calcula-se o raio (R) como $R=P/2\pi$. Com base em R, determina-se a área ($A_2=\pi R^2$) de um círculo de mesmo perímetro. Logo, quando C for igual a 1 (um), o fragmento florestal é circular. À medida em que ele se torna mais alongado, o valor de C tende a diminuir, até chegar próximo de 0 (zero).

Os fragmentos mais arredondados tiveram valores acima de 0,70. Esta referência foi adotada com base em estudos realizados por Viana et al. (1992), em fragmentos de floresta de planalto na região de Piracicaba (SP) e por Oliveira (1997), no diagnóstico de fragmentos florestais nativos na região de Eunápolis, Bahia.

c) Diagnóstico dos fragmentos florestais nativos

Todos os fragmentos nativos existentes na fazenda São Jorge foram visitados para coletar as informações sumarizadas a

seguir: localização do fragmento no talhão, no projeto e na fazenda, número do fragmento, tipo de vegetação, área, perímetro, tipo de solo, ocorrência de coleção-d'água, forma, topografia, vizinhança, conservação de aceiros, altura do dossel, estágio sucessional, vestígios de animais, espécies vegetais mais comuns, perturbações na área e observações gerais consideradas relevantes.

Essas informações foram obtidas em um ou mais transectos, estabelecidos no maior sentido dos fragmentos e nos locais que se mostravam importantes por apresentarem alguma informação relevante para caracterização, como, por exemplo, nascentes de cursos d'água, acampamentos clandestinos de pescadores, presença de lixo e outros.

Ao longo do transecto a cada 100 m, podendo variar para mais ou para menos, conforme o seu tamanho e a forma, foram efetuadas incursões de aproximadamente 100 m perpendiculares a estes. Utilizou-se um Blume-Leiss para medir a inclinação média da área de cada fragmento e da média da altura do dossel das fisionomias encontradas, representadas por classes de valores. Um altímetro foi utilizado para medir a altitude nos mesmos locais em que a declividade dos fragmentos foi determinada. O tipo de solo predominante na área foi definido por meio de observação visual e das informações contidas nos cadastros da empresa.

d) Identificação dos pontos críticos dos fragmentos florestais nativos

Para cada fragmento foram confeccionadas tabelas com os seus pontos críticos discriminados após sumarizar as informações do inventário preliminar. Com base nos pontos críticos estabeleceram-se as prescrições de manejo ao nível do fragmento.

2.3 Manejo ao nível de paisagem

Os índices de paisagem utilizados para caracterizar os fragmentos florestais nativos foram obtidos por meio do programa fragstats (versão 2.0). Ele permite analisar o padrão da distribuição espacial dos fragmentos, quantificando a estrutura da paisagem, o que significa dizer que determina a extensão de área da propriedade e dos fragmentos nativos, distribuição dos fragmentos no espaço, dispersos em um mapa, dentro de uma paisagem (Borges, 2000). Os índices gerados se baseiam em distância e área. Para sua obtenção, o fragstats atua sobre uma imagem raster em uma variedade de formatos.

Para obter a imagem raster foram adotados os seguintes procedimentos:

- utilizou-se a imagem dos fragmentos digitalizada neste estudo e, com o auxílio de mapa digital planimétrico da empresa, efetuou-se o rastreamento, que inicialmente consistiu em delimitar apropriadamente a área de estudo ou os limites da propriedade;
- as imagens foram então transformadas de um padrão vetorial para um padrão matricial (raster) usando o SPRING 3.4;
- utilizando o software ENVI (versão 3.1) atribuíram-se códigos às características das paisagens estudadas, tais como a área interna da fazenda, a área dos fragmentos e a área externa na imagem rasterizada em que os fragmentos e as delimitações (divisas) da fazenda estão inseridos;
- esta é a imagem raster que possibilita a obtenção dos índices de paisagem desde que fornecidas informações complementares, como o valor de pixel, do efeito borda e da distância do vizinho mais próximo. Neste estudo,

estes valores foram de 5 x 5 m, 50 m e 200 m, respectivamente.

Os índices de paisagem quantificados foram:

- área total dos fragmentos: é a medida da composição da paisagem, especificamente o quanto da paisagem é composta por um tipo particular de vegetação. Esta é uma medida importante em inúmeras aplicações ecológicas, já que permite identificar o quanto de habitat foi perdido ou danificado, quanto do hábitat existe dentro da paisagem e para estudar a área de vida de determinada espécie;
- área total da paisagem (fazendas): compreende a área da fazenda em estudo. Permite definir a densidade dos fragmentos;
- porcentagem da paisagem coberta por fragmentos: é a área percentual do fragmento, contida na área total da paisagem;
- porcentagem da paisagem coberta pelo maior fragmento: é a área percentual do maior fragmento, contida na área total da paisagem;
- número de fragmentos: esta medida, juntamente com a densidade e o tamanho médio dos fragmentos, é considerada a melhor representante da configuração da paisagem. O número de fragmentos de um tipo particular de hábitat pode afetar uma variedade de processos ecológicos, dependendo do contexto da paisagem. Por exemplo, o número de fragmentos pode determinar o número de subpopulações em uma população;

- densidade de fragmentos: é expressa pelo número médio de fragmentos por unidade de área. Permite comparações entre paisagens de tamanhos diferentes;
- tamanho médio dos fragmentos: a área de cada fragmento que compõe um mosaico da paisagem talvez seja a mais importante e útil unidade de informação existente na paisagem. A área composta por cada tipo de fragmento (classe) é igualmente importante. Por exemplo, a redução progressiva no tamanho dos habitats fragmentados é componente chave da fragmentação do habitat;
- desvio padrão: esta é uma medida de variação absoluta. Ela é função do tamanho do fragmento e expressa, em média, o quanto os valores observados (tamanho dos fragmentos) variam em relação à sua média (tamanho médio dos fragmentos);
- coeficiente de variação: por causa da grande variação no tamanho dos fragmentos ao longo do tempo, este índice é preferível em relação ao anterior para comparar a variabilidade entre paisagens. Ele mede a variabilidade relativa em relação à média e não a variabilidade absoluta. Dessa maneira, não é necessário conhecer o tamanho médio para interpretar o coeficiente de variação;
- perímetro total de borda: no fragmento, a borda é função de seu perímetro. Para a paisagem, a borda pode ser quantificada como uma medida absoluta do comprimento total da borda de todos os fragmentos. Este índice não é usado para comparar paisagens de tamanho variável;
- densidade de borda na paisagem: expressa o perímetro médio dos fragmentos por unidade de área. Neste estudo, esta unidade foi expressa por hectare. Permite comparações entre paisagens de tamanhos diferentes;
- área interior total dos fragmentos: é a área total dos fragmentos, descontando o efeito da borda. Neste estudo considerou-se um efeito borda de 50 m;
- porcentagem da paisagem coberta pela área interior dos fragmentos: este índice expressa a área interna do fragmento depois de eliminada a área da borda em relação à área total da paisagem. Para organismos fortemente associados com o interior do fragmento, este índice pode prover uma medição melhor da disponibilidade do habitat que seu contraposto (porcentagem da paisagem coberta por fragmentos);
- número de fragmentos com área interior: considera o número de fragmentos que, depois de descontada a borda, ainda possuem área;
- densidade dos fragmentos considerando sua área interior: expressa o número médio de fragmento por unidade de área, após toda área de borda ser eliminada da consideração;
- área interior média por fragmento: é similar ao índice expresso pelo tamanho médio dos fragmentos, diferenciando-se por descontar a área da borda;
- desvio padrão e coeficiente de variação: já definidos anteriormente, só que, nesse caso, é obtido descontando-se a área de borda;

- distância média do vizinho mais próximo: expressa a média da distância de cada fragmento em relação a seu vizinho mais próximo;
- desvio padrão e coeficiente de variação: já definidos, só que a unidade agora é a distância dos fragmentos em relação à média.

A partir da observação dos pontos críticos de cada fragmento, do cálculo dos índices que expressam a extensão de área e a distribuição de “remendos” ou polígonos ou fragmentos em uma cobertura de mapa, foi possível propor o manejo por fragmento e para a paisagem.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das características dos fragmentos propiciou a abordagem de duas opções básicas de manejo. A primeira consistiu em recomendações para cada fragmento e a segunda considerou o manejo da paisagem.

3.1 Diagnóstico dos fragmentos e seu manejo

3.1.1 Mapeamento dos fragmentos florestais nativos

A Fazenda São Jorge apresenta 9 fragmentos com vegetação nativa (20,21% de reserva legal e 2,92% de preservação permanente) que ocupam 23,13% de sua área. Há uma predominância da vegetação de mata (florestas semidecíduas), seguida de cerrado sensu stricto e de matas ciliares (Tabela 1).

3.1.2 Estatísticas dos fragmentos florestais nativos em relação às características avaliadas.

A Figura 1 mostra o mapa da paisagem considerada, com os fragmentos de vegetação nativa, talhões de *Eucalyptus* sp (áreas em

branco, predominantemente na forma quadrada), etc.

Uma síntese das informações que predominam nos 9 fragmentos amostrados na fazenda São Jorge expressa que 66,67% dos fragmentos têm área inferior a 5 ha, 11,11% entre 10 e 19,9 ha, 11,11% entre 30 e 39,9 ha, e 11,11% com área maior que 200 ha. Como pôde ser visto, 66,67% dos fragmentos têm área inferior a 5 ha e, conforme estudos de Sauders et. al. (1991) e Stouffer & Bierregaard Junior (1995), fragmentos pequenos apresentam risco de não se manterem na área, tal a intensidade do efeito borda a que estão sujeitos.

Já em relação à coleção d'água, constatou-se que 66,67% dos fragmentos não apresentam nenhum corpo d'água e os outros 33,33% têm presença de córregos. Este é outro tema importante na proposição dos manejos. Quanto maior as coleções de águas existentes no fragmento, maiores devem ser os cuidados para protegê-los, embora, em regiões secas como a estudada, todos os fragmentos que apresentarem alguma coleção d'água devam merecer uma atenção especial.

Quanto à forma dos fragmentos, detectou-se que 66,67% apresentaram forma de bloco, incluindo variações que compreendem a forma circular, a quadrada, a triangular e o losango; 22,22% a forma alongada e 11,11% a forma de espinha de peixe. Uma melhor interpretação do efeito borda pôde ser efetuada analisando-se os índices de circularidade mostrados na Tabela 2.

Em relação à topografia, 60% dos fragmentos foram considerados planos (até 7%), 30% com topografia suave (7 a 25%) e 10% com topografia ondulada (25 a 50%). Esta informação é importante, pois o acesso e o trânsito em áreas planas são mais fáceis, aumentando a possibilidade de ação antrópica no fragmento.

Tabela 1. Área e percentagem das fisionomias levantadas na fazenda São Jorge, na região de Paraopeba, MG.

Table 1. Area and percentage of forest physiognomy located at São Jorge farm in Paraopeba's region, MG.

Fisionomias	Fazenda São Jorge	
	(ha)	(%)
Campo cerrado	2,65	0,96
Cerrado senso stricto	62,88	22,83
Mata (semidecídua)	196,32	71,29
Mata ciliar	13,55	4,92
Total de área com vegetação	275,40	100
Área total da fazenda	1.190,64	23,13

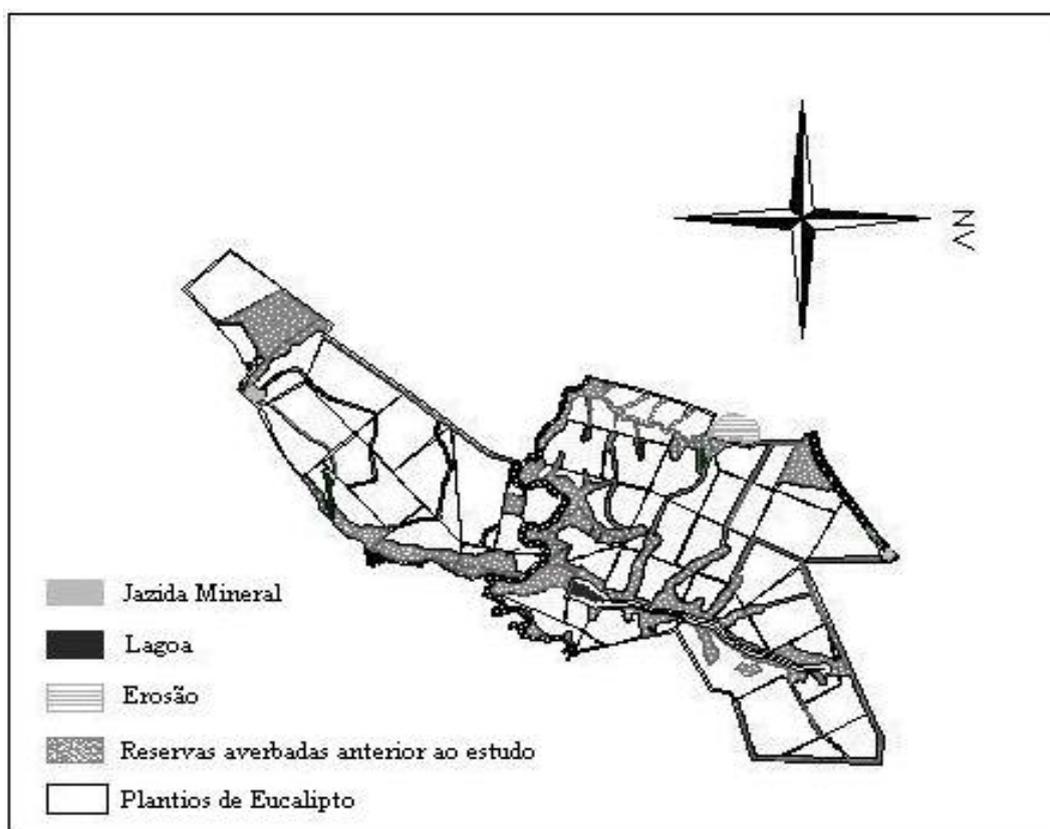


Figura 1. Mapa da fazenda São Jorge

Figure 1. The São Jorge farms map

Tabela 2. Dados relativos ao tamanho (área e perímetro) e à forma (índice de circularidade) dos fragmentos florestais presentes na fazenda São Jorge.

Table 2. Data of size (area and perimeter) and form (circularity index) of forest fragments in São Jorge farm.

Fazenda	Fragmento nº	Área (ha)	Perímetro (m)	C *
São Jorge	1	4,28	1002,81	0,73
São Jorge	2	220,23	22445,98	0,23
São Jorge	3	0,74	712,83	0,43
São Jorge	4	1,87	537,85	0,90
São Jorge	5	33,79	2646,11	0,78
São Jorge	6	2,17	636,70	0,82
São Jorge	7	0,87	366,55	0,90
São Jorge	8	11,27	1510,90	0,79
São Jorge	9	0,18	302,42	0,50
Total	9	275,4	30162,15	

C = raiz quadrada da área do fragmento florestal, dividida pela área de um círculo de mesmo perímetro que o fragmento em questão.

Observou-se que 48% dos vizinhos dos fragmentos são plantios de eucalipto, 5% são cursos d'água externos à propriedade, 5% são voçorocas externas à propriedade, 16% são pastagens externas à propriedade, 5% são mata ciliar externa à propriedade, 5% são cerrado sensu stricto externo à propriedade e 16% são mata semidecídua externa à propriedade. Esses elementos são importantes por estarem atrelados a uma menor ou maior ação antrópica, como é o caso das pastagens externas, das carvoarias e das pedreiras. Da mesma forma, a locomoção da fauna e a polinização são influenciadas pela vizinhança, dentre outros aspectos.

A manutenção de aceiros bem conservados é uma medida eficaz para auxiliar no combate a incêndios. Funciona também como uma barreira para evitar que o fragmento seja invadido por fogo, plantas invasoras e, principalmente, espécies de gramíneas. Identificou-se que 46% dos fragmentos são circundados por aceiros em condições de tráfego com largura mínima maior que 1,5 m e

largura máxima maior ou igual a 2,5 m, 9% dos fragmentos não são circundados por aceiros e os 45% restantes são circundados por aceiros em que, pelo menos parcialmente, não há condições de tráfego.

A caracterização da média das alturas do dossel dos fragmentos apresentou os seguintes resultados: 15% foi menor que 3 m, 46% situou-se entre 3 e 5,9 m, 23% entre 9 e 11,9 m e 8% foi maior ou igual a 12 metros. Existe, ainda, 8% dos fragmentos sem vegetação.

O estágio sucessional predominante nos fragmentos é o seguinte: em 38% dos fragmentos detectou-se algum tipo de perturbação, em 19% dos fragmentos houve regeneração natural e em 43% dos fragmentos existiu, em pelo menos alguma fração da área, a ocorrência de plantas invasoras. Estas estatísticas são imprescindíveis para balizar que manejo deve ser adotado para cada fragmento.

Vestígios de animais domésticos foram detectados em 50% dos fragmentos visitados,

sendo este um indicador de que pelo menos estes fragmentos devem ter alguma forma de proteção física para reduzir o impacto sobre eles. Como já constatado por Primavesi (1986), bovinos com 400 kg de peso produzem uma pressão de 3,5 kg/cm²; ovinos com 60 kg, 2,1 kg/cm²; um trator de esteira produz pressão entre 0,21 a 0,56 kg/cm²; um caminhão, 5,97 kg/cm² e o homem, 0,35 a 1,12 kg/cm². Estes dados enfatizam ainda mais a necessidade de proteger os fragmentos florestais. Além deste fato, existe ainda o impacto do pastoreio dos animais na vegetação do cerrado, em especial sobre as porções mais tenras das plantas.

Em relação à altitude em que os fragmentos se situam, encontrou-se a seguinte situação: 22% estão entre 600 a 699 m, 45% estão entre 700 e 799 m e 33% estão entre 800 e 899 m.

Realizou-se uma identificação preliminar de espécies vegetais, podendo-se destacar as seguintes: *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Cov., *Palicourea rigida* H.B.K., *Casearia rupestris* Eichl., *Diospyros hispida* DC., *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., *Eugenia dysenterica* DC., *Erythroxylum tortuosum* Mart., *Myrcia tomentosa* Aubl., *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich., *Machaerium acutifolium* Vog., *Miconia albicans* Sw., *Copaifera langsdorffii* Desf., *Qualea grandiflora* Mart., *Qualea parviflora* Mart., *Magonia pubescens* St. Hill., *Xylopia sericea* St. Hill. dentre outras.

Também foram caracterizadas as perturbações que ocorriam nos fragmentos.

3.1.3 Tamanho e forma dos fragmentos florestais.

Com base nas informações de área e perímetro de cada fragmento, elaborou-se a Tabela 2, que apresenta os dados relativos ao tamanho e à forma dos fragmentos florestais da Fazenda São Jorge. O maior fragmento encontrado foi o 2, com 220,23 ha. No local

em que ele se encontra há nascente d'água e parte de sua área se situa nos limites da propriedade da V&M Florestal com as propriedades de terceiros, o que requer atenção especial quanto à proteção à biodiversidade.

O menor fragmento encontrado foi o 9, com 1.800 m², ou 0,18 ha. Ele se encontra totalmente inserido dentro da fazenda, distante dos limites da propriedade da V&M Florestal com as propriedades de terceiros e isolado por plantios de Eucalipto.

Segundo Sanders et al. (1991), remanescentes de área pequena apresentam frágeis padrões de sustentabilidade ao longo do tempo e, segundo Bierregaard Junior et al. (1992), eles não têm capacidade de proteger a diversidade biológica. Com base nestas informações é preciso levar em consideração a possibilidade de que o fragmento 9 seja eliminado da paisagem, caso não sejam adotadas propostas de manejo que promovam um aumento de sua área e uma interligação com fragmentos próximos e maiores.

Quanto mais próximo de 1 for o valor do índice de circularidade (C) do fragmento, mais ele será arredondado e, conseqüentemente, menor será sua razão borda/interior. Por outro lado, fragmentos alongados têm uma razão borda/interior alta. A primeira situação é a desejável, já que no fragmento haverá uma região maior de área intacta, por estar menos exposta aos efeitos de borda.

A maior parte dos fragmentos (66,67%) teve índice de circularidade acima de 0,72, o que os caracteriza como mais arredondados. Os outros fragmentos apresentaram índices baixos caracterizando uma alta razão borda/interior, estando, portanto, mais sujeitos aos seus efeitos.

No caso das proposições de manejo por fragmento, deve-se dar mais atenção aos fragmentos 2, 3 e 9 pelo maior efeito borda a

que estão sujeitos, o que aumenta a pressão sobre eles e as espécies neles contidas.

Após avaliar o índice de circularidade e os pontos críticos a que os fragmentos estão sujeitos, propôs-se o manejo a ser adotado em cada unidade (Tabela 3).

3.2 Índices de paisagem para a caracterização dos fragmentos

A Tabela 4 mostra os índices obtidos para a Fazenda São Jorge, com base no processamento dos dados pelo programa fragstats. Adotou-se um efeito borda de 50 metros sobre os fragmentos. Os resultados obtidos foram similares aos de Waldhoff & Viana (1993), para a Reserva Florestal de Linhares, estado Espírito Santo e os de Williams-Linera (1993), para o Parque Ecológico Clavijero, província de Veracruz, México.

A porcentagem de área coberta pelos 9 fragmentos estudados foi de 23,13% $\left[\left(\frac{275,40}{1.190,64} \right) * 100 \right]$, indicando que ocorrem (densidade) 0,76 fragmentos a cada 100 ha. O tamanho médio dos fragmentos foi de 30,62 ha, embora 66,67% deles tenham menos que 5 ha. O desvio padrão ($\pm 67,83$ ha) e o coeficiente de variação ($\pm 221,54\%$) expressam que existe uma grande dispersão dos valores observados (área dos fragmentos) em relação à média de 30,62 ha.

Uma abordagem similar à anterior pode ser feita levando em consideração os índices que expressam o interior dos fragmentos. Neste caso, a diferença é que o perímetro mais extremo dos fragmentos sujeitos a um efeito borda de 50 metros foi excluído para calcular os índices.

Tabela 3. Proposições de manejo por fragmento, da fazenda São Jorge, em função dos pontos críticos diagnosticados.

Table 3. Suggested management plans to each forest fragment, of São Jorge farm, as function of the critical spots diagnosed.

Frag. Nº	Ação antrópica	Gado	Plantas invasoras	Efeito borda		Assoreamento mananciais		Problema com aceiros	Área Degradada
				Frag. com área pequena	Frag. Com forma não circular	Cursos d'água + lagoa + represa	Vereda		
1		X	X	X		X		X	X
2		X			X	X			
3		X	X	X	X			X	
4			X	X				X	X
5	X	X	X			X			
6	X	X	X	X				X	X
7		X		X					X
8		X	X						X
9			X	X	X				X

Tabela 4. Índices de paisagem para os fragmentos florestais situados na fazenda São Jorge**Table 4.** Index of landscapes forest fragments belonging to São Jorge farm.

Parâmetros avaliados	Índices
Área total dos fragmentos	275,40 ha
Área total da paisagem (fazenda)	1.190,64 ha
Porcentagem da paisagem coberta por fragmentos	23,13%
Porcentagem da paisagem coberta pelo maior fragmento	18,50%
Número de fragmentos	9
Densidade de fragmentos	0,76 / 100 ha
Tamanho médio dos fragmentos	30,62 ha
Desvio padrão	67,83 ha
Coefficiente de variação	221,54%
Perímetro total de borda	36.585 m
Área interior total dos fragmentos	159,06 ha
Porcentagem da paisagem coberta pela área interior dos fragmentos	13,36%
Número de fragmentos com área interior	7
Densidade dos fragmentos considerando sua área interior	1,76 / 100 ha
Área interior média por fragmento	17,67 ha
Desvio padrão	40,13 ha
Coefficiente de variação	227,09%
Distância média do vizinho mais próximo	234,59 m
Desvio padrão	290,87 m
Coefficiente de variação	123,99%

Pela análise dos índices observa-se que o efeito borda é tão pronunciado que os fragmentos 7 e 9 deixariam de existir se estes 50 metros fossem considerados. Este fato reforça que, no manejo da paisagem, principalmente os fragmentos com índice de circularidade inferiores a 0,70 e os fragmentos com pequenas áreas devem merecer uma atenção especial sob pena de serem extintos da área, com o decorrer dos anos.

A razão $\left[\left(\frac{159,06}{275,40} \right) * 100 \right]$ indica que 57,75% da área dos fragmentos está mais

protegida do efeito borda, enquanto que 42,24% ou 116,34 ha (275,40 - 159,06) estão sujeitos a maiores pressões dos fatores abióticos e bióticos. Isto indica ser necessário uma proteção usando quebra-ventos nos fragmentos menores e implementar práticas para torná-los maiores e mais circulares. Além disso, é preciso interligar os fragmentos menores aos maiores, para estimular um maior fluxo de dispersores da flora, oxigenando os fragmentos em relação à sua diversidade biológica.

A proposição de interligação dos fragmentos, principalmente por meio de

corredores ecológicos, é viável operacionalmente, já que a distância média do fragmento a seu vizinho mais próximo é de 234,59 metros.

Os índices de paisagem, por si só, retratam a necessidade de uma abordagem da paisagem em que cada fragmento seja observado separadamente, a fim de que o manejo da propriedade seja apropriado, conforme proposto na Tabela 5.

Na Fazenda São Jorge, a quantidade e a qualidade da vegetação nativa existente são suficientes para atender à legislação

vigente. No entanto, para que os fragmentos sujeitos a um maior efeito de borda tenham sua biodiversidade protegida, é fundamental aumentar suas áreas ou promover a sua interligação a outros fragmentos.

A Figura 2 mostra duas ações propostas para a Fazenda São Jorge. A primeira consiste na blocagem dos fragmentos com forma de espinha de peixe. Neste caso, foi proposto conduzir a regeneração natural do cerrado após realizar o corte raso dos plantios de *Eucalyptus* spp nos talhões vizinhos aos fragmentos.

Tabela 5. Manejo por fragmento e para a paisagem, recomendado para a Fazenda São Jorge, Região de Paraopeba.

Table 5. Fragment management and landscape planning recommended to Sao Jorge Farm in Paraopeba region.

Fragmentos N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Manutenção ou construção aceiros	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Adoção da faixa ecológica	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Implantar cortina de proteção com vegetação no entorno do fragmento	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Atenuar reentrâncias do fragmento com condução da regeneração natural após a exploração do eucalipto		X	X						X
Manutenção ou construção de cercas no entorno do fragmento	X	X	X		X	X	X	X	
Distribuição de material educativo	X	X	X		X	X	X	X	
Regeneração de áreas degradadas com espécies nativas após ação antrópica	X	X		X	X	X	X	X	X
Condução da regeneração natural após ação antrópica	X	X			X	X			

A segunda opção foi a adoção de faixas de ligação dos fragmentos intercalados aos plantios de *Eucalyptus* spp. Estas faixas com 25 metros de largura são importantes para a silvicultura dos plantios, para a conservação do bioma cerrado, para o deslocamento de animais silvestres interfragmentos, para

aumentar a dispersão de sementes, para aumentar a área de vida de algumas espécies e para diminuir a taxa de extinção de espécies da fauna e da flora (Saunders et al., 1991; Lindenmayer & Nix, 1993; Martins et al., 1998 e Santos et al., 1999). No caso do enfoque silvicultural, propiciam a redução de

ataques de formigas, coleópteros e híménopteros aos plantios de *Eucalyptus* spp, conforme estudos realizados por Oliveira et al. (1993), Vasconcelos (1998), Zanuncio et al. (1998) e Zanetti et al. (1999), além de servirem como barreira a incêndios nos plantios de *Eucalyptus* spp. No caso da conservação, permitem

aumentar a área existente com vegetação nativa na propriedade florestal e também a diversidade de espécies, por representarem um grande gradiente de solos e topografia (Haddad, 1999). As faixas também são benéficas a populações de abelhas e vespas (Morato, 1993; Silveira & Campos, 1995).

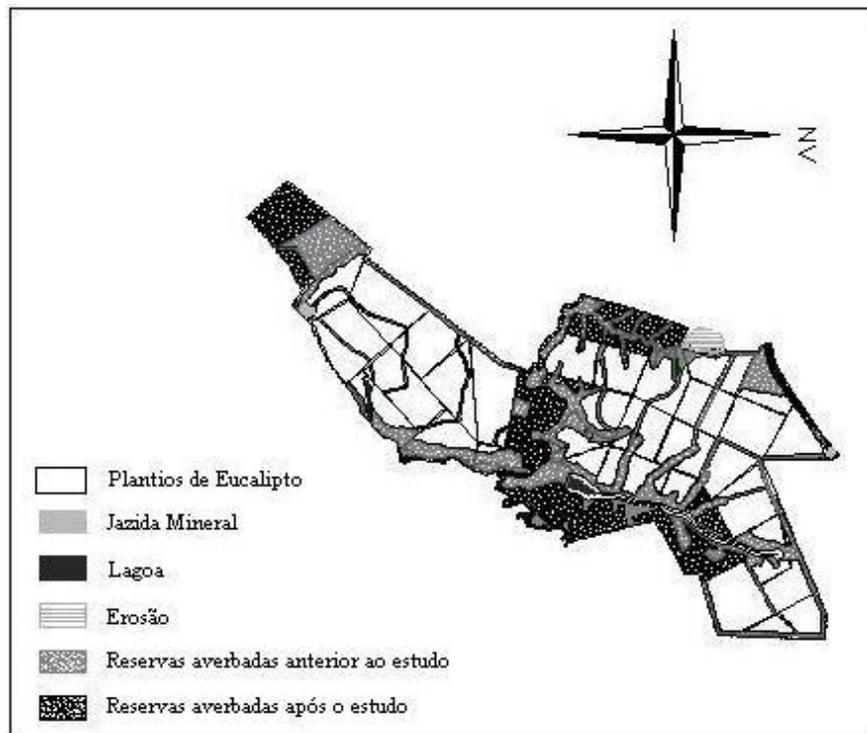


Figura 2. Proposição de manejo da paisagem para a Fazenda São Jorge.

Figure 2. Management possibilities of São Jorge farm landscape.

Após a definição das proposições de manejo para a fazenda, obtiveram-se os novos índices da paisagem, conforme mostra a Tabela 6. A porcentagem de área coberta pelos fragmentos aumentou para 41,46%. Este significativo aumento na área a ser preservada com vegetação nativa propiciou de tal forma a ligação entre os antigos fragmentos que na nova paisagem passarão a existir 4 fragmentos com um tamanho médio de 123,43 ha. O desvio padrão dos fragmentos é elevado pois,

principalmente o fragmento 4, apresenta tamanho muito pequeno, bastante discrepante da média.

A área interior dos fragmentos, já desconsiderado o efeito borda, evoluiu de 159,06 ha para 364,20 ha ou, ainda, a porcentagem da paisagem coberta pela área interior dos fragmentos aumentou de 13,36% para 30,58%. Com isso houve uma redução do efeito borda de 49,60% para 26,20% da área dos fragmentos. Mesmo assim, o efeito borda

Tabela 6. Índices de paisagem para os fragmentos florestais pertencentes à Fazenda São Jorge, após a aplicação das propostas de manejo da paisagem.

Table 6. Index of landscape forest fragments belonging to São Jorge Farm after application of the management plan.

Parâmetros avaliados	Índices
Área total dos fragmentos	493,72 ha
Área total da paisagem (fazendas)	1.190,64 ha
Porcentagem da paisagem coberta por fragmentos	41,46%
Porcentagem da paisagem coberta pelo maior fragmento	33,96%
Número de fragmentos	4
Densidade de fragmentos	0,34 / 100 ha
Tamanho médio dos fragmentos	123,43 ha
Desvio padrão	164,23 ha
Coefficiente de variação	133,06%
Perímetro total de borda	36.595 m
Área interior total dos fragmentos	364,20 ha
Porcentagem da paisagem coberta pela área interior dos fragmentos	30,58%
Número de fragmentos com área interior	3
Densidade dos fragmentos considerando sua área interior	1,01 / 100 ha
Área interior média por fragmento	91,05 ha
Desvio padrão	122,75 ha
Coefficiente de variação	134,82%
Distância média do vizinho mais próximo	526,05 m
Desvio padrão	108,66 m
Coefficiente de variação	20,66%

ainda é pronunciado no fragmento 4, que apenas foi interligado ao restante da paisagem por meio das faixas ecológicas, haja visto o seu pequeno tamanho (0,87 ha) e por estar isolado dos demais fragmentos.

A densidade caiu de 0,76 fragmentos por 100 ha para 0,34 fragmentos por 100 ha, indicando que houve uma redução no número de fragmentos, mas um acentuado aumento

nas respectivas áreas, do ponto de vista de conservação da flora e fauna, em especial as de grande porte e isto é muito interessante.

4 CONCLUSÕES

Na paisagem estudada a área com cobertura florestal nativa é superior ao mínimo exigido por lei. Contudo, se os fragmentos estiverem sujeitos a efeito de borda de 50

metros dois deles podem ser extintos ao longo dos anos.

Tornar a área com vegetação nativa da propriedade uma área de preservação não garante sua manutenção ao longo do tempo. É necessário estabelecer práticas de manejo para amenizar o efeito de borda, principalmente para os fragmentos de área pequena.

Para proteger os fragmentos menores da ação antrópica e do efeito borda é preciso promover educação ambiental, restringir totalmente a presença de animais domésticos na área, implementar corredores com vegetação e aumentar o tamanho dos fragmentos.

Com o manejo da paisagem, o percentual de área com vegetação nativa da propriedade aumentará de 23,13% para 41,46% e a área com vegetação sujeita ao efeito de borda cairá de 49,6% para 26,2%.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIERREGAARD JÚNIOR, R.; LOVEJOY, T. E.; KAPOV, V.; SANTOS, A. A.; HUTCHINGS, R. W. The biological dynamics of tropical rainforest fragments a prospective comparison of fragment and continuous forest. **Bioscience**, Washington, v. 42, n. 11, p. 859-866, Dec. 1992.
- BORGES, L. F. R. **Diagnóstico e proposta de manejo de fragmentos florestais nativos, em Paraopeba, Minas Gerais**. 2000. 225 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1975. 65 p. (Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal - PRODEPEF, Série Técnica, 3).
- HADDAD, N. M. Corridor use predicted from behaviors at habitat boundaries. **American Naturalist**, Chicago, v. 153, n. 1, p. 215-227, Jan. 1999.
- LINDENMAYER, D. B.; NIX, H. A. Ecological principles for the design of wildlife corridors. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 7, n. 3, p. 626-630, Sept. 1993.
- LINS, L. V.; MACHADO, A. B. M.; COSTA, C. M. R.; HERMANN, G. **Roteiro metodológico para elaboração de listas de espécies ameaçadas de extinção**: publicações avulsas da fundação biodiversitas I. Belo Horizonte, 1997. 53 p.
- LUCAS, R.; HONZAK, M.; AMARAL, I.; CURRAN, P.; FOODY, G.; AMARAL, S. Composição florística, biomassa, e estrutura de florestas tropicais em regeneração: uma avaliação por sensoriamento remoto. In: GASCON, C.; MOUTINHO, P. (org.). **Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo**. Manaus: IMPA, 1998. p. 61-83.
- MACHADO, A. B. M.; FONSECA, G. A. B.; MACHADO, R. B.; AGUIAR, L. M. S.; LINS, L. V. **Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais**. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1998. 503 p.
- MARTINS, A. K. E.; MARTINS, I. C. M.; BRITES, R. S.; SOARES, V. P. Uso de um sistema de informações geográficas para indicação de corredores ecológicos no município de Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 373-380, jul./set. 1998.
- MORATO, E. F. **Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central**. 1993. 105 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- OLIVEIRA, A. C.; BARCELOS, J. A. V.; MORAES, E. J.; FREITAS, G. D. Um estudo de caso: o sistema de monitoramento e controle de formigas-cotadeiras na Mannesmann Fi-EL Florestal Ltda. **Folha de Viçosa**, Viçosa, n. 1, p. 242-255, 1993.

- OLIVEIRA, L. M. T. **Diagnóstico de fragmentos nativos, em nível de paisagem, em áreas sob influência da Vera Cruz Florestal, Eunápolis, BA.** 1997. 74 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- PRIMAVESI, A. **O manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais.** São Paulo: Nobel, 1986. 541 p.
- SANTOS, L. A. F.; LIMA, J. P. C.; MELLO FILHO, J. A. Corredor ecológico de regeneração natural na Floresta Nacional “Mário Xavier”, em Seropédica, RJ. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 106-117, 1999.
- SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 5, n. 1, p. 18-34, Mar. 1991.
- SILVA JÚNIOR, M. C. **Composição florística, estrutura e parâmetros fitossociológicos do cerrado e sua relação com o solo na estação florestal de experimentação de Paraopeba, MG.** 1984. 130 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- SILVEIRA, F. A.; CAMPOS, M. J. O. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 371-401, jun. 1995.
- STOUFFER, P. C.; BIERREGAARD JÚNIOR, R. O. Effects of forest fragmentation on understory hummingbirds in Amazonian Brazil. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 9, n. 5, p. 1085-1094, Oct. 1995.
- VASCONCELOS, H. L. Respostas das formigas à fragmentação florestal. **Série Técnica**, Piracicaba, v. 12, n. 32, p. 95-99, dez. 1998.
- VIANA, V. M. Biologia e manejo de fragmentos florestais naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p. 113-118. (Trabalhos convidados).
- VIANA, V. M.; TABANEZ, A. J. A. J. Biology and conservation of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest. In: SCHELHAS, J.; GREENBERG, R. (Ed.). **Forest patches, tropical landscapes.** Washington, D.C.: Island Press, 1996. p. 151-167.
- VIANA, V. M.; TABANEZ, A. J. A.; MARTINEZ, J. L. A. Restauração e manejo de fragmentos florestais. São Paulo. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, São Paulo, v. 4, p. 86-94, 1992.
- WALDHOFF, P.; VIANA, V. M. Efeito de borda em um fragmento de Mata Atlântica em Linhares, ES. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1993. v. 2, p. 41-44.
- WILLIAMS-LINERA, G. Vegetación de bordes de un bosque nublado en el Parque Ecologico Clavijero, Xalapa, Veracruz, México. **Revista de Biología Tropical**, San José, v. 41, n. 3, p. 443-453, 1993.
- ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C.; VILELA, E. F.; LEITE, H. G.; LUCIA, T. M. C. D.; COUTO, L. Efeito da espécie de Eucalipto e da vegetação nativa circundante sobre o custo de combate a saúveiros em Eucaliptais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 321-325, 1999.
- ZANUNCIO, J. C.; MEZZONO, J. A.; BARCELOS, J. A. V. e GUEDES, R. N. C. Influência de faixas de vegetação nativa sobre Coleóptera em *Eucalyptus cloeziana*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 77-87, jan./mar. 1998.