

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Avaliação de impactos imediatos da retirada de eucalipto em sub-  
bosque avançado, na APTA – Pólo Regional Alta Mogiana,  
município de Colina/SP**

**Camila Rossetti da Cunha**

Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestre em Ciências, Programa: Recursos  
Florestais. Opção em: Conservação de  
Ecossistemas Florestais

**Piracicaba  
2012**

**Camila Rossetti da Cunha  
Engenheira Florestal**

**Avaliação de impactos imediatos da retirada de eucalipto em sub-bosque  
avançado, na APTA – Pólo Regional Alta Mogiana, município de Colina/SP**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:  
Prof. Dr. **EDSON JOSÉ VIDAL DA SILVA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestre em Ciências, Programa: Recursos  
Florestais. Opção em: Conservação de  
Ecossistemas Florestais

**Piracicaba  
2012**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Cunha, Camila Rossetti da

Avaliação de impactos imediatos da retirada de eucalipto em subbosque avançado, na APTA – Pólo Regional Alta Mogiana, município de Colina/SP / Camila Rossetti da Cunha. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2012.  
132 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2012.

1. Dossel 2. Eucalipto - Regeneração 3. Exploração florestal 4. Impactos ambientais - Avaliação 5. Plantio I. Título

CDD 634.9734  
C972a

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**



Dedico à minha mãe:

Por tudo o que passamos juntas durante o “triste e pesado” ano de 2011.

Dedico cada palavra, cada vírgula e cada pensamento expresso nessas folhas:

ao exemplo de mulher,

de força, garra, superação, de índole inabalável, de amor de mãe

(o maior amor do mundo). A minha eterna gratidão e amor. Orgulho-me muito de ser

sua filha!!!





## AGRADECIMENTOS

### ***A minha família:***

Por toda paciência que tiveram comigo durante o período do mestrado e por sempre estarem me motivando.

### ***Ao meu adorável “chato de galocha” Gustavo:***

Por estar do meu lado o tempo todo me ajudando a enfrentar muitas batalhas da vida pessoal, à conclusão desse mestrado e a todo amor, confiança, motivação, momentos felizes, mimos, presentes e surpresas dispensados a mim.

### ***As minhas amigas de infância:***

Que sempre me compreenderam e são minhas confidentes irmãs até os dias atuais, a mais de 24 anos.

### ***Aos meus queridos amigos do LMQ:***

Denominada “turminha do barulho”, por todos os momentos felizes e por todas as boas histórias que passamos juntos, agradeço em especial: ao Marcos Felipe (Gaúcho), Sâmia (Xâmia), Tito (Raule), Jú (Di-frént), Isadora (Isa), Samuel, Rodrigo, Jaime, Edgar, Eduardo (Inguia), Déia, Sabrina, Larissa, Mauro (Sófti) e em especial ao querido Jefferson, “paizão” do Laboratório e “quebrador de galhos” pela dedicação e amizade.

### ***Aos meus estagiários:***

Pelo nosso trabalho árduo em campo: Caio, Hevandro, Thiago (FAEF – Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça/SP) e à Jéssica, Karine e Jean (UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina – Lages/SC) – obrigada por tudo, pela ajuda e pelas aventuras: desde o encontro com as cascavéis, abelhas furiosas, eucaliptos com quedas malucas...

### ***Ao LEFS:***

Pelo empréstimo de alguns aparelhos, em especial à Juliana Biruel.

### ***Ao IPEF:***

Pela bolsa de mestrado concedida, pois sem a mesma nada teria se concretizado – gastos com material de campo, viagens, estagiários, etc...

***À APTA – Pólo Regional Alta Mogiana:***

Ao diretor Flávio Dutra Rezende, por ter me concedendo a área de pesquisa, material de campo, ajudantes, motosserristas, hospedagem, alimentação... Ao Toinzim, Antônio Carlos, Adalto, Chica (comédia), Fabinho, aos amigos da serraria artesanal - bons contadores de histórias e artistas natos: Sr. Anésio e Odair.

***Ao meu orientador e colaboradores:***

Prof. Dr. Edson José Vidal da Silva pelo aprendizado, paciência, dedicação e por ter me orientado neste estudo, apesar da minha “ausência”. Ao Prof. Dr. Flávio Gandara pelas dicas.

***Agradeço e dedico, muito obrigada.***

Botas: as botas apertadas são uma das maiores venturas da terra, porque, fazendo doer os pés, dão azo ao prazer de descalçá-las. E o tempo... O tempo caleja a sensibilidade.

Machado de Assis



## SUMÁRIO

RESUMO.....	13
ABSTRACT .....	15
1 INTRODUÇÃO GERAL .....	17
1.1 Apresentação .....	17
1.2 Introdução .....	18
1.2.1 Áreas Florestais Plantadas.....	18
1.2.2 Efeitos na Biodiversidade .....	20
1.3 Objetivo Geral .....	22
1.4 Objetivos específicos.....	22
1.5.1 Localização e caracterização da área de estudo .....	23
1.5.2 Procedimentos de campo.....	24
1.5.3 Levantamento planimétrico e amostragem.....	24
1.5.4 Descrição da área .....	24
1.5.5 Coleta de dados .....	25
1.6 Análise dos dados dos eucaliptos e dos indivíduos arbóreo-arbustivos da regenerados .....	27
1.7 Determinações do Índice de Área Foliar .....	28
1.8 Operação de derrubada e impactos imediatos.....	28
Referências .....	29
2.1 Povoamentos de eucalipto .....	33
2.2 Regeneração no sub-bosque de eucalipto.....	34
2.3 Composição florística e fitossociologia.....	37
2.3.1 Floresta estacional semidecidual.....	38
2.3.2 Cerrado stricto sensu .....	39
2.4. Índice de área de vegetação foliar.....	40
2.5 Impactos na exploração madeireira.....	42
Referências .....	44
Resumo .....	53
Abstract .....	53
3.1 Introdução .....	54
3.2 Material e Métodos.....	56
3.2.1 Área de estudo .....	56
3.2.2 Caracterização florística, estrutural e dinâmica da regeneração.....	58
3.2.3 Coleta de dados .....	61
3.3 Processamento dos dados .....	62

3.3.1 Análise das variáveis dendrométricas da população de <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook .....	62
3.3.2 Análise das variáveis dendrométricas da regeneração natural.....	63
3.4 Resultados e Discussão .....	66
3.4.1 Análise das variáveis dendrométricas da população de <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook .....	66
3.4.2 Análise da composição florística amostrada no povoamento de <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.....	67
3.5 Análise da estrutura horizontal amostrada das espécies regeneradas no povoamento de <i>Eucalyptus citriodora</i> .....	73
3.6 Índices de diversidade e similaridade amostrada das espécies regeneradas no povoamento de <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.....	74
3.7 Distribuições das classes de DAP amostradas das espécies regeneradas no povoamento de <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.....	75
3.8 Fatores determinantes da regeneração natural e comparações das espécies regenerantes com ocorrência nas três classes de diâmetro.....	76
3.9 Análises de estudos já realizados no Brasil em formações florestais semelhantes do estudo em questão .....	78
3.10 Conclusões .....	81
Referências.....	81
<b>4 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS IMEDIATOS NA REGENERAÇÃO NATURAL E A VARIABILIDADE DO ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR NA DISPONIBILIDADE DE RADIAÇÃO SOLAR.....</b>	<b>89</b>
Resumo .....	89
Abstract.....	89
4.1 Introdução.....	90
4.2 Índice de área de vegetação foliar.....	93
4.3 Material e Métodos .....	96
4.3.1 Operação de derrubada.....	96
4.3.2 Determinação dos impactos imediatos.....	97
4.4 Determinação do índice de área foliar .....	99
4.4.1 Descrição do Equipamento.....	99
4.4.2 Procedimento de Coleta de IAF .....	100
4.4.3 Obtenção do Índice de Área Foliar .....	101
4.5 Resultados e Discussão .....	101
4.5.1 Análise da Variável Derrubada .....	101
4.5.2 Análise dos danos ocasionados.....	104
4.5.3 Impactos no Índice de Área Foliar .....	111
4.6 Conclusões .....	113
Referências.....	115

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	121
5.1 Perspectivas futuras.....	121
Referências .....	123
APÊNDICES.....	125



## RESUMO

### **Avaliação de impactos imediatos da retirada de eucalipto em sub-bosque avançado, na APTA – Pólo Regional Alta Mogiana, município de Colina/SP**

Diversos estudos realizados nas últimas duas décadas sugerem que plantios florestais comerciais têm sido apontados como catalisadores da regeneração natural em seu sub-bosque, contribuindo para a conservação da biodiversidade. Com a finalidade de obter uma visão multifacetada sobre as condições da regeneração natural efetuou-se o estudo sobre a sua composição formada em um antigo talhão de *Eucalyptus citriodora* Hook com mais de 60 anos e quais os impactos imediatos ocasionados nesse sub-bosque com a retirada de alguns indivíduos de eucalipto. O estudo foi realizado em 10.000 m<sup>2</sup>, aplicando o censo das árvores de eucalipto. Para o levantamento da regeneração natural, foram amostradas 20 parcelas de 10 x 10 m, com área amostral de 2.000 m<sup>2</sup>. Os indivíduos foram identificados e medidos a partir do DAP (diâmetro na altura de 1,30 m do solo) em 3 classes de diâmetro: Classe 1: Indivíduos com DAP  $\geq 5,0$  cm, Classe 2: Indivíduos  $\geq 1$  cm  $< 5,0$  cm e Classe 3: Contagem dos indivíduos  $> 0,50$  cm de altura. O reconhecimento do sub-bosque foi necessário para serem compilados com literaturas semelhantes e considerando a deficiência de estudos sobre danos causados na regeneração natural e na dinâmica do dossel sob plantios florestais comerciais, os objetivos deste trabalho foram: identificar, qualificar e quantificar os danos imediatos causados pela exploração florestal sobre a estrutura da regeneração no momento da derrubada dos eucaliptos, com a finalidade de gerar informações básicas a respeito da determinação de impactos imediatos e a diferenciação do índice de área foliar (IAF) ocorrido nas clareiras formadas. A estimativa foi realizada através do Índice de Área Foliar Real (m<sup>2</sup> folha m<sup>-2</sup> solo) coletados com o aparelho LAI-2000 antes e depois da derrubada. Para a medição dos impactos, foi calculada a quantidade de área basal e volume que foram explorados. As análises mostraram que os danos causados não possuíram relação direta com a quantidade de área basal retirada e sim em relação ao volume. Quanto à variação do IAF as análises estatísticas mostraram que as mudanças de valores pela perda de dossel foram significativas após a derrubada.

Palavras-chave: Plantio comercial; Eucalipto; Regeneração natural; Impactos imediatos; Índice de área foliar



## ABSTRACT

### **Evaluation of immediate impacts of the eucalyptus removal in advanced understory at APTA – Regional Pole Alta Mogiana, municipality of Colina, São Paulo.**

Researchers conducted over the past two decades suggest that commercial forest plantations have been singled out as catalysts of natural regeneration in their understory, contributing to biodiversity conservation. With the purpose of obtaining a multi-faceted vision about the conditions of natural regeneration, study on its composition formed in an ancient plot of *Eucalyptus citriodora* Hook with more than 60 years and which the immediate impacts caused in the understory with the withdrawal of some individuals of eucalyptus. The study was conducted in 10,000 square meters, where the census was conducted of eucalyptus trees. For the survey of natural regeneration, we sampled 20 plots of 10 x 10m, with sampling area of 2000 m<sup>2</sup>. The individuals were identified and measured from the DBH (diameter at height of 1.30 m above the ground) in 3 diameter classes: Class 1: Individuals with DBH ≥ 5.0 cm; Class 2: Individuals ≥ 1 cm and 5.0 cm; and Class 3: count of 0.50 cm tall individuals. The recognition of the understory was required to be compiled with similar literatures and considering the lack of studies on damage caused in natural regeneration and the dynamic in canopy of commercial forest plantations, the goals of this work were: identify, qualify and quantify the immediate damage caused by forestry exploitation on the structure of the regeneration at the time of the eucalyptus felling, with the purpose of generate basic information about the immediate impact determination and the distinction of leaf area index (LAI) occurred in clearings formed. The estimate was accomplished through the Actual Leaf Area index (m<sup>2</sup> of leaf per m<sup>2</sup> of soil) collected with LAI-2000 before and after the removal of the trees. For measure the impacts, was calculated the amount of basal area and volume that were explored, ranging between treatments in 0.13 m<sup>2</sup> and 3.37 m<sup>3</sup>. The analyses showed that the damage caused had no direct relation with the amount of basal area withdrawal and had direct relation to the volume. About the IAF variation, the statistical analyses showed that the values change for the loss of canopy were significant after the removal of the trees.

Keywords: Commercial plantation; Eucalyptus; Natural regeneration; Immediate impacts; Leaf area index



## 1 INTRODUÇÃO GERAL

### 1.1 Apresentação

Esta dissertação foi realizada para fornecer informações sobre a caracterização florística, dinâmica da regeneração natural sob plantações florestais com exploração de retirada de eucalipto e análise do impacto imediato causado no sub-bosque de espécies nativas e no índice de área foliar, a fim de: **i)** melhorar a compreensão da estrutura e da dinâmica de sub – bosques em antigas unidades de produção de eucalipto; **ii)** determinar uma estimativa de impactos imediatos causados no subosque com a retirada de eucaliptos antigos; **iii)** comprovar que a manutenção da regeneração natural em plantios de exóticas pode ser uma alternativa para a restauração de áreas, conciliando a conservação com as atividades econômicas que podem ser atrativas aos produtores rurais. Sendo que as espécies cultivadas podem exercer vários efeitos catalisadores sobre a regeneração, como por exemplo, aspectos relativos à luminosidade incidente sobre o solo (cobertura do dossel); e **iv)** considerando os resultados obtidos, espera-se aplicá-los para áreas semelhantes, muito encontradas principalmente na região da Serra do Mar, no estado de São Paulo, fornecendo subsídio de pesquisa como ferramenta de auxílio para futuras formações de políticas públicas.

Esta dissertação será estruturada em 5 Capítulos:

1º capítulo: introdução geral do tema, apresentação do método, objetivos e área do projeto.

2º capítulo: revisão bibliográfica sobre os temas abrangidos.

3º capítulo: caracterização florística, estrutural e da dinâmica da regeneração do sub- bosque de espécies nativas em uma antiga unidade de produção de eucalipto em Colina, SP.

4º capítulo: Avaliação de impactos imediatos em sub-bosque avançado de uma antiga unidade de produção de eucalipto em Colina, SP.

5º capítulo: Considerações Finais.

## 1.2 Introdução

### 1.2.1 Áreas Florestais Plantadas

Durante muito tempo, extensas áreas florestais nativas foram e ainda tem sido sistematicamente destruídas no Brasil, muitas delas dando lugar às plantações florestais para fins industriais, principalmente ao Bioma Mata Atlântica.

O estado atual de devastação das florestas em regiões tropicais, e as grandes áreas degradadas, demonstram a necessidade urgente de intervenções para a reestruturação da biodiversidade e suas funções ecológicas (LAMB, 2005). Estima-se que em todo o mundo mais de 350 milhões de hectares de florestas tropicais primárias e secundárias já foram desmatados e outros 500 milhões de hectares foram severamente degradados (ITTO, 2002).

A fragmentação representa um grave entrave à sobrevivência do Bioma em longo prazo por uma série de fatores, tais como: o efeito de borda (ventos, queimadas, alta iluminação, introdução de espécies invasoras), que vai sufocando os fragmentos até a eliminação de boa parte de sua diversidade biológica; a degeneração genética das espécies da fauna e da flora em decorrência da interrupção do fluxo gênico (inexistência de corredores ecológicos); e o desaparecimento da fauna responsável pela polinização de certas espécies da flora representativas do Bioma (pela caça ou significativa redução de seu habitat pela conversão para outros usos do solo), com o conseqüente desaparecimento destas espécies florísticas (ISA, 2008).

Tal destruição assemelha-se também a controvérsia com relação ao papel desempenhado pelas plantações de eucalipto à disponibilidade e o uso de água das bacias onde estão plantados (FOEKEL, 2005).

O plantio do eucalipto em escala comercial data da primeira década do século XX, meados de 1904. Inicialmente, foi introduzido como monocultura destinada a suprir a demanda de lenha para combustíveis das locomotivas e dormentes para trilhos da Companhia Paulista de Estradas de Ferro. Além disso, era utilizado para a produção de mourões de cercas e postes margeando a ferrovia, fornecendo ainda o madeiramento para a construção das estações e vilas. Do Estado de São Paulo, o plantio de eucalipto se estendeu para todo o centro e sul do País (Assembléia Legislativa do Estado de Minas Gerais – 2004). Dos 470 mil hectares de eucaliptos plantados no País entre 1909 e 1966, 80% concentravam-se em São Paulo. Ao adquirir novas terras em 1909, a Cia. Paulista de Estradas de Ferro iniciou o plantio

de eucalipto em escala comercial. Foram obtidas sementes de 144 espécies plantadas em diversos hortos da companhia, especialmente em Rio Claro, São Paulo. A partir de meados dos anos 1960, o governo adotou uma intensa política de incentivo fiscal para o reflorestamento, voltada para as grandes indústrias siderúrgicas e de papel e celulose (Ciclo de Debates sobre Eucalipto – Assembléia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2004).

Em meados da década de 1980, com o fim dos incentivos fiscais, as empresas florestais fizeram investimentos para manter a produção própria, conforme determina a lei, e se associaram às universidades públicas para o desenvolvimento tecnológico. Apesar do grande passivo herdado das práticas adotadas, observa-se uma grande evolução das técnicas de gerenciamento ambiental e de inserção social dos produtores de matéria-prima florestal (Ciclo de Debates sobre Eucalipto – Assembléia Legislativa do Estado de Minas Gerais).

Estima-se que a taxa de evapotranspiração de uma plantação de eucalipto seja equivalente à precipitação pluviométrica, em torno de 800 a 1.200mm/ano (FOELKEL, 2005). Esse consumo de água, entretanto, não significa que o eucalipto seca o solo, da região onde fora implantada, tampouco impacta os lençóis freáticos. Isso porque o secamento do solo em florestas de eucalipto depende não somente do consumo de água pelas plantas, mas também da precipitação pluviométrica da região e do cultivo. Davidson (1993) ressalta que em locais com precipitação pluviométrica inferior a 400 mm/ano o eucalipto pode causar secamento do solo ao utilizar reservas de água.

Andrade (2006) desmente também que as florestas plantadas causariam grandes erosões e perdas de solo e que isto é um fator favorável do eucalipto, pois há menos perda de solo. O solo fica protegido porque o ciclo de produção do eucalipto é maior do que a agricultura, que trabalha com espécies anuais e, além disso, a agricultura usa mais agrotóxicos do que as florestas plantadas. A plantação florestal recobre consideravelmente o solo, diminuindo as chances de erosão. O terreno é pouco atingido de maneira direta com as chuvas, principalmente se comparado com algumas espécies agrícolas.

### 1.2.2 Efeitos na Biodiversidade

O Brasil registrou a maior perda absoluta de floresta no mundo entre 2000 e 2005, representando 42% de hectares de mata cortada. A conclusão é da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2005) que destaca que os lucros com a expansão da agricultura e do etanol continuarão a predominar nos próximos anos sobre a tentativa de frear o desmatamento e toda a América do Sul continuará a perder sua cobertura florestal. No mundo, a FAO alerta que a crise internacional deve aumentar a vulnerabilidade das florestas e assim diminuir os financiamentos para projetos ambientais.

Entre 2000 e 2005, 200 quilômetros quadrados de florestas foram perdidos no mundo a cada dia e o temor é de que os investimentos em manejo sustentável sejam substituídos por uma exploração ilegal de madeira. Segundo a FAO, o Brasil perdeu 3,1 milhões de hectares de florestas por ano no período. Isso significou uma redução anual de 0,6% na cobertura florestal. O órgão da ONU informou que o País observou uma aceleração no desmatamento em comparação ao período entre 1995 e 2000. Naqueles anos, a perda de floresta foi de 2,6 milhões de hectares por ano, 0,5% da cobertura (FAO, 2005).

Esse processo tem trazido várias conseqüências para a humanidade, dentre as quais, a perda da biodiversidade, que preocupa a comunidade científica em todo o mundo (WUNDERLE, 1997; YOUNG, 2000). Se por um lado, esses habitats contêm mais da metade das espécies da biota mundial, por outro apresenta, as mais altas taxas de degradação, resultando na extinção de muitas espécies, e, conseqüentemente na perda da diversidade biológica (WUNDERLE, 1997).

Considerando o aumento da conscientização ambiental, dentro da legislação, existem hoje meios que limitam o direito da propriedade em prol do meio ambiente. As exigências legais e o comportamento do mercado exigem de diversos setores da economia, inclusive florestal, uma nova postura em relação o meio ambiente. No setor florestal, tal postura tem se ajustado a adequação ambiental de atividades produtivas. Promovendo uma reorganização de espaço agrícola, como áreas de preservação permanente e de reserva legal, que antes eram ocupadas por atividades agrícolas ou florestais, contrárias à legislação, deverão ser restauradas, de forma a promover uma nova ocupação com florestas naturais, de acordo com o ecossistema regional.

Nas últimas décadas, as pesquisas sobre recuperação e reabilitação de áreas e ecossistemas degradados têm evoluído muito no Brasil. À medida que o conhecimento sobre a estrutura e o funcionamento das florestas tropicais avança, muitos conceitos ecológicos são incorporados às práticas, contribuindo para o desenvolvimento de novos paradigmas na restauração (ENGEL; PARROTA, 2003)

Para o entendimento dos mecanismos de manutenção da sustentabilidade das diversas tipologias florestais, ou dos mecanismos que promovem a restauração de áreas degradadas, são importantes os estudos sobre a dinâmica e a estrutura dos fragmentos remanescentes. Necessariamente deve existir o conhecimento da composição florística e da fitossociologia desses tipos de florestas, bem como a caracterização dos fatores que influenciam tais diferenças.

O caso específico que foi investigado nessa dissertação está relacionado às áreas de formações florestais naturais que foram substituídas por plantios de *Eucalyptus sp.*, implantados por volta da década de 50, objetivando o fornecimento de biomassa e consumo local como subsídio o fornecimento de matéria prima para construção de muitos artefatos utilizados na fazenda do governo.

A justificativa clara para avaliação destes impactos fundamenta-se no grande quadro nacional e no estado de elevada ocorrência dessas condições, como antigas unidades de produção de eucalipto abandonadas com presença de sub-bosque denso e em alta regeneração, ou diferentes estágios de regeneração, em diferentes áreas, tais como: empresariais, pesquisa, unidades de conservação e até mesmo em áreas ciliares.

Estima-se que a áreas de reflorestamentos com espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinnus* são de aproximadamente 800.000 hectares e em decorrência de serem manejados em ciclos de média a longa duração, variando de 6 a 28 anos, asseguram melhores condições de estabelecimento de espécies nativas no sub-bosque, comparativamente a outras formas de uso de solo com ciclos mais curtos e de manejos mais intensos, o que caracteriza as principais culturas agrícolas do Estado de São Paulo.

Este aspecto é de grande importância para a manutenção da biodiversidade, mantendo o patrimônio genético vegetal e proporcionando melhores condições de sobrevivência da fauna silvestre local assegurando abrigo e alimentação. Além disso, a caracterização da vegetação natural que cresce nesses povoamentos pode

ser considerada com referência para implantação de povoamentos com espécies florestais nativas, visando à recuperação de áreas degradadas, a manutenção do controle biológico, à conservação do solo e quais os impactos que seriam causados nesta vegetação com a retirada dos eucaliptos.

Estudos recentes sobre regeneração natural de plantas nativas sob plantações de árvores exóticas e até mesmo nativas cultivadas, têm demonstrado que em determinadas circunstâncias elas podem ser consideradas redutos de biodiversidade. As implicações dessas descobertas conduzem à necessidade de se rever as plantações florestais e seu manejo pelo prisma de ciências mais contemporâneas, como a Biologia da Conservação, a Ecologia da Paisagem e a Ecologia da Restauração (VIANI, 2010).

### **1.3 Objetivo Geral**

O objetivo geral desta dissertação foi avaliar os impactos imediatos na regeneração natural da vegetação arbórea em sub-bosque de *Eucalyptus citriodora* Hook.

### **1.4 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos deste estudo são:

- (i) Caracterizar a área quanto à distribuição dos eucaliptos e a estrutura das espécies arbóreo-arbustivas de Floresta Estacional Semidecidual com mancha do Cerrado *stricto sensu* regenerada em um antigo povoamento de *Eucalyptus citriodora* Hook,
- (ii) Avaliar as diferenças entre os danos imediatos que ocorreram durante as operações de exploração;
- (iii) Avaliar os danos no dossel que ocorrem durante as operações de exploração; e responder à seguinte questão: Existiram diferenças estatísticas entre os impactos imediatos ocorridos com a porcentagem de colheita que foram testados? O que estas diferenças representam?

## 1.5 Material e Métodos

### 1.5.1 Localização e caracterização da área de estudo

A área do estudo é pertencente ao Pólo Regional Alta Mogiana (PRAM), Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) do Departamento de Descentralização do Desenvolvimento (DDD) vinculada a Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo. A APTA está localizada no norte do Estado, município de Colina, com as seguintes coordenadas: latitude de 20°42'47" Sul, longitude 48°34'15" Oeste e com altitude de 605 metros acima do nível do mar, figura 1.

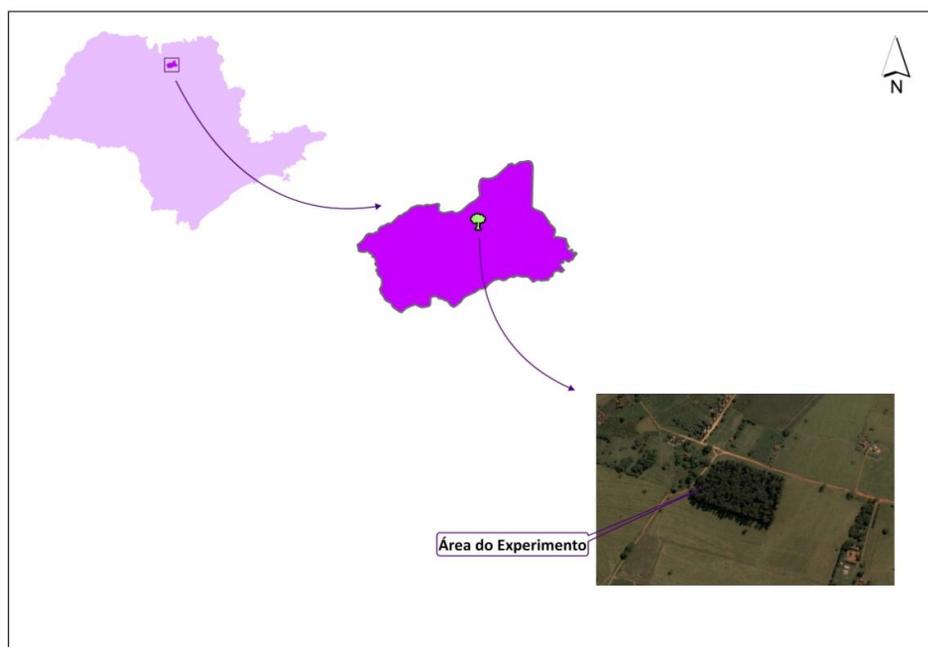


Figura 1 - Localização da área de pesquisa – na APTA – Pólo Regional Alta Mogiana – município de Colina – São Paulo

O clima da região segundo classificação de Köepen (1948) é do tipo Aw, definido como tropical de verão chuvoso e inverno seco, com temperatura média mensal variando de 19,4 a 24,8°C durante o ano. A precipitação pluviométrica anual média é de 1.363 mm, com período de maior concentração de outubro a março e precipitações mais espaçadas com menores intensidades de abril a setembro (PORTAL DA PREFEITURA DA CIDADE DE COLINA, 2010). Segundo pesquisas da Embrapa (2006), o solo é classificado como latossolo vermelho, eutrófico, argissólico, textura média, hipoférrico, muito profundo, fase arenosa.

O relevo da região é caracterizado por antiga área de pastagem com relevo colinoso do tipo ampla onde predominam topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos e convexos, possui drenagem de baixa densidade e planícies aluviais interiores e restritas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2000). A APTA/Colina e arredores ocupam áreas correspondentes a região de domínio do bioma Mata Atlântica, com fitofisionomia da Floresta Estacional Semidecidual com mancha de Cerrado - fitofisionomia *stricto sensu* (INSTITUTO FLORESTAL - IF, 2009).

O fragmento objeto deste trabalho possui 5,6 ha de povoamento de *Eucalyptus citriodora*, com árvores de até 60 anos de idade, segundo histórico da área. O espaçamento original do plantio é de 3 x 2 metros, porém em alguns lugares, operações de extração foram altamente realizadas e em outros pontos apresentaram indivíduos desarraigados com o vento apresentando grande porcentagem de queda, descaracterizando um plantio retilíneo. Mais detalhes sobre a área de estudo estão no capítulo III.

### **1.5.2 Procedimentos de campo**

#### **1.5.3 Levantamento planimétrico e amostragem**

Foi realizado o levantamento planimétrico da área do estudo, através dos ângulos azimutes com o aparelho hipsômetro de suunto e a mensuração com o diastímetro (trena) e em cada ponto a fixação da baliza (2 metros), servindo como referência. Para obter um alinhamento criterioso foi preciso analisar a angulação dos pontos seguintes, ou seja, quanto maior a severidade do ângulo, mais próximo a baliza devia estar em relação à anterior e quanto mais reto o ângulo, mais longe as balizas foram alinhadas. Com o dimensionamento da área concretizado, em seguida, mensurou e excluiu 20 metros do limite externo do fragmento, realizado para evitar efeitos de borda, diminuindo a área para 3,6 ha. O procedimento foi feito através do diastímetro (trena) e com o medido de distâncias DME, seguindo seus respectivos rumos para cada vértice, através do hipsômetro de suunto e demarcação com “fita zebrada”.

#### **1.5.4 Descrição da área**

O trabalho foi realizado em 10.000m<sup>2</sup>, na forma de amostragem sistemática, de acordo com Scolforo e Mello (1997) realizando censo dos eucaliptos. A dimensão

da área foi demarcada com estacas de eucalipto com 2 metros de altura e delimitada por barbante. Para as parcelas da amostragem da regeneração, foram lançadas 10 parcelas com intervalo de 20 metros entre o próximo lançamento das outras 10 parcelas, totalizando 20 parcelas. Segundo Loetsch, Zöhner e Haller (1973), citado por Mantovani et al. (2005) com a amostragem sistemática obtém-se um modelo sistemático e uniforme. Em toda a área delimitada foi realizado o censo total dos eucaliptos.

Para o levantamento florístico e análise de estrutura foi utilizado o método de parcelas (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974). Foram alocadas 20 parcelas. Cada parcela apresentou 10 x 10 m (100 m<sup>2</sup>), e a área amostral do experimento foi de 0,2 hectares. De acordo com Rodrigues (1989), as parcelas de 10 x 10 metros têm-se mostrado adequadas em trabalhos fitossociológicos de formações florestais. As unidades amostrais foram posicionadas de acordo com os respectivos ângulos retos dos azimutes no hipsômetro de suunto, composto de 4 vértices com um alinhamento de 10 metros cada, medidos com diastímetro, formando um quadrado. As parcelas foram demarcadas por estacas de eucalipto de 1 metro de altura e delimitada por barbante. O intervalo amostral entre as parcelas foi de 10 metros. Mais detalhes, figuras e imagens da área estão no capítulo III.

#### **1.5.5 Coleta de dados**

Todos os indivíduos de *Eucalyptus citriodora* foram identificados, medidos altura e diâmetro e numerados com tiras de tecido não tecido (TNT) e fita zebreada. Quanto à coleta de dados dos indivíduos arbóreo-arbustivos regenerados no povoamento eles foram distribuídos em 3 classes de diâmetro:

Classe 1: Indivíduos adultos com DAP  $\geq$  5,0 cm;

Classe 2: Indivíduos  $\geq$  1 cm < 5,0 cm e

Classe 3: Contagem dos indivíduos > 0,50 cm de altura.

A marcação com o número dos indivíduos foi realizada no fuste também com pano TNT de coloração vermelha. Cada indivíduo recebeu sua numeração demarcada na tira de tecido com caneta permanente, sendo numerados de forma crescente em cada parcela.

A altura (H) foi estimada por meio do método de projeção de ângulos iguais, tendo auxílio de uma caneta e uma baliza de 2 metros, conforme citado por Scolforo

e Figueiredo Filho (1998). A listagem das espécies nas parcelas quando possível era identificada pela equipe, porém quando não conhecida, o material botânico do indivíduo era coletado para a comparação com guias especializados (LORENZI 2000, 2002; CARVALHO, 2003, 2006), acervos no herbário do Departamento de Ciências Biológicas (DCB) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) e consulta com especialistas. A classificação foi feita segundo o sistema Angiosperm Phylogeny Group II (APG II) (SOUZA; LORENZI, 2005).

Para estudo da estrutura e composição florística da regeneração natural utilizou-se de 2 sub-unidades amostrais, alocadas dentro de 20 unidades amostrais. A sub-parcela (1) com dimensionamento de 10m x 2m, consistiu em avaliar os indivíduos da Classe 2: Indivíduos  $\geq 1$  cm < 5,0. Enquanto a sub-parcela (2) com dimensionamento de 2m x 2m avaliou apenas indivíduos da Classe 3: Contagem dos indivíduos > 0,50 cm de altura, mais detalhes no capítulo III.

Em cada subunidade (classe 2 e 3) foi realizada a análise da estrutura vertical da espécie arbustiva em via de regeneração, abrangendo os indivíduos com dimensões entre 0,5m de altura, e as espécies com Circunferência a Altura do Peito menor de 15,7cm (5 cm de DAP “Diâmetro a Altura do Peito”). Todos os indivíduos amostrados também foram demarcados e numerados em ordem crescente. De modo a possibilitar posteriormente a identificação destes indivíduos, permitindo assim o acompanhamento de seu desenvolvimento e futuros estudos. O material botânico também foi coletado para reconhecimento e identificação taxonômica através da comparação de exsicatas do herbário da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

Os indivíduos foram classificados de acordo com sua família, nome científico, nome popular, sua origem e classes sucessionais. Similarmente ao estudo da estrutura horizontal, considerando os indivíduos do estoque de crescimento e de exploração, para a regeneração natural foram estimados parâmetros absolutos e relativos da Densidade e da Freqüência, para cada espécie, conforme metodologia propostas por Scolforo (1998) em referência a Finol (1971). Uma diferença básica no estudo da regeneração natural, quando comparada com as análises que consideram os indivíduos adultos, é que não se estima parâmetros relativos à dominância pelo fato de não se ter valores expressivos de diâmetros neste nível de abordagem (SCOLFORO, 1998).

Os resultados dendrométricos e botânicos das espécies arbustivas/ arbóreas regeneradas no povoamento de *Eucalyptus citriodora* no fragmento do estudo foram tabelados para cada uma das parcelas em uma planilha de campo para serem analisados, aspirando aos resultados da vegetação regenerante.

### **1.6 Análise dos dados dos eucaliptos e dos indivíduos arbóreo-arbustivos da regenerados**

A fim de descrever os eucaliptos encontrados, determinaram-se seus parâmetros estruturais.

Para os eucaliptos encontrados dentro da área amostral (100 x 100m) foram coletados os seguintes dados: DAP e a altura. Eles foram quantificados quanto à área basal encontrada ( $m^2$ ) e a área basal explorada ( $m^2$ ) e seu volume ( $m^3$ ) antes e depois da derrubada e sua quantificação percentual.

Para as espécies regeneradas amostradas nas parcelas 10m x 10m, foram classificadas quanto a sua família, nome científico, nome popular, origem. As espécies nativas foram classificadas quanto à respectiva fitofisionomia. Também foram classificadas as espécies, em relação à principal síndrome de dispersão e a classe sucessional. A classe sucessional das espécies encontradas nas unidades amostrais do fragmento foi definida em relação à região, segundo dados da literatura, notadamente por Tabarelli, Villani e Mantovani (1994), Lorenzi (1998, 2002), Carvalho (2003, 2006) e Martins (2009).

Foram utilizados os dados de diâmetro de todos os indivíduos medidos em todas as parcelas para a comunidade da vegetação, seguindo a metodologia de Scolforo e Figueiredo Filho (1998), agrupando em classes de diâmetro, sendo realizado a partir do diâmetro mínimo e máximo de medição da floresta e para a amplitude da classe diamétrica adotou-se 3 cm, de acordo com os valores obtidos, realizou-se o gráfico de histograma de frequência das classes diamétricas, com número de indivíduos por classe e as distribuições da classe de diâmetro (cm).

Na análise fitossociológica para as espécies arbóreo-arbustivas foram calculados a estrutura horizontal, utilizando os parâmetros quantitativos de densidade absoluta e relativa, frequência absoluta e relativa, índice de valor de cobertura e importância, índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e o índice de similaridade de Jaccard (ISJ), conforme Mueller-Dombois e Ellenberg (1974),

Scolforo e Mello (1997), Scolforo (1998). Foram calculados os valores de distribuição diamétrica, fitossociologia, índice de diversidade e similaridade e obtenção dos gráficos a partir do programa estatístico R- tutor e excel. Também foram descritos os fatores determinantes da regeneração natural e comparações das espécies nativas com ocorrência nas três classes de diâmetro, objetivando identificar as espécies semelhantes que ocorreram nas parcelas.

### **1.7 Determinações do Índice de Área Foliar**

O Índice de Área Foliar (IAF) foi determinado com auxílio do aparelho Ceptômetro LAI-2000, que consiste em um método não destrutivo. O procedimento da coleta seguiu-se os parâmetros necessários e indicados para o aparelho, descritos no Capítulo IV desta dissertação. Foram analisados a determinação do índice de área foliar, a descrição de uso do aparelho e o procedimento de coleta do IAF. Através dos resultados obtidos para o IAF de cada espécie pode-se relacioná-lo a estrutura e florística da regeneração natural do sub-bosque, buscando-se a relação da ocorrência das espécies com a luminosidade incidente sobre as mesmas.

### **1.8 Operação de derrubada e impactos imediatos**

Segundo a Fundação Florestal Tropical, a exploração de impacto reduzido é assim chamada por comparação com as explorações de alto impacto e de baixo impacto. Por alto impacto entende-se a exploração convencional, destrutiva, e por baixo impacto a exploração tradicional, realizada há séculos.

Em relação à operação de abate dos indivíduos de *Eucalyptus citriodora*, foi utilizado um sistema semelhante ao manejo florestal com exploração de impacto reduzido (MF-EIR). Porém devemos denotar a dificuldade encontrada de direcionar a queda destes indivíduos em direção as áreas delimitadas. Os eucaliptos, por possuírem idade muito avançada já possuíam uma direção de queda pré-determinada (influenciada pela ação de ventos fortes, chuvas e demais intempéries), muitas vezes não exclusivamente para o meio das parcelas, de modo que alguns deles acabaram não causando grandes impactos no sub-bosque simplesmente pelo fato de não terem atingido toda a área da parcela onde caiu, afetando apenas parte dela, ou caindo em algum de seus cantos. A partir dos dados obtidos foram feitas estimativas de danos para toda área experimental e analisados cada tipo de danos quanto à intensidade e ocorrência.

Na operação de derrubada foi utilizado o corte semi-mecanizado, com auxílio de um motosserrista e de um auxiliar, cedidos pela administração da fazenda. Como equipamentos foram utilizadas duas motosserras com diferentes tamanhos de sabre, cunhas e uma marreta para auxiliar no direcionamento da queda. Foram selecionados apenas 8 eucaliptos para serem abatidos. Segundo a experiência do motosserrista, o mesmo garantiu que seria impossível direcionar a queda de demais indivíduos que já se encontravam inclinados para lados contrários de dentro da área amostral, devido ao grau de inclinação ser acentuado e os indivíduos possuírem grandes diâmetros.

### Referências

ANDRADE, G.C. **Pesquisadores defendem cultivo de eucalipto**. Disponível em: <<http://www.parana-online.com.br/editoria/cidades/news/178588/>>. Acesso em: 19 out. 2010.

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Ciclo de Debates sobre Eucalipto** – Deputado Mauri Torres, 2004.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: EMBRAPA Floresta, 2003. v. 1, 1039 p.

\_\_\_\_\_. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: EMBRAPA Floresta, 2006. v. 2, 627 p.

DAVIDSON, J. Ecological aspects of *Eucalyptus* plantation. **Proceedings Regional Expert Consultation on *Eucalyptus***, Bangkok, v. 1, p. 4-8, 1993.

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, SPI; Rio de Janeiro: Embrapa, Solos, 2006. 306 p.

ENGEL, V.L.; PARROTA, J.A. Definindo restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P.Y. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 1-19.

FAO. **Global forest resources assessment 2005**: progress towards sustainable forest management. Rome, 2005. p. 75-94.

FOELKEL, C. Minerais e nutrientes das árvores dos eucaliptos: Aspectos ambientais, fisiológicos, silviculturais e industriais acerca dos elementos inorgânicos presentes nas árvores. ***Eucalyptus Newsletter***, Porto Alegre, n. 2, 133 p., 2005.

FUNDAÇÃO FLORESTAL TROPICAL. **Manejo florestal sustentável e exploração de impacto reduzido na Amazônia Brasileira**. Disponível em:

<<http://www.sotreq.com.br/artigostecnicos/manejo-sustentavel.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas nacional do Brasil**. Rio de Janeiro, 2000.

INSTITUTO FLORESTAL. **Inventário florestal da vegetação nativa do Estado de São Paulo**. 2009. Disponível em: <<http://www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp/estadosaopaulo/Colina.pdf?baixopardogrande=Colina.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2010.

INSTITUTO SÓCIO-AMBIENTAL. **Dossiê Mata Atlântica 2001**: projeto monitoramento participativo da Mata Atlântica. Disponível em: <[http://www.socioambiental.org/banco\\_imagens/pdfs/54.pdf](http://www.socioambiental.org/banco_imagens/pdfs/54.pdf)>. Acesso em: 15 fev. 2011.

INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION. **Guidelines for the restoration, management and rehabilitation of degraded and secondary tropical forests**. Yokohama, 2002. 84 p.

KÖEPEN, W. **Climatologia**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 317 p.

LAMB, D.; TOMLINSON, M. Forest rehabilitation in the Asia-Pacific region: past lessons and present uncertainties. **Journal of Tropical Forest Science**, Kepong, v. 7, n. 1, p. 157-170, 1994.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 352 p.

\_\_\_\_\_. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas Brasil. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. v. 1, 368 p.

\_\_\_\_\_. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas Brasil. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v. 2, 384 p.

MANTOVANI, A.; REIS, A.; ANJO, A.; SIMINSKI, A. FANTINI, A. C.; PUCHALSKI, A.; QUEIROZ, M. H.; REIS, M. S.; CONTE, R. **Amostragem, caracterização de estádios sucessionais na vegetação catarinense e manejo do palmitreiro (*Euterpe edulis*) em regime de rendimento sustentável**: inventario e manejo florestal. Florianópolis: Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais, 2005. 37 p.

MARTINS, S.V. **Recuperação de áreas degradadas**: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração. Viçosa: Aprenda Fácil, 2009. 270 p.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley, 1974. 547 p.

PREFEITURA DE COLINA. **Precipitação pluviométrica de Colina**. 2010. Disponível em: <<http://www.colina.sp.gov.br>>. Acesso em: 18 set. 2010.

RODRIGUES, R.R. Análise estrutural das formações florestais ripárias. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, Campinas. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 99-119.

SCOLFORO, J.R.S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA; FAEPE, 1998. 438 p. (Curso de especialização pós-graduação "Lato Sensu" por tutoria à distância: Manejo de Florestas Plantadas e Florestas Nativas).

SCOLFORO, J.R.S.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Biometria florestal**: medição e volumetria de árvores florestais. Lavras: UFLA; FAEPE, 1998. 310 p. (Curso de especialização pós-graduação "Lato Sensu" por tutoria à distância: Manejo de Florestas Plantadas e Florestas Nativas).

SCOLFORO, J.R.S.; MELLO, J.M. **Inventário florestal**. Lavras: UFLA; FAEPE, 1997. 341 p. (Curso de especialização pós-graduação "Lato Sensu" por tutoria à distância: Manejo e planejamento florestal).

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 704 p.

TABARELLI, M.; VILLANI, J.P.; MANTOVANI, W. Estudo comparativo da vegetação de dois trechos de floresta secundária no Núcleo Santa Virgínia, Parque Estadual da Serra do Mar, SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 6, p.1-11, 1994.

VIANI, R.A.G.; DURIGAN, G.; MELO, A.C.G. A regeneração natural sob plantações florestais: desertos verdes ou redutos de biodiversidade? **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 533-552, 2010.

WUNDERLE JR., J.M. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, p. 223-235, 1997.

YOUNG, T.P. Restoration ecology and conservation biology. **Biological Conservation**, Kente, v. 92, p. 79-83, 2000.



## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Povoamentos de eucalipto**

As florestas homogêneas de eucalipto são as mais plantadas pelo homem em várias partes do mundo, embora seja exótica no Brasil, ocupa uma extensa área (VITAL, 2007). Estima-se que atualmente 4,26 milhões de hectares no Brasil, sejam ocupados com a cultura, sendo o país com maior área ocupada com esse tipo de plantio (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF, 2009).

Isso ocorre devido ao seu crescimento rápido (espécie pioneira), aliado a capacidade de crescer em solos de baixa fertilidade e a crescente demanda mundial de madeira, com diversas finalidades a sua cultura, principalmente para usos como: energia, papel e celulose, madeira serrada, laminados e também muito utilizado na zona rural, como: postes, moirões, porteiras, pontes entre outros (ROCKWOOD et al., 2008). O cultivo de florestas homogêneas tinha como objetivo principal suprir a demanda por energia e, de certa forma auxiliou na redução da exploração de florestas nativas, em relação a demanda por energia, sendo que 80% da madeira destinada a energia era retirado de florestas nativas em 1988, sendo que esse percentual caiu para 54% até 2005 (LIMA, 1993; IBGE, 2007).

Embora isso possa parecer lógico, na realidade constata que as plantações são, em geral, mais um fator de desmatamento; nesse caso o impacto é enorme, pelo fato de extensas áreas florestais naturais serem substituídas por reflorestamentos homogêneos, principalmente a cultura do eucalipto. Um dos maiores problemas em relação à modificação, é a quebra da biodiversidade (POGGIANI, 1996; ALVES; TOLEDO; GUSMAN, 1999). Segundo Barden, Jeanrenaud e Secker-Walker (1993), os efeitos das plantações florestais sobre a biodiversidade varia muito em função do ecossistema natural primitivo, do manejo e das técnicas silviculturais empregadas.

De acordo com Vital (2007), as implicações que consistem na biodiversidade são a redução da fauna e na sua uniformidade estrutural devido a utilização de uma única espécie arbórea, ocorrendo esse desequilíbrio biológico provocados por essas plantações homogêneas, dando lugar freqüentemente, ao surgimento de pragas. A suposta aplicação de defensivos agrícolas no solo em plantios de eucalipto parece

estar associada imagem de povoamentos com pouca vegetação (CARNEIRO, 2002). Com todos esses fatores interferindo nos “serviços ambientais”, os cultivos de eucalipto podem ser definidos como “deserto verde”, ou seja, sem a presença da diversidade biológica (VITAL, 2007).

Porém se ocorrer condições ambientais favoráveis em geral, de acordo com Vital (2007), a riqueza biológica das plantações de eucalipto, não deixa de existir, sendo capazes de oferecer habitats seguros para uma extensa gama de espécies de pássaros, pequenos mamíferos, microflora e fauna, bem como rico o desenvolvimento vegetal denominado sub-bosque.

Com esses fatores favorecendo, em muitas plantações de monocultura de eucalipto em todo o Brasil, tem sido observada a formação de um sub-bosque de espécies nativas, a partir de regeneração natural, com apreciável diversidade de espécies florestais nativas (CALEGARIO et al., 1993; SILVA JÚNIOR; SCARANO; CARDEL, 1995; NERI et al., 2005). As pesquisas realizadas têm contribuído para derrubar a idéia de que as monoculturas com espécies florestais comerciais são verdadeiros “desertos verdes”. Embora os resultados dos estudos indiquem que plantios mistos com espécies nativas em geral são mais eficazes para promover o aumento da biodiversidade (LAMB, 1998; RODRIGUES, 1999; SOUZA, 2000).

## **2.2 Regeneração no sub-bosque de eucalipto**

A regeneração natural (estrato regenerativo) é a forma mais antiga e natural de renovação de uma floresta, pois é a reposição das espécies e o surgimento de outras, conforme o nível de desenvolvimento dos estágios sucessionais (DURIGAN et al., 1997; SARTORI, 2001). De acordo com Daniel; Jankauskis (1989); Botelho e Davide (2002), os fatores e o entendimento dos processos de regeneração natural de florestas são importantes para o sucesso do seu manejo, o qual necessita de informações básicas em qualquer nível de perturbação.

Numerosos estudos nos últimos 25 anos têm indicado que plantações de eucalipto podem acelerar a regeneração natural da vegetação nativa em seu sub-bosque. Tanto no Brasil quanto em outras partes do mundo, facilitaria o processo de sucessão secundária, apresentando grande importância para a recuperação e conservação do ecossistema. Dependendo da forma como são manejados os plantios, a espécie e a idade do povoamento de eucalipto, os mesmos quebram as diferentes barreiras que impedem ou dificultam a regeneração natural da vegetação

nativa no sub-bosque, “catalisando” assim o processo de restauração florestal (SARTORI, 2001; CARNEIRO, 2002; SARTORI; POGGIANI; ENGEL, 2002; SAPORETTI JÚNIOR; MEIRA NETO; ALMADO, 2003; NERI et al., 2005; AVILA et al., 2007)

Os autores acima sugerem que o efeito catalítico das plantações ocorre devido às mudanças nas condições microclimáticas do sub-bosque, ao aumento da complexidade estrutural da vegetação, e ao desenvolvimento de sistemas radiculares extensos e ramificados que ajudam a estabilizar o solo, aumentando a matéria orgânica pelas raízes e pela serrapilheira, moderando seu pH e melhorando sua fertilidade. A supressão de gramíneas invasoras dominantes também ocorre (MODNA, 2010) e o provimento de habitat para dispersores de sementes aumentam, culminando para a recolonização do sub-bosque por espécies nativas (PARROTA et al., 1997; CAMUS et al., 2006). Considerando que as espécies florestais plantadas desempenhariam no sistema, o mesmo papel desempenhado por espécies pioneiras sob condições naturais (TABARELLI et al., 1993; SILVA JÚNIOR et al., 1995).

O histórico de uso anterior, o efeito e condições da “vizinhança” a fragmentos de vegetação nativa demonstraram ser fatores plausíveis na promoção da regeneração do sub-bosque em plantios de eucalipto (GELDENHUYS, 1997; KEENAN et al., 1997; LAMB, 1998; SARTORI, 2001). Outros fatores podem exercer influência marcante, tais como o tipo de ecossistema original do local, proximidade a fontes de propágulos e utilização dos fragmentos pelos agentes dispersores, ecologia da dispersão de cada espécie regenerante, os efeitos de borda e de clareiras, práticas de manejo, vizinhança de pastagens, sentido predominante dos ventos (SARTORI, 2001; CARNEIRO, 2002; SAPORETTI JÚNIOR; MEIRA NETO; ALMADO, 2003).

Com os fatores ambientais favoráveis, as florestas de eucalipto se beneficiam com a chegada de sementes, ou seja, a fauna oriunda de fragmentos de matas “vizinhas” atingem uma conectividade entre os fragmentos. Pesquisas têm mostrado que povoamentos de eucalipto abrigam um grande número de aves, morcegos, invertebrados e répteis, além de servir como poleiros vivos para avifauna. (CALEGARIO et al., 1993a; SILVA JUNIOR; SCARANO; CARDEL, 1995; WUNDERLE JÚNIOR, 1997; NAPPO; OLIVEIRA FILHO; MARTINS, 2004; NERI et al., 2005. BERNDT; BROCKERHOFF; JACTEL, 2008). Estes animais favorecem a

forma do processo de dispersão de propágulos por zoocoria no remanescente florestal, ocorrendo também dispersão por anemocoria (vento) ou autocoria/barocoria (auto-dispersão) (WUNDERLE JÚNIOR, 1997; LORENZI, 2000). Em regiões tropicais a disseminação de sementes por zoocoria é a forma mais predominante de dispersão no sub-bosque de povoamentos comerciais de eucalipto, constatada por Tabarelli, Villani e Mantovani (1993). Tendo essa síndrome um papel fundamental na regeneração e diversidade florestal de áreas a ser recolonizadas (WUNDERLE JÚNIOR, 1997).

Com o processo de dispersão realizado, origina o banco de sementes do solo, sendo todas as sementes viáveis, responsável pela existência de propágulos na área e pela determinação do potencial da restauração (BAKKER; BERENDESE, 1999). Este banco pode conter tanto espécies presentes, quanto ausentes na área, e pode exercer uma forte influência na vegetação futura (BROWN, 1992).

A existência e a composição do banco de sementes de espécies nativas em áreas de eucalipto foram estudadas por Borges e Engel (1993), concluindo que apesar da existência de um banco de sementes viáveis nos povoamentos de eucalipto estudados, o mesmo era pobre em espécies arbustivas e arbóreas.

A entrada do banco de sementes através da dispersão torna-se um processo dinâmico, podendo ser transitório dependendo das condições favoráveis; as sementes germinam dentro de um ano após o início da dispersão, chamado de processo do banco de plântulas, sendo estabelecidas e suprimidas no solo da floresta. É o estágio que a plântula torna-se independente, apenas com a reserva da semente, podendo ser classificado como o indivíduo jovem na floresta (AMO RODRÍGUEZ; GÓMEZ; POMPA, 1976 apud ALVARENGA, 2004). O potencial de regeneração das espécies (resiliência) em um determinado fragmento é variável no espaço e no tempo (RODRIGUES, 1999). Porém as sementes podem permanecer no solo por mais de um ano, esta persistência personifica segundo Simpson, Leck e Parker (1989), uma reserva de potencial genético acumulado.

As florestas de sucessão secundária em estágio inicial possuem disponibilidade de luz, favorecendo o surgimento das espécies intolerantes (pioneiras), colonizadoras de clareiras no estágio inicial de sucessão, onde geralmente predominam (SARTORI, 2001). Segundo Whitmore (1996); Mory e Jardim (2001), as espécies pioneiras tendem a perder sua posição dominante para as espécies mais tolerantes, em razão as mudanças nas condições ambientais

locais, ao fechamento do dossel que impede o recrutamento de novos indivíduos intolerantes e por apresentar ciclo de vida curto. Sendo assim, os povoamentos de eucalipto apresentam funções de uma floresta secundária no restabelecimento de uma floresta natural, sendo considerada uma opção viável para acelerar o processo de recuperação e restauração da produtividade, biodiversidade e outros “serviços ambientais”. (PARROTA; TURNBULL; JONES, 1997).

Com ambientes favoráveis os povoamentos de eucalipto, podem em médio ou longo prazo, apresentar um sub-bosque rico em espécies arbóreo-arbustivas, transformando de floresta homogênea para heterogênea (CALEGARIO et al., 1993; SILVA JÚNIOR; SCARANO; CARDEL, 1995; NAPPO; OLIVEIRA FILHO; MARTINS, 2004; AUBERT; OLIVEIRA FILHO, 1994; NERI et al., 2005). Com o avanço da sucessão, ocorre o aumento da densidade de espécies nativas, com a supressão das espécies plantadas, o fragmento apresenta não só aumento da diversidade de espécies vegetais, mas também a estrutura original e a variedade de habitats nos diferentes níveis de estratificação, elevando a diversidade da fauna, uma vez que amplia e diversifica o espaço-nicho, especialmente em seus aspectos de oportunidade de itens alimentares e alternativo de abrigo (ALMEIDA, 1982).

Segundo Inoue (1979), deve-se salientar que a garantia da permanência de uma determinada espécie em uma floresta é função direta do número de indivíduos e de sua distribuição nas classes de diâmetro, de tal modo que possa garantir sua estabilidade e permitindo assim a perpetuação no sistema natural, ou seja, a mesma será responsável pelas características quantitativas e qualitativas do estrato. De acordo com Reis, Zambonin e Nakazono (1999), uma densidade populacional baixa significa que existe uma possibilidade maior dessa espécie ser substituída por outra no desenvolvimento da floresta, por razões naturais ou em razão das perturbações ocorridas na área. Por outro lado, se houver uma densidade populacional alta de espécies, elas podem se tornar invasoras de ambientes, mantendo uma população de plantas na área da plantação, pelo recrutamento de novos e impedir o desenvolvimento das espécies arbóreo-arbustivas.

### **2.3 Composição florística e fitossociologia**

Poucos estudos foram realizados sobre a composição, estrutura, índices de diversidade e como se encontra o desenvolvimento das espécies arbóreo-arbustivas

regeneradas em povoamentos de eucalipto. Para isso pesquisas precisam ser realizadas, fornecendo dados a respeito da comunidade vegetal em aspectos florístico, estrutura, distribuição e da floresta (FELFILI; REZENDE, 2003). Os resultados da composição florística e fitossociologia são de extrema importância, pois contribuem para a tomada de decisão para planos de manejo, estabelecimento de ações e políticas das medidas de manejo a serem tomadas visando à conservação e recuperação de áreas naturais (NEIMAN, 1989; PRIMACK; RODRIGUES, 2001; MACHADO et al., 2004).

Com resultados dos estudos realizados diante do número de espécies arbóreo-arbustivas nativas regeneradas em povoamentos de eucalipto, a variância é de 20 até 140, dependendo das condições ambientais favoráveis, ou seja, quanto melhores as condições, maior a diversidade (ONOFRE; ENGEL; CASSOLA, 2010). De acordo com Almeida et al. (1982), o estudo tem mostrado que um dos principais fatores que atuam na composição florística e estrutural dos fragmentos são a heterogeneidade ambiental.

### **2.3.1 Floresta estacional semidecidual**

A composição florística das florestas semidecíduas são claramente diferentes das outras grandes formações florestais brasileiras, quer pela origem distinta ou pelas diferentes condições climáticas (LEITÃO FILHO, 1987). Segundo Hueck (1972), a Floresta Estacional Semidecidual apresenta-se como uma mata de 25 a 30 metros de altura, constituídas por elementos arbóreos, além da vegetação que não atinge dossel da floresta, sendo arbustos, lianas e epífitas. Está relacionada em toda a sua área de ocorrência a um clima de duas estações definidas, uma tropical com época de intensas chuvas de verão, seguida por estiagem acentuada e outra subtropical, sem período seco, mas com seca fisiológica, provocada pelo intenso frio do inverno, com temperaturas médias, inferiores a 15°C e outra seca. Neste tipo de vegetação, a percentagem das árvores caducifólias, no conjunto florestal e não das espécies que perdem as folhas individualmente, situa-se entre 20 e 50% (VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991).

Segundo Souza et al. (2007), em um estudo realizado de Floresta Estacional Semidecidual em sub-bosque de *Eucalyptus* spp. foram amostrados 22 famílias, 38 gêneros e 50 espécies arbóreo-arbustivas nativas. Em estudo realizado por Neri et al. (2005), com a mesma situação, foram amostradas 47 espécies em Paraopeba,

MG. Saporetti Júnior, Meira Netto e Almado (2003), em Bom Despacho, MG, amostrou 40 espécies. Carneiro (2002), em sub-bosque de *Eucalyptus*, identificou 104 espécies de 38 famílias. Em estudo realizado por Durigan et al. (1997), com a mesma situação foram amostradas 25 espécies em Assis, SP. Calegario (1993a), no sub-bosque de *Eucalyptus grandis* amostrou 56 espécies e no *Eucalyptus paniculata* 49 espécies de Floresta Estacional Semidecidual. Schlittler (1984), no sub-bosque de *Eucalyptus tereticornis* em Rio Claro, SP de vegetação do mesmo domínio, foram amostradas 85 espécies (22 arbustivos e 63 espécies arbóreas).

De acordo com o estudo de Sartori, Poggiani e Engel (2002), foram levantadas 24 espécies arbóreas de Floresta Estacional Semidecidual no sub-bosque de *Eucalyptus saligna*, pertencendo a 15 famílias. As principais famílias que caracterizam as espécies regeneradas em povoamentos de eucalipto são Fabaceae, Meliaceae, Rutaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae e Myrtaceae para o estrato superior - arbóreo (LEITÃO FILHO, 1987; SARTORI, 2001; SOUZA et al., 2007).

De acordo com Carneiro (2002) as espécies que apresentaram maior densidade relativa no sub-bosque de vegetação Floresta Estacional Semidecidual no município de Itatinga, SP foram: *Solanum variabile*, *Matayba elaeagnoides*, *Casearia sylvestris*, *Acacia velutina*, *Campomamesia guaviroba*, *Essenbeckia febrifuga*, *Rapanea imbellata*. Em estudo realizado por Souza et al. (2007), no município de Viçosa, MG, com a mesma vegetação, as espécies regeneradas em sub-bosques, mais abundantes, dominantes e maiores índices de valores de importância foram *Psychotria sessilis*, *Siparuna guianensis*, *Erythroxylum pelleterianum*, *Miconia rigidiuscula*, *Miconia chamissois* e *Carpotroche brasiliensis*.

### 2.3.2 Cerrado stricto sensu

O cerrado *stricto sensu* compreende um gradiente natural de fitofisionomias, podendo ser representado por gramíneas e poucas árvores que formam um dossel de 10 a 15 metros (GOODLAND; FERRI, 1979).

De acordo com Bicudo, Cesar e Monteiro (1996), destacam como espécies arbóreas do Cerrado *stricto sensu*, consideradas como típicas ou peculiares: *Annona coriacea*, *Aspidosperma tomentosum*, *Didymopanax vinosum*, *Piptocarpha rotundiflora*, *Eriotheca gracilipes*, *Machaerium acutiflillum*, *Byrsonina coccolobioflia*, *Ananadenanthera falcata*, entre outras. Com o estudo de Saporetti Júnior, Meira

Neto, Almado (2003), afirmou que *Miconia albicans*, *Brosimum gaudichaudii*, *Eugenia dysenterica*, *Qualea grandiflora*, *Xylopia aromática*, *Miconia langsdorffii*, *Annona coriacea*, *Myrcia lingua*, *Byrsonima intermedia*, *Dalbergia miscolobium* e *Diospyros hispida* são espécies arbóreas de vegetação do Cerrado *stricto sensu* que demonstraram capacidade de estabelecimento em sub-bosque de *Eucalyptus* spp.

As famílias predominantes no sub-bosque de eucalipto com espécies arbóreas de vegetação do Cerrado *stricto sensu* destacam-se: Myrtaceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Vockysiaceae, Mimosaceae e Fabaceae, Caesalpinaceae, Mimosaceae agrupadas na família Leguminosae esta assume, na maioria dos trabalhos, a posição de família com maior riqueza florística da formação (SARTORI, 2001; NERI et al., 2005; DURIGAN et al., 1997). No estudo de Sartori, Poggiani e Engel (2002), foram levantadas 90 espécies arbóreas com a mesma vegetação no sub-bosque de *Eucalyptus saligna*, pertencendo a 19 famílias. Saporetti Júnior, Meira Neto e Almado (2003) identificou 39 espécies, pertencentes a 24 famílias no município de Bom Despacho, MG, porém 27 peculiares da vegetação, as demais são acessórias, vindas de Florestas Estacionais Semidecíduas da região, fenômeno comum na flora do Cerrado.

Em estudo realizado por Sartori (2001), entre as espécies que apresentaram maior densidade e dominância de indivíduos destacam-se *Psychotria sessilis*, *Actinostemum communis*, *Piper gaudichaudianum*, *Machaerium brasiliense*, *Copaifera langsdorffii*, *Cupania vernalis*, *Croton florimbundus*, *Solanum granulosumleprosum*. Em relação à frequência absoluta a espécie que apresentou maior índice foi a espécie *Machaerium brasiliense*. No índice de valor de importância, destaca-se a espécie *Croton florimbundus* encontrado em vários indivíduos agrupados. Saporetti Júnior, Meira Neto e Almado (2003), asseguraram que houve maior densidade, dominância relativa, frequência absoluta e índice de valor de importância as espécies arbóreas nativas *Miconia albicans*, *Brosimum gaudichaudii* e *Xylopia aromática*.

#### **2.4. Índice de área de vegetação foliar**

Os Índices de Vegetação (IV's) foram idealizados para ressaltar o comportamento espectral da vegetação e estão baseados fundamentalmente nas diferenças quantitativas entre a radiação refletida e a transmitida por esses dois tipos de alvos (JACKSON; HUETE, 1991).

Segundo Xavier e Vettorazzi (2004), o índice de vegetação serve para mapear o índice de área foliar (IAF), diagnosticar a estimativa da fração da radiação fotossinteticamente ativa absorvida pelos dosséis das plantas (WALTER-SHEA et al., 1997), bem como da biomassa e percentagem da cobertura verde da superfície. Com o aumento da quantidade de vegetação, a refletância vermelha (600-700 nm) decresce devido à absorção pela clorofila e a refletância próxima ao infravermelho (NIR) aumenta por causa da luz dispersa pelos tecidos do mesófilo.

As variações que ocorrem no dossel de uma floresta podem ser avaliadas através do índice de área foliar (IAF), obtido através da área foliar total por unidade de área de terreno ocupado. Esse índice descreve as dimensões assimiladoras de uma comunidade (MAASS et al., 1995), possuindo relação com os processos de evapotranspiração, fluxos de CO<sub>2</sub>, interceptação de luz e chuva (MCWILLIAM et al., 1993), também destaca-se nos estudos de produtividade (REICH et al., 1992; MCWILLIAM et al., 1993; MAASS et al., 1995), sendo o seu conhecimento indispensável em estudos fitopatológicos e monitoramento de alterações da estrutura da copa ao longo do tempo (MARTINS et al., 1993).

O índice de área foliar (IAF) é influenciado diretamente por mudanças sazonais ao longo do ano e seus valores decrescem com a perda das folhas pela vegetação, sendo ocasionadas por motivos naturais ou até mesmo por impactos causais, tais como interferência na vegetação.

Entre os diferentes fatores ambientais que influenciam o crescimento das plantas, o principal é a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) interceptada pelas copas, visto que constitui a principal fonte de energia para a fotossíntese, determinando a produção de biomassa (MARISCAL et al., 2000). A interceptação da luz é condicionada pela estrutura da copa, sendo o índice de área foliar (LAI) um dos parâmetros determinantes (VILLALOBOS et al., 1995; MUSSCHE et al., 2001).

A maioria de trabalhos recentes sobre a determinação do IAF tem sido baseada em duas metodologias (NORMAN; CAMPBELL, 1992): - Métodos diretos que requerem coletas de amostras, denominados como destrutivos e trabalhosos aplicados geralmente em culturas agrícolas e pastagens, devido à sua altura; - Métodos indiretos, que avaliam o comportamento da radiação no dossel, sendo comumente utilizados em florestas, devido às limitações de acesso à copa das árvores.

O método direto é o mais demorado, pois necessita da coleta de material foliar para determinação da área foliar (CHERRY et al., 1998). Dessa forma, os métodos indiretos (não-destrutivos), por apresentarem maior praticidade e facilidade na obtenção dos dados, são bastante utilizados. Eles permitem a obtenção mais rápida do IAF e são caracterizados por medições da radiação total que penetra no interior da cobertura vegetal.

Hoje em dia, existem alguns equipamentos que são utilizados para a avaliação do dossel de florestas. Dentre eles podemos citar o ceptômetro PAR-80 (AccuPAR, Decagon Devices, Pullman, EUA) e o LAI – 2000 (Li-Cor, Lincoln, Nebraska, EUA). Através das medições de radiação realizadas por estes equipamentos é possível obter o IAV (LAI) diretamente ou por meio de equações. Outro segmento para obtenção dos índices são as fotografias hemisféricas ou fotografias digitais comuns, que também consistem em uma alternativa para obtenção do LAI, da radiação e da arquitetura do dossel (MACFARLANE et al., 2000; JONCKHEERE et al., 2004; LEBLANC et al., 2005; CHAVES, 2005; ZHANG et al., 2005, entre outros).

Dentre os equipamentos para obtenção da indireta do IAF, o analisador de dossel LAI-2000 da LI-COR tem sido comumente utilizado (LINHARES et al., 2000; XAVIER et al., 2002; ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003; XAVIER; VETORAZZI, 2003; PEZZOPANE et al., 2005; CHAVES, 2005), devido à sua praticidade e rapidez na obtenção dos dados, ele também fornece estimativa confiável do índice de área foliar, porém este equipamento apresenta elevado custo. O princípio do uso deste aparelho consiste na obtenção de leituras sob radiação difusa, evitando-se a coleta de dados sob radiação direta.

Devido à grande região amostrada pelo aparelho, um número pequeno de medições já é o suficiente para as estimativas do IAF. Montagu et al. (2003) encontraram valores variando de 2 a 9 para o IAF em florestas de eucalipto, os maiores valores foram encontrados para florestas adubadas e irrigadas.

## **2.5 Impactos na exploração madeireira**

Os processos de retirada das árvores de um povoamento, em geral causam danos, dessa forma, é de fundamental importância determinar o impacto que a exploração madeireira ocasiona sobre a regeneração natural.

Estudos específicos sobre o nível de impacto ocasionado e a capacidade de recuperação das espécies que foram afetadas, principalmente as de elevado valor econômico ou ecológico, fundamentam-se na prevenção das mesmas, evitando o esgotamento dos recursos florestais e o empobrecimento da floresta.

Os danos causados pela colheita florestal devem ser cuidadosamente investigados, para detectar seus efeitos sobre a floresta remanescente, na tentativa de eliminá-los ou reduzi-los ao máximo, evitando prejuízo às produções futuras. Contudo, a presença da regeneração natural após a colheita nem sempre é adequada ao rendimento futuro dessa floresta (MARTINS et al., 2003).

Apesar do crescente número de trabalhos sobre a exploração de florestas exóticas com sub-bosque nativo regenerado, muitas questões ainda precisam ser respondidas. Portanto, é necessária a aplicação de estudos que tenham por finalidade responder algumas dessas investigações, de modo que o manejo de florestas, como a do estudo em questão, possa ser executado causando o mínimo impacto possível e sendo testada sua efetividade compensatória.

Conforme Johns et al. (1996) e Webb (1997), um conjunto de atividades pré-exploração e técnicas de manejo podem reduzir os danos em todas as fases de exploração como o corte de lianas, o abate dirigido, o tipo de maquinaria utilizada, o planejamento e traçado de caminhos de extração e a construção de área de estoque. Outros autores mencionam que a abertura e o dano residual são minimizados quando as clareiras se concentram numa área e citam como técnica fundamental para minimizar os danos aos remanescentes, que passam a ser um dos componentes críticos da exploração florestal de impacto reduzido, o abate dirigido das árvores exploradas (PEREIRA et al., 2002).

Quanto à intervenção na floresta, uma redução drástica na área basal causaria uma mudança importante na dinâmica dos indivíduos e na composição florística, razão pela qual se estima que a redução da área basal não deve exceder a 15% (SIST; NGUYEN-THÉ, 2002).

Um dos grandes obstáculos operacionais do manejo florestal é a regeneração lenta e imprevisível das espécies de valor comercial após a exploração (LEAL FILHO, 2000). Por isso é necessário conhecer a regeneração natural afetada e após a exploração, pois a grande maioria dessas áreas semelhantes depende da regeneração natural para se formar (POORTER, 1998), onde Kammesheidt et al.

(2001), complementaram, afirmando que a maioria das espécies de alto valor comercial regenera insuficientemente em áreas exploradas.

## Referências

ABRAF (Associação Brasileira dos Produtores de Floresta Plantada). **Anuário estatístico do ABRAF: ano base 2008**. Brasília, p.120, 2009.

ALMEIDA, A.F.; ALVES, J.E.M.; MENDES FILHO, J.M. Manutenção do sub-bosque em floresta de *Eucalyptus urophylla* e a distribuição regular de porta-isca, visando o controle preventivo de saúvas (*Atta* spp). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: s.ed., 1982. p. 139-141.

ALMEIDA, M.L. de. **Desrama artificial em clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x com diferenças em arquitetura de copa**. 2003. 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

ALVARENGA, A.P. **Avaliação inicial da recuperação de mata ciliar em nascentes**. 2004. 175 p. Dissertação (Mestrado em Manejo Ambiental) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

ALVES, P.L.C.A.; TOLEDO, R.E.B.; GUSMAN, A.B. Allelopathic potencial of *Eucalyptus* spp. In: NARWAL, S.S. (Ed.). **Allelopathy update**. New Delhi; Oxford: IBH Publ., 1999. v. 2, p. 131-148.

AUBERT, E.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Análise multivariada da estrutura fitossociológica do sub-bosque de plantios experimentais de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. em Lavras, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 194-214, 1994.

ÁVILA, A.L. Regeneração natural em um subosque de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 696-698, jul. 2007.

BAKKER, J.P.; BERENDESE, F. Constraints in the restoration of ecological diversity in grassland and heathland communities. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 14, n. 2, p. 63-68, 1999

BORGES, H.B.; ENGEL, V.L. Influência de fragmentos de vegetação na composição do banco de sementes de povoamentos implantados de eucalipto. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. Curitiba: SBS; SBEF, 1993. p. 434-437.

BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5., 2002, Belo Horizonte. **Anais...** Lavras: Editora UFLA, 2002. p. 123-145.

BROWN, D. Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 70, p. 1603-1612, 1992.

CALEGARIO, N. **Parâmetros florísticos e fitossociológicos da regeneração natural de espécies arbóreas nativas no sub-bosque de povoamentos de *Eucalyptus***. 1993. 114 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

CALEGARIO, N.; SOUZA, A.L. Análise fitossociológica da regeneração natural de espécies florestais nativas ocorrentes no sub-bosque de povoamentos formados com duas espécies de *Eucalyptus* e com idades diferentes. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** São Paulo: SBS; SBEF, 1993. v. 1, p. 318-321.

CAMUS, J.M.; PARROTTA, J.; BROCKERHOFF, E.; ARBEZ, M.; JACTEL, H.; KREMER, A.; LAMB, D.; O'HARA, K.; WALTERS, B. Planted forests and biodiversity. **Journal of Forestry**, Washington, v. 104, p. 65-77, Mar. 2006.

CARNEIRO, P.H.M. **Caracterização florística, estrutural e da dinâmica da regeneração de espécies nativas em um povoamento comercial de *Eucalyptus grandis* em Itatinga, SP**. 2002. 113 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

CELULOSE ONLINE. **Defesa de plantio de eucaliptos**. Disponível em: <<http://www.celuloseonline.com.br/pagina/pagina.asp?IDItem=10725&IDNoticia=8428>>. Acesso em: 12 ago. 2009.

CHAVES, R.A. **Dinâmica de copa e crescimento de plantas de clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, submetidas a desrama artificial e a desbaste**. 2005. 85 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

CHERRY, M.; HINGSTON, A.; BATTAGLIA, M.; BEADLE, C. Calibrating the LI-COR LAI-2000 for estimating leaf area index in eucalypt plantations. **Tasforests**, Hobart, v. 10, p. 75-82, 1998.

DANIEL, O.; JANKAUSKIS, J. Avaliação de metodologia para o estudo do estoque de sementes do solo. **Série IPEF**, Piracicaba, v. 41/42, p. 18-26, 1989.

DURIGAN, G.; FRANCO, G.A.D.C.; PASTORE, J.A.; AGUIAR, O.T. Regeneração natural da vegetação de Cerrado sob floresta de *Eucalyptus citriodora*. **Revista Instituto Florestal de São Paulo**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 71-85, 1997.

ENGEL, V.L. Manejo sustentável e restauração florestal. In: SEMINÁRIO TEMÁTICO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS – A RESOLUÇÃO DA SMA 21 DE 21/11/2001. COMO RECURSO GERENCIAL DE ÁREAS DEGRADADAS, AVANÇOS OBTIDOS E PERSPECTIVAS FUTURAS, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica, 2003. p. 21-31.

ENGEL, V.L.; PARROTA, J.A. Definindo restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P.Y. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 1-19.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2003. 68 p. (Comunicações Técnicas Florestais, v. 5, n. 1).

GELDENHUYS, C.J. Native forest regeneration in pine and eucalypt plantations in Northern Province, South Africa. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, p. 101-115, 1997.

GOODLAND, R.; FERRI, M.G. **Ecologia do cerrado**. São Paulo: EDUSP, 1979. 193 p.

HUCEK, K. **As florestas da América do Sul**. São Paulo: Polígono, 1972. 459 p.

INOUE, M.T. **Regeneração natural**: seus problemas e perspectivas para as florestas brasileiras. Curitiba: FUPEF, 1979. 22 p. (Série Técnica, 1).

JACKSON, R.D.; HUETE, A. R. Interpreting vegetation indices. **Journal of Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 11, p. 185-200, 1991.

JONCKHEERE, I.; FLECK, S.; NACKAERTS, K.; MUYS, B.; COPPIN, P.; WEISS, M.; BARET, F. Review of methods for in situ leaf area index determination. Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 121, p. 19-35, 2004.

JOHNS, J.S.; BARRETO, P.; UHL, C., Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 89, p. 59–77, Dec. 1996.

KAMMESHEIDT, L.; KOHLER, P.; HUTH, A. Sustainable timber harvest in Venezuela: a modeling approach. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 38, p. 756-770, 2001.

KEENAN, R.; LAMB, D.; WOLDRING, O.; IRVINE, T.; JENSEN, R. Restoration of plant biodiversity beneath tropical tree plantations in Northern Australia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, p. 117-131, 1997.

LAMB, D. Large-scale ecological restoration of degraded tropical lands: the potential role of timber plantations. **Restoration Ecology**, Malden, v. 6, n. 3, p. 271-279, Sept. 1998.

LEAL FILHO, N. **Dinâmica inicial de regeneração natural de florestas exploradas na Amazônia brasileira**. 2000. 157 p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2000.

LEBLANC, S.G.; CHEN, J.M.; FERNANDES, R.; DEERING, D.W.; CONLEY, A. Methodology comparison for canopy structure parameters extraction from digital hemispherical photography in boreal forests. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 129, p. 187-207, 2005.

LIMA, A.P.L. **Desrama artificial em clone de *Eucalyptus grandis* (HILL ex MAIDEN): efeitos sobre o crescimento, a dinâmica de copa e o tempo de desrama**. 2003. 200 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

LINHARES, C.A.; PONZONI, F.J.; SHIMABUKURO, Y.E. Relação entre volume de madeira e índice de área foliar em um povoamento de *Pinnus* spp.: estudo de caso. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 47-54, 2000.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. v. 1, 368 p.

MAASS, J.M.; VOSE, J.M.; SWANK, W.T.; MARTINEZ Y RIZAR, A. Seasonal changes of leaf area index (LAI) in a tropical deciduous forest in west Mexico. **Forest Ecology Management**, Amsterdam, v. 74, p. 171-180, 1995.

MACFARLANE, C.; COOTE, M.; WHITE, D.A.; ADAMS, M.A. Photographic exposure affects indirect estimation of leaf area in plantations of *Eucalyptus globulus* Labill. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 100, p. 155-168, 2000.

MACHADO, E.L.M.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; CARVALHO, W.A.C.; SOUZA, J.S.; BOREM, R.A.T.; BOTEZELLI, L. Análise comparativa da estrutura e flora do compartimento arbóreo-arbustivo de um remanescente florestal na fazenda Beira Lago, Lavras, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 499-516, jul./ago. 2004.

MARTINS, F.R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: UNICAMP, 1993. 246 p.

MARTINS, S.S.; COUTO, L.; MACHADO, C.C.; SOUZA, A.L. Efeito da exploração florestal seletiva em uma floresta estacional semidecidual. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 65-70, 2003.

MARISCAL, M.J.; ORGAZ, F.; VILLALOBOS, F.J. Modeling and measurement of radiation interception by olive canopies. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 100, p. 183-197, 2000.

MCWILLIAM, A.L.C.; ROBERTS, J.M.; CABRAL, O.M.R.; LEITÃO, M.V.B.R.; COSTA, A.C.L.; MAITELLI, G.T.; ZAMPARONI, C.A.G.P. Leaf area index and aboveground biomass of terra firme rain forest and adjacent clearings in Amazonia. **Functional Ecology**, Oxford, v. 7, p. 310-317, 1993.

MODNA, D.; DURIGAN, G.; VITAL, M.V.C. *Pinus elliottii* Engelm como facilitadora da regeneração natural em mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 85, p. 73-83, 2010.

MONTAGU, K.D.; KEARNEY, D.E.; SMITH, R.G.B. The biology and silviculture of pruning planted eucalypts for clear wood production: a review. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 179, p. 1-13, 2003.

MORY, A.M.; JARDIM, F.C.S. Comportamento de *Goupia glabra* Aubl. (Cupiúba) em diferentes níveis de desbastes por anelamento em plantas naturais. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 36, p. 55-66, 2001.

MUSSCHE, S.; SAMSON, R.; NACHTERGALE, L.; DE SCHRIJVER, A.; LEMEUR, R.; LUST, N. A comparison of optical and direct methods for monitoring the seasonal dynamics of leaf area index in deciduous forests. **Silva Fennica**, Helsink, v. 35, p. 373-384, 2001.

NAPPO, M.E.; GRIFFITH, J.J.; MARTINS, S.V.; JÚNIOR, P.M. Dinâmica da estrutura fitossociológica da regeneração natural em subosque de *Mimosa scabrella* Bentham em área minerada, em Poços de Caldas, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 811-829, 2004.

NEIMAN, Z. **Era verde?** Ecossistemas brasileiros ameaçados. 13. ed. São Paulo: Atual, 1989. 104 p.

NERI, A.V.; CAMPOS, E.P.; DUARTE, T.G.; MEIRA NETO, J.A.A; SILVA, A.F.; VALENTE, G.E. Regeneração de espécies nativas lenhosas sob plantio de *Eucalyptus* em área de Cerrado na Floresta Nacional de Paraopeba, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 369-376, 2005.

NORMAN, J.M.; CAMPBELL, G.S. Canopy structure. In: PEARCY, R.W.; EHLERINGER, J.R.; MOONEY, H.; RUNDEL, P.W. (Ed.). **Plant physiological ecology: field methods and instrumentation**. London: Chapman and Hall, 1992. chap. 14, p. 301-326.

ONOFRE, F.F.; ENGEL, V.L.; CASSOLA, H. Regeneração natural de espécies da Mata Atlântica em sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith. em uma antiga unidade de produção florestal no Parque das Neblinas, Bertioga, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 85, p. 39-52, mar. 2010.

PARROTTA, J.A.; TURNBULL, J.W.; JONES, N. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, p. 1-7, 1997.

PEREIRA, R.; ZWLEDE, J.; ASNER, G.; KELLER, M. Forest canopy damage and recovery in reduce impact and convencional selective logging in eastern Para, Brazil. **Forest Ecology and Management**. Amsterdam, v. 168, p. 77-89. 2002.

PEZZOPANE, J.E.M.; REIS, G.G. dos; REIS, M.G.F.; COSTA, J.M.N. da. Caracterização da radiação solar em fragmento de Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 11-19, 2005.

POGGIANI, F. Monitoramento ambiental de plantações florestais e áreas adjacentes. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 10, n. 29, p. 22-35, 1996.

POORTER, L. **Seeling growth of Bolivian rain forest tree species in relation to light water availability**. S. C. Sierra: PROMAB, 1998. 195 p.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Vida, 2001. 328 p.

REICH, P.B.; WALTERS, M.B.; ELLSWORTH, D.S. Leaf life span in relation to leaf, plant, and stand characteristics among diverse ecosystems. **Ecological Monographs**, Lawrence, v. 62, p. 365-392, 1992.

REIS, A.; ZAMBONIN, R.M.; NAZAZONO, E.M. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal**. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 1999. 43 p.

RODRIGUES, R.R. **Colonização e enriquecimento de um fragmento florestal urbano após ocorrência de fogo. Fazenda Santa Elisa, Campinas, S.P.:** avaliação temporal da regeneração natural (66 meses) e de crescimento (51 meses) de 30 espécies plantados em consórcio sucessionais. 1999. 215 p. Tese (Livro Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

ROCKWOOD, D.L.; RUDIE, A.W.; RALPH, S.A.; ZHU, J.I.; WINANDY, J.E. Energy options for *Eucalyptus* species grown as shot rotation wood crops. **International of Molecular Science**, Basel, v. 9, p. 1361-1378, 2008.

SAPORETTI JÚNIOR, A.W.; MEIRA NETO, J.A.A.; ALMADO, R. Fitossociologia de subosque de cerrado em talhão de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden no município de Bom Despacho-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 905-910, 2003.

SARTORI, M.A.; POGGIANI, F.; ENGEL, V. L. Regeneração da vegetação arbórea nativa no subosque de um povoamento de *Eucalyptus Saligna* Smith. localizado no Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 62, p. 86-103, 2002.

SARTORI, M.S. **Variação da regeneração natural da vegetação arbórea no subosque de *Eucalyptus saligna* Smith. manejado por talhadia, localizado no município de Itatinga, SP**. 2001. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura de “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SIMPSON, R.L; LECK, M.A.; PARKER, V.T. **Ecology of soil seed banks**. San Diego: Academic Press, 1989. 385 p.

SIST, P.; NGUYEN-THÉ, N. Logging damage and the subsequent dynamics of a dipterocarp forest in East Kalimantan (1990-1996). **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 165, p. 85-103, July 2002.

SILVA JÚNIOR, M.C.; SCARANO, F.R.; CARDEL, F.S. Regeneration of an Atlantic Forest in the understory of a *Eucalyptus grandis* stand in southern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 11, p. 148-152, 1995.

SOUZA, F.M. **Estrutura e dinâmica do estrato arbóreo e da regeneração natural em áreas restauradas**. 2000. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura de “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

SOUZA, P.B.; MARTINS, S.V.; COSTALONGA, S.R.; COSTA, G.O. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea do sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 533-543, 2007.

TABARELLI, M.; VILLANI, J.P.; MANTOVANI, W. A recuperação da floresta atlântica sob plantios de *Eucalyptus* no núcleo Santa Virgínia, SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 187-201, 1993.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 112 p.

VILLALOBOS, F.J.; ORGAZ, F.; MATEOS, L. Non destructive measurement of leaf area in olive (*Olea europaea* L.) trees using a gap inversion method. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 73, p. 29-42, 1995.

VITAL, M.H.F. Impacto ambiental de florestas de eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 235-276, dez. 2007.

WALTER-SHEA, E.A.; PRIVETTE, J.; CORNELL, D.; MESARCH, M.A.; HAYS, C.J. Relations between directional spectral vegetation indices and leaf area and absorbed radiation in alfalfa. **Remote Sensing of Environment**, Amsterdam, v. 6, p. 162-177, 1997.

WEBB, E. Canopy removal and residual stand damage during controlled selective logging in lowland swamp forest of northeast Costa Rica. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 95, p. 117-129, 1997.

WHITMORE, T.C. A review of some aspects of tropical rain forest seedling ecology with suggestions for further enquiry. In: SWAINER, M. D. **The ecology of tropical rain forest tree seedling**. Paris: UNESCO, 1996. p. 3-39.

WUNDERLE, J.M. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, p. 223-235, 1997.

XAVIER, A.C.; VETORAZZI, C.A. Leaf area index of ground covers in a subtropical watershed. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 3, p. 425-431, 2003.

\_\_\_\_\_. Mapping leaf area index through spectral vegetation indices in a subtropical watershed. **International Journal of Remote Sensing**, Basingstoke, v. 25, n. 9, p. 1661-1672, 2004.

XAVIER, A.C.; SOARES, J.V.; ALMEIDA, A.C. de. Variação do índice de área foliar em clones de eucalipto ao longo do seu ciclo de crescimento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 421-427, 2002.

ZHANG, Y.; CHEN, J.M.; MILLER, J.R. Determining digital hemispherical photograph exposure for leaf area index estimation. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 133, p. 166-181, 2005.



### 3 CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA, ESTRUTURAL E DA DINÂMICA DA REGENERAÇÃO DO SUB-BOSQUE DE ESPÉCIES NATIVAS EM UMA ANTIGA UNIDADE DE PRODUÇÃO DE EUCALIPTO EM COLINA, SP

#### Resumo

Procurou-se verificar a composição e o potencial de regeneração natural no sub-bosque de um antigo talhão de *Eucalyptus citriodora* Hook. O plantio possui mais de 60 anos e sem distúrbios a 25 anos. O estudo foi realizado em área amostral de 10.000 m<sup>2</sup> onde foi realizado o censo das árvores de eucalipto. Foram encontrados 38 eucaliptos, sendo 22 com 3 mortos mais próximos ao lançamento das 10 parcelas iniciais e 16 mais próximos aos lançamentos das demais parcelas. O valor da área basal antes da derrubada foi de 13,29 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> e o volume 194,25m<sup>3</sup>. Para o levantamento da regeneração, foram amostrados 20 parcelas de 10 x 10 m, com área amostral de 2.000 m<sup>2</sup>. Os indivíduos foram identificados e medidos a partir do DAP (diâmetro na altura de 1,30 m do solo) em 3 classes de diâmetro: Classe 1: Indivíduos com DAP ≥ 5,0 cm, Classe 2: Indivíduos ≥ 1 cm < 5,0 cm e Classe 3: Contagem dos indivíduos > 0,50 cm de altura. Nas 20 parcelas, foram encontrados 535 indivíduos, distribuídos em 19 famílias, 33 gêneros, 36 espécies e 1 espécie indeterminada. A riqueza encontrada foi superior à maioria de estudos semelhantes. Em relação à origem foram encontradas 5 espécies exóticas. Com relação à síndrome de dispersão das espécies, 58% foram zoocóricas, ocorrendo em predomínio, 36% anemocóricas e 6% autocóricas ou barocóricas. A classificação sucessional revelou maior riqueza de espécies secundárias iniciais (39%), seguida das espécies secundárias tardias com 25% e 5% clímax. Quanto ao índice de Valor de Cobertura (IVI) os maiores valores foram representados por: *Ficus glabra* Vell., *Chrysophyllum gonocarpum*, *Styrax camporum*, *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake e *Didymopanax morototoni*. Em relação à frequência absoluta as espécies com maior porcentagem foram *Ficus glabra* e *Chrysophyllum gonocarpum*, indicando uma boa distribuição pela área. A diversidade de Shannon (H') foi 4,21. O coeficiente de Jaccard 3,25. A distribuição das classes de diâmetro foram semelhantes, caracterizando uma curva do tipo exponencial "J invertido". Quanto à ocorrência das mesmas espécies nas classes de diâmetro, foram encontradas 12 espécies em comum. De posse dos resultados analisados e das comparações, pode-se concluir que o povoamento de *Eucalyptus citriodora* mostrou atuar como catalisador, ou, seja as espécies plantadas agiram como espécies de dossel de uma floresta natural proporcionando condições ambientais favoráveis para a regeneração das espécies nativas principalmente em sucessão secundária e em estágio inicial de regeneração.

Palavras-chave: Plantios florestais; Regeneração natural; Diversidade de espécies

#### Abstract

Research was performed in order to verify the composition and natural potential in the understory of an older plot of *Eucalyptus citriodora* Hook. The plantation was of more than 60 years of age and had not been disturbed for more

than 25 years. The study was conducted in total area of 10,000 square meters where the census was made of eucalyptus trees. We found 38 Eucalyptus, 22 with 3 deaths closer to the launch of the 10 initial and 16 plots closer to the release of the remaining installments. The value of basal area was before the fall of  $13.29 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  and volume 194.25 cubic meters. For the regeneration reporting were sampled 20 plots (being 10 blocks on each treatment) of 10 by 10 meters, with total sample area of 2,000  $\text{m}^2$ . The individuals were identified and measured from the DBH (diameter at height of 1.30 m above the ground) in 3 diameter classes: Class 1: Individuals with  $\text{DBH} \geq 5.0 \text{ cm}$ ; Class 2: Individuals  $\geq 1 \text{ cm}$  and  $5.0 \text{ cm}$ ; and Class 3: count of 0.50 cm tall individuals. In the 20 plots were encountered 535 individuals, distributed in 19 families, 33 gender, 36 species and 1 indeterminate species. The diversity found was superior than most similar studies. About the origin, 5 exotic species were found. In relation to species dispersal syndrome, 58 were zoocoric, which were predominance, 36 anemocoric and 6 autocoric. The successional classification of species revealed larger amount of early secondary species (39%), followed by the late secondary species with 25 and 5 climax. As regards the Coverage Value Index (IVI), the highest values were represented by: *Ficus glabra* Vell. *Chrysophyllum gonocarpum*, *Styrax camporum*, *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F Blake and *Didymopanax morototoni*. Regarding the absolute frequency of species with the highest percentage were *Ficus glabra* and *Chrysophyllum gonocarpum*, indicating a good distribution over the area. The Shannon diversity ( $H'$ ) was 4.21. The Jaccard coefficient of 3.25. The distribution of diameter classes were similar, featuring a curve of exponential type "inverted J". Regarding the occurrence of the same species in diameter classes, we found 12 species in common. According the results analysed and comparison the *Eucalyptus citriodora* observed act as a catalyst, that is, the planted species act as canopy species of a natural forest providing favorable environmental conditions for the regeneration of native species mainly in secondary succession and in the initial stage of regeneration.

Keywords: Forest plantations; Natural regeneration; Species diversity

### 3.1 Introdução

Durante muitas décadas, extensas áreas de florestas nativas foram e ainda têm sido destruídas no Brasil (FAO, 2005). Este processo de degradação pode ser principalmente exemplificado no interior do Estado de São Paulo, onde áreas contínuas de variadas tipologias florestais foram quase que totalmente substituídas por atividades agropecuárias ou reflorestamentos de eucalipto (VIANA; TABANEZ; MARTINEZ, 1992).

Apesar dos programas governamentais contemplarem plantios com espécies florestais nativas, a prática limita-se a monocultura de *Eucalyptus* spp. em virtude do próprio interesse dos proprietários. Devido à resistência ao plantio de espécies nativas para fins conservacionistas, fica evidente a importância dos estudos de regeneração natural como forma de viabilizar a recuperação da cobertura florestal

(REZENDE et al., 1994). Plantios homogêneos de eucalipto introduzidos por programas de subsídios próprios, com exploração e desbastes realizados e atualmente abandonados ou manejados com fins de conservação, apresentam significativo desenvolvimento do sub-bosque, fornecendo um processo de sucessão favorável à recuperação da biodiversidade. Esta situação indica possibilidades para a condução de povoamentos auxiliares com espécies florestais nativas (FAO, 1987; LIMA, 1993).

Deste modo, as espécies regeneradas em povoamentos de eucalipto são de suma importância porque influenciam um contínuo fluxo de energia, fornecem hábitat para a fauna e controlam em parte o micro clima da floresta (MACLEAN; WEIN, 1977). Elas também podem conter uma fração significativa da biomassa total do ecossistema e desempenham importante papel na reciclagem de nutrientes (GILLIAM; TURRILL, 1993, citado por SYDOW, 2010). Alguns estudos indicam também que a diversidade da regeneração natural do eucalipto é a melhor preditora da diversidade de animais em monoculturas de eucalipto (LÓPEZ; MORO, 1997). Apesar da sua complexidade, é necessário um conhecimento mais sintético sobre a regeneração de espécies arbóreo-arbustivas em reflorestamentos de eucalipto, sujeitas a diferentes regimes de perturbação. Uma das maneiras de conhecer e avaliar o potencial de regeneração florestal em povoamentos de eucalipto é através dos estudos aplicados de composição florística, dinâmica e estrutura da comunidade da vegetação (GUARIGUATA et al., 1997).

As realizações destes estudos facilitam o entendimento dos mecanismos da manutenção que promovem a regeneração (base ecológica) e a realização de estimativas sobre a composição e a descrição da estrutura de uma vegetação. Oferecem subsídios para a tomada de decisão, parâmetros imprescindíveis para planos de manejo, estabelecimento de ações e políticas das medidas de manejo a serem tomadas visando a conservação e recuperação de ambientes naturais a serem recompostas pela vegetação da região. O processo de sucessão natural muito tem para nos ensinar a respeito das regenerações naturais em povoamentos de eucalipto, bem como a caracterização dos fatores que influenciam tais diferenças (SARTORI, 2001).

Sendo assim, o principal objetivo da pesquisa foi caracterizar a composição florística e a estrutura das espécies arbóreo-arbustivas de Floresta Estacional

Semidecidual com mancha do Cerrado *stricto sensu* regenerada em povoamento de *Eucalyptus citriodora* Hook, localizado no município de Colina, São Paulo.

## 3.2 Material e Métodos

### 3.2.1 Área de estudo

A área do estudo é pertencente ao Pólo Regional Alta Mogiana (PRAM) – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) do Departamento de Descentralização do Desenvolvimento (DDD) vinculada a Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo, localizado no norte do Estado, município de Colina, com as seguintes coordenadas: latitude de 20°42'47" Sul, longitude 48°34'15" Oeste e com altitude de 605 metros acima do nível do mar, figura 1.

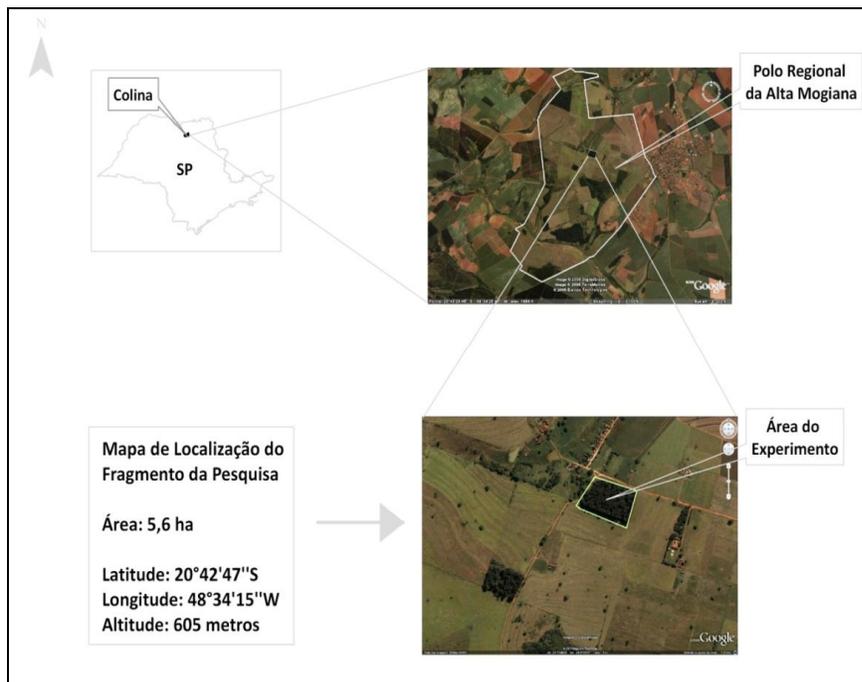


Figura 1 - Localização da área de pesquisa – na APTA – Pólo Regional Alta Mogiana – município de Colina – São Paulo

O clima da região segundo classificação de Köepen (1948) é do tipo Aw, definido como tropical de verão chuvoso e inverno seco, com temperatura média mensal variando de 19,4 a 24,8°C durante o ano. A precipitação pluviométrica anual média é de 1.363 mm, com período de maior concentração de outubro a março e precipitações mais espaçadas com menores intensidades de abril a setembro (PREFEITURA DE COLINA, 2010). Segundo a Embrapa (2006), o solo é classificado como latossolo vermelho, eutrófico, argissólico, textura média,

hipoférrico, muito profundo, fase arenosa. O relevo da região é caracterizado por antiga área de pastagem com relevo colinoso do tipo ampla onde predominam topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos e convexos, possui drenagem de baixa densidade e planícies aluviais interiores e restritas (IBGE, 2000).

A APTA/Colina e arredores ocupam áreas correspondentes a região de domínio do bioma Mata Atlântica, com fitofisionomia da Floresta Estacional Semidecidual com mancha de Cerrado com fisionomia *stricto sensu* (IF, 2009).

O fragmento objeto deste trabalho, possui 5,6 hectares de povoamento de *Eucalyptus citriodora*, com idade aproximada de 60 anos e espaçamento original de 3 x 2 m, sendo um antigo plantio com finalidade para diversos usos na Fazenda do Governo, tais como: postes, mourões, porteiras, energia, dentre outras diversas utilidades. A última colheita de apenas 3 indivíduos ocorreu em 2000, de lugares distintos de dentro do fragmento, desde então a vegetação nativa está abandonada sem nenhuma intervenção antrópica a mais de 25 anos. O fragmento apresenta um dossel descontínuo com poucos indivíduos de eucalipto, que podem alcançar até 35 metros, já as espécies regeneradas chegam até 25 metros de altura, figura 2. A área do fragmento em suas extremidades possui pastagens e estradas e conta com a presença de 3 fragmentos na “vizinhança”.





Figura 2 - Aspecto geral do ambiente externo e interno do fragmento de estudo

### 3.2.2 Caracterização florística, estrutural e dinâmica da regeneração

A área foi dividida na forma de amostragem sistemática de acordo com Scolforo e Mello (1997); Mello e Scolforo (2000); com dimensão de 100 x 100 m (10.000 m<sup>2</sup>), demarcados com estacas de 2 metros de altura e delimitadas por barbante colorido. Segundo Loetsch, Zöhner e Haller (1973), citado por Mantovani et al. (2005) com a amostragem sistemática obtém-se um modelo ordenado e uniforme.

Deve-se destacar um fato relevante: a presença de uma “trilha”, construída a mais de 25 anos, para o arraste das toras de eucalipto. Mesmo o local possuindo a interferência da trilha, prosseguiu-se com a mesma metodologia e alocação das parcelas, afetando apenas uma parcela.

Para o levantamento dos eucaliptos foi considerada a unidade amostral de (100 x 100 m). Todos os indivíduos foram identificados e medidos. Foram analisados os seguintes parâmetros: área basal encontrada (m<sup>2</sup>), área basal explorada (m<sup>2</sup>) e seu volume (m<sup>3</sup>). Também foi descrita sua quantificação percentual.

Para o levantamento florístico da regeneração e análise de estrutura foi utilizado o método de parcelas (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974). Foram alocadas 20 parcelas no total com a mesma metodologia de amostragem.

Para estudo da estrutura e composição florística da regeneração natural utilizou-se 20 parcelas de dimensões de 10m x 10m identificando os indivíduos considerados adultos com DAP  $\geq$  5,0 cm, pertencentes à “Classe 1”. Outras 2 sub-unidades amostrais, a sub-parcela (1) com dimensionamento de 10m x 2m, consistiu em avaliar os indivíduos da “Classe 2” com DAP  $\geq$  1cm < 5,0cm. Enquanto a sub-parcela (2) com dimensionamento de 2m x 2m avaliou apenas indivíduos da “Classe 3”, realizando a contagem dos indivíduos maiores que 0,50 cm de altura, figura 3.

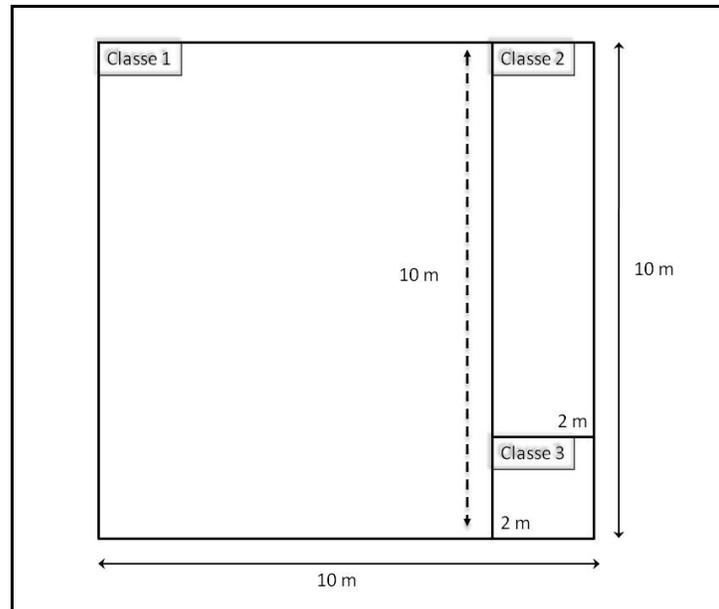


Figura 3 - Definição das subunidades amostrais determinando o tamanho da avaliação das classes de diâmetro

Em cada subunidade (classes 2 e 3) também foi realizada a análise da estrutura vertical da espécie arbustiva em via de regeneração, abrangendo os indivíduos com dimensões entre 0,5m de altura, e as espécies com Circunferência a Altura do Peito menor de 15,7cm (5 cm de DAP "Diâmetro a Altura do Peito").

De acordo com Rodrigues (1989), as parcelas de 10 x 10 metros têm-se mostrado adequadas em trabalhos fitossociológicos de formações florestais. As parcelas, figura 4, foram posicionadas de acordo com os respectivos ângulos retos dos azimutes no hipsômetro de suunto, composto de 4 vértices com um alinhamento de 10 metros cada, com medição da trena, formando um quadrado. O intervalo amostral entre as parcelas também foi de 10 metros.

As parcelas foram demarcadas por estacas de eucalipto de 1 metro de altura e delimitada por barbante, figuras 5 e 6.

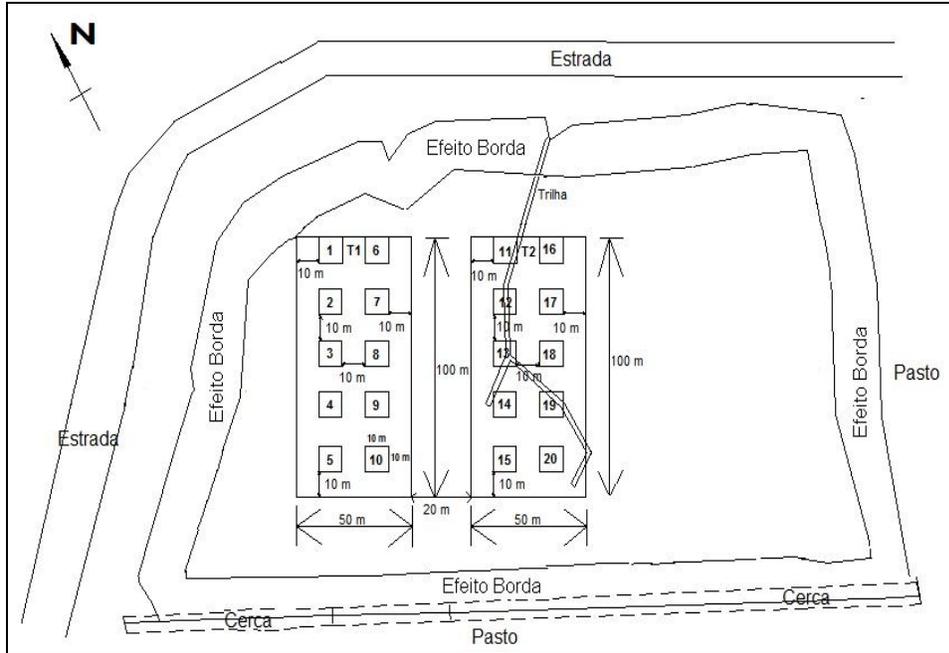


Figura 4 - Localização da área do experimento com as respectivas unidades amostrais.



Figura 5 - Representação das estacas e placas utilizadas no experimento



Figura 6 – Alocação das parcelas em campo com as estacas e placas informativas

### 3.2.3 Coleta de dados

Para análise dos dados dos eucaliptos foram medidos todos os indivíduos – censo. De acordo com Schneider e Finger (2000), a medição ocorreu a 1,30m do solo, variando esta altura de acordo com a situação da árvore, chamado ponto de medição efetiva (PMD), descrito por Scolforo e Figueiredo Filho (1998). A marcação no fuste foi realizada através de panos tecido não tecido (TNT) e fita zebraada, numerados conforme eram encontrados. A altura (H) foi estimada por meio do método de projeção de ângulos iguais.

Para a análise da regeneração foram coletados todos os indivíduos regenerados nas respectivas parcelas com DAP (diâmetro altura do peito)  $\geq$  5 cm até 10 cm, sendo considerados indivíduos arbóreo-arbustivos, proposto por Martins (1993) e indivíduos denominados infantes  $\geq$  1 cm até 5 cm, a medição também ocorreu a 1,30m do solo. A marcação no fuste também foi realizada através de tecido TNT de coloração vermelha, numerados de forma crescente em cada parcela. A altura (H) foi estimada por meio do método de projeção de ângulos iguais, porém com um auxílio de uma baliza de 2 metros. Cada parcela possuiu uma planilha de campo com a identificação, observações de cada espécie e o estado geral da parcela.

A listagem das espécies nas parcelas quando possível era identificada pela equipe, porém quando não identificado, o material botânico do indivíduo era coletado para a comparação com guias especializados (LORENZI, 2000, 2002; CARVALHO, 2003, 2006), acervos no herbário do Departamento de Ciências Biológicas (DCB) da

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) em Piracicaba e a consulta com especialistas. A classificação foi feita segundo o sistema Angiosperm Phylogeny Group II, APG II (SOUZA; LORENZI, 2005).

### 3.3 Processamento dos dados

#### 3.3.1 Análise das variáveis dendrométricas da população de *Eucalyptus citriodora* Hook

A fim de descrever a amostragem dos eucaliptos, determinaram-se os seguintes parâmetros estruturais: coleta do diâmetro e altura de todos os indivíduos encontrados, obtenção da área basal ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ ) e do volume ( $\text{m}^3$ ), conforme Scolforo e Figueiredo Filho (1998), através das seguintes fórmulas:

- Área basal:

$$g = \frac{\pi \times DAP^2}{40000} \quad (1)$$

onde:

$\pi$  = constante trigonométrica pi = 3,1416

DAP= diâmetro a 1,30m do solo (cm)

- Volume:

$$V = g \times H \times f \quad (2)$$

onde:

$g$  = área basal ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ )

$H$  = altura (metros)

$f$  = fator de forma – 0,50 para plantios de eucalipto na região.

### 3.3.2 Análise das variáveis dendrométricas da regeneração natural

As espécies regenerantes amostradas nas parcelas foram classificadas quanto a sua família, nome científico, nome popular, origem: nativa (N) ou exótica (E) no Brasil, caso seja nativa foram classificadas quanto a respectiva fitofisionomia da vegetação (FF) de ocorrência natural: Cerrado *stricto sensu* (Cs), Floresta Estacional Semidecidual (FES) e comuns a esses dois (CF). Também foram classificadas as espécies, em relação à principal síndrome de dispersão (SD) de sementes com base em Pijl (1982), Lorenzi (1998, 2000, 2002), Carvalho (2003, 2006), sendo reunidas em três grupos básicos: espécies anemocóricas (Ane), que apresentam mecanismos que facilitam a sua dispersão pelo vento; zoocórica (Zoo), que apresentam características morfológicas ligadas a dispersão por animais; e autocóricas/barocóricas (Aut), que se dispersam por gravidade ou apresentam mecanismos de auto-dispersão.

A classe sucessional (CS) das espécies encontradas nas unidades amostrais do fragmento foram definidas em relação à região, segundo dados da literatura, notadamente por Tabarelli, Villani e Mantovani (1994), Lorenzi (1998, 2002), Carvalho (2003, 2006) e Martins (2009), considerando 4 categorias sucessionais: espécie pioneira (Pi), geralmente de ciclo de vida curto, heliófilas, com sementes zoocóricas pequenas, geralmente com dormência e fotoblásticas positivas e colonizadoras de grandes clareiras naturais e/ou áreas de cultivo abandonadas; secundária inicial (Si), constitui-se um grupo heterogêneo, onde a principal característica é a capacidade de estabelecimento em pequenas clareiras e/ou sub-bosque de florestas de diferentes estágios sucessionais, algumas espécies são autocóricas ou anemocóricas; secundária tardia (St), de ciclo longo e crescimento lento, que se estabelecem e desenvolvem-se preferencialmente no sub-bosque de floresta em estágio sucessional avançado, onde permanecem até atingirem o dossel da floresta, inclui espécies anemocóricas e zoocóricas com sementes grandes; clímax (Cl), tolerantes de sub-bosque, grupo que apresenta todo o seu ciclo de vida no interior da floresta. Tais espécies podem se estabelecer nos diversos estágios sucessionais da floresta secundária, sendo principalmente um grupo funcional e não sucessional.

Foram utilizados os dados de diâmetro de todos os indivíduos medidos em todas as parcelas para a comunidade da vegetação, seguindo a metodologia de Scolforo e Figueiredo Filho (1998), agrupando em classes de diâmetro no método

empírico, sendo realizado a partir do diâmetro mínimo e máximo de medição da floresta e da amplitude da classe diamétrica adotou-se 3 cm, de acordo com os valores obtidos, realizou-se o histograma de freqüência das classes diamétricas, com número de indivíduos por classe e as distribuições da classe de diâmetro (cm).

A avaliação dos resultados adquiridos através do inventário, foi realizada por estimativa dos parâmetros da estrutura horizontal para os indivíduos das classes 1 e 2 existentes nas 20 parcelas.

Para avaliação e comparação das respostas de cada espécie nas classes de diâmetro foram calculados e cruzados os dados de cada espécie ocorrentes nas 3 classes e diagnosticado o número de indivíduos em cada uma delas. Os softwares utilizados para as análises foram R- tutor e Microsoft Excel 7.0.

Na análise fitossociológica da estrutura horizontal que descreve a respeito da distribuição das espécies arbóreo-arbustivas que compõem a comunidade, foram calculados os seguintes parâmetros quantitativos: densidade absoluta (DA), densidade relativa (DR) – (3), freqüência absoluta (FA), freqüência relativa (FR) – (4), índice de valor de cobertura (IVC), índice de valor de importância (IVI) – (5), índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') – (6) e o índice de similaridade de Jaccard (ISJ) – (7), conforme perpetradas as seguintes fórmulas de acordo com Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), Scofforo e Mello (1997), Scofforo (1998).

- Densidade

$$Da_i = \frac{n_i}{A} \quad DR_i = \frac{Da_i}{\sum_{i=1}^p Da_i} \times 100 \quad (3)$$

onde:

$Da_i$  = Densidade absoluta para a i-ésima espécie;

$DR_i$  = Densidade relativa para a i-ésima espécie, em %;

$n_i$  = número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie;

A = área amostrada, em hectares;

P = número de espécies amostradas.

- Freqüência

$$F_{ai} = \frac{U_i}{U_t} \times 100 \qquad FR_i = \frac{F_{ai}}{P} \times 100$$

(6 F<sub>ai</sub>)  
i = 1

(4)

onde:

F<sub>ai</sub> = freqüência absoluta para a i-ésima espécie, em %;

FR<sub>i</sub> = freqüência relativa da i-ésima espécie, em %;

u<sub>i</sub> = número de unidades amostrais em que a i-ésima espécie está presente;

u<sub>t</sub> = número total de unidades amostrais;

P = número de espécies amostradas.

- Índices de Cobertura e Importância

$$IVC_i = (DR_i + DoR_i) \qquad IVI_i = (DR_i + FR_i + DoR_i)$$
(5)

onde:

IVC<sub>i</sub> = índice de valor de cobertura;

IVI<sub>i</sub> = índice do valor de importância;

DR<sub>i</sub> = Densidade relativa para a i-ésima espécie, em %;

DoR<sub>i</sub> = Dominância relativa para a i-ésima espécie, em %;

FR<sub>i</sub> = freqüência relativa da i-ésima espécie, em %;

A diversidade florística foi determinada através do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e o índice de equabilidade de Pielou (J).

$$H' = \sum p_i \times \ln p_i$$
(6)

onde:

para  $p_i = n_i / N$ ;

em que:

H' = índice de Shannon-Wiener;

$n_i$  = número de indivíduos da espécie;

$N$  = número total de indivíduos amostrados.

$$J = H \div H(\text{máx}) \quad (7)$$

onde:

$J$  = índice de Equabilidade de Pielou:

$H(\text{máx}) = \ln(S) = \text{Diversidade máxima}$

$S$  = número de espécies amostradas = riqueza.

### 3.4 Resultados e Discussão

#### 3.4.1 Análise das variáveis dendrométricas da população de *Eucalyptus citriodora* Hook

A avaliação foi realizada entre agosto a dezembro de 2010. Foram encontrados 38 eucaliptos, dentro da área amostral. Os valores de área basal e volume encontrados antes da derrubada foram de: 13,29 m<sup>2</sup>/ha e 194,25 m<sup>3</sup>, respectivamente. Sartori (2001) em um estudo semelhante encontrou o valor médio de área basal de 6,12m<sup>2</sup>/ha em um de seus sítios de pesquisa, valor próximo ao encontrado neste caso.

Estes valores foram calculados para que no próximo capítulo eles possam servir de subsídio para serem confrontados com os valores de área basal “depois da derrubada” – verificando qual a influência da área basal retirada com a intensidade de danos causados na regeneração.

Considerando estes fatores, é necessária uma análise rígida da composição florística da regeneração para a futura avaliação dos impactos imediatos que serão causados pelos eucaliptos a serem derrubados.

Tabela 1 – Caracterização da área basal das espécies de *Eucalyptus citriodora*

Área amostral	Área Basal Remanescente – Antes da Derrubada (m <sup>2</sup> )*			
	Soma	Média	D.P.	C.V. (%)
	13,29	0,76	0,32	86,15

\*Por toda área amostral = 10.000m<sup>2</sup>; D.P.:desvio padrão e C.V.: coeficiente de variação.

### 3.4.2 Análise da composição florística amostrada no povoamento de *Eucalyptus citriodora* Hook

Nas 20 parcelas alocadas, foram encontrados 535 indivíduos, distribuídos em 19 famílias, 33 gêneros, 36 espécies e 1 espécie indeterminada.

Para os indivíduos da Classe 1 foram amostrados na área de 0,2 ha, 251 indivíduos arbóreo-arbustivas com  $DAP \geq 5 \text{ cm} \leq 10 \text{ cm}$ , para a Classe 2 foram amostrados 191 indivíduos com  $DAP \geq 1 \text{ cm} \leq 5 \text{ cm}$  e para a Classe 3 foram amostrados 93 indivíduos até 50cm de altura.

A família com maior número de espécies foi a Fabaceae (7), seguida de Meliaceae (5), Bignoneaceae (4), Moraceae e Myrtaceae (3) e demais famílias com apenas um indivíduo representante. Em formações de Floresta Estacional Semidecidual com mancha do cerrado, também foram observadas a família Fabaceae, entre as de maior riqueza de espécies (IVANAUSKAS; RODRIGUES; NAVE, 1999; CARVALHO et al., 2000; DURIGAN et al., 2000).

A riqueza foi superior, em relação às espécies regeneradas em povoamentos de *Eucalyptus citriodora* com  $DAP \geq 5 \text{ cm}$ , que foi de 25 espécies em Assis, SP (DURIGAN et al., 1997), porém inferior em Bom Despacho, MG (40) (SAPORETTI JÚNIOR; MEIRA NETO; ALMADO, 2003), (47) em Paraopeba, MG (NERI et al., 2005) e em Viçosa, MG, 50 espécies (SOUZA et al., 2007).

Em relação à origem foram encontradas 5 espécies exóticas *Mangifera indica* L., *Caryota urens* L., *Spathodea campanulata* P.Beauv. *Acacia farnesiana* (L.) Willd, *Melia azedarach* L. sendo as restantes espécies nativas.

Quanto à formação florestal, na vegetação do estudo foram encontrados 19 espécies exclusivas de fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual (56%), 11 espécies comuns de floresta e cerrado (32%) e 4 espécies exclusivas de cerrado (12%). Portanto, verificou-se que há um predomínio de espécies de Floresta Estacional Semidecidual.

Silva (2008), em Santa Rita do Passo Quatro, SP, encontrou 52 espécies de cerrado (61,9%), 5 espécies exclusiva de floresta estacional semidecidual (5,9%) e 27 espécies comuns de floresta e cerrado (32,14%). Com essa diferença do resultado obtido ao comparado, o mesmo deve estar aliado em relação à variância do edafoclima de cada região e dos fragmentos vizinhos à área de estudo em questão.

Com relação à síndrome de dispersão das espécies, 58% foram zoocóricas, 36% anemocóricas e 6% autocóricas/barocóricas, figura 7. Sendo assim a zoocoria, reforça a importância da fauna no processo de restauração florestal. Tabarelli, Villani e Mantovani (1993), relataram 93,66% de zoocoria, seguida de anemocóricas e autocóricas/barocóricas num estudo de espécies regeneradas em plantios de eucalipto no núcleo Santa Virgínia, Parque Estadual da Serra do Mar.

Na maioria das florestas regeneradas em sub-bosque, a principal forma de dispersão de sementes de espécies são zoocóricas (HOWE, 1990; MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1992; PINÂ-RODRIGUES; AGUIAR, 1993; MORELLATO, 1995). Segundo Pires (1997), a importância do recurso nutritivo que os frutos apresentam para as espécies frugívoras e a dispersão da maior parte das sementes ingeridas reflete o benefício mútuo do processo de dispersão.

Segundo Carneiro e Rodrigues (2007), a síndrome de dispersão muitas vezes pode caracterizar a distribuição espacial agregada das espécies (barocórica, autocóricas e zoocóricas com dispersores ausentes) concentrada ao redor dos parentais. Esse aspecto também foi ressaltado por Calegario et al., (1993b) que sugerem a distribuição espacial agregada dos indivíduos regenerantes é mais evidente para espécies com frutos pesados e não dispersos por animais (barocóricas).

Parrota et al. (1997) confirmam que em muitas regiões tropicais, os animais (especialmente morcegos e aves) são os principais dispersores de sementes e, portanto, têm grande importância para dinâmica da regeneração. Porém, a contribuição desses facilitadores dependerá dentro outros aspectos da distância que terão de percorrer entre as áreas que são fontes de sementes e as plantações, o que tem evidenciado sucesso na distância destes fragmentos devido à alta porcentagem.

A dispersão anemocórica também apresentou um alto índice, porém menor, o que pode ser confirmado também por Neri et al. (2005) em um estudo realizado com vegetação de cerrado. Os autores observaram que a diminuição da chegada de diásporos é mais ocorrente em espécies anemocóricas, que teriam a dispersão para o interior prejudicada pela copa das árvores plantadas, visto que o plantio em estudo possui cerca de 60 anos, apresentando árvores de grande porte. Portanto, indiretamente, com o aumento da idade do plantio, há tendência de aumento na proporção de espécies zoocóricas. Também por se tratar de vegetação de cerrado, a

regeneração por sementes é relativamente menor do que por rebrotas, o que é diagnosticado na tabela 1, onde a maioria das espécies de cerrado *strictu sensu* é caracterizada por síndrome de dispersão anemocórica.

## Síndrome de dispersão

■ Zoocórica ■ Anemocórica ■ Autocórica

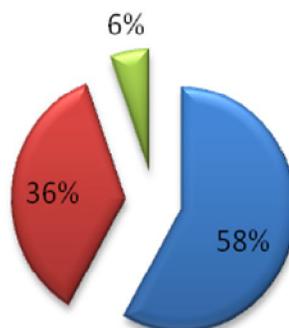


Figura 7 - Síndrome de dispersão das espécies arbóreas-arbustivas regeneradas em povoamentos de *Eucalyptus* spp. com DAP  $\geq$  5 cm – APTA/PRAM, em Colina, SP, onde: Zoo – Zoocórica; Ane – Anemocórica e Aut – Autocórica/Barocórica

A classificação sucessional das espécies arbóreo-arbustivas revelou maior riqueza de espécies iniciais na sucessão secundária, com o grupo formado pelas pioneiras (31%) e secundárias iniciais (39%), seguida das espécies secundárias tardias com 25% e 5% clímax, figura 8.

## Classificação sucessional

■ Pioneira ■ Secundária inicial  
■ Secundária tardia ■ Clímax

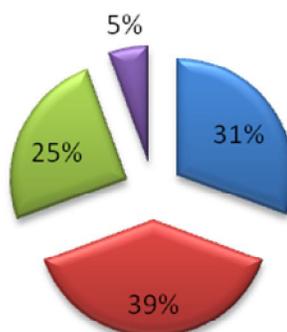


Figura 8 - Classificação sucessional das espécies arbóreas-arbustivas regeneradas em povoamentos de *Eucalyptus* spp. com DAP > 5 cm – APTA/PRAM, em Colina, SP, onde: Pi – Pioneira; Si – Secundária inicial; St – Secundária tardia e CI – Clímax

Esses resultados apontam que o povoamento de eucalipto, tem fornecido condições ecológicas para a catalisação de espécies de diferentes classes sucessionais. Podemos constatar também que espécies finais da sucessão estão conseguindo se desenvolver através do rápido crescimento das espécies pioneiras e secundárias iniciais e com o passar do tempo, a maior riqueza em relação ao grupo ecológico poderá ser invertida.

Tal fato se deve pela característica peculiar que cada espécie promove um sombreamento, além de proporcionar diferentes níveis de acumulação de serrapilheira no solo. Esses fatores podem influenciar diretamente na germinação e na sobrevivência dos indivíduos regenerantes. Nesse sentido, Carnevale e Montagnini (2002), sugerem que as espécies catalisadoras da regeneração natural devem proporcionar entre outras características, um elevado sombreamento e acúmulo de serrapilheira e que a capacidade dessas espécies resulta em um diferencial da regeneração, mas também no aparecimento de outras formas de vida, tais como a presença de macroinvertebrados do solo. A concentração de nitrogênio e fósforo na serrapilheira afeta diretamente a abundância e a biomassa dessa forma de vida nos plantios florestais.

Os resultados obtidos na análise da composição florística amostrada no povoamento de *Eucalyptus citriodora* podem ser observados na tabela 2.

Tabela 2 - Espécies arbóreo-arbustivas regeneradas amostradas com DAP  $\geq$  5 cm no povoamento de *Eucalyptus citriodora* – APTA/PRAM em Colina, SP; representadas por família, nome científico, nome popular, origem: E – Exótica; N – Nativa, Fitofisionoma (FF): Cs – Cerrado *stricto sensu*, FES – Floresta Estacional Semidecidual; CF – Comuns nos dois, Síndrome de Dispersão (SD): Ane – Anemocórica; Aut – Autocórica/Barocórica; Zoo – Zoocórica, Classe Sucessional (CS): Pi – Pioneira; Si – Secundária inicial; St – Secundária tardia; Cl – Clímax (continua)

Família	Nome científico	Nome popular	Origem	FF	SD	CS
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	manga	E	-	Zoo	Pi
Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	peroba-rosa	N	FES	Ane	St
Araliaceae	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl) Decne. & Planch	mandiocão	N	Cs	Zoo	Pi
Arecaceae	<i>Caryota urens</i> L.	rabo de peixe	E	FES	Zoo	Pi
Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i> P.Beauv.	espatódia	E	-	Ane	Pi
	<i>Zeyheria tuberculosa</i> Bureau ex Verl.	ipê-tabaco	N	CF	Ane	Si
	<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	ipê-verde	N	CF	Ane	Si
	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A.DC.) Mattos	ipê-amarelo	N	CF	Ane	Si
Fabaceae	<i>Myroxylon balsamum</i> (L) Harms	cabreúva - vermelha	N	FES	Ane	St
	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	cabreúva	N	FES	Ane	St
	<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	sucupira	N	CF	Aut	St
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F.Blake	guapuruvu	N	CF	Ane	Pi
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	angico-branco	N	Cs	Ane	Si
	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd..	acácia amarela	E	FES	Aut	Si
Lauraceae	<i>Acacia plumosa</i> Lowe	arranha-gato	N	Cs	Ane	Si
	<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	canela	N	CF	Zoo	St
Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	esporão-de-galo	N	FES	Zoo	Si
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	paineira	N	FES	Ane	Si
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro-rosa	N	CF	Ane	St
	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer.	marinheiro	N	FES	Zoo	St
	<i>Melia azedarach</i> L.	santa bárbara	E	FES	Zoo	St
	<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	catiguá vermelho	N	FES	Zoo	St

Tabela 2 - Espécies arbóreo-arbustivas regeneradas amostradas com DAP  $\geq$  5 cm no povoamento de *Eucalyptus citriodora* – APTA/PRAM em Colina, SP; representadas por família, nome científico, nome popular, origem: E – Exótica; N – Nativa, Fitofisionoma (FF): Cs – Cerrado *stricto sensu*, FES – Floresta Estacional Semidecidual; CF – Comuns nos dois, Síndrome de Dispersão (SD): Ane – Anemocórica; Aut – Autocórica/Barocórica; Zoo – Zoocórica, Classe Sucessional (CS): Pi – Pioneira; Si – Secundária inicial; St – Secundária tardia; Cl – Clímax

(conclusão)

<b>Família</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Nome popular</b>	<b>Origem</b>	<b>FF</b>	<b>SD</b>	<b>CS</b>
Moraceae	<i>Ficus clusifolia</i> Schott	figueira-mata-pau	N	FES	Zoo	PI
	<i>Ficus guaranitica</i>	figueira-amarela	N	FES	Zoo	Pi
	<i>Ficus glabra</i> Vell.	figueira-branca	N	FES	Zoo	Pi
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitanga	N	FES	Zoo	Si
	<i>Myrciaria cauliflora</i> (Mart.) O. Berg.	jaboticaba	N	FES	Zoo	Si
	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam) DC.	camбуí	N	FES	Zoo	Cl
Rubiaceae	<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schlecht.	veludo-branco	N	Cs	Zoo	Si
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	mamica-de-cadela	N	CF	Zoo	Pi
Salicaceae	<i>Casearia gossypiosperma</i> Briquet.	espeteiro	N	FES	Ane	Si
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	sabão-de-soldado	N	FES	Zoo	Pi
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engler	guatambu	N	FES	Zoo	Cl
Styracaceae	<i>Styrax camporum</i> Pohl	canelão	N	CF	Zoo	Si
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	ortigão	N	CF	Zoo	Pi

### 3.5 Análise da estrutura horizontal amostrada das espécies regeneradas no povoamento de *Eucalyptus citriodora*

Em relação à densidade, foram encontrados 535 indivíduos na área amostral, representadas nas três classes de diâmetro. A espécie que apresentou maior densidade, ou seja, maior número de indivíduos por unidade de área foi *Ficus glabra Vell* com 32 indivíduos/área amostral, *Styrax camporum Pohl* com 28 indivíduos/área amostral e *Chrysophyllum gonocarpum* com 22 indivíduos/área amostral suas densidades relativas foram 30,59%, 24,02% e 19,95% respectivamente.

Em toda a área foram constatadas apenas 5 diferentes espécies citadas acima, onde todas são zoocóricas e maioria pioneiras. Nesse sentido, Yirdaw e Lukkanen (2003) afirmam que a regeneração natural sob plantios florestais é muitas vezes concentrada em relação à distribuição da abundância entre as espécies regenerantes, com poucas espécies apresentando elevada densidade, enquanto demais espécies, em maior número são representadas por indivíduos regenerantes. Embora isso não seja um princípio aplicado a todas as áreas, freqüentemente as espécies mais abundantes apresentam rebrota de caules ou raízes (SAHA, 2001; VIANI, 2005) ou correspondem a espécies zoocóricas, cujos diásporos são dispersos por animais para o interior do plantio (CARNEVALE; MONTAGNINI, 2002).

A área basal foi de 3,16 m<sup>2</sup>/área amostral. Seguindo o padrão de abundância, a dominância absoluta apresentou 2.140 indivíduos/área amostral. As espécies com maior abundância foram *Schizolobium parahyba (Vell.) S.F.Blake* com 3,25m<sup>2</sup>/área amostral, seguida de *Ficus glabra Vell.* com 2,24m<sup>2</sup>/área amostral e em terceiro lugar *Chrysophyllum gonocarpum* com 1,89 m<sup>2</sup>/área amostral.

Em relação ao índice de Valor de Cobertura (IVI) - os maiores valores encontrados foram para *Ficus glabra Vell.* com 13,11%, *Chrysophyllum gonocarpum* com 10,25%, *Styrax camporum* 8,40%, *Schizolobium parahyba (Vell.) S.F.Blake* com 7,92 m<sup>2</sup>/área e *Didymopanax morototoni* com 7,09%, figura 9. Observando a classificação das espécies pela síndrome de dispersão, ocorre também um predomínio de espécies zoocóricas entre esses indivíduos regenerantes, observado pelos seguintes autores: Lombardi e Motta Júnior (1992); Keenan et al. (1997); Oberhauser (1997); Carnevale e Montagnini (2002); Carneiro e Rodrigues (2007), comprovando a importância desse tipo de dispersão para a colonização de ambientes alterados.

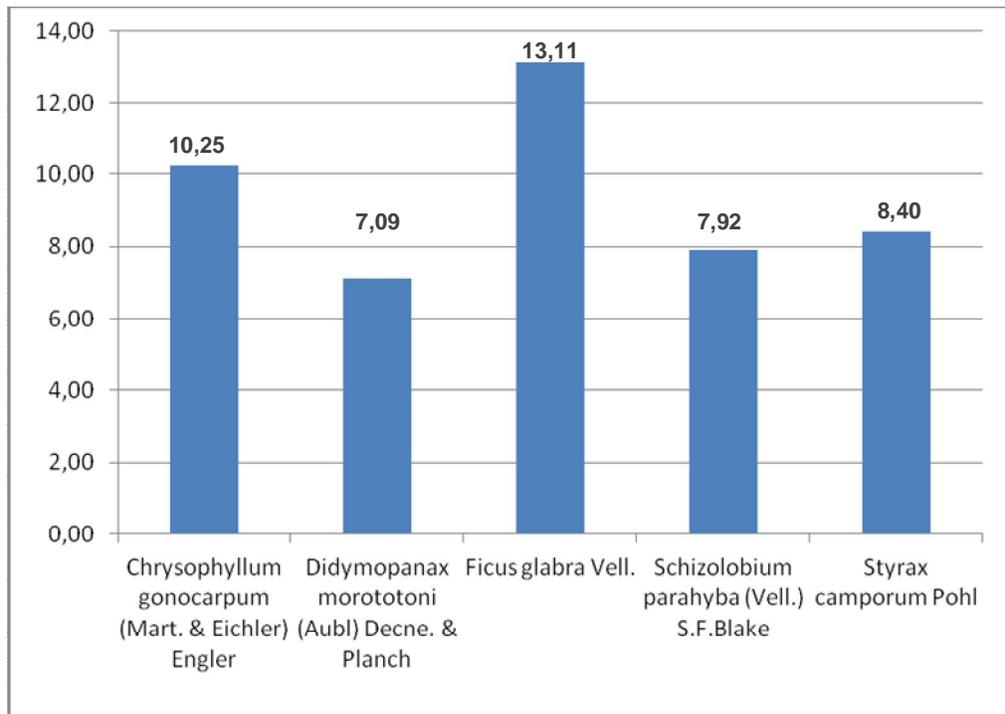


Figura 9 - Ordenação decrescente das 5 espécies em relação ao IVI das espécies regeneradas com  $DAP \geq 5$  cm no povoamento de eucalipto – APTA/PRAM em Colina, SP

Em relação à frequência absoluta as espécies com maior porcentagem foram *Ficus glabra* e *Chrysophyllum gonocarpum*, sendo 130% e 110% respectivamente, indicando uma boa distribuição pela área. *Styrax camporum* e *Ocatea pulchata* apresentaram 100% e 70% na frequência relativa as mesmas espécies apresentarem a maior distribuição.

### 3.6 Índices de diversidade e similaridade amostrada das espécies regeneradas no povoamento de *Eucalyptus citriodora* Hook

Com relação à diversidade florística amostrada das espécies arbustivas/arbóreas foi encontrado o índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), sendo 4,21. Sartori (2001), em levantamento realizado especificamente com vegetação Cerrado *stricto sensu* de sub-bosque de *Eucalyptus saligna* de Itatinga, SP, encontrou o índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), sendo 2,51 para as espécies. Saporetti Júnior, Meira Neto e Almado (2003), na regeneração natural do Cerrado *stricto sensu* em sub-bosque de *Eucalyptus spp* em Bom Despacho, MG, encontrou um  $H' = 2,64$ . Durigan et al. (1997), em uma regeneração natural de Cerrado sob floresta de *Corymbia citriodora* na Estação Experimental de Assis, SP, obteve  $H' = 2,14$ . Calegario (1993),

sob plantio homogêneo de *Eucalyptus paniculata* e *Eucalyptus grandis* em Belo Oriente, MG, com a mesma tipologia obteve  $H'$  3,08 e 3,34.

De acordo com Carneiro (2002), o  $H'$  de vegetação de Floresta Estacional Semidecidual com mancha do Cerrado, obteve um resultado de 3,48 para espécies. Sartori (2001), de mesma fitofisionomia no sub-bosque de *Eucalyptus saligna* encontrou o índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) 3,75 para as espécies. Rezende (1995), no mesmo domínio da vegetação no município de Viçosa, MG, encontrou  $H' = 0,76$  até  $H' = 3,14$ . Calegario e Souza (1993), no município de Belo Horizonte, MG, com a mesma tipologia obteve  $H' = 3,08$ .

Portanto, pode-se considerar que a área amostrada apresentou uma elevada diversidade das espécies arbóreo-arbustivas regeneradas no povoamento de eucalipto em relação aos resultados comparados. Porém, alguns estudos diferenciam entre si em relação à área amostral, levando em conta o limite de inclusão dos indivíduos, contudo, pode-se verificar que os valores encontrados demonstram resultados plausíveis, denotando que as plantações de eucalipto não impedem o desenvolvimento do sub-bosque nativo na fitofisionomia em questão.

Ao analisar o índice de similaridade nos demais trabalhos, verificou-se a ocorrência de um valor semelhante do coeficiente de Jaccard, 3,25. Os valores encontrados determinam que exista uma similaridade próxima na composição florística, podendo ser constatado com os dados a seguir.

### **3.7 Distribuições das classes de DAP amostradas das espécies regeneradas no povoamento de *Eucalyptus citriodora* Hook**

Os dados dos indivíduos do fragmento alvo da pesquisa foram processados no programa “R-tutor”. O resultado apresentou o padrão do “j” invertido, ou exponencial negativo, indicando o equilíbrio da floresta balanceada, considerando assim, um grande número de indivíduos na primeira e segunda classe, ou seja, ocorrência de indivíduos jovens, que se desenvolveram no sub-bosque do povoamento de eucalipto.

Machado et al. (2004), citam que praticamente todos os inventários de comunidades arbustivas-arbóreas apresentam o padrão ‘j invertido’, e de acordo com Alder e Synott (1992), citado por Oliveira Filho, Scolforo e Mello (1994), é o padrão típico de florestas nativas, figura 10.

### Distribuição das Classes de Diâmetro das Espécies Regeneradas

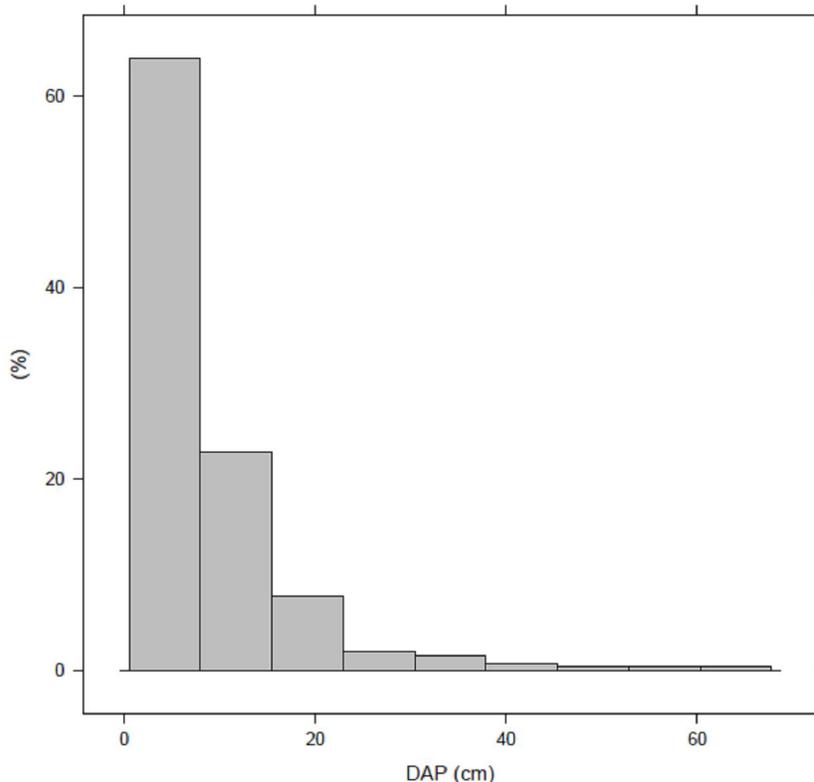


Figura 10 – Histograma de frequência por classe de diâmetro (cm) por hectare para sub-bosque nativo regenerado em uma antiga unidade de produção de eucalipto.

A maior concentração de indivíduos nas primeiras classes de diâmetro caracteriza a comunidade estoque, o que é um padrão em florestas tropicais estáveis com idade e composição de espécies variadas (SCOLFORO et al., 1998). Cada classe diamétrica representa uma etapa da regeneração da fração do povoamento de uma mesma espécie ou de uma comunidade com diâmetro superior a esta classe (ROLLET, 1978).

Podemos observar que, a medida em que aumenta o tamanho da classe, a frequência diminui até atingir o seu menor índice na maior classe diamétrica, caracterizando a curva do tipo exponencial “J invertido”.

### 3.8 Fatores determinantes da regeneração natural e comparações das espécies regenerantes com ocorrência nas três classes de diâmetro

Em relação às espécies encontradas, podemos observar o número de indivíduos e a ocorrência em comum nas classes de diâmetro.

Foram encontradas 12 espécies em comum que ocorreram nas 3 classes de diâmetro. O que nos permite concluir que a representatividade das espécies na área

determinada apresenta-se com maior diversidade florística também na regeneração.

As espécies com maior número de indivíduos que ocorreram nas três classes foram: *Styrax camporum* com maior número de indivíduos na classe 2, *Chrysophyllum gonocarpum* com maior número na classe 3, *Ficus guaranitica* e *Trichilia pallida* com maior número de indivíduos também na classe 2. A maior representatividade na classe 2 demonstra a potencialização dos indivíduos infantis regenerantes com  $DAP \geq 5 \leq 1$  cm, figura 11.

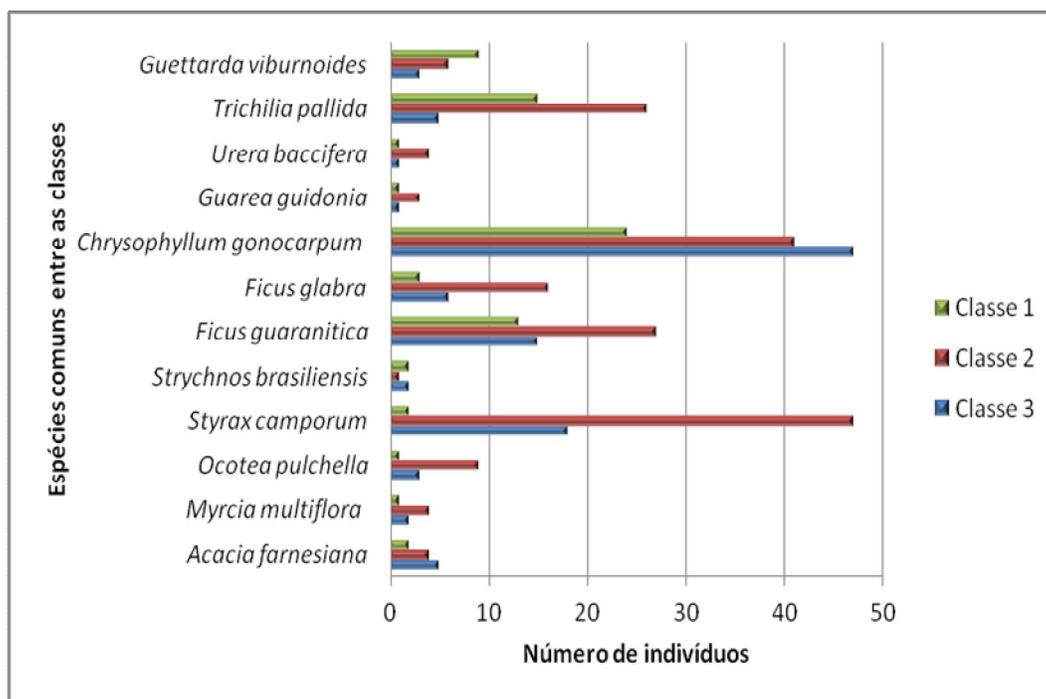


Figura 11 – Representação das espécies em comum e o número de indivíduos ocorrentes nas três classes de diâmetro analisadas.

Observando os resultados das espécies em comum, podemos concluir que: segundo Tabarelli et al. (1993), a sucessão secundária no sub-bosque de plantios florestais homogêneos apresenta-se sob forma de mosaicos, onde a proporção destes indivíduos varia abundantemente, partindo desde áreas com pouca regeneração até áreas com alta diversidade de espécies, pertencentes a diferentes grupos ecológicos.

Com a análise da junção das espécies podemos observar a presença de *Cedrela fissilis* Vell. com apenas um indivíduo na classe 2 e um na classe 3. A característica da presença deste indivíduo acentua ainda mais a certeza do sucesso

do crescimento da vegetação secundária, visto que a espécie é denominada emergente em floresta de clímax.

### **3.9 Análises de estudos já realizados no Brasil em formações florestais semelhantes do estudo em questão**

No Brasil, as principais espécies florestais plantadas são, em ordem decrescente de área ocupada, eucalipto (*Eucalyptus spp.*) e pinus (*Pinus spp.*). A maioria dos plantios objetivam a produção de matéria prima para industria madeireira (ABRAF, 2008).

Tanto no Brasil, quanto em todo o mundo, os elevados custos de restauração de áreas degradadas, dificuldades técnicas e falta de incentivos, têm gerado estudos de cunho investigativo com relação à capacidade de plantios de espécies exóticas serem catalisadores da sucessão florestal. Estes estudos iniciaram-se na década de 1990, sendo mais freqüentes em espécies do gênero *Eucalyptus*.

Foi observada uma maior concentração dos estudos de avaliação da regeneração natural nos estados de Minas Gerais e São Paulo, por serem locais com alta produção de florestal (ABRAF, 2008). A maioria dessas áreas são abrangidas por Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado.

É importante salientar, que perante todos os dados obtidos neste estudo, quanto nas demais literaturas já citadas, devemos realçar que as diferenças encontradas nos trabalhos são decorrentes: do tamanho da área de amostragem, no sistema amostral empregado, área total amostrada, o critério de inclusão, a idade do plantio e na capacidade de regeneração de cada local, tabela 3. Estes fatores restringem uma comparação direta das áreas, porém denota características florísticas e estrutural do estrato regenerante desses plantios. A tabela a seguir é um estudo adaptado de Viani, Durigan e Melo, 2010.

Tabela 3 - Estudos da comunidade vegetal em regeneração natural sobre plantações florestais comerciais de eucalipto realizados no Brasil, apud Viani et al., 2010 (continua)

Município	Autor <sup>1</sup>	Espécie investigada	Domínio Fitogeográfico	Uso anterior da terra	Idade <sup>2</sup> (anos)	Comp. Florística	N° spp	N° ind.	D (ind.h <sup>1</sup> )	A (m <sup>2</sup> )	Método e critério de inclusão
Assis-SP	1	<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook	C	Veg. nativa	22 (2)	Sim	25	275	1375	2000	P (DAP ≥ 5cm)
Assis-SP	1	<i>E. citriodora</i>	C	Veg. nativa	22 (2)	Sim	49	ni	ni	2000	P (DAP ≤ 5cm)
Belo Oriente - MG	2	<i>Eucalyptus Grandis</i> W. Hill ex Maiden	FES	Veg. nativa	ni	Não	48	125 5	2413	5200	P (CAP ≥ 5cm)
Belo Oriente - MG	2	<i>Eucalyptus paniculata</i> Sm.	FES	Veg. nativa	ni	Não	55	744	1431	5200	P (CAP ≥ 5cm)
Bofete-SP	3	<i>E. grandis</i>	FES	ni	19(9)	Não	42	199	3317	600	P (h ≥ 1,5cm)
Bofete-SP	3	<i>Eucalyptus saligna</i> Sm.	FES	ni	19(9)	Não	27	120	2000	600	P (h ≥ 1,5cm)
Bofete-SP	3	<i>E. saligna</i>	FES	ni	13(7)	Não	15	70	1167	600	P (h ≥ 1,5cm)
Bofete-SP	3	<i>E. saligna</i>	FES	ni	12(7)	Não	32	164	2733	600	P (h ≥ 1,5cm)
Bofete-SP	3	<i>E. saligna</i>	FES	ni	24	Não	30	141	2350	600	P (h ≥ 1,5cm)
Bofete-SP	3	<i>E. saligna</i>	FES	ni	31	Não	49	382	6366	600	P (h ≥ 1,5cm)
Despacho-MG	4	<i>E. grandis</i>	C	ni	28(10)	Não	39	ni	ni	3000	P (CAS > 10cm)
Dionísio-MG	5	<i>E. grandis</i>	FES	Veg. nativa	18(10)	Não	123	888	635	222 <sup>3</sup>	Q (CAP ≥ 5cm)
Itatinga-SP	6	<i>E. saligna</i>	C/FES	ni	0(3)	Não	104	190 0	2794	6800	P (h ≥ 1,5cm)
Itatinga-SP	7	<i>E. saligna</i>	C	ni	50(2)	Não	24	92	184	5000	P (h ≥ 1,5cm)
Itatinga-SP	7	<i>E. saligna</i>	C/FES	ni	50(2)	Não	90	991	1982	5000	P (h ≥ 1,5cm)
Lavras-MG	8	<i>E. grandis</i>	FES	pastagem	30	Não	33	ni	ni	325	P (h ≥ 0,1m, CAP < 15cm)

Tabela 3 - Estudos da comunidade vegetal em regeneração natural sobre plantações florestais comerciais de eucalipto realizados no Brasil, (conclusão)  
apud Viani et al., 2010

Luiz Antônio-SP	9	<i>Eucalyptus robusta</i> Sm.	FES (zona ripária)	abandonada	19	Sim	21	243	30375	80	P (h ≥ 0,1m, DAP < 5,0)
Paraibuna-SP	10	<i>Eucalyptus</i> sp	FES	ni	20	Não	67	549	15250	360	P5
Paraibuna-SP	10	<i>Eucalyptus</i> sp	FES	ni	7(1)	Não	101	908	25222	360	P5
Paraibuna-SP	10	<i>Eucalyptus</i> sp	FES	ni	7(1)	Não	58	832	23111	360	P5
Paraopeba-MG	11	<i>Eucalyptus</i> sp	C	ni	30	Não	47	376	3.760	1000	P (h ≥ 1m, CAS ≥ 10cm)
Viçosa-MG	12	<i>E. grandis</i>	FES	ni	7	Sim	44	ni	ni	900	P (h ≥ 0,1m, DAP < 10cm)
Colina-SP	13	<i>E. citriodora</i>	FES/C	Veg. nativa e pomar	60	Não	36	535	2140	2000	P (h ≥ 0,5 m, DAP ≥ 5cm )

Em que: C = cerrado; FES = floresta estacional semidecidual; ni = não informado; Comp. floresta = Comparação com florestas adjacentes; N° spp = número de espécies amostradas; N° ind. = número de indivíduos amostrados; D = densidade da regeneração natural, A = área amostral, P = parcelas; Q = pontos quadrantes; DAP = diâmetro à altura do peito (1,3 m); CAP = circunferência à altura do peito; h = altura; CAS = circunferência no nível do solo; **1** autores: 1 - Durigan *et al.* (1997), 2 - Calegário *et al.* (1993a), 3 - Viani (2005), 4 - Saporetti Jr. *et al.* (2003), 5 - Silva Júnior *et al.* (1995), 6 - Carneiro (2002), 7 - Sartori *et al.* (2002), 8 - Ferreira *et al.* (2007), 9 - Nóbrega *et al.* (2008), 10 - Souza Filho *et al.* (2007), 11 - Neri *et al.* (2005), 12 - Rezende *et al.* 1994, 13 – Cunha (2011) estudo em questão. **2** Idades fora e dentro dos parênteses representam respectivamente idade do plantio e idade após a última intervenção com corte raso das árvores plantadas, a ausência de idade entre parênteses indica que não houve corte raso das árvores plantadas ou que essa informação não estava disponível no trabalho consultado. Nesse estudo foram utilizados pontos em vez de área para a amostragem, sendo o número apresentado equivalente ao número de pontos utilizados no levantamento. Na amostragem foram consideradas todas as formas de vida, para as espécies fanerógamas (com exceção de Poaceae) e para as espécies pteridófitas.

### 3.10 Conclusões

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que o povoamento de *Eucalyptus citriodora* mostrou atuar como catalisador, ou, seja as espécies plantadas agiram como espécies de dossel de uma floresta natural e como filtro para as espécies que tentam desenvolver suas copas, proporcionando condições ambientais favoráveis para a regeneração das espécies nativas principalmente em sucessão secundária e em estágio inicial de regeneração.

Entretanto, nem todas as espécies florestais plantadas atuam como catalisadoras de regeneração natural, porém resultados expressivos com espécies de eucalipto mostraram-se plausíveis. Como demonstrado, devemos considerar também a importância do uso anterior da terra, podendo influenciar diretamente a riqueza, o sucesso da regeneração e a importância de múltiplos fatores, que podem contribuir para um projeto da restauração.

Técnicas silviculturais como modelos de recuperação e restauração vegetal podem acelerar o processo de restauração, como por exemplo, o plantio de enriquecimento em outras áreas com a mesma situação de domínio fitogeográfico, podendo considerar como opção as espécies que apresentaram maior riqueza e em diferentes estágios sucessionais.

### Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2007**. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/>>. Acesso em: 10 set. 2011.

\_\_\_\_\_. **Anuário estatístico do ABRAF: ano base 2008**. Brasília, 2009. 120 p.

CALEGARIO, N. **Parâmetros florísticos e fitossociológicos da regeneração natural de espécies arbóreas nativas no sub-bosque de povoamentos de *Eucalyptus***. 1993. 114 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

CALEGARIO, N.; SOUZA, A.L.; MARAGON, L.C.; SILVA, A.F. Parâmetros florísticos e fitossociológicos da regeneração natural de espécies arbóreas nativas no sub-bosque de povoamentos de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 17, n. 1, p. 16-29, 1993.

CALEGARIO, N.; SOUZA, A.L.; MARANGON, L.C.; SILVA, A.V. Estimativa de parâmetros de distribuição e associação de espécies vegetais nativas regeneradas

no sub bosque de *Eucalyptus*, no município de Belo Oriente-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 17, n. 2, p. 146-161, 1993b.

CAMUS, J.M.; CARNUS, J.; PARROTTA, J.; BROCHERHO, E.; ARBEZ, M.; JACTEL, H.; KREMER, A.; LAMB, D.; O'HARA, K. E WALTERS, B. Planted forests and biodiversity. **Journal of Forestry**, Washington, v. 104, p. 65-77, Mar. 2006.

CARNEIRO, P.H.M. **Caracterização florística, estrutural e da dinâmica da regeneração de espécies nativas em um povoamento comercial de *Eucalyptus grandis* em Itatinga, SP**. 2002. 131 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

CARNEIRO, P.H.M.; RODRIGUES, R.R. Management of monospecific commercial reforestations for the forest restoration of native species with high diversity. In: RODRIGUES, R.R.; MARTINS, S.V.; GANDOLFI, S. **High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil**. New York: New Science, 2007. chap. 3.1, p. 129-144.

CARNEVALE, N.; MONTAGNINI, F. Facilitating regeneration of secondary forests with the use of mixed and pure plantations of indigenous tree species. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 163, p. 217-227, 2002.

CARVALHO, D.A.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; CURTI, N. Florística e estrutura da vegetação arbórea de um fragmento de floresta Semidecidual às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica Dona Rita (Itambé do Mato Dentro, MG) **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 1, n. 14, p. 37-55, 2000.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: EMBRAPA Floresta, 2003. v. 1, 1039 p.

\_\_\_\_\_. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: EMBRAPA Floresta, 2006. v. 2, 627 p.

DURIGAN, G.; FRANCO, G.A.D.C.; PASTORE, J.A.; AGUIAR, O.T. Regeneração natural da vegetação de Cerrado sob floresta de *Eucalyptus citriodora*. **Revista Instituto Florestal de São Paulo**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 71-85, 1997.

DURIGAN, G.; FRANCO, G.A.D.C.; SAITO, M.; BAITELLO, J.B. Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 369-381, 2000.

FAO. **Efectos ecológicos de los eucaliptos**. Rome, 1987. 106 p.

\_\_\_\_\_. **Global forest resources assessment 2005: progress towards sustainable forest management**. Rome, 2005. p. 75-94.

FERREIRA, W.C.; FERREIRA, M.J.; MARTINS, J.C. Regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas no subosque de *Eucalyptus grandis* em mata ciliar, no

município de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 579-581, jul. 2007.

GUARIGUATA, M.R.; CHAZDON, R.L.; DENSLOW, J.S.; DUPUY, J.M.; ANDERSON, L. Structure and floristics of secondary and old-growth forest stands in lowland Costa Rica. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 132, p. 107-120, 1997.

HOWE, H.F. Seed dispersal by birds and mammals: implications for seedling demography. In: BAWA, K.S.; HADLEY, M. (Ed.). **Reproductive ecology of tropical forest plants**. Paris: UNESCO, 1990. p. 191-218.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas nacional do Brasil**. Rio de Janeiro, 2000. 263 p.

INSTITUTO FLORESTAL. **Inventário florestal da vegetação nativa do Estado de São Paulo**, 2009. Disponível em: <<http://www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp/estadosaopaulo/Colina.pdf?baixopardogrande=Colina.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2010.

IVANAUSKAS, N.M.; RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G. Fitossociologia de um trecho de floresta estacional semidecidual em Itatinga, São Paulo. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 56, p. 83-99, dez. 1999.

KEENAN, R.; LAMB, D.; WOLDRING, O.; IRVINE, T.; JENSEN, R. Restoration of plant biodiversity beneath tropical tree plantations in Northern Australia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, p. 117-131, 1997.

KÖEPEN, W. **Climatologia**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 317 p.

LIMA, W.P. **Impacto ambiental do eucalipto**. São Paulo: EDUSP, 1993. 301 p.

LOMBARDI, J.A.; MOTTA JUNIOR, J.C. Levantamento do subosque de um reflorestamento monoespecífico de *Pinus elliotti* em relação às síndromes de dispersão. **Turrialba**, San Jose, v. 42, n. 4, p. 438-442, 1992.

LÓPEZ, G.; MORO, M.J. Birds of Aleppo pine plantations in southeast Spain in relation to vegetation composition and structure. **Journal of Applied Ecology**. Oxford, v. 34, p. 1257-1272, 1997.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 352 p.

\_\_\_\_\_. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. v. 1, 368 p.

\_\_\_\_\_. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v. 2, 384 p.

MACHADO, E.L.M.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; CARVALHO, W.A.C.; SOUZA, J.S.; BOREM, R.A.T.; BOTEZELLI, L. Análise comparativa da estrutura e flora do

compartimento arbóreo-arbustivo de um remanescente florestal na fazenda Beira Lago, Lavras, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 499-516, jul./ago. 2004.

MACLEAN, D.A.; WEIN, R.W. Changes in understory vegetation with increasing stand age in New Brunswick forests: species composition, cover, biomass and nutrients. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 55, p. 2818-2831, 1977.

MANTOVANI, A.; REIS, A.; ANJO, A.; SIMINSKI, A. FANTINI, A. C.; PUCHALSKI, A.; QUEIROZ, M. H.; REIS, M. S.; CONTE, R. **Amostragem, caracterização de estádios sucessionais na vegetação catarinense e manejo do palmiteiro (*Euterpe edulis*) em regime de rendimento sustentável: inventário e manejo florestal**. Florianópolis: Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais, 2005. 38 p.

MARTINS, F.R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: UNICAMP, 1993. 246 p.

MARTINS, S.V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2009. 270 p.

MELLO, J.M.; SCOLFORO, J.R.S. Análise comparativa de procedimentos de amostragem em um remanescente de Floresta Estacional Semidecídua Montana. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 55-62, 2000.

MODNA, D.; DURIGAN, G.; VITAL, M.V.C. *Pinus elliottii* Engelm como facilitadora da regeneração natural em mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 85, p. 73-83, 2010.

MORELLATO, P.C. Frutos, frugívoros e a dispersão de sementes. In: MORELLATO, P.C., LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.) **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: reserva de santa genebra**. Campinas: UNICAMP, 1995. p.64-65.

MORELLATO, P.C.; LEITÃO FILHO, H.F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japí. In: MORELLATO, L.P.C. (Ed.) **História natural da Serra do Japí: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil**. Campinas: UNICAMP; FAPESP, 1992. p. 112-137.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley, 1974. 547 p.

NERI, A.V.; CAMPOS, E.P.; DUARTE, T.G.; MEIRA NETO, J.A.A.; SILVA, A.F.; VALENTE, G.E. Regeneração de espécies nativas lenhosas sob plantio de *Eucalyptus* em área de Cerrado na Floresta Nacional de Paraopeba, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**. São Paulo, v. 19, n. 2, p. 369-376, 2005.

NÓBREGA, A.M.F.; VALERI, S.V.; PAULA, R.C.; SILVA, S.A. Regeneração natural em remanescentes florestais e áreas reflorestadas da várzea do rio Mogi-Guaçu, Luiz Antônio - SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 909-920, 2008.

OBERHAUSER, U. Secondary forest regeneration beneath pine (*Pinus kesiya*) plantations in the northern Thai highlands: a chronosequence study. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, p. 171-183, 1997.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; SCOLFORO, J.R.S.; MELLO, J.M. Composição florística e estrutura de um remanescente de Floresta Semidecidual Montana em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 167-182, dez. 1994.

ONOFRE, F.F.; ENGEL, V.L.; CASSOLA, H. Regeneração natural de espécies da Mata Atlântica em sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith. em uma antiga unidade de produção florestal no Parque das Neblinas, Bertioga, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 85, p. 39-52, mar. 2010.

PARROTA, J.A.; TURNBULL, J.T.; JONES, N. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, p. 1-8, 1997.

PIJL, P. van der. **Principles of dispersion in higher plants**. 3<sup>rd</sup> ed. Berlin: Springerdag, 1982. 213 p.

PINÂ-RODRIGUES, F.C.M.; AGUIAR, I.B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOFIA, M.B. (Ed.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 215-274.

PIRES, A.F. **Dispersão de sementes na várzea do médio Solimões, Estado do Amazonas – Brasil**. 1997. 221 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Pará, Belém, 1997.

PREFEITURA DE COLINA. **Precipitação pluviométrica de Colina**. 2010. Disponível em: <<http://www.colina.sp.gov.br>>. Acesso em: 18 Set. 2010.

REZENDE, M. L. ; VALE, A. B. ; REIS, M. G. F. ; SILVA, A. F. ; NEVES, J. C. L. . Regeneração natural de espécies florestais nativas em sub-bosque de *Eucalyptus grandis* e em mata secundária no Município de Viçosa, Zona da Mata, MG, Brasil.. In: I SIMPÓSIO SUL-AMERICANO E II SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS., 1994, Foz do Iguaçu - PR. Anais, 1994. p. 409-418.

REZENDE, M.L. **Regeneração natural de espécies florestais nativas em sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus grandis* e de mata secundária, no município de Viçosa, Zona da Mata**. 1995. 116 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

RODRIGUES, R.R. Análise estrutural das formações florestais ripárias. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, Campinas. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 99-119.

\_\_\_\_\_. **Colonização e enriquecimento de um fragmento florestal urbano após ocorrência de fogo. Fazenda Santa Elisa, Campinas, S.P.:** avaliação temporal da regeneração natural (66 meses) e de crescimento (51 meses) de 30 espécies plantados em consórcio sucessionais. 1999. 215 p. Tese (Livre Docência) – Escola

Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

ROLLET, B. **Arquitetura e crescimento das florestas tropicais**. Belém: SUDAM, 1978. 22 p.

SAHA, S. Vegetation composition and structure of *Tectona grandis* (teak family Verbenaceae) plantations and dry deciduous forests in central India. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 148, p. 159-167, 2001.

SAPORETTI JÚNIOR, A.W.; MEIRA NETO, J.A.A.; ALMADO, R. Fitossociologia de sub-bosque de cerrado em talhão de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden no município de Bom Despacho, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 905-910, 2003.

SARTORI, M.S. **Variação da regeneração natural da vegetação arbórea no sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith. manejado por talhadia, localizado no município de Itatinga, SP**. 2001. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura de “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SARTORI, M.S.; POGGIANI, F.; ENGEL, V.L. Regeneração da vegetação arbórea nativa no sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus saligna* Smith. localizado no Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 62, p. 86-103, 2002.

SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. **Manejo sustentado de florestas inequidneas heterogêneas**. Santa Maria: CEPEF, 2000. 195 p.

SCOLFORO, J.R.S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA; FAEPE, 1998. 438 p. (Curso de especialização pós-graduação “Lato Sensu” por tutoria à distância: Manejo de Florestas Plantadas e Florestas Nativas).

SCOLFORO, J.R.S.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Biométria florestal: medição e volumetria de árvores florestais**. Lavras: UFLA; FAEPE, 1998. 310 p. (Curso de especialização pós-graduação “Lato Sensu” por tutoria à distância: Manejo de Florestas Plantadas e Florestas Nativas).

SCOLFORO, J.R.S.; MELLO, J.M. **Inventário florestal**. Lavras: UFLA; FAEPE, 1997. 341 p. (Curso de especialização pós-graduação “Lato Sensu” por tutoria à distância: Manejo e Planejamento Florestal).

SCOLFORO, J.R.S., PULZ, F.A.; MELO, J.M.de. Modelagem da produção, idade das florestas nativas, distribuição espacial das espécies e a análise estrutural. In: SCOLFORO, J.R.S. (Org.). **Manejo florestal**. Lavras: UFLA; FAEPE, 1998. p. 189-246.

SILVA JÚNIOR, M.C.; SCARANO, F.R.; CARDEL, F.S. Regeneration of an Atlantic Forest in the understory of a *Eucalyptus grandis* stand in southern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 11, p. 148-152, 1995.

SILVA, S.A. **Estrutura da comunidade arbórea resultante da regeneração de cerrado em povoamento de eucalipto e similaridade com vegetação natural adjacente, Santa Rita do Passa Quatro, SP.** 2008. 53 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade das Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2008.

SOUZA, P.B.; MARTINS, S.V.; COSTALONGA, S.R.; COSTA, G.O. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea do sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 533-543, 2007.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 704 p.

SOUZA FILHO, P.C.; BECHARA, F.C.; FILHO, E.M.C.; BARRETO, K.D. Regeneração natural após diferentes níveis de perturbação em subosque de *Eucalyptus* sp. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 96-98, jul. 2007.

SYDOW, V.G. **Vegetação de sub-bosque em monocultura de *Eucalyptus saligna* Sm. (Myrtaceae).** 2010. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

TABARELLI, M.; VILLANI, J.P.; MANTOVANI, W. A recuperação da floresta atlântica sob plantios de *Eucalyptus* no núcleo Santa Virgínia, SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 187-201, 1993.

\_\_\_\_\_. Estudo comparativo da vegetação de dois trechos de floresta secundária no Núcleo Santa Virgínia, Parque Estadual da Serra do Mar, SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 6, p. 1-11, 1994.

VIANA, V.M.; TABANEZ, A.J.A.; MARTINEZ, J.L.A. Restauração e manejo de fragmentos florestais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p. 400-406.

VIANI, R.A.G. **O uso da regeneração natural (Floresta Estacional Semidecidual e talhões de *Eucalyptus*) como estratégia de produção de mudas e resgate da diversidade vegetal na restauração florestal.** 2005. 188 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – UNICAMP- Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

VIANI, R.A.G.; DURIGAN, G.; MELO, A.C.G. A regeneração natural sob plantações florestais: desertos verdes ou redutos de biodiversidade? **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 533-552, 2010.

YIRDAW, E.; LUUKKANEN, O. Indigenous woody species diversity in *Eucalyptus globulus* Labill. plantations in the Ethiopian highlands. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 12, p. 567-582, 2003.



## 4 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS IMEDIATOS NA REGENERAÇÃO NATURAL E A VARIABILIDADE DO ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR NA DISPONIBILIDADE DE RADIAÇÃO SOLAR

### Resumo

Considerando a deficiência de estudos sobre danos causados na regeneração natural e na dinâmica do dossel sob plantios florestais comerciais, os objetivos deste capítulo foram: identificar, qualificar e quantificar os danos imediatos causados pela exploração florestal sobre a estrutura da regeneração natural, no momento da derrubada dos eucaliptos, com a finalidade de gerar informações básicas a respeito da determinação de impactos imediatos e a diferenciação do índice de área foliar (IAF) ocorrido nas clareiras formadas. A estimativa foi realizada através do Índice de Área Foliar Real ( $m^2$  folha  $m^{-2}$  solo) coletados com o aparelho LAI-2000 antes e depois da derrubada. Para a medição dos impactos, primeiramente foi calculada a quantidade de área basal e volume que foram explorados, antes e depois da derrubada. Contudo, obteve-se que a intensidade dos danos causados à regeneração não teve relação direta com a quantidade de área basal derrubada, ou seja, não necessariamente maior área basal retirada implica em maior número de indivíduos danificados. Já para a variável volume esta relação pode ser considerada. Foram selecionadas 15 árvores para serem derrubadas, contudo apenas 7 eucaliptos atingiram a área amostral desejada. A seleção foi feita de acordo com a direção de queda pré-estabelecida, dando preferência para as árvores que cairiam dentro das parcelas. Após a queda dirigia-se ao local afetado para avaliação dos impactos. Os indicadores de Avaliação de Danos Imediatos foram analisados em 5 modalidades seguindo seu padrão de descrição: Árvores Destruídas Danos de Copa, Árvores Inclinadas, Danos na Casca e na Madeira e Árvores Caídas (AC) em valores reais ocasionados em cada parcelas e estimados para área total, denotando-se que os danos mais ocorrentes foram em relação aos “danos na copa” e as “árvores inclinadas”, com estimativas de 23,1% e 28,2%, respectivamente. As médias dos valores do IAF foram semelhantes, com  $3,30m^2 m^{-2}$ , porém considerando que apenas 37 30 indivíduos foram atingidos, contudo, os danos ao IAF foram significativos e variaram entre si após os resultados da aplicação de teste-t pareado.

Palavras-chave: Danos; Índice de área foliar; Regeneração natural; Área basal; Volume

### Abstract

Considering the lack of studies on damage to the natural regeneration and canopy dynamics in commercial forest plantations, the objectives of this chapter were to identify, qualify and quantify the immediate damage caused by logging on natural regeneration structure at the time of felling eucalyptus, in order to generate basic information about the determination and differentiation of the immediate impacts of leaf area index (LAI) occurred in the gaps formed. The estimation was performed using the Real Leaf Area Index (leaf  $sq m^{-2}$  soil) collected with the LAI-2000 unit before and after the overthrow. For the measurement of the impacts, was first

calculated amount of basal area and volume which were operated before and after the dropped. However, it was found that the intensity of damage to the regeneration was not directly related to the amount of basal area dropped, ie, not necessarily the highest basal area removal results in higher number of impaired individuals. As for the volume variable, this relationship can be considered. However, it showed that the damage intensity on the regeneration had no direct relation with the amount of basal area felled, that is, not necessarily larger basal area results in number of individuals damaged increase. For the volume this relationship can be considered. We selected 15 trees to be felled, however, only seven eucalyptus sample reached the desired area. The selection was made according to the direction of fall pre-established, with a preference for trees that fall within the plots. After the fall he went to the affected area to assess impacts. Indicators of Damage Assessment Encounters were analyzed in five terms following their standard description: Trees Destroyed Damage Cup, Leaning Trees, Damage to Bark and Wood and Trees Fallen (AC) in real terms in each plot and caused estimated area total, indicating that the most damage were occurring in relation to "damage in the crown" and "leaning trees", with estimates of 23.1% and 28.2%, respectively. The mean values of LAI were similar, with 3.30 sq m<sup>-2</sup>, but considering that only 37 individuals 30 were achieved, however, the damage to the IAF were significant and varied one another after the results of applying the T-test.

Keywords: Damage; Leaf area index; Natural regeneration; Basal area; Volume

#### **4.1 Introdução**

A maioria das operações de exploração nas florestas tropicais e subtropicais onde a legislação é permissiva não incorpora métodos para minimizar os danos da exploração (WEBB, 1997), os quais levam as florestas a um estado de alto grau de degradação. Por outro lado, pesquisas na Indonésia (BERTAULT; SIST, 1997; SIST et al., 1998; SIST; NGUYEN-THÉ, 2002), na Costa Rica (WEBB, 1997) e no Brasil (JOHNS et al., 1996; PEREIRA et al., 2002; SIST; FERREIRA, 2007) revelam que há possibilidades de reduzir significativamente os danos aos remanescentes durante as operações de exploração. Assim, uma intervenção conservacionista da floresta incrementa as possibilidades do uso sustentável dos seus recursos (WEBB, 1997).

Quanto à intervenção na floresta, uma redução drástica na área basal causaria uma mudança importante na dinâmica dos indivíduos e na composição florística, razão pela qual se estima que a redução da área basal não deve exceder a 15% (SIST; NGUYEN-THÉ, 2002).

Essas mudanças estariam relacionadas principalmente ao grau de distúrbio, sendo este decorrente da intensidade de exploração (SIST; NGUYEN-THÉ, 2002) e

das técnicas utilizadas (MAC DONAGH et al., 2005). Assim, um maior grau de distúrbio provocaria um crescimento maior nos remanescentes (SIST; NGUYEN-THÉ, 2002).

Conforme Johns et al. (1996) e Webb (1997), um conjunto de atividades pré-exploração e técnicas de manejo podem reduzir os danos em todas as fases de exploração. Entre as de maior importância, esses autores citam o corte de lianas, o abate dirigido, o tipo de maquinaria utilizada, o planejamento e traçado de caminhos de extração e a construção de área de estoque. Outros autores mencionam que a abertura e o dano residual são minimizados quando as clareiras se concentram numa área (JACKSON et al., 2002) e citam como técnica fundamental para minimizar os danos aos remanescentes, que passam a ser um dos componentes críticos da exploração florestal de impacto reduzido, o abate dirigido das árvores exploradas (PEREIRA et al., 2002).

Principalmente no Brasil, as florestas naturais têm sido exploradas utilizando métodos embrionários e primitivos, objetivando apenas a escolha e o abate das espécies nobres ou de maior aceitação nos mercados nacional e internacional (CARVALHO, 1988.)

As operações de exploração florestal muitas vezes envolvem o uso de equipamentos pesados que danificam árvores remanescentes e a regeneração natural, alterando a dinâmica da composição florística, da exportação de biomassa e nutrientes. A intensidade dos danos causados ao local está relacionado à intensidade da exploração, ao volume e ao número de indivíduos extraídos por hectare (YARED; SOUZA, 1993).

Por isso, é importante conhecer a composição florística, as estruturas fitossociológicas e paramétricas da floresta para fundamentar ambientalmente o manejo. Contudo é necessário um planejamento adequado para prever a intensidade com que os danos da colheita irão ocorrer, afetando as estruturas e arquitetura da floresta (PINTO et al., 2002).

Nesse sentido Azevedo et al. (2008) comentam que na exploração florestal, a queda da árvore é brusca e causa danos e morte no povoamento remanescente, principalmente nos extratos inferior e médio. Hendrisson (1989) menciona que a derrubada de árvores causa distúrbios como injúrias e destruição de mudas, plântulas e árvores da regeneração natural.

Conforme Bertault e Sist (1997) há uma correlação positiva e significativa entre a proporção de árvores danificadas e a área basal extraída. Concordando com esses autores, Sist e Nguyen-thé (2002) mencionam que a taxa de mortalidade em áreas exploradas é influenciada por uma maior mortalidade de árvores danificadas, principalmente daquelas com danos severos.

Assim, os autores comprovaram que áreas com uma intensidade de exploração baixa e controlada, obtiveram menores danos, tiveram taxas de mortalidade similares às observadas nas áreas-testemunhas sem intervenção (1,5%). Com isso, fica estabelecido que uma redução nos danos diminui a mortalidade pós-exploração (BERTAULT; SIST, 1997; SIST et al., 1998; SIST; NGUYEN-THÉ, 2002).

Segundo Sist e Nguyen-Thé (2002), o recrutamento aumenta na medida em que a intensidade de exploração aumenta. Em áreas-testemunha, observaram uma média de 8 árvores por hectare, enquanto que em áreas exploradas foram registradas de 14 até 33 árvores por hectare (>80% e <70% da área basal extraída, respectivamente).

Há uma relação positiva e significativa entre as árvores danificadas e a intensidade de exploração ( $r = 0,62$  para BERTAULT; SIST, 1997; e  $r = 0,59$  para SIST et al., 1998). Dessa forma, a intensidade de exploração é uma característica importante quanto aos danos causados pela exploração, independentemente da técnica utilizada (SIST et al., 1998).

Assim, fica demonstrada a importância da ligação entre a evolução da floresta e as técnicas utilizadas antes, durante e após a exploração. Nesse contexto, os danos são a principal influência da evolução da massa após a exploração, principalmente para definir o ciclo de exploração e a utilização sustentável dos recursos florestais.

Sem planejamento na exploração, esperam-se obter até 48% de árvores danificadas (SIST et al., 1998; VIDAL et al., 2002), podendo ser reduzidos para 30% quando são aplicadas técnicas de impacto reduzido (SIST et al., 1998). Entre os danos mais comuns provocados durante a exploração, estão os danos à copa, seguidos pelos danos à casca e ao fuste (BERTAULT; SIST, 1997).

As diferentes operações feitas durante a exploração provocam danos de forma não proporcional aos remanescentes. Dessa forma, e conforme Johns et al.

(1996) e Bertault e Sist (1997), as operações de exploração que mais danos provocam à floresta são o abate e a extração do fuste.

Estudos desenvolvidos no Brasil, Suriname e Malásia promovem destaque de que o planejamento e o controle na exploração madeireira podem reduzir efetivamente os danos aos remanescentes em vários tipos de florestas tropicais (SIST et al., 1998; JOHNS et al., 1996; BERTAULT; SIST, 1997; VIDAL et al., 2002).

A maioria dos estudos relacionados aos danos da exploração florestal sobre vegetação remanescente é concentrada em florestas naturais, principalmente nos estados do Amazonas e Pará – fornecendo poucas informações. Já os estudos de regeneração natural sob plantios florestais comerciais, como observado no capítulo anterior nos fornecem apenas informações sobre estudos da comunidade vegetal.

#### **4.2 Índice de área de vegetação foliar**

Os Índices de Vegetação (IV's) foram idealizados para ressaltar o comportamento espectral da vegetação e estão baseados fundamentalmente nas diferenças quantitativas entre a radiação refletida e a transmitida por esses dois tipos de alvos (JACKSON; HUETE, 1991).

Segundo Xavier e Vettorazzi, (2004), o índice de vegetação serve para mapear o índice de área foliar (IAF), diagnosticar a estimativa da fração da radiação fotossinteticamente ativa absorvida pelos dosséis das plantas (WALTER-SHEA et al., 1997), bem como da biomassa e percentagem da cobertura verde da superfície. Com o aumento da quantidade de vegetação, a refletância vermelha (600-700 nm) decresce devido à absorção pela clorofila e a refletância próxima ao infravermelho (NIR) aumenta por causa da luz dispersa pelos tecidos do mesófilo.

O índice de área foliar (IAF) é influenciado diretamente por mudanças sazonais ao longo do ano e seus valores decrescem com a perda das folhas pela vegetação, sendo ocasionadas por motivos naturais ou até mesmo por impactos causais, tais como interferência na vegetação.

A maioria de trabalhos recentes sobre a determinação do IAF tem sido baseada em duas metodologias (NORMAN; CAMPBELL, 1992): - Métodos diretos que requerem coletas de amostras, denominados como destrutivos e trabalhosos aplicados geralmente em culturas agrícolas e pastagens, devido à sua altura; - Métodos indiretos, que avaliam o comportamento da radiação no dossel, sendo

comumente utilizados em florestas, devido às limitações de acesso à copa das árvores (CAMPOE, 2008).

O método direto é o mais demorado, pois necessita da coleta de material foliar para determinação da área foliar (CHERRY et al., 1998). Dessa forma, os métodos indiretos (não-destrutivos), por apresentarem maior praticidade e facilidade na obtenção dos dados, são bastante utilizados. Eles permitem a obtenção mais rápida do IAF e são caracterizados por medições da radiação total que penetra no interior da cobertura vegetal.

Hoje em dia, existem alguns equipamentos que são utilizados para a avaliação do dossel de florestas. Dentre eles podemos citar o ceptômetro PAR-80 (AccuPAR, Decagon Devices, Pullman, EUA) e o LAI – 2000 (Li-Cor, Lincoln, Nebraska, EUA). Através das medições de radiação realizadas por estes equipamentos é possível obter o IAV (LAI) diretamente ou por meio de equações. Outro segmento para obtenção dos índices são as fotografias hemisféricas ou fotografias digitais comuns, que também consistem em uma alternativa para obtenção do LAI, da radiação e da arquitetura do dossel (MACFARLANE et al., 2000; JONCKHEERE et al., 2004; LEBLANC et al., 2005; CHAVES, 2005; ZANG et al., 2005, entre outros).

Dentre os equipamentos para obtenção da indireta do IAF, o analisador de dossel LAI-2000 da LI-COR tem sido comumente utilizado (LINHARES et al., 2000; XAVIER et al., 2002; ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003; XAVIER; VETORAZZI, 2003; PEZZOPANE et al., 2005; CHAVES, 2005), devido à sua praticidade e rapidez na obtenção dos dados, ele também fornece estimativa confiável do índice de área foliar, porém este equipamento apresenta elevado custo. O princípio do uso deste aparelho consiste na obtenção de leituras sob radiação difusa, evitando-se a coleta de dados sob radiação direta

O LAI-2000 faz medições simultâneas, de radiação difusa por meio de um sensor do tipo “olho-de-peixe” (fish-eye), em cinco ângulos distintos a partir do zênite (7, 23, 38, 53 e 68°). As medições devem ser realizadas interna e externamente ao povoamento. Internamente ao aparelho, existe um filtro que rejeita a radiação incidente acima de 490 nm para minimizar a captação da radiação dispersa pelo dossel, de modo a capturar o máximo contraste entre as folhas e o céu. A razão entre estes dois valores resulta no IAF estimado.

Lembrando que o aparelho possui uma amostragem grande, portanto, um número pequeno de medições já é o suficiente para as estimativas do IAF.

Montagu et al. (2003) encontraram valores variando de 2 a 9 para o IAF em florestas de eucalipto, os maiores valores foram encontrados para florestas adubadas e irrigadas. O valor do IAF pode variar de acordo com o modo de obtenção do mesmo.

Litton et al. (2006) em um estudo realizado em florestas tropicais maduras do Havaí encontrou  $2,1 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ , um valor semelhante de  $2,3 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  também foi obtido por Stape et al. (2008) em florestas clonais de *Eucalyptus* com apenas 3 anos de idade e Clark et al. (2008), estudando o IAF de uma floresta tropical úmida, supostamente em estágio clímax, na Costa Rica, obtiveram um valor médio de  $2,4 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ , porém todos os valores encontrados, variam de acordo com a idade de cada formação florestal, ficando mais difícil a comparação entre florestas de mesma idade e até mesmo uma carência nos estudos dos biomas brasileiros.

A maioria dos valores sobre dossel de florestas maduras é encontrada em forma de porcentagem, onde cobertura do dossel de uma floresta sem intervenção pode atingir valores de cobertura de 91,4%, enquanto que uma floresta explorada, dependendo da intensidade de exploração, atingiria somente 73,4% (JOHNS et al., 1996).

Quanto à abertura provocada no dossel pela exploração, Johns et al, (1996) comprovaram que a queda de uma árvore acarreta aberturas médias menores em área com planejamento quando comparada com áreas sem (166 e  $355 \text{ m}^2$ , respectivamente), atingindo uma superfície total de clareiras de 845 e  $1739 \text{ m}^2$  cada, correspondendo esses valores a uma perda de dossel estimada de 10% e 19%, respectivamente.

Considerando a carência de estudos sobre danos causados a regeneração natural e na dinâmica do dossel, os objetivos deste capítulo foram: identificar, qualificar e quantificar os danos imediatos causados pela exploração florestal sobre a estrutura da regeneração natural, com a finalidade de gerar informações básicas a respeito da determinação de impactos imediatos e a diferenciação do índice de área foliar (IAF) ocorrido nas clareiras formadas. A estimativa foi realizada através do Índice de Área Foliar Real ( $\text{m}^2 \text{ folha m}^{-2} \text{ solo}$ ) antes e depois da derrubada e não através do cálculo de aberturas médias apenas por metros quadrados.

### **4.3 Material e Métodos**

#### **4.3.1 Operação de derrubada**

As técnicas utilizadas para a derrubada tentaram seguir a exploração de impacto reduzido – objetivando a minimização dos impactos. Na operação de derrubada foi utilizado o corte semi-mecanizado, com auxílio de um motosserrista e de um auxiliar de campo, cedidos pela administração da fazenda. A utilização de corte semi-mecanizado é também um dos princípios da exploração de impacto reduzido, comparado à utilização de máquinas para retirada dos indivíduos.

Como equipamentos foram utilizadas duas motosserras com diferentes tamanhos de sabre, cunhas e marreta para auxiliar na tentativa do direcionamento da queda.

Quanto à operação de derrubada, foram selecionadas 15 árvores. A seleção destas árvores foi feita de acordo com a direção de queda pré-estabelecida das mesmas, dando preferência para as árvores que caíam dentro das áreas delimitadas pelas parcelas, conforme experiência do motosserrista. Contudo, infelizmente nem todas as árvores que derrubamos caíram de fato dentro da área amostral da pesquisa.

Portanto das 15 árvores derrubadas apenas 7 caíram dentro da área amostral.

A direção de queda pré-determinada desses antigos eucalipto foi uma variável excepcional, visto que todos os indivíduos possuem idade extremamente avançada, com mais de 60 anos e conforme histórico da área, o local sofreu grande influência de fenômenos climáticos (chuvas e ventos fortes) e até mesmo um mini ciclone ocorrido em 2005, o que contribuiu significativamente para o direcionamento destes indivíduos, dificultando ainda mais a queda direcional. Com isso, uma das premissas básicas da exploração de impacto reduzido não pôde ser seguida à risca, sendo passível aplicá-la em apenas alguns indivíduos, também foi realizada a retirada de cipós e lianas.

Após a queda de cada eucalipto, dirigia-se até a parcela atingida para verificar cada um dos indivíduos atingidos e avaliar os impactos imediatos. Os eucaliptos depois de derrubados ficaram no local para serem retirados posteriormente conforme a demanda de seu uso na serraria da fazenda, visto que a mesma é baseada em um sistema de pequeno porte e artesanal.

O objetivo principal da derrubada foi para a realização da medição dos impactos sobre a regeneração e a mudança ocorrida no índice de área foliar para avaliar se a quantidade de volume derrubado possui relação direta com a os danos causados e também descobrir qual a média desses danos e se realmente estes resultados são significativos, a ponto de poder fornecer subsídios passíveis de serem aplicados para formação de políticas públicas em áreas semelhantes – e descobrir se é vantajoso ou não realizar o manejo dessas áreas.

#### **4.3.2 Determinação dos impactos imediatos**

Os danos causados pelo corte e a colheita florestal devem ser cuidadosamente investigados, para detectar seus efeitos sobre a regeneração, na tentativa de eliminá-los ou reduzi-los ao máximo, evitando prejuízos.

Para avaliação dos impactos imediatos foram utilizadas metodologias baseadas em Sist e Bertault (1998) e Sist et al. (2003). Como não existe uma “metodologia padrão” para avaliação destes danos, partiu-se do princípio que Azevedo et al. (2008) confirmaram que a queda de uma árvore é sempre denominada um ato “brusco”, causando danos e morte no povoamento remanescente, principalmente nos extratos inferior e médio. Hendrisson (1989) menciona que a derrubada de árvores causa distúrbios como injúrias e destruição de mudas, plântulas e árvores da regeneração natural.

Partindo destes princípios, utilizaram-se indicadores de avaliação de danos imediatos recomendado para florestas nativas.

Os indicadores de Avaliação de Danos Imediatos são distribuídos em 5 modalidades:

- Árvores Destruídas,
- Danos de Copa,
- Árvores Inclinadas,
- Danos na Casca e na Madeira,
- Árvores Caídas (AC).

Cada modalidade de dano seguiu seu padrão de descrição para a avaliação dos danos, tabela 1. Este padrão foi aplicado dentro de cada parcela, figura 1.

A figura ilustra de forma clara todos os danos ocorrentes, sendo fiel aos danos que realmente ocorrem no momento da queda, sendo eles: a) Árvores destruídas com altura < 3m; b) Árvores destruídas com altura > 3m e c) Árvores destruídas com altura > 3m com rebroto – representado pelo código de dano T1, T2, T3 respectivamente. Seguido de: a) Dano de copa menor com apenas pequenos galhos quebrados; b) Dano de copa médio, galhos médios quebrados e c) Dano de copa severo, no mínimo metade da copa destruída – representado pelo código de dano: C3, I3, CM3. Os demais danos podem ser considerados leves. O tipo de dano AC – Árvore caída representa o indivíduo “desarraigado”, muitas vezes até desenraizado ou erradicado a certa altura da base do tronco, inibindo sua capacidade de rebrota.

Tabela 1 - Modalidades de danos a serem seguidos para a identificação de sua ocorrência na regeneração do sub- bosque após a exploração dos indivíduos de eucalipto, (SIST, P.; NGUYEN-THÉ, N., 2002)

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	
<b>Árvores Destruídas</b>		
T1	Árvores destruídas com altura < 3m	Morto
T2	Árvores destruídas com altura > 3m	Morto
T3	Árvores destruídas com altura > 3m com rebroto	Vivo
<b>Danos na Copa</b>		
C1	Dano de copa menor, apenas pequenos galhos quebrados	Vivo
C2	Dano de copa médio, galhos médios quebrados	Vivo
C3	Dano de copa severo, no mínimo metade da copa destruída	Vivo
<b>Árvores Inclinadas</b>		
I1	Ângulo de inclinação < 20°	Vivo
I2	Ângulo de inclinação 20° - 45°	Vivo
I3	Ângulo de inclinação > 45°	Vivo/Morto
<b>Casca e Madeira</b>		
CM 1	Menor, apenas pequena parte da casca removida	Vivo
CM 2	Médio, casca e madeira afetados	Vivo
CM 3	Maior, casca e madeira afetadas em grande faixa do tronco	Vivo/Morto - Morto
<b>Árvores Caídas AC</b>		
Árvore Desarraigada	Árvore desarraigada pela exploração	Morto

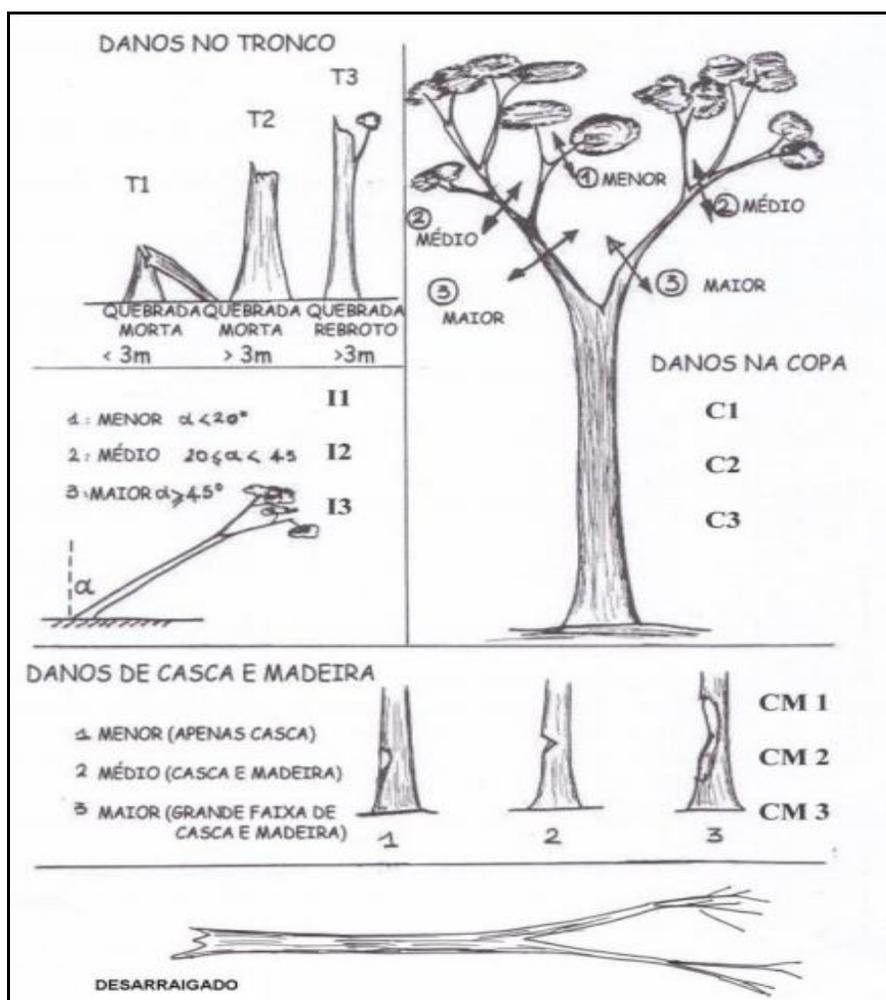


Figura 1 - Ilustração das modalidades de dano a ser detectada após a exploração (SIST, P.; NGUYEN-THÉ, N., 2002)

#### 4.4 Determinação do índice de área foliar

##### 4.4.1 Descrição do Equipamento

O Índice de Área Foliar (IAF) foi determinado com auxílio do Ceptômetro LAI-2000, que consiste em um método não destrutivo. O equipamento é composto por uma haste equipada com uma lente hemisférica denominada de lente “olho-de-peixe”, na qual possui quatro capas de visão com aberturas de  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  e  $270^\circ$  respectivamente. A haste é conectada através de um cabo ao processador, que possui display e teclado para visualização de leituras e inserção de nomes aos sítios e parcelas. O LAI-2000 ao contrário de outros métodos já obtém diretamente os valores de IAF para as parcelas, sendo necessário somente o descarregamento dos dados em um computador.

O sensor detecta a radiação na faixa entre 320 a 490nm, onde ocorre uma baixa reflectância e transmitância da folha, em cinco anéis de detecção, sendo eles em 7°, 23°, 38°, 53° e 68°. O índice consiste no quociente cujo numerador é a área de folhas e denominador é a área superficial do solo, expresso em m<sup>2</sup> folha/ m<sup>2</sup> solo (FOELKEL, 2005).

#### **4.4.2 Procedimento de Coleta de IAF**

A primeira etapa consiste na checagem da memória disponível do aparelho (total de 64 KB), e o ajuste de data e hora, após isso se insere a ordem de leituras que se deseja fazer, sendo que para a determinação do IAF, é necessário realizar leituras fora do dossel, com cerca de 100 metros de distância do fragmento em área sem cobertura, e dentro das parcelas que se deseja obter o IAF.

A ordem inserida foi de uma leitura fora para início da calibração do aparelho, quatro leituras dentro da parcela (uma em cada canto) e uma fora da parcela, em um campo aberto (uma pastagem ao lado do fragmento), também para finalizar a calibração do aparelho. Ao final das leituras de cada parcela foi necessário inserir o nome da próxima parcela seguinte, quando o mesmo se iniciava.

Antes da derrubada, as leituras foram nomeadas como “Sítio T1” para as 10 primeiras parcelas numeradas de 01 a 010, e “Sítio T2” para as demais parcelas numeradas de 001 a 0010, lembrando que a data e a hora de cada leitura fica gravada no aparelho para posteriores consultas.

Após a derrubada, foram refeitas novas leituras do IAF nas parcelas afetadas, para determinar os impactos do processo, sendo as nomenclaturas das leituras inseridas com a terminação DER (referente à derrubada). Para as 10 primeiras parcelas o termo designado foi T1DR e as parcelas atingidas foram denominadas como 001,002,006,007 e 008. Para as 10 parcelas restantes o termo ficou T2DR e as parcelas atingidas foram: 002, 006 e 007.

É importante ressaltar que o princípio do uso do aparelho consiste na obtenção de leituras sob radiação difusa, evitando-se a coleta de dados sob radiação direta, deste modo as leituras eram realizadas apenas em dois períodos: ao nascer do sol, das 06:50 as 8:30, e ao pôr do sol, das 16:30 as 17:50 horas. Além disso, as leituras devem ser realizadas sempre de costas para o Sol.

#### 4.4.3 Obtenção do Índice de Área Foliar

As leituras realizadas através do LAI-2000 foram descarregadas para o computador, seguindo toda orientação de preparo e o passo a passo para receber os dados.

Como resultados iniciais, no próprio aparelho foram observados que os valores de IAF obtidos antes das derrubadas estavam em torno de 4, enquanto que os valores obtidos para as parcelas que foram afetadas pela queda das árvores estavam em torno de 3, demonstrando que a derrubada das árvores influenciou de forma aparentemente negativa a cobertura do dossel, sendo necessário o descarregamento dos dados e as análises estatísticas obtidas através do SAS 9.1 (Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA) para confirmar as hipóteses sugeridas.

Através dos resultados obtidos para o IAF de cada espécie pode-se também relacioná-lo a estrutura e florística da regeneração natural do sub- bosque, podendo buscar no futuro a relação da ocorrência das espécies nas clareiras formadas com a luminosidade incidente sobre as mesmas.

### 4.5 Resultados e Discussão

#### 4.5.1 Análise da Variável Derrubada

Em relação à operação de abate dos indivíduos de *Eucalyptus citriodora* Hook, é importante ressaltar a dificuldade encontrada de direcionar a queda nas áreas delimitadas pelas parcelas. Alguns indivíduos acabaram não causando grandes impactos no sub-bosque simplesmente por não terem atingido a área amostral desejada devido ao seu direcionamento pré-estabelecido e pela idade avançada dos mesmos. As etapas antes dessa operação foram: limpeza em volta do tronco dos eucaliptos, retirada de cupins e cipós para facilitar o trabalho do motosserrista e evitar o desgaste do equipamento. O traçamento do tronco foi realizado por volta de 0,30cm da base do chão. Alguns indivíduos demoraram, em média, cerca de 20 a 25 minutos para serem totalmente derrubados.

A tabela 2 mostra que foram retiradas em média 3,5 árvores – totalizando 7 árvores por hectare (o que correspondente à área amostral 10.000m<sup>2</sup> ). O valor encontrado para a área basal antes do corte situa-se dentro da faixa de estudos semelhantes, como encontrado por Sartori (2001).

Nota-se que a variação efetiva depois da derrubada apresentou-se relativamente baixo, porém significativo em termos de danos. Os valores de soma variou 1,35% após a derrubada, Entretanto, não necessariamente uma maior retirada de área basal implicará em maior nível de impacto, o que será discutido nos próximos itens.

Tabela 2 – Quantificação de área basal antes e depois da derrubada em m<sup>2</sup>/ha e em porcentagem

<b>Especificação</b>	<b>Área Amostral</b>	<b>Varição Efetiva</b>
Número de árvores encontradas	35	3 árvores
Número de árvores derrubadas	7	1 árvore
<b>Área basal antes da derrubada (m<sup>2</sup>/ha)</b>		
Soma	6,65	
Média	0,38	
D.P.	0,16	
C.V. (%)	43,08	
<b>Área basal depois da derrubada (m<sup>2</sup>/ha)</b>		
Soma	5,30	1,35%
Média	0,30	
D.P.	0,16	
C.V. (%)	53,59	
<b>Área basal em m<sup>2</sup></b>		
Varição de m <sup>2</sup> retirado	2,70	
<b>Área basal em %</b>		
% remanescente:	79,79	
% retirada:	4,59	

A tabela 3 apresenta os valores do volume antes e depois do corte - onde foram retirados 40,37m<sup>3</sup>. Podemos afirmar que a intensidade de danos que ocorrerá na regeneração poderá possuir relação direta com a “variável volume” de madeira explorada e também em termos de intensidade de exploração com a quantidade de árvores danificadas, o que também será explanado nos itens a seguir. No estudo em questão, em relação à porcentagem de retirada foi de 11,56%.

Tabela 3 – Quantificação do volume antes e depois da derrubada, em m<sup>3</sup> e em porcentagem

<b>Especificação</b>	<b>Área Amostral</b>	<b>Variação Efetiva</b>
Número de árvores	35	
Número de árvores retiradas	7	
<b>Volume antes da derrubada (m<sup>3</sup>)</b>		
Soma	194,27	
Média	12,15	
D.P.	5,66	
C.V. (%)	92,71	
<b>Volume depois da derrubada (m<sup>3</sup>)</b>		
Soma	153,90	40,37 m <sup>3</sup>
Média	11,35	
D.P.	5,41	
C.V. (%)	93,71	
<b>Volume em %</b>		
% remanescente:	158,45	
% retirada:	11,56	146,89%

Quanto à derrubada dos eucaliptos: nem todos os indivíduos obtiveram sua queda precisamente sobre toda a área amostral de uma parcela. Geralmente os indivíduos obtinham sua queda apenas em partes da parcela, não exatamente no “meio” da mesma; resultando em poucos indivíduos atingidos. Portanto para a área pertencente as parcelas de 1 a 10, foi realizada a queda de 3 eucaliptos, na qual afetou de maneira pouco significativa 5 parcelas, sendo elas as de numeração 01, 02, 06, 07 e 08.

Mais próximo às parcelas 11 a 20, 4 eucaliptos caíram “em cheio” dentro das seguintes parcelas: 12, 16 e 17. Os resultados comprovam que a soma das áreas basais retiradas foi de – 2,70 m<sup>2</sup>. A derrubada dos eucaliptos causou efeitos mais acentuados nas parcelas 12, 16 e 17, sendo que a parcela 12 foi atingida três vezes, resultando em mais danos e as parcelas 16 e 17 foram atingidas por duas vezes, tabela 4.

Para uma melhor visualização dos eucaliptos que foram derrubados, os mesmos estão expressos em fotografias no APÊNDICE A, podendo ser observado o grau de inclinação pré-estabelecido e seu diâmetro considerável.

Para a análise dos demais dados, a descrição dos impactos foram separados por ocorrência de parcelas: danos e impactos mais ocorrentes nas parcelas de 1 a

10 e danos mais ocorrentes nas parcelas de 11 a 20 – apenas para uma melhor explanação e explicação dos dados.

Tabela 4 – Descrição dos eucaliptos derrubados sobre as parcelas atingidas

N° do eucalipto	Descrição			Parcelas atingidas:
	Parcelas de 1 a 10			
	DAP (cm)	H (m)	g (m <sup>2</sup> /ha)	
7	51,24	23	0,20627	P1 e P2
11	97,40	30	0,74513	P6
15	70,98	25	0,39573	P7 e P8
Total				5 parcelas distintas
N° do eucalipto	Parcelas de 11 a 20			Parcelas atingidas:
	DAP (cm)	H (m)	g (m <sup>2</sup> /ha)	
	6	63,66	30	
9	45,20	28	0,16046	P12
10	77,34	34	0,46990	P12 e P17
12	70,66	35	0,39219	P16 e P17
Total	2,70			3 parcelas iguais

#### 4.5.2 Análise dos danos ocasionados

Para o cálculo dos danos ocasionados, obteve-se uma estimativa de danos para a área total, através dos valores mais significativos. Foi possível agrupá-los, na tabela 5 e a partir destes dados serem realizadas estimativas de danos para toda área experimental, tabela 6.

Tabela 5 - Danos imediatos referentes à derrubada, qualificados em classes de danos e em intensidades de danos (1, 2 e 3) para cada uma das três parcelas atingidas com danos significativos

Parcelas	Árvores destruídas			Danos na copa			Árvores Inclinadas			Casca e Madeira			Árvores Caídas	Total geral de indivíduos
	T1	T2	T3	C1	C2	C3	I1	I2	I3	CM1	CM2	CM3	AC	
T2P2	1	1	2	4	2	6	7	1	2	4	1	1	1	30
T2P6	1	0	1	1	1	2	3	1	1	0	0	0	2	20
T2P7	0	0	0	0	0	2	1	0	6	0	0	0	1	28
<b>Totais</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>78</b>

Tabela 6 - Danos imediatos referentes à derrubada, qualificados em classes de danos e em intensidades de danos (1, 2 e 3) para as parcelas com danos mais significativos, obtidos em porcentagem: para a área atingida e estimados para a área total em número de indivíduos

Quantificação de danos	Árvores destruídas			Danos na copa			Árvores inclinadas			Casca e Madeira			Árvores Caídas
	T1	T2	T3	C1	C2	C3	I1	I2	I3	CM1	CM2	CM3	AC
<b>Indivíduos afetados (nº)</b>	2	1	3	5	3	10	11	2	9	4	1	1	4
<b>Indivíduos afetados (%)</b>	2,6	1,3	3,8	6,4	3,8	12,8	14,1	2,6	11,5	5,1	1,3	1,3	5,1
<b>Totais p/ classe de dano (%)</b>	7,7			23,1			28,2			7,7			-
<b>Estimativa p/ o área amostral (nº)</b>	33	17	50	83	50	167	183	33	150	67	17	17	67

Bulfe et al. (2008) registrou danos em 163 indivíduos remanescentes nos 12 hectares manejados com os seguintes procedimentos adotados: convencional e impacto reduzido. O número de indivíduos danificados quando expressos por unidade de área foi em média 13,6 indivíduos por hectare, valor mais baixo do que o encontrado no estudo em questão, na qual considerando que foram provocados danos a 37 indivíduos em apenas 1 hectare, expresso em unidade de área a média de Bulfe foi quase três vezes maior.

Cabe mencionar que a diminuição dos danos no estudo de Bulfe et al. (2008) só foi possível, porque estaria sendo influenciada principalmente pela aplicação do abate dirigido, concordando com o mencionado por Johns et al. (1996), Webb (1997) e Pereira et al. (2002), para os quais o abate dirigido resultou ser uma das principais atividades redutoras dos danos aos remanescentes.

Bulfe et al. (2008) também compararam as modalidades de exploração convencional e de impacto reduzido, encontrando 55,5% e 44,5% de indivíduos respectivamente danificados, já no estudo em questão foi encontrado 66,7%, quase 20% a mais da exploração convencional encontrada pelo autor.

Considerando os valores da tabela 5 e 6 denota-se que os danos mais ocorrentes foram em relação aos “danos na copa” e as “árvores inclinadas”, os valores encontrados da estimativa de danos para a área amostral foram: 23,1% e 28,2% indivíduos afetados respectivamente. Estes valores condizem com as afirmativas feitas por Bertault e Sist (1997), constataram que os danos à copa tiveram maior frequência, apresentando valores próximos do máximo (100%) mesmo

quando diferenciados por tipo de exploração, seja convencional ou de impacto reduzido.

Meyer et al. (2010) em um estudo semelhante realizado em uma Floresta Estacional Decidual, avaliou danos imediatos de pós-colheita na distribuição das plantas de regeneração natural em diferentes classes de diâmetro, encontrando danos mais comuns na quebra das plantas, como tombamento, danos na copa e no caule, porém os mesmos foram apenas classificados de forma visual e descritiva.

Segundo Martins et al. (1997) em um estudo realizado em Jarú- RO sobre avaliação de danos causados pela exploração à vegetação remanescente também classificou as árvores danificadas de forma descritiva como: árvores com tronco quebrado, árvore com casca severamente danificada e árvores com raiz arrancada. Em cada área do estudo foi estabelecida ao acaso uma parcela amostral de 1 ha sub-dividida em 10 sub-parcelas de 10x100. Foram considerados os indivíduos com DAP  $\geq$  10 cm. Os resultados obtidos demonstraram 98 indivíduos afetados em 10.000m<sup>2</sup>, o que corresponde a 22,9% do número total de árvores por hectare. Já no presente estudo foram encontrados 37 indivíduos afetados em toda área amostral das parcelas, em 2.000m<sup>2</sup>, o que corresponde a 8,87% do número total de árvores por hectare.

Estudos também confirmam outra evidência observada por Martins et al. (1997), na qual analisou o volume de madeira explorada por hectare, concluindo que mesmo o volume retirado da área seja maior, não implicada necessariamente em maior volume de madeira danificada por hectare, como constatado em uma das áreas de seu estudo, onde foram retirados 19,5m<sup>3</sup> de madeira por hectare, danificou-se 38,6m<sup>3</sup>/ha comparado a 23,3m<sup>3</sup> de madeira por hectare, danificando 12,8m<sup>3</sup>.

De modo geral embora a amostragem tenha sido relativamente baixa, os danos causados pela derrubada, foram mais significativos em termos de volume considerando principalmente os danos nas parcelas 12,16 e 17.

Para a maioria dos danos, aparentemente não ocorrerá perda total dos indivíduos, pois danos mais sérios como os de nível de intensidade 3 não foram predominantes, com exceção para os danos na copa, que possivelmente mesmo tendo ocorrido em grande intensidade eles não levarão os indivíduos à morte.

Com a finalidade de exemplificar a ocorrência dos danos ocorridos realizou-se os seguintes gráficos: “Danos na Copa”, “Árvores Inclinadas”, “Danos na Casca e

Madeira” e “Árvores Caídas”, considerando a interação do nível de dano e a porcentagem de intensidade de cada um.

Para o tipo de dano “Árvore Destruída” foram encontrados apenas impactos nas parcelas de 11 a 20, nos três níveis de danos (T1, T2 e T3) calculados em porcentagem da intensidade dos mesmos, T1 apresentou 2,56%, T2 apresentou 1,28% e T3, com maior intensidade 3,84 %, totalizando 7,69% de danos em toda área amostral da pesquisa, figura 2.

Foi observado que o nível de dano T3 ocasionou-se pelo vultoso fuste do eucalipto no momento de sua queda, ocorrendo de forma agressiva sobre as copas da regeneração e na parte de cima do tronco retirando-o também. As chances de rebrota para este tipo de dano causado acima de 3 metros da base do tronco (T3) são maiores que os níveis T2 e T1. Acredita-se que em nível T2 haja grandes chances de rebrota e em T1 chances remotas.

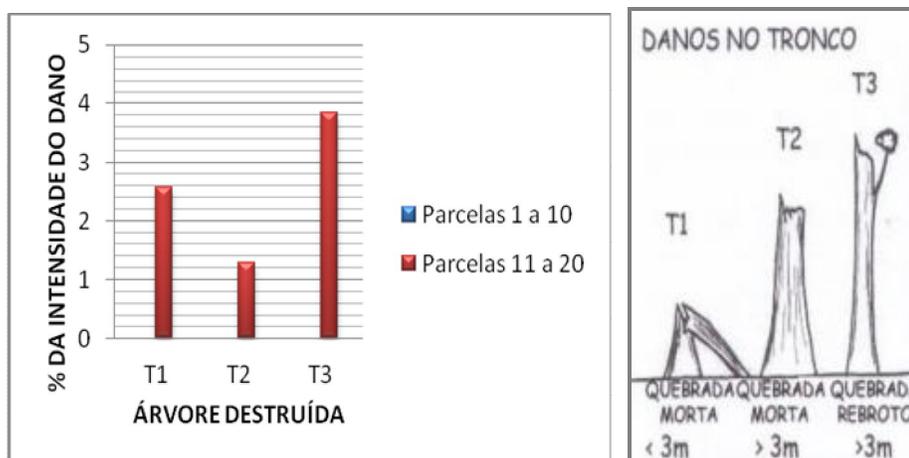


Figura 2 - Representação gráfica para “árvore destruída” e a porcentagem de dano para cada intensidade (T1, T2, T3)

O tipo de dano “Danos na Copa” foi mais representativos atingindo as parcelas de 11 a 20. Para os três níveis de dano (C1, C2 e C3) calculados em porcentagem da intensidade dos mesmos: C1 obteve 6,41%, C2 com 3,84% e C3 com 12,83 %, atingindo as parcelas 12, 16 e 17 e impactos em nível C3 apresentando 1,58%, apenas na parcela 2 - somando 24,65% em toda área amostral, figura 3.

Admitindo-se que a principal causa dos danos foi pela queda das árvores abatidas e que a parte da árvore mais afetada foi a copa, pode-se inferir que a primeira é a principal causa da segunda, concordando com Sist et al. (1998) e Bertault e Sist (1997), mencionam que em cerca de 48% dos casos de abate

ocorrem danos na copa. Dessa forma, os indivíduos afetados apresentariam um crescimento inferior, já que estariam com a capacidade fotossintética restringida.

Meyer et al. (2010) em um estudo realizado em Floresta Estacional Decidual, no município de Frederico Westphalen, RS analisou a estrutura da regeneração natural onde foram realizadas intervenções de manejo com corte seletivo. A quantificação dos danos da exploração sobre a regeneração natural ocorreu através de contagem do número de indivíduos. Os danos mais comuns encontrados foram: a quebra das plantas, devido ao impacto causado pela queda das árvores abatidas e o tombamento de outros indivíduos, danificando a copa e o caule de mudas, porém quantificados apenas por contagem do número de indivíduos afetados.

Quando os galhos vitais e de grandes dimensões quebram, a base do galho pode não estar preparada para a compartimentalização. As células mortas do centro do galho ou já estão preparadas ou apenas servirão de entrada de fungos degradadores de madeira. O dano provoca um desequilíbrio entre a superfície assimilatória da copa (folhas) e a superfície de absorção de água e nutrientes (raízes finas), (EHSEN, 1987). A primeira reação da árvore será de recompor a folhagem original, a partir de gemas epicórmicas. Estas gemas podem estar dormentes, desde a formação dos galhos ou troncos, ou podem ser produto de uma morfogênese, quando ocorre uma transformação de células do câmbio para dar origem ao novo broto (RAST; BEATON; SONDERMAN, 1988). Em ambos os casos, os galhos ou eixos produzidos a partir dessas gemas poderão possuir uma ligação deficiente com sua base, constituindo um fator de risco posterior.

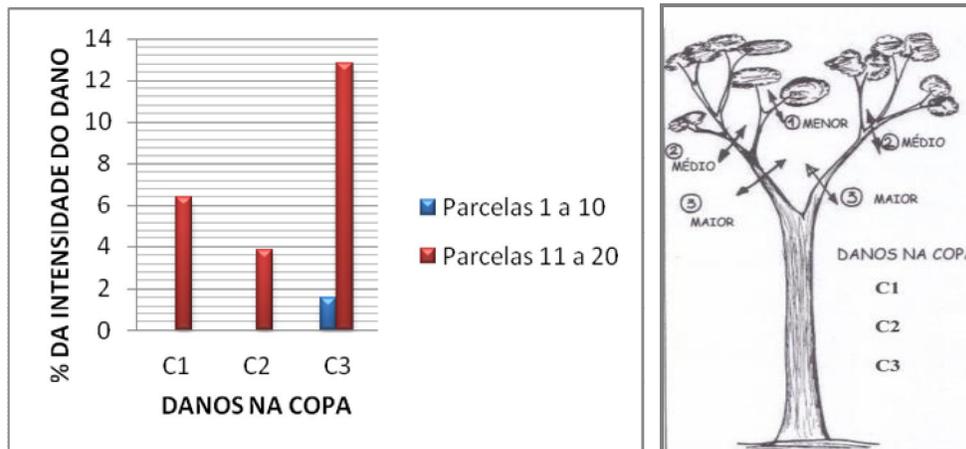


Figura 3 - Representação gráfica para "árvore destruída" e a porcentagem de dano para cada intensidade (T1, T2, T3)

Para o tipo de dano “Árvores Inclinadas” foram encontrados apenas impactos nas parcelas 12, 16 e 17, ocorrentes nos três níveis de danos (I1, I2 e I3) calculados em porcentagem da intensidade dos mesmos, obtidos: em intensidade I1 – 14,10% , em intensidade I2 – 2,56 e em intensidade I3 – 11,53%; totalizando 28,20% em toda área amostral. Conforme observado em campo, podemos considerar que os indivíduos que sofreram impacto de nível I1, apresentando uma aparência levemente inclinada não sofreram tanto quanto aos impactos citados anteriormente, não perdendo nenhuma parte da sua estrutura sendo danificado apenas seu eixo de sustentação, figura 4.

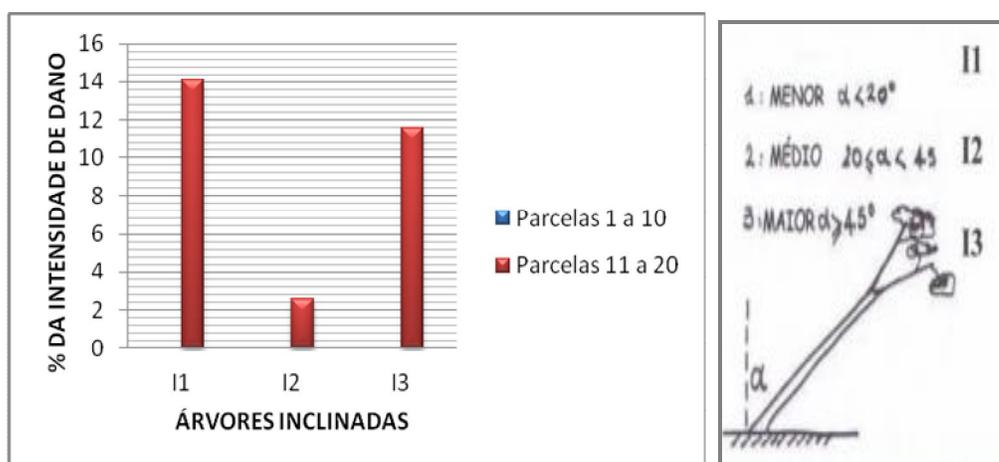


Figura 4 - Representação gráfica para “árvore destruída” e a porcentagem de dano para cada intensidade (T1, T2, T3)

Para o tipo de dano “Na Casca e Madeira” os mesmos foram mais representativos apenas na parcela mais atingida. Os três níveis de danos foram: CM1, CM2 e CM3 calculados em porcentagem da intensidade de ocorrência. Os danos ocorridos foram apenas de intensidade CM 1 com 0,79% na parcela 7 e na parcela 12 ocorrendo em diferentes intensidades: CM1 – 5,12%, CM2 – 1,28 e em CM3 – 1,28%; totalizando 8,48 para área amostral, figura 5.

O nível de dano CM1, que ocorreu com maior frequência, não representa risco de morte à árvore. Danos na casca e madeira geralmente são considerados menos agressivos, porém como comprovado por Bertault e Sist. 1997, entre os danos mais comuns provocados durante a exploração estão: os danos à copa, seguidos pelos danos à casca e ao fuste.

A maioria das espécies arbóreas possui mecanismos para reagir a estes traumas. Neste caso, reações químicas nas células do tronco criam barreiras que

visam impedir o avanço dos organismos degradadores da casca e lenho (fungos e bactérias) dos galhos para o lenho do tronco (SHIGO; LARSON, 1969).

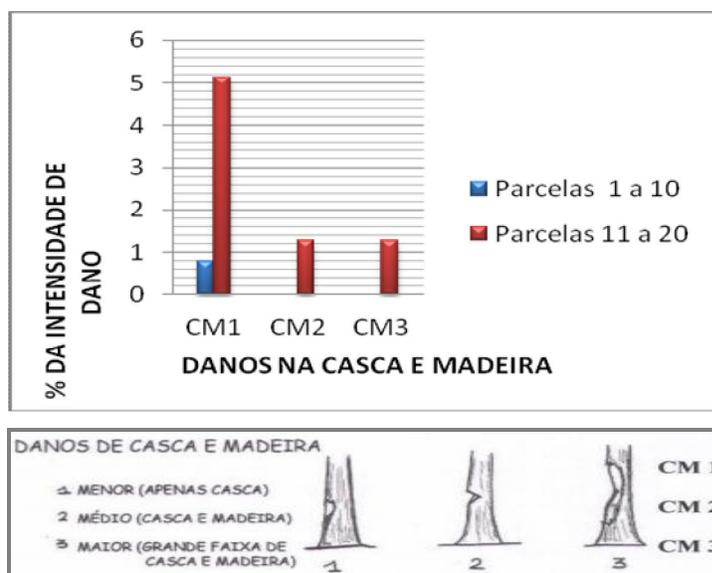


Figura 5 - Representação gráfica para “árvore destruída” e a porcentagem de dano para cada intensidade (T1, T2, T3)

Para o tipo de dano “Árvores Caídas” não ocorreu intensidade de dano, devido à avaliação do indivíduo ser denominada como “desarraigado”, totalmente caído sem chance de sobrevivência – dano severo. A porcentagem de estimativa de indivíduos em nível de dano “árvore caída” foi de 3,17% para as parcelas de 1 a 10 e de 5,12% para as parcelas de 11 a 20, figura 6, totalizando 8,29% de indivíduos desarraigados.

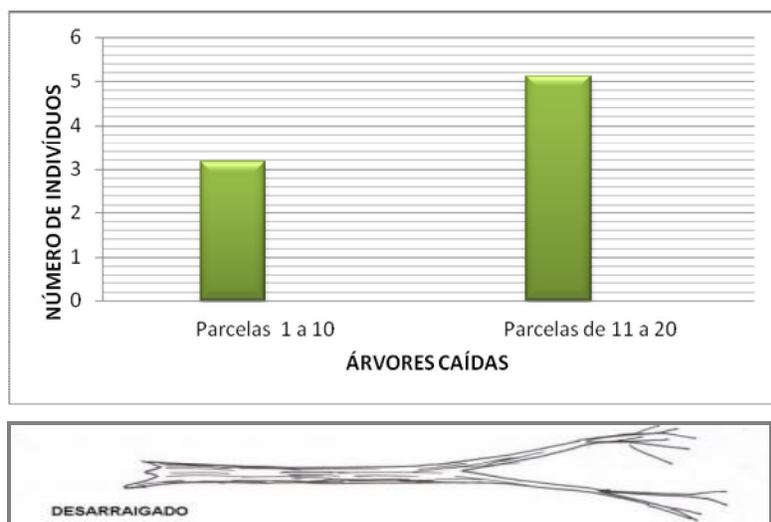


Figura 6 - Representação gráfica para “árvore caída” e sua porcentagem de dano

Devemos considerar que todos os danos são ocasionados como um efeito “dominó”, na qual a “mola mestra” é iniciada pela queda do eucalipto, dando seqüência ao tombamento de outros indivíduos, ocasionando todos os tipos de danos. Para uma melhor visualização dos tipos de danos, os mesmos estão expressos em formas de imagens no APÊNDICE B.

Borsoi (2004) verificou também através de contagem dos indivíduos afetados, que os danos mais comuns da vegetação remanescente foram o entortamento de árvores, quebra de fustes, quebra de galhos e copa, não sendo possível comparar com o estudo em questão por se tratar apenas de dados descritivos.

Com base nos dados obtidos, podemos considerar também que a quantidade de árvores cortadas aumenta a intensidade dos danos, pois os danos causados são diretamente proporcionais à intensidade de exploração.

Porém se considerarmos esta estimativa em metros cúbicos, a mesma pode ser variável, como citado acima por Martins et al. (1997), onde não necessariamente maior volume de madeira explorado implica em maior volume de madeira danificada.

#### **4.5.3 Impactos no Índice de Área Foliar**

Após a derrubada dos indivíduos de eucalipto, o índice de área foliar (IAF) foi coletado em cada parcela atingida, objetivando a diferenciação antes e depois da derrubada. Fotografias demonstrando o momento da coleta estão expressas no APÊNDICE C.

De posse dos valores, os índices antes da derrubada foram coletados em dias seqüenciais.

Para a execução da derrubada foram destinados três dias e na manhã seguinte coletaram-se os índices novamente, denominados pós-derrubada. Vital (2007) afirma que o índice de área foliar de um fragmento de ombrófila densa foi o dobro do observado em florestas de eucalipto, sempre em torno de 6 a 7m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>. Foelkel (2005) encontrou valores de florestas de eucalipto variando de 1,5 a 2,5 para plantios comerciais estabilizados, porém estes valores podem chegar até 4,5 dependendo das espécies ou clones.

Com base na tabela 7, constata-se que os índices de área foliar foram normais, seguindo valores de formações florestais de mata atlântica, sempre ficando em torno de 4 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>. Comparando os valores antes e depois da derrubada entre as parcelas 1 a 10, ocorreu uma diferenciação média de 7,33%, um valor sutil, sendo

confirmado pelo baixo número de árvores afetadas, passando de  $3,55 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  para  $3,29 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ . As parcelas atingidas foram: P1, P2, P6, P7 e P8 representadas apenas por um ou dois indivíduos afetados em cada parcela.

Tabela 7 – Resultados dos IAF do coletados nos dias 16 e 18 de julho, respectiva hora, parcelas atingidas e os valores antes e depois do índice de área foliar detectado pelo aparelho LAI-2000

Índices de Área Foliar para as parcelas de 1 a 10									
Antes					Depois				
Parcela atingida	Dia	Hora	Parcela	IAF ( $\text{m}^2\text{m}^{-2}$ )	Parcela atingida	Dia	Hora	Parcela	IAF ( $\text{m}^2\text{m}^{-2}$ )
T1	16/jul	16:38	1	4.00	T1DR	21/jul	16:10	1	3.48
T1	16/jul	16:59	2	3.59	T1DR	21/jul	16:25	2	2.94
T1	18/jul	07:11	6	3.39	T1DR	21/jul	16:40	6	3.15
T1	18/jul	07:31	7	3.42	T1DR	21/jul	16:47	7	2.84
T1	18/jul	07:46	8	3.51	T1DR	21/jul	17:12	8	2.97

Nota-se pela tabela 8 que os valores encontrados para as parcelas 11 a 20, onde apenas um eucalipto a mais atingiu as mesmas, os dados das parcelas variaram em média 11,06%, ocorrendo uma redução do IAF.

Considerando a parcela 12 que foi atingida três vezes e a parcela 16 e 17 duas vezes, com vários indivíduos afetados, é possível afirmar que o fator do direcionamento dos eucaliptos já determinado coincidiu com quedas repetidas nas mesmas parcelas, sendo mais atuante sobre os impactos, o que contribuiu para o IAF variar em média de  $3,71\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$  para  $3,30\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$ .

A média final dos valores do IAF apresentaram-se particularmente semelhantes, com  $3,30\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$ . Porém vale a pena ressaltar que apenas 7 indivíduos foram atingidos entre as parcelas 1 a 10 e 30 indivíduos entre as parcelas 11 a 20, mais precisamente nas parcelas 12, 16 e 17. Fato também comprovado por  $3,37\text{m}^3$  a mais de volume retirado mais próximo à área das parcelas mais atingidas.

Tabela 8 – Resultados dos IAF coletados nos dias 16 e 18 de julho, respectiva hora, parcelas atingidas e os valores antes e depois do índice de área foliar detectado pelo aparelho LAI-2000

Índices de Área Foliar para as parcelas de 11 a 20									
Antes					Depois				
Parcelas atingidas	Dia	Hora	Parcela	IAF ( $\text{m}^2\text{m}^{-2}$ )	Parcelas atingidas	Dia	Hora	Parcela	IAF ( $\text{m}^2\text{m}^{-2}$ )
T2	18/jul	16:24	12	4.31	T2DR	21/jul	07:30	12	3.75
T2	18/jul	17:12	16	4.39	T2DR	21/jul	07:42	16	2.82
T2	18/jul	17:22	17	4.70	T2DR	21/jul	08:04	17	2.72

Devido as diferenças mostrarem-se relativamente baixas, foram realizadas análises de variância (ANOVA), através das variáveis IAF antes e IAF depois da derrubada. Primeiramente, o resultado de teste-t pareado realizado com os valores independentes entre as parcelas de 1 a 10 e entre as parcelas de 11 a 20 indicaram  $p < 0,0001$  o que significa que ocorreram diferenças entre as áreas atingidas antes e depois da derrubada.

A segunda análise foi realizada utilizando os valores de cada parcela de cada em teste-t pareado onde não ocorreram diferenças entre as parcelas 1 a 10, visto a pouca ocorrência de danos nessa área. Já para as parcelas de 11 a 20 ocorreram diferenças significativas considerando  $p < 0,0001$ , evidenciando assim o maior nível de impacto no índice de área foliar, comprovando mais uma vez que o mesmo nível de área basal explorada pode ocasionar mais ou menos impactos, dependendo da composição da regeneração afetada.

Podemos concluir, de uma forma geral, totalizando os danos, que na área amostral do estudo a porcentagem de madeira retirada foi de 11,56%, causando impactos em 6,91% dos indivíduos do sub-bosque (37 indivíduos), podendo ressaltar que foram danificados 13,6 indivíduos por hectare. Quanto aos impactos no dossel, de uma forma geral, ocorreu perda de 25% do índice de área foliar considerando toda área amostral: 10.000m<sup>2</sup>.

Sabe-se que o dossel florestal proporciona uma ligação dinâmica entre o ambiente biofísico e os processos fotossintéticos, que convertem a radiação fotossinteticamente ativa em produção de biomassa (MONTEITH, 1972) e que é um fator chave na produtividade florestal e que o estudo da sua dinâmica relacionada a sazonalidade climática e estrutura da floresta tem grande potencial de uso como ferramenta de diagnóstico da estrutura afetada pelos danos e que esse valor afetado somente poderá ser comparado no futuro com estudos de acompanhamento na área ao longo do tempo.

#### **4.6 Conclusões**

Com base nos resultados obtidos, podemos concluir que a intensidade dos danos causados à regeneração não teve relação direta com a área basal derrubada, porém quanto a variável volume sim, podendo confirmar que maior volume retirado implica em maiores números de indivíduos danificados.

Este fato é explicado pela impossibilidade de ser levada em conta a premissa básica do manejo florestal de impacto reduzido, que é a realização do planejamento da direção de queda das árvores – o que não foi passível de ser aplicado na área devido ao grau de inclinação que os eucaliptos já possuíam. Contudo, o objetivo principal foi atingido: quantificar os danos imediatos ocorridos nas parcelas.

Quanto aos danos mais ocorrentes, eles não são denominados exclusivamente danos estritamente severos, sendo mais abundantes na copa e danos como árvores inclinadas, na qual os indivíduos atingidos ainda possuirão grandes chances de sobrevivência. Estes danos podem ser considerados como danos reflexos de uma queda, pois as árvores completamente atingidas são consideradas normalmente desarraigadas, ou até mesmo mortas.

A carência de estudos e referências sobre este tipo de impactos ocasionaram poucos parâmetros comparativos, visto que a maioria apenas utilizam a contagem dos indivíduos atingidos e realizam as considerações de forma descritiva. Outros apenas consideram danos sobre indivíduos específicos e outros sobre o padrão de distribuição das espécie. Demais estudos estão concentrados em vegetações naturais e geralmente no bioma amazônico, não sendo plausível uma comparação efetiva entre eles e o estudo atual. A maioria dos autores concluem os efeitos da exploração na regeneração em via de “danos” geralmente utilizando dados de área basal e volume, analisando-os antes da derrubada e depois de determinado tempo, para descobrir a variação do crescimento da floresta após a derrubada.

Particularmente, no estudo em questão (regeneração natural sob plantações florestais) nenhuma referência sobre os impactos causados no momento da derrubada foi encontrado.

Quanto ao IAF, o mesmo apresentou ser um bom indicador para estimar a avaliação dos impactos ocasionados, partindo do princípio de que esses valores poderão ou não contribuir para técnicas de manejo e na conservação da biodiversidade desses tipos de formações florestais.

Conforme a obtenção dos IAF os mesmos fornecem dados sobre a interferência na regeneração natural de plantios florestais comerciais. Através dos resultados obtidos de cada parcela pode-se também relacioná-lo a estrutura e florística da regeneração natural do sub- bosque, podendo buscar no futuro a relação da ocorrência das espécies nas clareiras formadas com a luminosidade incidente sobre as mesmas.

A derrubada dos indivíduos geraram clareiras de pequeno porte e que, independentemente das características intrínsecas das espécies, como grupo ecológico, fatores genéticos e entre outros, estimula um bom crescimento de todas as espécies, portanto, é primordial o monitoramento das espécies recrutadas e tratamentos silviculturais dessas árvores de futuro, uma vez que a aplicação das técnicas de impacto reduzido, auxiliaria na redução dos danos, na sobrevivência e no maior crescimento dos indivíduos remanescentes, otimizando a taxa de recuperação.

Outro fator importante é os resultados representam um bom caminho para a diminuição de custos para produtores rurais que necessitem de alguma forma aplicar técnicas de recuperação, podendo até servir como modelos.

### Referências

ALMEIDA, M.L. de. **Desrama artificial em clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* com diferenças em arquitetura de copa**. 2003. 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

AZEVEDO, C.P.; SANQUETTA, C.R.; SILVA, J.N.M.; MACHADO, S.A. Efeito da exploração de madeira e dos tratamentos silviculturais no agrupamento ecológico de espécies. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, p. 53-69, jan./mar. 2008.

BERTHAULT, J.G.; SIST, P. An experimental comparison of different harvesting intensities with reduced impact and conventional logging in East Kalimantan, Indonesia. **Forest Ecology and Management**. Amsterdam, v. 94, p. 209-218, June 1997.

BORSOI, G. **Subsídios para o manejo de uma Floresta Ombrófila Mista em estágio avançado de regeneração natural**. 2004. 189 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

BULFE, N.M.L.; GALVÃO, F.; FILHO, A.F.; MAC DONAGH, P. Efeitos da exploração convencional e de impacto reduzido em uma floresta estacional semidecidual na província de Misiones, nordeste da Argentina. **Floresta**. Curitiba, v. 39, n. 2, p. 365-379, 2009.

CAMPOE, O.C. **Efeito de práticas silviculturais sobre a produtividade primária líquida de madeira, o índice de área foliar e a eficiência do uso da luz em plantios de restauração da Mata Atlântica**. 2008. 120 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

CARVALHO, J.C. O esforço do IBDF em prol das exportações da floresta Amazônica: o papel das florestas nacionais. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE

ECONOMIA FLORESTAL, 1., 1988, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA, CNPF, 1988. v. 1, p. 75-88.

CHAVES, R.A. **Dinâmica de copa e crescimento de plantas de clone de *Eucalyptuys grandis* W. Hill ex Maiden submetidas a desrama artificial e a desbaste.** 2005. 85 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

CHERRY, M.; HINGSTON, A.; BATTAGLIA, M.; BEADLE, C. Calibrating the LI-COR LAI 2000 for estimating leaf area index in eucalypt plantations. **Tasforests**, Hobart, v. 10, p. 75-82, 1998.

CLARK, D.B.; OLIVAS, P.C.; OBERBAUER, S.F.; CLARK, D.A.; RYAN, M.G. First direct landscape-scale measurement of tropical rain forest Leaf Area Index, a key driver of global primary productivity. **Ecology Letters**, Oxford, v. 11, p. 163-172, 2008.

EHSEN, H. Pruning of street trees: cause, objective and execution. **Arboricultural Journal**, Dorchester on Thames, v. 11, p. 245-263, 1987.

FOELKEL, C. Minerais e nutrientes das árvores dos eucaliptos: aspectos ambientais, fisiológicos, silviculturais e industriais acerca dos elementos inorgânicos presentes nas árvores”. **Eucalyptus Newsletter**, Piracicaba, n. 2, p. 22-28, out. 2005.

HENDRISON, J. **Damage – controlled logging in tropical rain Forest in Suriname.** Wageningen: Agricultural University, 1989. 204 p.

JACKSON, R.D.; HUETE, A.R. Interpreting vegetation indices. **Journal of Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 11, p. 185-200, 1991.

JACKSON, S.; FREDERICKSEN, T.; MALCOLM, J. Area disturbed and residual stand damage following logging in a Bolivian tropical forest. **Forest Ecology and Management**. Amsterdam, v. 166, p. 271-283, 2002.

JOHNS, J.S.; BARRETO, P.; UHL, C., Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 89, p. 59–77, Dec. 1996.

JONCKHEERE, I.; FLECKS, S.; NACKAERTS, K.; MUYS, B.; COPPIN, P.; WEISS, M.; BARET, F. Review of methods for in situ leaf area index determination. Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 121, p. 19-35, 2004.

KAMMESHEIDT, L.; LEZAMA, A.T.; FRANCO, W.; PLONCZAK, M. History of logging and silvicultural treatments in the western Venezuelan plain forests and the prospect for sustainable forest management. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 148, p. 1-20, 2001.

LEBLANC, S.G.; CHEN, J.M.; FERNANDES, R.; DEERING, D.W.; CONLEY, A. Methodology comparison for canopy structure parameters extraction from digital

hemispherical photography in boreal forests. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 129, p. 187-207, 2005.

LIMA, A.P.L. **Desrama artificial em clone de *Eucalyptus grandis* (HILL ex MAIDEN)**: efeitos sobre o crescimento, a dinâmica de copa e o tempo de desrama. 2003. 200 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

LINHARES, C.A.; PONZONI, F.J.; SHIMABUKURO, Y.E. Relação entre volume de madeira e índice de área foliar em um povoamento de *Pinus* spp.: estudo de caso. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 47-54, 2000.

LITTON, C.M.; SANDQUIST, D.R.; CORDELL, S. Effects of non-native grass invasion on aboveground pools and tree population structure in a tropical dry forest Hawaii. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 231, p. 105-113, 2006.

MAC DONAGH, P.; GARIBALDI, J.; RIVERO, L.; LAURA SNOOK; TOMA, T. Comparación de daños, mortalidad y reclutamiento em dos sistemas de aprovechamiento forestal en Misiones, Argentina. In: JORNADAS TÉCNICAS FORESTALES Y AMBIENTALES, 10., 2005, Eldorado, Misiones. Misiones: INTA, 2005. p. 30-38.

MACFARLANE, C.; COOTE, M.; WHITE, D.A.; ADAMS, M.A. Photographic exposure affects indirect estimation of leaf area in plantations of *Eucalyptus globules* Labill. **Agricultural and Florest Meteorology**, Amsterdam, v. 100, p. 155-168, 2000.

MARTINS, P.E.; OLIVEIRA, A.D.; SCOLFORO, J.R.S. Avaliação dos danos causados pela exploração florestal à vegetação remanescente, em florestas naturais. **Cerne**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 14-24, 1997.

MEYER, E.A.; FINGER, C.A.G.; CANTARELLI, E.B.; SCHAPPO, C.M.; SILVA, E.S. da; SILVEIRA, J.M.D. Avaliação dos danos causados pela exploração seletiva de madeira sobre a regeneração natural, em floresta estacional decidual, no Rio Grande do Sul. In: JORNADAS TÉCNICAS FORESTALES Y AMBIENTALES, 14., 2010, Eldorado. Eldorado: INTA; FCF/UNAM, 2010. p. 42-49.

MONTAGU, K.D.; KEARNEY, D.E.; SHIMITH, R.G.B. The biology and silviculture of pruning planted eucalypts for clear wood production-a review. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 179, p. 1-13, 2003.

MONTEITH, J.L. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 9, n. 3, p. 747-766, Dec. 1972.

NORMAN, J.M.; CAMPBELL, G.S. Canopy structure. In: PEARCY, R.W.; EHLERINGER, J.R.; MOONEY, H.; RUNDEL, P.W. (Ed.). **XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto field methods and instrumentation**. London: Chapman and Hall, 1992. chap. 14, p. 301-326.

PAIVA, Y.G.; RIBEIRO, A.; ALMEIDA, A.Q.; GLERIANE, J.M.; PEZZOPANE, J.E.M. Estimativa do Índice de Área Foliar (IAF) através de fotografias hemisféricas e

índices de vegetação em plantios clonais de Eucalipto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p. 2873-2880.

PEREIRA, R.; ZWLEDE, J.; ASNER, G.; KELLER, M. Forest canopy damage and recovery in reduce impact and convencional selective logging in eastern Para, Brazil. **Forest Ecology and Management**. Amsterdam, v. 168, p. 77-89. 2002.

PEZZOPANE, J.E.M.; REIS, G.G. dos; REIS, M.G.F.; COSTA, J.M.N. da. Caracterização da radiação solar em fragmento de Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 11-19, 2005.

PINTO, A.C.M.; SOUZA, A.L.; SOUZA, A.P.; MACHADO, C.C.; MINETTE, L.J.; VALE, A.B. Análise dos danos de colheita de madeira em floresta tropical úmida sob regime de manejo florestal sustentado na Amazônia Ocidental. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 459-466, 2002.

RAST, E.D.; BEATON, J.A.; SONDERMAN, D.L. **Photographic guide to selected extemal defect indicators and associated internal defects in black walnut**. Broomal: USDA, Forest Service, 1988. p. 617-624. (Research Paper NE).

SARTORI, M.S. **Variação da regeneração natural da vegetação arbórea no sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith. manejado por talhadia, localizado no município de Itatinga, SP**. 2001. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura de “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SHIGO, A.L.; LARSON, E.V.H. A photo guide to the patterns of discoloration in living northern hardwood trees. Broomal: USDA, Forest Service, 1969. p. 100-127. (Research Paper NE).

SIST, P.; BERTAULT, J.G. Reduced impact logging experiments: impact of harvesting intensities and logging techniques on stand damage. In: BERTAULT, J.G.; KADIR, K. (Ed.). **Silvicultural research in a lowland mixed dipterocarp forest East Kalimantan**. Montpellier: CIRAD, 1998. p. 139-161.

SIST, P.; FERREIRA, F. N. Sustainability of reduced-impact logging in the Eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 243, p. 199-209, 2007.

\_\_\_\_\_. Production and carbon allocation in a clonal *Eucalyptus* plantation with water and nutrient manipulations. **Forest Ecology and Manegement**, Amsterdam, v. 255, p. 920-930, 2008.

SIST, P.; NGUYEN-THÉ, N. Logging damage and the subsequent dynamics of a dipterocarp forest in East Kalimantan (1990-1996). **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 165, p. 85-103, July 2002.

SIST, P.; NOLAN, T.; BERTAULT, J.; DYKSTRA, D. Harvesting intensity versus sustainability in Indonesia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 108, p. 251-260, 1998.

SIST, P.; SHEIL, D.; KARTAWINATA, K.; PRIYADI, H. Reduced-impact logging in Indonesian Borneo: some results confirming the need for new silvicultural prescriptions. **Forest Ecology and Management**. Amsterdam, v. 179, p. 415-427, July 2003.

VIDAL, E.; VIANA, V.; BATISTA, J.F.L. Crescimento de floresta tropical três anos após colheita de madeira com e sem manejo florestal na Amazônia oriental. **Scientia Forestales**, Piracicaba, v. 6, p. 133-143, jun. 2002.

VITAL, M.H.F. Impacto ambiental de florestas de eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 235-276, dez. 2007

WALTER-SHEA, E.A.; PRIVETTE, J.; CORNELL, D.; MESARCH, M.A.; HAYS, C.J. Relations between directional spectral vegetation indices and leaf area and absorbed radiation in alfalfa. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 61, n. 1, p. 162-177, 1997.

WEBB, E. Canopy removal and residual stand damage during controlled selective logging in lowland swamp forest of northeast Costa Rica. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 95, p 117-129, 1997.

XAVIER, A.C.; VETTORAZZI, C.A. Leaf área index of ground covers in a subtropical watershed, **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.3, p.425-431, 2003.

\_\_\_\_\_. Mapping leaf area index through spectral vegetation indices in a subtropical watershed. **International Journal of Remote Sensing**, Basingstoke, v. 25, n. 9, p. 1661-1672, 2004.

XAVIER, A.C.; SOARES, J.V.; ALMEIDA, A.C. de. Variação do índice de área foliar em clones de eucalipto ao longo do seu ciclo de crescimento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 421-427, 2002.

YARED, J.A.; SOUZA, A.L. **Análise dos impactos ambientais do manejo de frestas tropicais**. Viçosa: UFV, 1993. 38 p. (Documento SIF, 009)

ZHANG, Y.; CHEN, J.M.; MILLER, J.R. Determining digital hemispherical photograph exposure for leaf area index estimation. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 133, p. 199-181, 200



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

### 5.1 Perspectivas futuras

A partir dos resultados obtidos através das conclusões dos capítulos anteriores, podemos perceber que:

Quanto à análise da regeneração no sub-bosque do povoamento de eucalipto, muito embora apresentem alguns resultados em comum, de maneira geral, eles apontam para heterogeneidade e algumas desarmonias com relação aos efeitos dos diferentes fatores ambientais e históricos que influenciaram direta ou indiretamente a dinâmica da regeneração natural. Tal constatação reforça a idéia de que generalizações e extrapolações sem critérios podem levar a recomendações e conclusões inapropriadas (SENBETA et al., 2002).

Entretanto, em virtude de resultados positivos encontrados em vários estudos, há uma tendência rumo à compreensão de que plantios florestais comerciais não sejam vistos apenas como áreas de produção florestal, desde que estas áreas, se manejadas adequadamente, podem funcionar como redutos de biodiversidade, pelo menos para alguns grupos de seres vivos (LAMB, 1998; CARNEIRO; RODRIGUES, 2007).

Áreas de plantios homogêneos de espécies comerciais podem remeter um potencial de utilização a fim gerar alternativa para a reabilitação de áreas degradadas e até mesmo para a facilitação da restauração ecológica de florestas nativas, não mais sendo pré-julgadas com a idéia enviesada de “desertos verdes”.

Ainda que o objetivo principal das plantações florestais continue sendo comercial, são recomendáveis estudos que quantifiquem os custos e os benefícios de práticas incrementadoras da regeneração natural para a produção florestal e para a conservação da biodiversidade, tentando buscar um balanço entre ambos (PARROTTA et al., 1997) e demonstrando ser uma prática menos custosa e podendo conciliar a produção florestal com a restauração da biodiversidade (CARNEIRO; RODRIGUES, 2007), devendo ser aproveitada nas diversas situações em que é viável do ponto de vista econômico e ambiental.

Analisando o assunto do ponto de vista biogeográfico, verifica-se que as pesquisas que investigam a regeneração natural sob plantios comerciais no Brasil, embora sejam abundantes, concentram-se em determinadas regiões e biomas. É

desejável, portanto, que estudos sejam realizados em outras regiões fitogeográficas do País onde plantações florestais também ocupam áreas expressivas.

É importante salientar que boa parte dos estudos resulta apenas na caracterização da regeneração natural de espécies arbustivas e arbóreas nativas no sub-bosque dos plantios florestais comerciais, sendo primordial para demonstrar que eles atuam como catalisadores da regeneração natural.

Entretanto, novos estudos devem ser realizados antes e depois da colheita, buscando o avanço do conhecimento científico para se dirigir o manejo das florestas de produção aliada a uma combinação de: produção e conservação da biodiversidade e viabilizar a utilização desses plantios como facilitadores da restauração de ecossistemas.

Contudo, é necessário um bom planejamento, que é a atividade chave para exploração de impacto reduzido. Muitas vezes sendo o principal responsável pelo menor dano à floresta assim como pelos ganhos econômicos e oriundos dessa atividade.

O estudo dos danos causados pela derrubada e colheita florestal devem ser cuidadosamente investigados, para detectar e obter cada vez mais quais seus efeitos, na tentativa de eliminá-los ou reduzi-los ao máximo, evitando tantos prejuízos à regeneração do futuro.

Estudos animadores realizados em fragmentos naturais para colheitas com manejo florestal aplicado remetem sucesso na análise da regeneração, considerando individualmente as árvores.

Contudo, para avaliar se a tendência de crescimento se mantém, é necessário que haja um acompanhamento da floresta por um longo período de tempo, principalmente estudos sobre o sistema reprodutivo e de polinização de determinadas espécies, pois o impacto da exploração pode aumentar a distância entre os indivíduos férteis e a atividade de polinizadores, onde conseqüentemente a quantidade e a qualidade de sementes produzidas irão diminuir, afetando assim o desenvolvimento da regeneração.

Assim, estudos sobre pós-exploração são necessários cada vez mais para demonstrar a importância da ligação entre a evolução da floresta e as técnicas utilizadas antes, durante e após a exploração. Nesse contexto, os danos são a principal influência da evolução da massa, principalmente para definir a forma de

exploração, a utilização sustentável dos recursos florestais mantendo o sucesso da regeneração.

### Referências

CARNEIRO, P.H.M.; RODRIGUES, R.R. Management of monospecific commercial reforestations for the forest restoration of native species with high diversity. In: RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G. **High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil**. New York: New Science, 2007. chap. 3.1, p. 129-144.

LAMB, D. Large-scale ecological restoration of degraded tropical lands: the potential role of timber plantations. **Restoration Ecology**, Malden, v. 6, n. 3, p. 271-279, Sept. 1998.

PARROTTA, J.A.; TURNBULL, J.W.; JONES, N. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, p. 1-7, 1997.

SENBETA, F.; TEKETAY, D.; NÄSLUND, B.Å. Native woody species regeneration in exotic tree plantations at Munessa-Shashemene forest, southern Ethiopia. **New Forests**, Dordrecht, v. 24, p. 131-145, 2002.



## **APÊNDICES**



## APÊNDICE A – Representação de alguns eucaliptos que foram abatidos.

### Eucalipto 7:



Representação do eucalipto número 7 com DAP de 58,8cm. Nota-se o grau de inclinação pela flecha e seu posicionamento em um dos vértices da parcela, demonstrando que sua queda possivelmente não atingiria o meio da mesma. Este indivíduo atingiu as parcelas 1 e 2, danificando apenas 4 regenerações em diferentes tipos de danos.

### Eucalipto 10:



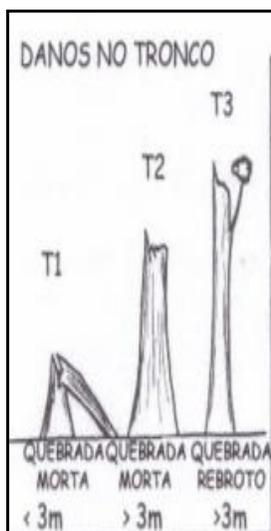
Representação do eucalipto de número 10 com 77,34 cm de DAP, na qual atingiu as parcelas 12 e 17.



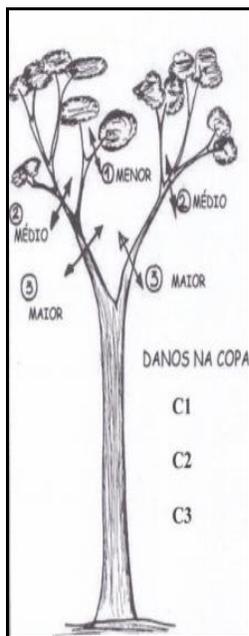
Vista geral da área atingida pelo eucalipto 10. A imagem representa a área de copa do eucalipto, onde podemos notar a clareira formada e o nível de dano em maior escala.

APÊNDICE B – A seguir será apresentada uma seqüência ilustrativa dos tipos de danos imediatos ocorridos. Uma comparação entre o método ilustrativo utilizado e a real ocorrência em campo.

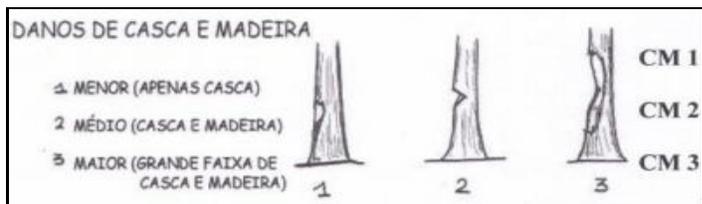
1) Danos no tronco:



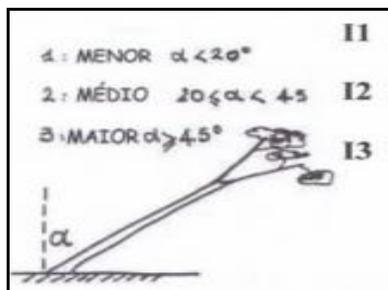
2) Danos na copa:



3) Danos na casca e madeira



## 4) Grau de inclinação



## 5) Indivíduo desarraigado



APÊNDICE C – Ilustração da coleta de dados com o aparelho LAI - 2000 nas parcelas, antes e após a derrubada e a calibração do mesmo fora do fragmento.

