

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS – PPGCA
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

EDICLÉA ZULIAN PIRES

**ECOLOGIA DE *Ilex paraguariensis* A. ST. HIL. EM UM FRAGMENTO DE
FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA REGIÃO DO PLANALTO CATARINENSE**

LAGES, SC

2012

EDICLÉA ZULIAN PIRES

**ECOLOGIA DE *Ilex paraguariensis* A. ST. HIL. EM UM FRAGMENTO DE
FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA REGIÃO DO PLANALTO CATARINENSE**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de mestre no Curso de
Pós-Graduação em Produção Vegetal da
Universidade do Estado de Santa Catarina –
UDESC.

Orientador: Dr. Adelar Mantovani

LAGES, SC

2012

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14ª Região
(Biblioteca Setorial do CAV/UEDESC)

Pires, Edicléa Zulian

Ecologia de *Ilex paraguariensis* a. st. hil. em um fragmento de floresta
ombrófila mista na Região do Planalto Catarinense / Edicléa Zulian
Pires; orientador: Adelar Mantovani – Lages, 2012.
88 f.

Inclui referências.

Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias /
UEDESC.

1. Sustentabilidade . 2. Produto florestal não madeireiro . 3. Estrutura
demográfica. 4. Biologia reprodutiva. I. Título.

CDD – 634.9

EDICLÉA ZULIAN PIRES

ECOLOGIA DE *Ilex paraguariensis* A. ST. HIL. EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA REGIÃO DO PLANALTO CATARINENSE

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre no Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

Aprovado em: 31/08/2012

Homologado em:/...../2012

Banca Examinadora:

Orientador:

Dr. Adelar Mantovani
(UDESC/LAGES – SC)

Co-orientadora:

Dra. Roseli Lopes da Costa Bortoluzzi
(UDESC/LAGES – SC)

Membro:

Dra. Luciana Magda de Oliveira
(UDESC/LAGES – SC)

Membro:

Dr. Tássio Dresch Rech
(EPAGRI-LAGES-SC)

Lages, Santa Catarina, 31 de Agosto de 2012

A minha família, em especial aos
meus pais, pelo incentivo
ontem, hoje e sempre...
Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus por iluminar meu caminho e pelas conquistas concedidas, tornando-me confiante a cada etapa superada.

A minha querida família, mãe Ivonete Z. Zulian, pai Darcy Zulian e minhas irmãs Eliane, Edinéia e Édina, pelo amor, carinho, atenção, compreensão e incentivo indispensável em todos os momentos, e para que este sonho se tornasse realidade, tiveram que suportar a minha ausência em vários momentos, meu muito obrigada!

Ao meu esposo Robson Luiz Pires, por ter sido um companheiro tão perfeito nesse período, por ter permanecido firme ao meu lado, mesmo nos meus momentos de inquietude! Por toda a paciência e calma que ele consegue me transmitir, por todo seu amor, carinho e atenção, e por ter me mostrado a beleza que pode existir quando duas vidas diferentes são bem compartilhadas.

A Universidade do Estado de Santa Catarina pela oportunidade de excelente aprendizado.

A Capes, pela bolsa concedida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Adelar Mantovani, pela orientação, contribuição, estímulo, confiança e amizade.

A Prof Dra. Roseli Lopes da Costa Bortoluzzi, pela contribuição, críticas, sugestões e pela amizade.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da UDESC, pelos ensinamentos.

A minha amiga Caroline S. S. França, pela ajuda, conhecimento, companheirismo durante a coleta de dados e crescimento pessoal, sua amizade é muito importante.

Ao amigo Alison P. Bernardi, pelo exemplo de amizade, ajuda, apoio, conselho e pelas sugestões na realização do trabalho em campo e coleta de dados.

Aos meus colegas Felipe, Jean, Juliano, Lilian, Newton, Paula, Paulinha, Sara, Silvana e Patric pelo convívio, amizade, conselhos e incentivo.

A minha amiga Mayra Juline Gonçalves pela grande amizade e pela convivência contigo que foi muito importante.

À Empresa Klabin, em especial a Mireli, por ceder a área para desenvolvimento do trabalho, pelo apoio e financiamento.

E, a todos aqueles, que de alguma forma ou de outra, colaboraram para a realização deste trabalho e/ou me fizeram crescer e aprender ao longo desta caminhada...

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim.”

Francisco Cândido Xavier

RESUMO

PIRES, Edicléa Zulian. **Ecologia de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista na região do Planalto Catarinense.** 88 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal – Área: Melhoramento e Recursos Genéticos) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2012.

No período de janeiro de 2011 a maio de 2012, realizou-se um estudo da ecologia de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista Altomontana no município de Urupema, SC. Este trabalho teve como objetivo principal gerar informações sobre a ecologia da *I. paraguariensis* A. St. Hil., destinadas a fundamentar estratégias de manejo e conservação especialmente *in situ*. Para tanto, foram instaladas três parcelas em uma área com presença de gado (área 1), nas quais foram avaliadas variáveis demográficas em uma única ocasião. Outras três parcelas permanentes foram implantadas em uma área com ausência de gado, há pelo menos cinco anos (área 2). Nestas parcelas, foram realizadas avaliações demográficas em duas ocasiões, além de abertura do dossel, volume de serapilheira, declividade, pH e umidade do solo e avaliadas por meio de técnica multivariada para identificar qual tem maior influência com o desenvolvimento da espécie. Para avaliação de aspectos da fenologia reprodutiva foram acompanhados 161 indivíduos (86 masculinos e 75 femininos) de erva-mate presentes nas três parcelas da área 2. A avaliação de aspectos da biologia floral e do sistema reprodutivo foi realizada em 10 indivíduos presentes na área 2. As parcelas implantadas apresentam dimensões de 50 x 100 m, subdivididas em subunidades de 10 x 10 m. Todos os indivíduos de *I. paraguariensis* presentes nas parcelas foram avaliados e mapeados. Para avaliação demográfica analisou-se a distribuição de frequência dos indivíduos em classes de altura e de diâmetro. O padrão espacial foi analisado através da Função K-univariada de Ripley. De maneira geral, a estrutura demográfica apresentou padrão tendendo o J-invertido, como esperado e, o padrão espacial, predominantemente agregado. Os resultados ainda demonstraram que a área com presença de gado apresenta menor número de indivíduos em todas as classes demográficas. O conjunto das fenofases reprodutivas (desde botão floral até o fruto maduro) apresentou amplitude de 100 dias, com pico de floração em novembro e a maturação dos frutos iniciada em maio. A polinização da erva-mate é basicamente entomófila, realizada por inúmeros insetos das ordens Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera e Diptera que visitaram as flores durante o período das 8h 30 as 18h. Aparentemente as condições ambientais como pH solo e Massa Seca serapilheira, propiciam condições favoráveis para as populações da *I. paraguariensis* se desenvolver. Em virtude das características demográficas apresentadas na área 2, o fragmento possui potencial para conservação *in situ* e manejo da espécie de forma sustentável.

Palavras-chave: sustentabilidade. produto florestal não madeireiro. estrutura demográfica. biologia reprodutiva.

ABSTRACT

PIRES, Edicléa Zulian. **Ecology of *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. in a fragment of Mixed Ombrophylous Forest in the highlands region of Santa Catarina.** 88 f. Dissertation (MSc in Plant Production - Area: Genetic Improvement and Resources) - University of Santa Catarina. Graduate Program in Agricultural Sciences, Lages, 2012.

In the period January 2011 to May 2012, a study was performed of the ecology of *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. in fragments of High Montane Mixed Ombrophylous Forest in Urupema city, SC. This project aimed to generate information about the ecology of *I. paraguariensis* A. St. Hil., to support management and conservation strategies especially in situ. Thus, three plots were installed in an area with the presence of cattle (area 1), in which demographic variables were evaluated on a single occasion. Other three permanent plots were established in an area with no livestock presence for at least five years (area 2). In these plots demographic assessments were performed on two occasions, in addition to canopy openings, litter volume, slope, pH and soil moisture. Analysis was performed using the multivariate technique to identify which has greatest influence on the development of the species. To evaluate the reproductive phenology were monitored 161 individuals (86 male and 75 female) of erva-mate present in three plots of the area 2. The aspects evaluation of floral biology and reproductive system was performed in 10 individuals in the area 2. The established plots have dimensions of 50 x 100 m, divided into subunits of 10 x 10 m. All individuals of *I. paraguariensis* in these plots were evaluated and mapped. To assess population frequency distribution was used of the classes of individuals in height and diameter. The spatial pattern was analyzed by univariate K-function of Ripley. In general, the demographic structure demonstrated a pattern tending to reverse-J, as expected, and predominantly aggregated spatial pattern. The results also showed that the area with the presence of cattle has fewer individuals in all demographic classes. The set of reproductive phenophases (from bud to mature fruit) had amplitude of 100 days, with peak in November and fruit maturation started in May. Pollination of mate entomophilous primarily performed by numerous insects of the Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera and Diptera orders, which visited the flowers during the period from 8:30am to 6:00pm. Apparently the environmental conditions such soil pH and dry litter provide favorable conditions for the development of *I. paraguariensis* populations. Given the demographic characteristics shown in area 2, the fragment has potential for in situ conservation and sustainable management of the species.

Key words: Sustainability. Non-timber forest products. Demographic structure. Reproductive biology.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Localização das áreas de estudo em Floresta Ombrófila Mista Altomontana, SC : área 1- com presença de gado, Propriedade particular, Urupema (SC); área 2 – unidade de conservação, Fazenda das Nascentes entre os municípios de Paineira, Bocaina do Sul, Rio Rufino e Urupema (SC), 2012.....21
- Figura 2. Distribuição de frequência dos indivíduos de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. em classes de altura, nas áreas 1 e 2. Classes de Altura: Classe I: até 1,30 m; Classe II: > 1,30 até 3,00 m; Classe III: >3,00 até 5,00 m; e Classe IV: > 5,00 m. Urupema, SC, 2012.....24
- Figura 3. Distribuição da população natural de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil, em classes de altura registrados na área 2. Demonstração das populações reprodutivas e a não reprodutivas estão organizadas nas classes I: até 1,30 m; II: > 1,30 até 3,00 m; III: >3,00 até 5,00 m e IV, ocorrentes na Fazenda das Nascentes, Urupema, SC, 2012.25
- Figura 4. Distribuição em classes de altura da população de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. Área 1 – primeira unidade (A), segunda Unidade (B); terceira unidade (C). Área 2 – primeira unidade (D); segunda unidade (E), terceira unidade (F). Classes de Altura: I: até 1,30 m; II: > 1,30 até 3,00 m; III: >3,00 até 5,00 m e IV: > 5,00 m. Urupema, SC, 2012.....27
- Figura 5. Distribuição diamétrica para indivíduos masculinos e indivíduos femininos das unidades amostrais da área 2 localizadas no fragmento florestal da Fazenda das Nascente, Urupema, SC, Brasil para o ano de 2011. Classes de DAP (diâmetro altura do peito): Classe I: 0,48 cm; Classe II: > 0,48 até 3,77 cm; Classe III: > 3,77 até 7,06 cm; Classe IV: >7,06 cm até 10,36 cm; Classe V: >10,36 até 13,66 cm; Classe VI: > 13,66 até 16,96 cm; Classe VII: > 16,96 cm. Urupema, SC, 2012. * Diferença significativa a favor dos indivíduos masculinos na classe III (9:21: $\chi^2_{4,8}$: $p < 0,05$).29
- Figura 6. Análise do padrão espacial referente às três unidades amostrais das áreas 1 e 2 para uma população natural de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., através da função K de Ripley. As linhas pontilhadas representam os intervalos de confiança (envelopes) construídos com 499 simulações de completa aleatoriedade espacial. Urupema, SC, 2012.30
- Figura 7. Análise do padrão espacial referente às três unidades amostrais da área 1 para uma população natural de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., através da função K de Ripley. As linhas pontilhadas representam os intervalos de confiança (envelopes) construídos com 499 simulações de completa aleatoriedade espacial. As letras A, B, C, D referem-se as classes de altura da unidade I; E, F, G, H às classes de altura da unidade II e I, J, K, L às classes de altura da unidade III. Urupema, SC, 2012.32
- Figura 8. Análise do padrão espacial referente às três unidades amostrais da área 2 para uma população natural de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., através da função K de Ripley. As linhas pontilhadas representam os intervalos de confiança (envelopes) construídos com 499 simulações de completa aleatoriedade espacial. As letras A, B, C, D referem-se as classes de altura da unidade I; E, F, G, H às classes de altura da unidade II e I, J, K, L às classes de altura da unidade III. Urupema, SC, 2012.33

Figura 9. Análise do padrão espacial referente às três unidades amostrais da área 2 em relação aos indivíduos reprodutivos de <i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hil. através da função K de Ripley. As linhas pontilhadas representam os intervalos de confiança (envelopes) construídos com 499 simulações de completa aleatoriedade espacial. Unidade I (A) Feminino; (B) Masculino; Unidade II (C) Feminino; (D) Masculino; Unidade III (E) Feminino; (F) Masculino. Urupema, SC, 2012.	35
Figura 10. Mapa da Fazenda das Nascentes, localizada no município de Urupema, Santa Catarina. Fonte: MARTINS et al (2010).	44
Figura 11. Médias de 10 anos dos dados de precipitação e temperaturas médias, máximas e mínimas, para a região de Urupema-SC. Fonte: Epagri/Ciram/Inmet, 2012.	45
Figura 12. Precipitação e temperaturas médias, máximas e mínimas no período de estudo (2011 e 2012), para a Região de Urupema-SC. Fonte: Epagri/Ciram/Inmet, 2012.	45
Figura 13. Índice de atividade para a fenologia reprodutiva de <i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hil. para botões florais e antese (abertura das flores) na fazenda das Nascentes, Urupema-SC. Urupema, SC, 2012.	49
Figura 14. Porcentagem de intensidade das fenofases para frutos imaturos e frutos maduros. Fenologia reprodutiva de <i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hil. na fazenda das Nascentes, Urupema, SC, 2012.	50
Figura 15. Inflorescência masculina (A); Flor masculina (B); Inflorescência feminina (C); Flores femininas (D); Flor feminina com estigma oxidado (E); Flor masculina com pólen (F); Frutos imaturos (G); Frutos maduros (H). Urupema, SC, 2012.	51
Figura 16. Visitantes florais das flores femininas e masculinas de <i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hil. município de Urupema, SC, 2012.	54
Figura 17. Horários de visitação às flores masculinas e femininas de <i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hil. Urupema, SC, 2012.	54
Figura 18. Comportamento para ganho de peso fresco de frutos de <i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hil., da fertilização até a maturação, Urupema, SC, 2012.	56
Figura 19. Mapa mostrando a localização da área de estudo na Fazenda das Nascentes, entre os municípios de Paineira, Bocaina do Sul Rio Rufino e Urupema (SC) e Propriedade particular, Urupema, (SC), Floresta Ombrófila Mista Altomontana, SC, 2012.	61
Figura 20. Visualização da declividade dos blocos amostrais. Bloco 01: P1QA, P1QB, P1QC e P1QD, bloco 02: P1QA, P1QB, P1QC e P1QD, bloco 03: P1QA, P1QB, P1QC e P1QD. Urupema, SC, 2012.	63
Figura 21. Diagrama de ordenação dos pontos quadrantes de estudo pela análise dos componentes principais, baseados nos dados populacionais e ambientais. Os eixos 1 e 2 explicam 77,87% da variação total. Urupema, SC, 2012.	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados florais de <i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hil. (Aquifoliaceae) em Floresta Ombrófila Mista Altomontana, em Urupema, SC, 2012.....	52
Tabela 2. Porcentagem de germinação de grãos de pólen de <i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hil. submetidos à concentração de 10, 20, 30 e 40% de sacarose. Urupema, SC, 2012.....	53
Tabela 3. Espectro de visitantes de <i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hil., em uma população natural, na Fazenda das Nascentes, Urupema, SC, 2012.....	55
Tabela 4. Análise descritiva para as variáveis populacionais de <i>Ilex. Paraguariensis</i> A. St. Hil. em Urupema, SC, 2012.	66
Tabela 5. Análise descritiva para as variáveis ambientais em Urupema, SC, 2012.....	67
Tabela 6. Resultado da matriz de correlação entre as variáveis população analisadas de <i>Ilex paraguariensis</i> . A. St. Hil. no município de Urupema, SC. Correlação de marcas são significativos a $p < 0,5000$. Urupema, SC, 2012.....	67
Tabela 7. Resultado da matriz de correlação entre as variáveis ambientais analisadas, no município de Urupema, SC. Correlações de marcas são significativos a $p < 0,5000$. Urupema, SC, 2012.	68
Tabela 8. Autovalores e percentual da variância explicada pelas variáveis analisadas dados populacionais e ambientais, no município de Urupema, SC, 2012.	68
Tabela 9. Coeficiente de correlação entre as variáveis populacionais e ambientais para os dois eixos de ordenação da ACP. Urupema, SC, 2012.	70

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	14
CAPÍTULO 1.....	18
1.1 DEMOGRAFIA E PADRÃO ESPACIAL DE UMA POPULAÇÃO NATURAL DE <i>ILEX PARAGUARIENSIS</i> A. ST. HIL. (AQUIFOLIACEAE) EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALTOMONTANA - URUPEMA, SC.	18
RESUMO	18
ABSTRACT	18
1.2 INTRODUÇÃO	19
1.3 METODOLOGIA	20
1.3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	20
1.3.2 OBTENÇÃO DADOS.....	21
1.3.3 ANÁLISE DOS DADOS	22
1.4 RESULTADOS	23
1.4.1 DENSIDADE POPULACIONAL E REGENERAÇÃO NATURAL.....	23
1.4.2 ANÁLISE DO PADRÃO ESPACIAL <i>ILEX PARAGUARIENSIS</i> A. ST. HIL.....	29
1.5 DISCUSSÃO.....	36
1.5.1 DENSIDADE POPULACIONAL	36
1.5.2 PADRÃO ESPACIAL.....	37
1.6 CONCLUSÃO	39
CAPÍTULO 2.....	40
2.1 ASPECTOS DA BIOLOGIA REPRODUTIVA DE ERVA-MATE (<i>ILEX PARAGUARIENSIS</i> A. ST. HIL.) EM REMANESCENTE DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALTOMONTANA, NO PLANALTO CATARINENSE	40
RESUMO	40
ABSTRACT	40
2.2 INTRODUÇÃO	41
2.3 MATERIAL E MÉTODOS	43
2.3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	43
2.3.2 OBTENÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	46
2.3.2.1 AMOSTRAGEM	46

2.3.2.2 FENOLOGIA DA FLORAÇÃO E FRUTIFICAÇÃO.....	46
2.3.2.3 BIOLOGIA FLORAL.....	47
2.3.2.4 VISITANTES FLORAIS	48
2.3.2.5 DESENVOLVIMENTO DE FRUTOS.....	48
2.4 RESULTADOS	49
2.5 DISCUSSÃO.....	56
CAPÍTULO 3.....	59
3.1 INFLUÊNCIAS DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS SOBRE O PADRÃO ESTRUTURAL DA POPULAÇÃO DE <i>ILEX PARAGUARIENSIS</i> A. ST. HIL., EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALTOMONTANA EM URUPEMA, SC	59
RESUMO	59
ABSTRACT	59
3.2 INTRODUÇÃO	60
3.3 METODOLOGIA	61
3.3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA	61
3.3.2 OBTENÇÃO DOS DADOS	62
3.3.3 ANÁLISE DOS DADOS	64
3.3.3.1 ANÁLISE DESCRITIVA	64
3.3.3.2 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS.....	64
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
3.5 CONCLUSÃO	72
REFERENCIAS	73
CONSIDERAÇÕES FINAIS	88

APRESENTAÇÃO

A Mata Atlântica, em virtude da sua riqueza e endemismos, foi apontada como um dos *hotspots* mundiais por apresentar prioridades para a conservação da biodiversidade (MYERS et al., 2000; MITTERMEIER et al., 2004). O estado de Santa Catarina tem todo seu território inserido neste Bioma, composto pelas formações florestais denominadas de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual (IBGE, 1992).

A Floresta Ombrófila Mista (FOM) tem sido considerada uma das formações florestais mais notáveis em termos de valor ecológico, por abrigar espécies típicas e atributos biológicos únicos em todo o planeta (KLEIN, 1960; GUERRA et al., 2002). Contemplando a coexistência de representantes da flora tropical e temperada, como espécie dominante a *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze que possui alto valor econômico (RODERJAN et al., 2002, GERHARDT et al., 2001).

A Floresta Ombrófila Mista no sul do Brasil é classificada pelos limites de altitudes como Aluvial, Sub montana, Montana e Altomontana (TEIXEIRA et al. 1986; IBGE, 1992). Segundo IBGE (1992), a formação Altomontana ocorre acima de 1.000 m, embora outros autores considerem acima destes valores (MAACK, 1968; KLEIN, 1979; LEITE, 1994; FALKENBERG, 2003; RODERJAN, 1994; MOSCOVICH, 2006). Esta tipologia da Floresta Ombrófila Mista Altomontana ocorre em faixa estreita, seu ambiente atmosférico é caracterizado por uma cobertura nebulosa frequente ou sazonal. Este fator reduz a insolação direta e o déficit de vapor de água, suprimindo a evapotranspiração (HAMILTON et al., 1995). Neste ambiente ocorrem algumas espécies endêmicas pertencentes às famílias Berberidaceae, Cunoniaceae, Ericaceae e Winteraceae (KLEIN 1978).

Segundo Falkenberg (2003), as espécies endêmicas desta formação florestal são restritas a esta região em decorrência da raridade geográfica, tamanho populacional, ausência de polinizadores e dispersores, associados aos impactos ambientais, os quais podem levar as espécies à extinção.

Atualmente a Floresta Ombrófila Mista encontra-se bastante fragmentada, com escassos remanescentes que representam uma amostra desse tipo de vegetação para a sua conservação a longo prazo, hoje restam apenas pequenos núcleos dessas florestas e o espaço florestal encontra-se, em sua maioria, coberto por formações secundárias ou por florestas degradadas pela retirada de espécies comerciais do seu interior (REIS, 1993).

Neste sentido, Sanquetta et al. (2000) afirmam que somente a preservação integral de fragmentos e a fiscalização não são capazes de garantir a conservação da Floresta Ombrófila

Mista, sendo as necessárias práticas de manejo em bases sustentáveis, com geração e difusão de tecnologias. Por esta razão, devemos caracterizar os processos, os mecanismos e os fatores relevantes em ecossistemas florestais, principalmente no que diz respeito ao comportamento dinâmico das florestas e de sua capacidade de regeneração natural, para assim propor indicativos concretos sobre a dinâmica de funcionamento destes ecossistemas.

Segundo Silva (2002), o aumento da demanda por estes recursos florestais tem gerado preocupações, devido ao uso da matéria-prima das espécies nativas, principalmente quando as partes da planta como raízes, flores e sementes, essenciais para a sua reprodução, têm sido utilizadas na comercialização de forma não sustentável.

Portanto, a conservação e a preservação da diversidade biológica de espécies de grande importância econômica possuem caráter relevante e oportunizam o conhecimento da estrutura das populações de plantas existentes nestas áreas de risco. Estudos da biologia de espécies são importantes para avaliar os padrões e os processos determinantes de sua ocorrência, auxiliando na determinação da diversidade das populações e no estabelecimento de áreas destinadas à preservação (De SALLE e AMATO, 2004; FRANKHAM et al., 2004).

Desta forma, os remanescentes florestais são de grande importância no que diz respeito à conservação de populações e também à manutenção dos processos ecológicos básicos do ecossistema. Quando conservados, mantêm representantes da flora original, que podem servir para a recuperação e o enriquecimento de áreas perturbadas (SILVA et al., 2003). Assim, funcionam como fontes de propágulos das espécies vegetais nativas para as áreas em via de regeneração (POGGIANI et al., 1998), visto que a maior parte da biodiversidade nos dias de hoje está localizada em pequenos fragmentos florestais, conforme mencionado por VIANA e PINHEIRO (1998).

Dentre o grande número de espécies existentes na floresta brasileira, muitas ainda são pouco estudadas, não se conhecendo os benefícios que as mesmas podem proporcionar. Já é reconhecida que a biodiversidade tem valor significativo tanto em termos de utilidade tradicional como em termos de valor de existência (FEARNSIDE, 2003).

Neste contexto, a erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) se apresenta como uma espécie promissora com grande potencial para fins de manejo e exploração, pois possui grande importância econômica e cultural para o Sul do Brasil, integrando um dos mais tradicionais sistemas agroflorestais, e uma das culturas que concorre para a manutenção do pequeno produtor no meio rural.

Apesar da grande importância econômica da erva-mate, existem poucos estudos sobre a ecologia desta planta, bem como sobre o efeito da fragmentação nas populações naturais, o

grau de erosão genética e os fatores determinantes da variabilidade. Uma forma de diminuir o impacto da exploração em fragmentos florestais naturais é aplicar práticas visando à utilização de forma sustentável da espécie, garantindo sua sobrevivência.

O padrão de distribuição espacial de espécies dentro da floresta é um aspecto relevante a ser conhecido para o manejo florestal. A distribuição espacial revela como os indivíduos se encontram organizados horizontalmente no ambiente. Essa organização é resultado da combinação de fatores bióticos e abióticos, que regem a dinâmica dos processos ecológicos da espécie dentro da floresta (SILVA et al., 2008).

O conhecimento do padrão de distribuição espacial dos indivíduos na floresta fornece informações para melhorar técnicas de manejo, auxiliar em processos de amostragem e monitorar espécies vegetais em unidades de conservação (ANJOS, 1998).

Além de compreender aspectos ecológicos possibilitando analisar resultados que podem ajudar na compreensão da dependência espacial das espécies e do padrão de distribuição, fornecendo subsídios importantes para técnicas sustentáveis da floresta (PEREIRA, 2005).

Já estudos relacionados à fenologia podem contribuir para o entendimento da regeneração e reprodução das plantas (TALORA e MORELLATO, 2000), e como se dá à organização e a distribuição temporal dos recursos (flores e frutos), pois o período reprodutivo é uma fase de grande importância para a dinâmica das populações e para a própria sobrevivência da espécie (MORELLATO 2003; MANTOVANI et al., 2003).

Desta forma, este trabalho visa contribuir com o conhecimento dos padrões ecológicos de *I. paraguariensis* e levantar possíveis efeitos isolados dos fatores que podem contribuir para o desenvolvimento da espécie *in situ* em uma área de conservação. O presente estudo foi estruturado em três capítulos independentes, redigidos na forma de artigos científicos, sendo que: o primeiro capítulo descreve a demografia e o padrão espacial de uma população natural de *I. paraguariensis* em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Altomontana, Urupema, SC, comparando com outro fragmento com presença de gado bovino, visando gerar informações que possam auxiliar nas estratégias de conservação da espécies *in situ*; o segundo capítulo, refere-se à biologia reprodutiva da erva mate (*I. paraguariensis* A. St. Hil) em um fragmento da Floresta Ombrófila Mista Altomontana, através da análise qualitativa e quantitativa da dinâmica reprodutiva da espécie, buscando contribuir com a implementação de planos de manejo e conservação; o terceiro capítulo trata de evidenciar variáveis ambientais que podem influenciar no padrão estrutural da população de erva-mate (*I. paraguariensis* A. St. Hil.) em um fragmento da Floresta Ombrófila Mista Altomontana.

CAPÍTULO 1

1.1 DEMOGRAFIA E PADRÃO ESPACIAL DE UMA POPULAÇÃO NATURAL DE *Ilex paraguariensis* A. ST. HIL. (AQUIFOLIACEAE) EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALTOMONTANA - URUPEMA, SC.

RESUMO

Este estudo objetivou caracterizar aspectos demográficos de uma população natural de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (erva-mate), em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no estado de Santa Catarina, comparando áreas com presença e ausência de gado bovino, visando gerar informações que possam auxiliar nas estratégias de conservação da espécie *in situ*. A coleta de dados foi realizada em seis unidades amostrais de 50 x 100 m subdivididas em 300 subunidades de 10 x 10 m, sendo três unidades amostrais instaladas em cada área. Na área 1 (presença de gado) as amostras foram avaliadas uma única vez, enquanto que na área 2 (ausência de gado) em dois momentos. Para avaliação demográfica analisou-se a densidade, distribuição de frequência dos indivíduos em quatro classes de altura e distribuição diamétrica de indivíduos. O padrão espacial foi analisado através da Função K-univariada de Ripley. A frequência dos indivíduos nas áreas amostradas demonstrou padrão tendendo o J-invertido, como esperado e comportamento predominantemente agregado. Os resultados ainda sugerem que a presença do gado altera a densidade de indivíduos de *I. paraguariensis*. O remanescente avaliado apresenta grande potencial para a conservação *in situ* de *I. paraguariensis*, o qual pode ser um importante fornecedor de material reprodutivo para reposição de populações. Além disso, indica que áreas semelhantes podem ser potencialmente utilizadas para manejo desta espécie.

Palavras-chave: distribuição espacial. floresta ombrófila mista. regeneração natural.

ABSTRACT

This study aimed to characterize the demographics of a natural population of *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (erva-mate), in a fragment of Mixed Ombrophylous Forest at Santa Catarina state, comparing areas with presence and absence of cattle, therefore generating information that can assist strategies for conservation of the species *in situ*. Data collection was performed in six plots of 50 x 100 m divided into 300 subunits of 10 x 10 m, three sample units installed in each area. In area 1 (under grazing) samples were evaluated only once while in area 2 (no cattle) on two occasions. For the demographic assessment were analyzed the density, frequency distribution of individuals in four height classes, and diameter distribution of individuals. The spatial pattern was analyzed by the univariate K-function of Ripley. The frequency of individuals in the sampled areas demonstrated a pattern tending to “reverse J”, as expected and a predominantly aggregate behavior. Further, the results also suggest that changes the cattle presence density were *I. paraguariensis*. Thus, the remnant measured has a great potential for *I. paraguariensis in situ* conservation and should be supported through management plans. Furthermore, it indicates that similar areas can be potentially used for the management of this species.

Key words: spatial distribution. mixed ombrophylous forest. natural regeneration.

1.2 INTRODUÇÃO

Ilex paraguariensis A. St. Hil. (erva-mate), conhecida popularmente como erva-mate, é uma espécie arbórea nativa do Sul do Brasil e característica de sub-bosque pertencentes a um agrupamento vegetal típico, conhecido como Floresta Ombrófila Mista que ocorre em regiões com altitude acima de 400 metros (COSTA, 1995; ANDRADE et al., 1999). Esta floresta ocorre principalmente nos três Estados do Sul do Brasil que originalmente, cobria uma área de aproximadamente 20 milhões de hectares (REITZ e KLEIN, 1966).

Ao longo do tempo, a atividade de extração da erva-mate experimentou instabilidades, no que se refere à renda econômica, e como consequência boa parte dos ervais nativos foram suprimidos, juntamente com a extração desordenada de espécies florestais com fins madeireiros, dando lugar a outras culturas agrícolas e causando desequilíbrio entre a oferta e a demanda do produto mate (SIMÕES e LINO 2002).

Atualmente, os fragmentos florestais da Floresta Ombrófila Mista (FOM) são estimados em até 7% da área de cobertura original (GUERRA et al., 2002), tal situação, restringe a ocorrência natural de *I. paraguariensis* a estes fragmentos, os quais se caracterizam como os principais locais para conservação *in situ* desta espécie. Embora muitos estudos tenham abordado diferentes aspectos da ecologia de *I. paraguariensis* poucos são aqueles destinados a descrever sua estrutura demográfica em ambientes naturais, mesmo que antropizados, conseqüentemente, faltam informações, a fim de elucidar o comportamento da espécie em populações naturais. Tais informações, como a estrutura demográfica e o padrão espacial de populações de *I. paraguariensis*, são fundamentais para indicações de áreas prioritárias para conservação, bem como da possibilidade de manejar esta espécie nos remanescentes florestais existentes.

A estrutura demográfica de uma população é determinada pelo resultado de ações bióticas e abióticas que provocam mudanças na distribuição espacial estabelecidos pelos indivíduos, demonstrando como uma espécie explora o ambiente que ocupa (HUTCHINGS, 1986; LOPES, 2007).

Desta forma, os estudos de estrutura e dinâmica da população buscam entender as mudanças que ocorrem na composição florística e diversidade das espécies, em resposta às perturbações antrópicas que acometem as populações vegetais. Estes estudos são

fundamentais para a recuperação de áreas perturbadas e para a implementação de manejo florestal e conservação de espécies (PAIVA et al., 2007).

Segundo Capretz (2004), a distribuição espacial das árvores é uma questão chave para estudos de ecologia florestal. O nível de organização espacial das árvores no ambiente depende de diversos processos ecológicos e características próprias do ambiente. Os tipos de distribuição são classificados em aleatório, agregado e uniforme (ODUM, 1983; PENTTINEN *et al.*, 1992; CONDIT *et al.*, 2000), entretanto, estas informações ainda são escassas para a maioria das espécies das florestas brasileiras. Tendo em vista essa necessidade objetivou-se caracterizar os aspectos demográficos de uma população natural de *I. paraguariensis* em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no estado de Santa Catarina comparando com outra área de mesma formação florestal, com criação de gado bovino visando gerar informações que possam auxiliar nas estratégias de conservação da espécie *in situ*, bem como, em propostas de uso sustentável deste recurso florestal não madeirável.

1.3 METODOLOGIA

1.3.1 Área de estudo

O trabalho foi desenvolvido em duas áreas distantes em 2 km uma da outra: a) área 1 - com presença de gado apresentando pisoteio “intenso”. Trata-se de uma propriedade particular que atualmente é usada para criação de gado bovino com coordenadas 49°53'28" W e 27°54'33", e altitude entre 1300 a 1400 metros, localizada em Urupema; b) área 2 - unidade de conservação (RPPN) em processo de registro. Pertencente à empresa Klabin S.A. Esta área está há cinco anos em processo de recuperação por meio da retirada do gado, concomitantemente com a proibição da extração de produtos florestais não madeireiros, atitude que favorecem a implementação da RPPN e beneficiam o desenvolvimento da erva mate neste local. A área é também conhecida por conter quatro, das cinco nascentes do rio Caveiras logo, de extrema importância, uma vez que é responsável pelo abastecimento da cidade de Lages e afluentes do rio Canoas. Está localizada na divisa dos municípios de Painel, Rio Rufino, Urupema e Bocaina do Sul (Figura 1), com coordenadas da sede 49°52'14" W e 27°54'34" S e área total de 1.659,20ha.

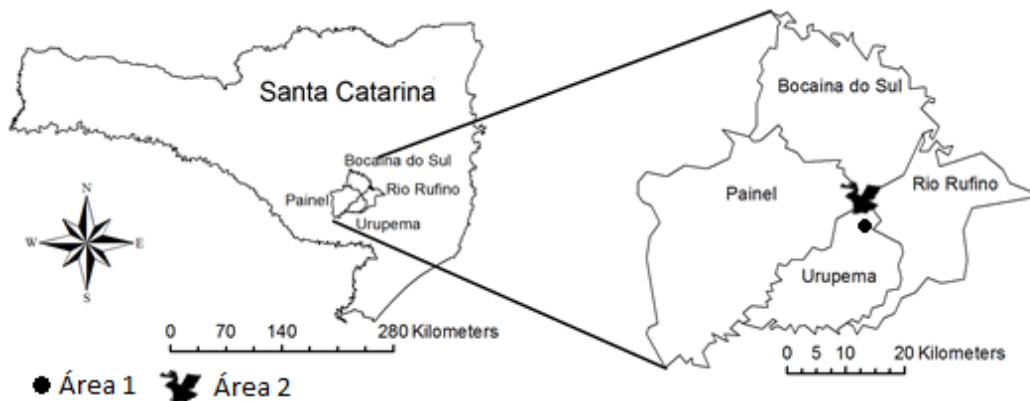


Figura 1. Localização das áreas de estudo em Floresta Ombrófila Mista Altomontana, SC : área 1- com presença de gado, Propriedade particular, Urupema (SC); área 2 – unidade de conservação, Fazenda das Nascentes entre os municípios de Paineil, Bocaina do Sul, Rio Rufino e Urupema (SC), 2012.

As áreas demonstradas na Figura 1 estão inseridas na fitofisionomia Floresta Ombrófila Mista, segundo o mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina proposto por Klein (1978). O clima da região é do tipo Cfb temperado úmido, pela classificação de Köppen (1948), com chuvas bem distribuídas durante todo o ano e precipitação média anual de 1.789 mm. A temperatura média anual é de 13 °C, sendo comum à ocorrência de neve nos meses mais frios. O relevo é composto pelas unidades Planalto de Lages, Planícies Fluviais e Serra Geral, com solos do tipo Nitossolos Háplicos e Cambissolos Húmido, sendo desenvolvidos a partir de rochas basálticas (EMBRAPA, 1998).

1.3.2 Obtenção dados

A coleta de dados foi realizada em seis unidades amostrais de 50 x 100 m subdivididas em 300 subunidades de 10 x 10 m, tendo sido instaladas três unidades amostrais em cada área, totalizando uma área amostral de 3,0 ha. As parcelas foram instaladas aleatoriamente nas áreas: na área 1 as unidades amostrais foram avaliadas uma única vez, em fevereiro de 2012; na área 2 as unidades amostrais foram avaliadas em dois momentos, em janeiro 2011 e em fevereiro 2012. Para a área 1 e 2 na primeira avaliação foram obtido os dados sobre a Altura Total (H) para aqueles $\leq 1,30\text{m}$ de altura; Diâmetro a Altura do Peito (DAP) para aqueles $>1,30\text{m}$ e localização dos indivíduos dentro das parcelas através das coordenadas x e y e, indivíduos receberam plaquetas de alumínio com um número de registro. Na segunda avaliação (2012), os indivíduos com altura inferior a 3 m foram medidos novamente, sendo

também anotados o número de indivíduos ingressantes na população (regenerantes) e o número de mortos.

Para a descrição da estrutura demográfica foi utilizada a distribuição de frequência dos indivíduos nas seguintes classes de altura: plantas até 1,30 m (Classe I); plantas > 1,30 até 3,00 m (Classe II); plantas >3,00 até 5,00 m (Classe III); e plantas > 5,00 m (Classe IV). É importante ressaltar que essas classes representam apenas divisões de tamanho e não estádios ontogenéticos das plantas.

Na área 2, no ano de 2011, foram sexados os indivíduos reprodutivos presentes dentro das unidades amostrais. Esta avaliação foi realizada com auxílio de binóculos e de coletas de ramos contendo as estruturas reprodutivas. Os indivíduos foram classificados em reprodutivos (com flores ou frutos) ou não reprodutivos (sem flores ou frutos).

Na determinação da classe de frequência de diâmetro dos indivíduos reprodutivos foi utilizada a fórmula de Sturges (1) (2): plantas com até 0,48 cm (Classe I); plantas > 0,48 até 3,77cm (Classe II); > 3,77 até 7,06cm (Classe III); >7,06cm até 10,36cm (Classe IV); >10,36 até 13,66cm (Classe V); > 13,66 até 16,96cm (Classe VI); > 16,96cm (Classe VII).

$$k = 1 + 3,322(\log_{10} n) \quad (1)$$

Onde:

n = número de observações;

K = número de classes.

$$w = R/k \quad (2)$$

Onde:

w= tamanho de cada intervalo;

R= diferença entre o maior e o menor valor.

1.3.3 Análise dos dados

Foram analisadas as médias de altura e DAP entre os indivíduos masculinos e femininos, através do teste de *t* para dados não pareados. A razão sexual (proporção de

masculinos. femininos⁻¹) foi calculada e testada utilizando-se o teste χ^2 . Em todas as classes demográficas estabelecidas foram testadas as diferenças entre classes, através do teste do χ^2 .

A partir das informações da localização das plantas de *I. paraguariensis*, em diferentes classes demográficas, foram realizadas análises para verificar o padrão espacial da espécie com a utilização da Função K-univariada de Ripley (1977). O método testa se os eventos (plantas) são distribuídos de maneira regular, aleatória ou agrupada. O raio (h) utilizado para o cálculo do K(h) foi de 1m, sendo as análises realizadas até a distância de 25m, correspondente à metade do menor lado da parcela, conforme recomendação de Ripley (1977). Os valores de K(h) foram transformados através da função L(h) para melhor interpretação e visualização dos resultados. Os envelopes (limites de confiança) foram criados utilizando 499 simulações de eventos em completa aleatoriedade espacial. A função de K-univariada e seu envelope de confiança foram calculados, empregando-se algoritmos escritos no programa R, pacote SplanCs (ROWLINGSON e DIGGLE, 1993).

1.4 RESULTADOS

1.4.1 Densidade populacional e regeneração natural

A densidade de indivíduos de erva-mate (*I. paraguariensis* A. St. Hil.) foi de 2.172 ind. ha⁻¹. Na área 1 (1,5 ha com pisoteio) foram encontrados 722 indivíduos (Figura 1.), correspondentes a uma densidade de 481 ind.ha⁻¹. Para a área 2 (1,5 ha) foram encontrados 5.794 indivíduos (Figura 1), correspondendo a uma densidade de 3.863 ind.ha⁻¹. Os intervalos de classes de alturas dos indivíduos da área 1 mostrou forma de “J” invertido, sendo que a maior parte da população se concentrou nas menores classes de altura diminuindo progressivamente até atingir menor proporção nas maiores classes. Na área 2 foi observou-se maior quantidade de indivíduos na classe II (1,30 m até 3,00 m de altura) correspondendo a 46,9% do total de indivíduos (Figura 2.), tal comportamento pode estar associado ao histórico recente de retirada do gado bovino na área. Também pode ser observado que na área 2 encontra-se uma maior densidade de indivíduos do que a área 1, tal resultado, possivelmente, esteja relacionado ao estado de conservação das áreas pois, a área 2 apresenta melhor estado de conservação e, recentemente, ausência do gado bovino. De qualquer forma, a comparação entre as duas áreas (Figura 2) deve levar em conta as distintas densidades onde é possível

observar que há uma relativa proporcionalidade entre as mesmas classes de altura, nas áreas estudadas.

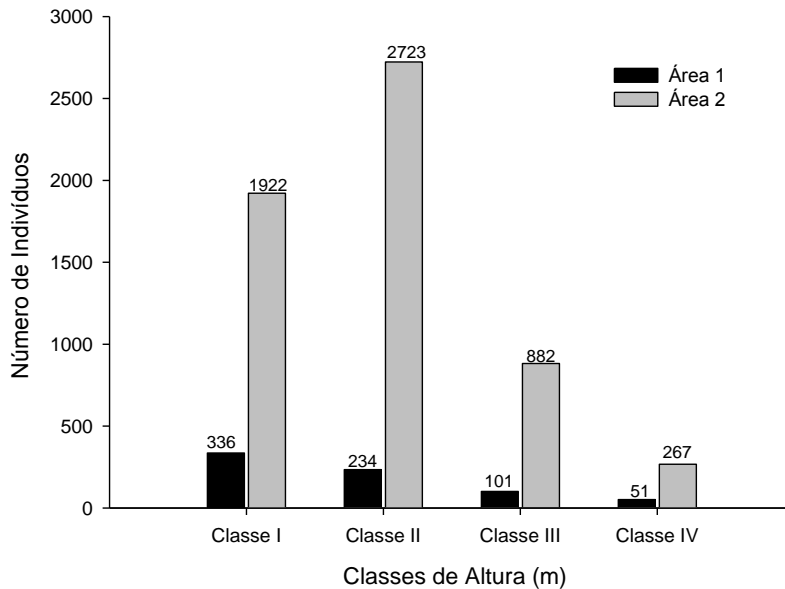


Figura 2. Distribuição de frequência dos indivíduos de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. em classes de altura, nas áreas 1 e 2. Classes de Altura: Classe I: até 1,30 m; Classe II: > 1,30 até 3,00 m; Classe III: >3,00 até 5,00 m; e Classe IV: > 5,00 m. Urupema, SC, 2012.

Quanto aos indivíduos reprodutivos avaliados na área 2, no ano de 2011, foi possível observar que já na classe II apareceram indivíduos reprodutivos (2 m de altura), mesmo que em pequena proporção (5/2723); na classe III esta proporção aumentou (41/882), bem como na classe IV (115/267), conforme demonstrado na Figura 3.

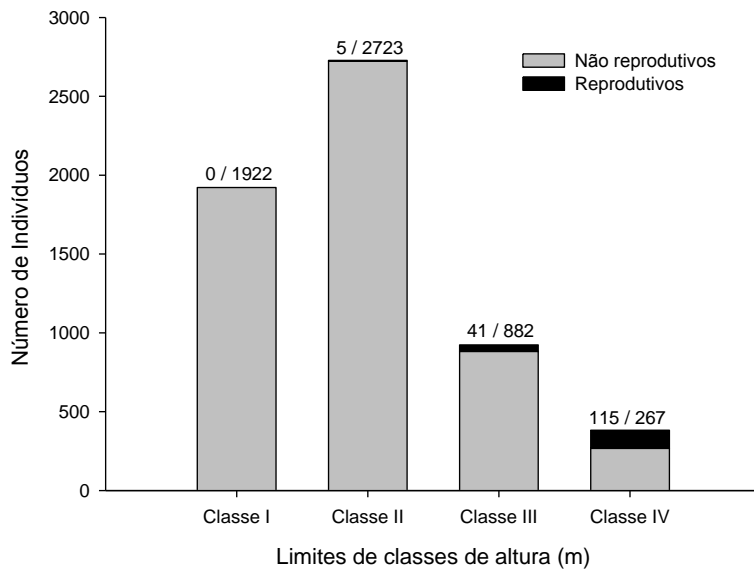


Figura 3. Distribuição da população natural de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil, em classes de altura registradas na área 2. Demonstração das populações reprodutivas e a não reprodutivas estão organizadas nas classes I: até 1,30 m; II: > 1,30 até 3,00 m; III: >3,00 até 5,00 m e IV, ocorrentes na Fazenda das Nascentes, Urupema, SC, 2012.

Na avaliação de 2012, nas unidades amostrais da área 2, foram registrados 56 indivíduos ingressantes na população, o que representa menos de 1%. Por outro lado, foi registrada a mortalidade de 232 indivíduos o que corresponde a 4% da população de *I. paraguariensis*. Dos 232 indivíduos mortos, 175 pertenciam a Classe I, com altura inferior 1,30m, sendo os 57 restantes pertencentes a Classe II (>1,31 até 3,00 m de altura). Este resultado, mesmo que apenas por um ano de acompanhamento, indica que a fase mais crítica encontra-se na classe I, fato esperado no processo de recrutamento.

Com relação à distribuição da população de *I. paraguariensis*, em classes de altura em três diferentes unidades na área 1 obteve-se o seguinte resultado: 296 na primeira unidade amostral, 311 na segunda unidade e 111 na terceira unidade (Figura 4 A, B, C). Embora nestas unidades tenha presença de gado bovino, a população demonstrou o padrão de J invertido com maior número de indivíduos nas menores classes, diminuindo conforme o aumento em nível de classes.

Na área 2 foram registrados na primeira unidade amostral 4.542 indivíduos, na segunda unidade com 371 e 886 na terceira unidade (Figura 4 D, E, F). Na primeira unidade pode-se observar que na Classe II há 50,24% do total de indivíduos encontrados (Figura 2 D). Para a segunda unidade foi observado que a população também seguiu o padrão de J invertido (Figura 4 E). Na terceira unidade amostral observou-se o mesmo comportamento da primeira,

sendo que o maior número de indivíduos foi encontrado na Classe II (Figura 4 F). O comportamento da espécie em cada unidade amostral, possivelmente, exhibe variações quanto às condições ambientais e ecológicas locais.

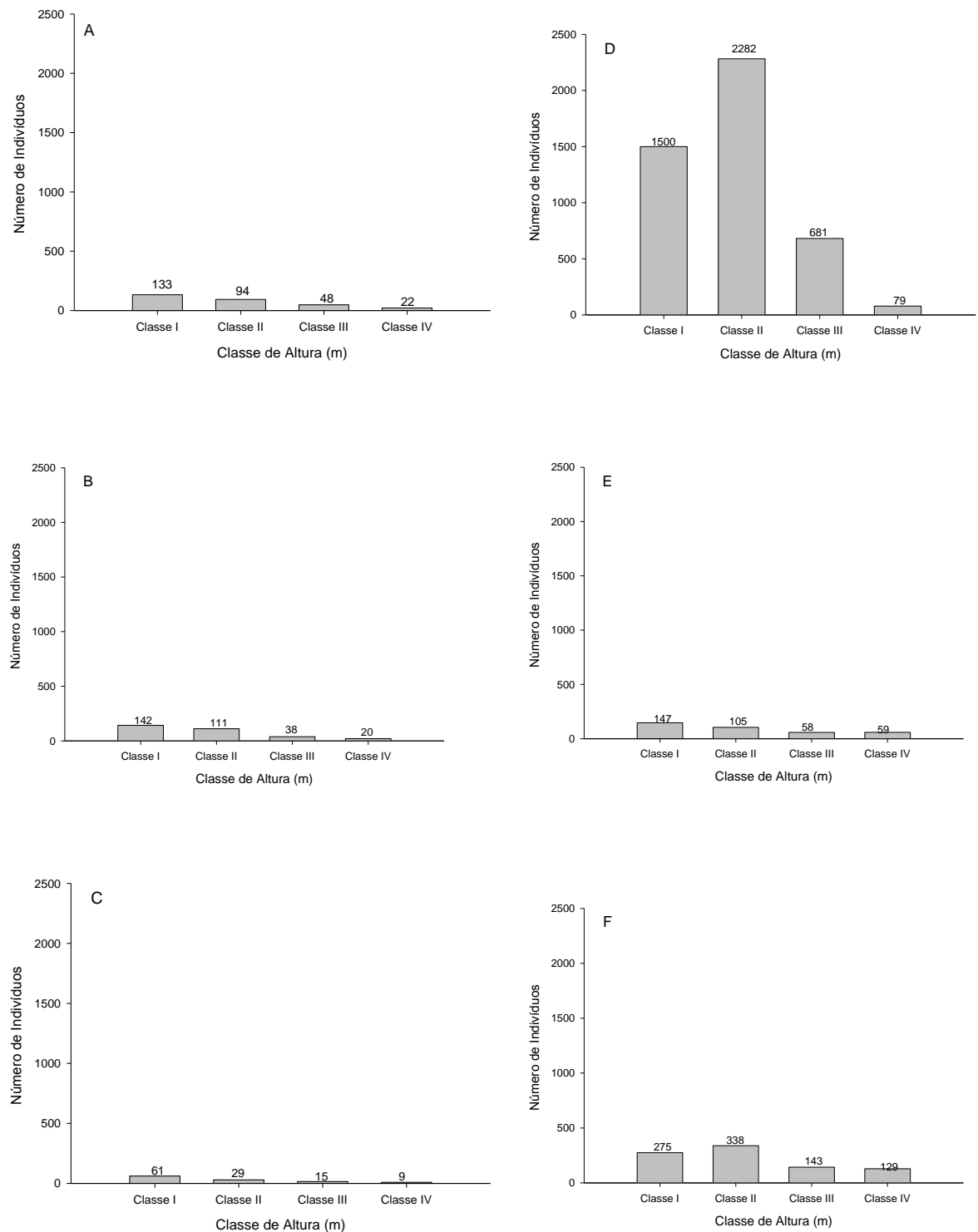


Figura 4. Distribuição em classes de altura da população de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. Área 1 – primeira unidade (A), segunda Unidade (B); terceira unidade (C). Área 2 – primeira unidade (D); segunda unidade (E), terceira unidade (F). Classes de Altura: I: até 1,30 m; II: > 1,30 até 3,00 m; III: >3,00 até 5,00 m e IV: > 5,00 m. Urupema, SC, 2012.

A estrutura da população foi avaliada quanto à diferença entre as classes nas unidades amostrais, nas unidades com pisoteio, a unidade I apresentou diferença estatística entre (133:94; $\chi^2=6,70$: $p<0.05$), (94:48 ; $\chi^2=14,90$: $p<0.05$), (48:22; $\chi^2=9,65$: $p<0.05$) e a segunda unidade e, entre as classes I e II, não ocorreu diferença estatística representando somente um $\chi^2=3,79$: $p<0.05$, (111:38; $\chi^2=35,73$: $p<0.05$), (38:22; $\chi^2=4,26$: $p<0.05$) e na terceira unidade (61:29; $\chi^2=11,37$: $p<0.05$), entre as classe III e IV não houve diferença estatística (13:8; $\chi^2=1,19$: $p<0.05$) (Figura 4 A, B, C). Nas unidades da área 2, unidade I entre (1500:2282; $\chi^2=161,69$: $p<0.05$), (2282:681; $\chi^2=865,06$: $p<0.05$), (681:79; $\chi^2=476,84$: $p<0.05$), na segunda unidade encontrou diferença entre (147:105; $\chi^2=7,00$: $p<0.05$), (105:58; $\chi^2=13,55$: $p<0.05$), entre as classes III e IV não houve diferença de indivíduos encontrados, sendo que o valor do χ^2 foi de 0,0085, na terceira unidade houve diferença estatística nas primeiras classes entre (275:338; $\chi^2=6,47$: $p<0.05$), (338:143; $\chi^2=79,05$: $p<0.05$) e entre as classe III e IV não houve diferença significativa (143:129; $\chi^2=0,72$: $p<0.05$) (Figura 4 D, E, F).

Para a distribuição diamétrica dos indivíduos reprodutivos das unidades amostrais da área 2, apenas apareceram diferenças significativas a favor dos indivíduos masculinos na classe III (9:21: $\chi^2=4,8$: $p<0,05$) (Figura 5). Nesta mesma distribuição foi observada a maior frequência de indivíduos nas menores classes.

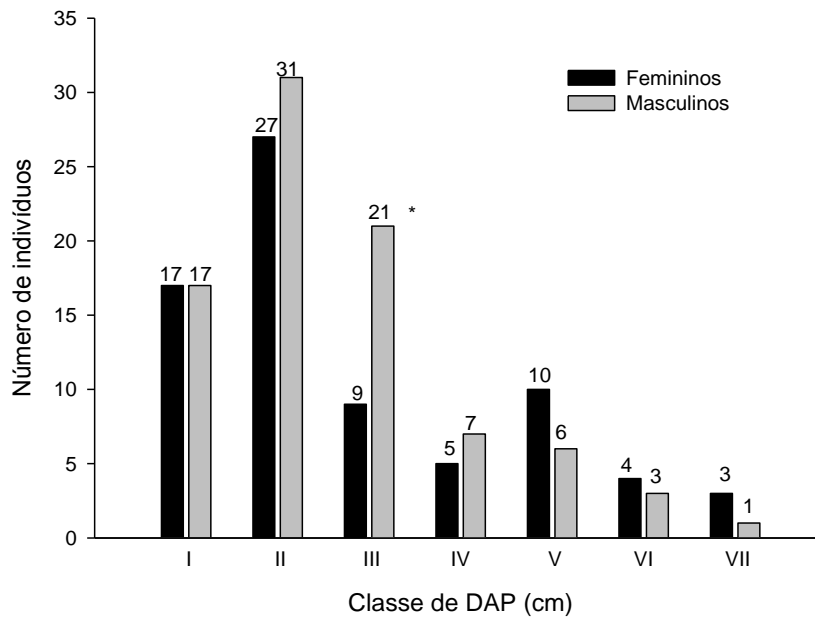


Figura 5. Distribuição diamétrica para indivíduos masculinos e indivíduos femininos das unidades amostrais da área 2 localizadas no fragmento florestal da Fazenda das Nascente, Urupema, SC, Brasil para o ano de 2011. Classes de DAP (diâmetro altura do peito): Classe I: 0,48 cm; Classe II: > 0,48 até 3,77 cm; Classe III: > 3,77 até 7,06 cm; Classe IV: >7,06 cm até 10,36 cm; Classe V: >10,36 até 13,66 cm; Classe VI: > 13,66 até 16,96 cm; Classe VII: > 16,96 cm. Urupema, SC, 2012. * Diferença significativa a favor dos indivíduos masculinos na classe III (9:21: $\chi^2_{4,8}$: $p < 0,05$).

A média do diâmetro para indivíduos masculinos não diferiu estatisticamente da média para indivíduos femininos (δ 7,28cm; n=86; ϕ 8,29cm; n=75; $t=0,36$ $p > 0,05$), isso ocorreu também para a altura (δ 2,18m; n=86; ϕ 2,50m; n=75; $t=0,22$ $p > 0,05$). A razão sexual (proporção de masculinos. femininos⁻¹) foi 1,14, não diferindo da unidade (86:75 $\chi^2=0,75$ $p > 0,05$).

1.4.2 Análise do padrão espacial *Ilex paraguariensis* A. St. Hil.

A análise do padrão espacial foi realizada para cada unidade amostral (áreas 1 e 2), para as quais se verificou que a população de *I. paraguariensis* demonstra comportamento semelhante, neste caso de padrão agregado. As diferenças observadas estão na intensidade de agregação como pode ser observado na Figura 6, destacando-se a unidade III da área 1, para a qual, a intensidade aumenta a medida que aumenta a distância amostrada, indicando forte agregação nesta unidade amostral.

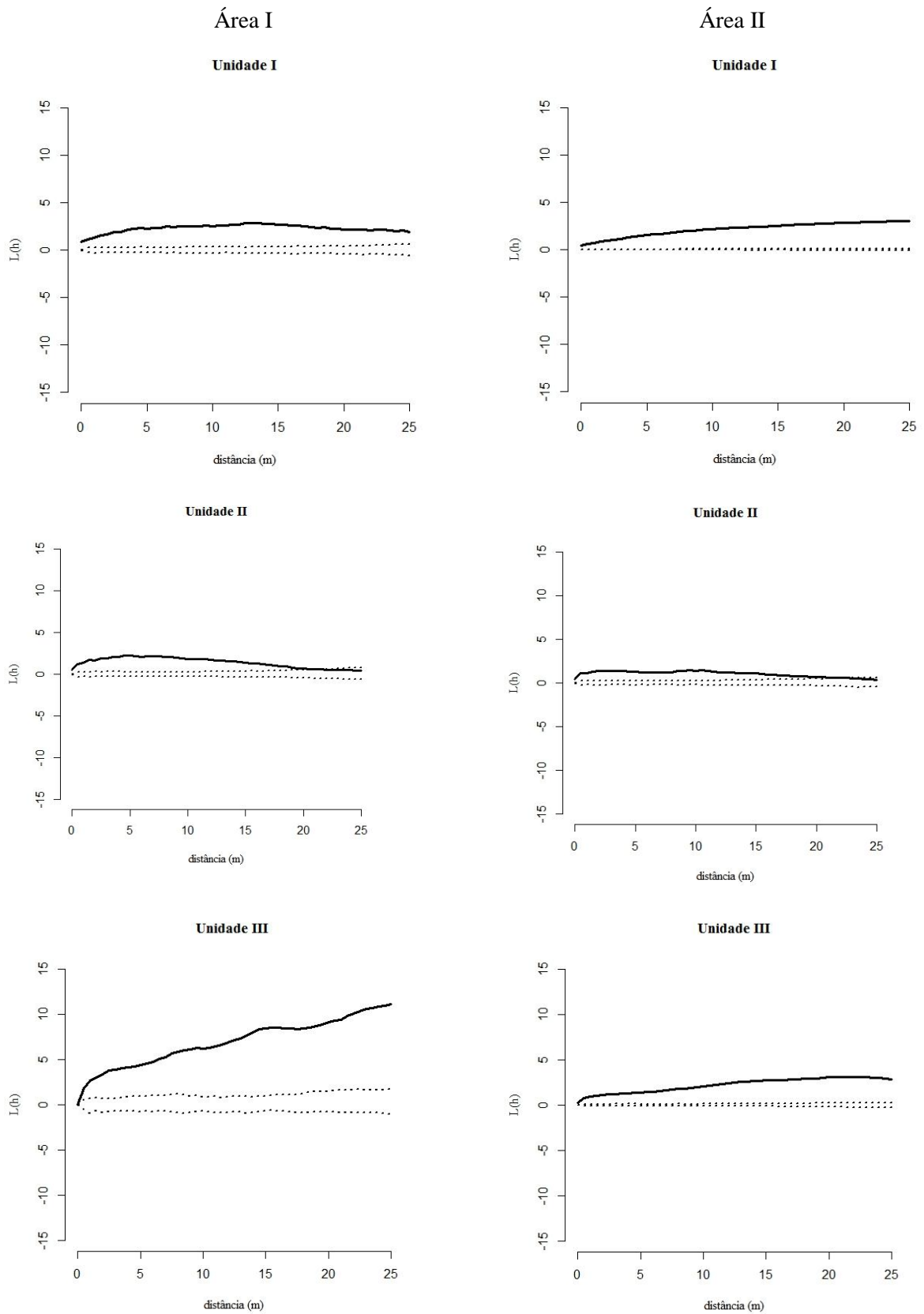


Figura 6. Análise do padrão espacial referente às três unidades amostrais das áreas 1 e 2 para uma população natural de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., através da função K de Ripley. As linhas pontilhadas representam os intervalos de confiança (envelopes) construídos com 499 simulações de completa aleatoriedade espacial. Urupema, SC, 2012.

Quando analisamos as diferentes classes de altura com relação ao padrão espacial, podemos observar que nas primeiras classes o padrão se mantém agregado. No entanto, na medida em que analisamos as classes crescentes em altura, começa a aparecer o padrão aleatório na população (Figura 7).

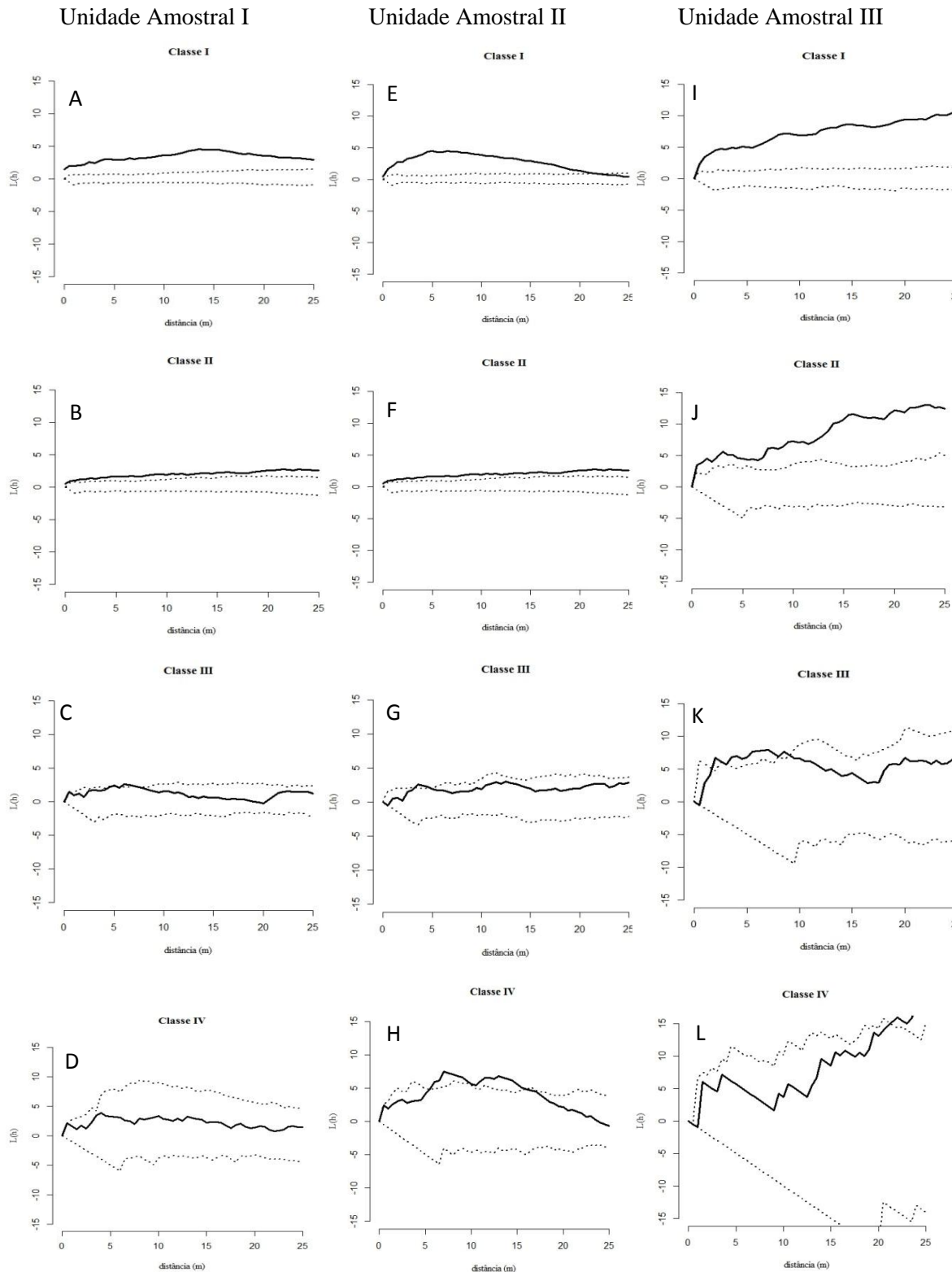


Figura 7. Análise do padrão espacial referente às três unidades amostrais da área 1 para uma população natural de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., através da função K de Ripley. As linhas pontilhadas representam os intervalos de confiança (envelopes) construídos com 499 simulações de completa aleatoriedade espacial. As letras A, B, C, D referem-se as classes de altura da unidade I; E, F, G, H às classes de altura da unidade II e I, J, K, L às classes de altura da unidade III. Urupema, SC, 2012.

Para o caso da área 2 (Figura 8), pode-se observar comportamento semelhante, porém não tão evidente quanto na área 1.

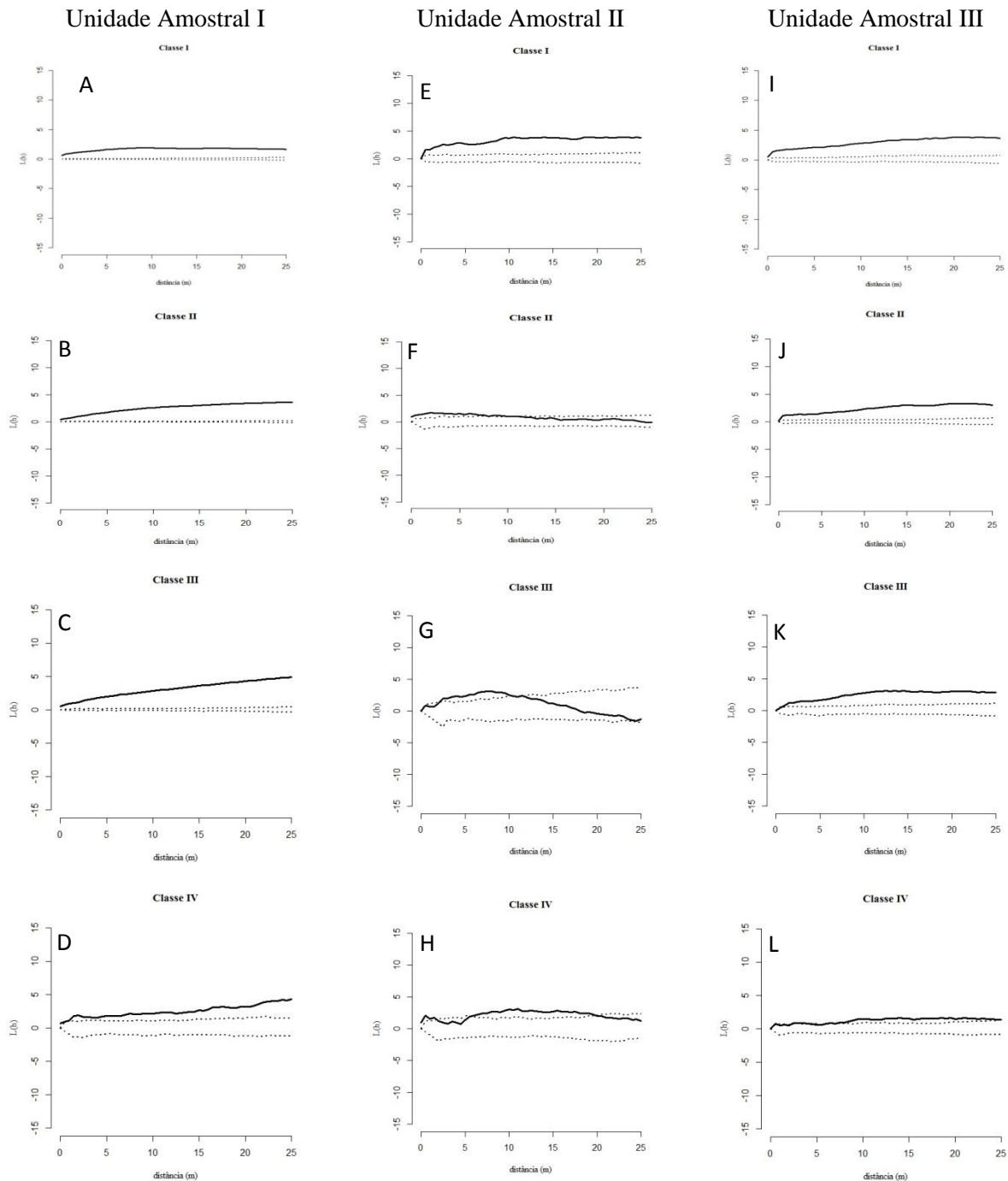


Figura 8. Análise do padrão espacial referente às três unidades amostrais da área 2 para uma população natural de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., através da função K de Ripley. As linhas pontilhadas representam os intervalos de confiança (envelopes) construídos com 499 simulações de completa aleatoriedade espacial. As letras A, B, C, D referem-se às classes de altura da unidade I; E, F, G, H às classes de altura da unidade II e I, J, K, L às classes de altura da unidade III. Urupema, SC, 2012.

O padrão espacial também foi analisado para os indivíduos reprodutivos da área 2, esta avaliação espacial para indivíduos femininos de *I. paraguariensis* A. St. Hil, mostrou em todas as unidades amostrais que o comportamento é aleatório (Figura 9 A, C, E), já para os indivíduos masculinos a unidade I (Figura 9 B) mostrou agregação e, as unidades II e III o padrão espacial foi amostrado com aleatoriedade em toda a distância da análise (Figura 9 D, F).

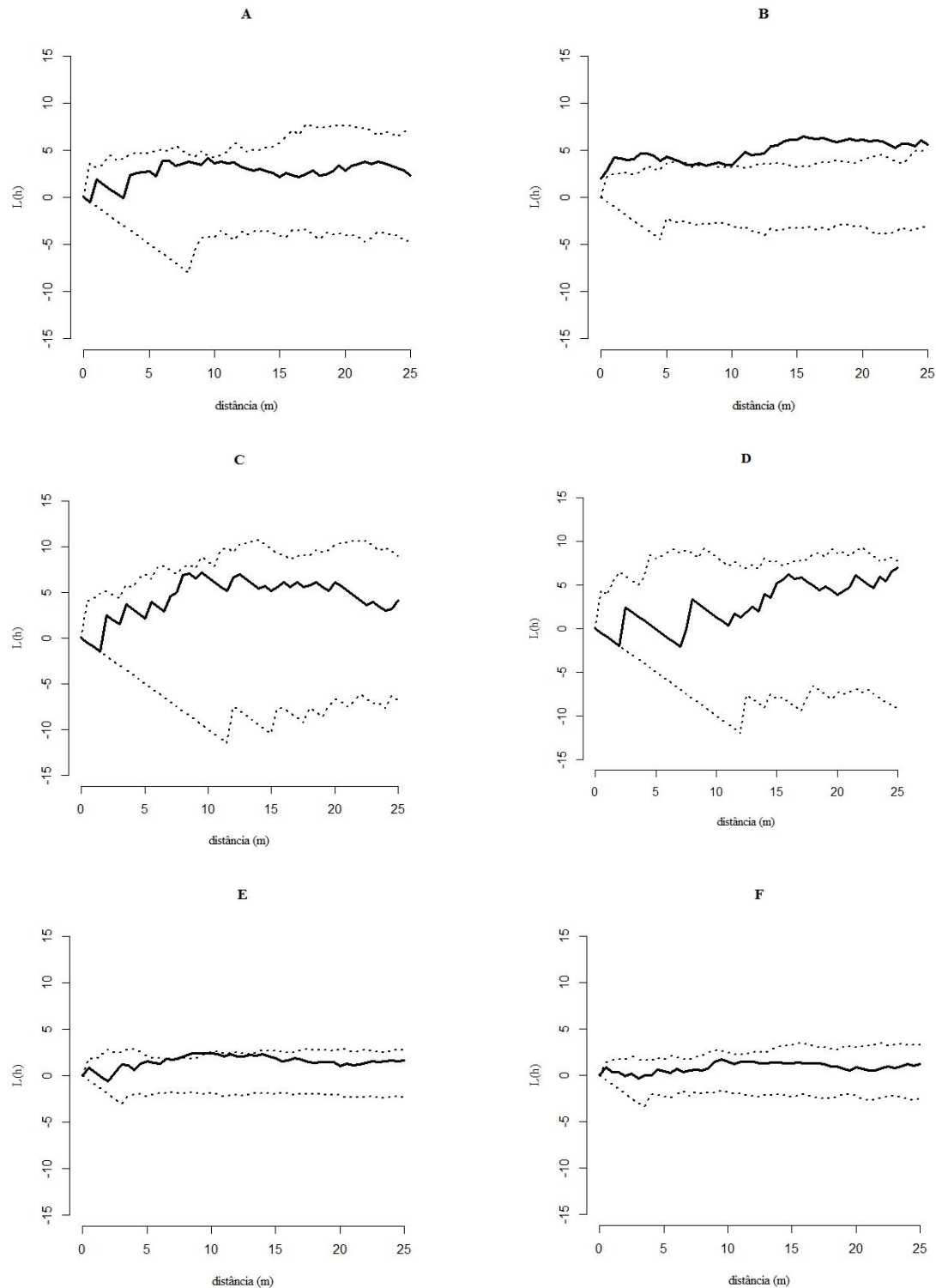


Figura 9. Análise do padrão espacial referente às três unidades amostrais da área 2 em relação aos indivíduos reprodutivos de *Ilex paraguariensis*. St. Hil. através da função K de Ripley. As linhas pontilhadas representam os intervalos de confiança (envelopes) construídos com 499 simulações de completa aleatoriedade espacial. Unidade I (A) Feminino; (B) Masculino; Unidade II (C) Feminino; (D) Masculino; Unidade III (E) Feminino; (F) Masculino. Urupema, SC, 2012.

1.5 DISCUSSÃO

1.5.1 Densidade populacional

A densidade de indivíduos da população da área 1 é menor, comparada a área 2, tal resultado, em parte, pode ser reflexo do histórico de uso entre as áreas analisadas, especialmente, neste caso, a contínua presença de gado bovino na área 1.

A estrutura populacional da erva-mate estudada dentro das áreas amostrais apresentou comportamento diferenciado, na área 1 a população tende a possuir estrutura em “J” invertido, com maior número de indivíduos na fase inicial do ciclo de vida. O que segundo Silva Júnior (2004), a estrutura “J” invertido indica um balanço positivo entre recrutamento e mortalidade, sendo característico de populações em crescimento. Já Felfili (2001), cita que esse tipo de estrutura “J” invertido é comumente encontrado para comunidade, porém, quando as espécies são analisadas individualmente ocorrem variações neste padrão, que pode ser observado na área 2 deste trabalho, onde a população de *I. paraguariensis* possui um desequilíbrio na estrutura populacional, nas unidades amostrais 1 e 3 apresentando maior número de indivíduos na classe II.

Esta constatação pode estar relacionada ao histórico recente da área, pois esta área apresentava no passado um banco de semente no local e a partir do processo de recuperação da área favoreceu a germinação e atualmente apresentou um maior número de indivíduos nesta classe, pois a sementes da erva-mate apresenta dormência pela imaturidade do embrião (BORGHETTI, 2004), permitindo ela ficar por um longo período no solo aguardando o completo desenvolvimento e condições favoráveis à germinação. Neste caso, seria esperada, que no futuro, aconteça uma reversão na tendência de declínio para as outras classes.

Silva et al. (2007), também estudo uma população de *I. paraguariensis* em três fragmentos diferentes no Paraná, demonstrando que a erva mate seguiu padrão de “J” invertido somente em um dos fragmentos.

Outro aspecto relevante em relação à população estudada refere-se ao baixo número de indivíduos nas classes de maior altura. Segundo Young et al., (1989), relata que ao longo do desenvolvimento de espécie os indivíduos mais jovens sofrem alta mortalidade e supressão no seu desenvolvimento e que somente alguns indivíduos consegue crescer e atingir a maturidade. Possivelmente isso pode estar acontecendo com esta espécie.

Para a população da *I. paraguariensis* mortalidade é um aspecto relevante em relação à supressão no crescimento. Segundo Solbrig (1981), a maioria das populações de espécies tropicais apresenta mortalidade concentrada nas menores classes e a causa desta mortalidade pode estar ligada a presença de patógenos ou herbívoros e a competição entre plântula ou entre plântula e adultos (AUGSPURGER, 1983, SWAINE et al., 1987, HOWE 1990). Em erva mate, a maioria dos indivíduos que morreram pertencia à Classe I, composta de indivíduos menores de 1,30 m.

A distribuição de frequência dos diâmetros das árvores reprodutivas da área 2, com 1,5 ha, estruturada segundo o sexo das plantas, mostrou que o maior número de indivíduos, independente do sexo, encontra-se nas classes menores, sendo os indivíduos femininos mais frequentes em todas as classes diamétricas, mas predominantemente nas classes inferiores a 3,77 cm e em relação a distribuição diamétrica para indivíduos reprodutivos, não foi encontrado diferenças estatística entre o sexo.

A razão sexual encontrada na população natural de *I. paraguariensis* não diferiu das informações mencionadas em literatura, onde o esperado para plantas dioicas é proporção de 1:1. Este trabalho corrobora com estudo realizado por Floss (1994), onde também foi encontrado a razão de 1:1, porém, estas populações estudadas eram em plantios comerciais. Entretanto, Sturion et al. (1995) constataram, no Paraná, uma proporção média de oito árvores masculinas para cinco árvores femininas, quando avaliaram três diferentes procedências, totalizando 31 progênies oriundas de regiões tradicionais de produção de erva-mate do Paraná. Ferreira et al. (1983) ao amostrarem cinco ervais no Rio Grande do Sul observaram uma proporção, aproximada, de sete indivíduos masculinos para cinco femininos.

1.5.2 Padrão espacial

De maneira geral o padrão de distribuição espacial para a população *I. paraguariensis* apresentou comportamento agregado. Este mesmo padrão para a população de *I. paraguariensis* A. St. Hil. também foi encontrado na Reserva Florestal de Caçador, SC (FLOSS, 1994). Corroborando com trabalho realizado por Rode et al (2010), onde foi encontrado para *I. paraguariensis* um padrão de forma agregada em fragmento da Floresta Ombrófila Mista no Paraná.

Outro estudo realizado, com base no Índice de Morisita que demonstra se as espécies apresentam padrões de distribuição agregada, ou não, foi realizado com as espécies *I.*

paraguariensis e *Araucaria angustifolia*, em duas florestas de araucária no estado do Paraná, sendo demonstrado o mesmo comportamento de agregação (CANALEZ, 2006).

Segundo Hubbell (1979), padrões agregados, sobretudo em função da grande concentração de indivíduos jovens, são mais comuns em florestas tropicais do que padrões aleatórios. Este padrão de agregação para indivíduos menores também foi encontrado por Anjos et al. (2004) ao analisarem a distribuição da Araucária.

No entanto, Carvalho (1983) relatou que espécies vegetais, mesmo apresentando uma grande ocorrência em uma determinada área pode ser bastante irregular quanto a sua distribuição espacial, nas diferentes classes de tamanho.

Condit (2000) afirmou que fatores ambientais como disponibilidade de recursos e condições microclimáticas específicas podem afetar o padrão de dispersão dos indivíduos, a presença de clareira também é um fator que favorece a agregação dos indivíduos devido ao aumento de luminosidade (CAPRETZ, 2004).

Entretanto, não se pode afirmar que as espécies apresentam um padrão estrutural e espacial estável devendo-se considerar as relações vegetacionais como um todo e as alterações ocorridas ao longo do tempo (SANTOS, 1991). Eventos reprodutivos, quedas de árvores, assim como as relações intra e interespecíficas podem, em determinado momento, causar modificações temporárias na estrutura e padrão espacial da espécie até mesmo com a presença de animais no interior da floresta, o que pode alterar a dinâmica da vegetação dificultando que a espécie se regenere e se desenvolva.

O comportamento da *I. paraguariensis* na área 2 pode estar relacionado ao desenvolvimento da planta nas sombras do povoamento, por ser uma planta esciófila que, sob certas condições, consegue manter-se à sombra por toda a vida (CARVALHO, 1994). Diferentemente das plantas pioneiras ou heliófilas, as plantas esciófilas produzem grande quantidade de sementes, além de conseguirem sobreviver no interior da floresta, sem incidência direta de luz, por décadas, sem crescer à espera de condições mais favoráveis para o seu desenvolvimento. As espécies esciófilas são capazes de regenerarem-se tanto à sombra quanto à luz, mas precisam de incidência direta de luz na primeira fase de vida (HACK, 2007). Produzem grande quantidade de sementes, porém as plântulas, se não houver um incremento de luminosidade, acabam por não se estabelecer (HACK, 2007).

Indivíduos reprodutivos encontrados na área 2 demonstraram os mesmos resultados entre as unidades amostrais, exceto para os indivíduos masculinos da primeira unidade que apresentaram padrão agregado e para os femininos da unidade III que apresentaram um pico de agregação entre ± 6 m até ± 10 m de distância.

A área 1 é usada para abrigar o gado bovino no interior deste fragmento florestal durante o inverno, situação essa que favorece a compactação do solo, comprometendo a composição florística. Evidências podem ser observadas nestes resultados, pois a área com gado bovino apresentou uma baixa densidade de indivíduos de erva mate (Figura 2). No entanto, a área 2 há cinco anos passa por um processo de recuperação com a retirada do gado bovino, concomitantemente a proibição da retirada de produtos florestais não madeireiros que favorecem o desenvolvimento da floresta secundária e beneficiando o desenvolvimento da erva mate no local.

1.6 CONCLUSÃO

A distribuição de frequência dos indivíduos nas áreas amostradas apresenta padrão J-invertido. Os indivíduos de *I. paraguariensis* se comportam predominantemente agrupados nas áreas, no entanto, alguns grupos se comportaram de maneira aleatória. A presença do gado na área afeta a estrutura da vegetação, levando a um empobrecimento e acarretando mudanças na sua estrutura populacional. O remanescente avaliado apresenta grande potencial para a conservação *in situ* de *I. paraguariensis* o qual pode ser um importante fornecedor de material reprodutivo para reposição de populações. Além disso, indica que áreas semelhantes podem ser potencialmente utilizadas para manejo desta espécie.

CAPÍTULO 2

2.1 ASPECTOS DA BIOLOGIA REPRODUTIVA DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) EM REMANESCENTE DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALTOMONTANA, NO PLANALTO CATARINENSE

RESUMO

Informações sobre a biologia reprodutiva de espécies florestais são fundamentais para orientar planos de uso e conservação de recursos florestais. Desta forma, aspectos da biologia floral, sistema reprodutivo, visitantes florais e desenvolvimento do fruto de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. foram estudados em uma área da Floresta Ombrófila Mista (Fazenda das Nascentes) no município Urupema, SC. Para este estudo foram acompanhados 161 indivíduos adultos (86 masculinos e 75 femininos) de erva-mate no período de agosto de 2011 a maio 2012. A fenologia reprodutiva apresentou amplitude de 100 dias, com pico de floração no mês de novembro e início da maturação dos frutos no mês de maio. A floração desta espécie foi registrada nos períodos de menor precipitação e de temperatura média acima de 25 °C. Os visitantes florais pertencem as ordens Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera e Diptera que visitaram as flores durante o dia, no período das 08h30 as 18h. O desenvolvimento dos frutos, com relação ao peso fresco aumentou de forma quadrática. Para conseguir uma visão mais completa do ciclo reprodutivo da erva mate são necessários estudos de longa duração para subsidiar estratégias de conservação e manejo adequado deste recurso.

Palavras-chave: sistema de reprodução. biologia floral. polinização. floração. frutificação. planta dióica.

ABSTRACT

Information on the reproductive biology of forest species are key plans to guide land use and conservation of forest resources. Thus, aspects of floral biology and breeding systems, flower visitors and the fruit development of *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. were studied in an area of Mixed Ombrophylous Forest (Fazenda das Nascentes) in the Urupema city, Santa Catarina state. For this study we monitored 161 individuals adults (86 male and 5 female) in the period August 2011 to May 2012. The reproductive phenology showed 100 days, with peak flowering in the month of November and beginning of fruit ripening in May. The flowering of this species was recorded during periods of reduced precipitation and average the temperature above 25°C. The flower visitors belong to the orders Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera and Diptera which visited the flowers during the day, in the period from 08:30 to 18:00. The fruit, with fresh weight increased quadratically. To get a more complete picture of the reproductive cycle of mate studies are needed to support long-term conservation strategies and management of this resource.

Key words: Breeding system. Floral biology. Pollination. Flowering. Fruiting. Plant dioecious.

2.2 INTRODUÇÃO

Ilex paraguariensis A. St. Hil. (erva-mate) pertence a família Aquifoliaceae, cuja o gênero *Ilex* é composto por 63 espécies, sendo 4 variedades e 43 espécies endêmicas do Brasil (GROPPO, 2012). Sua área de ocorrência abrange países da América do Sul, com área de dispersão que compreende a Bolívia, o Paraguai, a Argentina, o Uruguai e o Brasil perfazendo aproximadamente 540.000 Km² (OLIVEIRA; ROTTA, 1985). No Brasil, a espécie possui uma vasta área geográfica de dispersão natural que compreende as regiões Norte (Roraima, Pará, Amazonas, Acre, Rondônia), Nordeste (Pernambuco, Bahia), Centro-Oeste (Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul), Sudeste (Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro), e Sul (Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul) (GROPPO, 2012). Deste gênero, *I. paraguariensis* A. St. Hil é a mais importante, considerada ideal para exploração comercial (GILBERT, 1995).

A erva-mate foi classificada pelo naturalista francês Auguste de Saint-Hilaire, durante viagens pelo sul do Brasil entre 1816-1822, destacando-se em seus estudos a “árvore-do-mate” planta usada, na época, para a elaboração da “erva do Paraguai” ou “mate” (MAZUCHOWSKI, 1991; DA CROCE e FLOSS, 1999).

Esta espécie é dióica, ou seja constituída de indivíduos com flores masculinas e indivíduos com flores femininas. As inflorescência fasciculadas e pedunculadas nascem em ramos velhos e se inserem nas axilas foliares; flores são díclinas (unissexuadas) com um dos sexos abortado, pediceladas, com o cálice e a corola tetrâmeros, as flores masculinas (5,5-7,0 mm diâmetro) geralmente em duas até cinco encontram-se inseridas individualmente no ápice de cada pedúnculo, raramente ocorrem três flores por pedúnculos, as flores femininas (4-5 mm diâmetro) raramente 6-meras e pediceladas, um pedúnculo curto com 3 flores é muito raro (EDWIN e REITZ, 1967). Suas folhas são alternas e simples, geralmente estipuladas, com margem irregular serrilhada ou dentada, no o terço da base geralmente é lisa, com ápice obtuso (EMATER, 1991; GILBERTI, 1994). Seus frutos do tipo baga tem formato esférico, com quatro sementes (BACKES e IRGANG, 2002).

Trata-se de uma espécie perene, com porte arbóreo, ombrófila e esciófila (MAZUCHOWSKI, 1991) de grande longevidade, podendo alcançar 100 anos

(MAZUCHOWSKI, 1989). Sua altura é variável, dependendo da idade, podendo atingir até 25 m na floresta nativa, porém, quando podada, geralmente não ultrapassa os 7 m de altura (CARVALHO, 2003).

Pertence ao grupo ecológico das climácicas, que cresce, preferencialmente, nas associações mais evoluídas dos pinhais (Floresta Ombrófila Mista), regenera-se com facilidade quando o estrato arbóreo superior e, principalmente, os estratos arbustivos e herbáceos são raleados (EDWIN e REITZ, 1967). A dispersão dos frutos e das sementes é zoocórica feita principalmente por pássaros que se alimentam do fruto (CARVALHO, 2003), facilitando o fluxo de propágulos desta espécie, colaborando para a maior velocidade do processo de sucessão florestal.

A erva-mate possui uma grande importância social e cultural, pois integra um dos mais tradicionais sistemas agroflorestais, sendo uma das culturas que concorrem para a manutenção do pequeno produtor no meio rural (BERKAI; BRAGA, 2000).

Considerada uma das riquezas do sub-bosque da Floresta com Araucária, a erva-mate configura-se como grande potencial econômico, representando uma ótima opção para a condução do manejo sustentado da floresta, em uma perspectiva de uso múltiplo dos recursos naturais. Porém, seu manejo necessita de um controle em campo mais complexo, devido à heterogeneidade das condições ambientais o que pode reduzir a capacidade autossustentável (OLIVEIRA et al., 2007).

Estudos relacionados à fenologia são fundamentais em qualquer plano de manejo florestal, tanto no uso racional do ambiente, como na manutenção da vida silvestre e outros recursos florestais (FOURNIER 1974). Os eventos reprodutivos são regulados pelas suas características endógenas associadas às variações do clima (RATHCKE e LACEY, 1985), além de uma série de fatores abióticos como pluviosidade, temperatura e comprimento do dia (OPLER et al. 1976, ASHTON et al. 1988, VAN SCHAİK 1986, MORELLATO et al. 1989, 2000); modos de dispersão e atividade de polinizadores e dispersores de sementes (SNOW 1965, RATHKE e LACEY 1985).

A fenologia pode ser uma importante ferramenta na descrição de ambientes, bem como, no entendimento das relações entre a espécie e o meio ambiente que vivem (OLIVEIRA, 2003). Além disso, sobre a observações fenologia reúnem informações sobre o quanto a estabelecimento de espécies, período de crescimento, período de reprodução e disponibilidade de recursos para polinizadores e dispersores (FRANKIE et al. 1974, MORELLATO et al., 1990).

A fenologia ainda pode contribuir direta ou indiretamente no desenvolvimento e compreensão de várias pesquisas e trabalhos na área florestal, tornando-se fundamental para o conhecimento do ciclo vida da espécie. Como na determinação de estratégias de coleta de sementes e disponibilidade de frutos (MARIOT et al., 2003), bem como sobre o efeito da fragmentação nas populações naturais, o grau de erosão genética e os fatores determinantes da variabilidade.

Objetivou-se descrever aspectos reprodutivos como o comportamento da fenologia reprodutiva de *I. paraguariensis* sob condições de floresta secundária, através da análise qualitativa e quantitativa da dinâmica reprodutiva da espécie, buscando contribuir com a implementação de planos de manejo e conservação.

2.3 Material e Métodos

2.3.1 Área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido em um fragmento florestal na Fazenda das Nascentes de propriedade da empresa Klabin S.A, localizada na divisa dos municípios de Paineira, Rio Rufino, Urupema e Bocaina do Sul, todos em Santa Catarina (Figura 10.), no entanto as unidades amostrais estão instaladas no município de Urupema, sendo a sede situada nas coordenadas geográficas 49°52'14"W e 27°54'34"S com área total de 1.659,20ha, com altitude de 1.425m e com seu ponto mais alto localizado no Morro das Antenas, de 1.750m acima do nível do mar. A área selecionada para este estudo passa por um processo de implantação de uma RPPN que a tornará uma unidade de conservação.

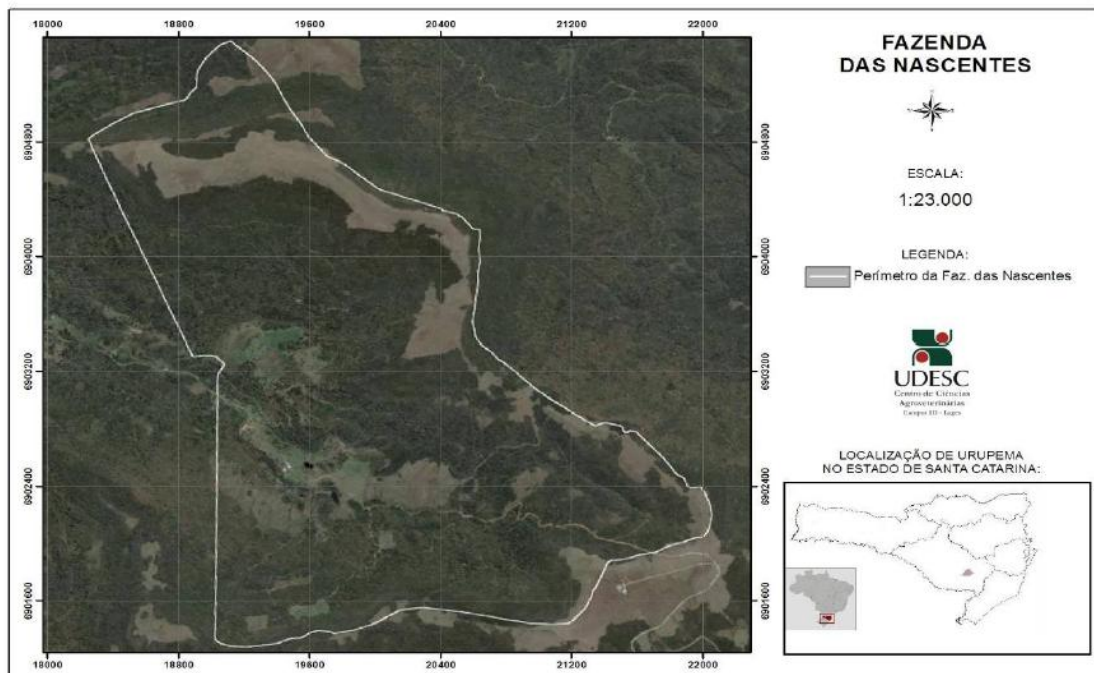


Figura 10. Mapa da Fazenda das Nascentes, localizada no município de Urupema, Santa Catarina. Fonte: MARTINS et al (2010).

De acordo com o sistema de Köppen (1948), o município de Urupema tem um clima classificado como temperado úmido Cfb, com chuvas bem distribuídas durante todo o ano. O gráfico climático das médias calculadas para um período de 10 anos na região de Urupema (Figura 11) mostra comportamento com ausência de período seco ao longo de todo o ano, com precipitação mais elevada de setembro a janeiro. A temperatura e a precipitação média anual foram de 13 °C e 159,36 mm, respectivamente, para o período de 10 anos. No período de estudo (2011 e 2012) o clima se apresentou mais úmido e frio (precipitação total anual 235,49 mm e média anual de 13 °C), quando comparado à média climática (Figura 12).

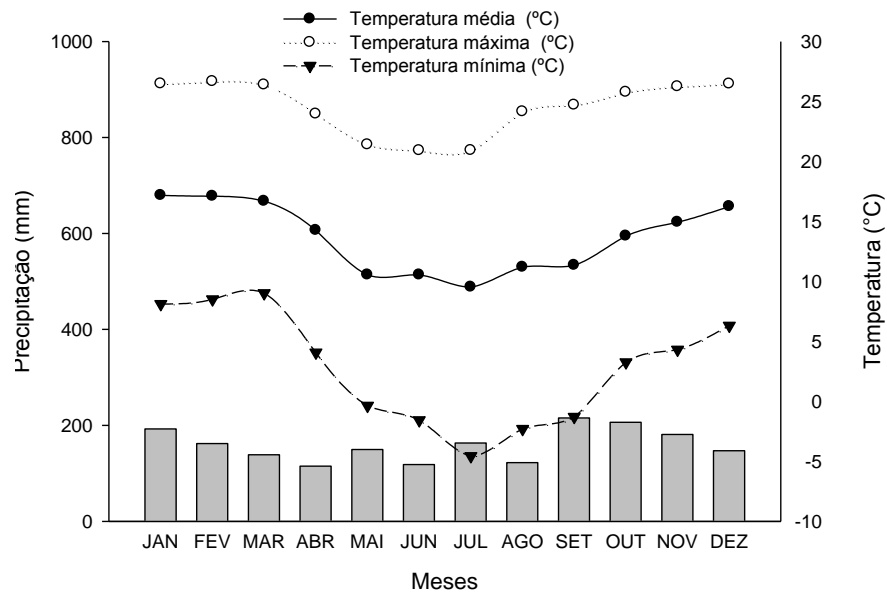


Figura 11. Médias de 10 anos dos dados de precipitação e temperaturas médias, máximas e mínimas, para a região de Urupema-SC. Fonte: Epagri/Ciram/Inmet, 2012.

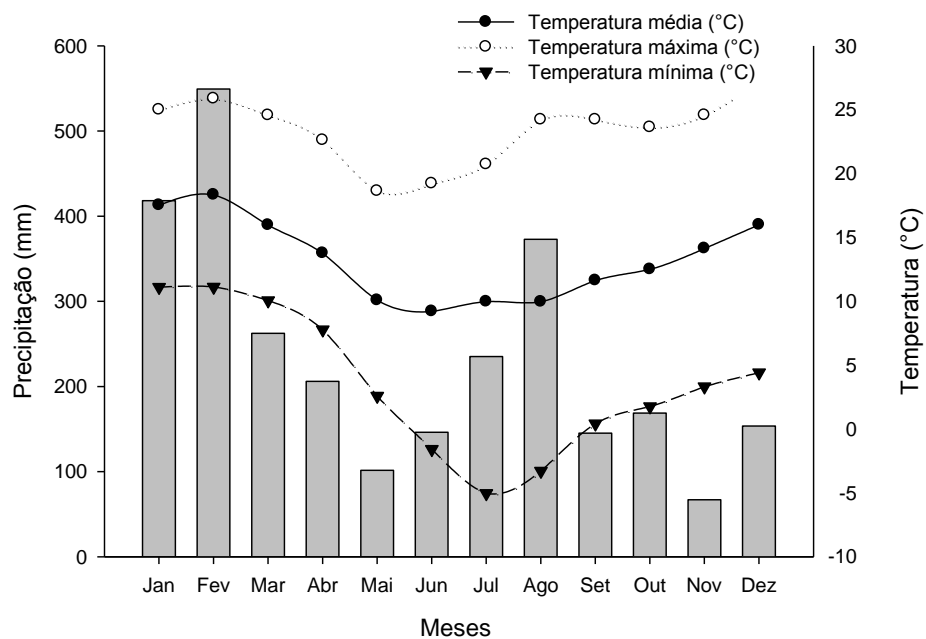


Figura 12. Precipitação e temperaturas médias, máximas e mínimas no período de estudo (2011 e 2012), para a Região de Urupema-SC. Fonte: Epagri/Ciram/Inmet, 2012.

A classificação do solo para a região de Urupema inclui os tipos Nitossolo Háplico e Cambissolo Húmido, sendo desenvolvidos a partir de rochas basálticas (EMBRAPA, 1998).

A vegetação do local é caracterizada por diversas fitofisionomias e aproximadamente 85% de sua extensão é coberta por Floresta Ombrófila Mista Altomontana, e é constituída por um mosaico de trechos em diferentes estádios de sucessão, intercalados por área de banhados e campos naturais fortemente antropizados. Das espécies indicadoras desta fitofisionomia destacam-se *Dicksonia sellowiana* Hook (xaxim), em agrupamentos nas áreas úmidas da fazenda, *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, *Drymis angustifolia* Miers, *Myrsine coriácea* (Sw.) R.Br., *Ocotea pulchella* (Nees) Mez e *Meliosma sellowii* Urb, além de muitas espécies de epífitas, como bromélias e orquídeas, também indicadoras de uma sucessão florestal avançada (MARTINS, 2010).

2.3.2 Obtenção e análise dos dados

2.3.2.1 Amostragem

Três parcelas permanentes foram instaladas na Fazenda das Nascentes de 100 x 50 m, sendo estas divididas em subunidade de 10 x 10 m para facilitar a localização e as avaliações dos indivíduos de *I. paraguariensis* A. St. Hil. (erva-mate). Todos os indivíduos da espécie presentes nas parcelas foram devidamente mapeados e etiquetados com placas de alumínio contendo letras e números referentes às posições da parcela e da subunidade e, ao seu número sequencial. Todos os indivíduos marcados foram avaliados quanto ao seu estágio de desenvolvimento, tendo sido considerados em fase reprodutiva os indivíduos com presença de botões florais, flores e/ou frutos.

2.3.2.2 Fenologia da floração e frutificação

A fenologia reprodutiva foi avaliada em 161 indivíduos, sendo 86 masculinos e 75 femininos encontrados dentro das unidades amostrais, registrando-se as fenofases de botões florais, flores abertas, frutos imaturos e frutos maduros. A avaliação fenológica foi realizada de acordo com o método de Fournier (1974), que consiste em avaliações a partir de notas de expressão da fenofase “0” a “4” em escala intervalar de 25%, permitindo estimar a porcentagem de intensidade da fenofase para a população. Neste método são consideradas as notas “0” para a ausência da fenofase, “1” para início da fenofase (>0 a 25%), “2” para baixa

intensidade de fenofase (>25 a 50%), “3” para intensidade moderada da fenofase (>50 a 75%) e “4” para alta intensidade da fenofase (>75 a 100%), por meio da seguinte fórmula:

$$\% Fournier = \sum \frac{Fournier}{4 \times N} \times 100$$

Onde, Fournier é a somatória das categorias de Fournier dos indivíduos dividido pelo máximo de Fournier que pode ser alcançado por todos os indivíduos (N) na amostra. A avaliação fenológica foi realizada quinzenalmente de outubro de 2011 a maio de 2012, abrangendo o período reprodutivo, do início da emissão de botões florais até o amadurecimento dos frutos.

2.3.2.3 Biologia Floral

Realizaram-se observações sistemáticas em dez indivíduos, sendo cinco masculinos e cinco femininos, durante a fase de floração. Para permitir a observação em todos os ramos alcançando a copa dos mesmos foram instalados andaimes metálicos de 4-6m de altura ao lado de cada indivíduo.

As observações foram feitas periodicamente em 360 flores femininas e 326 flores masculinas para avaliar horário de abertura das flores; tempo de vida das flores e funcionalidade do androceu e do gineceu. Foram ainda avaliadas as variáveis: comprimento do botão, comprimento do pedicelo, comprimento do pedúnculo e, diâmetro do botão das 131 inflorescências femininas e 388 inflorescências masculinas e para as flores, tanto femininas quanto masculinas, foram anotadas as seguintes medidas: diâmetro da flor, diâmetro do estigma, diâmetro do ovário, número de flor/axila floral, número de estames/flor, diâmetro dos frutos.

A emissão de odor foi verificada em campo em seis indivíduos (três femininos e três masculinos), sendo avaliadas 40 flores cada, através do olfato em diferentes períodos do dia para avaliar a emissão ou não de odor. Após a coleta, as flores foram armazenadas dentro de frascos esterilizados para, em seguida, proceder a verificação de emissão de odor.

A receptividade do estigma foi verificada nas flores (n=20) de cinco plantas distintas usando peróxido de hidrogênio a 10%, como proposto por Galen e Plowright (1977), sendo considerado receptivo o estigma que apresentava reação de efervescência, observado com o

auxílio de uma lupa de bolso (DAFNI 1992; KEARNS e INOUE 1993). A receptividade do estigma foi avaliada em três períodos: início da manhã (7- 8h), ao meio dia (12 - 13h) e no final da tarde (18 – 19h) em três dias consecutivos, considerando-se três repetições.

Testes de germinação de grãos de pólen foram efetuados em solução de ágar a 1% em diferentes concentrações de sacarose (10, 20, 30 e 40%) (LEWIS, 1959; RADFORD et al. 1974; ALEXANDER, 1980). Após a aspersão dos grãos de pólen sobre a superfície do meio de cultura, as culturas foram incubadas em estufas BOD a 25 ± 1 °C. Decorridas três horas de incubação foi realizada a primeira contagem de grãos de pólen por placa, em quatro diferentes campos. Foram considerados germinados os grãos de pólen cujo comprimento do tubo polínico ultrapassou o diâmetro do próprio grão de pólen. Para este teste de viabilidade foram utilizados grãos de pólen provenientes de flores pertencentes a três indivíduos.

2.3.2.4 Visitantes florais

O comportamento dos visitantes florais predominantes foi estudado através de observações visual, registrando o recurso procurado, frequência e modo de explorar as flores e ainda o horário de maior concentração das visitas, em um grupo de 10 indivíduos (cinco femininos e cinco masculinos), complementados pelas coletas de um exemplar em álcool 70% e fotografias obtidas em campo. As observações foram feitas em sete dias diferentes ao longo do estudo, no período das 6h às 20h, totalizando 40 horas de observação.

2.3.2.5 Desenvolvimento de frutos

Foram selecionadas, ao acaso, cinco plantas de cada unidade amostral das quais foram colhidos semanalmente 20 frutos, destes frutos foram selecionados aleatoriamente aqueles que apresentavam mudança de coloração do verde até vermelho arroxeadado. Este procedimento foi realizado desde o início da formação dos frutos até a maturação. Após a coleta dos frutos, os mesmos foram transportados para o Laboratório de Ecologia Florestal do CAV/UEDESC para a seguinte avaliação: Peso fresco (g), determinado através de pesagem individual de cada fruto em balança de precisão. A partir dos dados obtidos foi aplicada a análise de regressão para descrever o crescimento de frutos de *I. paraguariensis* A. St. Hil. com relação ao ganho de peso fresco durante seu desenvolvimento.

2.4 RESULTADOS

Fenologia – O período de reprodução foi acompanhado a partir do desenvolvimento visível dos botões florais entre os meses de setembro a novembro de 2011, até a maturação dos frutos, em maio de 2012 (Figura 12). Tendo o seu maior índice de botão floral no mês de outubro, 78 % de intensidade (Figura 13). A presença da antese foi observada nos meses de outubro até novembro, sendo seu maior índice de intensidade no mês de novembro, onde mais de 50 % das plantas estavam floridas.

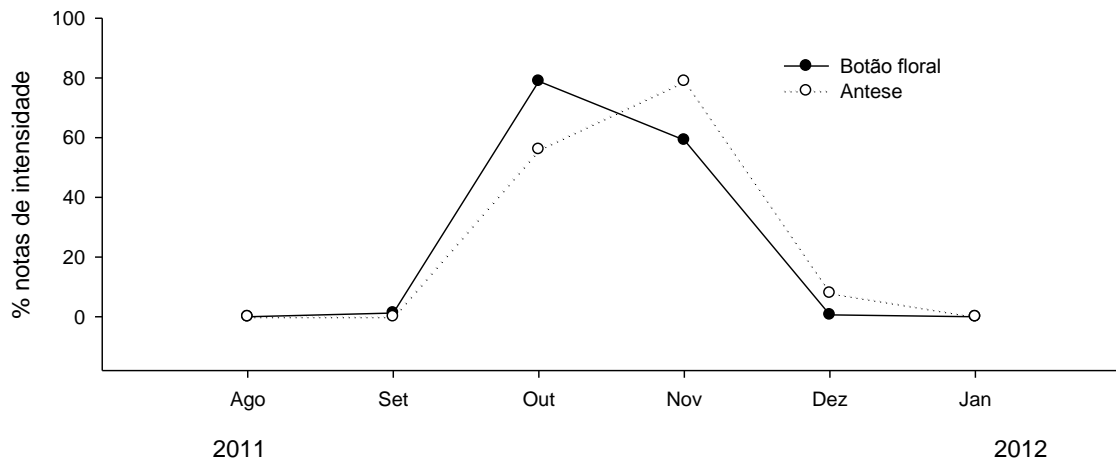


Figura 13. Índice de atividade para a fenologia reprodutiva de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. para botões florais e antese (abertura das flores) na fazenda das Nascentes, Urupema-SC. Urupema, SC, 2012.

A presença dos frutos imaturos ocorreu após a floração, permanecendo verdes até o final de março, após esta fase houve mudança de coloração nos frutos com variação do verde ao vermelho arroxeado entre os meses de março a maio (Figura 14). Dos indivíduos femininos acompanhados (n=75), 54 completaram as fases de reprodução (botões, antese, frutos imaturos e frutos maduros), ou seja, cerca de 28% dos indivíduos não completaram o ciclo reprodutivo.

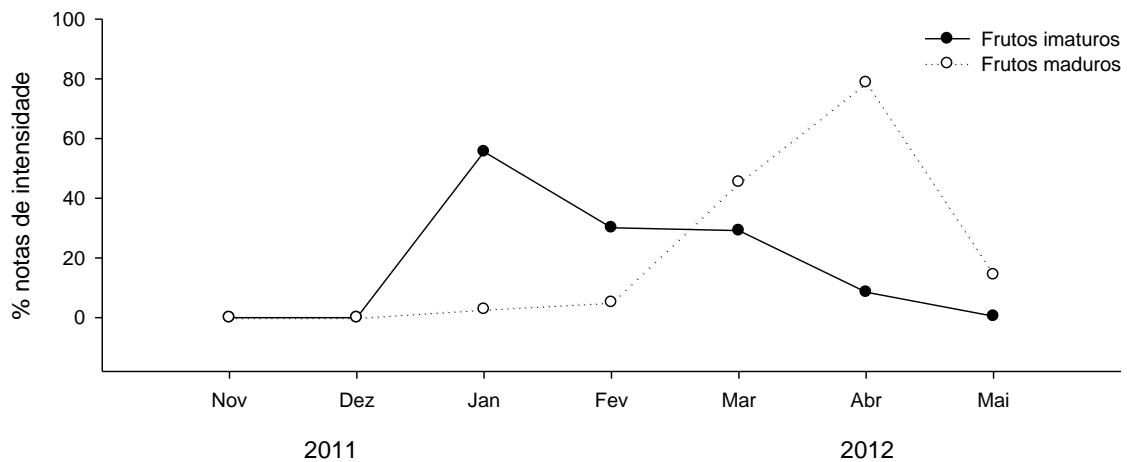


Figura 14. Porcentagem de intensidade das fenofases para frutos imaturos e frutos maduros. Fenologia reprodutiva de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. na fazenda das Nascentes, Urupema, SC, 2012.

Biologia Floral - As flores de *I. paraguariensis* A. St. Hil. são pequenas, pediceladas e dispostas em inflorescência fasciculadas, nas axilas foliares e possuem um cálice gamossépalo com quatro sépalas de coloração verde clara e uma corola com quatro pétalas de coloração branca e quatro estames alternipétalos, ou seja, inseridos entre as pétalas.

Em se tratando de uma planta dióica, suas inflorescências são diferentes, a inflorescência com flores femininas é disposta em fascículos pedunculados com tamanho médio de 5,14 mm de comprimento, onde ocorre uma flor pedicelada com tamanho médio 3,62 mm de comprimento pedúnculo: A inflorescência com flores masculinas ocorre em fascículos pedunculados com tamanho médio 3,53 mm de comprimento e com três flores/pedúnculo, com pedicelos de aproximadamente 3,5 mm de comprimento em média, às vezes, com pedúnculo mais longo (Tabela 1 e Figura 15 A, B, C, D); o gineceu possui ovário estéril, abortado, com aspecto rudimentar, sem estilete e sem estigma, o androceu possui anteras maiores, perfeitas e férteis (Figura 15 B). As flores femininas possuem gineceu composto de ovário súpero e bem desenvolvido, com quatro óvulos; estilete curto e estigma amplo (como uma protuberância) e anteras menores, modificadas e estéreis (estaminódios), sem produção de pólen (Figura 15 D). Foram visualizados líquidos em pequena quantidade logo no início da abertura das flores tanto nas femininas quanto nas masculinas sugerindo a presença de néctar, mas, como a quantidade era pequena, não foi possível coletar para a avaliação qualitativa e quantitativa deste recurso. Tanto flores masculinas quanto femininas liberavam odor adocicado durante toda a antese.



Figura 15. Inflorescência masculina (A); Flor masculina (B); Inflorescência feminina (C); Flores femininas (D); Flor feminina com estigma oxidado (E); Flor masculina com pólen (F); Frutos imaturos (G); Frutos maduros (H). Urupema, SC, 2012.

Tabela 1. Dados florais de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (Aquifoliaceae) em Floresta Ombrófila Mista Altomontana, em Urupema, SC, 2012.

Inflorescências femininas	Média (mm)	DP	(N)
Diâmetro do botão	5,03	± 23,02	131
Comprimento do Botão	6,56	± 30,19	131
Pedícelo	3,62	± 0,83	131
Pedúnculo	5,14	± 28,49	131
Inflorescências masculinas			
Diâmetro do botão	2,32	± 9,26	388
Comprimento do Botão	2,45	± 0,40	388
Pedícelo	3,52	± 14,09	388
Pedúnculo	3,53	± 1,48	131
Flores Femininas			
Diâmetro da Flor	4,43	± 0,88	51
Diâmetro do estigma	1,10	± 0,23	51
Diâmetro do ovário	14,09	± 42,62	51
Número de flor/ axila floral	6,38	± 1,70	51
Flores Masculinas			
Diâmetro da flor	6,29	± 0,91	51
Numero de estame/ flor	4	± 0	51
Diâmetro dos frutos	4,15	± 0,43	51

(DP) Desvio Padrão; (N) Número de flores.

A abertura das flores ocorreu durante todo o período do dia não havendo um horário definido. Nas flores femininas o estigma esteve receptivo durante todo o período de antese. No período de avaliações, as flores permaneceram abertas pelo menos três dias, embora, naquelas flores visitadas por insetos observou-se o estigma oxidado.

Para as flores masculinas, as anteras apresentam uma grande quantidade de pólen. O pólen é muito pequeno e leve, podendo ser facilmente transportado pelo vento, hipótese esta que não pode ser descartada. Nas primeiras horas em que ocorreu a liberação do pólen este pareceu estar umedecido, mas com o passar das horas o pólen foi tomando uma consistência de pó. Nas condições de tempo encoberto ou com chuva, as flores abrem suas pétalas, porém, permanecem com as anteras fechadas e só começam a liberar o pólen quando a temperatura aumenta. As flores que duram mais que um dia, ao final do primeiro dia já não apresentam mais pólen em suas anteras.

Germinação pólen – O maior percentual de germinação foi em média 72,84, verificado em meio de cultura contendo 30% de sacarose, seguido pela concentração 40% (Tabela 2). Não havendo diferença estatística entre estas duas concentrações de sacarose.

Tabela 2. Porcentagem de germinação de grãos de pólen de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. submetidos à concentração de 10, 20, 30 e 40% de sacarose. Urupema, SC, 2012.

Dose de sacarose (%)	Amostra pólen				Média	
	1	2	3	4		
10	42	26	45	46	39	B
20	35	45	45	43	42	B
30	85	86	45	74	73	A
40	72	81	66	60	70	A

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Duncan a 5%.

Visitantes florais – Os insetos que visitaram as flores de *I. paraguariensis* A. St. Hill no local e no período de estudo foram classificados nas ordens Lepidoptera, Hymenoptera, Diptera, e Coleoptera (Figura 16). Os insetos que apresentaram maior frequência nas flores masculinas foram da ordem Coleoptera e este se alimentavam de pólen. Nas flores femininas foram observados insetos da ordem Diptera que, possivelmente, coletavam néctar e apresentavam comportamento de movimentação tocando os elementos florais, compatível com polinizador por apresentarem, em seu corpo, grãos de pólen. As visitas dos insetos iniciaram após a antese das flores, concentrando-se principalmente no período das 8h 30 as 18h, o maior pico de frequência de visitantes para as flores masculinas foi das 13h as 15h e o maior pico para as femininas foram das 16h às 18h, mas apresentou também outro pico com frequência mais baixo das 13h as 15h, sendo observado interrupções das visitas sempre que chovia no período (Figura17).

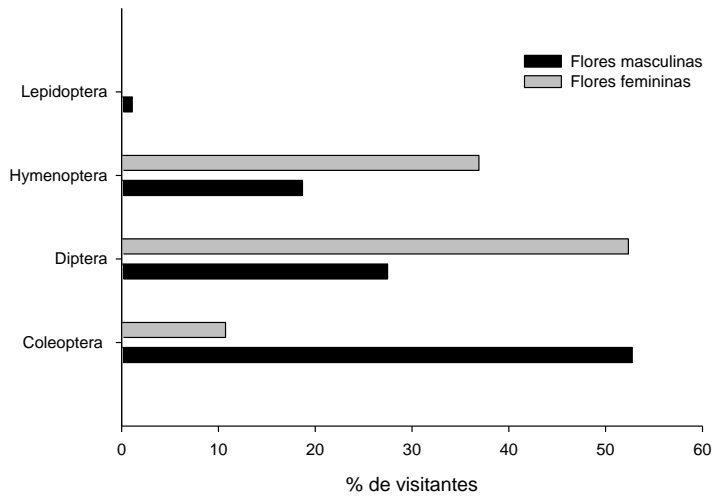


Figura 16. Visitantes florais das flores femininas e masculinas de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. município de Urupema, SC, 2012.

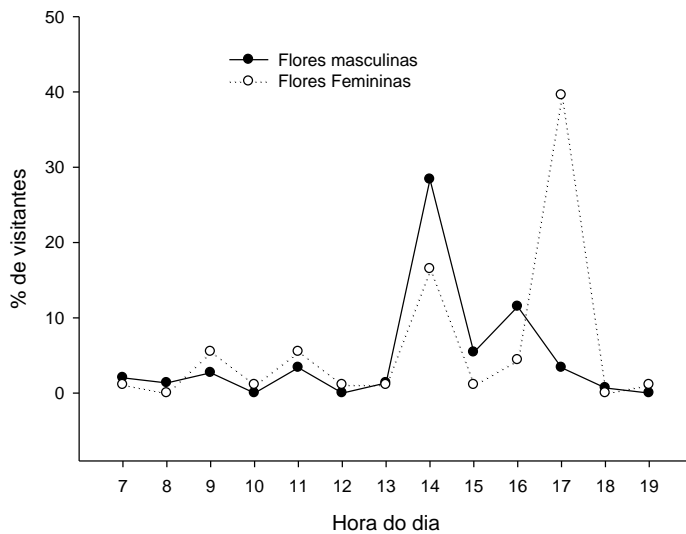


Figura 17. Horários de visitação às flores masculinas e femininas de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. Urupema, SC, 2012.

Comportamento dos insetos - Os insetos da Ordem Coleoptera representados pelas famílias Bruchidae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Crisomelidae, Elateridae, Estaphilinidae (Tabela 3) estiveram presentes o dia inteiro e visitaram preferencialmente as flores masculinas, onde se alimentavam de pólen. Quando visitavam as flores femininas permaneciam pouco tempo e, provavelmente, foram visitas por engano, mas que podem ter alguma importância na polinização.

Tabela 3. Espectro de visitantes de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., em uma população natural, na Fazenda das Nascentes, Urupema, SC, 2012.

Taxon	Frequência		Comportamento	
	Flores masc.	Flores fem.	Flores masc.	flores fem.
Apidae	*	•	cn, cp	cn
Bombylidae	*	•	cn	?
Bruchidae	*	*	cp	cp
Callephoridae	•	*	?	cn
Cerambycidae	*	*	cp	cp
Chrysomelidae	*	•	cp	?
Colliphoridae	•	*	cn	cn
Curculionidae	*	•	cv	?
Crisomelidae	•	*	cp	cp
Diptera	*	•	cn, cp, re	Cn, re
Dolichopodidae	•	•	cn, cp	cn
Elateridae	•	*	cp, cf	cf
Estaphilinidae	•	*	?	cf
Formicidae	*	•	cn, cp	?
Mycetophilidae	•	*	?	cn
Tenthredinidae	•	*	?	cn
Tipulidae	*	*	cn	cn
Vespidae	•	*	cn	cn

Símbolos: • grande número de indivíduos; * poucos indivíduos; • raro; ? Não observado; cp coletando pólen; cn coletando néctar; cf Comendo partes florais; cv comendo partes vegetais; re copulando.

Ordem Hymenoptera: representada pelas famílias Apidae, Formicidae, Tenthredinidae e Vespidae. Estes insetos foram observados a partir das 9h até 17h, período em que a temperatura se manteve mais elevada podendo atingir 25 °C. Estes insetos atuaram como coletores de néctar e de pólen nas flores masculinas e como coletores de néctar nas flores femininas, provavelmente, contribuindo com a polinização da planta.

Ordem Diptera: foram observadas as famílias Bombylidae, Callephoridae, Colliphoridae, Dolichopodidae, Mycetophilidae e Tipulidae visitando tanto as flores femininas quanto as flores masculinas ao longo do dia. Estes insetos fizeram visitas rápidas nas flores sugam néctar. Também utilizaram as inflorescências como locais para a cópula.

Ordem Lepidoptera: somente um exemplar desta ordem foi observado visitando as flores masculinas no período da manhã.

Ganho de peso fresco do fruto - As coletas semanais de frutos em desenvolvimento permitiram fazer uma análise mais detalhada do crescimento dos frutos com relação ao ganho de peso fresco, a partir da fertilização até o amadurecimento dos frutos. Para este conjunto de

dados, a partir da fertilização até a maturação foram necessários 78 dias, período em que o peso fresco aumentou conforme o modelo quadrático demonstrado na Figura 18.

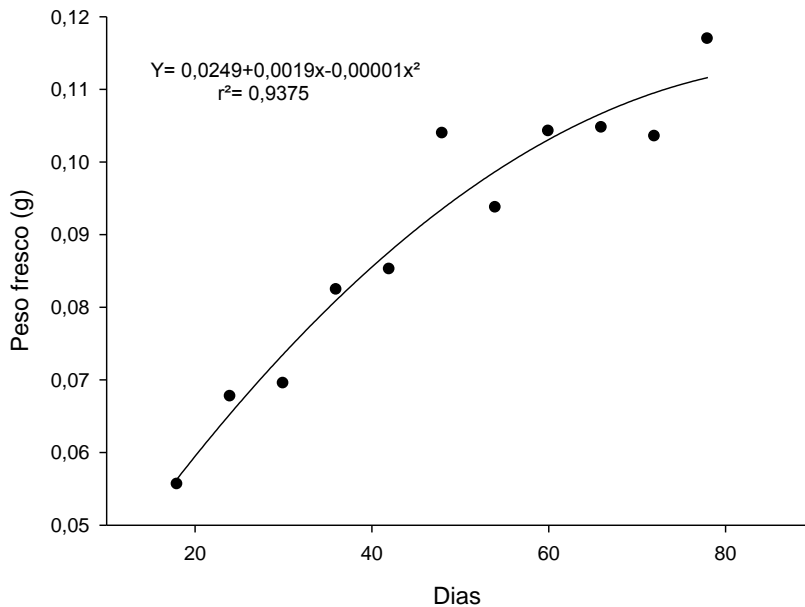


Figura 18. Comportamento para ganho de peso fresco de frutos de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., da fertilização até a maturação, Urupema, SC, 2012.

2.5 DISCUSSÃO

Os 161 indivíduos estudados na FOM Altomontana na Serra Catarinense, no período de avaliação, demonstraram que a fenologia da erva-mate apresentou floração durante os meses de setembro a novembro e a frutificação de janeiro a maio. Este comportamento de floração para *I. paraguariensis* A. St. Hil. também foi observado por outros autores (REITZ, R. 1967; AMARAL, 1979; INOUE; RODERJAN; KUNIYOSHI, 1984; REITZ; KLEIN, 1988 e ZANON, 1988). Algumas espécies como *I. dumosa* Reiss, *I. theezans* Martius, ambas da família Aquifoliaceae, também apresentaram registro de pico principal de florescimento durante os meses de setembro a novembro (CARVALHO, 1980).

A floração ocorreu nos meses mais quentes com temperaturas médias acima de 13 °C, observados também por Liebsch e Mikich (2009), quando avaliaram a fenologia reprodutiva da *I. paraguariensis* A. St. Hil. e encontraram uma alta influência da temperatura. Neste

mesmo estudo outras espécies pertencentes a esta família, também apresentaram pico de floração nestes meses e a temperatura como influência deste evento.

Diversas espécies das Aquifoliaceae (*Ilex chamaedryfolia* Reissek, *Ilex dumosa* Reissek. D., *Ilex theezans* Martius, entre outras) assim como as que foram encontradas por Martins (2010) na mesma área de estudo, a *Ilex microdonta* Reissek e *Ilex brevicuspis* Reissek, apresentam a morfologia floral semelhante às flores *I. paraguariensis* A. St. Hil., o que sugere, a generalidade deste padrão na família Aquifoliaceae.

A diferença entre o número de flores masculinas e femininas também foi observada neste estudo, respaldando outros estudos com espécies dioicas, Willson e Agren (1989) sugerem que plantas masculinas geralmente apresentam mais flores do que as plantas femininas propiciando mais eficiência na polinização, na dispersão de pólen e produção de sementes (OPLER e BAWA, 1978).

Das 75 plantas femininas de *I. paraguariensis* A. St. Hil. estudadas no período reprodutivo, 72% completaram o ciclo de formação de frutos. Das plantas que produziram frutos pode ser observado que a maturação dos mesmos ocorreu de maneira variada, apresentando frutos imaturos e frutos maduros num único indivíduo, também observado por Zanon (1988). Segundo este mesmo autor a produção dos frutos de erva-mate é heterogênea, havendo grande variabilidade entre as populações, pois a quantidade de frutos produzida por uma árvore varia com a condição de exposição ao sol e nutrientes do solo, esta variação tem sido relatada para várias espécies tropicais que pode estar relacionada à disponibilidade de pólen, de polinizadores, das condições ambientais ou ao stress energético (FOSTER, 1982) e também ao estágio de desenvolvimento das plantas.

A viabilidade do grão de pólen neste estudo apresentou 73% de germinação viável. Comparando com outras metodologias como do estudo realizado por Cagliari (2007), com *I. paraguariensis* A. St. Hil. com procedências de Venâncio Aires-RS, Catanduvas-SC e Ipumirim-SC utilizando dois corantes foram obtidos resultados superiores a 90% em todas as plantas analisadas. Já em trabalho de Winge et al, (1997) utilizando-se carmin propiônico para corar o pólen de 37 árvores de *I. paraguariensis* A. St. Hil. pertencentes à Estação Experimental de Veranópolis-RS, foi observada uma média de 92,8%. Constatando que o grão de pólen da erva-mate é viável em concentrações de sacarose acima de 30%.

Segundo Scorza e Sherman (1995), um bom pólen deve apresentar 50 a 80% de grãos germinados com tubo bem desenvolvido. Neste caso, a *I. paraguariensis* A. St. Hil. apresentou germinabilidade de qualidade para que se possa utilizá-la para programas de melhoramento, e conservação em bancos de germoplasma.

Os visitantes florais de *I. paraguariensis* A. St. Hil. retifica a predominância de polinizadores entomófilos, o que está de acordo com estudos de Ferreira et al., (1983) onde relataram que a polinização da erva-mate é basicamente entomófila, sem especificidade de polinizadores, sendo realizada por inúmeros insetos (Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera e Diptera), embora alguma transferência de pólen pelo vento não possa ser descartada.

Os visitantes florais da ordem Coleoptera foram observados com maior frequência nas flores masculinas e, nas flores femininas, foram observados insetos da ordem Diptera, sendo que alguns deles são considerados pragas da erva mate, possivelmente aproveitavam para coletar recurso oferecido pela planta. Dentre outros, foram observadas formigas da ordem Hymenoptera provavelmente coletando recurso. Para Junqueira (2001), estas não possuem interações com a planta e sugerindo que as formigas estão apenas explorando recursos proporcionados por outros insetos.

Neste estudo foram registradas 18 famílias que visitaram as flores de erva-mate, já no estudo de Floss (1994), na região de Chapeco (SC), foram registradas 119 espécies de insetos que visitaram as flores, corroborando com a diversidade de espécies de insetos que visitam as flores da erva-mate.

Neste contexto, os resultados obtidos no presente estudo demonstram que as plantas de *I. paraguariensis* A. St. Hil., da área estudada, são plantas que apresentam flores diclinas, dependendo basicamente de insetos para o transporte do pólen. Apesar de apresentarem diferença em suas inflorescências e diferença no número de flores por inflorescência, semelhança entre as flores, somada à sincronia da fenofase reprodutiva, da antese e de oferta de recursos em ambos os sexos, parecem estarem favorecendo o seu sucesso reprodutivo através, da atração dos visitantes florais até as flores.

Ainda a necessidade de avaliar melhor os aspectos da biologia reprodutiva da erva-mate para uma visão mais completa deste ciclo e avaliação dos impactos causados pelo processo de domesticação na reprodução sexual da espécie. Da mesma forma a necessidade de estudos mais aprofundados para avaliar a interferência de fatores ambientais ao longo de vários ciclos reprodutivos e a eficiência de polinizadores, bem como, dos dispersores de diásporos, que são fundamentais para subsidiar estratégias de conservação e manejo da espécie.

CAPÍTULO 3

3.1 INFLUÊNCIAS DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS SOBRE O PADRÃO ESTRUTURAL DA POPULAÇÃO DE *Ilex paraguariensis* A. ST. HIL., EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALTOMONTANA EM URUPEMA, SC

RESUMO

Neste trabalho buscou-se identificar quais variáveis ambientais podem influenciar no desenvolvimento da erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) em um fragmento da Floresta Ombrófila Mista. A mensuração das variáveis ambientais (Abertura do dossel, serapilheira, pH, umidade do solo e declividade), foi realizada em três blocos, cada um com quatro unidades amostrais de 20 x 50 m, alocadas de forma sistemática estratificada no fragmento. Todos os indivíduos de *I. paraguariensis* A. St. Hil. localizados dentro das unidades foram mensurados (Diâmetro altura do colo, Diâmetro altura do peito e altura), identificados e localizados através de coordenadas cartesianas. Foi realizada análise exploratória para as variáveis populacionais e ambientais, para verificar a normalidade dos dados. Em cada uma das parcelas foram calculadas: média, mediana, mínimo, máximo, desvio-padrão (DP) e coeficientes de variação (CV), quartil inferior e quartil superior. A partir desta análise os dados foram padronizados e então executou-se a Análise dos Componentes Principais onde foram inseridas as variáveis ambientais significativas no diagrama de ordenação e círculo de correlações. As variáveis que apresentaram maior correlação com o desenvolvimento da planta foram pH do solo e MS serapilheira, mas já era esperado que outros fatores que não foram estudados podem estar influenciando o desenvolvimento da erva-mate neste local.

Palavras-chave: heterogeneidade ambiental, floresta de araucária, análise multivariada.

ABSTRACT

This study aimed to identify which environmental variables can influence the development of erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) in a fragment of Mixed Ombrophylous Forest. The measurement of environmental variables (canopy opening, litter, soil pH and moisture, slope), was conducted in three blocks, each with four plots of 20 x 50 m and allocated on a systematically stratified way within the fragment. All individuals of *I. paraguariensis* A. St. Hil. present inside the units were measured (Diameter collar height, diameter breast height and height), identified and located using Cartesian coordinates. Exploratory analysis was performed for population and environmental variables to ensure data normality. In each of the plots calculated were: mean, median, minimum, maximum, standard deviation (SD) and coefficients of variation (CV), lower quartile and upper quartile. From this analysis, the data were standardized and then run through Principal Component analysis which connected

subsequently the significant environmental variables in the ordination diagram and circle of correlations. The variables that showed the highest correlation with the development of the plant were soil pH and litter MS, but it was expected that other factors that were not studied may be influencing the development of erva-mate on this site.

Key words: environmental heterogeneity, araucaria forest, multivariate analysis.

3.2 INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista (FOM) é conhecida popularmente como Floresta das Araucárias (VELOSO et al., 1991), constituindo formação única devido sua fisionomia e organização na paisagem (SOUZA, 2008), sendo uma das principais formações vegetais da região Sul do Brasil. A extensão do domínio desta tipologia era de aproximadamente 200.000 km² associados aos locais de elevada altitude e com baixas temperaturas médias anuais, ocorrendo de forma associada aos campos naturais, predominantemente nas regiões do planalto meridional (HIGUCHI et al 2012).

Estima-se que seus remanescentes com florestas primárias ou mesmo vegetação em estágios avançados não perfazem mais de 0,7% da área original (MMA, 2002), o que a classifica como uma das tipologias mais perturbadas e fragmentadas do bioma Mata Atlântica. A redução e a descaracterização desta formação florestal ocorreram pela intensa exploração de recursos florestais em todo o Sul do Brasil, além disso, a necessidade de áreas para o desenvolvimento de atividades agrícolas e pecuárias aumentou a degradação sobre esta floresta.

Nesse sentido, é tarefa primordial reverter o atual quadro de risco apresentado a florestas com araucária, tornam-se necessários estudos que visem conhecer a população vegetal destes fragmentos e as características do ambiente onde ela cresce e se desenvolvem, de forma que permita o manejo florestal sustentável (MANTOVANI, 2004).

No entanto, erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil) se apresenta como uma espécie promissora com grande potencial para fins de manejo e exploração, pois alcança valor comercial no mercado interno e externo, principalmente para a produção de bebidas como chimarrão e chás (MACCARI JUNIOR, 2000).

De acordo com Oliveira et al (2007), toda erva-mate que esteja em floresta natural sob dossel, passa a ter alto valor comercial por ter um padrão de bebida e sabor mais suave. Ao mesmo tempo, seu manejo necessita de um controle em campo mais complexo, devido à

heterogeneidade das condições ambientais, evitando-se colheitas muito intensas ou frequentes, o que pode reduzir a capacidade de auto-sustentação (Oliveira et al 2007).

Apesar da poucos trabalhos que demonstram a correlação entre uso e danos causados aos ecossistemas, pode-se dizer que as variáveis ambientais e a estrutura da FOM são importantes ferramentas para explicar questões vinculadas a perturbações antrópicas (PAIVA e POGGIANI, 2000; REIS et al., 2000; PIRES et al., 2002; PEZZOPANE, et al., 2003; TANAKA e VIEIRA, 2006). Em Santa Catarina, há poucos trabalhos quali-quantitativos que relacionam espécies florestais com as variáveis ambientais (PUCHALSKI, 2004).

Desta forma, este trabalho tem como objetivo caracterizar alguns fatores ambientais que podem influenciar o desenvolvimento da erva-mate (*I. paraguariensis*) em um fragmento da Floresta Ombrófila Mista, com vista a determinar as relações existentes entre a espécie e os fatores ambientais para fundamentar estratégias de manejo e conservação da espécie *in situ*.

3.3 METODOLOGIA

3.3.1 Descrição da área

A pesquisa foi realizada na fazenda das Nascentes de propriedade da empresa Klabin S.A, localizada na divisa dos municípios de Painei, Rio Rufino, Urupema e Bocaina do Sul, todos em SC (Figura 19), no entanto as unidades amostrais estão instaladas no município de Urupema, sendo a sede situada nas coordenadas geográficas 49°52'14"W e 27°54'34"S com área total de 1.659,20ha, com altitude de 1.425m e com seu ponto mais alto localizado no Morro das Antenas, de 1.750m acima do nível do mar.

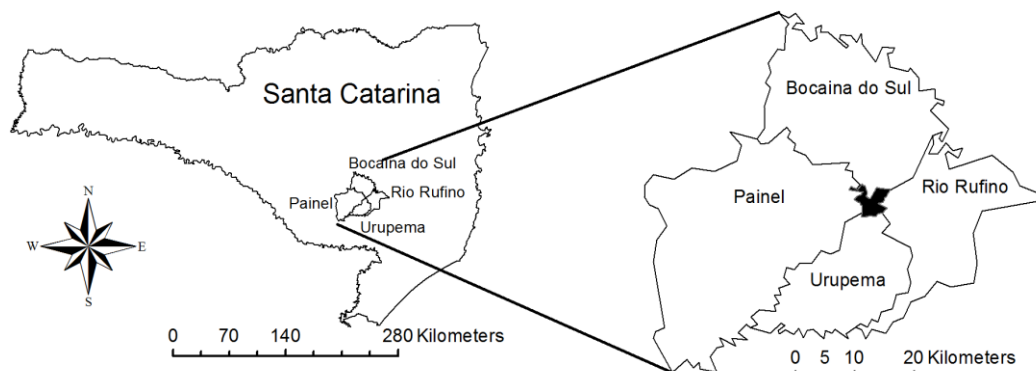


Figura 19. Mapa mostrando a localização da área de estudo na Fazenda das Nascentes, entre os municípios de Painei, Bocaina do Sul, Rio Rufino e Urupema (SC) e Propriedade particular, Urupema, (SC), Floresta Ombrófila Mista Altomontana, SC, 2012.

A área está inserida na fitofisionomia Floresta Ombrófila Mista Altomontana segundo o mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina proposto por Klein (1978), compreendendo um mosaico de trechos com diferentes estágios de sucessão, intercalados por áreas úmidas, frequentes nas partes mais baixas da fazenda, e por áreas de campos naturais fortemente antropizados. Esta área passou por processos antrópicos como a extração seletiva de espécies arbóreas e a utilização da área para pecuária. A partir de 2007 a área iniciou o processo para legalização como unidade de conservação, categoria RPPN, visando à conservação de espécies nativas da Floresta Ombrófila Mista.

O clima da região é do tipo Cfb temperado úmido, pela classificação de Köppen (1948), com chuvas bem distribuídas durante todo o ano e precipitação média anual de 1.789 mm. A temperatura média anual é de 13°C, sendo comum à ocorrência de neve nos meses mais frios. O relevo é composto pelas unidades Planalto de Lages, Planícies Fluviais e Serra Geral, com solos do tipo Nitossolos Háplicos e Cambissolos Húmico, sendo desenvolvidos a partir de rochas Basálticas (EMBRAPA, 1999).

3.3.2 Obtenção dos dados

As coletas dos dados foram realizadas em três blocos, cada um com quatro unidades amostrais contíguas de 20 x 50 m, ou seja, 12 parcelas totalizando uma área de 1,2 ha (Figura 20).

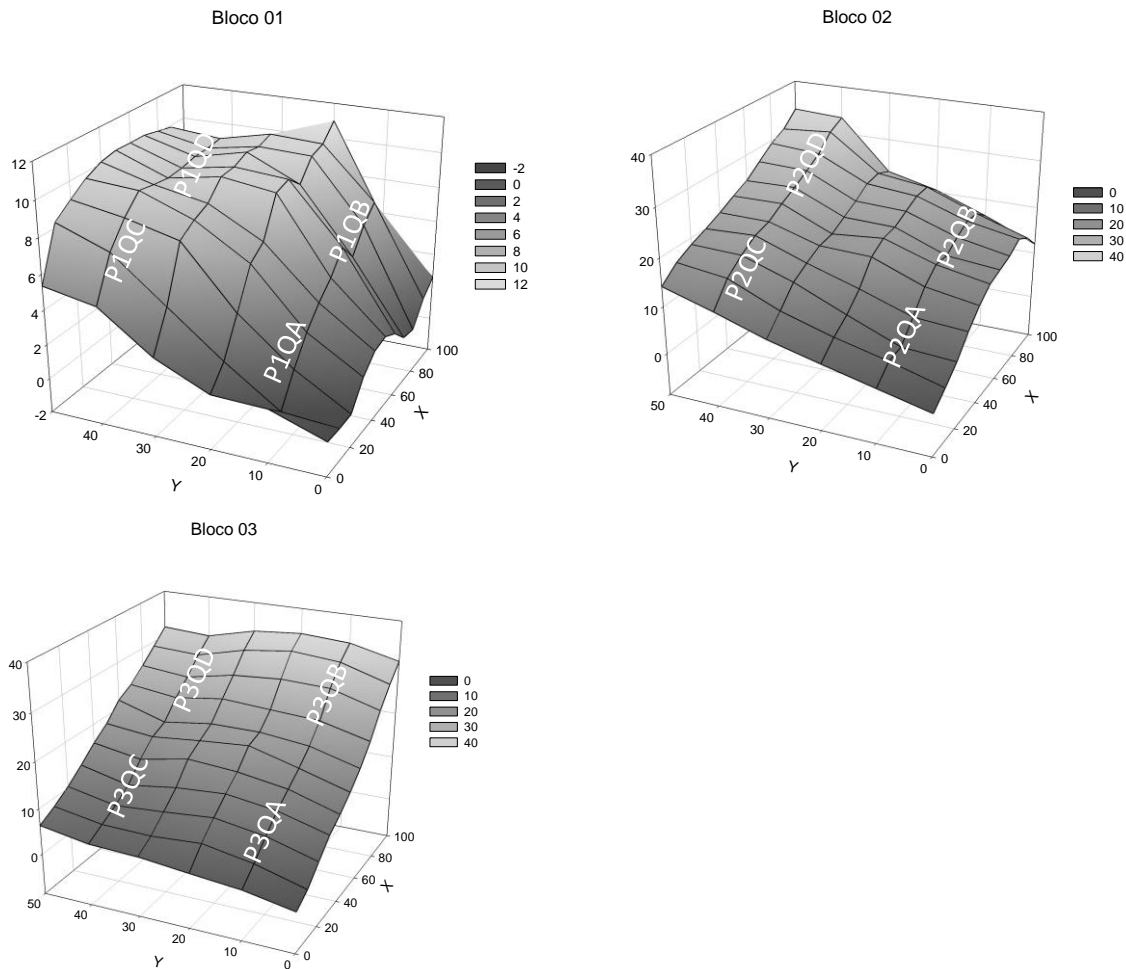


Figura 20. Visualização da declividade dos blocos amostrais. Bloco 01: P1QA, P1QB, P1QC e P1QD, bloco 02: P2QA, P2QB, P2QC e P2QD, bloco 03: P3QA, P3QB, P3QC e P3QD. Urupema, SC, 2012.

As coletas foram realizadas no período de Janeiro de 2011 a Fevereiro de 2012 e os indivíduos de *I. paraguariensis* localizados dentro das unidades foram marcados com plaquetas de alumínio recebendo um número de registro, sendo que para estes foram anotados os seguintes dados: Altura Total (H); Diâmetro a Altura Colo (DAC), para aqueles $\leq 1,30$ m de altura; Diâmetro da Altura Peito (DAP), para aqueles $> 1,30$ m e localização dentro das parcelas através de coordenadas cartesianas. Os indivíduos reprodutivos foram identificados quanto ao sexo, esta avaliação foi realizada com auxílio de binóculo e de coletas de pequenos ramos contendo as estruturas reprodutivas. Os indivíduos que apresentaram as estruturas reprodutivas foram denominados reprodutivos e quando não apresentaram tais estruturas, não reprodutivos.

Foi realizado um levantamento topográfico em cada unidade amostral, com auxílio de um clinômetro, a partir do qual a leitura se deu das linhas verticais e horizontais de todas as parcelas, sobre uma distância de 10 m de cada leitura (Figura 20).

As variáveis pH e umidade do solo foram obtidas por meio de amostras em cada subunidade coletadas nos mesmos pontos das medidas de declividade. Cada amostra era composta de 100 g de solo, e estas foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solos do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC). Para a determinação da umidade do solo foi usado 25 g de solo, que consiste em pesar a massa de solo úmido e em seguida secá-lo em estufa a 65 °C por 72h, e novamente feito a pesagem desta amostra para obter o valor da umidade. Para determinação do pH foram usado 10 g de solo para 10 ml de água, misturado e realizou-se a leitura com pHmetro.

A avaliação da Abertura do dossel foi realizada por meio da média de quatro leituras, em direção ao norte, sul, leste e oeste, no centro de cada subunidade, utilizando um densímetro esférico côncavo (LEMMON, 1956), no mês de julho de 2011. A quantidade de serapilheira foi coletada com auxílio de um gabarito de PVC 0,20 x 0,20 m. A serapilheira coletada foi depositada em sacos de papel e acondicionados na estufa do Laboratório de Ecologia (LABECO-UDESC) para secagem a 65 °C por 72 h para a obtenção do peso seco e volume.

3.3.3 Análise dos dados

3.3.3.1 Análise descritiva

Primeiramente, foi feita a análise exploratória para as variáveis populacionais e ambientais das 12 parcelas, para verificar a normalidade dos dados. Para cada uma das parcelas foram calculadas: média; mediana; valores mínimos e máximos, das variáveis; desvio-padrão (DP) e coeficientes de variação (CV), quartil inferior e quartil superior.

3.3.3.2 Análise de componentes principais

Para obtenção da análise de componentes principais (ACP) utilizou-se o programa (software) R, em que o ponto de partida foi a matriz de correlação, as variáveis foram padronizadas para média zero e variância igual a um. Optou-se pela utilização de uma matriz de correlação ao invés de uma matriz de covariância para amenizar possíveis discrepâncias acentuadas entre as variâncias e permitir as comparações entre os autovetores em um componente.

Para tanto foi usada coeficiente de correlação de Spearman (1904), sendo que quando os valores são superiores a 0,6 significa que a correlação entre as variáveis é de moderada a forte. Esta matriz de correlação é recomendada quando as variáveis são medidas em escalas muito diferentes entre si, pois essa matriz é equivalente à matriz das variáveis padronizadas (JOHNSON & WICHERN, 1992), visto que as características lineares analisadas constam de avaliações métricas e a marcha por tabela de pontuação subjetiva.

A técnica de componentes principais, a partir da matriz de correlação, consiste em transformar um conjunto de p variáveis originais X_1, X_2, \dots, X_p , pertencentes a n indivíduos ou ambientais, em um novo conjunto de variáveis, Y_1, Y_2, \dots, Y_p de dimensão equivalente, chamados componentes principais.

Cada componente principal é uma combinação linear das variáveis originais, construído de maneira a explicar o máximo da variabilidade total dessas variáveis originais e não-correlacionado entre si. A partir da ACP foram elaboradas representações gráficas de ordenações das parcelas e os eixos componentes principais. Foram consideradas para a interpretação desta análise, as variáveis que possuem valor maior ou igual a 0,7 sugeridos por Kaiser (1960) de correlação com o respectivo eixo.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se que a variável densidade compreende a um intervalo de médias entre 647 (P2QD) e 9073 (P1QD), o que leva a um coeficiente de variação elevado (99%) e confirma a distribuição espacial da espécie como sendo agregada (Tabela 4). Também podemos constatar a distribuição espacial agregada através dos quartis, onde se pode perceber que o quartil inferior (877 ind./ha) está relativamente próximo ao valor da mediana (1663 ind./ha), enquanto o quartil superior (6927 ind./ha) está posicionado bem acima. Isto significa que há mais parcelas com valores de densidade menores do que parcelas com valores elevados de densidade, sendo estas últimas, as agregações.

A grande diferença entre os valores de média e mediana também é outro indicativo, sendo a média bem mais elevada devido às agregações presentes na área. A variável de indivíduos reprodutivos, e as variáveis, masculinos e femininos as quais são derivadas da primeira, apresentam comportamento semelhantes, porém podemos também inferir que a distribuição espacial se encontra de certa forma agregada, já que enquanto encontrou-se

parcelas com 20 indivíduos reprodutivos, houve parcelas em que os mesmos não foram encontrados. Outro fato que deve ser observado na Tabela 4 é que em média foram encontrados mais machos que fêmeas dentro das parcelas.

A variável regenerantes mostra um comportamento semelhante à variável densidade, o que leva ao entendimento de que a classe populacional regenerantes é a maior responsável pelo comportamento da variável densidade, logo percebe-se que a realidade do local é determinada pela predominância dos indivíduos das primeiras classes populacionais mais jovens.

Tabela 4. Análise descritiva para as variáveis populacionais de *Ilex. Paraguariensis* A. St. Hil. em Urupema, SC, 2012.

	Densidade (ind/ha)	Reprodutivos (ind/ha)	Masculinos (ind/ha)	Femininos (ind/ha)	Regenerantes (ind/ha)	Altura (m)	Área Basal (m ² /ha)
Média	3486	90	49	41	1227	2,29	3,33
Mediana	1663	95	50	50	530	2,15	3,25
Mínimo	647	0	0	0	240	1,22	0,20
Máximo	9073	200	140	80	3330	3,38	6,45
CV	99%	65%	77%	67%	104%	28%	55%
DP	3485	59,46	37	28	1281	0,65	1,84
Quartil Inf.	877	35	20	15	340	1,86	2,45
Quartil Sup.	6927	135	70	60	2460	2,73	4,38

As variáveis altura e área basal tiveram um bom comportamento quanto à normalidade, o que pode ser atestado pela diferença mínima entre os valores de média e mediana, e a posição dos quartis inferior e superior. Através do valor médio da variável altura (2,29 m), pode-se perceber que segundo o histórico da área, que foi adquirida pela empresa em 2007, ou seja, há cinco anos foi cercada e desde então não houve mais a presença de gado bovino, ocorrendo então germinação e até, mesmo estabelecimento de plântulas em maior quantidade que na condição anterior, com presença do gado bovino. Isto explica a predominância das primeiras classes populacionais e o valor médio de altura.

A variável área basal também obteve um bom comportamento quanto à normalidade, pode ser atribuído à falta da variável ser influenciada tanto pelos grandes diâmetros dos indivíduos adultos quanto pela elevada quantidade de indivíduos jovens. Foram levantadas no estudo algumas variáveis ambientais a fim de tentar explicar o comportamento das variáveis populacionais.

Tabela 7. Resultado da matriz de correlação entre as variáveis ambientais analisadas, no município de Urupema, SC. Correlações de marcadas são significativos a $p < 0,5000$. Urupema, SC, 2012.

	Declividade	pH Solo	Umidade do Solo (%)	Serapilheira (cm)	MS Serapilheira (g)	Abertura Dossel (%)
Declividade	1,000000	0,503497	0,692308	0,231174	0,454545	-0,062937
pH Solo		1,000000	0,272727	-0,374478	0,153846	-0,027972
Umidade Solo (%)			1,000000	0,140105	0,174825	0,376920
Serapilheira (cm)				1,000000	0,406305	-0,238179
MS Serapilheira (g)					1,000000	-0,664336
Abertura Dossel (%)						1,000000

Os resultados da análise dos componentes principais (ACP) para os dados de estrutura populacional e variáveis ambientais estão apresentados nas Tabelas 8, sendo relacionados os autovetores, porcentagem do componente da variância total e a porcentagem acumulada dos dados para cada eixo.

Os autovalores para os dois primeiros eixos da ACP foram 3,3 e 2,0 com o primeiro eixo explicando 48,3% da variação total dos dados e o segundo, 29,5%. Estes valores são considerados altos, sendo apresentados graficamente apenas os dois primeiros eixos por estarem explicando 77,87% da variação total dos dados. Conforme Souza e Vicini (2005), esse critério tende a incluir poucos componentes quando o número de variáveis é inferior a vinte e, normalmente são selecionadas aqueles componentes que conseguem explicar uma variância acumulada em torno de 70%.

Os autovalores possuem valores superiores a um para as duas primeiras componentes principais (CP). Como a ACP foi realizada a partir de dados padronizado, apenas serão retidas as CP com valores de autovalor superior a um. Isto justificaria o uso da ACP para a redução do número de variáveis e aumento do poder de explicação de cada uma das seis variáveis.

Tabela 8. Autovalores e percentual da variância explicada pelas variáveis analisadas dados populacionais e ambientais, no município de Urupema, SC, 2012.

CP	Autovalores	Porcentagem	% Acumulativo
1	3,384493	48,3499	48,3499
2	2,066796	29,52566	77,87556
3	0,685673	9,79533	87,67089
4	0,505185	7,21692	94,88781
5	0,233715	3,33879	98,2266
6	0,124018	1,77168	99,99828

Na Tabela 9, verifica-se a correlação entre as variáveis demográficas e ambientais com os componentes principais, assim como a contribuição de cada grupo de variáveis em relação a cada fator.

Das sete variáveis demográficas, quatro tiveram correlação positiva (≥ 60) com o eixo um: indivíduos reprodutivos, masculinos, femininos, altura. Por outro lado, associações negativas não ocorreram, indicando que este eixo está pouco associado com os dados ambientais e mais relacionado com o desenvolvimento da planta (Tabela 10). Já no eixo dois, podemos observar que as correlações positivas que ocorreram foi com densidade, regeneração e a correlação negativa foi com pH solo e MS serapilheira estando mais relacionados com a número de indivíduos e variáveis ambientais. Segundo Da Croce e Floss (1999) a erva-mate ocorre no geral em solos bem drenados e ácidos, em nossos resultados podemos observar que a maior densidade de plantas ocorre em solos mais ácidos, principalmente regenerantes da erva-mate que contribui neste estudo com a maior densidade populacional. Pode-se observar ainda que em locais com menor espessura serapilheira, ou seja, onde ocorre uma maior decomposição da serapilheira contribuindo com a nutrição do solo, maior é o número de indivíduos encontrados, pois a decomposição da mesma propiciando a germinação da semente da erva-mate. Considerando a correlação existente entre o desenvolvimento da planta com as variáveis ambientais somente pH do solo e MS serapilheira obtiveram correlações, sugere que outras variáveis não consideradas nestes estudo vêm com certeza interferindo no processo de desenvolvimento da erva-mate. Algumas delas podem ser, por exemplo, a composição do solo que pode ajudar neste processo de desenvolvimento ou até mesmo fatores climáticos e uso do fogo no passado.

Tabela 9. Coeficiente de correlação entre as variáveis populacionais e ambientais para os dois eixos de ordenação da ACP. Urupema, SC, 2012.

	Eixo 1	Eixo 2
Densidade (ind/ha)	-0,457450	0,832766
Reprodutivos (ind/ha)	0,931930	0,265764
Masculinos (ind/ha)	0,809323	0,296137
Femininos (ind/ha)	0,905046	0,150237
Regeneração (ind/ha)	-0,404906	0,841291
Altura (m)	0,649986	-0,320565
Área Basal (m ² /ha)	0,496170	0,617941
*Declividade	0,498264	-0,522850
*pH Solo	0,140278	-0,708557
*Umidade do Solo (%)	0,510668	-0,300324
*Serapilheira (cm)	0,503742	-0,185385
*MS Serapilheira (g)	0,168454	-0,690704
*Abertura Dossel (%)	0,589649	0,217122

Os resultados da ACP permitiu verificar que as variáveis ambientais não se distribuem de forma homogênea na área (Figura 21). Dessa forma, é possível observar uma dicotomia nas características ambientais estudadas, sendo divididas em dois grupos distintos: locais com solos mais úmidos, maior espessura de serapilheira e com maior abertura do dossel, representados pelo eixo um do diagrama de ordenação, e locais com solos menos ácidos, menos férteis, de topografia mais inclinada, representados pelas parcelas que ocorrem no eixo 2 do diagrama de ordenação.

Sendo que a fração positiva do eixo um, esta representando 48,35%, da ordenação dos pontos quadrantes de estudos mostra que as unidades amostrais mais associadas foram P3QA, P3QB, P3QD, P3QC, P2QA, P2QD, P1QC (Figura 21). Estes locais estão numa condição de alta umidade do solo, maior espessura de serapilheira e maior abertura do dossel. De acordo com Garcia et al., (2007) estas variáveis geram distintas oportunidades para as espécies e indivíduos que habitam o sub-bosque da floresta.

A fração negativa do eixo P1QB, P1QA, P1QD, P2QB e P2QC mostram que os indivíduos reprodutivos e altura tiveram menor associação com estes quadrantes, pois, estes locais estão mais sombreados, com menor espessura de serapilheira pela sua decomposição e umidade do solo.

No eixo dois, a fração positiva está representada pelas unidades amostrais P1QB, P1QA, P1QD, P1QC, P3QC, P3QB e P3QA, sendo representada pelo maior número de regenerantes, maior densidade de indivíduos e maior área basal e com áreas com menor

declividade, pH do solo e MS serapilheira. Segundo Oliveira e Rotta (1983), em seus estudos, afirmam que a erva-mate prefere solos permeáveis e com umidade adequada para o seu desenvolvimento e solos mais ácidos, sendo possível observar nestes resultados observar em nossos resultados. Na fração negativo do eixo as parcelas P2QB, P2QC, P2QA, P2QD e P3QD tiveram menor correlação com número de regenerantes, menor densidade e menor área basal, já com a declividade com pH e MS serapilheira tiveram correlações positivas com estas unidades amostrais. Isto porque estas unidades apresentaram um número de regenerantes, comparativamente, baixo em relação as outras parcelas.

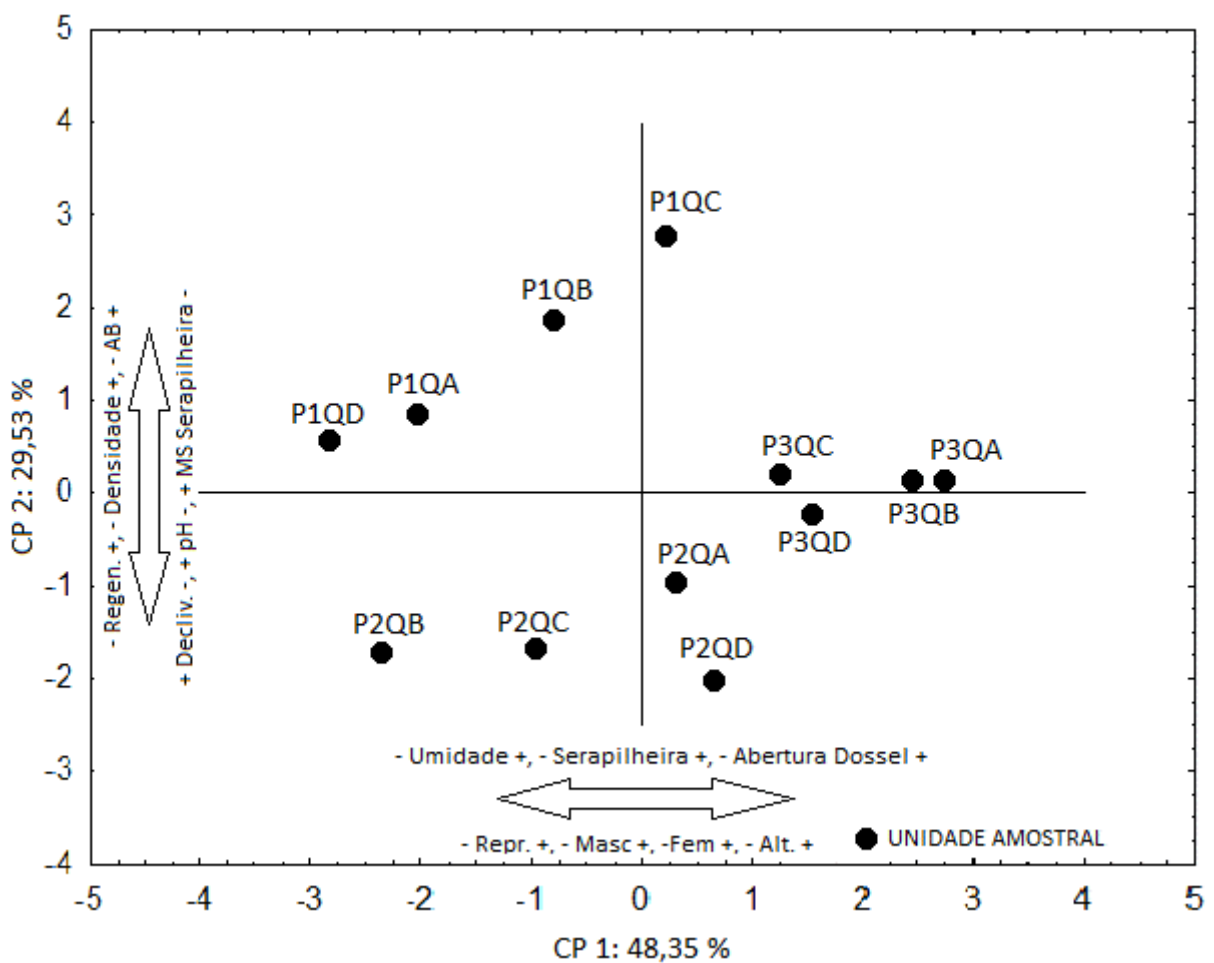


Figura 21. Diagrama de ordenação dos pontos quadrantes de estudo pela análise dos componentes principais, baseados nos dados populacionais e ambientais. Os eixos 1 e 2 explicam 77,87% da variação total. Urupema, SC, 2012.

Podemos observar ainda que o maior número de indivíduos regenerantes estão nas parcelas mais sombreadas e sob maior umidade, estes resultados também foram encontrados por McLaren e McDonald, 2003, Kariuki et al., 2006, onde a maior concentração de espécies

regenerantes foi encontrado nas parcelas mais sombreadas e sob maior umidade, envolvendo tratamentos silviculturais, tanto em florestas estacionalmente secas, como úmidas.

3.5 CONCLUSÃO

Conclui-se que as variáveis ambientais estudadas influenciam o desenvolvimento de *I. paraguariensis* neste fragmento florestal, mas que não se deve descartar a hipótese de que outras variáveis que não foram estudadas podem estar auxiliando o desenvolvimento, portanto há necessidade de ampliar a amostra para obtenção de uma conclusão mais abrangente e esclarecedoras de alguns aspectos importantes, principalmente na estrutura populacional. Além disso, estes estudos permitirão fundamentar estratégias de conservação e manejo da espécie que visem à utilização de forma sustentável, bem como sua conservação *in situ*.

REFERENCIAS

- ALEXANDER, M.P. A versatile stain for pollen, fungi, yeast and bacteria: New York. **Stain Technology** 55 (1): 13-8. 1980.
- AMARAL, L.G. **Floração e frutificação de algumas espécies arbóreas nativas e cultivadas no Rio Grande do Sul, Brasil**. Iheringia, rt. 24, p.125-132, 1979.
- AMBIENTE BRASIL. **Projeto pinhão**. Disponível em:
<<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./florestal/index.html&contedo=./florestal/programas/pinhao.html>> Acesso em: 29/09/2011.
- ANDRADE, F. M.; LINO.; F.C. SIMÕES, L.L. Diagnósticos da cadeia produtiva da (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil). **Erva-Mate**. 1999.
- ANJOS, A. **Análise do padrão de distribuição espacial do palmitero (*Euterpe edulis*) utilizando a função K de Ripley**. 1998. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1998.
- ANJOS, A. et al. Análise do padrão de distribuição espacial da araucária (*Araucaria angustifolia*) em algumas áreas no Estado do Paraná, utilizando a função K de Ripley. **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 38-45, dez. 2004.
- AUGSPURGER, C.K. 1983. Seed dispersal of tropical tree *Platypodium elegans*, and the escape of its seedlings from fungal pathogens. **Journal of Ecology** 71:759-771.
- ASHTON, P.S.; T.J.GIVINISH, e S. APPANAH. 1988. Staggered flowering in the Dipterocarpaceae: new insights into floral induction and the evolution of mast fruiting in the aseasonal tropics. **Amer. Naturalist** 132:44-66.

BACKES, P.; IRGANG, B. *Árvores do Sul: guia de identificação e interesse ecológico*. 1. ed., [S.l.]: Instituto Souza Cruz, 2002. 326 p.

BERTONI, J.; LOMBARDI, N. F. **Conservação do solo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999.
 _____ . **Conservação do solo**. 5. ed. São Paulo: Ícone, 2005.

BERKAI, D.; BRAGA, C. A., **500 anos de historia da erva-mate**. 2 ed. Editora Cone Sul, 2000. 97p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras.1**. Brasília: Embrapa/Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p.

CARVALHO, PAULO E. R.. **Levantamento florístico da região de Irati – PR** (1ª aproximação). Curitiba, PR, EMBRAPA/Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro Sul, 1980. 44 p. (Circular Técnica, 3).

CARVALHO, J.O. P. de. **Abundância, frequência e grau de agregação de Pau-rosa (*Aniba duckei*) na Floresta Nacional do Tapajós**. Belém: Embrapa-CPATU, 1983. 24 p. (Boletim de Pesquisa, 53).

CARVALHO, P. E. R. *Ilex paraguariensis* Saint-Hilaire; erva-mate. In: **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. p. 280-287.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. V.1, 1039p.

BORGUETTI, F. **Dormência embrionária**. In FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs). *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 2004. P 109-123.

CAGLIARI A.; TECHIO, V. H.; FLOSS, P. A. e DA CROCE D. M. Estudo do Pólen, Morfometria e Nervação Foliar em Procedências de Erva-Mate (*Ilex paraguariensis* St Hill.) (Aquifoliaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 435-437, jul. 2007.

CANALEZ, G. G.; CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R. Dinâmica da estrutura da comunidade de Lauráceas no período de 1995-2004 em uma Floresta de Araucária no sul do estado do Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 357-367, 2006.

CAPRETZ, R. L. **Análise dos padrões espaciais de árvores em quatro formações florestais do Estado de São Paulo, através de análises de segunda ordem, como a função K de Ripley**. 2004. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

COSTA, S.G. da, **A Erva-Mate. Curitiba**. Coleção Farol do Saber, 1995. 132p.

CONDIT, R. et al. Spatial Patterns in the Distribution of Tropical Tree Species. **Science**, v. 288, p. 1414-1418, 2000.

DA CROCE, D.M.; FLOSS, P.A. **Cultura da erva-mate no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI-SC, 1999. 81p. (EPAGRI-SC, Boletim Técnico, 100).

DAFNI, A. 1992. **Pollination ecology: a practical approach (the practical approach series)**. New York, Oxford: University press. 250p.

DE SALLE R, AMATO G (2004) The expansion of conservation genetics. **Nature** 5:702–712.

EDWIN, G.; REITZ, R. **Aquifoliáceas**. Flora Ilustrada Catarinense, Itajaí, I Parte: As Plantas, Fascículo, dez. 1967. 47p.

EMATER. EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Manual da erva-mate** (*Ilex paraguariensis*). Curitiba, 1991.

EMBRAPA. 1998. **Mapa Convenção cartográfica**: escala 1:250.000. Rio de Janeiro. 2 p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 1999. 412p.

FALKENBERG, D. B. 2003. **Matinhas nebulares e vegetação rupícola dos Aparatos da Serra Geral (SC/RS), sul do Brasil**. 594f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. e OPLER, P.A. 1974. Tropical plant phenology: applications for studies in community ecology. In: Phenology and seasonality modeling (H. Lieth ed.). **Springer-Verlag**, Berlin.

FEARNSIDE, P. M. **A Floresta Amazônia nas Mudanças Globais**. Manaus, AM: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, 2003. 134p.

FELFILI, J.M., SEVILHA, A.C. & SILVA JÚNIOR, M.C. 2001. **Comparação entre as unidades fitogeográficas Chapada Pratinha, Veadeiros e Espigão**. Mestredo São Francisco. In Biogeografia do Bioma Cerrado: estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco (J.M. Felfili & M.C. Silva Júnior, orgs.). Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, Brasília, p.80-102.

FERREIRA, A. G.; KASPARY, R.; FERREIRA, H.B.; ROSA, L.M. Proporção de sexo e polinização em *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Brasil Florestal**, Brasília, n. 53, p. 29-33, 1983.

FOSTER, R.B. 1982. Seasonal rhythms in fruitfall on Barro Colorado Island. **In: The ecology of a tropical forest**. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press. 151-172 p.

FOURNIER, L.A. 1974. **Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles**. Turrialba. 24:422-423.

FOSSATI, L.C. **Avaliação do Estado Nutricional e da Produtividade de Erva-Mate *Ilex paraguariensis* St. Hil., em Função do Sítio e da Dioicia**.(Dissertação de Mestrado). UFPR – Setor de Ciências Agrárias. Curitiba, 1997. 113 p.

FLOSS, P.A. **Variações genéticas entre populações naturais de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (erva mate) avaliadas em Chapecó-SC e Três Barras-SC**. Piracicaba ESALQ, 94p. (Dissertação Mestrado). 1994.

GALEN, C. & PLOWRIGHT, R.C. 1977. Testing the accuracy of using peroxidase activity to indicate stigma receptivity. **Canadian Journal of Botany** 65:107-111.

GARCIA, L. et al. 2007. Heterogeneidade do dossel e quantidade de luz no recrutamento do sub-bosque de uma mata ciliar no Alto São Francisco, Minas Gerais: análise através de fotos hemisféricas. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5.

GERHARDT, E. J. et al. Contribuição da análise multivariada, na classificação de sítios em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., baseada nos fatores físicos e morfológicos do solo e no conteúdo de nutrientes da serrapilheira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 41-57, 2001.

GILBERTI, G.C. **Aquifoliaceae**. Flora del Paraguay. Ginebra. 33p. 1994.

GIBERTI, G.C. Aspectos oscuros de la corologia de *Ilex paraguariensis* St. Hil.. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (org.) **Erva-mate**: biologia e cultura no Cone-sul. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995. p.289-300.

GUERRA, M. P.; SILVEIRA, V.; REIS, M. S. DOS.; SCHNEIDER, L. 2002. Exploração, manejo e conservação da araucária (*Araucaria angustifolia*). In: Simões, L. L. & Lino, C. F. (Orgs). **Sustentável Mata Atlântica: A exploração de seus recursos florestais**. Editora Senac São Paulo, São Paulo, Brasil, p.85-101.

GROPPO, M. 2012. *Aquifoliaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB021965>).

HACK C. **Respostas da vegetação remanescente e da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista cinco anos após intervenções de manejo**. Santa Maria, RS, Brasil. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2007.

HAMILTON, L.S.; JUVIK, J.O; SCATENA, F N. The Puerto Rico Tropical Cloud Forest Symposium: Introduction and Workshop Synthesis. In: **Tropical montane cloud forests**. New York: Springer-Verlag, p. 1-23., 1995.

HIGUCHI, P.; SILVA, A. C da; FERREIRA, T. de S.; SOUZA, S. T. de; GOMES, J. P.; SILVA, K. M. da; SANTOS, K. F. dos; LINKE, C.; PAULINO, P. das. Influência de

variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 79-90, jan.-mar., 2012

HOWE, H. F. Survival and growth of juvenile *Virola surinamensis* in Panama: Effects of herbivory and canopy closure. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.6, p.259-280,1990.

HUBBELL, S.P. Tree dispersion, abundance and diversity in a tropical dry forest. **Science**, v.203, p.1299-1309, 1979.

HUTCHINGS, M. J. The structure of plant populations. In: CRAWLEY, M. J. (Ed.) **Plant ecology**. Londres: Blackwell Scientific Publications, 1986. p. 97-136.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1992.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1992. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série Manuais Técnicos em Geociências. Nº 1. IBGE, Rio de Janeiro, Brasil, 92pp.

INOUE, M.T.; RODERJAN, C.V.; KUNIYOSHI, Y.S. **Projeto Madeira do Paraná**. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1984. 260 p.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. New Jersey: Prentice-Hall, 1992. 642 p.

JUNQUEIRA, L. K.; DIEHL E. e DIEHL-FLEIG, EDUARDO. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Visitantes de *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae). **Neotropical Entomology** 30(1): 161-164 (2001).

KAISER, H.F. 1960. The application of electronic computers to factor analysis. **Educational and Psychological Measurement**, 20, pp. 141-151.

KARIUKI, M. et al. Regeneration changes in tree species abundance, diversity and structure in logged and unlogged subtropical rainforest over a 36-year period. **Forest Ecology and Management**, v.236, p.162-176, 2006.

KLEIN, R. M. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. **Sellowia**, 12: 17-45p. 1960.

KLEIN, R.M. 1978. **Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. Flora Ilustrada Catarinense**, Itajaí, 24 p.

KLEIN, R.M. **Ecologia da flora e vegetação do Itajaí**. Sellowia, Itajaí, p. 31-32. 1979.

KEARNS, C. A. e INOUE, D. 1993. **Techniques for pollinations biologists**. Niwot, Colorado: University press of Colorado. 579p.

KOPPEN, W. 1948. *Climatología*. México: Fondo de Cultura Económica. HOWE, H.F. 1990. Survival and growth of juvenile *Virola surinamensis* in Panama: effects of herbivory and canopy closure. **Journal of Tropical Ecology** 6:259-280.

LEITE, P.F. 1994. **As diferentes unidades fitoecológicas da Região Sul do Brasil. Proposta de Classificação**. 106f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

LEWIS, D. 1959. **Sexual incompatibility in plants, studies in biology**. N° 110, Londres, Edward Arnold.

LEMMON, P. A spherical densiometer for estimating forest overstory density. **Forest Science**, v. 2, n. 4, p. 314-320. 1956.

LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. Fenologia reprodutiva de espécies da Floresta Ombrófila Mista na região centro-sul do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 2, p. 375-391, 2009.

LIMA, V.P. **Solo e eucalipto**. In: LIMA, V.P. Impacto ambiental do eucalipto. 2 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1996. p. 14 –168.

LOPES, M. A. Population structure of *Eschweilera coriacea* (DC.) S. A. Mori in forest fragments in eastern Brazilian Amazonia. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 509-519, jul./set. 2007.

MARDIA, K.V., KENT, J.T., BIBBY, J.M. 1979. **Multivariate analysis**. London: Academic Press. 520p.

MARIOT, A.; MANTOVANI, A.; REIS, M. S. Uso e conservação de *Piper cernuum* Vell (Piperaceae) na Mata Atlântica: I. Fenologia reprodutiva e dispersão de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 5, n. 2, p. 1-10, 2003.

MAACK, R. 1968. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: M.Roesner. 350 p.

MACCARI JUNIOR, A.; SANTOS, A.P.R. **Parâmetros tecnológicos para a utilização industrial da erva-mate**. In: MACCARI JUNIOR, A.; MAZUCOWSKI, J.Z. Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate. Curitiba – SEAB, 2000. p. 43-68.

MANTOVANI, M.; RUSCHEL, A.D.; REIS, M.S.; PUCHALSKI, A. e NODARI, R.O. 2003. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta atlântica. **Revista Árvore** 27: 451-458.

MANTOVANI M. **Caracterização de populações naturais de xaxim (*Dicksonia sellowiana* (PRESL.) HOOKER), em diferentes condições edafo-climáticas no estado de SANTA CATARINA**. UFSC, 2004. 105p.

MARTINS, D.R., CHAVES, C. L., BORTOLUZZI, R. L. C., MANTOVANI, A., 2010. Florística de Floresta Ombrófila Mista Altomontana e de Campos em Urupema, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 9,156-166.

MAZUCHOWSKI, J.Z. **Manual da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.)**. Curitiba: EMATER, 1989. 104 p.

MAZUCHOWSKI, J.Z. (1991), **Manual da erva-mate**. Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural, Curitiba, 14p.

MITTERMEIER, R. A. et al 2004. (eds) Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Washington, DC: **CEMEX & Agrupacion Sierra Madre**, Cidade do México. 390p.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2002. **Proposta do grupo de trabalho preservação e recuperação da Floresta Ombrófila Mista no Estado de Santa Catarina**. Portaria Ministerial 49 de 06 de fevereiro de 2002, Brasília, Brasil, 77p.

MYERS, N., R. A. MITTERMEIER, C. G. MITTERMEIER, G. A. B. Fonseca e J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403: 853-858.

MORELLATO, L.P.C. et al. 1989. Estudo comparativo de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila Semidecidual na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira Botânica**. 12: 85-98.

MORELLATO, L.P.C. e LEITÃO FILHO, H.F. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiaí, SP. **Revista Brasileira de Biologia** 50: 163-173.

MORELLATO, L.P.C., TALORA, D.C., TAKAHASI A., BENCKE C.C., ROMERA E.C. & ZIPPARRO V.B. 2000. Phenology of Atlantic Rain Forest trees: A comparative study. **Biotropica** 32: 811-823.

MORELLATO, L.P.C. 2003. **Características dos Padrões Fenológicos em Florestas Estacionais Neotropicais** Pp. 299-322. In: V. Claudino-Sales (org.). **Ecosistemas Brasileiros: manejo e conservação**. Fortaleza, Expressão Gráfica e Editora.

MORRISON, D.F. 1976. **Multivariate statistical methods**. 2.ed. Singapore: McGraw Hill. 415p.

MOSCOVICH, F.A. 2006. **Dinâmica de crescimento de uma Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS**. 135f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) –Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

MCLAREN, K. P.; MCDONALD, M. A. Coppice regrowth in a disturbed tropical dry limestone forest in Jamaica. **Forest Ecology and Management**, v.180, n.1, p.99-111, 2003.

ODUM, E. P. **Ecologia**. CBS College Publishing, 1988. Trad.: Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983. 434 p.

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, 1983, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1985. p.17-36.

OLIVEIRA, P.E.A.M., RIBEIRO, J.F. E GONZALES, M.I. 1989. Estrutura e distribuição espacial de uma população de *Kielmeyera coriacea* Mart. de cerrados de Brasília. **Revista Brasileira de Botânica** 12: 39-47.

OLIVEIRA-FILHO, A.T., CAMISÃO-NETO, A.A. E VOLPATO, M.M.L. 1996. Structure and dispersion of four tree populations in an area of montane semideciduous forest in southeastern Brazil. **Biotropica** 28: 762-769.

OLIVEIRA, M. do S. P. de; COUTURIER, G.; BESERRA, P. Biologia da polinização da palmeira tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) em Belém, Pará, Brasil. **Acta Botanica**, v. 17, n. 3. 345 – 353, 2003.

OLIVEIRA FILHO, P. C. DE; GOMES, G. S.; DISPERATI, A. A. O geoprocessamento como suporte ao manejo sustentável da erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. ST.-HIL.) em ambiente natural. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 38, n. 1, jan./mar. 2007.

OPLER, P.A., FRANKIE, G.M. & BAKER H.G. 1976. Rainfall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. **J. Biogeography**. 3: 231-236.

OPLER, P.A. & BAWA, K.S. 1978. Sex ratios in tropical forest trees. **Evolution** 32:812-821.

PAIVA, V.A.; POGGIANI, F. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas plantadas no sub-bosque de um fragmento florestal. **Scientia Forestalis**, n. 57, p. 141-151, 2000.

PAIVA, L.V.; ARAÚJO, G.M. e PEDRONI, F. 2007. Structure and dynamics of a woody plant community of a tropical semi-deciduous seasonal forest in the "Estação Ecológica do Panga", municipality of Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **30**: 365-373.

PENTTINEN, A.; STOYAN D.; HENTTONEN, H. M. Marked point processes in forest statistics. **Forest Science**, v. 38, n. 4, p. 806-824, nov. 1992.

PEREIRA, A. A. **Análise da distribuição espacial de Jequitibá Rosa (*Cariniana legalis*) usando a geoestatística e sistema de informações geográficas**. 2005. 47 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

PEZZOPANE, J.E.M. et al. Radiação luminosa e fotossíntese em quatro espécies lenhosas no interior de um fragmento de floresta secundária semidecidual. **Floresta e Ambiente**, v.10, n.1, p.48-57, 2003.

PIRES, J.P.A., SANSEVERO, J.B.B., PEZZOPANE, J.E.M., BRAGANÇA, H.B.N., SILVA, G.F. Comportamento de cinco espécies florestais no enriquecimento de fragmento de mata atlântica. In: Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas, 5., 2002, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, MG: SOBRADE, 2002. p.316-318.

POORTER, L.; BONGERS, F. **Ecology of tropical forests**. Wageningen Agricultural University, 1993. 223 p.

POGGIANI, F.; OLIVEIRA, R.E. **Indicadores para conservação dos núcleos de vida silvestre**. Série Técnica IPEF v. 12, n. 31, p. 45-52, 1998.

PUCHALSKI, Â. **Variações edafo-climáticas e ocorrência natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze no Estado de Santa Catarina**. 2004. 85 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

RADFORD, A. E.; WILLIAMS, C.; DICKSON, J.; MASSEY, R.; RITCHIE, B.C. 1974. Vascular plant systematics. Harper and Row. New York, 891pp.

RATHKE B. AND LACEY E.P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 16: 179–214.

REIS, M.G.F. et al. Influência da radiação solar fotossinteticamente ativa e do índice de área foliar sobre a regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento florestal degradado. In: Simpósio Nacional de Recuperação De Áreas Degradadas, 4., Blumenau, 2000, **Anais...** Blumenau, SC: SOBRADE/FURB, 2000. p.170.

REIS, M. S.; GUIMARÃES, E. e OLIVEIRA, G.P.; Estudos preliminares da biologia reprodutiva do palmito (*Euterpe edulis*) em mata residual do Estado de São Paulo. In: 7º Congresso Florestal Brasileiro, Curitiba, 1993. **Anais...** Curitiba, P. 358-60. 1993.

REITZ, R.; KLEIN, R. Araucariáceas. In: REITZ, R. (Ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1966. p.1-65.

REITZ, P. R.; EDWIN, G. **Aquifoliáceas**. Flora Ilustrada Catarinense, Itajaí: R Reitz, 47p., 1967.

REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre CORAG, 1988. 525 p.

RIPLEY, B. D. Modelling spatial patterns. **Journal of the Royal Statistic Society**. v. 39, p. 172-212, 1977.

RODE, R. et al. Análise do padrão espacial de espécies e de grupos florísticos estabelecidos em um povoamento de *Araucaria angustifolia* em uma floresta ombrófila mista no Centro-Sul do Paraná. **Floresta**, v.40, n.2, p.255-268, 2010.

RODERJAN, C.V. **O gradiente da Floresta Ombrófila Densa no Morro Anhangava. Quatro Barras-PR. Aspectos climáticos, pedológicos e fitossociológicos**. Curitiba, 1994. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 78-118, 2002.

ROWLINGSON, B.; DIGGLE, P. Splancs: spatial point pattern analysis code in S-Plus. **Computers and Geosciences**, v.19, n.5, p.627-655, 1993.

SANQUETTA, C. R; PIZATTO, W.; PÉLLICO-NETTO, S.; FIGUEIREDO FILHO, A. Dinâmica da composição florística de um fragmento de Floresta Ombrofila Mista no Centro-Sul do Paraná. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.1,n.2, p. 77-88. 2000.

SANTOS, F.A.M. **Padrão espacial de jovens em relação a adultos de espécie arbóreas de cerrado que ocorrem no estado de São Paulo**. Tese de Doutorado. Campinas, Universidade Estadual de Campinas. 1991.

SILVA, S. R. **Plantas medicinales de Brasil: aspectos generales sobre legislación y comercio**. BMZ/IBAMA. 2002.

SILVA, L. A.; SOARES, J. J. Composição florística de um fragmento de floresta estacional semidecídua no município de São Carlos-SP. **Revista Árvore**, v.27, n.5, p.647-656, 2003.

SILVA, M. A. da, MELLO, M. J. de, SCOLFORO, J. R. S. JÚNIOR, L. C. ANDRADE, I. S. OLIVEIRA, A. D. Análise da distribuição espacial da candeia (análise da distribuição espacial da candeia (*eremanthus erythropappus* (dc.) Macleish) sujeita ao sistema de manejo porta-sementes. Lavras, MG, **Cerne**, v. 14, n. 4, p. 311-316, out./dez. 2008.

SIMÕES, L.L. e LINO, C.F. 2002. (org.) **Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais**. São Paulo, Editora SENAC. 215p.

SOLBRIG, O.T. 1981. Studies on the population biology of the genus *Viola*. II. The effect of plant size on fitness in *Viola sororia*. **Evolution** 35:1080-1093.

SOUZA, A. M.; VINICI, L. **Análise multivariada da teoria à prática**. Santa Maria. Departamento de Estatística: UFSM, 2005. 112 p.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira**. Baseado em APG II. Nossa Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 704p.

SCORZA, R.; SHERMAN, W. B. Peaches. In: JANIK J.; MOORE, J.N. (Ed.). **Fruit breeding**. New York: John & Sons, 1995. p.325-440.

SNOW, D.W. 1965. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. **Oikos** 15: 274-281.

SPEARMAN, C. 1904. General intelligence, objectively determined and measured. **American Journal of Psychology** 15, 201-293.

STURION, J.A.; RESENDE, M.D.V. de; MENDES, S. Proporção de sexo e produtividade de massa foliar em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 30/31, p.19-27, 1995.

SWAINE, M.D., LIEBERMAN, D. & PUTZ, F.E. 1987. The dynamics of tree population in tropical forest: a review. **Journal of Tropical Ecology** 3:359-366.

TALORA, D.C. e MORELATTO, P.C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 23: 13 – 26.

TANAKA, A.; VIEIRA, G. Autoecologia das espécies florestais em regime de plantio de enriquecimento em linha na floresta primária da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 36, n.2, p.193-204, 2006.

TEIXEIRA, M. B.; COURA-NETO, A. B.; PASTORE, U.; RANGEL-FILHO, A. L. R. 1986. Vegetação as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico. In: Projeto Radambrasil (Ed.). **Levantamento de recursos naturais**. v.33. IBGE, Rio de Janeiro, Brasil, p. 541-632.

VAN SCHAIK, C.P. 1986. Phenological changes in a Sumatran rain forest. *J. Trop. Ecol.* 2: 327-347.

VELOSO, H.P.; RANGELFILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123p.

VIANA, V.M.; PINHEIRO, L.A.F.V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v.12, n.32, p.25-42, 1998.

ZANON, A. **Produção de sementes de erva-mate**. Curitiba: EMBRAPA-CNF, 1988, Circular Técnica, v. 16, 8p.

WILLSON, M.F. & ÅGREN, J. 1989. Differential floral rewards and pollination by deceit in unisexual flower. *Oikos* 55:23-29.

WINGE, H. 1997. Conservação genética de erva-mate no Brasil. **I Congresso Sul-Americano da erva mate**. Curitiba PR, 209-226.

WOLLHEIM, C. **Modificações dos padrões isoesterásicos ao longo do desenvolvimento de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Aquifoliaceae)**. Porto Alegre, 1991. Dissertação (Mestrado em Genética). Curso de Pós-graduação em Genética. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Floresta Ombrófila Mista caracteriza-se pela alta diversidade de espécies existentes e pela grande importância socioeconômica e ambiental de seus recursos naturais. O atual cenário de degradação desta fitofisionomia ameaça a biodiversidade resiliente, essencial para a conservação dos remanescentes florestais e para o manejo e manutenção *in situ* de espécies que possam garantir aspectos econômicos e sociais palpáveis, contribuindo para ações que visem o manejo sustentável da floresta.

O manejo de plantas nativas é uma alternativa capaz de promover um incremento de renda aos produtores, ao mesmo tempo em que pode representar uma opção para a viabilização da conservação do ambiente natural e para o resgate e difusão do conhecimento tradicional. É importante ressaltar que, de modo geral, os resultados obtidos nestes estudos indicaram um número elevado de indivíduos regenerantes e jovens presentes nas áreas avaliadas, que tem garantido a sobrevivência da população de *I. paraguariensis* A. St. Hill., mas estudos a longo prazo devem ser efetuados a fim de reavaliar o efeito de diferentes densidades e dinâmica da população desta espécie.

Outro aspecto relevante é a necessidade da realização de acompanhamentos fenológicos de longa duração para que se possa avaliar a interferência de fatores bióticos e abióticos nos padrões fenológicos apresentados ao longo de vários ciclos reprodutivos.

Ressalta-se a importância de estudos que verifiquem variáveis como condições edáficas e ainda, a variabilidade genética dentre as populações, que podem contribuir na elucidação de aspectos inerentes a sobrevivência da espécie, considerando que o completo entendimento do dinamismo desta espécie, bem como dos fatores que estão agindo sobre a população são imprescindíveis para o estabelecimento de estratégias de manejo, que garantam a manutenção da espécie em ambientes naturais.