

**José Vicente da Silva**

**ESTRUTURA POPULACIONAL DE *Ilex paraguariensis* St. Hil.  
(Aquifoliaceae) EM FRAGMENTOS DE FLORESTA  
OMBRÓFILA MISTA**

Monografia apresentada à disciplina Estágio em Botânica como requisito parcial à conclusão do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Márcia C.M. Marques  
Co-orientadora: Cibele Munhoz Amato

**Curitiba**

**2006**



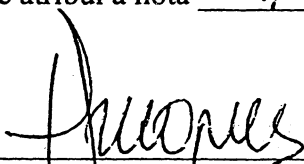
Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
Coordenação do Curso de Ciências Biológicas

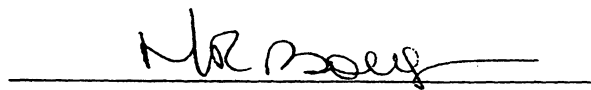


**PARECER DA COMISSÃO DE AVALIAÇÃO  
DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DA DISCIPLINA  
DE ESTÁGIO CURRICULAR**

Aos cinco dias do mês de dezembro, a Comissão de Avaliação da Monografia de Estágio Curricular do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, composta por Profa. Dra. Márcia Mendes Marques (orientadora), Profa. Dra. Maria Regina Boeger e Dra. Gisele Lorenzi, reuniu-se para proceder a avaliação da Monografia **Estrutura populacional de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Aquifoliaceae) em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista**, de autoria do acadêmico **José Vicente da Silva**.

A Comissão julgou o trabalho e atribui a nota 9,8.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Membro da Comissão

  
\_\_\_\_\_  
Membro da Comissão

Curitiba, 06 de dezembro de 2006.

## AGRADECIMENTOS

- À Deus, em primeiro lugar, pois se não fosse por Ele eu não estaria aqui (na Terra e na UFPR), e por tudo ter terminado bem este ano, apesar de tudo indicar ao contrário.
- Aos meus pais, em segundo lugar, pois se não fosse por eles eu não estaria aqui (na Terra e na UFPR).
- À minha irmã Flávia, por todo carinho e apoio, ainda mais neste ano, e por ter me liberado o computador.
- À Márcia Marques, minha orientadora, por todo aprendizado que me foi passado e apoio ao longo deste trabalho, além dos bolos e doces em nossas reuniões quinzenais.
- À Cibele, pelo companheirismo em campo, discussões sobre ecologia, risadas, almoços com pão e queijo, jantares com strogonoff. Enfim, este trabalho é seu também.
- À minha tia Tuca, por todo apoio, desde sempre, além das válidas discussões.
- À Dessa, por todo amor, apoio, carinho e paciência ao longo dos nossos quase 3 anos. Além de toda a ajuda em campo. Mas bem que foi divertido né, geneticista? E toda sua família...
- Aos meus amigos, em especial New, Paulo, André, Elaine, Augusto, Nicolle, Rodrigo Caderno, Manoela, Rafael, Nadia, Alberto, Mayara, Bianca, Milehna e Taynah... Vocês são especiais pra mim. Obrigado por não me abandonarem, mesmo quando não tinha tempo para estar junto a vocês.
- A todos que me ajudaram em campo (Dessa, Márcia, Rafael, Manu, Rafael, Taynah, Kauê, Ygor, Flora, Carol, Letícia, May e Mila), e que proporcionaram bons momentos e boas risadas. Prometo que só pedirei ajuda a vocês, novamente, no ano que vem.
- Aos meus companheiros de laboratório, por todo apoio, discussões, risadas e bons momentos.
- Ao André Cavassani, pela ajuda nas análises e metodologia.
- À UFPR, pelos quatro anos de bons momentos.
- À EMBRAPA, pela bolsa concedida e apoio financeiro ao projeto.
- À Dr<sup>a</sup> Valderês Aparecida de Sousa, coordenadora do projeto a que este trabalho faz parte, por todo apoio, e por ter me concedido o prazer de participar deste projeto.
- Ao IBAMA, pela autorização para a realização deste trabalho na FLONA de Irati, e em especial aos funcionários da FLONA, por todo o apoio.
- Ao Sr. João Perrelli e à SPVS, por possibilitarem a realização deste trabalho na fazenda Canudos.

## SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	v
RESUMO.....	vii
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>2</b>
2.1. Floresta Ombrófila Mista.....	2
2.2. Estudos populacionais.....	3
2.3. Aspectos econômicos e históricos de <i>Ilex paraguariensis</i> .....	6
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
3.1. Objetivo geral.....	8
3.2. Objetivos específicos.....	8
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>8</b>
4.1. Áreas de estudo.....	8
4.1. Caracterização da espécie.....	10
4.2. Levantamento dos dados populacionais.....	12
4.3. Análise dos dados.....	13
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>14</b>
<b>6. DISCUSSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>24</b>
<b>8. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>24</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Mapa do estado do Paraná localizando as regiões de estudo..... 10
- Figura 2.** Área de ocorrência natural de *Ilex paraguariensis* na América do Sul. Adaptado de Oliveira & Rotta (1985).....12
- Figura 3.** Médias da cobertura do dossel (a) e da densidade de caules (b), em áreas de Floresta Ombrófila Mista, no estado do Paraná. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey-Kramer).....14
- Tabela 1.** Dados populacionais de três populações de *Ilex paraguariensis*, em áreas de Floresta Ombrófila Mista, no estado do Paraná.....15
- Figura 4.** Distribuição dos indivíduos de *Ilex paraguariensis* nos estádios de desenvolvimento, em áreas de Floresta Ombrófila Mista, no estado do Paraná.....16
- Figura 5.** Distribuição em classes de altura em populações de *Ilex paraguariensis* em áreas de Floresta Ombrófila Mista, no estado do Paraná. (a) – Área 1, (b) – Área 2 e (c) – Área 3.....17
- Figura 6.** Distribuição em classes de diâmetro em populações de *Ilex paraguariensis* em áreas de Floresta Ombrófila Mista, no estado do Paraná. (a) – Área 1, (b) – Área 2 e (c) – Área 3.....18
- Figura 7.** Regressão entre altura e diâmetro, de populações de *Ilex paraguariensis*, em áreas de Floresta Ombrófila Mista, no estado do Paraná. Área 1 ( $r^2=0,91$ ;  $F=791,77$ ;  $p<0,0001$ ). Área 2 ( $r^2=0,58$ ;  $F=257,24$ ;  $p<0,0001$ ). Área 3 ( $r^2=0,62$ ;  $F=226,89$ ;  $p<0,0001$ ).....19
- Tabela 2.** Distribuição espacial de três populações de *Ilex paraguariensis*, em áreas de Floresta Ombrófila Mista, no estado do Paraná. Entre parênteses valor de  $\chi^2$ , para  $p<0,05$ ....19

**Tabela 3.** Correlação de Spearman ( $r^2$ ) entre os dados ambientais e os estádios de desenvolvimento de *Ilex paraguariensis*, em áreas de Floresta Ombrófila Mista, no estado do Paraná. \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,0001$ ; ns – não significativa.....20

## RESUMO

A Floresta Ombrófila Mista encontra-se seriamente fragmentada, em um processo comum à maioria dos ambientes naturais. Uma das espécies características desta formação é o *Ilex paraguariensis*, conhecido como erva-mate. Neste estudo avaliou-se as estruturas de altura, diâmetro e espacial de *I. paraguariensis*, em três áreas, diferenciadas inicialmente por suas características fisionômicas, sendo duas destas (área 1 e área 2) localizadas na FLONA de Irati, município de Fernandes Pinheiro, e a terceira (Área 3), localizada na Fazenda Canudos, no município de São João do Triunfo. O objetivo deste estudo foi avaliar a estrutura populacional de *Ilex paraguariensis* nas três áreas de estudo, e relacionando a estrutura com os fatores de conservação dessas (cobertura de dossel e densidade de caules de todas as espécies com DAP acima de 5cm). Em cada área, foram instaladas 20 parcelas de 10mx10m, sendo estas subdivididas em parcelas de 5mx5m. Foram amostrados todos os indivíduos com altura maior do que 10cm, dos quais foram tomadas as medidas de altura e diâmetro à base. Para comparação entre as áreas, foram medidas a cobertura de dossel, utilizando-se um densiômetro, e a densidade de caules, de todas as espécies, com DAP acima de 5cm. Os indivíduos amostrados foram divididos em estádios de desenvolvimento (Juvenis, Pré-adultos e Adultos), a partir de características morfológicas. Observou-se variação nas estruturas de tamanho, sendo que as Áreas 1 e 2 apresentaram predomínio de indivíduos jovens, e a área 3, predomínio de indivíduos nas maiores classes. A partir dos dados de cobertura de dossel, verificou-se que as áreas 1 e 2 apresentavam médias semelhantes, distintas da área 3. Pelos dados de densidade de caules, não se encontrou relação na média das áreas, apesar da relação entre os dados de cobertura e densidade de caules ter sido positiva. Só foi encontrada relação entre os indivíduos e a cobertura e densidade de caules, quando o teste de correlação foi realizado com os indivíduos nas classes etárias, sendo positiva entre os juvenis e a cobertura e densidade de caules, e negativa entre os pré-adultos e esses dados. A distribuição espacial dos indivíduos foi agregada em todas as áreas, e em todos os estádios de desenvolvimento, exceto para pré-adultos, na área 1.

**Palavras-chave:** Floresta Ombrófila Mista, erva-mate, estrutura de altura, estrutura de diâmetro, estrutura espacial, cobertura de dossel, densidade de caules.

## 1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas naturais vêm sofrendo profundas perturbações antrópicas, causando graves conseqüências, como a fragmentação (Viana & Pinheiro, 1998). Atualmente, a maior parte da biodiversidade se encontra em pequenos fragmentos isolados e estão à margem das iniciativas conservacionistas (Gradwohl & Greenberg, 1991 *apud* Viana e Pinheiro, 1998). Nesses ambientes ocorre a introdução de novos fatores, como mudanças no regime de ventos e temperatura do solo, ocasionando mudanças bióticas e abióticas nas comunidades (Laurance *et al.*, 1997; Viana & Pinheiro, 1998; Marques & Joly, 2000; Tabanez & Viana, 2000).

A Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) está entre os ambientes mais ameaçados no Brasil, restando apenas 0,8% de sua composição original em bom estado de conservação (Castella & Brites, 2004). Uma das espécies características da Floresta com Araucária, *Ilex paraguariensis* (erva-mate) distribui-se naturalmente na região de ocorrência desta (Oliveira & Rotta, 1985), sofrendo desta forma as mesmas pressões que a floresta. Além disso, a erva-mate é muito utilizada nos 3 estados sulinos para a produção de bebidas (principalmente chimarrão), sendo que a maior parte da atividade ervateira é extrativista (Maccari Junior, 2000; Wendt, 2005).

Os dados populacionais podem auxiliar na discussão de formas de manutenção de da diversidade das comunidades tropicais (Connell *et at.*, 1984). Uma das possibilidades de estudo com populações é a avaliação da estrutura desta, tanto de idade quanto espacial (Odum, 1988). Os dados de idade podem fornecer informações sobre o estado reprodutivo das populações, mostrando se estas se encontram em crescimento ou não, podendo predizer como estas estarão no futuro (Odum, 1988). Já os dados espaciais refletem as chances de sobrevivência de plântulas, relações com predadores e dispersores, além de competição intra e interespecífica (Janzen, 1970; Odum, 1988)

Desta forma, estudo de populações naturais da erva-mate fornecem informações sobre a autoecologia desta espécie, além de poder auxiliar no entendimento da capacidade de regeneração e estrutura das comunidades, e de que forma as perturbações afetam as populações, e a comunidade em si, podendo subsidiar, assim, ações conservacionistas (Harper, 1977; Silva, 1991).

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

A Floresta Ombrófila Mista (Veloso *et al.*, 1991), conhecida também por Floresta com Araucária, Floresta de Pinheiros, Pinhais, Pinheirais, Mata de Araucária, Floresta Aciculifoliada Subtropical, entre outros (Veloso *et al.*, 1991; Britez *et al.*, 1995) recobria uma área de 37% do estado do Paraná (73.780 km<sup>2</sup>) no início do século XX (Maack, 1981). Ao longo dos últimos 100 anos, este tipo de formação vem sofrendo um intenso processo de fragmentação, consequência de diversos fatores, entre eles a expansão rural e urbana (Maack, 1981) e hoje apresenta apenas 0,8% (66.109 ha) de sua cobertura original em bom estado de conservação (Castella & Britez, 2004). Esse bioma pode ser definido, principalmente, pela presença do pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) (Bertol) Kuntze, espécie que caracteriza esta formação por sua abundância e porte agigantado que emerge vários metros sobre o dossel, tornando-a inconfundível (Klein, 1984). Além da presença marcante da Araucária, a Floresta Ombrófila Mista apresenta uma associação com outras espécies igualmente importantes, tais como *Ilex paraguariensis* (erva-mate), *Podocarpus* (*P. lambertii* e *P. sellowii*) (pinheiro bravo) e *Ocotea porosa* (imbuia). Além destas, outras espécies vegetais conferem grande diversidade à floresta, tais como *Dicksonia sellowiana* (xaxim), *Ocotea odorifera* (sassafrás), *Cedrela fissilis* (cedro), *Campomanesia xanthocarpa* (guabiroba), *Chrosia speciosa* (paineira), *Jacaranda puberula* (caroba), *Sloanea lasiocoma* (sapopema), além de inúmeras epífitas (principalmente bromélias e orquídeas), lianas, ervas e arbustos (Carvalho, 1980; Maack, 1981; Neto *et al.*, 2002; Liebsch & Acra, 2004).

Essa formação vegetal ocorre em uma região de clima pluvial subtropical, abaixo do Trópico de Capricórnio, entre altitudes de 500 e 1200 m s.n.m., nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. No estado do Paraná, distribui-se no Primeiro, Segundo e na parte leste do Terceiro Planalto (Reitz & Klein, 1966). O termo Floresta Ombrófila Mista, refere-se, em parte, à mistura de duas floras distintas, a tropical afro-brasileira e a temperada austro-brasileira, cada uma com características próprias (Veloso *et al.*, 1991). Além disso, esta mantém relações dinâmicas com as formações adjacentes: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual da Bacia do Paraná e com os campos sulinos (Klein, 1960).

Além da ínfima parcela da Floresta com Araucária em bom estado de conservação, outro dado preocupa: na região de ocorrência da floresta em associação com campos, o valor de áreas bem conservadas é ainda menor, apenas 0,24% desta. Outro aspecto que ressalta a suscetibilidade desse ecossistema está relacionado à sua representação em áreas protegidas:

apenas 0,03% da área original desta formação florestal é representado por unidades de conservação de proteção integral (Auer, 1995 *apud* Castella & Britez, 2004).

Outros estudos relacionados a levantamentos de flora, e fitossociologia são escassos na Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná (Castella & Britez, 2004), dentre os quais pode-se citar os trabalhos de Hatschbach & Moreira Filho (1972), Imaguire (1980, 1985), Carvalho (1980), Cervi *et al.* (1987), Silva & Marconi (1990), Longhi (1980), Neto *et al.* (2002) e Liebsch & Acra (2004), Kozera *et al.* (2006).

## 2.2. ESTUDOS POPULACIONAIS

Dados populacionais, a biologia das populações e a ecologia evolutiva das espécies podem auxiliar na discussão de formas de manutenção das comunidades nos trópicos (Connell *et al.*, 1984, Brokaw, 1987). Além disso, o estudo da estrutura das populações pode fornecer informações sobre a capacidade de regeneração, auxiliando no entendimento de como estas populações reagem às perturbações locais (Harper, 1977).

Vários processos estão envolvidos na estrutura e dinâmica das populações vegetais (Souza, 2004). A ação de forças bióticas, como as taxas de recrutamento e/ou mortalidade, incremento em altura e volume, e abióticas, como temperatura, luminosidade, umidade, solo, entre outros, sobre os indivíduos, e até mesmo, os fatores aos quais seus ancestrais foram submetidos podem influenciar na estrutura da população (Hutchings, 1997).

Mesmo quando a comunidade parece não mudar, os atributos populacionais acima citados flutuam conforme as espécies se ajustam aos fatores abióticos e devido à competição com outras espécies (Odum, 1988). Fatores como natalidade, imigração, mortalidade e emigração alteram o número de indivíduos em uma população e irão indicar se esta se encontra em equilíbrio, redução ou expansão (Leite *et al.*, 1982; Silvertown, 1987). Esses fatores, juntamente com os padrões de dispersão e recrutamento, irão afetar o padrão espacial das populações (Santos, 1991), os quais podem variar ao longo do tempo e espaço (Janzen, 1970; Santos, 1991).

Vários estudos têm mostrado que é possível que as populações fltuem em torno de médias (número de indivíduos, indivíduos em cada classe etária, entre outras), mantidas pelo equilíbrio entre mortalidade e recrutamento, e que mesmo quando sofrem algum distúrbio mais intenso conseguem retornar ao valor médio (Rolim *et al.*, 1999). Desta forma, uma população pode ser considerada regulada se apresentar altas probabilidades de que irá, por várias gerações, flutuar em torno de um valor médio de abundância (Hixon *et al.* 2002). Ou

seja, se uma população mantiver um número constante de indivíduos em cada classe de idade, esta população se encontrará em distribuição etária estável (Lotka, 1922 *apud* Pianka, 1994). O recrutamento em uma classe etária é compensado pela morte de um indivíduo ou pela passagem de outro para uma classe etária posterior (Pianka, 1994).

Boa parte dos fatores que afetam a estrutura das populações, como herbivoria e mortalidade podem ser processos densidade-dependentes, e exercem influência muito maior em sementes e plântulas (Crawley, 1997; Peters, 2003). Armelin (2005) discute como os processos densidade-dependentes podem afetar a abundância de sementes, seja ainda na matriz, seja logo após a dispersão. Nadolny (1999) e Webb & Peart (1999), avaliaram mortalidade densidade-dependente em plântulas, sendo que os dois estudos encontraram mortalidade relacionada com a densidade.

O aumento da mortalidade de plântulas densidade-dependente já havia sido discutido em outros trabalhos, de forma que foi encontrado aumento no recrutamento próximo a adultos co-específicos. Hubbell *et al.* (1980) e Condit *et al.* (1992), observaram altas taxas de recrutamento per capita próximo dos adultos co-específicos, levando-se a acreditar que esta relação se deve ao fato do maior número de sementes caindo perto desses indivíduos, o que levaria a uma maior probabilidade de recrutamento.

A distribuição em classes etárias é um importante indicador da estrutura da população, além de gerar dados sobre o padrão de desenvolvimento destas. Esse fator influencia as taxas de mortalidade e natalidade, pois as proporções entre os grupos etários determinam o estado reprodutivo da população e como esta poderá estar no futuro (Odum, 1988). Populações com rápido crescimento, geralmente, apresentam uma grande proporção de indivíduos jovens, ao contrário de uma população estacionária, que apresenta uma grande proporção de indivíduos velhos. Dessa forma, podemos classificar as populações em 3 classes etárias: pré-reprodutiva, reprodutiva e pós-reprodutiva, sendo que essas classes variam em duração entre as espécies (Odum, 1988).

Segundo Odum (1988), as populações podem apresentar dois padrões básicos de crescimento, mas que podem sofrer combinações e/ou modificações de acordo com o organismo ou o meio. Na forma de crescimento exponencial (ou “J”) ocorre rápido aumento da densidade, de forma exponencial, parando abruptamente quando a resistência ambiental ou algum outro fator restringem o crescimento; desta forma, não apresenta nível de equilíbrio, podendo acarretar em flutuações da densidade. As populações que apresentam esta forma de crescimento são denominadas populações oportunistas (Pianka, 1994). O outro padrão é conhecido por sigmoidal, ou em S, caracterizado pelo lento crescimento na fase inicial, depois mais rapidamente (de forma parecida com a exponencial) e conforme aumenta a resistência

ambiental, a taxa de crescimento vai diminuindo, até que o equilíbrio seja encontrado e mantido. Esta fase de equilíbrio é chamada de capacidade máxima de suporte (Odum, 1988).

Segundo Harper (1977), quatro fatores são responsáveis pelo tamanho de um indivíduo e pela posição que esse ocupa na hierarquia de tamanhos em uma população, sendo esses, o capital inicial, que é o tamanho do embrião e das reservas, taxa de crescimento, que está relacionada com o genótipo no dado ambiente, a duração do período de crescimento e as restrições ao crescimento, impostas pela presença, características e arranjo dos vizinhos.

Populações convergem ao longo do tempo para uma média de biomassa por unidade de área, o que pode indicar que as plantas de mesma idade ajustam seu tamanho dependendo da densidade (Solbrig, 1981). No entanto, nem todos os indivíduos da população são do mesmo tamanho, geralmente apresentando uma hierarquia de tamanho, com muitos indivíduos nas classes menores e poucos grandes indivíduos, havendo também maior mortalidade concentrada nas classes menores (Harper, 1977, Solbrig, 1981).

Para o estudo do padrão de desenvolvimento das populações de plantas, utiliza-se muitas vezes a distribuição em classes de idade, mas o uso de classes de tamanho é justificável se a relação entre tamanho e idade já tiver sido testada estatisticamente (Harper, 1977). Além disso, se a intenção for prever futuras tendências, ou a reprodução em plantas, o uso de dados de tamanho são melhores e mais úteis do que propriamente dados de idade (Gatsuk *et al.*, 1980, Knowles & Grant, 1983; Arista, 1995).

Outro fator que influencia as populações é a distribuição espacial de seus indivíduos. Conforme Odum (1988), os indivíduos podem apresentar 3 padrões: agregado, aleatório ou uniforme. No padrão agregado, os indivíduos apresentam-se em grupos e desse modo, a presença de um aumentaria a probabilidade de se encontrar um outro da mesma espécie. No padrão aleatório, cada indivíduo ocorre ao acaso no espaço, e independente da presença de outros. Já no uniforme, os indivíduos são regularmente espaçados, fato que pode ocorrer devido a severa competição, o que faria com que a presença de um inibi-se a ocorrência de outro próximo a ele.

Esses padrões variam entre as populações conforme a competição entre os indivíduos, probabilidade de sobrevivência de plântulas, seus processos reprodutivos, características comportamentais de seus dispersores, condições meteorológicas e diferenças entre habitats (Janzen, 1970; Odum, 1988). Segundo Greig-Smith (1983 *apud* Silva, 1991), podem-se agrupar esses fatores em 2 tipos: os intrínsecos e os extrínsecos. Os fatores intrínsecos referem-se às características da espécie, como morfologia, síndrome de dispersão e idade da planta; os extrínsecos estão relacionados às características ambientais, como temperatura, umidade, luminosidade e concentração de nutrientes. Silvertown (1987) considera a

microdistribuição de folhas e a área da copa das plantas já estabelecidas como fatores determinantes do recrutamento e da distribuição espacial de plântulas. Yeaton (1979 *apud* Silva, 1991) sugeriu que a competição intraespecífica por nutrientes, luminosidade e espaçamento explicaria a distribuição espacial de plântulas e adultos de uma palmeira no Panamá.

Estudos sobre a estrutura espacial das populações são importantes por auxiliar no entendimento da estrutura da comunidade, assim como para o entendimento das características intrínsecas da população, além de fornecer informações para a conservação das populações, que se mantêm estáveis ao longo dos anos (Silva, 1991).

Vários estudos sobre estrutura de tamanho e espacial de populações foram realizados, em ambientes tropicais e não-tropicais, encontrando diferentes padrões, como os trabalhos de Crisp & Lange (1976), Knowles & Grant (1983), Ramirez & Arroyo (1990), Agren & Zackrisson (1990), Santos (1991), Silva (1991), Arista (1995), Osunkoya (1999), Condit *et al.* (2000), Manabe *et al.* (2000), Marques & Joly (2000), Souza (2004) e Armelin (2005), Kinupp & Magnusson (2005) e Röder & Kiehl (2006).

Na região de ocorrência da Floresta Ombrófila Mista poucos trabalhos foram realizados enfocando as estruturas de tamanho e espacial de populações vegetais, destacando-se os trabalhos com *Ocotea porosa* (Lauraceae) em Santa Catarina (Caldato *et al.* 1999), com *Rudgea parquioides* (Rubiaceae) no Paraná (Salvalaggio *et al.*; dados não publicados) e com *Solanum mauritianum* no Paraná (Barboza *et al.* dados não publicados).

### **2.3. ASPECTOS ECONÔMICOS E HISTÓRICOS DE *Ilex paraguariensis***

A erva-mate já era conhecida pelos nativos da América do Sul, fato esse, observado pelo registro de folhas de *I. paraguariensis* nos túmulos incas, no Peru. Seu uso já era referido pelos espanhóis e portugueses no período da colonização, no início do século XVI, as primeiras notícias datando de 1541 (Costa, 1989; Maccari Junior, 2000). Os documentos citam o uso de uma bebida usada pelos nativos da região do Guairá e tratam seu uso como um vício, havendo tentativas de se proibir seu uso, pelos jesuítas, que chegaram a denominá-la “erva do diabo” (Costa, 1989). A Igreja resolveu suspender a proibição do uso, com medo de perder fiéis, ao perceber que o procedimento incitou ainda mais o consumo (Martins, 1926). Posteriormente o impulso da produção de erva-mate veio com os jesuítas, que perceberam o valor de se cultivar a bebida, tornando-se os maiores propagadores da cultura ervateira (Martins, 1926; Costa, 1989).

O processo histórico-geográfico da erva-mate está atrelado aos ciclos econômicos e ao tropeirismo, o sistema de transporte das outras culturas do sul do Brasil no século XIX (Maccari Junior, 2000). As folhas de *Ilex* eram utilizadas pelos tropeiros para disfarçar a água salobra e para aliviar a sensação de fome, quando da ausência de outras formas de alimentação, devido às propriedades nutritivas da erva-mate (Costa, 1989). Além disso, a erva-mate teve papel inequívoco na construção de muitas cidades, e no comércio de muitas regiões, sendo que a emancipação política do Paraná da província de São Paulo, em 1853, está associada à prosperidade da erva-mate (Maccari Junior, 2000).

Atualmente, a maior parte da atividade ervateira é extrativista, apesar do cultivo estar se destacando nos últimos anos (Wendt, 2005), integrando a maior parte dos sistemas agroflorestais tradicionais, que auxiliam na manutenção dos pequenos produtores rurais (Wendt, 2005).

Dentre suas propriedades, a produção de bebidas é a que predomina, na forma de chimarrão, tereré, chá mate (queimado, verde, solúvel) e refrigerantes, apesar de outras formas de uso, em menor escala, industrialmente, como corante natural, cosméticos, medicamentos, produtos de despoluição ambiental, entre outros (Costa, 1989; Maccari Junior, 2000).

A erva-mate é explorada comercialmente no Brasil principalmente nos 3 estados sulinos, seguidos pela produção de Mato Grosso do Sul (Maccari Junior, 2000). O Rio Grande do Sul chegou a ser responsável por 50% da produção brasileira, na década de 70, mas perdeu seu posto para o estado do Paraná, em 1999, que produz atualmente 37% do total, seguido de Santa Catarina, com 36% (Wendt, 2005).

O parque industrial da erva-mate no Brasil é constituído de 750 empresas, predominantemente de pequeno porte, mas que geram cerca de 710.000 empregos em 180.000 propriedades atuantes (Maccari Junior, 2000). De toda a produção, 80% é consumida no mercado nacional, sendo o restante exportado para o Uruguai, Chile, Alemanha e Estados Unidos (Maccari Junior, 2000).

Alguns estudos discutem a utilização da erva-mate de forma terapêutica, sendo constatados efeitos sobre o trato digestório, o sistema cardiovascular e respiratório, sistema nervoso, sistema imunológico, entre outros (Maccari Junior, 2000).

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo geral:

Este trabalho teve como objetivo geral caracterizar a estrutura populacional de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Aquifoliaceae) em três fragmentos, com diferentes graus de perturbação, para avaliar se essas populações estão apresentando regeneração, e desta forma, apresentam capacidade de auto-manutenção.

#### 3.2. Objetivos específicos

- 1) Analisar se existem diferenças no grau de perturbação (medidos pela cobertura da copa e densidade de caules com DAP acima de 5 cm, na floresta) entre as áreas.
- 2) Verificar se existem diferenças entre as estruturas espacial (agrupada, aleatória ou uniforme) e de tamanho (altura e diâmetro) das populações amostradas.
- 3) Se (1) e (2) forem verdadeiros, analisar se existe relação entre o grau de perturbação e a estrutura das populações.

### 4. MATERIAL E MÉTODOS

#### 4.1. ÁREAS DE ESTUDO

O estudo foi realizado em três áreas distintas (Figura 1), sendo as Áreas 1 e 2 localizadas na Floresta Nacional de Irati, no município de Fernandes Pinheiro, PR, e a Área 3 no município de São João do Triunfo, PR, em uma propriedade particular, denominada Fazenda Canudos. Todas as áreas de estudo se localizam na região de ocorrência de Floresta Ombrófila Mista.

A Floresta Nacional de Irati (FLONA de Irati), inicialmente denominada Parque Florestal Manoel Henrique da Silva, foi criada em 1946. Localizada no segundo Planalto Paranaense, (25° 22' 48" S e 50° 35' 17" O), ocupa uma área de 3.495 ha e apresenta uma altitude média de 893 metros. Apresenta clima do tipo Cfb – subtropical úmido sem estação seca - segundo a classificação de Köppen, com temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C e média do mês mais frio superior a 10°C e mais de cinco geadas por ano. A precipitação média anual é de 1442 mm. O solo é da classe Argissolo Vermelho-Amarelo e

Latossolo Vermelho distrófico, com material originário do argilito do Grupo Passa Dois. Observa-se na FLONA duas formações florestais naturais – Floresta Ombrófila Mista em sua maioria e uma pequena extensão de Floresta Estacional Semidecidual. Essas formações representam aproximadamente 49% da área, apresentando diferentes graus de alteração. Em cerca de 22% da área observa-se reflorestamento com espécies exóticas, enquanto 18% apresenta reflorestamento com *Araucaria angustifolia*. Ambas as áreas apresentam histórico de extração seletiva de madeira (principalmente Araucária e Imbuia), mas não sofrem alterações desde a criação da FLONA (Hosokawa & Machado, 1989).

Na FLONA de Irati foram selecionadas 2 áreas (Área 1 e Área 2) que apresentam características fisionômicas distintas, diferenciadas inicialmente pela estrutura do sub-bosque. A área 1 apresenta sub-bosque menos denso, com menor densidade de espécies arbustivas, e maior número de árvores. Já a área 2 apresenta alta densidade de taquaras, lianas e arbustos, produzindo um sub-bosque denso, mas um número menor de árvores, quando comparada com a Área 1.

A Área 3, localizada na Fazenda Canudos (25° 37' 03" S e 50° 21' 40" W), possui área total de 557 ha, sendo 486 ha protegidos pela Campanha de Adoção de Floresta com Araucária da Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS). O clima da região é do tipo Cfb, com média de temperatura no mês mais quente em torno de 24°C e no mês mais frio em torno de 13°C. A região apresenta precipitação média anual de 1591 mm e altitude média de 780 m. Apresenta solos com caráter distrófico, caracterizado por associações de Cambissolos Háplicos, Alissolos Crômicos Húmicos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Litólicos. Na fazenda são visíveis a Floresta Ombrófila Mista nas sub-formações Montana e Aluvial (Blum & Hoffmann, 2006).



**Figura 1.** Mapa do estado do Paraná destacando as regiões de estudo.

#### 4.2. CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE

*Ilex paraguariensis* St Hil., popularmente conhecida como erva-mate ou congonha, foi descrita pela primeira vez pelo naturalista francês August de Saint Hillaire, do Museu de História Natural de Paris, em 1822 (Wendt, 2005). É uma espécie dióica, perene, com porte arbóreo e que pode alcançar os 100 anos de idade. Em regiões naturais chega a 30m de altura (Carvalho, 2003).

Possui tronco cilíndrico, reto ou pouco tortuoso, geralmente entre 20 e 40 cm de diâmetro. A casca externa possui cor cinza-clara a acinzentada, persistente e com textura áspera a rugosa. A casca interna possui cor branco-amarelada, com aspecto arenoso, que escurece rapidamente ao ser exposta ao ar (Reitz *et al.*, 1988; Carvalho, 2003).

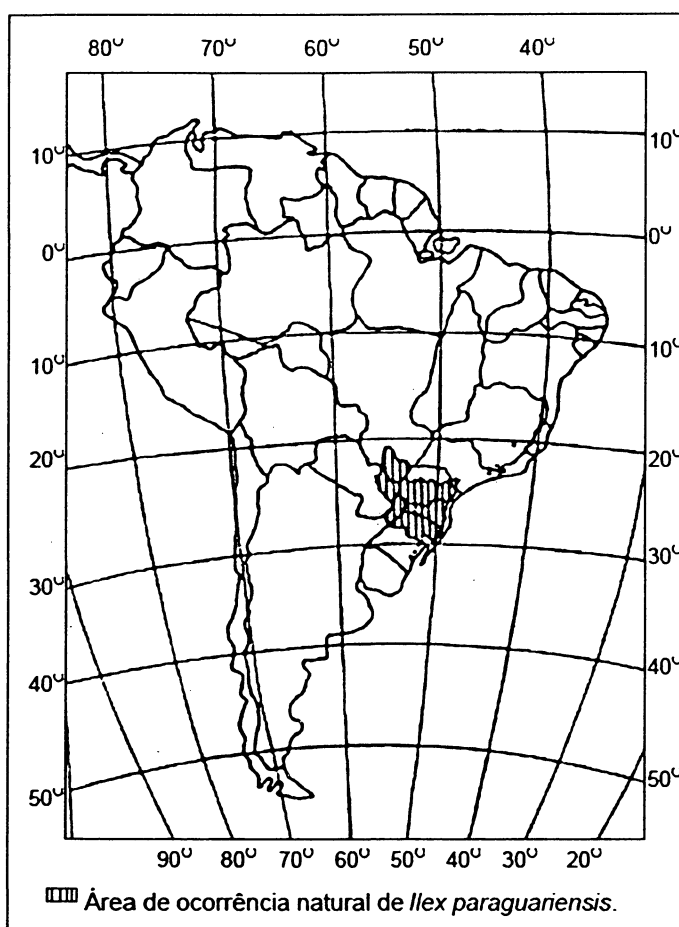
Apresenta folhas simples, alternas, estipuladas (geralmente), coriáceas a subcoriáceas, base estreita e ápice obtuso. Lâmina foliar variando entre 5 - 10cm de comprimento e 3 - 4cm de largura, apresentando margem serrilhada ou dentada, sendo que o terço da base é geralmente liso; pecíolo relativamente curto (entre 7 - 15mm) e nervuras pouco impressas na face adaxial e salientes na abaxial (Reitz *et al.*, 1988; Carvalho, 2003).

Flores pequenas, pedunculadas e dispostas nas axilas das folhas superiores. Apresenta quatro sépalas verdes e quatro pétalas brancas (Foltran, 2004).

O período de floração ocorre de setembro a dezembro (predominante em outubro) e o amadurecimento dos frutos inicia-se em dezembro e segue até março (Reitz *et al.*, 1988). Os frutos são drupas globosas de 4 a 6mm de diâmetro, de superfície lisa. A polpa é mucilaginosa, e cada fruto produz 4 ou 5 sementes de cor marrom, muito duras, pequenas e de forma variável (Carvalho, 2003).

A distribuição natural de *Ilex paraguariensis* compreende aproximadamente 540.000 km<sup>2</sup>, sendo restrita a apenas três países (Brasil, Argentina e Paraguai), e cinco estados no Brasil – Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo – o que equivale a 450.000 km<sup>2</sup> (83%) do total de sua distribuição (Maccari Junior, 2000). Aparece espontaneamente na região de Floresta com Araucária e florestas subtropicais, não sendo encontrada na região dos campos naturais (Oliveira & Rotta, 1985).

Segundo Oliveira & Rotta (1985), a erva-mate tem sua distribuição predominantemente nos climas Cfb (temperado úmido, com média de temperatura do mês mais quente inferior a 22°C) e Cfa (temperado úmido, com média de temperatura do mês mais quente superior a 22°C), podendo ocorrer nas regiões de clima Cwa (temperado ou subtropical com inverno seco) e Aw (tropical com inverno seco); nestas regiões a precipitação anual média é de 1500mm (Figura 2).



**Figura 2.** Área de ocorrência natural de *Ilex paraguariensis* na América do Sul. Adaptado de Oliveira & Rotta (1985).

### 4.3. LEVANTAMENTO DOS DADOS POPULACIONAIS

Em cada área foi delimitada uma área de amostragem de 2000m<sup>2</sup>, nas quais foram definidas 20 parcelas de 10m x 10m, sendo que estas foram sub-divididas em 80 parcelas de 5m x 5m. O estudo foi realizado entre julho e outubro de 2006.

Com a finalidade de definir o grau de conservação de cada área, no ponto central de cada parcela de 10m x 10m foram tomadas as medidas de cobertura de dossel, utilizando-se um densiômetro côncavo de Blume Leiss®, o qual consiste num espelho côncavo, que apresenta 24 quadrículas, a partir do qual observa-se uma imagem do dossel, e conta-se o número de quadrículas não preenchidas, i.e, não sombreadas pelo dossel. Para uma melhor estimativa, dividiu-se cada uma das quadrículas em 4, totalizando assim 96 pontos de contagem. Em cada parcela, foram feitas 4 medições, uma em cada ponto cardeal (N, S, L, O), e posteriormente, foi feita a média entre os valores encontrados. Após a contagem,

multiplicou-se o valor encontrado por 1,04 (fator de correção) e subtrai o total de 100, chegando assim à estimativa da cobertura do dossel.

Para estimar a densidade de plantas (outras espécies), em cada uma das parcelas foi levantado também o número de caules com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 5cm.

Em cada uma das parcelas foram identificados e marcados com uma plaqueta metálica todos os indivíduos de *Ilex paraguariensis* com altura superior a 10cm. Para cada indivíduo foram tomadas os dados de diâmetro da base (DB), com auxílio de um paquímetro, e altura (medida com régua, ou estimada quando essa ultrapassava 2 metros). Quando o diâmetro ultrapassava o limite do paquímetro, a circunferência (C) da base era tomada com o auxílio de uma trena, e convertida a diâmetro pela fórmula  $DB = C/\pi$ .

Os indivíduos amostrados foram separados em estádios de desenvolvimento, conforme recomendações de Gatsuk *et al.* (1980). Os jovens eram indivíduos entre 10 cm e 150 cm e que apresentam apenas ramificações primárias, sendo o crescimento secundário pouco expressivo. Os pré-adultos eram indivíduos entre 150 cm e 300 cm, e já apresentavam ramos secundários, ocorrendo um adensamento da copa, mas, no entanto, com crescimento secundário inconspícuo. Os adultos eram indivíduos acima de 300, com crescimento secundário do caule bem evidente, além de ramificações secundárias e copa densa.

#### 4.4. ANÁLISE DOS DADOS

As áreas foram comparadas entre si pelo teste de Tukey-Kramer, levando-se em consideração a cobertura do dossel e a densidade de indivíduos de DAP acima de 5 cm, com a intenção de verificar se há relação entre as médias das mesmas.

A partir dos dados coletados em campo, foram realizadas análises de distribuição de frequência nas classes de altura e diâmetro dos indivíduos de *Ilex paraguariensis* em cada área. Os indivíduos levantados foram separados em 8 classes de tamanho, seguindo recomendações de Vandermeer (1978). A assimetria no número de indivíduos nas distribuições em classes (altura e diâmetro) foi analisada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (Zar, 1999).

Foi realizada também uma análise de correlação de Spearman, para verificar se existia relação entre a densidade de caules e cobertura de dossel em cada estádio.

Em cada área avaliou-se a distribuição espacial dos indivíduos pelo Índice de dispersão de Morisita ( $I_d$ ) (Brower e Zar, 1984), o qual foi posteriormente avaliado por um teste Qui-Quadrado, para verificar sua significância (Brower e Zar, 1984).

Para verificar se existe relação de crescimento, foi realizada uma regressão linear para os dados de altura e diâmetro, das três áreas, separadamente.

Também foi realizada uma correlação entre os dados populacionais e os dados de cobertura de dossel e densidade de caules das áreas, para verificar se há ou não uma relação entre o estado de conservação da área e o número de indivíduos de *Ilex paraguariensis*.

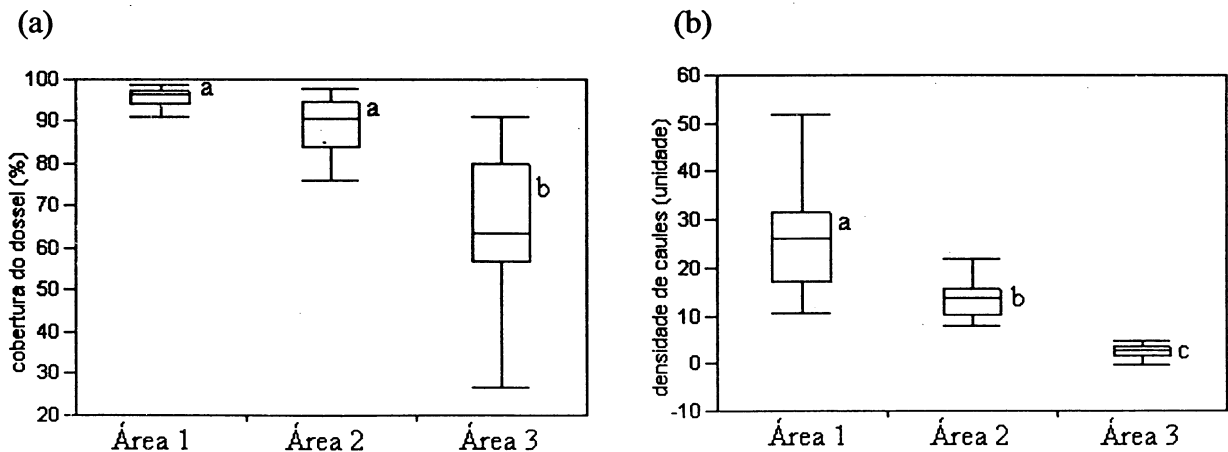
## 5. RESULTADOS

### 5.1. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS

Analisando as médias de cobertura de dossel, observa-se que as áreas diferiram entre si ( $F=48,44$ ,  $p<0,0001$ ), sendo que as áreas 1 e 2 apresentaram médias de cobertura semelhantes, maiores que a Área 3 (Figura 3a).

Na avaliação da densidade média de caules ( $DAP > 5$  cm), verificou-se que as três áreas diferiram entre si ( $F=63,00$ ,  $p<0,0001$ ) (Figura 3b).

Houve forte relação entre a densidade de caules e a cobertura ( $r^2=0,46$ ;  $F=48,85$ ;  $p<0,0001$ ).



**Figura 3.** Médias da cobertura do dossel (a) e da densidade de caules (b), em áreas de Floresta Ombrófila Mista, no estado do Paraná. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey-Kramer).

## 5.2. ESTRUTURA DAS POPULAÇÕES

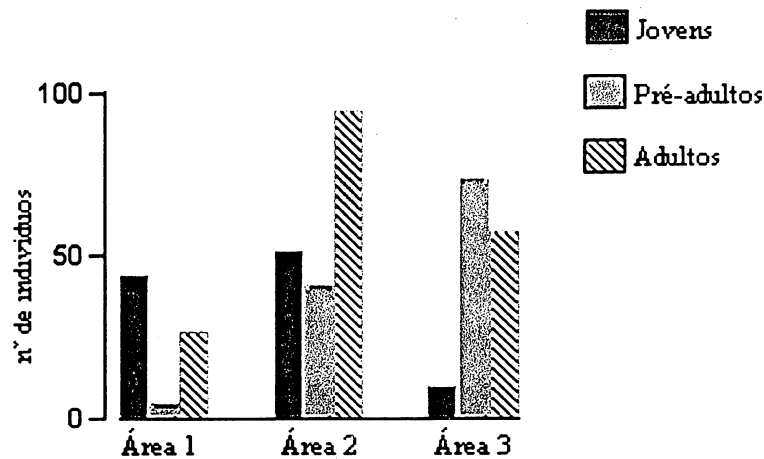
No total, foram encontrados 406 indivíduos de *Ilex paraguariensis*, nas três áreas (Tabela 1). A densidade estimada foi diferenciada nas três áreas (Tabela 1).

O número de indivíduos em cada estágio de desenvolvimento foi diferente, nas três áreas de estudo ( $|D_{\max}|=18,7; 32,4; 37,3$ , respectivamente, para as áreas 1, 2 e 3) (Figura 4).

**Tabela 1.** Dados populacionais de três populações de *Ilex paraguariensis*, em áreas de Floresta Ombrófila Mista, no estado do Paraná.

	Área 1	Área 2	Área 3
N. indivíduos	76	188	142
Densidade estimada (ind.ha <sup>-1</sup> )	380	940	710
Dens. estimada (ind.ha <sup>-1</sup> ) – Jovens	220	260	100
Dens. estimada (ind.ha <sup>-1</sup> ) – Pré-adultos	25	205	370
Dens. estimada (ind.ha <sup>-1</sup> ) – Adultos	135	475	240

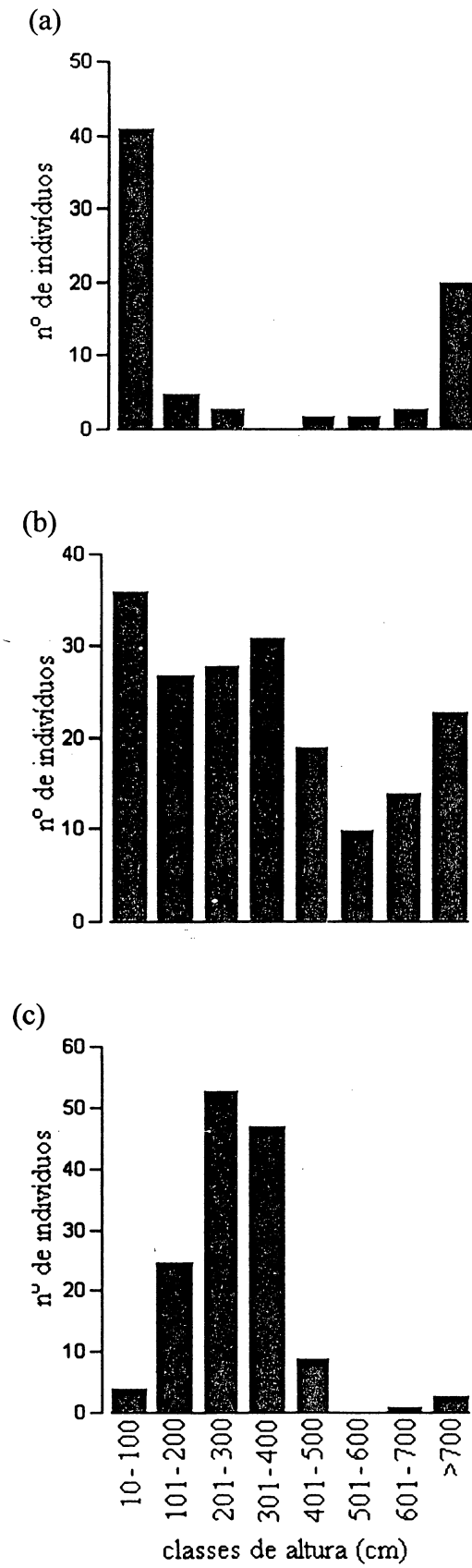
Observando-se a distribuição dos indivíduos nas classes de altura (Figura 5) verifica-se que na Área 1 há uma concentração de indivíduos ( $|D_{\max}|=36,5; p<0,05$ ) na primeira classe (até 100cm), com grande decréscimo nas classes seguintes, e aumento na última classe (>700cm). Analisando a Área 2, percebe-se uma alta concentração de indivíduos nas 4 primeiras classes ( $|D_{\max}|=30; p<0,05$ ), com decréscimo nas 2 seguintes e aumento gradativo nas últimas duas. Já na Área 3, percebe-se grande concentração de indivíduos nas classes 3 e 4 ( $|D_{\max}|=120,25, p<0,05$ ), com grande variação destas para com as outras classes, sendo que apenas estas duas classes representam 70% do total de indivíduos.



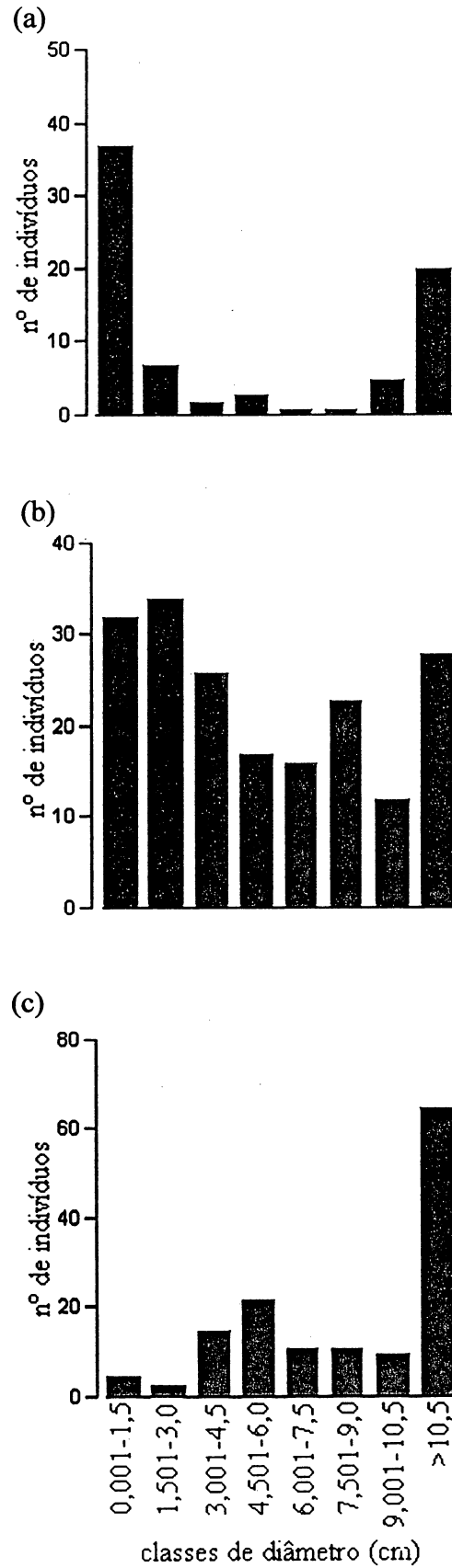
**Figura 4.** Distribuição dos indivíduos de *Ilex paraguariensis* nos estádios de desenvolvimento, em áreas de Floresta Ombrófila Mista, no estado do Paraná.

Quanto às classes de diâmetro, observa-se que as Áreas 1 e 2 seguem padrões parecidos aos encontrados em suas distribuições de altura, fato que não ocorre na Área 3 (Figura 6). Na Área 1, ocorre distribuição de forma exponencial negativa, com grande concentração de indivíduos na classe 1 ( $|D_{\max}|=27,5$ ;  $p<0,05$ ), com queda nas classes seguintes, e aumento na última classe. Na Área 2, ocorre maior concentração nas 3 primeiras classes ( $|D_{\max}|= 21,5$ ,  $p<0,05$ ). Na Área 3, a classe predominante foi a 8, seguida pelas classes 4 e 3, com poucos indivíduos distribuídos nas restantes ( $|D_{\max}|=47,25$ ,  $p<0,05$ ). Esta classe representou aproximadamente 46% de todos os indivíduos desta área.

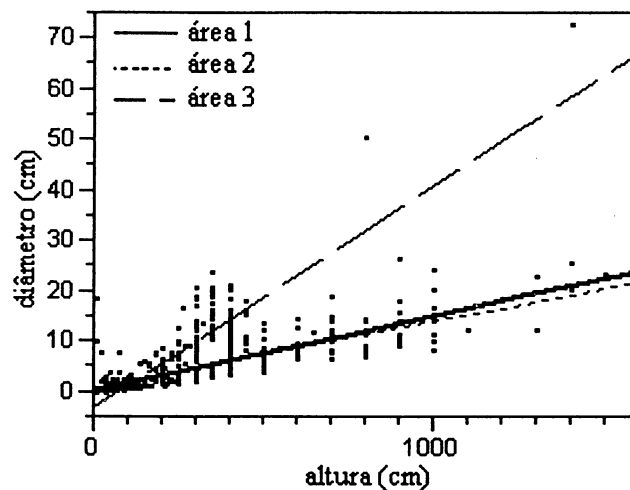
Houve uma forte relação entre altura e diâmetro dos indivíduos nas três áreas, porém as inclinações das retas mostraram-se distintas (Figura 7).



**Figura 5.** Distribuição em classes de altura em populações de *Ilex paraguariensis* em áreas de Floresta Ombrófila Mista, no estado do Paraná. (a) – Área 1, (b) – Área 2 e (c) – Área 3.



**Figura 6.** Distribuição em classes de diâmetro em populações de *Ilex paraguariensis* em áreas de Floresta Ombrófila Mista, no estado do Paraná. (a) – Área 1, (b) – Área 2 e (c) – Área 3.



**Figura 7.** Regressão entre altura e diâmetro, de populações de *Ilex paraguariensis*, em áreas de Floresta Ombrófila Mista, no estado do Paraná. Área 1 ( $r^2=0,91$ ;  $F=791,77$ ;  $p<0,0001$ ). Área 2 ( $r^2=0,58$ ;  $F=257,24$ ;  $p<0,0001$ ). Área 3 ( $r^2=0,62$ ;  $F=226,89$ ;  $p<0,0001$ ).

Na análise da distribuição espacial dos indivíduos verificou-se que em todas as áreas *Ilex paraguariensis* apresentou índice de Morisita maior que 1, indicando padrão espacial agregado (Tabela 3). A distribuição espacial para os indivíduos divididos nos estádios de desenvolvimento apresentou índice de Morisita maior que 1, em todas as áreas, exceto para o estágio Pré-adulto na Área 1, para o qual o valor foi 0, indicando distribuição uniforme.

**Tabela 2.** Distribuição espacial de três populações de *Ilex paraguariensis*, em áreas de Floresta Ombrófila Mista, no estado do Paraná. Entre parênteses valor de  $\chi^2$ , para  $p<0,05$ .

	Área 1	Área 2	Área 3
I. de Morisita ( $I_d$ )	1,63 (126,11)	1,14 (105,62)	1,40 (134,62)
$I_d$ Juvenis	2,28 (134,18)	1,17 (84,9)	2,67 (94)
$I_d$ Pré-adultos	0	1,22 (87,78)	1,54 (118,4)
$I_d$ Adultos	2,05 (106,33)	133 (110,5)	2,59 (153,7)

### 5.3. RELAÇÕES ENTRE POPULAÇÕES E AMBIENTE

Houve relação entre a cobertura de dossel e a densidade de juvenis (Tabela 3). Da mesma forma, foi encontrada relação entre a densidade de caules e juvenis. Também foi

encontrada uma forte relação negativa entre a cobertura de dossel e pré-adultos e a densidade de caules e pré-adultos. Nos demais casos, não foi verificada esta relação.

**Tabela 3.** Correlação de Spearman ( $r^2$ ) entre os dados ambientais e os estádios de desenvolvimento de *Ilex paraguariensis*, em áreas de Floresta Ombrófila Mista, no estado do Paraná. \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,0001$ ; ns – não significativa

	Juvenis	Pré-adultos	Adultos
Cobertura de dossel	0,28*	-0,64**	ns
Densidade de caules	0,29*	-0,58**	ns

## 6. DISCUSSÃO

Este estudo verificou que as três populações de *Ilex paraguariensis* amostradas apresentam densidades distintas, sendo que as áreas 1 e 2 apresentaram alta densidade de indivíduos juvenis, ao contrário da Área 3, que apresentou distribuição elevada de indivíduos nas maiores classes de tamanho. Possivelmente, essa estrutura verificada na Área 3 esteja relacionada com o extrativismo da erva-mate nessa (P. M. Hoffmann, comunicação pessoal), fato que pode influenciar a manutenção dessa população. Além disso, não foi encontrada relação direta entre a densidade de caules e cobertura de dossel na densidade de *Ilex paraguariensis*, de forma que outros fatores bióticos e abióticos, como características do solo, temperatura e comportamento de polinizadores, podem estar influenciando estas populações (Hutchings, 1997; Sousa, 2004).

Analisando a cobertura de dossel, verificou-se que as áreas 1 e 2 apresentam cobertura semelhantes, fato que não foi observado, porém, na análise de densidade de caules. A Área 3 diferiu das outras duas, em ambos os casos; tanto na média de cobertura, quanto de densidade de caules, essa apresentou valores mais baixos. Esses resultados sugerem como a forma de utilização da área pode afetar as características ambientais das mesmas; as áreas 1 e 2, não sofrem pressão extrativista desde a criação da FLONA, em 1946, ao contrário da Área 3, que apresenta histórico recente de atividades antrópicas. As baixas médias de cobertura e densidade de caules dessa última podem estar diretamente relacionadas com a extração seletiva de madeira e foliar de *I. paraguariensis* (P. M. Hoffmann, comunicação pessoal). Essas pressões ocasionam mudanças na comunidade e nos fatores abióticos destas, causando

alterações no regime de ventos, temperatura, e na composição das espécies, entre outros fatores, afetando diretamente a estrutura e dinâmica dos ecossistemas, que pode acarretar em perda de espécies e de biodiversidade nesses ambientes (Laurance *et al.*, 1997; Viana & Pinheiro, 1998; Tabanez & Viana, 2000).

As três áreas de estudo apresentaram densidades estimadas diferentes. Apesar de as médias de cobertura das áreas 1 e 2 serem semelhantes, a densidade encontrada na Área 2 foi mais do que o dobro da encontrada na Área 1. Além disso, percebe-se que a Área 3 apresentou densidade intermediária entre as áreas, apesar de apresentar as menores médias de cobertura e densidade de caules. Esse fato sugere que os parâmetros utilizados para comparação entre as áreas não apresentam relação direta com a densidade das populações de *Ilex paraguariensis*.

As populações de *Ilex paraguariensis* apresentaram variação das estruturas de tamanho nas três áreas amostradas. Observou-se o predomínio dos indivíduos jovens na Área 1, fato corroborado pela alta densidade de indivíduos nas primeiras classes, tanto de altura quanto na de diâmetro. A estrutura desta população pode ser classificada como “J” invertido (Odum, 1988). A situação observada na Área 2 foi diferente, ocorrendo predomínio das 4 primeiras classes de distribuição de altura e diâmetro, ao invés de 1 classe dominante, e como consequência, 50% dos indivíduos classificados como jovens e pré-adultos. Conforme Odum (1988), a estrutura em “J” invertido de uma população caracteriza um crescimento acelerado da população, determinado pelo domínio desses indivíduos jovens, sendo que esse padrão de crescimento foi encontrado para populações de *Calophyllum brasiliense* (Fischer, 1990), *Quercus rotundifolia* (Arista, 1995), *Ocotea porosa* (Caldato *et al.*, 1999), entre outras. Apesar dessa estrutura em “J” haver sido encontrada, não se pode afirmar que esteja ocorrendo regeneração nas populações de *Ilex paraguariensis* estudadas, pois, apesar da grande densidade de jovens nas áreas, poucas plântulas foram encontradas, fato esse, que pode influenciar a manutenção das populações futuramente (Silvertown, 1987).

Já a população de *Ilex paraguariensis* na Área 3, apresentou elevada densidade de pré-adultos, totalizando mais da metade da amostragem, com predomínio de indivíduos nas classes 3 e 4 na distribuição de altura, apesar de, na distribuição de diâmetro ocorrer predomínio de indivíduos na classe 8. Esta estrutura pode ser explicada pelo fato de ter ocorrido, até recentemente, extrativismo de erva-mate nessa área (P. M. Hoffmann, comunicação pessoal). Diversos métodos são utilizados para o extrativismo da erva-mate, sendo que em um desses, faz-se a poda de desponte na planta jovem, a poucos centímetros do solo, forçando assim a ramificação da planta, que ocorrerá através da formação de ramos laterais ao tronco principal (Medrado *et al.*, 2000). Durante a poda de colheita, retira-se os

ramos jovens, e não se permite o crescimento em altura e da copa dos indivíduos, para facilitar o manejo, e evitar competição entre as plantas (Medrado *et al.*, 2000). Ao se retirar os ramos jovens, faz-se com que a planta deixe de produzir flores, visto que *I. paraguariensis* apresenta flores dispostas nas axilas dos ramos superiores (Foltran, 2004). Esse fator pode sugerir baixa taxa reprodutiva, e explicar a pequena densidade de jovens na Área 3, que segundo Leite *et al.* (1982) e Silvertown (1987) pode representar uma população em redução. Além dessa, outra alteração que o extrativismo foliar pode causar é observada na regressão de altura e diâmetro. Em todas as áreas foi encontrada uma relação positiva entre esses fatores, ocorrendo aumento de diâmetro com o aumento da altura. Porém, percebe-se que na Área 3 ocorre variação mais expressiva no diâmetro conforme se aumenta a altura, quando comparada com as outras duas, sugerindo, desta forma, como a extração foliar pode afetar as populações de *Ilex paraguariensis*, pois, para facilidade de manejo, não permite-se que a planta cresça normalmente, produzindo árvores com altura baixa, apesar do incremento em diâmetro continuar a ocorrer.

A distribuição espacial de *Ilex paraguariensis*, nas três áreas de estudo, foi agregada. O mesmo resultado foi encontrado para os estádios de desenvolvimento em cada uma das áreas, exceto para Pré-adultos, na Área 1, que apresentou padrão uniforme. Segundo Hubbell (1979, 1980) a distribuição aleatória é comum a espécies que apresentam “pontos de origem”, i.e., locais de alta densidade rodeados por outros de menor densidade. Foster (1986, *apud* Kinupp & Magnusson, 2005) afirmou que essa distribuição está pouco relacionada com a topografia local e condições edáficas, ocorrendo ao acaso. Hutchings (1997), entretanto, afirma que fatores como luminosidade, características do solo, taxas de recrutamento, mortalidade e mesmo os fatores aos quais os ancestrais foram submetidos influenciam a estrutura espacial das populações. Além disso, são afetados pelas características comportamentais de seus dispersores e competição entre os indivíduos, segundo Janzen (1970) e Odum (1988). Esse padrão de distribuição agregada foi encontrado por Marques & Joly (2000), estudando uma população de *Calophyllum brasiliense*, Araujo (2004) em seu trabalho com *Actinostemon concolor*, além do trabalho de Condit *et al.* (2000), no qual verificaram o padrão de dispersão de 1768 espécies tropicais, encontrando o padrão agregado na maioria destas.

Ao analisar a cobertura de dossel dos sítios de estudo, observa-se que as áreas 1 e 2 apresentam médias iguais, mas, no entanto, ocorre grande variação na densidade de indivíduos entre essas áreas. Apesar disso, quando se relaciona a cobertura do dossel com os estádios de desenvolvimento, percebe-se uma resposta positiva entre aquela e os indivíduos juvenis, ocorrendo maior concentração desses nas parcelas de maior sombreamento e de

forma contrária, uma resposta negativa entre os pré-adultos das parcelas, ocorrendo diminuição do número desses com o aumento da área de sombra. Conforme Silvertown (1987) a área da copa, produzindo sombreamento, esta diretamente relacionada com o recrutamento e a distribuição espacial de plântulas, fato que pode ser observado neste estudo. Augspurger (1984) afirmou que o requerimento de luminosidade dentro das espécies varia conforme a planta cresce. Da mesma forma, Denslow (1980) citou que as espécies possuem diferentes necessidades para a regeneração, algumas destas, ligadas a clareiras, de diferentes tamanhos, apesar de não se saber em que momento a planta se torna dependente dessas, e nem o tamanho necessário desta para cada espécie. Isso é observado quando são comparadas as relações dos juvenis e dos pré-adultos, com a cobertura do dossel. De uma situação na qual os juvenis apresentam relação positiva com a cobertura, passa-se a uma onde a presença de pré-adultos é regulada negativamente conforme esta cobertura aumenta.

Esse fato pode ser explicado pela hipótese de Webb *et al.* (1972), que sugeriram que a alta densidade de indivíduos nas primeiras classes pode estar relacionada com permanência das plântulas nestas classes até o momento da abertura de uma clareira (através da queda de uma árvore ou alta mortalidade), que possibilite o crescimento desses indivíduos posteriormente, ocorrendo variação no requerimento de luminosidade, conforme já citado.

Ao contrario da análise de cobertura, a densidade de indivíduos com caule acima de 5cm de DAP variou significativamente entre as três áreas. A relação entre esse fator e os indivíduos nos estádios de desenvolvimento foi semelhante ao encontrado na análise desses com a cobertura de dossel, sendo que os juvenis apresentaram uma resposta positiva, ao contrário dos pré-adultos, que apresentaram resposta negativa. Esse fato pode estar relacionado à forte relação entre cobertura de dossel e densidade de caules, de forma que o aumento na densidade de caules leva ao aumento na cobertura de dossel, produzindo respostas semelhantes à cobertura de dossel, nos indivíduos.

Entre todos os estádios de desenvolvimento, adultos foram os únicos que não sofreram influência da cobertura ou da densidade de caules. Isso se deve ao fato de que a maioria dos fatores reguladores das populações exerce maior influência sobre as plântulas (Crawley, 1997; Peters, 2003). Herbivoria, predação, competição por luminosidade e nutrientes e mortalidade, estão entre os fatores que afetam os indivíduos mais novos (Crawley, 1997; Peters, 2003; Armelin, 2005).

Conclui-se, desta forma, que as populações de *Ilex paraguariensis* nas três áreas de estudo possivelmente não estão apresentando regeneração, pois não foram encontradas plântulas, contudo, indivíduos juvenis foram encontrados nas áreas 1 e 2. Além disso, pode-se inferir sobre as implicações do extrativismo nas populações de erva-mate, que possivelmente

está impedindo a regeneração da população na Área 3. Da mesma forma, conclui-se que os fatores utilizados para classificar o grau de conservação das áreas (cobertura de dossel e densidade de caules) não explicam diretamente as estruturas de tamanho encontradas.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitas populações naturais de *Ilex paraguariensis* sofreram e continuam a sofrer com a ação do extrativismo, no estado do Paraná. Os resultados deste trabalho indicam que a poda dos indivíduos de erva-mate pode impossibilitar a regeneração natural destas populações, devido à ausência de flores e frutos, fato que pode levar à redução dessas em áreas naturais. É de grande importância, desta forma, que outros estudos avaliem a regeneração de *I. paraguariensis* em áreas que sofreram este extrativismo.

A ausência de estudos com populações naturais de erva-mate dificulta, também, o entendimento dos processos desta espécie. Estudos de fenologia e crescimento de plântulas foram conduzidos em plantios ou em laboratório, e apresentam condições ambientais muito diferentes das encontradas na floresta. Além disto, pode ocorrer variação na produção de sementes entre os anos, o que resulta em variações na densidade de plântulas, e este fato só poderia ser observado em um estudo a longo prazo. Desta forma, através dos dados obtidos neste trabalho, verificou-se que a taxa de regeneração está sendo baixa em todas as áreas, em especial na área em que ocorreu extrativismo recente.

## 8. REFERÊNCIAS

- AGREN, J. & ZACKRISSON, O. **Age and size structure of *Pinus sylvestris* populations on mires in central and northern Sweden.** *Journal of Ecology*, 78, pp. 1049 – 1062, 1990.
- ARAUJO, C.G. **Dinâmica populacional de *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll. Arg. (Euphorbiaceae) em área alagável no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná.** Dissertação de mestrado em Botânica, Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, 81p., 2004.
- ARISTA, M. **The structure and dynamics of an *Abies pinsapo* forest in southern Spain.** *Forest Ecology and Management*, v.74, p.81-89, 1995.

- ARMELIN, R.S. **As dinâmicas de *Schefflera angustissima* (March.) Frodin. (Araliaceae) e de *Andira anthelmia* (Vell.) March. (Fabaceae) na Reserva de Morro Grande, São Paulo.** Tese de doutorado na área de Ecologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 221p., 2005.
- AUGSPURGER, C. K. **Light requirements of neotropical tree seedlings: a comparative study of growth and survival.** *Journal of Ecology*, 72, pp. 777 – 795, 1984.
- BLUM, C. T. & HOFFMANN, P.M. **Plano de Gestão – Fazenda Canudos – São João do Triunfo, PR.** Programa de Adoção de Florestas com Araucária. Realização Sociedade Chauá. Parceiros SPVS e RIGESA. Relatório técnico, 2006.
- BRITZ, R. M. ; SILVA, S. M. ; SOUZA, W. E. S. & MOTTA, J. T. W. **Levantamento florístico em Floresta Ombrófila Mista, São Mateus do Sul, Paraná.** *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 1147-1161, 1995.
- BROKAW, N.V.L. **Algunos aspectos importantes en el estudio de la demografía de plantas en los bosques tropicales.** *Revista da Biología Tropical*, 35(supl. 1), pp. 205 – 206, 1987.
- BROWER, J.E. & ZAR, J.H. **Field & laboratory methods for general ecology.** Wm. C. Brown Publishers, Boston, 226p., 1984.
- CALDATO, S.L.; SOLON, J.L. & FLOSS, P.A. **Estrutura populacional de *Ocotea porosa* (LAURACEAE) em uma floresta Ombrófila Mista, em Caçador (SC).** *Ciência Florestal*, Santa Maria, V.9, n.1, p. 89-101, 1999.
- CARVALHO, P.E.R. **Levantamento florístico da região de Irati/PR (1ª aproximação).** Curitiba, EMBRAPA, Circular técnica (3), 44p., 1980.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies Arbóreas Brasileiras.** 1. Brasília: Embrapa/Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 1039 p, 2003.
- CASTELLA, P.R. & BRITZ, R.M. **A Floresta com Araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais.** Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Apoio: Projeto de Conservação e Utilização Sustentável de Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO. Brasília: MMA, 236p, 2004.
- CERVI, A.C.; SCHIMMELPFENG, L.C.T. & PASSOS, M. **Levantamento do estrato arbóreo do Capão da Educação Física da Universidade Federal do Paraná.** *Estudos de Biologia*, Curitiba, XVII, pp. 50 – 51, 1987.
- CONDIT, R.; HUBBELL, S.P. & FOSTER, R.B. **Recruitment near conspecific adults and the maintenance of tree and shrub diversity in a neotropical forest.** *The American Naturalist*, 140, pp. 261 – 286, 1992.

- CONDIT, R. *et al.* **Spatial patterns in the distributions of tropical tree species.** *Science*, 288, pp. 1414 – 1418, 2000.
- CONNELL, J.H., TRACEY, J.G. & WEBB, L.J. **Compensatory recruitment, growth, and mortality as factors maintaining rain forest tree diversity.** *Ecological Monographs*, 54, pp.141 - 164, 1984.
- COSTA, S.G. **A Erva-mate.** Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. Scientia Et Labor, Ed. UFPR, Curitiba, 1989.
- CRAWLEY, M.J. **Plant Ecology.** Blackwell, Oxford, 496p., 1997.
- CRISP, M.D.; LANGE R.T. **Age structure, distribution and survival under grazing of the arid-zone shrub *Acacia burkittii*.** *Oikos*, 27, pp. 86 – 92, 1976.
- DENSLOW J.S. **Gap partitioning among tropical rainforest trees.** *Biotropica*, 12 (Supplement), pp. 47 – 55, 1980.
- FISCHER, E.A. **Distribuição de freqüência de classes de tamanho e estratégia reprodutiva de *Calophyllum brasiliense* Camb. (Guttiferae) em mata ciliar na Estação Ecológica Estadual Juréia-Itatins, São Paulo.** In Anais de II Simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira, Publicação da ACIESP 71-1, v. 1, pp. 337 – 347, 1990.
- FOLTRAN, B.N. **Efeito de diferentes níveis de intensidade luminosa na produção de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill).** Dissertação de mestrado em Ciência do Solo, Setor de Ciências do Solo e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 72p., 2004.
- GATSUK, E. *et al.* **Age states of plants of various growth forms: a review.** *Journal of Ecology*, 68, pp. 675 – 696, 1980.
- HARPER, J.L. **Population biology of plants.** Academic Press. London, 892 p., 1977.
- HATSCHBACH, G. & MOREIRA FILHO, H. **Catálogo florístico do Parque de Vila Velha, Paraná.** Boletim da Universidade Federal do Paraná, Botânica, Curitiba, PR, 28, pp. 1 – 49, 1972.
- HIXON, M.A.; PACALA, S.W.; SANDIN, S.A. **Population regulation: historical context and contemporary challenges of open vs. Closed systems.** *Ecology*, 83, pp. 1490 – 1508, 2002.
- HOSOKAWA, R.T. & MACHADO, S.A (orgs). **Inventário Florestal da Floresta Nacional de Irati: Florestas nativas.** Editora FUPEF, 1989.
- HUBBELL, S.P. **Tree dispersion, abundance, and diversity in a tropical dry forest.** *Science*, 203, pp 1299 – 1309, 1979.

- HUBBELL, S.P. **Seed predation and the coexistence of tree species in tropical forests.** *Oikos*, 35, pp. 214 – 229, 1980.
- HUTCHINGS, M.J. **The structure of plant populations.** In: CRAWLEY, M.J. (ed.), **Plant ecology.** Oxford: Blackwell Science, pp. 325 – 358, 1997.
- IMAGUIRE, N. **Contribuição ao estudo florístico e ecológico da Fazenda Experimental do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.** *Acta Biol. Par.*, 8/9, pp. 7 – 105, 1980.
- \_\_\_\_\_. **Idem.** *Rev. Set. Ciênc. Agrar.*, 7, pp. 05 – 25, 1985.
- JANZEN, D.H. **Herbivores and the number of tree species in tropical forests.** *American Naturalist*, Chicago, v.104, n.940, pp. 501 – 528, 1970.
- KINUPP, V.F. & MAGNUSSON, E. **Spatial patterns in the understorey shrub genus *Psychotria* in central Amazonia: effects of distance and topography.** *Journal of Tropical Ecology*, 21, pp. 363 – 374, 2005.
- KLEIN, R.M. **O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro.** *Sellowia* V.12 n.12, p.17-44, 1960.
- KLEIN, R.M. **Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil.** *Sellowia*, Itajaí, v.36, p. 5-54, 1984.
- KNOWLES, P. & GRANT, M. C. **Age and size structure analyses of Engelmann, Spruce, Ponderosa pine, Lodgepole pine, ad Limber pine in Colorado.** *Ecology*, 64(1), pp. 1 – 9, 1983.
- KOZERA, C., DITTRICH, V.A.O. & SILVA, S.M. **Fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, Curitiba, PR, BR.** *Revista Floresta*, Vol. 36 (2), pp. 45 – 58, 2006.
- LAURANCE, W.F *et al.* **Biomass Collapse in Amazonian Forest Fragments.** *Science*, v.278, p.1117-1118, 1997.
- LEITE, A.M.C.; RANKIN, J.M.; & LLERAS, E. **Ecologia de plântulas de *Pithecolobium racemosum* Ducke. 2 – O comportamento populacional de plântulas.** *Acta Amazônica*, 12(3), pp. 529 – 548, 1982.
- LIEBSCH, D. & ACRA, L.A. **Riqueza de espécies de sub-bosque de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Tijucas do Sul, PR.** *Ciência Florestal*, Santa Maria, 14(1), pp. 67 – 76, 2004.
- LONGHI, S.J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, no sul do Brasil.** Dissertação de mestrado em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 198p., 1980.

- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. J. Olympio, Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, Rio de Janeiro, Curitiba, 2 ed., 350p, 1981.
- MANABE, T.; NISHIMURA, N.; MIURA, M. & YAMAMOTO, S. **Population structure and spatial patterns for trees in a temperate old-growth evergreen broad-leaved forest in Japan**. *Plant Ecology*, 151, pp. 181 – 197, 2000.
- MACCARI JUNIOR, A.(coord.). **Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate**. Curitiba: Câmara setorial de cadeia produtiva da Erva-mate, 160p. (Série PDACT, 1), 2000.
- MARQUES, M. C. M. & JOLY, C. A. **Estrutura e dinâmica de uma população de *Calophyllum brasiliense* Camb. em floresta higrófila do sudeste do Brasil**. *Revista brasileira de Botânica*, v(1), p. 107 – 112, 2000.
- MARTINS, R. **Ilex-mate: chá sul-americano**. Empresa Graphica Paranaense, Curitiba, 309p., 1926
- MEDRADO, M. J. S.; LOURENÇO, R. S.; MOSELE, S. H. & WACZUK, A. J. **Sistemas de poda de formação e produtividade da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) no Município de Áurea, RS**. *Perspectiva*, Erechim, v. 24(88), Edição especial sobre erva-mate, pp.63-66, 2000.
- NADOLNY, C. **Recruitment and survival of *Argyrodendron actinophyllum* seedlings in an Australian rainforest**. *Australian Journal of Ecology*, 24, pp. 258 – 269, 1999.
- NETO, R.M.R *et al.* **Caracterização florística e estrutural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Curitiba, PR – Brasil**. *Floresta*, 32(1), pp. 3 – 16, 2002.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro. 434p. 1988.
- OLIVEIRA, Y. M. M. & ROTTA, E. **Área de distribuição natural de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), 1983, Curitiba. *Anais....*Curitiba: EMBRAPA-CNPFF, p.17-36, 1985.
- OSUNKOYA, O.O. **Population structure and breeding biology in relation to conservation in the dioecious *Gardenia actinocarpa* (Rubiaceae) – a rare shrub of North Queensland rainforest**. *Biological Conservation*, 88, pp. 347 – 359, 1999.
- PETERS, H.A. **Neighbor-regulated mortality: the influence of positive and negative density dependence on tree populations in species-rich tropical forests**. *Ecology Letters*, 6, pp. 757 – 765, 2003.

- PIANKA, E.R. **Evolutionary Ecology**. HarperCollins College Publishers, 5 ed. 486p. 1994.
- RAMIREZ N.; ARROYO, M.K. **Estructura poblacional de *Copaifera pubiflora* Benth. Leguminosae; Caesalpinioideae) en los Altos Llanos Centrales de Venezuela**. *Biotropica*, 22(2), pp. 124 – 132.
- REITZ, R & KLEIN, R.M. **Araucariáceas**. Flora Ilustrada Catarinense, Itajaí, 1966.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio grande do Sul**. Itajaí: *Herbário Barbosa Rodrigues-HBR*, p. 284-292, 1988.
- RÖDER, D. & KIEHL K. **Population structure and population dynamic of *Pulsatilla patens* (L.) Mill. in relation to vegetation characteristics**. *Flora*, 201, pp. 499 – 507, 2006.
- ROLIM, S.G.; COUTO, H.T.Z. & JESUS, R.M. **Mortalidade e recrutamento de árvores na Floresta Atlântica em Linhares (ES)**. *Scientia Forestalis*, 55, pp. 49 – 69, 1999.
- SANTOS, F. A. P. **Padrão espacial de jovens em relação a adultos de espécies arbóreas de cerrado que ocorrem no estado de São Paulo**. Tese de doutorado em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 209p., 1991.
- SILVA, F.C. & MARCONI, L.P. **Fitossociologia de uma floresta com Araucária em Colombo**. *Boletim de Pesquisas Florestais*, Curitiba, 20, pp. 23 – 38, 1990.
- SILVA, D.M. **Estrutura de tamanho e padrão espacial de uma população de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) em Mata Mesófila Semidecídua no município de Campinas, SP**. Dissertação de Mestrado em Biologia Vegetal, Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, 60p. 1991.
- SILVERTOWN, J. W. **Introduction to plant population ecology**. Longman ed. London, 229p. 1987.
- SOLBRIG, O.T. **Studies on the population biology of the genus *Viola*. II. The effect of plant size on fitness in *Viola sororia***. *Evolution*, 35(6), pp. 1080 – 1091, 1981.
- SOUZA, A.F. **Aspectos da dinâmica populacional de uma palmeira clonal na Floresta Paludícola da Reserva Municipal de Santa Genebra (Campinas, SP)**. Tese de Doutorado em Ecologia, Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 173p., 2004.
- TABANEZ, A.A.J & VIANA, V.M. **Patch structure within Brazilian Atlantic Forest Fragments and Implications for Conservation**. *Biotropica* 32(4b): 925-933, 2000.
- VANDERMEER, J. **Choosing categories size in a stage projection matrix**. *Oecologia*, 32, pp.79-84, 1978.

- VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. **Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991.
- VIANA, V.M & PINHEIRO, L.A.F. **Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais**. Série Técnica IPEF, ESALQ/USP, v.12, n.32, p.25-42, dez. 1998.
- WEBB, C.O. & PEART, D.R. **Seedling density dependence promotes coexistence of Bornean rain forest trees**. *Ecology*, 80, pp. 2006 – 2017, 1999.
- WEBB, L.J.; TRACEY, J.G. & WILLIAMS, W.T. **Regeneration and pattern in the subtropical rain forest**. *Journal of Ecology*, 60, pp. 675 – 695, 1972.
- WENDT, S.N. **Genética de populações em *Ilex paraguariensis* St. Hil.** Tese de doutorado em Processos Biotecnológicos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 165pp., 2005.
- ZAR, J.H. **Bioestatistical analysis**. New Jersey: Prentice – Hall. 663p., 1999.