

NARDIA MARIA LUJÁN BULFE

**DINÂMICA DE CLAREIRAS ORIGINADAS DE EXPLORAÇÃO SELETIVA DE
UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NA PROVINCIA DE MISIONES,
NORDESTE DA ARGENTINA**

**Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do grau de “Mestre em Ciências
Florestais” no Curso de Pós-graduação em
Engenharia Florestal da Universidade Federal do
Paraná.**

**Orientador: Prof. Dr. Franklin Galvão
Co-orientador: Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho**

CURITIBA

2008

***À minha Família,
Dimas, Irma, Ariel, Aldo
Dedico***

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná pela possibilidade de realização do curso de pós-graduação.

À CAPES pelo financiamento para os meus estudos de pós-graduação.

À Universidade Nacional de Misiones pelo financiamento parcial para a realização do curso de pós-graduação.

Ao Center International Forestry Research (CIFOR) por permitir a utilização dos dados para a realização do trabalho.

Ao professor Franklin Galvão pela paciência e dedicação na sua orientação e sua valiosa amizade.

Ao professor Afonso Figueiredo Filho pela sua orientação.

Ao professor Patrício Mac Donagh por ter sempre confiado em mim e pelo acompanhamento em minha vida científica.

A Liliana Rivero por ser a pessoa que sempre esteve, por suas palavras sempre alentadoras, por ser a minha irmã que não tive e por ser parte deste trabalho.

A Héctor Keller, Norberto Phar, Fabián Romero, Juan Garibaldi, Paula Campanello, Ana Sallenave, Mónica López, Silvina Berger, Mariela Teresczuch, Gustavo Juarez, Luis Grance, Claudio Dummel, Jorge Troche, Marcelo Franco, Federico Robledo, Walter e Oscar Bebra, que tiveram sempre boa vontade para colaborar na realização desde trabalho.

A Román Rios por sua cordialidade de sempre e a Ludmila Profumo e sua família porque foram parte da minha quando estive longe de casa.

E de maneira muito especial a minha família, meus pais Dimas e Irma e meus irmãos Ariel e Aldo, porque sempre tiveram confiança em mim e por saber compreender a minha ausência durante a realização desse estudo, porque tudo o que sou deve-se a eles, por tudo isso, a eles muito obrigada!!.

Não somos pelo que escrevemos, senão pelo que lemos.
Jorge Luis Borges

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	xi
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Hipótese	3
1.2 Objetivos	3
2 REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 Grupos ecológicos	4
2.2 Dinâmica de comunidades florestais	7
2.3 A exploração e os efeitos ocasionados aos remanescentes	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Área de estudo	18
3.1.1 <i>Localização</i>	18
3.1.2 <i>Caracterização</i>	19
3.1.3 <i>Breve histórico</i>	21
3.2 Clima da região	22
3.3 Solos	22
3.4 Situação sócio-econômica da província de Misiones	23
3.5 Vegetação	25
3.6 Descrição do ensaio	26
3.7 Obtenção de dados e estabelecimento de criterios.....	29
3.8 Processamento de dados	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Caracterização das clareiras	32
4.2 Estimativa da cobertura vegetal	36
4.3 Florística	39
4.4 Danos ocasionados pela exploração aos remanescentes	42
4.5 Incremento diamétrico	46
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	63
REFERÊNCIAS	65
ANEXOS	71

RESUMO

Nesta pesquisa avaliou-se o desempenho de espécies arbóreas pertencentes a diferentes grupos ecológicos dentro de clareiras resultantes da exploração seletiva de indivíduos arbóreos de uma Floresta Estacional Semidecidual e verificou a possível relação entre o tamanho da clareira e os danos ocasionados aos indivíduos remanescentes. O presente estudo foi desenvolvido na Reserva Florestal de Uso Múltiplo Guaraní, cuja superfície é de 5.343 ha, localizada dentro da Reserva de Biosfera Yabotí, na província de Misiones, Argentina. Foram instaladas 15 parcelas permanentes, de quatro hectares cada uma, onde cada parcela tem uma área efetiva de medição de um hectare. As parcelas são distribuídas em três tratamentos: Exploração Convencional, Exploração de Impacto Reduzido e Testemunhas, onde foram considerados todos os exemplares arbóreos maiores que 10 cm de diâmetro à altura do peito (DAP) por ocasião da primeira medição em (1998) e sendo remedidos oito anos depois da exploração (2006). A exploração criou uma superfície total de clareiras de 8.018,7 m², o que representa 6,7% da área total de amostragem, onde 65% foi gerada pela Exploração Convencional. A área basal danificada foi superior no tratamento de Exploração Convencional (70% do total). A Exploração de Impacto Reduzido concentram as clareiras em classes de tamanhos inferiores e com áreas médias menores. Foram registradas 85 espécies, distribuídas em 34 famílias, sendo o valor de diversidade superior para o Impacto Reduzido (3,456 nats/ind.). O número de indivíduos danificados foi em média de 13,6 indivíduos por hectare, com uma percentagem superior de danos ocasionados pela Exploração Convencional. O abate do indivíduo foi a principal causa do dano e a copa foi a parte da árvore mais danificada. Foi determinada uma correlação positiva e significativa entre a área basal explorada e a área basal danificada ($R^2 = 0,49$). Para o conjunto de espécies determinou-se um crescimento médio de 0,41 cm.ano⁻¹ na área manejada e de 0,31 cm.ano⁻¹ para a área sem manejo, sendo as médias do crescimento para cada modalidade de exploração de 0,36 para o Impacto Reduzido e de 0,42 para o Convencional. O crescimento em diâmetro foi estatisticamente superior em solos mais desenvolvidos, com média de 0,41 cm.ano⁻¹. O planejamento da exploração é o fator principal na redução dos danos aos remanescentes, sendo o abate direcionado uma das técnicas que melhor controla os danos. O fator solo deve ser tido em consideração como uma variável para o estudo do comportamento da vegetação.

Palavras-chave: *Clareiras; Exploração Seletiva; Floresta Neotropical*

ABSTRACT

In this research it was evaluated the performance of arboreal species belonging to different ecological groups inside clearings, which are resulted from the selective exploitation of arboreal individuals, and to verify the possible relationship among the size of the gaps and the damages caused to the remaining individuals. The present study was developed in the Forestry Reserve of Multiple Use Guaraní, with 5343 ha, located inside of the Biosphere Reserve Yaboty, in the province of Misiones, Argentina. 15 permanent plots were installed, each one with 4 ha, where each plot has an effective area of measurement of one hectare. The plots are distributed in three treatments: Conventional exploitation, Reduced Impact Exploitation and control, where they considered all the arboreal individuals larger than 10 cm of diameter at breast height (CBD) 1998 and being measured again eight years after the exploitation (2006). The exploitation created a total surface of gaps of 8018.7 m², what represents 6.7% of the total area of sampling, where 65% were generated by the Conventional Exploitation. The damaged basal area was higher in the treatment of Conventional Exploitation (70% of total). The Exploitation of Reduced Impact concentrates the gaps on classes of inferior sizes and with smaller medium areas. 85 species were registered, distributed in 34 families, being the value of diversity higher on the Reduced Impact plot (3.456 nats/ind.). The number of damaged individuals belong the average of 13.6 individuals/ha, with a higher percent of damages caused by the conventional exploitation. The slaughter of the individual was the main cause of the damage and the crown was the most damaged part of the tree. A positive and significant correlation was determined between the exploited basal area and the damaged basal area ($R^2 = 0.49$). For the group of species was determined an average growth of 0.41 cm.ano⁻¹, in the managed area, and of 0.31 cm.ano⁻¹ for the area without management, being the averages of growth to each modality of exploitation of 0.36 for the Reduced Impact and of 0.42 for the Conventional. The growth of diameter was statistically higher in developed soils, with average of 0.41 cm.ano⁻¹. The planning of exploitation is the main factor in the reduction of the damages to the remainders, being the slaughter targeted one of the techniques that best controls. The factor soil should be taken in consideration as a variable for the study of the behavior of the vegetation.

Keywords: *gaps; Selective Exploitation; Neotropical Forest*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Posição geográfica da região de estudo, Reserva de Biosfera Yaboty, na província de Misiones, Argentina	19
Figura 2 -	Posição geográfica da área de estudo, Reserva de Uso Múltiple Guarani, na Reserva de Biosfera Yaboty em Misiones, Argentina. U.Na.M.: Universidad Nacional de Misiones; Pcial.: Provincial.....	20
Figura 3 -	Desenho experimental da área de estudo, na Reserva de Uso Múltiple Guarani EIR: Exploração de Impacto reducido; EC: Exploração Convencional; T: Testemunhas. *: Parcelas onde foram tiradas as fotografias hemisféricas.....	28
Figura 4 -	Característica planialtimétricas da área de estudo, na Reserva de Uso Múltiple Guarani, em Misiones, Argentina.....	28
Figura 5 -	Frequência por classe de tamanho das clareiras resultantes dos tratamentos de exploração. A: Exploração Convencional; B: Exploração de Impacto Reduzido	34
Figura 6 -	Relação entre o diâmetro da árvore abatida e a área da clareira. N= 45 árvores abatidas. Regressão linear: área de clareira= 85,3201 + 1,2327 x diâmetro da árvore abatida, R ² = 0,0319, p= 0,2403	35
Figura 7 -	Relação entre o diâmetro da árvore abatida e a área da clareira para cada modalidade de exploração. Exploração Convencional: N= 26 árvores abatidas. Regressão linear: área de clareira= 79,504 + 1,5963 x diâmetro da árvore abatida, R ² = 0,0705, p= 0,1897; Exploração de Impacto Reduzido: N= 19 árvores abatidas. Regressão linear: área de clareira= 69,3741 + 1,0655 x diâmetro da árvore abatida, R ² = 0,0180, p= 0,5835	35
Figura 8 -	Estimativa de cobertura de dossel por tratamento em duas alturas de observação 0,7 metros e 1,5 metros 9anos após da exploração. EC= Exploração Convencional; EIR= Exploração de Impacto Reduzido e T= Testemunha	37
Figura 9 -	Fotografias hemisféricas da cobertura para cada tratamento a 1,5 metros do solo. A= Parcela permanente sob Exploração Convencional; B= Parcela permanente sob Exploração de Impacto Reduzido e C= Parcela permanente Testemunha	38

Figura 10 -	Fotografias esquemáticas. A: Participação das árvores no estrato superior, parcela sob Exploração Convencional. B: Ocorrência de taquaras em áreas com pouca cobertura de dossel	39
Figura 11 -	Distribuição da freqüência diamétrica dos indivíduos danificados em cada tratamento de exploração	43
Figura 12 -	Relação entre a área basal explorada e a área basal danificada em cada parcela submetida a manejo florestal, N= 12 parcelas permanentes exploradas. Regressão linear: área basal danificada= $0,0999+0,3936 \times$ área basal explorada, $R^2= 0,494$, $p= 0,010820$	45
Figura 13 -	Relação entre a área basal explorada e a área basal danificada em cada tratamento de exploração, N= 5 Exploração Convencional e N= 7 Exploração de Impacto Reduzido. Regressões lineares: área basal danificada EC= $0,0423+0,4551 \times$ área basal explorada EC, $R^2= 0,772$, $p= 0,04985$; área basal danificada EIR= $-0,2502+0,6084 \times$ área basal explorada EIR, $R^2= 0,0322$, $p= 0,70036$	45
Figura 14 -	Proporção de indivíduos por grupos ecológicos para cada tratamento de exploração. EC= Exploração Convencional e EIR= Exploração de Impacto Reduzido	48
Figura 15 -	Parâmetros estatísticos do Incremento diamétrico em cada situação de estudo. PT= Área sem manejo; CL= Área manejada	49
Figura 16 -	Parâmetros estatísticos do Incremento diamétrico nas diferentes modalidades de exploração. EIR= Exploração de Impacto Reduzido; EC= Exploração Convencional	53
Figura 17 -	Média do incremento diamétrico por grupos ecológicos para diferentes áreas de estudo. A: Parcelas testemunhas; B: Clareiras de exploração	54
Figura 18 -	Fotografias esquemáticas. A: Solo raso, com abundante pedregosidade, parcela testemunha; B: Solo profundo, superior a 1,2 metros, parcela testemunha	55
Figura 19 -	Distribuição de freqüência (%) em cada situação de estudo. A: Área manejada; B: Área não manejada	57
Figura 20 -	Distribuição de freqüência (%) em cada modalidade de exploração para o período de estudo 1998-2006. A: Exploração de Impacto Reduzido; B: Exploração Convencional	58

Figura 21 -	Distribuição de freqüência do recrutamento e da mortalidade (indivíduos por hectare) para cada situação de estudo. Mort PT= mortalidade em áreas sem manejo; Mort CL= mortalidade em áreas manejadas; Recr PT= recrutamento em áreas sem manejo e Recr CL= recrutamento em áreas manejadas	59
Figura 22 -	Somatória do incremento diamétrico (cm.ano ⁻¹), por classe de diâmetro no recrutamento das espécies, em cada situação de estudo. PT= áreas sem manejo e CL= áreas manejadas	60
Figura 23 -	Freqüência por classes de incremento diamétrico para as diferentes situações de estudo. PT= área sem manejo e CL= área manejada	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Principais definições de limites de clareiras	13
Tabela 2 -	Principais métodos de cálculo de área de clareiras	14
Tabela 3 -	Caracterização das clareiras artificiais em cada modalidade de exploração. CV: Coeficiente de variação.....	32
Tabela 4 -	Porcentagem média de cobertura para duas alturas de observação em parcelas permanentes amostradas nos diferentes tratamentos (EC= Exploração Convencional; EIR= Exploração de Impacto Reduzido e T= Testemunha), na Reserva de Uso Múltiple Guarani, em Misiones, Argentina	36
Tabela 5 -	Espécies registradas nas parcelas permanentes, por tratamento, na Reserva de Uso Múltiple Guarani, Misiones, Argentina. EC= Exploração convencional; EIR= Exploração de Impacto Reduzido e T= Testemunha	40
Tabela 6 -	Intensidade de danos em indivíduos por hectare para cada tratamento de exploração. EIR= Exploração de Impacto Reduzido; EC= Exploração Convencional	44
Tabela 7 -	Espécies avaliadas quanto ao incremento diamétrico, destacando o grupo ecológico em que foram enquadradas. P= Pioneira; P-F= Pioneira com tendência à Facultativa; F-P= Facultativa com tendência à Pioneira; F= Facultativa e U= Umbrófila	47
Tabela 8 -	Média do incremento diamétrico por espécie (cm.ano ⁻¹) para cada situação de estudo. (Área manejada: clareiras de exploração; Área sem manejo: parcelas testemunhas)	50
Tabela 9 -	Média do incremento diamétrico por espécie (cm.ano ⁻¹) para cada modalidade de exploração. EIR= Exploração de Impacto Reduzido e EC= Exploração Convencional	52
Tabela 10 -	Média do incremento diamétrico (cm.ano ⁻¹) para os grupos ecológicos em cada situação de estudo, áreas sem manejo (Testemunhas) e áreas manejadas (Clareiras).....	53
Tabela 11 -	Parâmetros estruturais e dinâmica dos indivíduos arbóreos quanto a profundidade de solo	55
Tabela 12 -	Recrutamento e mortalidade, total e por classes diamétricas (indivíduos por hectare), nas diferentes situações de estudo. PT= área sem manejo e CL= área manejada	60

1 INTRODUÇÃO

Um princípio básico no uso racional de um recurso renovável é o aproveitamento da sua capacidade de produção sem comprometer no tempo os processos que a sustentam (SABOGAL, 1997). Por isso, a atividade florestal administra todos os componentes da floresta com objetivo de garantir a produção permanente de benefícios às populações atuais, sem diminuir as oportunidades das gerações futuras (SCHAAF, 2001).

Segundo Nilsson¹ (1996), citado por Espinosa Bancalri *et al.* (2000), tudo indica que não existe uma oferta de florestas no mundo capaz de suprir as demandas atuais e futuras, devido, entre outros fatores, ao contínuo incremento do desmatamento e a degradação das florestas nos trópicos, assim como também à falta de antecedentes e conhecimentos consistentes da dinâmica das mesmas (PLACCI e DI BITETTI, 2006).

Apesar de mais de três décadas de estudo de clareiras, a pesquisa científica no tema ainda possui muitas perguntas a serem respondidas (LIMA, 2005a), no entanto nos últimos anos o conhecimento da dinâmica das clareiras teve um avanço muito importante, com o qual se incrementa a capacidade de previsão do comportamento das florestas, resultando uma ferramenta fundamental para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas naturais. Numerosos são os trabalhos nos quais foram consideradas a importância da formação de clareiras como principal fator que influencia a diversidade arbórea, sendo a maior parte dos estudos concentrados nas florestas tropicais e em clareiras de formação natural. As características estruturais das clareiras, sejam naturais ou artificiais, apresentam variações entre elas, citando como as principais: tamanho, geometria e orientação, influenciando essas características na composição e arranjo das espécies nas clareiras (DENSLOW e HARTSHORN, 1994).

Conforme Placci e Di Bitetti (2006), o bioma Mata Atlântica percorre a costa atlântica do Brasil, estendendo-se para o oeste até o Paraguai oriental e o nordeste da Argentina. Foi identificado como um dos 25 “*Hotspot*” do mundo, o qual se caracteriza por sua biodiversidade e espécies endêmicas, porém, sendo uma das florestas mais ameaçadas da terra da qual subsiste somente cerca de 7% de sua cobertura original. No Brasil, a ocupação desse “*Hotspot*” começou no início do processo de colonização, sendo esta a causa de sua fragmentação e degradação.

¹ NILSSON, S. 1996. “Do we have enough forests?” **IUFRO** Occasional Paper N° 5 Hillebrand Nyomda KFT. Hungary

No Paraguai e na Argentina começou muito mais tarde, o que justifica ainda no século XX uma alta proporção de floresta.

Dos três países que compreendem esse bioma, o Brasil é o que detém a maior superfície, tendo como principal característica a de apresentar uma alta fragmentação. Porém, do remanescente da Mata Atlântica, a província de Misiones é a que ainda mantém a maior superfície contínua desse ecossistema (PLACCI e DI BITETTI, 2006), das quais 2% estão sendo conservadas mediante a criação de áreas naturais protegidas em diferentes categorias de preservação.

A Argentina apresenta uma alta taxa de desmatamento, atingindo 250.000 ha por ano (BROWN e PACHECO, 2006). O primeiro inventário florestal argentino, realizado no ano 1914, acusou uma superfície de florestas de 105.888.400 ha. Desse total, no ano de 1956, já registravam uma perda de 44% do total da superfície. Os dados do último inventário nacional (2002) mencionam uma superfície de florestas de 33.190.442 ha, tendo, portanto, em relação à superfície original, uma perda de 70%. Essa perda de superfície florestal afetou principalmente os ecossistemas do Espinal, Monte e Patagônia, os quais foram principalmente convertidos à agricultura. A “Selva Misionera”, uma das ecorregiões inseridas no bioma Mata Atlântica, também foi afetada durante esse processo de desmatamento. A superfície florestal da província, segundo o último inventário florestal nacional, é de 1.900.827 hectares, quase dois terços da superfície original, sendo aproximadamente um milhão de hectares de florestas primárias e o remanescente de floresta secundária (PRIMER INVENTARIO NACIONAL DE BOSQUES NATIVOS, 2001).

Outro processo de importância que está acontecendo há muito tempo, mas com uma intensidade maior nas últimas décadas, é a degradação das florestas remanescentes (PLACCI e DI BITETTI, 2006). Desde o início da exploração das florestas na província de Misiones, vem sendo realizada a exploração seletiva. O sistema consiste no abate dos indivíduos de diâmetros maiores concentrados em poucas espécies, nomeadas regionalmente como comerciais. O Ministério de Ecologia da província estabeleceu uma lista dessas espécies e os diâmetros a partir do qual podem ser abatidas. Esse tipo de exploração pode alterar a dinâmica de formação de clareiras, além disso, pode originar clareiras várias vezes maiores que as produzidas por causas naturais. Na região é muito relevante o tamanho da clareira por causa da ocupação de taquaras (*Merostachys* e *Chusquea*) (CAMPANELLO, 2004), as quais são cicatrizantes de clareiras, no entanto, inibidoras do processo de estabelecimento de folhosas.

1.1 Hipótese

O desempenho dos grupos ecológicos é diferenciado em relação à cobertura resultante após a exploração seletiva. O nível de danos aos indivíduos arbóreos remanescentes tem uma relação positiva com o tamanho da clareira.

1.2 Objetivos

Pretende-se, por meio deste trabalho, avaliar o desempenho de espécies arbóreas pertencentes a diferentes grupos ecológicos dentro de clareiras resultantes da exploração seletiva de indivíduos arbóreos e verificar a possível relação entre o tamanho da clareira e os danos ocasionados aos indivíduos remanescentes. Tais informações são importantes para entender a dinâmica dessas áreas e para avaliar o comprometimento que níveis diferenciados de exploração podem causar, com o propósito de subsidiar estratégias de conservação e de recuperação de ecossistemas.

São objetivos específicos:

- Caracterizar as clareiras para cada modalidade de exploração e estabelecer a relação entre o tamanho do indivíduo abatido e o tamanho da clareira resultante;
- Avaliar a cobertura do dossel nas diferentes modalidades de exploração e em áreas testemunhas;
- Descrever e comparar a composição florística em áreas testemunhas e em áreas de clareiras, antes da exploração seletiva e oito anos depois;
- Avaliar os danos aos remanescentes e determinar a relação entre a área basal explorada (m^2) e a área basal danificada.
- Comparar a dinâmica das espécies (crescimento, mortalidade, recrutamento) e dos grupos ecológicos em áreas testemunhas e em áreas de clareiras;
- Avaliar as diferenças no crescimento em diâmetro dos indivíduos arbóreos em solos rasos e profundos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Grupos ecológicos

Segundo Hogan e Machado (2002), a vida na terra seria impossível sem a radiação solar, que mediante o processo de fotossíntese é convertida em energia química pelas plantas, por isso é fundamental compreender o papel da radiação no meio ambiente. A radiação tem uma variação em quantidade e qualidade, assim como no espaço e no tempo. Em grande escala, as variações são de uma latitude para outra, ou num mesmo sítio ao longo do ano. Em pequena escala observam-se diferenças a distâncias muito curtas e em períodos também muito curtos. Essa variabilidade faz com que os indivíduos se adaptem às diferentes intensidades lumínicas, mediante mudanças morfológicas e fisiológicas.

Um outro fator importante a ser considerado nas mudanças das condições lumínicas é a estrutura da floresta. A área foliar, a altura do dossel, a área basal e a densidade dos fustes são as variáveis de maior importância quanto às condições de luminosidade que penetram na floresta, determinando sua quantidade e qualidade (HOGAN e MACHADO, 2002).

Baseado nas diferentes condições de luminosidade que poderiam ser dadas na floresta, se tem um espectro muito amplo de micro-ambientes aos quais as espécies reagiriam de modo diferenciado, surgindo assim o conceito de classificação de espécies.

A classificação das espécies florestais que apresentam comportamento similar quanto às suas exigências ambientais, é uma das principais bases ecológicas para o manejo das florestas (GUZMÁN, 1997).

Uma das características mais importantes das florestas é a sua diversidade de espécies e a heterogeneidade de classes de tamanho, resultando numa compreensão mais complexa de sua dinâmica (GAUTO, 1997). Devido a essas características, alguns autores agrupam espécies que compartilham seus requerimentos de nicho, utilizando assim o termo grêmio ou grupo ecológico.

O termo grêmio é definido como um grupo de espécies que explora de uma maneira similar a mesma classe de recursos do meio ambiente, não tendo em consideração a posição taxonômica (ROOT², 1967; citado por GUZMAN, 1997).

Sendo a radiação considerada como o fator ambiental que apresenta a maior variação, as espécies classificam-se em função da sua resposta à variação desse recurso (GUZMÁN, 1997; FINEGAN, 1993). Assim, as espécies têm desenvolvido duas estratégias biológicas extremas, o heliofitismo ou intolerância à sombra e o esciofitismo ou tolerância. No primeiro grupo, quase a totalidade das espécies dispersam-se pelo vento, produzem abundantes sementes, geralmente de caráter ortodoxa, colonizam grandes clareiras, sendo agressivas e de crescimento rápido. Já o segundo grupo apresenta crescimento lento, capacidade de estabelecimento e crescimento sob sombreamento, diâmetros pequenos a medianos nas árvores adultas e produção de sementes recalcitrantes, pesadas, de tamanho mediano a grande, com uma latência maior que o primeiro grupo (PINARD *et al.*, 1994).

Existe na literatura várias classificações relativas aos grupos ecológicos. Nesse sentido, Finegan e Sabogal (1988) mencionam que com base nas exigências de luminosidade e longevidade dois grupos de plantas podem ser identificados: heliófilas (pioneiras) e esciófilas. Já Oliveira-Filho *et al.* (1994), adaptando o sistema de Swaine e Whitmore (1998), consideram duas categorias maiores, espécies pioneiras (P) e espécies clímax (C), como a divisão ecológica de mais alto nível e a mais nítida. Em seguida distribui as espécies clímax em uma escala dependente da intensidade luminosa exigida pelas plântulas para crescer (para destacar-se do banco de plântulas). Essa escala estende-se entre dois extremos: as espécies clímax exigentes em luz (CL) e as espécies clímax tolerantes à sombra (CS). Os mesmos autores mencionam que esse sistema estaria mais próximo das visões modernas de dinâmica de florestas tropicais.

Para Martinez-Ramos (1984), as espécies podem ser localizadas em três grupos: pioneiras, nômades e tolerantes. O autor considera como pioneiras aquelas espécies cujos ciclos de vida acontecem unicamente em clareiras ou ambientes de alta iluminação, onde os mais longevos não atingem mais de 50 anos. Como

² ROOT, R.B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. **Ecological Monographs** 37: 317-350

espécies nômades, aquelas que procuram clareiras como meio de subsistência ou regeneração e, por último, como tolerantes as espécies que têm ciclos de vida mais longos, que não atingem o dossel superior e não estão condicionadas aos ambientes altamente iluminados.

Finegan (1993) classificou as espécies florestais tropicais em quatro grupos: heliófilas efêmeras, heliófilas duráveis, esciófilas parciais e esciófilas totais. As espécies heliófilas efêmeras podem regenerar-se e completar seus ciclos de vida em sítios abertos, como clareiras. As heliófilas duráveis não chegam tão rapidamente aos sítios abertos, porém apoderam-se deles depois que as espécies do primeiro grupo desaparecem e permanecem por mais tempo. Elas podem estabelecer-se em clareiras de tamanhos muito menores. As espécies desses grupos têm alta taxa de crescimento em diâmetro, madeira moderadamente leve a moderadamente pesada.

O grupo das esciófilas tem menor capacidade fotossintética, mas tem uma capacidade de regenerar e de crescer num amplo espectro de condições ambientais, e tem a habilidade de reagir a moderados aumentos de iluminação, apresentando crescimentos mais lentos e um maior investimento em estruturas permanentes mais duráveis que as heliófilas.

Para Swaine e Whitmore (1988) e Finegan (1993), o propósito de classificar as espécies em grupos relativamente homogêneos é produzir uma simplificação da informação, revelando padrões gerais e facilitando as predições do processo da floresta.

A identificação de grupos que determinam os padrões comuns entre as espécies é uma necessidade como ferramenta para o manejo da floresta, porém é difícil e requer muito conhecimento do comportamento das espécies. Assim, a classificação é muito subjetiva e o número de grupos é também uma determinação de quem o fizer (GUZMÁN, 1997).

Finalmente, a análise dos grupos ecológicos de espécies florestais em conjunto com as condições do ambiente é um conhecimento chave, o qual permite uma maior compreensão das florestas e da sua dinâmica, assegurando, assim, um melhor entendimento para a conservação das mesmas (FINEGAN, 1993; MARTINS-MACIEL *et al.*, 2002).

2.2 Dinâmica de comunidades florestais

Segundo Scatena (2002), a vegetação que se desenvolve numa determinada paisagem estaria sendo influenciada pela estrutura geológica, pelos gradientes ambientais e os regimes de perturbações naturais.

A estrutura geológica pode ser concebida em diferentes escalas espaciais e temporais, onde a distribuição e a estrutura da vegetação são determinadas pelos processos geológicos ocorridos ao longo de milhões de anos e em áreas extensas, até a escala local, onde as principais influências têm os processos como a clareira formada a partir da queda de uma árvore (SCATENA, 2002). Um fator que apresenta-se como influente tanto na dinâmica como na distribuição das espécies, é o solo. Clark *et al.* (1999), num estudo desenvolvido na estação biológica “La Selva” (Costa Rica), mencionaram que os tipos de solos variam com a posição topográfica: solos hidromórficos foram relacionados às áreas mais planas e solos bem drenados, com alto conteúdo de argila e de moderada a baixa fertilidade, associados às áreas mais movimentadas. Os autores acharam um gradiente dominante na composição de espécies arbóreas relacionado significativamente ao tipo de solo.

A profundidade do solo e a presença ou ausência de horizontes impermeáveis influenciam a distribuição vertical das raízes, afetando também a taxa de mortalidade das plantas, a qual aumenta em solos rasos (MEREDIEU³ *et al.*, 1996; citado em CLARK, 2002).

Finegan (2002) menciona que o estudo dos processos dinâmicos das florestas enfoca as mudanças da estrutura e da composição numa área determinada, ao longo do tempo, onde as comunidades e sua biodiversidade têm se desenvolvido e mantido por perturbações naturais. Segundo Forbes (1997), citado em Finegan (2002), o estudo das perturbações pode ser levado em consideração seguindo a dicotomia de “regimes de perturbações de substituição da área”, onde forças como furacões, fogo ou inundações destroem áreas de florestas as quais são substituídas por áreas novas, e de “regimes de perturbação de clareiras”, onde o dossel da floresta é aberto pela morte de um indivíduo, sem a ocorrência de mudanças significativas nas características da floresta.

³ MEREDIEU, C.; ARROUAYS, D.; GOULARD, M.; AUCLAIR, D. 1996. Short range soil variability and its effects on red oak growth (*Quercus rubra* L). **Soil Science** 161: 29-38.

De maneira análoga, Connell (1978) propôs a hipótese das perturbações intermediárias sob a qual sustenta que, em termos da composição de espécies, uma comunidade não atinge o equilíbrio e que a alta diversidade se deve a uma constante mudança nas condições do ecossistema. Assim, a hipótese considera que a diversidade atinge seu máximo quando as perturbações ocorrem a frequências e intensidades “intermediárias” (ASQUITH, 2002). Em comparação com perturbações em grandes escalas (inundações, erupções vulcânicas, entre outras), Clark (2002) também considera a formação de clareiras como uma perturbação de caráter intermediário.

As aberturas provocadas no dossel criam um ambiente diferente do seu entorno, sendo nelas os fatores ambientais alterados, principalmente a radiação solar, da qual sua quantidade e duração dependem do tamanho da clareira, pelo qual elas são consideradas como um processo importante nas florestas tropicais (LIMA, 2005b; HOGAN e MACHADO, 2002). Assim, as clareiras adquirem importância quando se estuda a dinâmica da floresta.

Conforme Brown (1996), a Radiação Fotossinteticamente Ativa não é uniforme dentro da clareira, sendo menor nas bordas que no centro dela. Com isso, pode-se prever que as respostas das espécies são diferentes de acordo com a sua localização dentro da clareira. Porém, o mesmo autor menciona como outro fator importante o momento no qual se forma a clareira, concluindo que uma mudança no microclima poderia ser maior com a coincidência de períodos de alta irradiação e de balanço hídrico negativo.

É de importância também ter em consideração o estado sucessional da floresta, já que apresenta uma correlação com a sua estrutura, afetando a dinâmica de formação de clareiras. Na estação biológica La Selva (Costa Rica), observou-se que o dossel de florestas secundárias apresentava homogeneidade no número de clareiras de tamanho intermediário, enquanto que na floresta primária apresentava várias aberturas pequenas e poucas grandes (NICOTRA *et al.*, 1999). Esse padrão estaria sendo influenciado pela ausência de indivíduos grandes nos estádios iniciais da sucessão, sendo eles os formadores de clareiras de tamanhos maiores.

Lawton e Putz (1988) mencionam que, no geral, a taxa de formação de clareiras numa floresta na Costa Rica é de 4-5 clareiras por hectare a cada ano, onde a queda de árvores e ramos tem um impacto sobressalente sobre a estrutura

da floresta. Sempre é observada uma heterogeneidade nos tamanhos das clareiras, a qual está relacionada com a origem da formação delas (LAWTON e PUTZ, 1988; LIMA, 2005a). Dados encontrados na literatura mencionam valores de 41% das clareiras formadas por queda da árvore (desenraizamento), 39% por causa da quebra do fuste das árvores e somente 20% por ruptura de ramos. Para Lima (2005a), estes três tipos de formação gerariam, respectivamente, clareiras de maior para menor tamanho.

Vários autores mencionam que o tamanho da clareira está fortemente correlacionado com o DAP da árvore formadora da clareira (UHL *et al.*, 1988; LAWTON e PUTZ, 1988). Para Uhl *et al.*, (1988) indivíduos com DAP entre 20 e 50 cm poderiam criar clareiras entre 5 e 100 m², aqueles com DAP entre 50 e 100 cm formariam clareiras entre 100 e 200 m² e clareiras com superfícies maiores que 200 m² somente poderiam ser formadas a partir da queda ou abate de vários indivíduos.

Quanto à heterogeneidade de tamanhos de clareiras, Lawton e Putz (1988), encontraram que uma alta proporção da freqüência das clareiras concentrou-se na classe de tamanho inferior e uma baixa freqüência nas classes de tamanho maiores, sendo estes últimos os quais contribuíram com uma maior proporção da superfície total de clareira (37%), quando comparada com a superfície gerada pelas clareiras da classe inferior (13%). Dessa maneira, fica estabelecido que a variação no tamanho das clareiras está fortemente relacionada com a freqüência e a contribuição da área em cada classe de tamanho, sendo eles, atributos importantes a ter em consideração no regime de distúrbio.

Assim, pode ser observado que os padrões de regeneração de clareiras são complicados devido a sua alta heterogeneidade dentro e entre clareiras e às diferenças entre as espécies envolvidas (LAWTON e PUTZ, 1988).

Desse modo, seria interessante fazer a ligação entre os grupos ecológicos das espécies e a estrutura das clareiras para gerar informação da dinâmica da floresta.

No geral, os grupos ecológicos estão relacionados com o tamanho das clareiras, onde as espécies tolerantes a sombreamento apresentaram uma maior afinidade com clareiras pequenas, enquanto que as espécies intolerantes apresentam um comportamento contrário (LAWTON e PUTZ, 1988). Nesse contexto,

a idade da clareira adquire importância devido ao processo sucessional que ocorre no tempo.

Observações feitas em clareiras novas (menores que dois meses) demonstraram a existência de uma alta densidade de espécies arbóreas tolerantes ao sombreamento quando comparado com locais de dossel fechado (LAWTON e PUTZ, 1988), em consequência, a diversidade pode ser maior nessas clareiras devido ao incremento na densidade de indivíduos (SCHNITZER e CARSON, 2001). Por outro lado, Schnitzer e Carson (2001) determinaram que tanto a diversidade quanto a densidade de espécies tolerantes não apresentaram diferenças significativas quando comparadas situações de clareiras e não-clareiras. Quando considerado o grupo ecológico das espécies pioneiras, a densidade e a riqueza são maiores nas clareiras, mantendo o grupo por longo período na comunidade (SCHNITZER e CARSON, 2001).

Fazendo referência que as pioneiras compõem uma proporção importante da composição florística nas florestas tropicais (15% das espécies arbóreas para uma floresta em Panamá), então fica demonstrado a importância da dinâmica das clareiras para manter uma proporção considerável de espécies, tendo assim um papel importante na manutenção da diversidade das florestas tropicais.

A variabilidade das condições estruturais das clareiras é o indício de que a diversidade de espécies das florestas tropicais é, em parte, o resultado da especialização nos “nichos de regeneração” (LAWTON e PUTZ, 1988), sendo considerada a hipótese da manutenção da diversidade de espécies pelas clareiras sempre um paradigma na ecologia florestal (RUNKLE, 1981; BROWN, 1996).

Assim, Lima (2005a) comenta que as aberturas provocadas no dossel definem o ciclo da floresta, determinando a estrutura e a composição florística, influenciando, de maneira importante, na riqueza de espécies. Enquanto Schnitzer e Carson (2001) mencionam que as clareiras não fazem a diversidade de espécies tolerantes ao sombreamento, mas essa evidência poderia estar relacionada pela falta de estudos no quais sejam comparadas áreas de clareiras com não-clareiras.

Quanto à dinâmica arbórea numa floresta, Finegan (1993) menciona que tem que ser levado em consideração três componentes: incremento diamétrico, mortalidade e recrutamento, o qual é considerado como a melhor forma de focar o

dinamismo de uma floresta. De maneira mais específica, Husch *et al.*,⁴ (1982), citado por Schaaf (2001), considera que o crescimento das árvores é influenciado pelas características da espécie interagindo com o ambiente, o qual varia no tempo e no espaço. Conforme Oliver e Larson⁵ (1996), citado por Schaaf (2001), a luz, a água, os nutrientes, o oxigênio e a temperatura são recursos e condições que limitam o espaço de crescimento. Montagnini e Jordan (2002) mencionam que quando os nutrientes e a água são abundantes, a disponibilidade da luz pode se tornar um fator limitante.

Dados fazendo referência à dinâmica de indivíduos arbóreos, sendo influenciados pelas características ambientais existentes no interior de uma clareira, são escassos na literatura. A maioria dos estudos concentra-se na dinâmica de regeneração natural dentro de clareiras, focalizando sempre a sucessão de grupos ecológicos.

No contexto das clareiras, Uhl *et al.* (1988) determinaram que o crescimento dos indivíduos arbóreos (> 10 cm DAP) é influenciado pelo tamanho da clareira, tipo de micro-habitat dentro da clareira, sua idade, o grupo ecológico a qual pertence e o seu tamanho, fazendo ressalva que o crescimento diminui com a idade da clareira. O mesmo autor determinou que a probabilidade da morte de um indivíduo declina conforme seu diâmetro incrementa-se, atingindo valores de 14% para indivíduos com DAP entre 5 e 9,9 cm; 7% para aqueles entre 10 e 19,9 cm de DAP e 5% para os maiores de 20 cm de DAP.

Na escala regional, um fator que adquire importância em áreas que apresentam algum tipo de exploração, é a colonização de maneira agressiva de taquaras, em especial por dois principais gêneros, *Merostachys* e *Chusquea*, sendo o primeiro de caráter mais agressivo. As espécies desses gêneros interceptam a radiação que chega às clareiras, impedindo a entrada de radiação solar nos estratos mais baixos da floresta e, dessa maneira, inibe o processo de cicatrização dado pelas espécies folhosas. Campanello (2004) encontrou uma radiação menor a 0,7

⁴ HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T.W. **Forest mensuration**. 3 ed. New York: John Wiley & Sons, 1982.

⁵ OLIVER, C.D.; LARSON, B.C. **Forest stand dynamics**. Update edition. New York: John Wiley & Sons, 1996.

metros do solo, quando comparada a 2 metros do solo, para uma área de estudo com presença de taquaras. Dessa maneira, as florestas manejadas mediante exploração seletiva mudariam a estrutura e funcionamento, favorecendo o crescimento de espécies nativas oportunistas (CAMPANELLO *et al.*, 2006; CAMPANELLO, 2004). Foi comprovado que essas espécies não competem por nutrientes nem água, senão que a competição é dada pela luz. Essas características ambientais provocaram um efeito negativo no crescimento e na mortalidade da regeneração natural de espécies arbóreas.

Por corte, ou morte após floração massiva das taquaras, ocorre um incremento na luminosidade, mas não afeta o estabelecimento de novos indivíduos de espécies arbóreas de caráter heliófilo. Esse comportamento provavelmente está relacionado às baixas taxas de decomposição da biomassa das taquaras e/ou ao estabelecimento de outras espécies, como samambaias ou herbáceas do sub-bosque (CAMPANELLO, 2004).

Quando se focaliza o estudo da dinâmica da floresta nas clareiras de exploração, é necessário então estabelecer o conceito de “clareira” para quantificar tamanho e freqüência delas, já que a área da clareira é usada como o melhor indicador das condições ambientais dentro delas (LAWTON e PUTZ, 1988).

Assim, há na literatura vários conceitos para definir clareira (Tabela 1), sendo considerada nesse trabalho como a mais adequada e utilizada a definição estabelecida por Brokaw (1982), o qual define clareira como sendo a *projeção vertical da abertura do dossel estendida até a altura média de 2 metros acima do solo*.

Quando estabelecido o limite da clareira, o método com o qual a superfície dela será calculada passa a ser relevante. Assim, Lima (2005b) realizou a comparação de quatro métodos diferentes de cálculo para a delimitação e quantificação da área. O autor observou diferenças significativas entre os valores de áreas gerados pelos métodos, variando em média, entre 12 e 60% para uma mesma clareira.

Na tabela 2 são apresentados diferentes métodos utilizados para a estimação da área de clareiras em vários trabalhos de pesquisa.

Tabela 1 - Principais definições de limites de clareiras.

Descrição	Detalhes	Citação
Área sob abertura do dossel estendida até as bases das árvores de dossel adjacente.	Seus limites correspondem ao polígono que une as bases das árvores de dossel adjacentes.	Runkle (1981)
Projeção vertical da abertura do dossel estendida até a altura média de 2 metros acima do solo.	Os limites da clareira com as projeções verticais da folhagem em qualquer nível.	Brokaw (1982)
Parcelas ou conjunto de parcelas com altura do dossel medida em diferentes classes de altura.	Não estabelece uma altura mínima de dossel para definir os limites da clareira que é medida em diferentes alturas. Cada parcela tem 5x5 metros.	Hubell e Foster (1986)
Área onde as maiores plantas são < 3 metros e < 50% da altura das árvores do dossel adjacente.	É a definição, segundo os autores, que melhor delimita a extensão da abertura no dossel na área de estudo.	Lawton e Putz (1988)
Área indicada pela presença de plantas pioneiras > 0,5 metros de altura.	Os limites correspondem ao polígono que une os pontos, em transectos centro-borda, até onde há presença de pioneiras.	Popma <i>et al.</i> (1988)
Área formada pela morte (ausência do dossel) de pelo menos metade de uma árvore.	As bordas da clareira são definidas pela projeção vertical das folhas de árvores de dossel adjacente à clareira. Não há altura máxima necessária.	Runkle (1992)
Parcelas ou conjunto de parcelas com valor menor ou igual a um desvio padrão da densidade de dossel média na área estudada.	Não define os limites em campo. Cada parcela tem 5x5 metros e a densidade de dossel foi obtida através de densiômetro.	Lundquist e Beatty (2002)

Fonte: Lima (2005a)

2.3 A exploração e os efeitos ocasionados aos remanescentes

A maioria das operações de exploração nas florestas tropicais e subtropicais não incorpora métodos para minimizar os danos da exploração (WEBB, 1997) pelos quais as florestas são levadas para um estado de alto grau de degradação. Por outro lado, pesquisas na Indonésia (BERTAULT e SIST, 1995; BERTAULT e SIST, 1997; SIST *et al.*, 1998; SIST e NGUYEN-THÉ, 2002), na Costa Rica (WEBB, 1997) e no Brasil (JOHNS *et al.*, 1996; PEREIRA *et al.*, 2002; SIST e 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 recursos (WEBB, 1997).

Sempre que ocorre a formação de uma clareira, além de provocar danos à massa remanescente mais próxima, mudanças no comportamento dos indivíduos são observadas (SIST e NGUYEN-THÉ, 2002; VIDAL *et al.*, 2002; SIST e

FERREIRA, 2007). Quanto à intervenção da floresta, uma redução drástica da 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 deveria exceder a 15% (SIST e NGUYEN-THÉ, 2002).

Essas mudanças estariam relacionadas principalmente ao grau de distúrbio, sendo esse efeito da intensidade de exploração (SIST e 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 e NGUYEN-THÉ, 2002).

Tabela 2 - Principais métodos de cálculo de área de clareiras.

Descrição	Detalhes	Citação
Usa o maior comprimento entre uma borda e a outra da clareira e a maior distância perpendicular ao comprimento, adequados a fórmula de área da elipse.	Clareiras devem ter um formato próximo ao de uma elipse e não há necessidade de um mapa em escala.	Runkle (1981)
Mínimo de oito coordenadas de direção e distância tomadas a partir do centro da clareira em direção aos seus limites.	A área é obtida posteriormente através de um mapa em escala.	Brokaw (1982)
Usa quatro diferentes métodos: proporção de passos, área basal de árvores mortas e pontos quadrantes em clareiras, e um quarto estimado através do comprimento de transectos sobre clareiras.	Todos os métodos estão associados a amostragens ao longo de transectos e através do método de pontos quadrantes.	Runkle (1985)
Área perpendicular de céu hemisférico não obscurecido.	A medição requer a tomada e análise de fotos hemisféricas.	Brown (1993)
Usa várias medidas que estimam a abertura do dossel baseada na análise de fotos hemisféricas tiradas no centro da clareira.	A medição requer a tomada e análise de fotos hemisféricas.	Whitmore <i>et al.</i> (1993)
Semelhante ao método de Brokaw (1982), porém usando 16 coordenadas de direção a partir de um ponto próximo ao centro.	A área é obtida posteriormente através de um mapa em escala.	Green (1996)
A área é estimada através de cálculos geométricos usando fotografias verticais tiradas sobre a clareira.	A área é obtida a partir de fórmulas que consideram a altura da foto e o ângulo de visão da câmera.	Yamamoto (2000)
Consiste na divisão dos limites da clareira em triângulos e na mensuração dos lados de cada triângulo formado.	A área total é a soma da área dos triângulos, obtida através da fórmula de cálculo de área do triângulo por seus lados e não há necessidade de usar um mapa em escala.	Lima (2005b)

Fonte: Lima (2005a)

Neste marco conceitual, Sist e Ferreira (2007) mencionam que para uma floresta na Amazônia com uma intensidade de exploração de três árvores por

hectare e com um crescimento médio de 4 mm por ano, um ciclo de 40 anos poderia ser suficiente para uma nova intervenção. Os mesmos autores mencionam que quando considerado um ciclo de corte de 30 anos, a intensidade da segunda intervenção deveria ser de 2 ou 3 árvores por hectare, sempre que a floresta atingir crescimentos de 3,5 e 5 mm por ano respectivamente. Mas, sabe-se que atingir esse crescimento nos remanescentes, sem a implementação de tratamentos silviculturais pós-exploração, seria difícil (SIST e FERREIRA, 2007).

Vários são os fatores que influenciam no crescimento dos indivíduos arbóreos. Entre eles, Sist e Nguyen-Thé (2002) mencionam que o incremento diamétrico das espécies depende do tamanho do indivíduo, aonde a distribuição do incremento diamétrico médio nas classes diamétricas vai incrementando com o DAP. Dessa forma, indivíduos pequenos (10-19 cm de DAP) apresentam os menores incrementos, enquanto que aqueles com $DAP \geq 50$ cm são os que têm maiores incrementos.

Por outro lado, num estudo realizado na Amazônia Oriental do Brasil, durante um período de três anos, Vidal *et al.* (2002) determinaram que a perturbação causada numa exploração sem manejo controlado provocou danos e alterações biofísicas, resultando, assim, numa diminuição no crescimento das árvores remanescentes. Os autores observaram que o crescimento médio em diâmetro dos indivíduos foi de 0,63; 0,37 e 0,33 $\text{cm}\cdot\text{ano}^{-1}$ para áreas com e sem manejo controlado e áreas testemunha, respectivamente. Nomearam como áreas sem manejo controlado aquelas onde não foi aplicado nenhum tratamento antes, durante e após da exploração; e como áreas manejadas aquelas onde foram executadas tarefas de planejamento, seguindo os procedimentos desenvolvidos pelo IMAZON.

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, cita o corte de lianas, abate dirigido, tipo de maquinaria utilizada, 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, e o qual passa ser um dos componentes críticos da exploração

florestal de impacto reduzido, o abate dirigido das árvores exploradas (PEREIRA *et al.*, 2002).

Conforme Bertault e Sist (1997), há uma correlação positiva e significativa entre a proporção de árvores danificadas ou mortas 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 aquelas com danos severos. Assim, os autores comprovaram que áreas com uma intensidade de exploração baixa e controlada, e dessa forma com 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 e SIST, 1997; SIST *et al.*, 1998; SIST e 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 remanescente respectivamente), apresentando, assim, uma recuperação mais rápida da densidade do que da área basal, principalmente dado pelos maiores recrutamentos e crescimentos, os quais foram maiores quanto maiores as intensidades de exploração.

Autores como Bertault e Sist (1997) e Sist *et al.*, (1998) mencionam que há uma correlação positiva e significativa entre as árvores danificadas e a intensidade de exploração ($R^2= 0,62$) e ($R^2=0,59$) respectivamente. Dessa forma, a intensidade de exploração é uma característica importante quanto aos danos causados pela exploração, independentemente da técnica utilizada (SIST *et al.*, 1998).

Quanto à resposta dos indivíduos danificados, eles apresentam um comportamento diferenciado daqueles sem danos. Vidal *et al.* (2002) mencionam que o crescimento diamétrico médio de árvores sem danos poderia atingir valores de 0,72 cm.ano⁻¹ e de 0,51 e 0,33 cm.ano⁻¹ quando apresentam danos leves e severos respectivamente, sendo essas diferenças em crescimento estatisticamente significativas.

Assim, fica demonstrado 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.

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

Sem a aplicação do planejamento na exploração, espera-se obter até 48% de árvores danificadas (SIST *et al.*, 1998; VIDAL *et al.*, 2002), podendo ser reduzidos esses valores para 30% quando são aplicadas técnicas de impacto reduzido (SIST *et al.*, 1998). Entre os danos mais comuns provocados durante a exploração, acham-se danos à copa, seguido pelos danos à casca e ao fuste (BERTAULT e 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. Segundo Sist *et al.*, (1998) e Bertault e Sist (1997), a operação de abate ocasiona principalmente danos à copa (48%), enquanto que a operação de extração foi a principal causa de mortalidade (60%).

Quando se faz a análise da distribuição dos danos nas diferentes classes diamétricas, Bertault e Sist (1997) mencionam que eles não foram distribuídos de acordo com a abundância relativa em cada uma delas, apresentado assim uma alta frequência de danos nas classes intermédias (30-50 cm DAP). Por outro lado, e com resultados antagônicos aos anteriores, Sist e Ferreira (2007) informam que os danos se distribuíram em cada classe diamétrica de acordo com a abundância arbórea relativa em cada, sugerindo, assim, que todas as classes diamétricas podem ser afetadas na mesma amplitude.

A cobertura do dossel de uma floresta sem intervenção poderia 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 m² respectivamente), atingindo uma superfície total de clareiras de 845 e 1739 m² em cada, correspondendo esses valores a uma perda de dossel estimada de 10% e 19% respectivamente. De forma análoga, Webb (1997) observou uma relação linear negativa entre a cobertura de dossel pós-exploração e a intensidade de exploração ($r^2 = 0,82$).

Conforme Johns *et al.* (1996), espera-se que a reconstituição do dossel de clareiras grandes seja feita por uma maior proporção de pequenas árvores e plântulas quando comparado com clareiras pequenas. Como resultado, o fechamento da clareira por espécies que pertencem à fase madura poderia levar mais tempo numa clareira grande que numa pequena. Mas o nível de recuperação, naturalmente, decresce quando se incrementa a taxa de danos por exploração (SIST e FERREIRA, 2007).

Dessa forma, resulta essencial o monitoramento das árvores da classe DAP média, as quais são de futura exploração, já que permitiriam melhorar as técnicas do impacto reduzido, ajudando assim numa maior redução dos danos, além da sobrevivência e um maior crescimento (BERTAULT e SIST, 1997).

Devido ao fato de a floresta apresentar uma alta variação nos parâmetros estruturais (densidade, área basal), os planos de manejo deveriam estar em função da variação desses parâmetros, já que eles têm consequência importante em termos da capacidade da floresta dentro do ciclo de exploração.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

3.1.1 Localização

O presente estudo foi desenvolvido na Reserva Florestal de Uso Múltiplo Guaraní, com área de 5.343 hectares, e que se localiza dentro da Reserva de Biosfera Yabotí, na província de Misiones, Argentina (Figura 1). A área pertence ao departamento Guaraní, município El Soberbio, e sua posição geográfica é 26°57' de

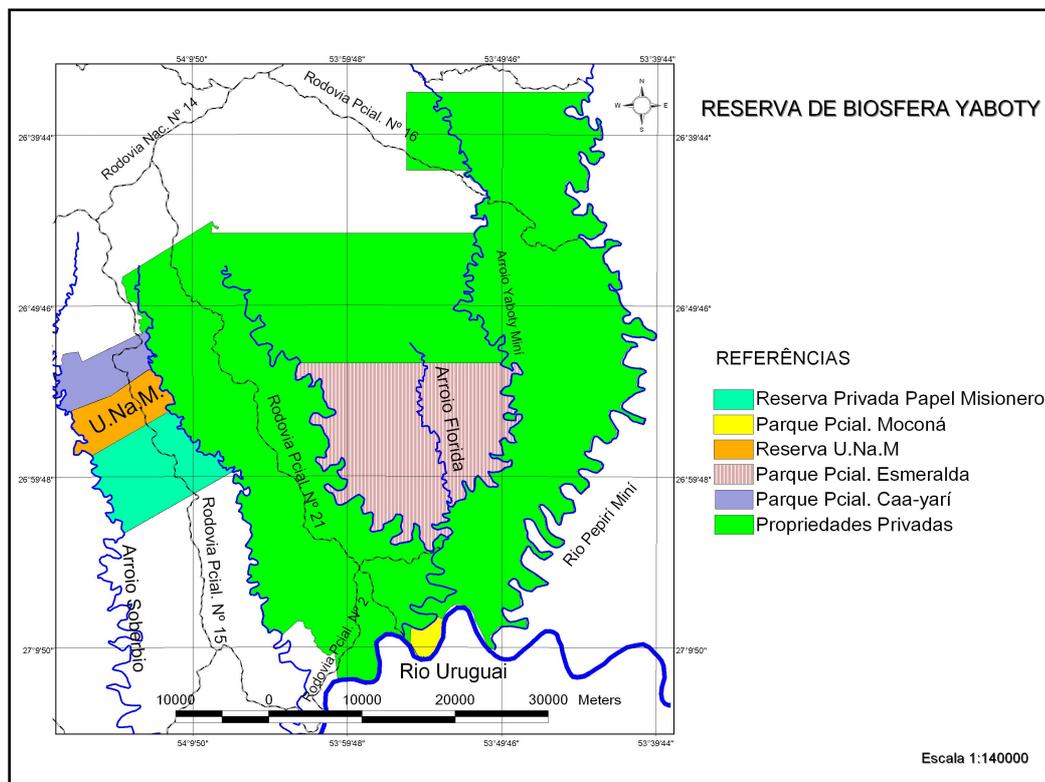


Figura 2 - Posição geográfica da área de estudo, Reserva de Uso Múltiple Guarani, na Reserva de Biosfera Yaboty em Misiones, Argentina. U.Na.M.: Universidad Nacional de Misiones; Pcial.: Provincial.

A paisagem dominante na área de estudo é serrana, com relevo moderado a escarpado. As inclinações dentro da reserva apresentam-se da seguinte maneira: 63% da superfície têm inclinações suaves a moderadas (menores que 15% de declividade); 32% têm inclinações moderadas para pronunciadas (entre 15% e 45% de declividade) e 5% apresenta inclinações muito pronunciadas (maiores que 45% de declividade). A altimetria apresenta as cotas extremas de 267 m s.n.m. e 574 m.s.n.m., estabelecendo-se que a metade da superfície acha-se compreendida entre os 400 e 500 m s.n.m., 37% correspondem à altitude entre 300 e 400 m s.n.m. e só 14% distribuem-se entre as porções mais altas e mais baixas (PALAVECINO e MAIOCCO, 1995).

3.1.3 Breve histórico

Como antecedente histórico cabe mencionar que, segundo informações obtidas da população estabelecida há muito tempo e perto da área da universidade, houve uma exploração seletiva na década dos 50, afetando a área do ensaio, especialmente por estar muito próxima da rodovia provincial N° 15, o que facilitou o acesso para a exploração. Além disso, apurou-se que a responsável pela exploração na região foi uma empresa laminadora “La Misionera”. A mencionada empresa processava madeira nativa, onde a matéria prima principal foi *Araucaria angustifolia*.

Após muito tempo, no ano 1975, o Decreto Lei N° 26/75 determinou (Artigo 1°) a doação à Universidade Nacional de Misiones, com destino à Escola de Engenharia Florestal, hoje Faculdade de Ciências Florestais, os 5.343 hectares que conformam a Reserva de Uso Múltiple Guaraní. O decreto indica no Artigo 3° a intenção de destinar a área exclusivamente para fins florestais e para o desenvolvimento de práticas de manejo que permitam demonstrar, num nível geral, a viabilidade técnico-econômica de conduzir de maneira racional a floresta, seguindo as normas silviculturais para manter o recurso na perpetuidade.

A finalidade institucional é baseada sobre os seguintes objetivos traçados para a área:

- Pesquisa e experimentação;
- Capacitação e treinamento;
- Produção florestal.

No ano 1987, a Faculdade de Ciências Florestais deu início às atividades na área com o objetivo de gerar fundos para financiar as tarefas de pesquisa, realizando a exploração de folhas de erva-mate nativa (*Ilex paraguariensis*). Mais tarde, por convênio entre a Universidade Nacional de Misiones, o Instituto Econômico e Social da Escola Agrotécnica de Eldorado e a Faculdade de Ciências Florestais, elaborou-se um planejamento de ordenação florestal de aproximadamente 1000 hectares, o qual foi aprovado pelo Ministério de Ecologia e Recursos Naturais Renováveis da Província de Misiones. A área de exploração selecionada compreendia uma superfície de 1235 hectares, dos quais 793 sofreram intervenções e 442 não, por se tratarem de florestas protetoras ou zonas de baixa produtividade. Nessa primeira área foi definido o plano instrumental de cortes,

formado por três setores com 27 talhões, atingindo 497 hectares reais de exploração, onde foi abatido um volume de 8037 m³. Esta área explorada não se encontra perto da área do ensaio, não influenciando o presente estudo.

No início de 1990, com participação de toda comunidade universitária, foram definidos linhas prioritárias de pesquisa institucional, onde algumas delas foram realizadas mediante convênios com Instituições Internacionais, como a Fundação Mellon (Universidade Yale, EEUU) e o Centro Internacional de Investigaciones Forestales (CIFOR-Bogor, Indonésia).

Na atualidade, a área encontra-se dedicada à pesquisa e a conservação dos ambientes florestais, aos produtos florestais não-madeiráveis e com visão de incorporar o eco-turismo, num futuro próximo.

3.2 Clima da região

O clima da região corresponde, segundo Köppen, ao tipo *Cfa*, sendo ele subtropical mesotérmico, sem estação seca. A precipitação média anual é de 1800 mm, distribuídos proporcionalmente em todos os meses do ano. A temperatura média anual do ar é de 21 °C, apresentando uma média de 25 °C no mês mais quente (janeiro) com máximas absolutas de 39 °C; no mês mais frio (julho) a temperatura média é de 14 °C, com uma mínima absoluta de -6 °C (EIBL *et al.*, 1995).

3.3 Solos

Segundo Ligier *et al.*, (1990), o conjunto dos solos com maior predominância em Misiones são os “roxos profundos”, os quais representam 32,7% da superfície total da província; dentro desse grupo de solos, e tendo em consideração a taxonomia, predominam os Ultisoles (Argissolos), Alfisoles (Luvissoles) e Oxisoles (Nitossolos). Quanto à sua aptidão, esses solos são considerados como os melhores para a atividade agrícola e florestal. Um outro tipo de solo que apresenta uma alta proporção são os “pedregosos” (35%). Neste grupo predominam os Molisoles (Chernossolos), Entisoles (Neossolos) e Inceptisoles (Cambissolos). Eles são dominantes em regiões com relevos dissecados.

Já, para a área de estudo, os solos enquadram-se em seis ordens da taxonomia americana Soil Survey Staff, 1975 e 1987, sendo eles: Inceptisoles (31 %), Entisoles (20%), Molisoles (18 %), Alfisoles (13,4 %), Ultisoles (8%) e Oxisoles (6,6%); os restantes 3 % pertencem às áreas com presença de afloramentos de rocha. Ressaltando que a reserva acha-se coberta por solos menos desenvolvidos, quanto a sua gênese, correspondendo aos Inceptisoles como os mais abundantes, seguidos pelos Entisoles e Molisoles (PAHR *et al.*, 1997).

3.4 Situação sócio-econômica da província de Misiones

A província de Misiones se caracteriza por ter uma forte imigração de países europeus, ocorrida entre os anos 1869 e 1895. A colonização continuou com o acontecimento das guerras mundiais, a qual foi concentrada ao longo do rio Paraná e no centro da província. Já nas décadas de 50 e 60, se caracterizou pelo crescimento de colônias que se estenderam pela dorsal da província, ao longo da Rodovia Nacional N° 14. Nos finais dos anos 70, a colonização já teve características próprias da agricultura migratória. Historicamente, a migração foi facilitada pelas Rodovias Nacionais N° 12 e 14; essa frente de penetração se situa hoje na área de fronteira de Bernardo de Irigoyen, desde Guarani, ao sul, até General Manuel Belgrano, ao norte (PRIMER INVENTARIO NACIONAL DE BOSQUES NATIVOS, 2001).

Segundo os dados do INDEC (2001), a população da província era de 963 mil habitantes, superando na atualidade um milhão de habitantes. Calcula-se uma densidade média populacional de 32,2 habitantes por km², o que a coloca em terceiro lugar, após as províncias de Tucumán e de Buenos Aires (INDEC, 2001). Ao nível provincial, a percentagem de Necessidades Básicas Insatisfeitas (NBI) foi reduzida entre a década de 80 e 90, de 39,2% para 30%. Essa percentagem manteve-se entre 40 e 50% para os departamentos de San Pedro, Guarani e General Manuel Belgrano, o que coloca San Pedro como um dos municípios mais pobres da província.

Quanto ao uso da terra na província, têm-se como principais os cultivos industriais (erva-mate e chá) e florestais (pinus, araucária e eucaliptus) e a atividade pecuária (gado). Quanto à distribuição das terras, aproximadamente 80% das

florestas são propriedades privadas e os 20% restantes é propriedade fiscal, hoje na maioria protegida sob diferentes instrumentos legais (PRIMER INVENTARIO NACIONAL DE BOSQUES NATIVOS, 2001).

Uma outra atividade muito importante na província é a exploração de recursos de florestas. No decorrer do tempo, vários fatores, tais como a demanda do mercado, o melhoramento das técnicas e da maquinaria de exploração, assim como também o avanço de rodovias, permitiram reduzir custos e acelerar dessa maneira o processo de desmatamento de florestas, principalmente entre os anos 1960 e 1985, ficando, assim, disponível uma maior superfície de terras para cultivos agrícolas.

A exploração florestal foi a principal atividade econômica desenvolvida na “Selva Misionera” entre o início do século passado até finais da década de 50, o que levou ao empobrecimento das florestas na região. A chegada das indústrias e serrarias na província aumentou ainda mais a pressão sobre as florestas.

Segundo Ministério de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo (MERNRyT) (2003a), o consumo médio de matéria prima florestal para o ano 2003 foi de 50627 m³ mensais, sendo 10% oriundo de matéria prima de povoamentos florestais. O departamento Guarani acha-se em quarto lugar no consumo de matéria prima de florestas, com 4376,2 m³ mensais (8,6% do total consumido na província). Os quatro primeiros departamentos com maior consumo atingem uma percentagem de 53,4% do consumo total de florestas.

Até 1940, a atividade florestal de serraria foi a única indústria florestal. Já no último censo industrial realizado pelo governo da província, teve-se um registro de 732, dos quais 212 são serrarias exclusivas de madeiras nativas, sendo 62 delas estabelecidas no departamento Guarani, local onde o estudo está sendo desenvolvido. Neste departamento, a atividade florestal nativa tem muita importância, resultados do censo industrial mostram que mais de 70% das indústrias está relacionada ao processamento de matéria prima nativa. Dessa maneira, a parcela industrial do setor florestal representa 54% do Produto Bruto Interno (PBI) da província de Misiones (MERNRyT, 2003b).

Quanto ao tamanho, de acordo com o volume mensal de matéria prima consumida, 95% das indústrias são consideradas pequenas, processando menos que 600 m³. A característica principal deste tipo de indústria é gerar um maior número de empregos por metro cúbico processado, ocupando principalmente mão-

de-obra não qualificada (MERNRYT, 2000). Aqui reside a importância da atividade industrial na área de estudo. Buscando uma utilização sustentável dos recursos florestais madeiráveis, a atividade industrial relacionada poderia perdurar no tempo sem comprometer a economia regional, preservando o recurso natural, patrimônio da humanidade.

3.5 Vegetação

Segundo Cabrera (1951), a província de Misiones está inserida por completo nos limites da *Província Subtropical Oriental*, denominação que abarca parte do sudoeste do Brasil, leste do Paraguai e nordeste da Argentina. Na Argentina, o limite dessa província ao sul acha-se situado sobre uma linha que passa cerca de 10 km ao oeste da desembocadura do arroio Itaembé, no rio Paraná, e se estende na direção sul descrevendo um arco em direção leste, atravessando o rio Uruguai mais ao norte de Santo Tomé (Corrientes).

Segundo Martínez-Croveto (1963), a porção mais austral da *Província Subtropical Oriental* pode ser dividida em três setores, sendo eles:

1. Setor Missioneiro: atinge a porção oeste dos estados de Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, leste do Paraguai e a porção ocidental da província de Misiones. Caracteriza-se pela existência das florestas higrófilas, com predomínio de lauráceas.
2. Setor Planaltense: ocupa os chamados planaltos austro-brasileiros e a porção norte da província de Misiones. Caracteriza-se pela presença de *Araucaria angustifolia*.
3. Setor Litoral Atlântico: compreende a floresta higrófila litoral brasileira, que se estende seguindo a Serra do Mar, até o sul do estado do Rio Grande do Sul. Pela composição florística, acha-se intimamente ligado ao Setor Missioneiro.

A classificação feita por Martínez-Croveto (1963) estabelece as seguintes subdivisões para os setores pertencentes à província de Misiones:

- I. Setor Missioneiro
 1. Distrito das lauráceas
 2. Distrito do urundai

3. Distrito do pau-rosa
4. Distrito das samambaias arborescentes
5. Distrito fluvial
 - a. Subdistrito paranaense
 - b. Subdistrito uruguaense
6. Distrito dos campos

II. Setor Planaltense

Seguindo a classificação anterior, a área de estudo acha-se inserida no setor Missioneiro, numa área de transição entre os distritos das samambaias arborescentes e das lauráceas.

A área de estudo acha-se coberta de Floresta Estacional Semidecidual, conformada por diferentes estratos. De acordo a classificação feita por Cabrera e Willink (1980), a área encontra-se localizada na região fitogeográfica denominada “Província Paranaense”, distrito das selvas.

Para a área de estudo, na qual foi desenvolvido o presente projeto, Mac Donagh *et al.* (dados não publicados) determinaram a presença de 102 espécies de árvores e uma média de 46 espécies por hectare, onde as mais representativas foram das famílias Papilionaceae (14%), Lauraceae (13%), Rutaceae (9%), Meliaceae (8%), Euphorbiaceae, Sapindaceae (7%) e Sapotaceae (6%). Por outro lado, Tressens *et al.* (1997) encontraram, numa área próxima, 114 espécies arbóreas; as mesmas distribuíam-se em 92 gêneros sendo representadas por 42 famílias.

3.6 Descrição do ensaio

Para essa pesquisa foram instaladas 15 parcelas permanentes, quadradas, de quatro hectares (200 x 200 m) cada uma delas, o que totalizam uma área experimental de 60 hectares. Cada parcela tem uma área efetiva de medição de um hectare, com uma zona de amortecimento de 50 metros de lado.

As parcelas foram submetidas a metodologias de exploração diferenciadas, o que resultou nos seguintes tratamentos:

- Exploração de Impacto Reduzido (EIR) - 7 parcelas
- Exploração Convencional (EC) - 5 parcelas
- Testemunha (T) - 3 parcelas

Exploração de Impacto Reduzido (EIR): o fundamento deste tratamento é baseado no planejamento e controle da implementação das operações de exploração com a finalidade de minimizar o impacto sobre a floresta remanescente e o solo. Em função disso, prévio à exploração, as seguintes atividades foram feitas: planejamento dos caminhos e vias de exploração e dos pátios de estoque. Dentre as principais atividades de exploração a de maior importância foi o abate direcionado das árvores exploradas com o fim de evitar danos aos remanescentes.

Exploração Convencional (EC): neste tratamento o operário (empregado da maquinaria) selecionou livremente os indivíduos a serem abatidos, o tráfego da maquinaria e a localização dos pátios de estoques no momento da exploração.

Testemunha (T): neste tratamento não foram abatidas nenhuma árvore, não tendo assim nas parcelas trânsito pela maquinaria.

Para o desenvolvimento deste estudo foram acompanhados unicamente aqueles indivíduos estabelecidos dentro do hectare, tanto para o crescimento como para as árvores abatidas.

Segundo Rivero *et al.* (dados não publicados), os parâmetros estruturais relevantes na área experimental (área basal e densidade por hectare) não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos antes da exploração. Esses parâmetros atingiram valores entre 265 e 315 indivíduos por hectare ($p = 0,4$) e uma área basal entre 23 e 26 m² por hectare ($p = 0,42$). No Anexo 1 pode ser observado ilustrações sobre as características fisionômicas dominantes na área de estudo.

Durante os meses de junho e julho de 1999 foi realizada a exploração, onde foram abatidas nos diferentes tratamentos um total de 45 indivíduos, os quais pertenceram a 11 espécies diferentes, distribuídas em 7 famílias (Anexo 2), sempre considerando a área central de um hectare dentro da parcela de quatro hectares. Toda árvore abatida foi despontada e transformada em toras de tamanho variável, as quais foram “amarradas” com cabo de aço e arrastadas até o pátio de armazenamento com auxílio de um skidder.

As espécies foram exploradas levando em consideração o diâmetro mínimo de corte (DMC) determinado pelo Ministério de Ecologia da província de Misiones, onde cada espécie estabelecida na lista das comerciais deve apresentar um diâmetro mínimo a partir do qual pode ser explorada, variável de espécie para espécie.

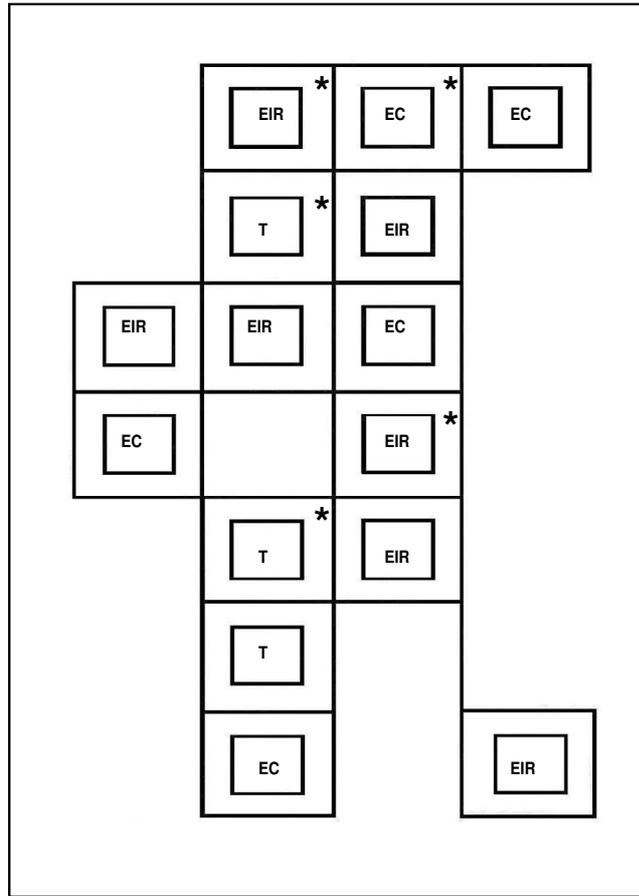


Figura 3 - Desenho experimental da área de estudo, na Reserva de Uso Múltiple Guarani. EIR: Exploração de Impacto reduzido; EC: Exploração Convencional; T: Testemunhas. *: Parcelas onde foram tiradas as fotografias hemisféricas.

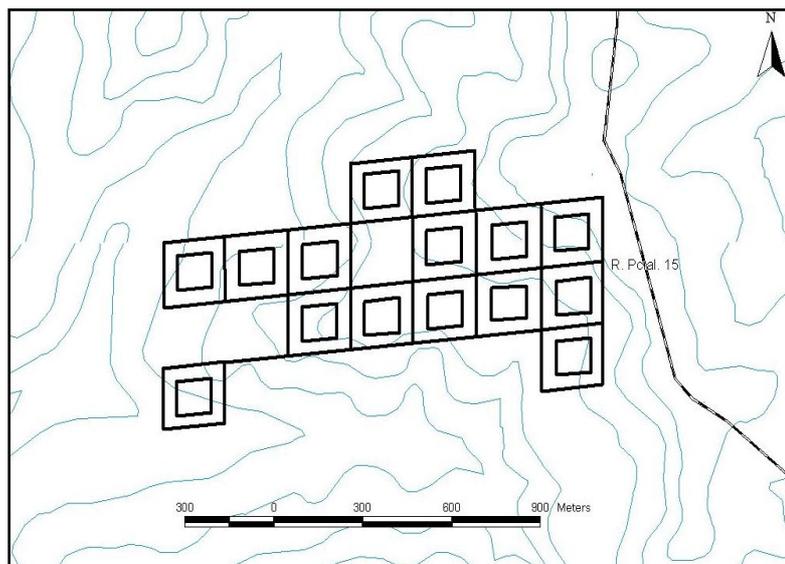


Figura 4 - Característica planialtimétrica da área de estudo, na Reserva de Usos Múltiple Guarani, em Misiones, Argentina.

3.7 Obtenção de dados e estabelecimento de critérios

Para essa pesquisa foram considerados e mapeados todos os exemplares arbóreos maiores que 10 centímetros de diâmetro à altura do peito (DAP) antes (1998) e sendo remeidos após da exploração (2006). Todas as árvores foram identificadas ao nível de espécie, sendo cada indivíduo localizado através de um sistema de coordenadas e marcados com uma placa de alumínio. A placa foi o local determinado para fazer a remedição do DAP.

Após a exploração, na primeira remedição (ano 2000), foram registrados os danos nos indivíduos remanescentes, utilizando a metodologia estabelecida por Bertault e Sist (1997), a qual considera a origem do dano (queda ou arraste) e a parte da árvore afetada (copa ou fuste) em percentagem. Com os dados de percentagem da parte da árvore danificada, determinou-se a intensidade e a consequência desse dano provocando ou não a morte dos indivíduos afetados. A classificação ficou da seguinte maneira:

- Danos leves: < 100% na somatória entre os danos da copa e fuste.
- Danos graves: ≥ 100% e < 199% na somatória entre os danos da copa e fuste.
- Letais: ≥ 200% na somatória entre os danos da copa e fuste

Para verificar a influência dos sistemas de exploração foi definido o termo “clareira” para o qual se levou em consideração a definição segundo Brokaw (1982) que considera como clareira aquela área do dossel completamente aberta a partir de dois metros sobre o nível do solo. No ano 2005 foram definidos os limites das clareiras ao redor do toco remanescente da árvore abatida, utilizando a metodologia desenvolvida por Runkle (1981). A metodologia do autor consiste em determinar o comprimento da clareira, coincidente com a orientação da queda da árvore, e a largura, a qual é medida no ponto médio transversal ao comprimento; assim foi estimada a sua área mediante o uso da fórmula da elipse: $Area (m^2) = (\pi \cdot comprimento \cdot largura) / 4$.

Para a análise de cobertura do dossel, no mês de outubro de 2007 foram tomadas fotografias hemisféricas em cinco parcelas de um hectare, representando cada uma delas os diferentes tratamentos (Exploração de Impacto Reduzido, Exploração Convencional e Testemunha). A câmera utilizada foi uma câmera digital

marca Nikon Coolpix950 montada sobre uma equipe autonivelador (Delta-T Devices Ltd., Cambridge, UK) com uma lente Nikkor 8 mm. As fotos foram tiradas em 6 pontos em cada parcela com uma distância de 20 metros entre pontos, em dois transectos de 100 metros sorteados ao acaso, e a duas alturas: 0,7 e 1,5 metros. A distância entre fotos foi de 20 metros para ter a segurança da independência entre fotos contíguas (CLARK *et al.*, 1996⁶, citado em CAMPANELLO, 2004). As fotografias foram analisadas com o programa Hemiview (Delta-T Devices Ltd., Cambridge, UK). Foi determinada a percentagem de cobertura de dossel arbóreo, para o qual foi feita a análise ANOVA entre tratamentos.

Para o enquadramento das espécies nos diferentes grupos ecológicos, tomou-se em consideração a bibliografia disponível com informações como: velocidade de crescimento, cor e densidade da madeira, tamanho e quantidade das sementes, características das folhas, entre outras. Além disso, foi levado em consideração o conhecimento pessoal das espécies. Dessa forma, as espécies ficaram agrupadas em cinco grupos ecológicos, sendo eles nomeadas como Pioneiras, Pioneiras com tendência a Facultativas, Facultativas com tendência a Pioneiras, Facultativas e Umbrófilas.

Para determinar a existência de alguma possível relação entre a profundidade do solo e o crescimento dos indivíduos arbóreos, foram selecionadas duas parcelas testemunhas, uma com solo raso com profundidade menor que 20 centímetros, e uma outra com solo desenvolvido, com profundidade maior a 120 centímetros. Utilizando um trado, comprovou-se a profundidade do solo nos quatro cantos da parcela de um hectare. Quando satisfeito esse critério, fizeram-se comprovações a cada 20 metros dos cantos até o centro da parcela.

Para avaliar a dinâmica das espécies estabelecidas nas clareiras de exploração, foi identificado o centro delas em cada tratamento de exploração mediante a localização dos tocos das árvores abatidas, sendo considerada a altura total da árvore explorada como o raio da área considerada como influenciada pela clareira. Todos os indivíduos dentro dessa área foram considerados na avaliação. Dessa maneira, ficaram estabelecidas 45 clareiras decorrentes do abate de

⁶ CLARK, D.B.; CLARK, D.A.; RICH, D.A.; WEISS, S.; OBERBAUER, S.F. 1996. Landscape scale evaluation of understory light and canopy structure: methods and application in a neotropical lowland rain forest. Canadian. **Journal of Forest Research** 26: 747-757

indivíduos. Como referências para a comparação, foram utilizadas os indivíduos estabelecidos nas parcelas testemunhas.

Para a classificação das espécies utilizou-se o sistema de Cronquist.

3.8 Processamento de dados

A fim de descrever os tratamentos, determinou-se para cada um deles seus parâmetros estruturais, a superfície total de clareiras (m^2), a área basal explorada e a área basal danificada (m^2). Determinou-se a frequência por classe de tamanho de clareiras para cada tratamento, além das análises de correlação entre a área da clareira e o DAP (cm) da árvore abatida, e das correlações entre o nível do dano e a área da clareira.

Com o fim de determinar a evolução dos indivíduos estabelecidos em áreas manejadas, foram determinados os componentes de crescimento da floresta: incremento diamétrico, ingresso e mortalidade para o período 1998-2006, determinando com ele o incremento periódico anual (IPA), considerado como o crescimento acumulado durante um período de vários anos, o qual é dividido pela quantidade de anos do período (PRODAN *et al.*, 1997). No presente estudo o período considerado é de 1998 a 2006. Determinaram-se as médias dos incrementos diamétricos para as espécies que contém três indivíduos ou mais, sempre as comparando com os indivíduos estabelecidos em áreas não manejadas.

Os diferentes componentes de crescimento foram determinados para cada agrupamento ecológico das espécies, previamente estabelecidos conforme a metodologia mencionada.

Foram feitas as comparações das distribuições de incrementos diamétricos dos indivíduos estabelecidos em áreas manejadas e não manejadas, assim como para os indivíduos estabelecidos nas diferentes modalidades de exploração (EC e EIR) e para aqueles estabelecidos em solos com diferentes profundidades (Rasos e Profundos). Utilizou-se o teste não-paramétrico Mann-Whitney ao nível de significância de $\alpha=0,05$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização das clareiras

Cada um dos indivíduos explorados foi formador de uma clareira. Foram, assim, estudados um total de 45 clareiras artificiais.

As características gerais das clareiras estudadas e a área basal danificada são apresentadas na tabela 3, sendo elas diferenciadas por tratamento de exploração.

Tabela 3 - Caracterização das clareiras artificiais em cada modalidade de exploração. CV: Coeficiente de variação.

Tratamentos	Área de clareiras (m ^{2*})			Área basal danificada (m ^{2*})		
	Soma	Média	CV	Soma	Média	CV
Exploração Convencional (EC)	5.137,7	197,6	49,4	3,48	0,13	97,8
Exploração de Impacto Reduzido (EIR)	2.881,0	151,6	76,0	1,55	0,08	118,3

*Por área amostrada: EC= 7 ha; EIR= 5 ha

A exploração criou uma superfície total de clareiras de 8.018,7 m², o que representa 6,7% de uma área total de amostragem de 120.000 m². Da área total de clareiras, cerca de 65% foi gerada pela Exploração Convencional.

O tamanho médio de clareiras por modalidade de exploração numa floresta na Amazônia, é coincidente com os resultados obtidos por Johns *et al.* (1996) em áreas com planejamento, onde encontraram tamanhos menores de clareiras nessas áreas (166 m²), não sendo coincidente quando feita a comparação com áreas sem planejamento, onde encontraram valores médios muito superiores aos obtidos nesta pesquisa.

A área basal danificada foi superior no tratamento de Exploração Convencional, atingindo 70% do total dos danos ocasionados no ensaio (Tabela 3). Tendo em consideração que o abate dirigido das árvores exploradas é a técnica principal utilizada, e que diferencia os tratamentos de exploração, estaria sendo ela então a principal responsável pelas diferenças dos danos ocasionados entre os tratamentos, concordando assim com os autores Johns *et al.* (1996), Web (1997) e Pereira *et al.* (2002), os quais mencionam que uma das principais técnicas que

promovem uma redução nos danos aos remanescentes durante a exploração é o abate dirigido. Dessa forma, os resultados aqui obtidos concordam com os encontrados por Bertault e Sist (1995), Bertault e Sist (1997), Sist *et al.* (1998), Sist e Nguyen-Thé (2002), Pereira *et al.* (2002) e Sist e Ferreira (2007), que mencionam que é possível reduzir os danos quando se adota operações de exploração planejadas.

Quanto ao tamanho das clareiras criadas durante a exploração, e concordando com o mencionado por Lawton e Putz (1988) e Ferreira Lima (2005a), observou-se uma heterogeneidade na sua distribuição, onde as classes de tamanho intermediário e acima de 230 m² concentram maior número de clareiras. Na figura 5 encontram-se esses valores especificados para cada tratamento e nota-se que a Exploração Convencional apresenta um número maior de clareiras nas classes acima de 170 m², tendo nessas classes, também, as maiores áreas médias de clareiras.

Quanto à Exploração de Impacto Reduzido, elas concentram as clareiras nas classes de tamanhos abaixo de 140 m² e com áreas médias também menores, quando comparadas com a Exploração Convencional.

Essa heterogeneidade nas classes de tamanhos poderia estar relacionada com dois fatores: de um lado, estaria o tamanho do indivíduo abatido, o qual resultaria em diferentes tamanhos de clareiras, e, por outro, as técnicas de exploração utilizadas, a qual estaria influenciando na forma como as clareiras vão ser distribuídas e os tamanhos máximos que elas poderiam atingir.

Dessa forma, foi estabelecida a relação entre o tamanho do indivíduo abatido e a área da clareira criada a partir desse indivíduo. Observa-se que o tamanho do indivíduo abatido não explica a variação do tamanho da clareira ($R^2 = 0,0319$) (Figura 6). Quando analisados por tipo de exploração, novamente acontece a não ocorrência de relação entre ambas as variáveis, sendo os valores de correlação não significativa as seguintes $R^2 = 0,0705$ para Exploração Convencional e $R^2 = 0,0180$, para exploração de Impacto Reduzido (Figura 7).

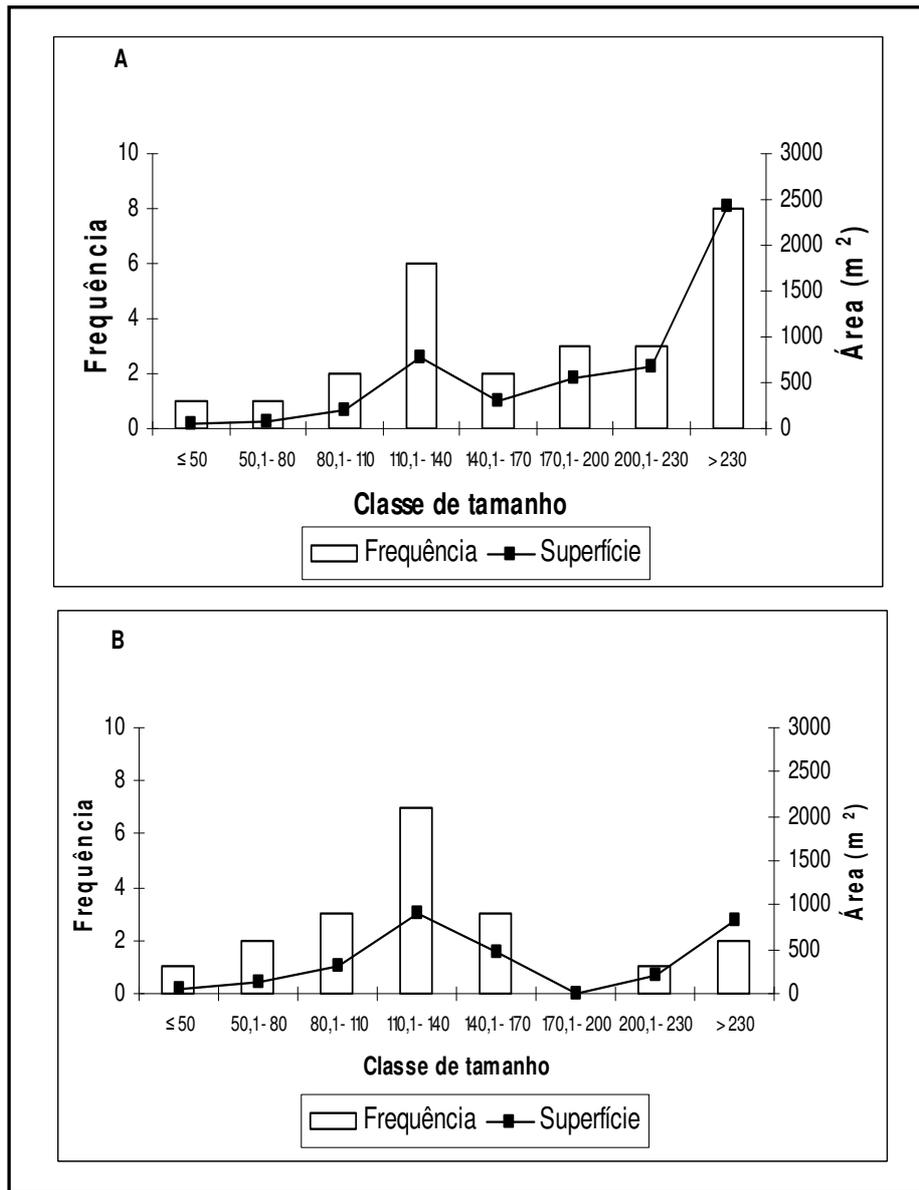


Figura 5 - Frequência por classe de tamanho das clareiras resultantes dos tratamentos de exploração. A: Exploração Convencional; B: Exploração de Impacto Reduzido.

Não apresentando o tamanho do indivíduo arbóreo abatido uma relação com o tamanho de clareira, atribui-se dessa maneira às técnicas utilizadas na exploração como a principal responsável da redução dos danos antes mencionados.

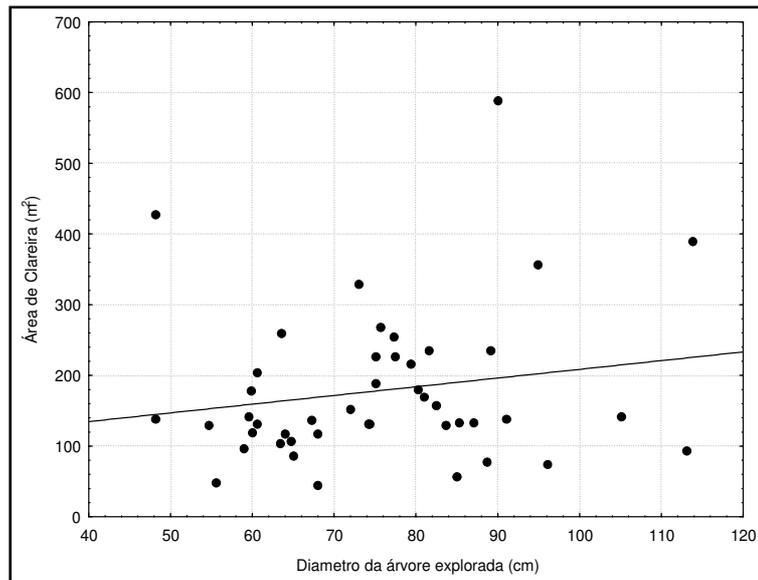


Figura 6 - Relação entre o diâmetro da árvore abatida e a área da clareira. N= 45 árvores abatidas. Regressão linear: área de clareira= $85,3201 + 1,2327 \times$ diâmetro da árvore abatida, $R^2= 0,0319$, $p= 0,2403$.

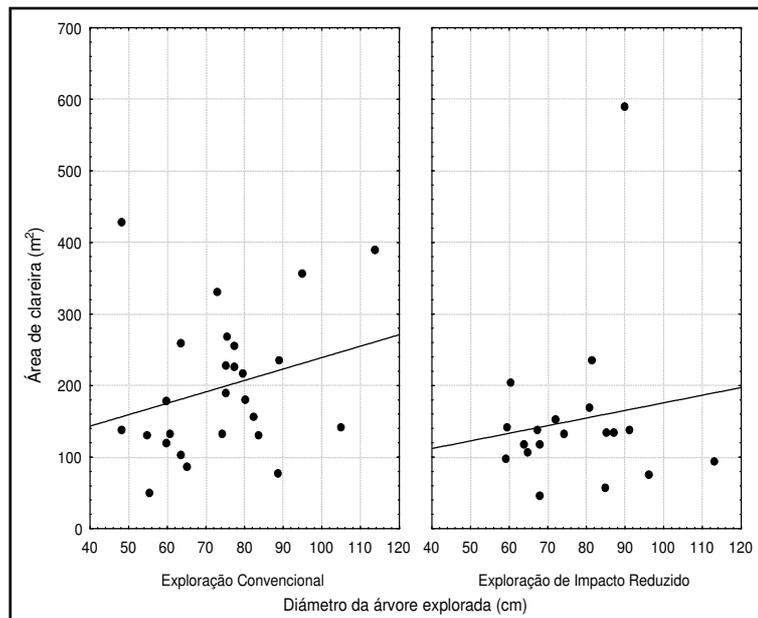


Figura 7 - Relação entre o diâmetro da árvore abatida e a área da clareira para cada modalidade de exploração. Exploração Convencional: N= 26 árvores abatidas. Regressão linear: área de clareira= $79,504 + 1,5963 \times$ diâmetro da árvore abatida, $R^2= 0,0705$, $p= 0,1897$; Exploração de Impacto Reduzido: N= 19 árvores abatidas. Regressão linear: área de clareira= $69,3741 + 1,0655 \times$ diâmetro da árvore abatida, $R^2= 0,0180$, $p= 0,5835$.

Finalmente, a modalidade de exploração utilizada influencia nas características ambientais. Conforme aqui visto, as clareiras geradas a partir da

Exploração de Impacto Reduzido estariam fornecendo de um ambiente favorável para a sua cicatrização com espécies folhosas, devido principalmente ao menor tamanho de clareiras. Com base em Campanello (2004); Campanello *et al.* (2006), esse menor tamanho de clareira não permitiria a colonização por espécies oportunistas, que, na província de Misiones, as taquaras dos gêneros *Merostachys* e *Chusquea* se destacam, sendo a primeira a mais agressiva das duas espécies e a qual intercepta a radiação solar, não permitindo assim a regeneração de espécies arbóreas.

4.2 Estimativa da cobertura vegetal

Na tabela 4 encontram-se as percentagens de cobertura em duas diferentes alturas de observação (0,7 m e 1,5 m) em cinco parcelas permanentes amostradas nos diferentes tratamentos. Os dados indicam a tendência de que quanto maior é a altura da leitura, menor é o valor de cobertura. Isso é justificado pela diluição do número de indivíduos do sub-bosque à medida que se aproxima do dossel da floresta, concordando com os resultados obtidos por Campanello (2004) e Campanello *et al.* (2004), os quais responsabilizam as taquaras como principais ocupantes do sub-bosque.

Tabela 4 - Percentagem média de cobertura para duas alturas de observação em parcelas permanentes amostradas nos diferentes tratamentos (EC= Exploração Convencional; EIR= Exploração de Impacto Reduzido e T= Testemunha), na Reserva de Uso Múltiple Guarani, em Misiones, Argentina.

Número da parcela	Tratamento	Cobertura média (%)	
		0,7 metros	1,5 metros
1	EC	86,7	84,5
2	EIR	84,3	83,6
11	EIR	92,6	91,9
4	T	89,8	88,2
12	T	92,5	92,8

Observa-se que entre parcelas do mesmo tratamento existem pequenas diferenças de cobertura, as quais poderiam estar relacionadas a uma composição florística diferenciada entre elas, dada principalmente pela variação de porte que

existe entre espécies. Dessa forma, a dominância de algumas espécies com um porte determinando estaria influenciando o dossel arbóreo das parcelas em estudo.

Quando consideradas as médias por tratamento, mesmo tendo passados 9 anos, observa-se que a cobertura ainda é maior nas parcelas testemunhas, e, entre as diferentes modalidades de exploração, o Impacto Reduzido apresenta uma maior cobertura, em ambos os casos para as duas leituras de observações.

Observa-se na figura 8 as médias dos valores de cobertura, as quais resultaram ser estatisticamente não significativas, uma vez que o resultado da ANOVA para as fotografias tiradas a 0,7 e 1,5 metros de altura deram valores de p : 0,1994 e 0,1174, respectivamente.

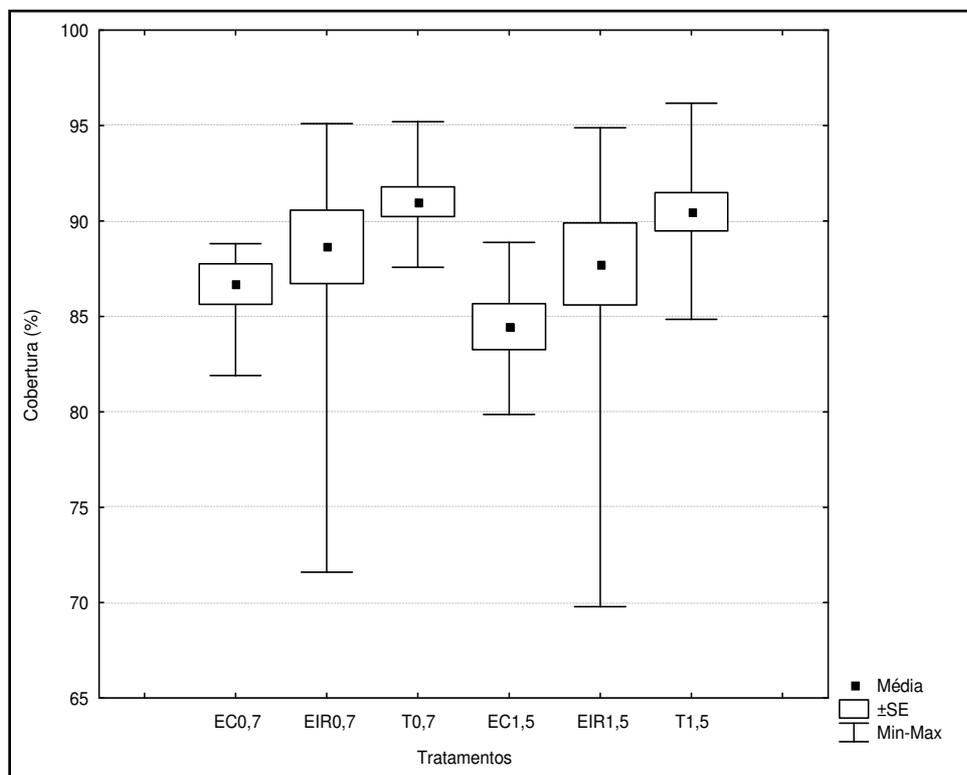


Figura 8 - Estimativa de cobertura de dossel por tratamento em duas alturas de observação 0,7 metros e 1,5 metros 9 anos após da exploração. EC= Exploração Convencional; EIR= Exploração de Impacto Reduzido e T= Testemunha.

A média de cobertura de dossel estimada no presente trabalho é próximo da porcentagem determinada pelos autores Johns *et al.* (1996), os quais encontraram um valor de 91,4% de cobertura de dossel para uma área sem intervenção.

As porcentagens de perda de dossel estimadas neste trabalho, para cada tratamento de exploração, foram de 15,5% para Exploração Convencional e de 12,3% para Exploração de Impacto Reduzido, quanto que as porcentagens obtidas por Johns *et al.*, foram de 19% para uma área sem planejamento e 10% de perda de dossel para uma área com planejamento.

A figura 9 é ilustrativa da cobertura de dossel na parcela testemunha e da perda do mesmo quando feita a exploração nas diferentes modalidades. Cada uma delas foi selecionada com o critério de apresentar um valor de cobertura de dossel o mais próximo possível à cobertura média determinada em cada tratamento.

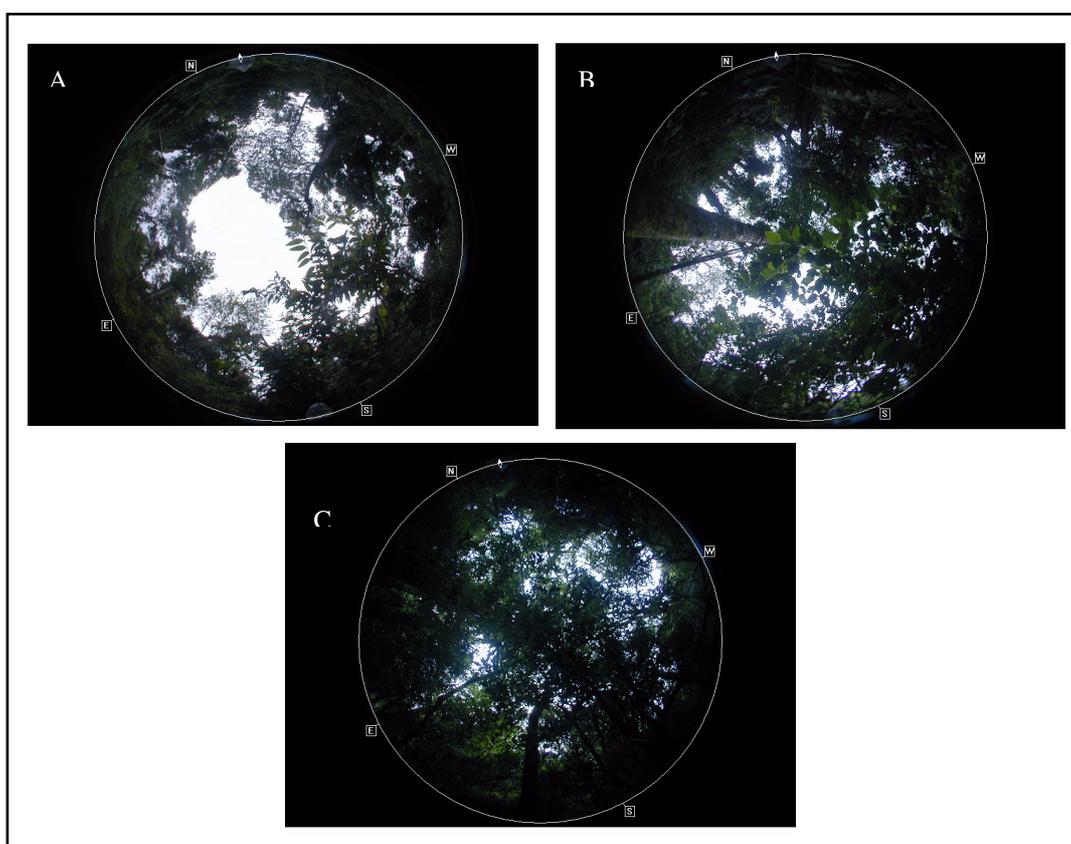


Figura 9 - Fotografias hemisféricas da cobertura para cada tratamento a 1,5 metros do solo. A= Parcela permanente sob Exploração Convencional; B= Parcela permanente sob Exploração de Impacto Reduzido e C= Parcela permanente Testemunha.

É de importância mencionar que as porcentagens de cobertura do dossel determinadas para cada tratamento não refletem a cobertura real do dossel superior, dada pelas árvores estabelecidas que atingem o estrato superior. Estes altos percentuais de cobertura de dossel são resultantes da contribuição também das

espécies do sub-bosque, as quais atingem alturas de até dois metros, principalmente em áreas exploradas onde a ocupação das taquaras é superior comparada com áreas onde a cobertura dada pelas copas das árvores no estrato superior é maior. Com o fim de ilustrar esse fato, fotografias onde pode ser observada a carência de copas de árvores que conformam o estrato superior e a ocupação das taquaras podem ser observadas na figura 10. Além disso, deve ser mencionado que as fotografias foram tomadas oito anos depois da aplicação dos tratamentos de exploração, período suficiente para promover o rápido fechamento do dossel, tanto na Exploração de Impacto Reduzido como Convencional.



Figura 10 - Fotografias esquemáticas. A: Participação das árvores no estrato superior, parcela sob Exploração Convencional. B: Ocorrência de taquaras em áreas com pouca cobertura de dossel.

4.3 Florística

No total do ensaio foram registradas 85 espécies diferentes, distribuídas em 34 famílias. Em cada um dos tratamentos foram identificadas 73 espécies para Exploração Convencional, 65 para Exploração de Impacto Reduzido e 68 para áreas testemunhas. Do total das espécies encontradas em todo o ensaio, 58% delas foram comuns aos três tratamentos, com destaque, pela maior densidade, para *Nectandra megapotamica*, *Lonchocarpus leucanthus*, *Balfourodendron riedelianum* e *Trichillia*

catigua, tendo as duas primeiras uma maior densidade nas parcelas testemunhas. Na tabela 5 são apresentadas às espécies encontradas na área do ensaio. Gauto (1997), num local de estudo muito próximo ao desta pesquisa, identificou um total de 72 espécies arbóreas em 4 ha sob exploração, onde as espécies com maior número de indivíduos, excluindo *Trichillia catigua*, foram coincidentes com as aqui mencionadas, porém com densidades diferentes.

Tabela 5 - Espécies registradas nas parcelas permanentes, por tratamento, na Reserva de Uso Múltiple Guarani, Misiones, Argentina. EC= Exploração convencional; EIR= Exploração de Impacto Reduzido e T= Testemunha.

Família	Espécie	EC	EIR	T
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus praecox</i> Griseb.	x	x	x
Annonaceae	<i>Rollinia emarginata</i> Schltld.		x	x
	<i>Rollinia</i> sp		x	
Apocinaceae	<i>Aspidosperma australe</i> Müll. Arg.	x	x	x
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguarienses</i> A. St.-Hil.	x		x
Araliaceae	<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	x		x
	<i>Didymopanax morototonii</i> (Aubl.) Dcne. Et. Planch.	x		x
	<i>Pentapanax warmingianus</i> (Marchal) Harms	x	x	
Bignoniaceae	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	x		x
	<i>Tabebuia pulcherrima</i> Sandwith	x		
Bombacaceae	<i>Ceiba speciosa</i> A. St.-Hil.	x	x	x
Boraginaceae	<i>Cordia tricotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	x	x	x
	<i>Patagonula americana</i> L.	x	x	x
Caricaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	x	x	x
Euphorbiaceae	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	x	x	x
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	x	x	x
	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	x	x	x
Fabaceae	<i>Albizia hassleri</i> (Chodat) Burkart	x	x	x
	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	x	x	x
	<i>Ateleia glazioveana</i> Baill.	x		x
	<i>Bauhinia candicans</i> Benth.	x	x	
	<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.		x	x
	<i>Dalbergia variabilis</i> Vogel	x	x	x
	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	x		
	<i>Gleditsia amorphoides</i> (Griseb.) Taub.		x	x
	<i>Holocalyx glaziovii</i> Taub	x	x	x
	<i>Inga marginata</i> Willd.	x	x	x
	<i>Inga uruguensis</i> Hook. & Arn.	x		
	<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burkart	x	x	x
	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	x	x	x
	<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	x	x	x
	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	x	x	x
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	x	x	x
Flacourtiaceae	<i>Banara tomentosa</i> Clos			x
	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	x	x	x
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	x		x
	<i>Xylosma tweediana</i> (Clos) Eichler	x	x	

Família	Espécie	EC	EIR	T
Icacinaceae	<i>Citronella paniculada</i> (Mart.) R.A. Howard			x
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees			x
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	x	x	x
	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	x	x	x
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	x	x	x
Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.		x	x
Malpigiaceae	<i>Bunchosia pallescens</i> Skottsbo.	x		
Malvaceae	<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	x	x	x
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	x	x	x
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	x	x	x
	<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	x	x	x
	<i>Trichilia claussenii</i> C. DC.	x	x	x
	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	x	x	x
Moraceae	<i>Sorocea ilicifolia</i> Miq.	x	x	x
Myrcinaceae	<i>Myrsine parvula</i> (Mez) Otegui	x	x	
	<i>Rapanea umbellata</i> (Mart.) Mez		x	
Myrtaceae	<i>Britoa guazumaefolia</i> (Cambess.) Legr.	x	x	x
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	x	x	x
	<i>Eugenia</i> sp.	x		
	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	x		x
	<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	x	x	x
	<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D. Legrand	x	x	x
Phytolaccaceae	<i>Seguieria aculeata</i> Jacq.		x	
	<i>Phytolacca dioica</i> L.		x	x
Poligonaceae	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	x	x	x
Rosaceae	<i>Prunus subcoriacea</i> (Chodat & Hassler) Koehne	x	x	x
Rutaceae	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	x	x	x
	<i>Fagara hyemalis</i> (A. St.-Hil.) Engl	x	x	x
	<i>Fagara naranjillo</i> (Griseb.) Engl.		x	x
	<i>Fagara rhoifolia</i> (Lam.) Engl.	x		
	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	x	x	x
	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	x	x	x
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	x	x	x
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	x		x
	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	x	x	x
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	x	x	x
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	x	x	x
	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	x	x	x
	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D. Penn.	x		
Simaroubaceae	<i>Picrasma crenata</i> (Vell.) Engl. in Engl. & Prantl	x	x	x
Solanaceae	<i>Cestrum laevigatum</i> Schltldl.	x	x	x
	<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	x		
	<i>Solanum verbasifolium</i> L.	x	x	x
Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	x	x	x
Tiliaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	x	x	x
Ulmaceae	<i>Celtis tala</i> Gillies ex Planch.	x		
	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	x	x	
Verbenaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	x	x	x

Os valores de diversidade de Shannon encontrados foram de 3,374 nats/ind. para Exploração Convencional, 3,456 nats/ind. para Exploração de Impacto Reduzido e 3,334 nats/ind. para parcelas Testemunhas, o que, pela análise de ANOVA ($p= 0,780$) indica não haver diferença estatística de diversidade entre os tratamentos. Sendo o número de espécies e a distribuição eqüitativa dos indivíduos para cada espécie os componentes que determinam a diversidade, alega-se, assim, que a diversidade superior obtida para a Exploração de Impacto Reduzido está relacionada a uma melhor distribuição dos indivíduos entre as espécies, por ser o tratamento que apresentou a menor riqueza.

4.4 Danos ocasionados pela exploração aos remanescentes

Os dois procedimentos de exploração adotados (Impacto Reduzido e Convencional) provocaram, no geral, danos em 163 indivíduos remanescentes nos 12 ha manejados. O número de indivíduos danificados, quando expressos por unidade de área, foi em média de 13,6 indivíduos por hectare, representando cerca de 4% do total dos indivíduos estabelecidos na área de ensaio. Em relação ao tamanho dos indivíduos danificados, observou-se que houve uma concentração nas classes diamétricas inferiores, o que permite afirmar que eles estão distribuídos de acordo com a densidade relativa de cada uma das classes diamétricas. Esse comportamento teve a mesma tendência quando analisado para cada tipo de exploração (Figura 11). Esses resultados coincidem com os obtidos por Sist e Ferreira (2007).

Comparando as modalidades de exploração, tem-se que, do total dos valores mencionados anteriormente, 44,5% dos indivíduos foram danificados mediante a aplicação da Exploração de Impacto Reduzido e 55,5% dos indivíduos foram danificados pela execução da Exploração Convencional. Em valores por hectare, tem-se uma média de 18,2 indivíduos para a Exploração Convencional, o que corresponde a cerca de 6% dos indivíduos estabelecidos neste tratamento, e uma média de 10,4 indivíduos para a Exploração de Impacto Reduzido, o que representa 2,9% dos indivíduos existentes, ou seja, os danos foram reduzidos pela metade quando comparados ao tratamento mais impactante. Cabe mencionar que a

diminuição dos danos com a implementação do Impacto Reduzido 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. Os valores de danos registrados por Sist *et al.*, (1998) e Vidal *et al.*, (2002) são superiores aos mencionados aqui, os quais encontraram valores de até 48% para áreas sob exploração sem planejamento e de 30% para aquelas planejadas. Uma das justificativas para essa discrepância, poderia estar relacionada às diferentes estruturas das florestas estudadas, especialmente densidade: florestas com densidade maior, apresentariam uma percentagem superior de indivíduos danificados.

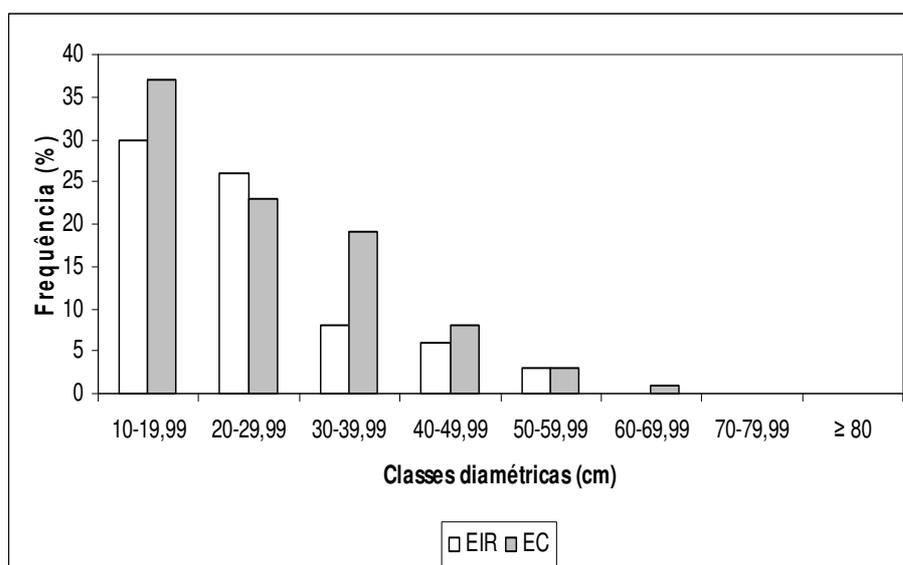


Figura 11 - Distribuição da freqüência diamétrica dos indivíduos danificados em cada tratamento de exploração.

Considerando a origem dos danos, o abate destaca-se como a principal atividade que ocasionou um maior número de indivíduos remanescentes danificados para ambos os tipos de exploração. Fazendo a comparação entre os tratamentos observou-se na Exploração Convencional um número maior de indivíduos com esse tipo de dano.

Quando se leva em consideração a parte da árvore que foi danificada, verifica-se que os danos à copa tiveram uma maior freqüência, concordando com

afirmativas feitas por Bertault e Sist (1997). Cabe mencionar que os indivíduos com danos na copa apresentaram valores próximos do máximo (100%). Quando se diferencia por tipo de exploração nota-se que na Exploração Convencional, tanto os danos à copa como ao fuste apresentaram um maior número de indivíduos danificados.

Relacionando 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) que mencionam que em cerca de 48% dos casos de abate ocasionam um dano à copa de algum dos remanescentes. Dessa forma, os indivíduos que apresentaram danos na copa apresentariam um crescimento inferior, já que estariam com a capacidade fotossintética restringida.

Quanto à intensidade dos danos, são apresentados na tabela 6 os resultados gerais e por modalidade de exploração. Nota-se que no total dos danos, os leves são os mais importantes. Por tratamento de exploração todos eles foram superiores na Exploração Convencional, onde os que mais se destacam são os leves e os graves.

Tabela 6 - Intensidade de danos em indivíduos por hectare para cada tratamento de exploração. EIR= Exploração de Impacto Reduzido; EC= Exploração Convencional.

Intensidade do dano	EIR	EC	Total
Leve	4,7	8,8	6,4
Grave	3,4	4,6	4,0
Letal	2,3	4,4	3,2
Total	10,4	17,8	13,6

Na figura 12 pode ser observada a relação positiva e significativa entre a área basal explorada e a área basal danificada em cada parcela explorada. Foi determinada uma relação linear entre ambas as variáveis, indicando que 49,4% da área basal danificada é explicada pela área basal explorada ($p= 0,0108$). Tendências parecidas foram determinadas pelos autores Bertault e Sist (1997), os quais mencionam uma correlação positiva e significativa entre árvores danificadas e a área basal explorada com $R^2= 0,62$, sendo superior ao determinado aqui.

Quando realizadas as regressões por tratamentos de exploração, observa-se que para Exploração de Impacto Reduzido as variáveis não apresentam uma

relação entre elas, diferente ao observado na Exploração Convencional (Figura 13). Mais uma vez fica em evidência a influência das técnicas de exploração sobre os remanescentes e a necessidade do planejamento.

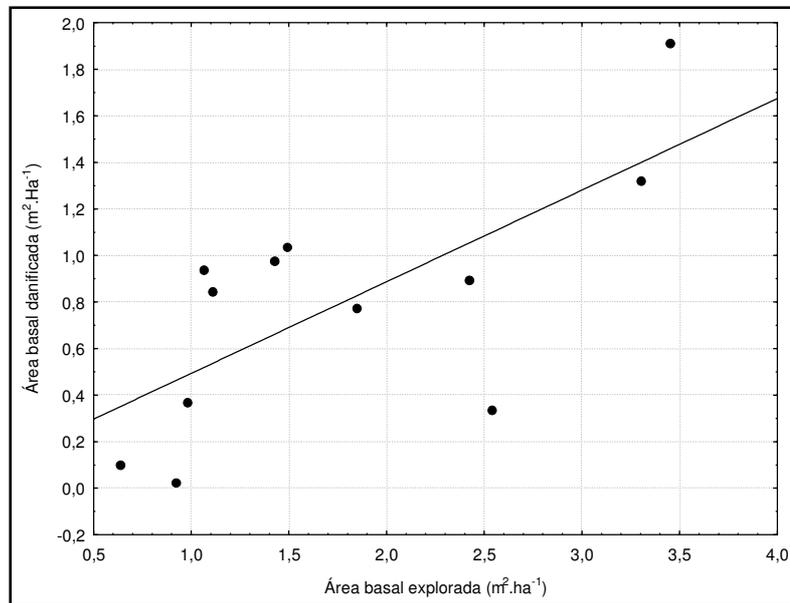


Figura 12 - Relação entre a área basal explorada e a área basal danificada em cada parcela submetida a manejo florestal, N= 12 parcelas permanentes exploradas. Regressão linear: área basal danificada= 0,0999+0,3936 x área basal explorada, $R^2= 0,494$, $p= 0,010820$.

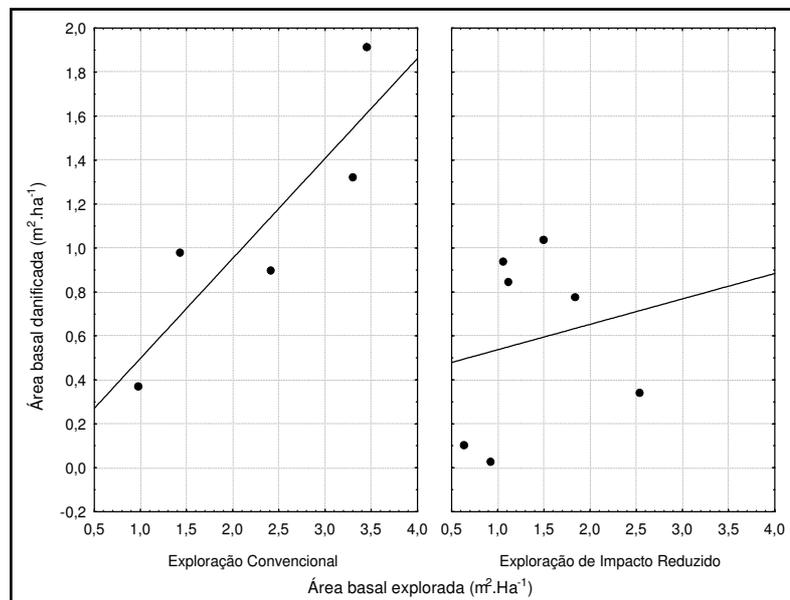


Figura 13 - Relação entre a área basal explorada e a área basal danificada em cada tratamento de exploração, N= 5 Exploração Convencional e N= 7 Exploração de Impacto Reduzido. Regressões lineares: área basal danificada EC= 0,0423+0,4551 x área basal explorada EC, $R^2= 0,772$, $p= 0,04985$; área basal danificada EIR= -0,2502+0,6084 x área basal explorada EIR, $R^2= 0,0322$, $p= 0,70036$.

4.5 Incremento diamétrico

No total das clareiras criadas mediante a exploração seletiva, quando considerada a altura total do indivíduo abatido como o raio da área da clareira, determinou-se uma superfície total de clareira de 13.757 m² em uma área total amostrada de 12 ha. A intensidade média de exploração foi de 3,75 indivíduos por hectare para o total do ensaio, sendo de 5,2 indivíduos por hectare para Exploração Convencional e de 2,7 para Exploração de Impacto Reduzido.

Todas as espécies estabelecidas nessa área e que apresentaram três ou mais indivíduos foram consideradas para avaliação do seu incremento diamétrico, sendo logo classificadas por grupos ecológicos. Dessa maneira, fez parte da avaliação de incremento um total de 47 espécies arbóreas, as quais são apresentadas na tabela 7 e classificadas por grupos ecológicos.

Quando se considerou as proporções do número de indivíduos por espécie nos diferentes grupos ecológicos para cada modalidade de exploração, destaca-se, no tratamento de Exploração de Impacto Reduzido, a maior quantidade de indivíduos de espécies de características Umbrófilas e Pioneiras-Facultativas, enquanto que no tratamento de Exploração Convencional os grupos ecológicos com maiores proporções de indivíduos por espécie foram as de características Facultativas e Pioneiras-Facultativas (Figura 14). Esses resultados poderiam estar associados às condições do dossel nas diferentes modalidades de exploração, onde maiores aberturas provocariam uma maior entrada de radiação, favorecendo, assim, às espécies de grupos ecológicos demandantes desse recurso, já que ele resulta crítico para um bom desempenho dessas espécies numa área determinada, principalmente para as espécies recrutantes.

Embora as espécies que compõem os diferentes grupos ecológicos aqui pesquisados não tenham se estabelecido no período de levantamento deste estudo, a observação do desempenho dos grupos nos diferentes tratamentos de exploração pode ser uma ferramenta útil para inferir sobre a composição florística futura em cada ambiente, podendo ser considerada a classificação das espécies por grupos ecológicos uma das bases para o manejo florestal, coincidindo com o mencionado por Guzmán (1997).

Tabela 7 - Espécies avaliadas quanto ao incremento diamétrico, destacando o grupo ecológico em que foram enquadradas. P= Pioneira; P-F= Pioneira com tendência à Facultativa; F-P= Facultativa com tendência à Pioneira; F= Facultativa e U= Umbrófila.

Nome Científico	Grupos Ecológicos				
	P	P/F	F/P	F	U
<i>Ateleia glazioveana</i>	x				
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	x				
<i>Inga marginata</i>	x				
<i>Styrax leprosus</i>	x				
<i>Dendropanax cuneatus</i>		x			
<i>Didymopanax morototonii</i>		x			
<i>Chorisia speciosa</i>		x			
<i>Cordia trichotoma</i>		x			
<i>Dalbergia variabilis</i>		x			
<i>Fagara hyemalis</i>		x			
<i>Lonchocarpus leucanthus</i>		x			
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>		x			
<i>Luehea divaricata</i>		x			
<i>Machaerium brasiliensis</i>		x			
<i>Matayba elaeagnoides</i>		x			
<i>Ocotea puberula</i>		x			
<i>Parapiptadenia rigida</i>		x			
<i>Patagonula americana</i>		x			
<i>Sebastiania brasiliensis</i>		x			
<i>Sebastiania commersoniana</i>		x			
<i>Vitex megapotamica</i>		x			
<i>Balfourodendron riedelianum</i>			x		
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>			x		
<i>Cedrela fissilis</i>			x		
<i>Prunus subcoriacea</i>			x		
<i>Ruprechtia laxiflora</i>			x		
<i>Apuleia leiocarpa</i>				x	
<i>Aspidosperma australe</i>				x	
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>				x	
<i>Chrysophyllum marginatum</i>				x	
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>				x	
<i>Holocalyx glaziovii</i>				x	
<i>Jacaratia spinosa</i>				x	
<i>Myrocarpus frondosus</i>				x	
<i>Nectandra megapotamica</i>				x	
<i>Achatocarpus praecox</i>					x
<i>Allophylus edulis</i>					x
<i>Casearia decandra</i>					x
<i>Casearia sylvestris</i>					x
<i>Helietta apiculata</i>					x
<i>Ocotea diospyrifolia</i>					x
<i>Picrasma crenata</i>					x
<i>Pilocarpus pennatifolius</i>					x
<i>Sorocea ilicifolia</i>					x
<i>Strychnos brasiliensis</i>					x
<i>Trichilia catigua</i>					x
<i>Trichilia claussoni</i>					x

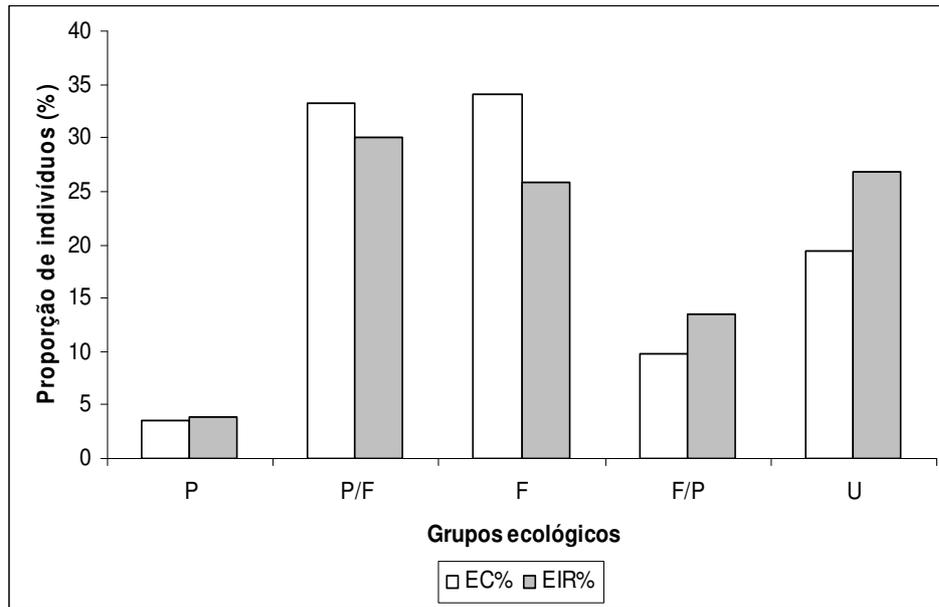


Figura 14 - Proporção de indivíduos por grupos ecológicos para cada tratamento de exploração. EC= Exploração Convencional e EIR= Exploração de Impacto Reduzido.

Quanto ao incremento diamétrico em áreas manejadas e não manejadas para o conjunto de espécies, a média no período foi de 0,41 cm por ano para a área manejada e de 0,31 cm por ano para a área testemunha, sem manejo. Em uma área vizinha à área deste estudo, Gauto (1997) determinou um incremento médio, para o conjunto das espécies, de 0,58 cm por ano, numa parcela permanente de 4 ha submetida à exploração seletiva com uma intensidade média de exploração de 17,5 indivíduos por hectare, sendo esse valor do crescimento superior ao determinado neste trabalho. Já Sist e Ferreira (2007), com uma intensidade média de exploração de 6 indivíduos por hectare, determinaram um crescimento diamétrico médio de 0,4 cm por ano para uma floresta na Amazônia, também submetida a exploração seletiva. Muito provavelmente, essas diferenças no crescimento são devidas às intensidades diferentes de exploração empregadas em cada estudo.

Da análise dos incrementos diamétricos das espécies remanescentes em áreas de clareiras determinou-se que 74% das espécies estabelecidas nesse ambiente apresentaram incrementos superiores quando comparadas com as mesmas espécies, existentes nas parcelas testemunhas. As espécies com maiores destaques nas clareiras foram: *Jacaratia spinosa*, *Bastardiopsis densiflora* e *Luehea divaricata*, apresentando valores de incremento diamétrico superiores a 1 cm por

ano (Tabela 8). Essas espécies foram catalogadas em grupos ecológicos de rápido crescimento em condições ótimas de luminosidade.

A comparação das distribuições dos incrementos diamétricos determinada para áreas com e sem manejo foram estatisticamente significativas ($Z= 4,834$; $p < 0,05$). As espécies estabelecidas na área manejada apresentaram uma maior amplitude do incremento diamétrico que as espécies da área sem manejo ($0,05 - 2,04$ e $0,07 - 0,84$ cm.ano^{-1} , respectivamente) (Figura 15).

De acordo com Gauto (1997), dentre as espécies que apresentaram maiores crescimento em área submetida à exploração estão a *Bastardiopsis densiflora* ($1,8$ cm.ano^{-1}) a *Cedrela fissilis* ($0,6$ cm.ano^{-1}) e a *Holocalix glaziovii* ($0,51$ cm.ano^{-1}). Na presente pesquisa essas mesmas espécies estiveram entre as de melhor desempenho quanto ao crescimento, principalmente *Bastardiopsis densiflora*, a qual gerou o segundo maior incremento ($1,37$ cm.ano^{-1}), muito próximo dos valores obtidos por Gauto (1997). A maioria das outras espécies estudadas por Gauto (1997), quando comparadas às áreas submetidas a manejo do presente estudo, apresentaram incrementos diamétricos inferiores.

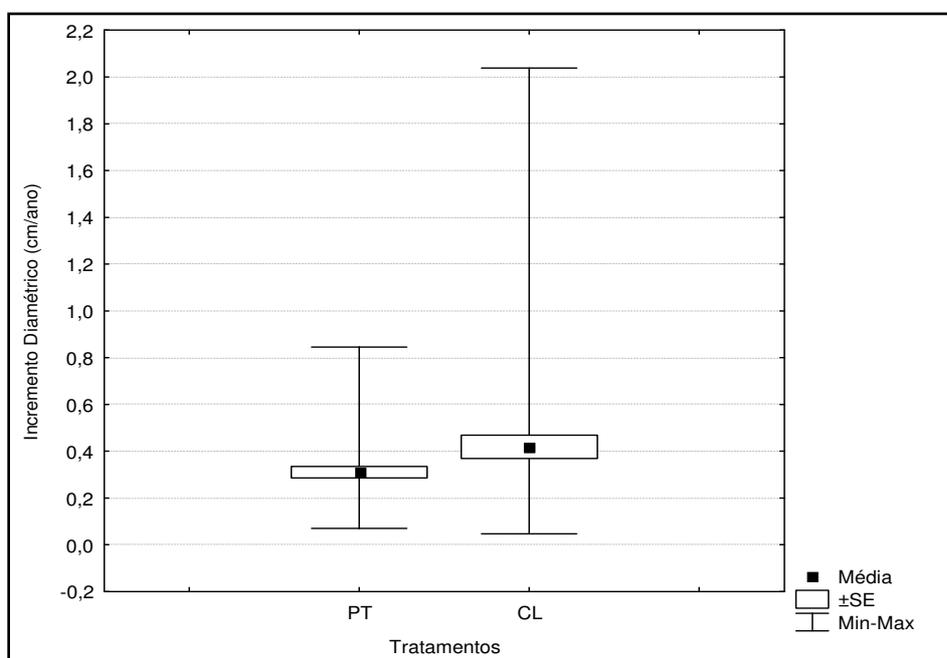


Figura 15 - Parâmetros estatísticos do Incremento diamétrico em cada situação de estudo. PT= Área sem manejo; CL= Área manejada.

Tabela 8 - Média do incremento diamétrico por espécie (cm.ano⁻¹) para cada situação de estudo. (Área manejada: clareiras de exploração; Área sem manejo: parcelas testemunhas).

Espécies	Incremento diamétrico (cm.ano ⁻¹)			
	Área manejada		Área sem manejo	
	Média	Mediana	Média	Mediana
<i>Jacaratia spinosa</i>	2,04	1,83	0,60	0,63
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	1,37	1,48	0,79	0,81
<i>Luehea divaricata</i>	1,12	0,46	0,35	0,35
<i>Styrax leprosus</i>	0,69	0,63	0,51	0,40
<i>Ocotea puberula</i>	0,66	0,58	0,32	0,30
<i>Didymopanax morototonii</i>	0,59	0,23	0,39	0,41
<i>Ateleia glazioveana</i>	0,54	0,27	0,45	0,55
<i>Prunus subcoriacea</i>	0,54	0,44	0,32	0,31
<i>Machaerium brasiliense</i>	0,53	0,51	0,11	0,06
<i>Cedrela fissilis</i>	0,51	0,49	0,20	0,17
<i>Holocalyx glaziovii</i>	0,51	0,38	0,58	0,59
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	0,49	0,35	0,33	0,29
<i>Nectandra megapotamica</i>	0,49	0,37	0,38	0,36
<i>Inga marginata</i>	0,47	0,52	0,11	0,11
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	0,46	0,56	0,28	0,23
<i>Fagara hyemalis</i>	0,42	0,45	0,29	0,27
<i>Parapiptadenia rigida</i>	0,42	0,51	0,25	0,22
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,41	0,38	0,36	0,37
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	0,41	0,28	0,28	0,19
<i>Trichilia catigua</i>	0,39	0,40	0,35	0,35
<i>Cordia tricotoma</i>	0,38	0,47	0,39	0,26
<i>Dalbergia variabilis</i>	0,35	0,42	0,36	0,23
<i>Ceiba speciosa</i>	0,34	0,31	0,23	0,23
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	0,34	0,23	0,12	0,16
<i>Apuleia leiocarpa</i>	0,33	0,27	0,41	0,34
<i>Myrocarpus frondosus</i>	0,33	0,26	0,43	0,34
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	0,32	0,30	0,32	0,27
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	0,32	0,31	0,22	0,22
<i>Patagonula americana</i>	0,31	0,30	0,22	0,12
<i>Picrasma crenata</i>	0,30	0,26	0,28	0,26
<i>Casearia decandra</i>	0,26	0,17	0,36	0,33
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	0,26	0,24	0,17	0,18
<i>Casearia sylvestris</i>	0,24	0,23	0,48	0,48
<i>Helietta apiculata</i>	0,24	0,17	0,84	0,84
<i>Lonchocarpus leucanthus</i>	0,24	0,23	0,20	0,18
<i>Allophylus edulis</i>	0,23	0,24	0,13	0,08
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,23	0,16	0,13	0,10
<i>Trichilia clausenii</i>	0,22	0,18	0,41	0,43
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,21	0,20	0,18	0,15
<i>Achatocarpus praecox</i>	0,19	0,15	0,16	0,14
<i>Aspidosperma australe</i>	0,17	0,23	0,43	0,43
<i>Vitex megapotamica</i>	0,17	0,09	0,11	0,04
<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	0,16	0,17	0,11	0,10
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0,15	0,14	0,23	0,22
<i>Dendropanax cuneatus</i>	0,15	0,14	0,18	0,18
<i>Strychnos brasiliensis</i>	0,14	0,09	0,07	0,05
<i>Sorocea ilicifolia</i>	0,05	0,04	0,17	0,18
Geral	0,42	0,29	0,31	0,23

As médias de incremento diamétrico para o conjunto de espécies nas diferentes modalidades de exploração foram de 0,36 cm.ano⁻¹ para Exploração de Impacto Reduzido e de 0,42 cm.ano⁻¹ para Exploração Convencional. Quando analisados os dados de incremento diamétrico por espécie em cada sistema de exploração, nota-se que apenas 36,2% das espécies apresentam crescimentos superiores no tratamento de Exploração de Impacto Reduzido (Tabela 9). Em relação aos resultados antes mencionados, ressalta-se então que a maior proporção de espécies com crescimentos maiores na área submetida ao manejo (CL), é, principalmente, resultante das espécies estabelecidas em parcelas sob Exploração Convencional.

Nota-se que a espécie com melhor desempenho em Exploração de Impacto Reduzido foi *Jacaratia spinosa*, pertencente ao grupo ecológico das Facultativas, com incremento médio de 2,14 cm.ano⁻¹.

Talvez este comportamento, quanto ao crescimento, esteja relacionado a que em áreas submetidas à Exploração Convencional as principais características, vistas anteriormente, são uma menor cobertura de dossel e uma maior proporção de indivíduos de espécies pertencentes aos grupos ecológicos que têm um melhor desempenho em condições de maior intensidade de radiação solar. Nota-se que o incremento diamétrico médio determinado para a modalidade de Impacto Reduzido é similar ao mencionado para a área sem manejo. Novamente, esse comportamento pode ser atribuído aos valores de cobertura de dossel para ambas as áreas (sob Exploração de Impacto Reduzido e sem manejo), as quais são similares.

Quando feita a comparação das distribuições dos incrementos diamétricos dos indivíduos sob as diferentes modalidades de exploração, resultou também ser estatisticamente significativa ($Z= 3,064$; $p < 0,05$) (Figura 16).

Tabela 9 - Média do incremento diamétrico por espécie (cm.ano⁻¹) para cada modalidade de exploração. EIR= Exploração de Impacto Reduzido e EC= Exploração Convencional.

Espécie	EIR		EC	
	Média	Mediana	Média	Mediana
<i>Jacaratia spinosa</i>	2,14	0,60	1,83	1,83
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	1,60	0,30	0,68	0,68
<i>Styrax leprosus</i>	0,79	0,71	-0,02	-0,02
<i>Holocalyx glaziovii</i>	0,65	0,66	0,45	0,34
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	0,58	0,30	0,37	0,40
<i>Ocotea puberula</i>	0,55	0,55	0,68	0,63
<i>Luehea divaricata</i>	0,53	0,59	1,49	0,42
<i>Prunus subcoriacea</i>	0,49	0,32	0,59	0,46
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	0,43	0,46	0,49	0,60
<i>Trichilia catigua</i>	0,42	0,46	0,37	0,35
<i>Nectandra megapotamica</i>	0,41	0,36	0,54	0,37
<i>Parapiptadenia rigida</i>	0,41	0,41	0,43	0,51
<i>Inga marginata</i>	0,40	0,40	0,55	0,55
<i>Fagara hyemalis</i>	0,39	0,39	0,59	0,51
<i>Patagonula americana</i>	0,39	0,34	0,26	0,24
<i>Cedrela fissilis</i>	0,37	0,21	0,59	0,54
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	0,37	0,19	0,47	0,58
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	0,37	0,38	0,26	0,24
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	0,35	0,27	0,33	0,21
<i>Picrasma crenata</i>	0,35	0,35	0,26	0,26
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	0,31	0,27	0,32	0,30
<i>Cordia tricotoma</i>	0,31	0,31	0,54	0,54
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	0,31	0,28	0,08	0,08
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,31	0,30	0,45	0,45
<i>Ceibia speciosa</i>	0,30	0,18	0,39	0,39
<i>Dalbergia variabilis</i>	0,28	0,18	0,43	0,44
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,26	0,16	0,20	0,20
<i>Allophylus edulis</i>	0,24	0,29	0,19	0,19
<i>Aspidosperma australe</i>	0,23	0,26	0,09	0,18
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,23	0,21	0,18	0,15
<i>Helietta apiculata</i>	0,22	0,28	0,25	0,16
<i>Lonchocarpus leucanthus</i>	0,22	0,20	0,28	0,26
<i>Trichilia claussenii</i>	0,21	0,10	0,23	0,22
<i>Achatocarpus praecox</i>	0,18	0,15	0,25	0,25
<i>Apuleia leiocarpa</i>	0,16	0,16	0,35	0,28
<i>Myrocarpus frondosus</i>	0,15	0,15	0,39	0,38
<i>Strychnos brasiliensis</i>	0,14	0,09	-	-
<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	0,13	0,13	0,19	0,21
<i>Vitex megapotamica</i>	0,13	0,04	0,21	0,13
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0,12	0,28	0,26	0,26
<i>Casearia decandra</i>	0,12	0,21	0,40	0,40
<i>Sorocea ilicifolia</i>	0,06	0,06	0,04	0,04
<i>Ateleia glazioveana</i>	-	-	0,54	0,27
<i>Casearia sylvestris</i>	-	-	0,24	0,23
<i>Dendropanax cuneatus</i>	-	-	0,15	0,14
<i>Didimopanax morototonii</i>	-	-	0,59	0,23
<i>Machaerium brasiliense</i>	-	-	0,53	0,51
Geral	0,36	0,25	0,42	0,33

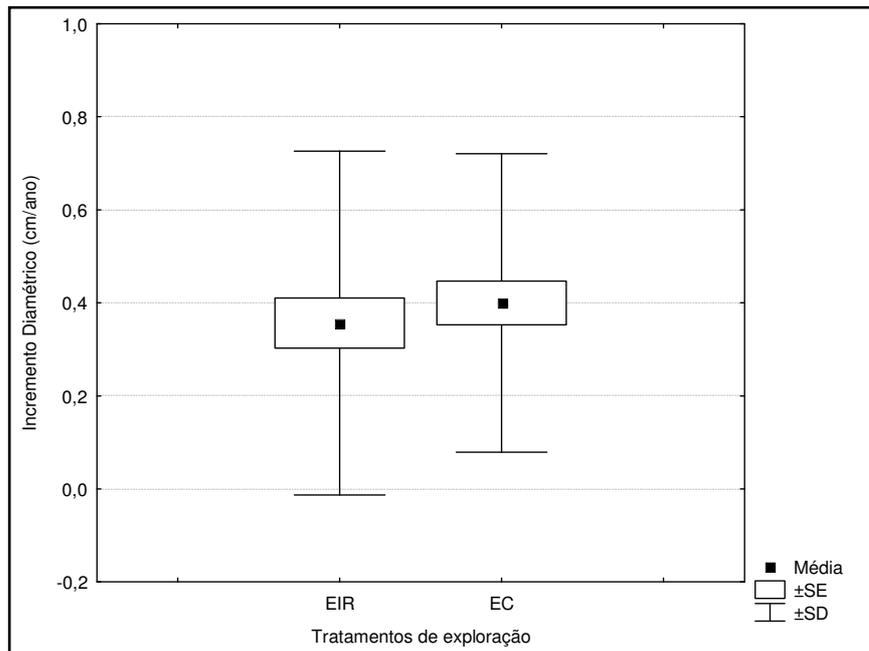


Figura 16 - Parâmetros estatísticos do Incremento diamétrico nas diferentes modalidades de exploração. EIR= Exploração de Impacto Reduzido; EC= Exploração Convencional.

Observa-se que todos os grupos ecológicos têm crescimentos superiores em áreas submetidas ao manejo, à exceção das Umbrófilas, as quais tiveram um crescimento levemente superior para a área sem manejo (Tabela 10). Pode ser observado na figura 17 que em ambas as situações, área com e sem manejo, os grupos ecológicos de Pioneiras, Facultativas e Umbrófilas apresentam uma tendência coerente.

Tabela 10 - Média do incremento diamétrico ($\text{cm}\cdot\text{ano}^{-1}$) para os grupos ecológicos em cada situação de estudo, áreas sem manejo (Testemunhas) e áreas manejadas (Clareiras).

Grupos Ecológicos	Incremento diamétrico ($\text{cm}\cdot\text{ano}^{-1}$)	
	Testemunha	Clareira
P	0,46	0,72
P/F	0,25	0,33
F	0,40	0,50
F/P	0,26	0,35
U	0,30	0,20

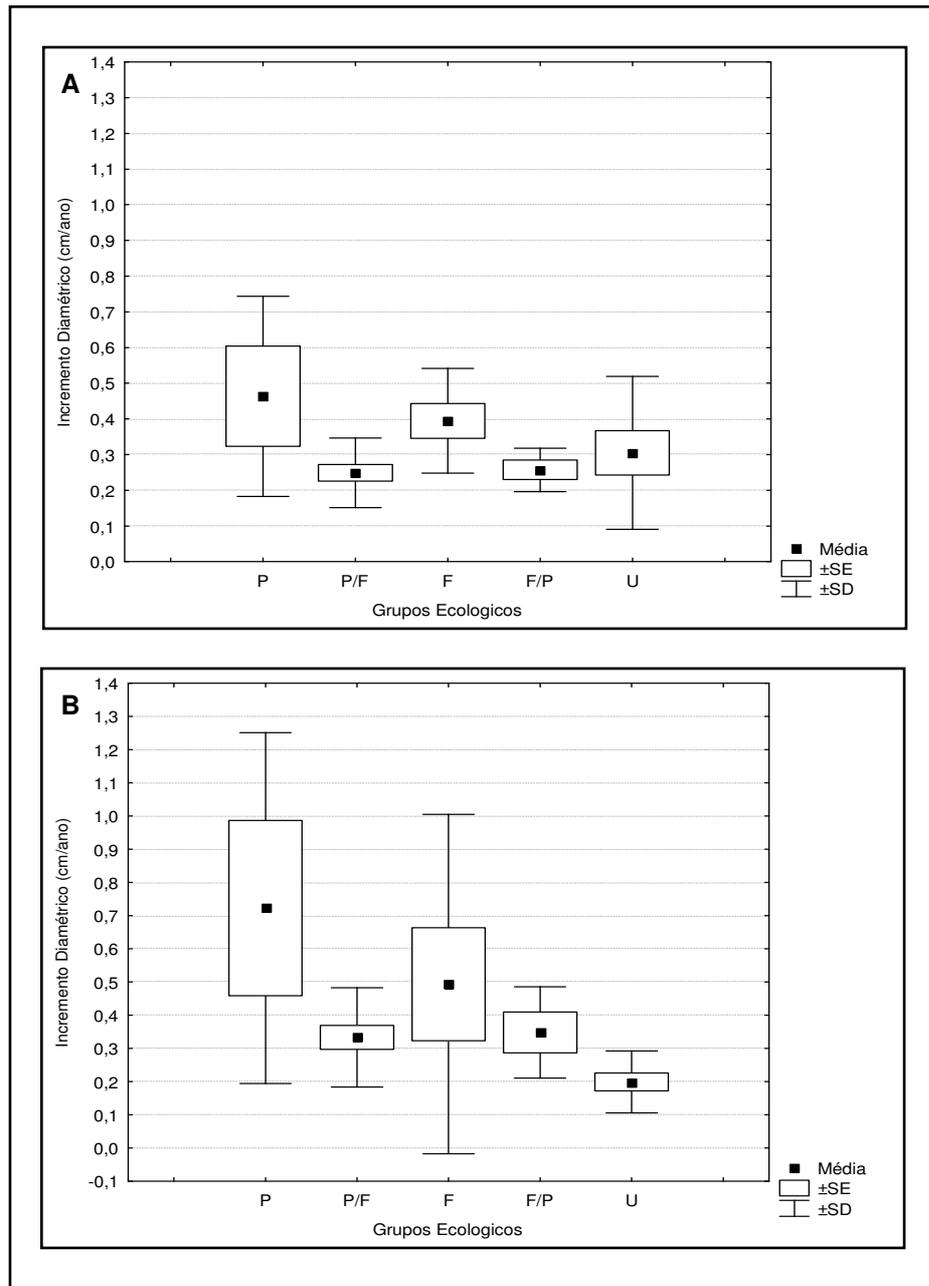


Figura 17 - Média do incremento diamétrico por grupos ecológicos para diferentes áreas de estudo. A: Parcelas testemunhas; B: Clareiras de exploração.

Gauto (1997) alega que a alta variabilidade no incremento diamétrico poderia ser explicada por critérios tais como disponibilidade de luz, competição, variabilidade genética, entre outros. Além disso, a alta variabilidade também está relacionada ao tamanho do indivíduo, onde os de maiores diâmetros apresentam crescimentos também maiores, como mencionado por Sist e Nguyen-thé (2002) ou ao fator solo como mencionado por Clark *et al.* (1999).

Considerando que na área de estudo a heterogeneidade quanto ao solo é alta, então esse fator torna-se importante quanto à variabilidade tanto no crescimento como no estabelecimento das espécies. Nesse contexto foram analisadas duas parcelas com situações de solos diferenciadas quanto à profundidade, sendo eles considerados como rasos e profundos.

Os dados de crescimento entre parcelas com diferentes profundidades de solo apresentaram diferenças estatisticamente significativa (Mann-Whitney; $p < 0,05$). Esses dados mostraram ser maiores quando considerando indivíduos em condições de solo com profundidade maior que 1,2 metros, sendo a densidade total de indivíduos por hectare menor (Tabela 11 e Figura 18).

Tabela 11 - Parâmetros estruturais e dinâmica dos indivíduos arbóreos quanto a profundidade de solo. ID= incremento diamétrico para o período 1998-2006.

Parcela N°	Média do ID (cm.ano ⁻¹)	Mediana do ID (cm.ano ⁻¹)	N° Ind.ha ⁻¹	Mortalidade (Ind.ha ⁻¹)	Recrutamento (Ind.ha ⁻¹)
Profundo	0,41	0,35	300	34	73
Raso	0,25	0,20	447	33	161

Assim a ausência de horizontes permeáveis no solo dificultaria às raízes o atingimento de profundidades superiores causando impedimento do desenvolvimento.



Figura 18 - Fotografias esquemáticas. A: Solo raso, com abundante pedregosidade, parcela testemunha; B: Solo profundo, superior a 1,2 metros, parcela testemunha.

Além das limitações quanto à profundidade de solo, pode ser estabelecido que a competição entre indivíduos é menor em parcelas como solos profundos devido ao maior espaço disponível para cada um deles, sendo nessa parcela a densidade menor. Entre os dados de cobertura expostos anteriormente para cada uma dessas parcelas, nota-se que a cobertura foi inferior para a parcela de solo profundo, concordando com a menor densidade arbórea. Como mencionado por Clark (2002) e Meredieu *et al.* (1996), citado em Clark (2002), e coincidindo com os resultados aqui expostos, a profundidade do solo torna-se importante no comportamento dos indivíduos e poderia ser a responsável da alta variação dos dados.

Quanto aos parâmetros estruturais da floresta em estudo, na figura 19 são apresentadas as proporções de indivíduos por classe de diâmetro ao início e ao fim do período de estudo, considerando as diferentes áreas, com e sem manejo. Quanto à frequência total em cada situação foram determinados valores de 167 e 156 ind.ha⁻¹ nos anos 1998 e 2006, respectivamente, nas áreas de Exploração, sendo para as áreas sem manejo os valores de 262 e 295,3 ind.ha⁻¹ para o mesmo período.

Observa-se na figura 19 que em ambas as situações, com e sem manejo, as distribuições de frequências apresentam forma de J invertido, para ambas as medições, 1998 e 2006, sendo este comportamento similar ao determinado por Gauto *et al.* (1997) numa área vizinha.

Essa tendência antes mencionada é mais marcada para situações sem manejo, onde há uma maior proporção de indivíduos na classe de 10 – 19,99 e de 20 – 29,99 cm de DAP. Já na situação de áreas manejadas, as proporções dos indivíduos são distribuídas de uma forma mais uniforme entre as classes de diâmetro. Nota-se que o acréscimo das proporções de indivíduos para o ano 2006 somente acontece nas duas primeiras classes diamétricas para áreas sem manejo, sendo elas decrescentes nas classes superiores. Para áreas manejadas, somente a primeira classe apresentou um aumento entre o período 1998 – 2006, mas não tão relevante como na área sem manejo, onde principalmente, os indivíduos de menor porte foram os mais favorecidos.

Quando analisadas as distribuições por sistema de exploração, pode ser observada na figura 20 que para ambas as situações de estudo as distribuições apresentam, de maneira análoga ao caso anterior, uma forma de J invertido, sendo a frequência de Exploração de Impacto Reduzido de aparência mais próxima ao

descrito para a área sem manejo, observa-se uma proporção mais marcante de indivíduos na classe diamétrica inferior para essa modalidade de exploração.

Já na metodologia de Exploração Convencional, as proporções de indivíduos nas classes diamétricas são mais homogêneas, onde a quantidade de indivíduos de uma classe para outra é mais uniforme, principalmente nas três primeiras classes.

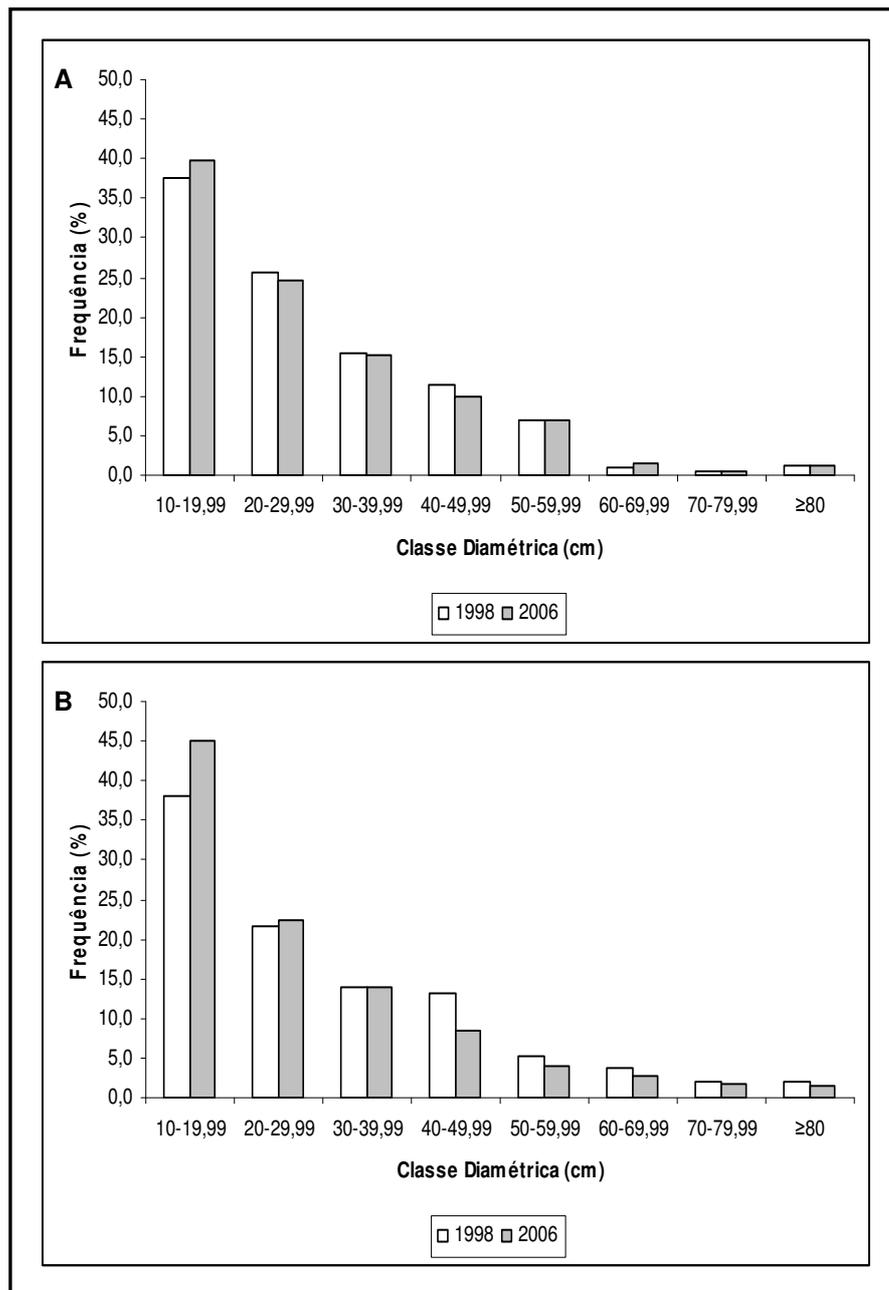


Figura 19 - Distribuição de freqüência (%) em cada situação de estudo. A: Área manejada; B: Área não manejada.

Na figura 21 são apresentados os dados de recrutamento e mortalidade nas diferentes áreas de estudo, onde ressalta um recrutamento superior para as áreas sem manejo, e uma mortalidade superior, neste caso, para as áreas submetidas ao manejo. Estas diferenças são mais intensas ainda na primeira classe de diâmetro, tanto no recrutamento como para a mortalidade, e poderiam estar relacionadas com as proporções de indivíduos nas classes diamétricas.

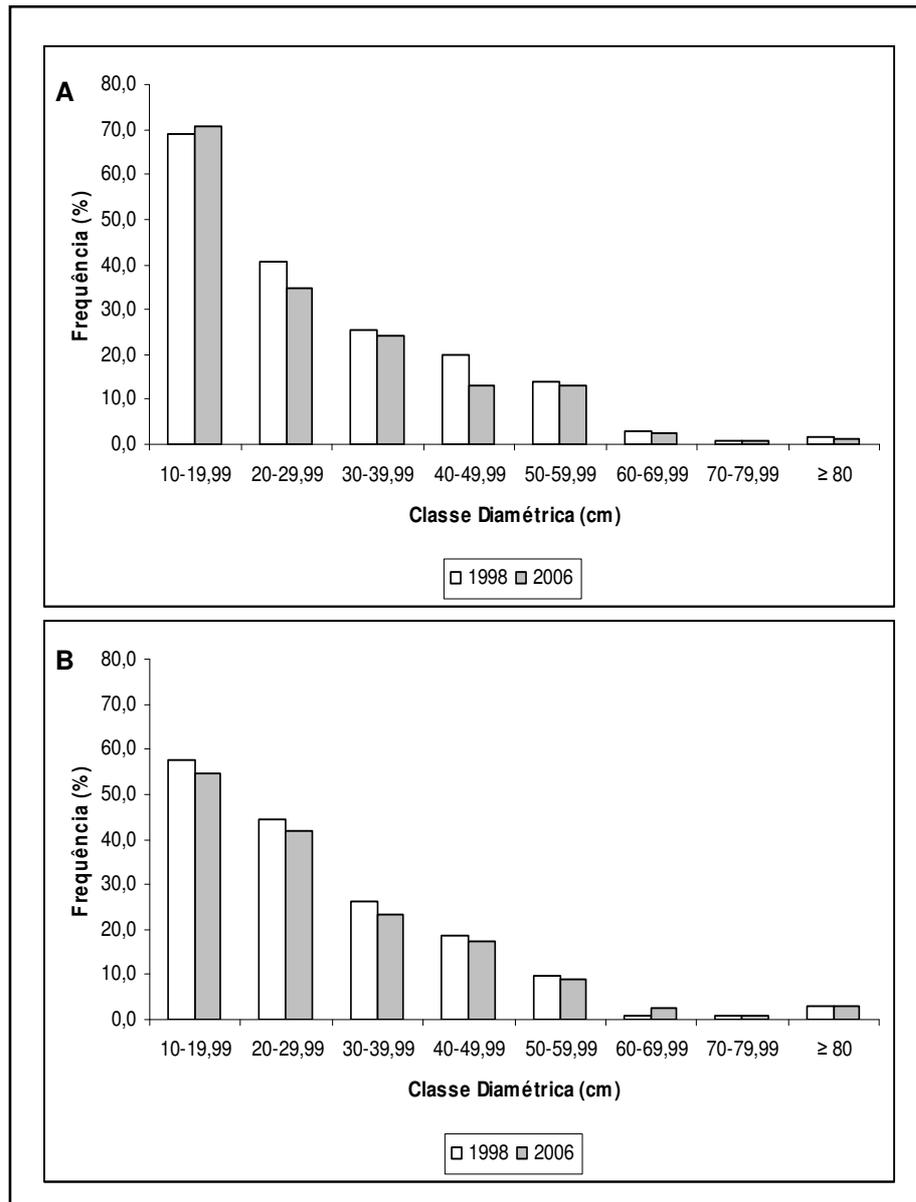


Figura 20 - Distribuição de frequência (%) em cada modalidade de exploração para o período de estudo 1998-2006. A: Exploração de Impacto Reduzido; B: Exploração Convencional.

Os valores relativos, referidos ao total de indivíduos, foram os seguintes: 23,3% e 13% em áreas com e sem manejo para a mortalidade e de 20% e 27,1% também em áreas com e sem manejo para o recrutamento. Uma outra característica importante é a ocorrência de mortalidade em quase todas as classes diamétricas, sendo mais alta na primeira classe, principalmente em áreas sem manejo.

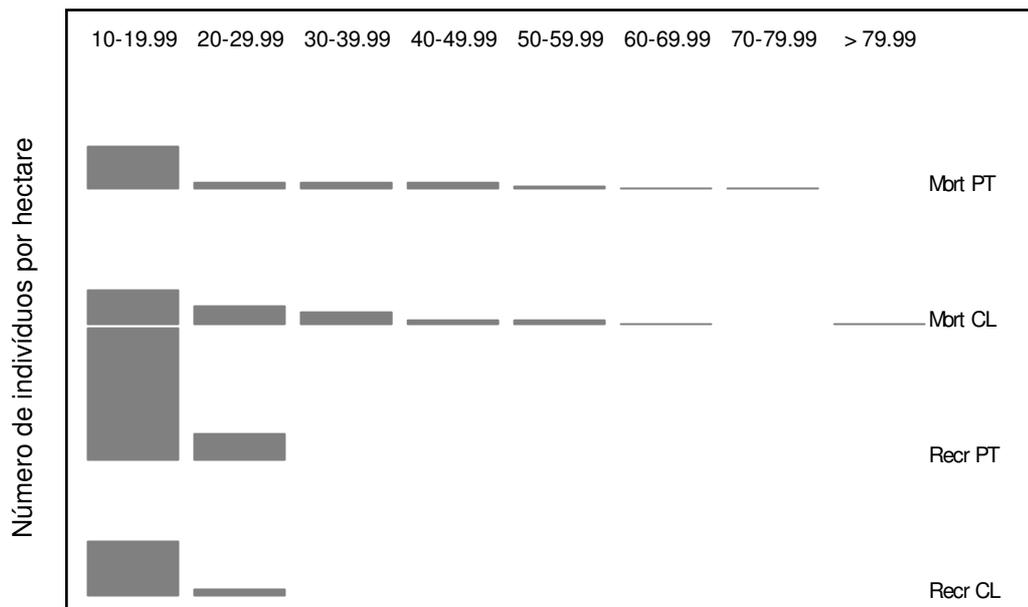


Figura 21 - Distribuição de freqüência do recrutamento e da mortalidade (indivíduos por hectare) para cada situação de estudo. Mort PT= mortalidade em áreas sem manejo; Mort CL= mortalidade em áreas manejadas; Recr PT= recrutamento em áreas sem manejo e Recr CL= recrutamento em áreas manejadas.

Na tabela 12 são apresentados os valores absolutos dos indivíduos por hectare quanto ao recrutamento e mortalidade. Observa-se que, quando se confronta áreas manejadas e não manejadas, as diferenças do recrutamento são superiores às de mortalidade, mas é importante ter em conta que as proporções de indivíduos em áreas com e sem manejo são diferentes, pelo qual em valores relativos, para áreas com e sem manejo, foram de 23% e 13% para mortalidade e 20% e 27% para recrutamento, respectivamente.

O comportamento do recrutamento nesta área de estudo exibiu tendência diferenciada quando comparado com os resultados de Sist e Nguyen-thé (2002), os quais determinaram que é maior na medida que a intensidade de exploração

aumenta, com valores de 14 até 33 indivíduos por hectare para as diferentes intensidades, coincidindo com os aqui determinados para a área manejada.

Tabela 12 - Recrutamento e mortalidade, total e por classes diamétricas (indivíduos por hectare), nas diferentes situações de estudo. PT= área sem manejo e CL= área manejada.

Classe de diâmetro	Recrutamento		Mortalidade	
	PT	CL	PT	CL
10 - 19,99	66,3	27,4	21,0	17,0
20 - 29,99	13,7	3,6	3,7	9,4
30 - 39,99	-	-	3,3	6,6
40 - 49,99	-	-	3,0	2,8
50 - 59,99	-	-	1,7	2,6
60 - 69,99	-	-	0,7	0,2
70 - 79,99	-	-	0,7	0
≥ 80	-	-	0	0,2
Total	80	31	34,1	38,8

Uma outra característica interessante determinada é a acumulação do incremento diamétrico dos indivíduos em estudo. Assim, determinou-se para o total dos indivíduos em todas as classes diamétricas uma soma do incremento de 248 e 176,8 cm.ano^{-1} em áreas com e sem manejo, respectivamente, para o total de indivíduos em estudo.

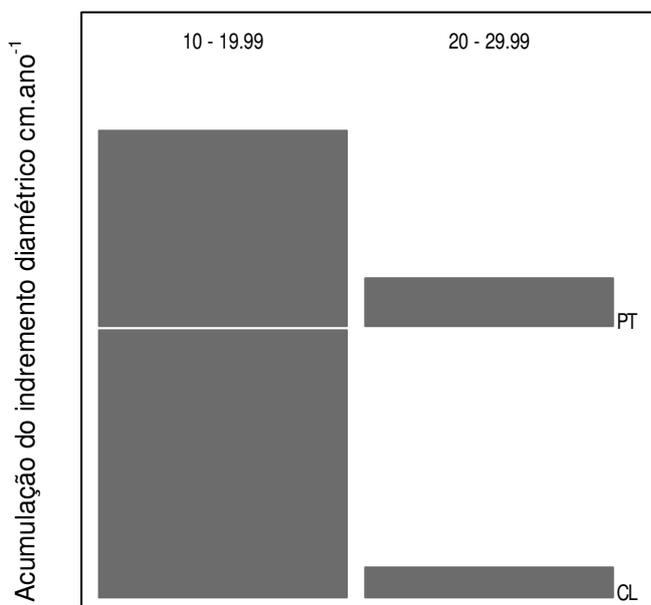


Figura 22 - Somatória do incremento diamétrico (cm.ano^{-1}), por classe de diâmetro no recrutamento das espécies, em cada situação de estudo. PT= áreas sem manejo e CL= áreas manejadas.

Na figura 22 são apresentadas as somas dos incrementos diamétricos dos recrutamentos do período de estudo (1998-2006). Observa-se que para a área sob manejo florestal a soma do incremento é superior, tendo uma diferença maior na classe diamétrica inferior.

A somatória dos incrementos diamétricos dos recrutamentos para áreas com e sem manejo foi de 67 e 55 cm.ano⁻¹, sendo elas em valores relativos do total dos indivíduos em estudo de 27 e 31%, respectivamente, do incremento total. Pode-se afirmar que uma proporção superior do crescimento para áreas sem manejo é dada pelo recrutamento, enquanto que para a área com manejo o crescimento estaria mais relacionado com os indivíduos já estabelecidos na área de estudo.

Uma análise em conjunto das figuras 21 e 22 faz notar que sendo o recrutamento superior em áreas sem manejo, a soma do incremento diamétrico dos indivíduos é maior nas áreas manejadas. Pode-se justificar esse comportamento ao ambiente predominante em áreas manejadas, onde o recrutamento não teve muita participação, mas os indivíduos ali estabelecidos tiveram um desempenho superior quando comparado com áreas sem manejo.

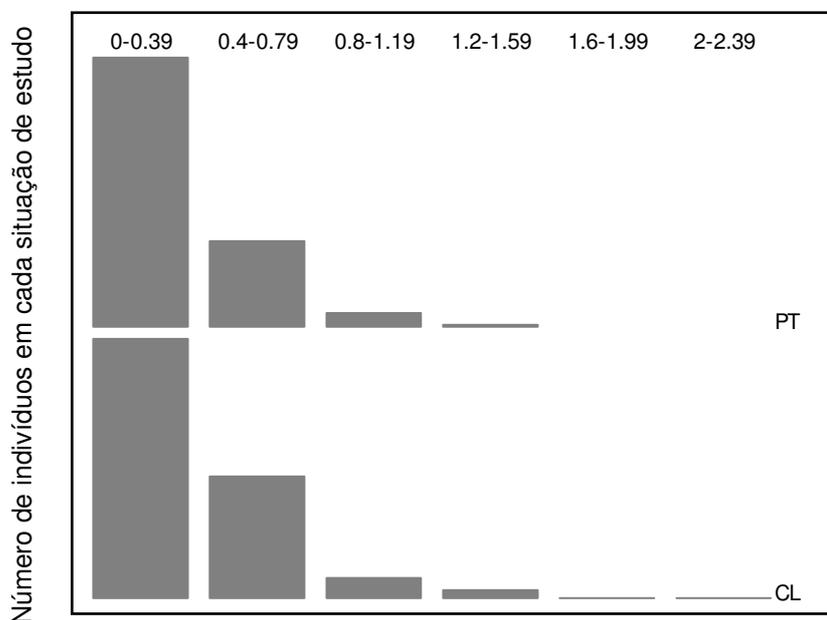


Figura 23 - Freqüência por classes de incremento diamétrico para as diferentes situações de estudo. PT= área sem manejo e CL= área manejada.

Na figura 23 são apresentadas às freqüências dos indivíduos por classe de incremento diamétrico para ambas as situações de estudo, áreas com e sem manejo.

A tendência que a figura reflete é de ter muitos indivíduos na população crescendo pouco, sendo este comportamento coincidente com a bibliografia referente no assunto.

Embora em ambas as situações, áreas com e sem manejo, tenham a mesma tendência nos dados, nota-se que para áreas sob manejo florestal há uma quantidade superior de indivíduos com crescimentos maiores que $0,4 \text{ cm.ano}^{-1}$. Em relação com o número de indivíduos em cada situação de estudo, tem-se que na área manejada o número de indivíduos é inferior. Portanto, a somatória dos incrementos apresentados anteriormente poderia estar relacionada principalmente à frequência de indivíduos com crescimentos maiores. Além da relação entre o crescimento e o tamanho do indivíduo, onde autores como Sist e Nguyen-thé (2002) determinaram que indivíduos pequenos apresentam os menores incrementos.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As clareiras geradas a partir da exploração apresentam características estruturais diferentes para cada modalidade de exploração. Nesse sentido, o planejamento das atividades de colheita florestal é de vital importância quanto às características estruturais da floresta após exploração.

As percentagens de perda de dossel entre as diferentes modalidades de exploração foram inferiores para o Impacto Reduzido. A recuperação da cobertura é considerada como rápida, tendo presente o curto período estudado, sendo os valores de ambos os tratamentos de exploração muito parecidos aos das testemunhas.

Não existe informação disponível sobre a dinâmica de grupos ecológicos para o tipo de floresta na região de estudo, mas com o conhecimento de algumas das características ecológicas das espécies estudadas pode ser dito que a dinâmica dos grupos ecológicos apresentaram um comportamento lógico e esperado.

A composição florística não foi diferente entre áreas sem manejo e as clareiras, sendo o período de tempo considerado (oito anos) muito curto para detetar modificações na composição florística, além de pensar que as espécies ali estabelecidas nesse período eram parte da composição já existente não-arbórea, onde somente poderia existir o favorecimento de alguns grupos ecológicos em áreas abertas como nas clareiras em estudo.

Dentre as técnicas utilizadas, a derrubada direcionada demonstrou ser uma das atividades capaz de controlar uma proporção importante dos danos ocasionados aos remanescentes. Houve uma relação significativa e positiva entre a área basal explorada e a área basal danificada, onde se incrementa uma em função da outra, principalmente para a metodologia de Exploração Convencional, sendo a relação entre ambas as variáveis maior.

Os indivíduos mais favorecidos foram os de menor porte, para ambas as situações de estudo, área com e sem manejo. A mortalidade foi superior em áreas manejadas e o recrutamento foi favorecido para áreas sem manejo.

O crescimento foi muito superior em áreas manejadas, dado principalmente por algumas espécies que apresentaram um bom desempenho em áreas onde as características ambientais poderiam ser diferentes, como as áreas de clareiras.

O fator solo resultou ser uma variável de muita importância no crescimento da floresta e deveria ser levado em consideração como uma variável para o estudo do comportamento da vegetação.

A área em estudo apresenta uma alta variação quanto a solos, podendo ser uma das causas da heterogeneidade dos dados. Recomenda-se uma estratificação pelas condições de solo quando da instalação de um ensaio, para ter, dessa maneira, comportamentos mais homogêneos e dados mais precisos.

Tendo em consideração que a exploração das florestas na província de Misiones é legalmente permitida em algumas áreas, esta alternativa de exploração de baixo impacto poderia ser considerada como uma possibilidade menos agressiva quando comparada às técnicas usuais de exploração, mas não assegurando a sustentabilidade da floresta.

É importante mencionar que a abordagem refere-se apenas a sinúsia das arbóreas, sem considerar, portanto, outras formas de vida igualmente fundamentais para o equilíbrio dos ecossistemas. Nesse particular, incluem-se as herbáceas, as epífitas e as lianas, além, evidentemente, da fauna associada.

A permissividade da exploração florestal na província de Misiones reproduz, no momento atual, um modelo similar ao que já ocorreu na região sul do Brasil, sob a mesma litologia (ígneas extrusivas), o qual consistiu na eliminação de ecossistemas naturais com a finalidade de serem substituídos por sistemas agrícolas ou monocultivos de espécies florestais. Essas práticas levam, além da óbvia perda de diversidade tanto vegetal como animal, a sérias conseqüências em relação a recursos como solo e água.

Finalmente, sabe-se que as decisões tomadas na atualidade referentes às florestas estariam condicionando o seu futuro. A criação de unidades de conservação com proteção integral de extensas e representativas áreas, contemplando a diversidade biótica e abiótica regional, parece ser necessária e urgente como única forma de manter a rica flora e fauna desta importante província da Argentina.

REFERÊNCIAS

- ASQUITH, N. **La dinámica del bosque y la diversidad arbórea.** En “Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales”, Guariguata, M.; Kattan, G, Libro Universitario Regional, Costa Rica, 692 p. 2002
- BERTAULT 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.** 94, 209-218. 1997
- BROKAW, N. The definition of treefall gaps and its effect on measures of forest dynamics. **Biotropica.** 14: 158-160. 1982
- BROWN N. A gradient of seedling growth from the centre of a tropical rain forest Canopy gap. **Forest Ecology and Management.** 82. Pp. 239-244. 1996
- BROWN, A. e PACHECO, S. **Propuesta de actualización del mapa ecorregional de la Argentina.** Em: La Situación ambiental argentina 2005 (Eds. Brown, A.; Martínez Ortiz, U.; Corchera, J.). Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, pp 25-31. 2006
- CABRERA A. L.; WILLINK A. **Biogeografía de América Latina.** Monografía N° 13. OEA. Washington, DC. Pp. 117. 1980
- CABRERA, A. L. **Territorios Fitogeográficos de la República Argentina.** Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. Vol. 4 (1-2) 21 p. 1951
- CAMPANELLO, P. **Diversidad, crecimiento y fisiología de árboles en la selva Misionera: efectos de los cambios en la estructura y funcionamiento del ecosistema producidos por la invasión de lianas y bambúseas.** Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 153 p. 2004
- CAMPANELLO, P.; MONTTI, L.; GATTI, G.; BRAVO, S.; GOLDSTEIN, G. **Forest structure and functioning in the semideciduous atlantic forest of northern Argentina: effects of native invasive bamboos and lianas on tree regeneration and diversity.** Workshop on Forest Fragmentation in South America. San Carlos de Bariloche, Argentina. CD. 2006

CLARK, D. B. **Los factores edáficos y la distribución de las plantas.** En **“Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales”**. Em Guariguata, M.; Kattan, G, Libro Universitario Regional, Costa Rica, 692 p. 2002

CLARK, D. B.; PALMER, M. W.; CLARK, D. A. Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. **Ecology**. 80 (8), pp. 2662-2675. 1999

DENSLOW, J. S. e G. S. HARTSHORN. **Tree-fall gap environments and forest dynamic processes.** In: McDade LA (ed) *La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest.* University of Chicago Press, Chicago, pp 120-127. Em: *La situación ambiental argentina 2005* (Eds). 1994

EIBL, B.; GONSESKI, D.; BOBADILLA, A.; SILVA, F.; WEBER, E.; ARTUS, H. **Boletín Agrometeorológico.** Enero – Diciembre 1995. Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables – Federación Misionera de Bomberos Voluntarios – Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado, Misiones. Año VII, N° 1. 1995

ESPINOSA BANCALARI M.; MUÑOS SAEZ F. **Silvicultura Aplicada I.** Apuntes de clase. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento Silvicultura. Concepción, Chile. PDF. 2000

FINEGAN B. **Curso: Bases ecológicas para la silvicultura: los gremios de especies forestales.** Turrialba, Costa Rica: CATIE. 35 p. 1993

FINEGAN B. **Curso: Ecología y Biología de la Conservación para el Manejo de Bosques Tropicales y Biodiversidad.** Tema 2: Diversidad y procesos ecológicos em bosques tropicales. Turrialba: CATIE. 38 p. 2002

FINEGAN B.; SABOGAL C. **El desarrollo de sistemas de producción sostenible en Bosques Tropicales Húmedos de Bajura: un Estudio de Caso en Costa Rica.** *El Chasqui* (Costa Rica) 17:3-24. 1988

GAUTO O. **Análise da Dinâmica e Impactos da Exploração sobre o Estoque Remanescente (por espécie e por grupos de espécies similares) de uma Floresta Estacional Semidecidual em Misiones, Argentina.** Dissertação. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. 133 p. 1997

GUZMÁN, R. A. **Consideraciones teóricas y metodologías prácticas para la asignación de gremios ecológicos para las especies forestales de bosque húmedos tropicales.** Proyecto BOLFOR. Documento Técnico 58/1997. Santa Cruz, Bolivia. Agosto, 1997

HOGAN, K. P; MACHADO, J. L. **La luz solar: consecuencias biológicas y su medición.** En "Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales", Guariguata, M.; Kattan, G, Libro Universitario Regional, Costa Rica, 692 p. 2002

INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). **Anuario estadístico de la República Argentina.** Buenos Aires, Argentina. 2001

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

JOHNS, J.; BARRETO, P.; UHL, C. Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon. **Forest ecology and Management.** 89 pp 59-77. 1996

LAWTON, R. O.; PUTZ, F. E. Natural disturbance and gap-phase regeneration in a wind-exposed tropical cloud forest. **Ecology.** 69 (3), pp 764-777. 1988

LIGIER, H.; MATTEIO, H.; POLO, J.; ROSSO, J. **Provincia de Misiones. En: Atlas de Suelos de la Republica Argentina.** Castelar: INTA-CIRN, Tomo II. Pp 107-154. 1990

LIMA R. A. F. Estrutura e regeneração de clareiras em Florestas Pluviais Tropicais. **Revista Brasileira de Botânica.** V. 28, n.4, p. 651-670. 2005a

LIMA R. A. F. Gap size measurement: the proposal of a new field method. **Forest Ecology and Management.** 214:413-419. 2005b

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.** Décimas Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales.Eldorado, Misiones. 2005

MARTINEZ CROVETTO, R. Esquema Fitogeográfico de la Provincia de Misiones. **Bomplandia**. Tomo I, N° 3: 171-223. Corrientes. 1963

MARTINS MACIEL, M. N.; FARINHA WATZLAWICK, L.; SCHOENINGER, E. R.; MINORU YAMAJI, F. Efeito da radiação solar na dinâmica de uma floresta. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Vol. 4, N° 1, Brasil. Pp. 101-114. 2002

MERNRyT (Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y turismo). **Primer compendio cuatrienal estadístico sobre el sector Foresto-Industrial de la Provincia de Misiones**. Diciembre 1999 - Diciembre 2003. Gobierno de la Provincia de Misiones, Argentina. Subsecretaría de Bosques y Forestación. 39 p. 2003a.

MERNRyT (Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y turismo). **Misiones... Forestal por Naturaleza, Tradición y Tecnología**. Gobierno de la Provincia de Misiones. Subsecretaría de Bosque y Forestación. www.misiones.gov.ar/ecologia. 2003b

MERNRyT (Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y turismo). **Censo de la Foresto-Industria. Gobierno de la Provincia de Misiones**. Subsecretaría de Bosques y Forestaciones. www.misiones.gov.ar/ecologia. 2000

MONTAGNINI, F.; JORDAN, C. F. **Reciclaje de nutrientes**. En "Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales", Guariguata, M.; Kattan, G, Libro Universitario Regional, Costa Rica, 692 p. 2002

NICOTRA A.B.; CHAZDON R.L.; IRIARTE S.V.B. Spatial heterogeneity of Light and Wood seedling regeneration in tropical wet forest. **Ecology** 80: 1908-1926. 1999

PAHR, N.; FERNÁNDEZ, R.; O'LEARY, H.; LUPI, A. **Relevamiento edafológico del Área Experimental y Demostrativa "Guaraní" de la Facultad de Ciencias Forestales (UNaM) -Escala 1:50.000-**. Documento Técnico. Universidad Nacional de Misiones - Facultad de Ciencias Forestales - Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. 39 p. 1997

PALAVECINO, J e MAIOCCO, D. Levantamiento del medio físico del área de investigación forestal Guaraní, Misiones. Eldorado: Universidad Nacional de Misiones. **Revista Yvyrareta**. N° 6, p. 50-63, 1995

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

PINRAD, M.; GUZMÁN, R; FUENTES, J. **Boletín BOLFOR**. Edición N° 6, Marzo 12 p. 1996

PLACCI, G. e DI BITETTI, M. **Situación ambiental en la Ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná (Selva Paranaense)**. Em: La situación ambiental argentina 2005 (Eds. Brown, A.; Martínez Ortiz, U.; Corcuera, J.). 2006. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, pp 195-210. 2006

PRIMER INVENTARIO NACIONAL DE BOSQUES NATIVOS. **Proyecto de Bosques Nativos y Áreas Protegidas. BIRF 4085 AR 1998-2001**. Informe Regional Selva Misionera. Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente – secretaria de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental. 132 p. 2001

PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. **Mensura Forestal**. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. IICA-GTZ. San José, Costa Rica. 586 p. 1997

RUNKLE J. R. Gap formation in some old-growth forests of the eastern United States. **Ecology**. 62, 1041-1051. 1981

SABOGAL C. **Planes de Manejo Forestal y Necesidades de Información para el Manejo Operacional**. Memoria del Simposio Internacional sobre Posibilidades de Manejo Forestal Sostenible en América Tropical. Santa cruz de la Sierra, Bolivia. Pp. 135-147. 1997

SCATENA, F. N. **El bosque neotropical desde una perspectiva jerárquica**. En "Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales", Guariguata, M.; Kattan, G, Libro Universitario Regional, Costa Rica, 692 p. 2002

SCHAAF L. **Florística, Estrutura e Dinâmica no Período 1979-2000 de uma Floresta Ombrófila Mista Localizada no sul do Paraná.** Dissertação. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. 2001

SCHNITZER, S. A.; CARSON, W. P. Treefall gaps and the maintenance of species diversity in a tropical forest. **Ecology.** 82 (4), pp 913-919. 2001

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

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

SIST, P.; NOLAN, T.; BERTAULT, J.; DYKSTRA, D. Harvesting intensity versus sustainability in Indonesia. **Forest ecology and management.** 108, 251-260. 1998

TRESSENS S.; REVILLA V. **Riqueza florística de un bosque nativo de 5000 Hectáreas conducido racionalmente en la provincia de Misiones.** II Congreso Argentino y Latinoamericano. Bosque nativo y protección ambiental. AfoA. Del 13 al 15 de Agosto. Posadas, Misiones. 1997

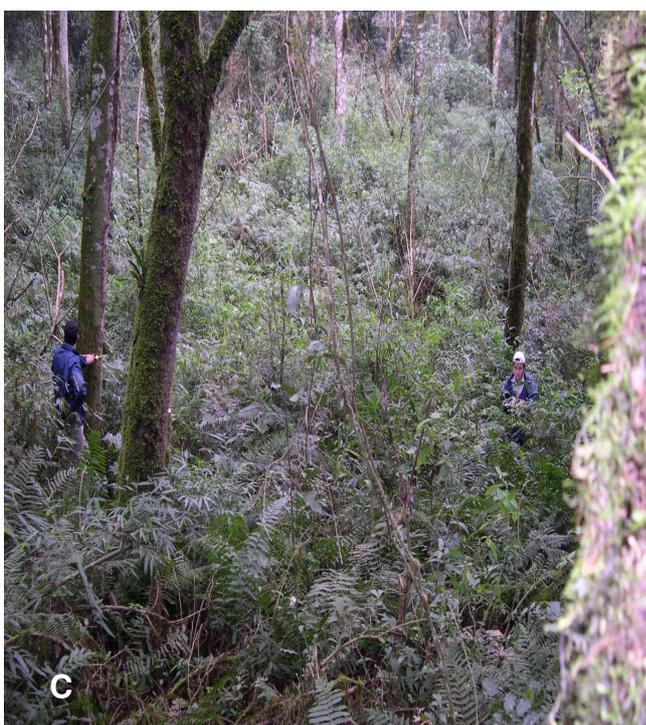
UHL, C.; CLARK, K.; DEZZEO, N.; MAQUIRINO, P. Vegetation dynamics in Amazonian treefall gaps. **Ecology** 69: 751-763. 1988

VIDAL, E.; VIANA, V.; FERREIRA BATISTA, J. Crescimento de floresta tropical três anos após colheita de madeira com e sem manejo florestal na Amazônia oriental. **Scientia forestalis.** n 61, p 133-143. 2002

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

ANEXOS

Anexo 1 - Fotografias ilustrativas da área de estudo das diferentes situações estudadas. A: área manejada com sub-bosque de taquaras; B: área manejada (clareiras); C: área sem manejo (testemunha); D: área sem manejo com sub-bosque de samambaias.



Anexo 2 - Lista de espécies exploradas nos diferentes sistemas de exploração e seus parâmetros estatísticos.

Família	Espécie	Nº indivíduos	DAP Médio (cm) ± DE
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Tabebuia pulcherrima</i> Sandwith	1	89 ±
<i>Fabaceae</i>	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	9	87 ± 18
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	13	73 ± 13
	<i>Myrcarpus frondosus</i> Allemão	1	95 ±
<i>Lauraceae</i>	<i>Ocotea dyospirifolia</i> (Meisn.) Mez	2	60 ± 0,5
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	4	71 ± 0,9
<i>Meliaceae</i>	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	1	81 ±
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	2	62 ± 19
<i>Poligonaceae</i>	<i>Rupretchia laxiflora</i> Meisn.	4	80 ± 14
<i>Rutaceae</i>	<i>Balfouroudendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	3	61 ± 6
<i>Tiliaceae</i>	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	5	70 ± 15
Total		45	75,4 ± 15,5