



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

VALÉRIA TEODORO DA SILVA

**ESTUDO POPULACIONAL DE *Chrysophyllum gonocarpum*
(MART. & EICHLER EX MIQ.) ENGL. (SAPOTACEAE) EM
ÁREAS TOPOGRAFICAMENTE DISTINTAS DE
FRAGMENTOS DE FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL DO SUL DO BRASIL**

Londrina

2010

VALÉRIA TEODORO DA SILVA

**ESTUDO POPULACIONAL DE *Chrysophyllum gonocarpum*
(MART. & EICHLER EX MIQ.) ENGL. (SAPOTACEAE) EM
ÁREAS TOPOGRAFICAMENTE DISTINTAS DE
FRAGMENTOS DE FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL DO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Ciências Biológicas, área de
concentração em Botânica da Universidade
Estadual de Londrina para obtenção do Título de
mestre.

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Pimenta

Londrina
2010

VALÉRIA TEODORO DA SILVA

**ESTUDO POPULACIONAL DE *Chrysophyllum gonocarpum*
(MART. & EICHLER EX MIQ.) ENGL. (SAPOTACEAE) EM ÁREAS
TOPOGRAFICAMENTE DISTINTAS DE FRAGMENTOS DE
FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração em Botânica da Universidade Estadual de Londrina para obtenção do Título de mestre.

BANCA EXAMINADORA

José Antonio Pimenta

Adelar Mantovani

Edmilson Bianchini

Londrina, _____ de _____ 2010.

“as idéias são irmãs das sementes, expressões concretas da esperança”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram para o sucesso deste trabalho em cada uma de suas fases, especialmente à Universidade Estadual de Londrina, ao Programa de Mestrado em Ciências Biológicas e à Capes. Ao professor Dr. José Antonio Pimenta, pela orientação, amizade, apoio, broncas e pelas ajudas importantíssimas acompanhadas do papo animado. Ao professor Dr. Edmilson Bianchini pela gentileza de me apresentar à espécie, por ceder seus dados de *C. gonocarpum*, pelos auxílios nos trabalhos de campo, pelas contribuições em forma de sugestões e críticas nos momentos importantes e por todos os suportes técnicos.

À professora Dra. Inês C. de Batista Fonseca do Departamento de Agronomia (CCA/UEL) pelo auxílio com a PCA e ao professor Dr. Angelo Spoladore do Laboratório de Geomorfologia do Departamento de Geociências (CCE/UEL) pelo auxílio com as análises texturais do solo.

Ao professor Dr. Adelar Mantovani pelas sugestões durante a pré banca e banca de avaliação.

Ao Instituto Ambiental do Paraná por permitir o acesso ao Parque Estadual Mata dos Godoy e ao proprietário da Fazenda Doralice, Sr. Pedro Favoretto, pela permissão da execução do trabalho.

À Ana Paula Pavanelli e Josiane Augusto Costa que, além das conversas divertidas, cederam dados de campo, sugeriram, ensinaram e se disponibilizaram a auxiliar sempre que necessário. À Luciana Franci pelo roteiro extremamente didático sobre o RAMAS/STAGE e pelo mapa de superfície da Fazenda Doralice. À equipe de campo, Ana Paula, Josiane, Paulo, Melissa, Luciana e Gabriela. Aos ajudantes Fausto, Eloisa e Maristela. A vocês agradeço pela ajuda indispensável, companhia agradável e descontração mesmo nos momentos mais complicados.

Aos meus maravilhosos ex colegas de trabalho, quando tudo começou, que me deram a força necessária: Ellen, Édson, Marta, Ilda, Cláudia, Valkíria, Débora, Marcelo e Benedita. A todos os meus atuais companheiros de trabalho, principalmente ao Claudecir, Jorge, Marcia, Emília, Cássia, Simoni, Sônia, Rita, Paulo, Claudiney, Julianne e Eduardo por me aceitarem, compreenderem e auxiliarem, disponibilizando, na medida do possível, tempo e espaço, além de compartilharem das minhas preocupações e alegrias.

À minha família, meu esteio, para a qual tudo o que eu diga ainda não será suficiente para agradecer. À animadíssima família Celestino que me acolheu de braços abertos em Londrina, mesmo achando uma loucura eu ir “pro meio dos mato”.

A todos os meus amigos que sempre torceram por mim, cederam a casa, o ombro e os ouvidos, ofereceram mãos, lenços e sorrisos.

Agradeço com as minhas palavras, com o meu coração e com a minha mente.

Que um dia eu possa e saiba retribuir.

SILVA, V.T. **Estudo Populacional de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. (Sapotaceae) em áreas topograficamente distintas de fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual do sul do Brasil.** 2010. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2010.

RESUMO

Este estudo investigou a hipótese que aspectos da ecologia populacional de *Chrysophyllum gonocarpum* variam em áreas topograficamente distintas. Estudos de demografia, estrutura espacial, estrutura de tamanho e alometria de *C. gonocarpum* foram conduzidos em dois fragmentos de floresta estacional semidecidual, no estado do Paraná, Brasil. Um deles localiza-se na Fazenda Doralice (FD) (23° 18'S e 50° 59' W) e o outro no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) (23° 27'S e 51° 15'W). No fragmento FD foram demarcadas 50 parcelas de 100 m² numa área de platô (AP) e 50 numa área de declive acentuado (AD). No PEMG estudou-se uma área plana (AG) com 50 parcelas de 100 m² na porção norte, alocadas em 1994. Os indivíduos encontrados foram marcados, contados e medidos em altura e diâmetro à altura do solo. Na AP e AD foram feitos levantamentos demográficos nos anos de 2008 e 2009. Variáveis ambientais mensuradas nas áreas amostrais da FD por Costa (2009) e Pavanelli (2009) em 2007, foram utilizadas para compreender melhor as áreas e sua relação com a densidade de indivíduos. Na AG fez-se levantamento demográfico em 2008 e comparou-se com um levantamento realizado em 1997. Para demografia, os indivíduos foram separados em quatro classes de altura e analisados pelo modelo de matrizes. A distribuição espacial foi avaliada pelo coeficiente de autocorrelação espacial de Moran (*I*). Utilizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov para comparar as distribuições de altura dos indivíduos entre os diferentes anos e áreas e ANCOVA para testar possíveis diferenças nas relações alométricas entre diâmetro e altura. Houve maiores variações demográficas no período de 11 anos na AG ($\lambda=0,6953$) do que no período de 1 ano em AP e AD ($\lambda=1,0660$ e $1,0003$, respectivamente). Nas três áreas os correlogramas não foram globalmente significativos, sugerindo aleatoriedade na distribuição espacial dos indivíduos. A análise dos componentes principais indicou separação das parcelas em dois grupos de acordo com as variáveis ambientais analisadas, sugerindo que tais variáveis são responsáveis pela maior abundância de indivíduos de *C. gonocarpum* em AP. Diferente da AD, a estrutura de altura na AG e AP foi em J-invertido. Estas estruturas foram estáveis no tempo, havendo diferenças entre AG x AD em 2008 e entre AP x AD em 2008 e 2009. Os indivíduos apresentaram pouca variação na forma nas três áreas (r^2 entre 0.89 e 0.94) com valores de $b = 0,515$ para AG, 1,440 para AP e 1,920 para AD, que foi significativamente maior a AG e AP. Possivelmente o maior investimento em diâmetro na AD esteja relacionado à mobilidade do substrato devido à declividade e o menor investimento em altura (menor cobertura do dossel em AD) pode ter relação com a menor competição por luz. Os resultados de demografia e estrutura espacial correlacionados com variáveis ambientais indicam que as diferenças topográficas resultam em microambientes característicos em cada área, que possibilitam maior disponibilidade de sítios favoráveis ao estabelecimento e desenvolvimento de maior número de indivíduos de *C. gonocarpum* na área plana. O fato de *C. gonocarpum* apresentar estrutura de tamanho e arquitetura diferentes em áreas topograficamente distintas, possivelmente seja uma importante explicação de sua presença em áreas com relevos tão diferentes.

Palavras-chave: *Chrysophyllum gonocarpum*. Ecologia populacional. Topografia. Floresta estacional semidecidual.

SILVA, V.T. **Population study of *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl., (Sapotaceae) in topographically-distinct areas of Semideciduous Forest fragments in Southern Brazil.** 2010. 74f. (Master's Degree in Biological Sciences) State University of Londrina. Londrina. 2010.

ABSTRACTS

This study investigated the hypothesis that aspects of the population ecology of *Chrysophyllum gonocarpum* vary in topographically-distinct areas. Studies on demography, spatial structure, size structure and allometry of *C. gonocarpum* were carried out in two fragments of semideciduous forest, in the State of Paraná, Brazil. One of them is located in Doralice Farm (DF) (23° 18'S and 50° 59'W) and the other one in the Mata dos Godoy State Park (MGSP) (23° 27'S and 51° 15'W). In the DF fragment, 50 plots of 100 m² on a plateau area (PA) and 50 in an area of steeply sloping (SL) were delimited. In the MGSP fragment, an area (GA) with 50 plots of 100 m² in the northern part allocated in 1994, was studied. Individuals found were marked, counted and measured for height and diameter at ground level. In the PA and SL areas, demographic surveys were carried out in 2008 and 2009. Environmental variables measured in sample areas of DF by Costa (2009) e Pavanelli (2009) in 2007, were used to better understand the areas and their relationship with the abundance of individuals. In the GA area a demographic survey was carried out in 2008 and was compared to a survey carried out in 1997. As for demography, individuals were divided into four height classes and analyzed by the matrices model. The spatial distribution was assessed by Moran's spatial autocorrelation coefficient (*I*). Kolmogorov-Smirnov test was used to compare height distributions of individuals between the different years and areas and ANCOVA and Scheffé test to test for possible differences in allometric relationships between diameter and height. There were major demographic changes during the period of 11 years in the GA ($\lambda=0.6953$) than in the period of one year in the PA and SL areas ($\lambda=1.0660$ and 1.0003 , respectively). In the three areas, correlograms were not globally significant, suggesting randomness in the spatial distribution of individuals. The PCA indicated the separation of the plots into two groups according to the environmental variables analyzed, suggesting that these variables are responsible for the highest abundance of *C. gonocarpum* individuals in the PA. Different from the SL area, the height structure in the GA and PA was J-inverted. These structures were considered stable in time, with differences between GA x SL in 2008 and between PA x SL in 2008 and 2009. Individuals showed little variation in shape in the three areas (r^2 between 0.89 and 0.94) with values of $b = 0.515$ for GA, 1.440 for PA and 1.920 for SL, which was significantly higher than GA and PA. Possibly the largest investment in diameter in SL is related to mobility of the substrate due to the steepness and the lowest investment in height (lower canopy closure in SL) may be related to less competition for light. Results of demography and spatial structure correlated with environmental variables indicate that the topographic differences result in characteristic microenvironments in each area, enabling greater availability of favorable sites to the establishment and development of a greater number of individuals of *C. gonocarpum* in the plateau area. The fact of *C. gonocarpum* to present different height structure and architecture in topographically distinct areas, is possibly an important explanation of their presence in areas with such different levels.

Keywords: *Chrysophyllum gonocarpum*. Population ecology. Topography. Semideciduous forest.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-** Fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil. Imagem de satélite com indicativo (retângulo amarelo) da localização das duas áreas amostrais. Área plana (AP) e área de declive (AD) 18
- Figura 2-** Fragmento florestal do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil. Imagem de satélite com indicativo (retângulo amarelo) da localização da área amostral plana (AG)..... 19
- Figura 3-** Exemplos de frutos (A) e sementes (B) de *Chrysophyllum gonocarpum*..... 21
- Figura 4-** Relevo das áreas plana (AP) e declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil 23
- Figura 5-** Triângulo de texturas com análise granulométrica do solo do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil. Área plana (triângulos) e área de declive (círculos) 24

ARTIGO A

- Figura 1-** Diagrama de caixa representando ingresso, mortalidade, regressões e recrutamentos dos indivíduos de *Chrysophyllum gonocarpum* nas diferentes classes de tamanho da área plana (AG) do fragmento do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil; da área plana (AP) e da área de declive (AD) da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil. I= ingressantes; No= número de indivíduos no primeiro levantamento; S= indivíduos do primeiro levantamento que permaneceram na mesma classe; N1= número de indivíduos no segundo levantamento; Cl= classes de altura; M= mortos. As linhas tracejadas indicam indivíduos que quebraram (regressão), linhas contínuas em negrito indicam indivíduos que cresceram (recrutamento) 32
- Figura 2-** Elasticidades para *Chrysophyllum gonocarpum* utilizando o modelo de matrizes na área plana (AG) do fragmento do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil; na área plana (AP) e de declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil..... 34
- Figura 3-** Correlogramas espaciais de distribuição dos indivíduos de *Chrysophyllum gonocarpum*, para 14 classes de distância na área plana (AG) do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil; na área plana (AP) e na área de declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil..... 36
- Figura 4-** Análise de componentes principais representando as parcelas e as variáveis no primeiro plano fatorial. Área de declive (x), Área plana

(círculos preenchidos) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil.....	37
---	----

ARTIGO B

Figura 1- Distribuição em classes de altura da população de <i>Chrysophyllum gonocarpum</i> na área plana (AG) do fragmento do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil para o ano de 2008; na área plana (AP) e de declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil, para os anos de 2008 e 2009	53
Figura 2- Fator de segurança do diâmetro do caule (d/d_{min}) de <i>Chrysophyllum gonocarpum</i> para área plana (AG) do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil; área plana (AP) e área de declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil	55
Figura 3- Regressão entre o diâmetro (cm) (d) e altura (m) (h) de <i>Chrysophyllum gonocarpum</i> ($\log d = a + b \log h$) na área plana (AG) do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil; área plana (AP) e área de declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Caracterização ambiental das áreas plana (AP) e de declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil. Média \pm erro padrão	22
---	----

ARTIGO A

Tabela 1- Matrizes de transição para <i>Chrysophyllum gonocarpum</i> na área plana (AG) do fragmento do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil, (período de 1997 a 2008); na área plana (AP) e área de declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil (período de 2008 a 2009).....	33
--	----

Tabela 2- Matrizes de sensibilidade para <i>Chrysophyllum gonocarpum</i> na área plana (AG) do fragmento do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil, e na área plana (AP) e área de declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil	33
--	----

Tabela 3- Correlação de Pearson (r) das variáveis utilizadas na análise de componentes principais nas áreas plana e de declive do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil, com os dois primeiros componentes da análise de componentes principais.....	37
--	----

ARTIGO B

Tabela 1- Comparações das estruturas de altura da população de <i>Chrysophyllum gonocarpum</i> em diferentes áreas e datas de amostragem, pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (D). AG - área plana do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil; AP – área plana e AD – área de declive do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil.....	54
---	----

Tabela 2- Estimativa dos parâmetros das regressões lineares para o diâmetro (cm) (d) e a altura (m) (h) ($\log d = a + b \log h$) de <i>Chrysophyllum gonocarpum</i> para a área plana (AG) do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil; área plana (AP) e área de declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil. Letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre si (ANCOVA e Teste de Scheffé, $p < 0,05$).....	57
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	12
2 METODOLOGIA GERAL	16
2.1 ÁREAS DE ESTUDO	16
2.2 ESPÉCIE ESTUDADA	18
2.3 DELIMITAÇÃO DAS PARCELAS DE ESTUDO	21
2.4 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS AMOSTRAIS DA FAZENDA DORALICE	21
ARTIGO A - DEMOGRAFIA E ESTRUTURA ESPACIAL DE <i>CHRYSOPHYLLUM GONOCARPUM</i> (MART. & EICHLER EX MIQ.) ENGL. (SAPOTACEAE) EM ÁREAS TOPOGRAFICAMENTE DISTINTAS DE FRAGMENTOS DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO SUL DO BRASIL	25
ARTIGO B – ESTRUTURA DE TAMANHO E RELAÇÕES ALOMÉTRICAS DE <i>CHRYSOPHYLLUM GONOCARPUM</i> (MART. & EICHLER EX MIQ.) ENGL. (SAPOTACEAE) EM ÁREAS TOPOGRAFICAMENTE DISTINTAS DE FRAGMENTOS DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO SUL DO BRASIL	47
CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS	65
ANEXO	69
ANEXO A	70

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Estado do Paraná, com seus 201.203 km² de extensão, tinha 100% de seu solo coberto por diferentes tipos de vegetação quando os portugueses chegaram ao Brasil, em 1500 (SOARES; MEDRI, 2002). Maack (1981) relata que, originalmente, na bacia do rio Tibagi (importante bacia do Paraná onde o estudo em tela foi realizado) ocorriam três formações vegetais: mata pluvial tropical-subtropical (que cobria 94.044 km² do território), mata de araucária (cobrindo 73.780 km²) e campos limpos ou cerrados (que correspondiam a 30.532 km²). Com o avanço da urbanização e atividades agropecuárias houve devastação abrupta e inconsequente das florestas, promovendo sua fragmentação (SOARES; MEDRI, 2002). De acordo com o IPARDES (2008), no estado do Paraná restam apenas 9.517,80 km² de floresta nativa.

Apesar da crescente constatação da necessidade de conservação dos recursos naturais, a cobertura vegetal está, cada vez mais, sendo reduzida a fragmentos esparsos (CARVALHO et al., 2007) e em função da fragmentação acelerada da vegetação florestal tornam-se necessários estudos ecológicos, tanto em nível de comunidade quanto populacional, os quais permitam avaliar os potenciais de perda e conservação dos recursos naturais em longo prazo (CARVALHO *et al.*, 2005a).

Uma população é definida como um grupo de indivíduos de uma determinada espécie que ocupa um espaço particular ao longo de um determinado tempo (CRAWLEY, 2003). As populações não possuem estrutura estática, o que se deve ao balanço entre os atributos que influenciam a densidade populacional (nascimentos, mortes, imigrações e emigrações), os quais mudam ao longo do tempo e do espaço (RICKLEFS, 2001).

Avaliar como as populações se comportam em ambientes naturais auxilia na compreensão do funcionamento e dinâmica do ecossistema como um todo, sendo fundamental para embasar quaisquer iniciativas de preservação e conservação de remanescentes florestais (AQUINO *et al.*, 2007). Face às variações ambientais, vários aspectos são relevantes para o estudo de populações de plantas, dentre eles destacam-se demografia, organização espacial dos indivíduos, estrutura de tamanho e relações alométricas (CARVALHO et al., 2005a, 2005b).

A demografia é avaliada a partir das mudanças numéricas dos indivíduos, sendo necessária a realização de censos demográficos em uma amostra da

população em diferentes períodos (SHEIL et al., 1995). A densidade populacional muda com o tempo e o espaço, portanto as análises demográficas dependem de onde e quando a população é observada (RICKLEFS, 2001). De acordo com De Steven (1994), diferenças entre áreas de uma mesma floresta podem ter grande influência no estabelecimento e sobrevivência de plantas.

O conhecimento das tendências demográficas de populações de plantas fornece bases para a compreensão da sua interação com o ambiente no momento atual, auxiliando no diagnóstico de possíveis perturbações anteriores e permitindo inferências na projeção do crescimento populacional no futuro (SILVA et al., 2009). Desta maneira, os modelos demográficos podem ser utilizados para prever como o manejo florestal pode afetar o crescimento ou a viabilidade da população de plantas e, como tal, fornecer uma base ecológica para a tomada de decisão (NORRIS; MCCULLOCH, 2003).

A ocupação e distribuição de plantas no espaço dependem da disponibilidade dos recursos necessários para sua sobrevivência, tais como luz, água e nutrientes, variando também de acordo com a dispersão de sementes, o padrão espacial de recrutamento (microsítios favoráveis), fatores de mortalidade e das condições climáticas (JONGEJANS et al., 2010). A escala espacial de agrupamento dos indivíduos varia entre as espécies, pois estas apresentam diferenças na demanda de recursos bióticos e abióticos, o que deve resultar em diferentes taxas de mortalidade e recrutamento no espaço e no tempo (CRAWLEY, 2003). Logo, conhecer a distribuição espacial de espécies vegetais auxilia na compreensão da dinâmica da população em resposta à heterogeneidade do ambiente (GETZIN et al., 2008).

Diferentes populações de plantas apresentam estruturas de tamanho diversificadas, determinada por diversos fatores (ANDRADE et al., 2007). Na maioria das populações de plantas, o tamanho varia muito, geralmente, devido à sobreposição de gerações (ANDRADE et al., 2007). Uma mesma espécie pode apresentar diferenças na estrutura de tamanho em diferentes formações (RAMIREZ; ARROYO, 1990, CARVALHO et al., 2009) e entre sítios dentro de uma mesma formação (WEST, 1995; FONSECA et al., 2004). A caracterização do ambiente, juntamente com estudos de estrutura de tamanho ou de estádios ontogenéticos de populações de plantas, é importante para entender quais fatores influenciam os processos populacionais, a regeneração e a influência de perturbações em um determinado local (CARVALHO et al., 2009).

A relação entre o tamanho e a forma (alometria) é influenciada pela ontogenia do organismo e tem efeitos profundos no fitness da espécie e conseqüentemente

na estrutura do ecossistema (MCMAHON, 1973; KING, 1996; OSUNKOYA et al., 2007). Muitos caracteres morfológicos e de desenvolvimento de diferentes partes de um indivíduo, variam dependendo da arquitetura específica, do microambiente e do grau de restrição ecológica onde este iniciou seu crescimento (NISHIMURA; SUZUKI, 2001, PORTELA; SANTOS, 2003). Estudos de alometria em plantas são importantes para a compreensão de aspectos ecológicos e evolutivos de espécies e os modelos gerados a partir desses estudos podem ser ferramentas poderosas de previsão em ecologia (RICH et al., 1986) auxiliando no entendimento da estrutura e dinâmica das florestas (KING, 1996, SPOSITO; SANTOS, 2001).

Os fatores que influenciam as populações vegetais manifestam-se em várias escalas. Estas podem ser locais como topografia, características de solos e alagamento; regionais, como variações de temperatura, ocorrência de geadas e quantidade e distribuição das chuvas; ou continentais, como variações climáticas de larga escala (VELOSO et al., 1991; PUHAKKA; KALLIOLA, 1995).

Em escala local, a topografia tem sido considerada como a variável mais importante na distribuição das espécies e na estrutura das florestas tropicais, porque ela comumente provoca mudanças nas propriedades dos solos, particularmente no regime de água e na fertilidade (SOUZA et al., 2003; CARVALHO et al., 2005a; RODRIGUES et al., 2007).

O presente estudo, desenvolvido com a espécie arbórea *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. (Sapotaceae), foi realizado em dois fragmentos de floresta estacional semidecidual na região norte do estado do Paraná, sendo um deles pertencente à Fazenda Doralice (FD) e o outro no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG). O fragmento da FD apresenta-se como uma área íngreme próximo ao rio Tibagi e uma região alta, mais distante da margem, caracterizada como platô. Como este fragmento não possui um histórico de preservação conhecido, amostraram-se também os indivíduos de *C. gonocarpum* no fragmento do PEMG, o qual possui condições de preservação conhecidas e apresenta-se como uma suave planície com algumas colinas paralelas de declive moderado.

Com o objetivo de desenvolver estudos populacionais comparativos entre áreas topograficamente distintas, foram propostas as seguintes questões: no período de um ano a variação demográfica da população de *C. gonocarpum* é diferente entre a área íngreme e a área de platô da FD? O padrão espacial da população e a estrutura de tamanho diferem entre as áreas? Existem diferenças na forma dos indivíduos localizados nas

diferentes áreas? Existem variações demográficas na população de *C. gonocapum* no Parque Estadual Mata dos Godoy?

Os resultados poderão contribuir para a compreensão do comportamento ecológico da espécie, auxiliando nas ações de manejo, recuperação e conservação de áreas degradadas pertencente ao bioma atlântico, mais restritamente nas de ocorrência da floresta estacional semidecidual.

2 METODOLOGIA GERAL

2.1 ÁREAS DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido em dois fragmentos de floresta estacional semidecidual, um deles localizado na Fazenda Doralice (FD), município de Ibiporã, estado do Paraná, Brasil e o outro no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) município de Londrina, estado do Paraná, Brasil, ambos situados na bacia do rio Tibagi.

A bacia hidrográfica do rio Tibagi está compreendida entre as coordenadas geográficas 22° 47' 22" e 25° 36' 25" de latitude sul e 49° 36' 00" e 51° 27' 36" de longitude oeste (França 2002). Abrange uma área de aproximadamente 24.712 km², correspondendo a 13% da superfície do estado do Paraná, e está posicionada na porção leste do estado, no sentido sul-norte (PINESE, 2002). Ao sul, a nascente do rio Tibagi localiza-se na região de Ponta Grossa, a 1060 m de altitude e corre 550 km em direção norte, tendo sua foz no lago da usina hidrelétrica da represa Capivara, no rio Paranapanema (divisa dos Estados de São Paulo e Paraná), a 298 m de altitude (PINESE, 2002; MEDRI et al., 2002a).

Este rio é dividido em três sub-regiões: o alto Tibagi (região localizada no segundo planalto paranaense), o médio Tibagi (escarpas de transição entre planaltos) e o baixo Tibagi (região localizada no terceiro planalto paranaense) (MAACK, 1981).

A região conhecida como baixo Tibagi, que inclui toda a macrorregião de Londrina, compõe-se de rochas ígneas (basalto), gerando solos de boa fertilidade, com topografia suavemente ondulada (MAACK, 1981). O trecho com maior declive, 1,33%, corresponde ao gradiente localizado entre as localidades Taquara e Jataizinho, com diferença de 64 m de altitude na distância de 48 km (FRANÇA, 2002).

A vegetação dominante na região era floresta estacional semidecidual, a qual sofreu um processo intenso de fragmentação a partir de 1920 (MEDRI et al., 2002b). Antes da fragmentação, esta formação formava um contínuo com a floresta ombrófila densa desde a costa atlântica brasileira, sendo por isso considerado parte do bioma da floresta atlântica (TOREZAN, 2002). Deste, cerca de 96% da cobertura florestal nativa foi retirada restando poucos remanescentes preservados (MEDRI et al., 2002b).

Nas áreas remanescentes que possuem solo profundo e bem drenado,

observa-se uma fisionomia com sub-bosque menos denso - composto principalmente por *Actinostemon concolor* (Spreng) Müll. Arg. (Euphorbiaceae) e *Trichilia clausenii* C. DC. (Meliaceae) - e dossel mais alto, com poucas interrupções e emergentes acima dos 35 metros, como *Aspidosperma polyneuron* (Müll) Arg. (Apocynaceae) e *Gallesia integrifolia* (Spreng) Harms (Phytolaccaceae), como descrito em Soares-Silva e Barroso (1992). Nas áreas de encosta com solo raso, as clareiras são mais frequentes e maiores, com um dossel frequentemente interrompido, onde são comuns *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez (Lauraceae), *Cabrlea canjerana* (Vell.) Mart. (Meliaceae) e *Parapiptadenia rígida* (Benth) Brenan (Fabaceae-Mimosoideae), e onde há abundância de cipós (SILVEIRA, 1993).

A FD está situada nas coordenadas 23° 18'S e 50° 59' W a 480 m de altitude. Esta fazenda apresenta um remanescente de floresta estacional semidecidual do tipo floresta ciliar na margem esquerda do rio Tibagi. Próximo às margens do rio o relevo é íngreme, de declive bastante acentuado, seguido de uma área de platô distante da margem.

O PEMG está situado nas coordenadas 23° 27'S e 51° 15' W e possui área de 680 hectares com altitude em torno de 600 m. Possui um remanescente de floresta estacional semidecidual com histórico de preservação conhecido e um relevo que se apresenta como uma suave planície na porção norte, contando com algumas colinas paralelas com declive moderado na parte sul (SILVEIRA, 1993). O PEMG dista aproximadamente 24 km, em linha reta, da Fazenda Doralice.

Para avaliar a influência das variáveis ambientais, em especial a topografia, sobre a ecologia populacional de *Chrysophyllum gonocarpum* no fragmento florestal da FD, foram definidas duas áreas amostrais, cada uma com 0,5 hectare, sendo uma na região de declive (AD) e a outra na região do platô (AP) (Figura 1).



Figura 1- Fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil. Imagem de satélite com indicativo (retângulo amarelo) da localização das duas áreas amostrais. Área plana (AP) e área de declive (AD).

Já na área plana da porção norte do PEMG, foi definida somente uma área amostral também de 0,5 hectare (Figura 2). Nestas áreas foram desenvolvidos estudos de demografia, estrutura espacial, estrutura de tamanho e relações alométricas de *C. gonocarpum*.

2.2 ESPÉCIE ESTUDADA

A espécie *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. pertence à família Sapotaceae e é vulgarmente conhecido como aguái, aguái-da-serra, peroba-branca, guatambu, guatambu de sapo, guatambu de leite, caxeta, caxeta-amarela, entre outros. A espécie apresenta árvores de 10 a 20 metros de altura e 15 a 30 centímetros de diâmetro (LORENZI, 2002).



Figura 2- Fragmento florestal do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil. Imagem de satélite com indicativo (retângulo amarelo) da localização da área amostral plana (AG).

Trata-se de uma planta semidecídua, esciófita, seletiva higrófila. Encontra-se irregularmente distribuída em fundos de vales e início de encostas ou em terrenos planos onde o solo contém maior teor de umidade. Ocorre desde o Rio de Janeiro e Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, estendendo-se até o Uruguai, Argentina e Paraguai, na floresta latifoliada semidecídua da bacia do rio Paraná (LORENZI, 2002). É comum em vários fragmentos da floresta estacional semidecidual na região norte do estado do Paraná (SOARES-SILVA et al., 1992; SOARES-SILVA; BARROSO, 1992; SILVA et al., 1995; BIANCHINI et al., 2003).

Esta espécie possui folhas simples, elíptico-oblongas, às vezes estreito-elípticas ou estreito-obovadas, largamente obtusas, arredondadas ou emarginadas. As folhas jovens apresentam pilosidade seríceo-tomentosa, com pêlos brancos ou levemente rufos. As folhas adultas são glabras, apresentando 8-16 cm de comprimento e 2 a 5 cm de largura, com nervuras laterais primárias bem evidentes, aparecendo também um

evidente retículo de nervuras laterais secundárias e terciárias. O pecíolo possui cerca de 2 cm de comprimento (REITZ, 1968).

Apresenta de 1 a 6 flores nas axilas das folhas ou em nós recentemente desfolhados. As flores são hermafroditas, subsésseis ou em pedicelos de até 5 mm. As sépalas são verdes claras, arredondadas, finamente seríceo-estrigosas ou subglabras. Os filetes são fixos na base do tubo da corola ou ocasionalmente ligados a ele, pouco acima da base. O ovário possui pilosidade densa, estilete glabro, não lobado (REITZ, 1968).

Estudos de fenologia de *C. gonocarpum* realizados por Bianchini et al. (2006) no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) revelam que os botões florais desta planta surgem em agosto, as primeiras flores abrem, em geral, na segunda quinzena de setembro, terminando a antese em dezembro. A frutificação é bastante longa com os primeiros frutos aparecendo em meados de novembro, completando seu desenvolvimento em julho, quando amadurecem (BIANCHINI et al., 2006). Os frutos são amarelos, com polpa fina (Figura 3A), possuindo de 1 a 5 sementes, as quais possuem cicatriz hilar que se estende por quase todo o comprimento da mesma (REITZ, 1968) (Figura 3B). Produz grande quantidade de frutos que podem apresentar predação pré-dispersão pela larva de um micro-hymenoptera ou por um coleóptero (da família Curculionidae), impedindo seu desenvolvimento (BIANCHINI, 1998).

Anualmente *C. gonocarpum* produz moderada quantidade de sementes viáveis, podendo permanecer nesta condição por 6 meses (LORENZI, 2002). A dispersão ocorre de agosto a outubro, praticamente havendo sobreposição de períodos de frutificação sucessivos, podendo ser feita por vários animais, entre eles o quati (*Nasua nasua*), macaco-prego (*Cebus apella*) tucanos do gênero *Ramphastos* e catetos (*Tayassu tajacu*). A germinação ocorre a partir de novembro, com um pico em dezembro e janeiro (época de maior pluviosidade) (BIANCHINI, 1998).

Em estudos de levantamentos florísticos desenvolvidos na bacia do rio Tibagi, foi observado que *C. gonocarpum* ocupa a 14^a posição em Índice de Valor de Importância (IVI) no PEMG (SOARES-SILVA; BARROSO, 1992) e a 16^a posição no fragmento florestal da FD (SOARES-SILVA et al., 1992).

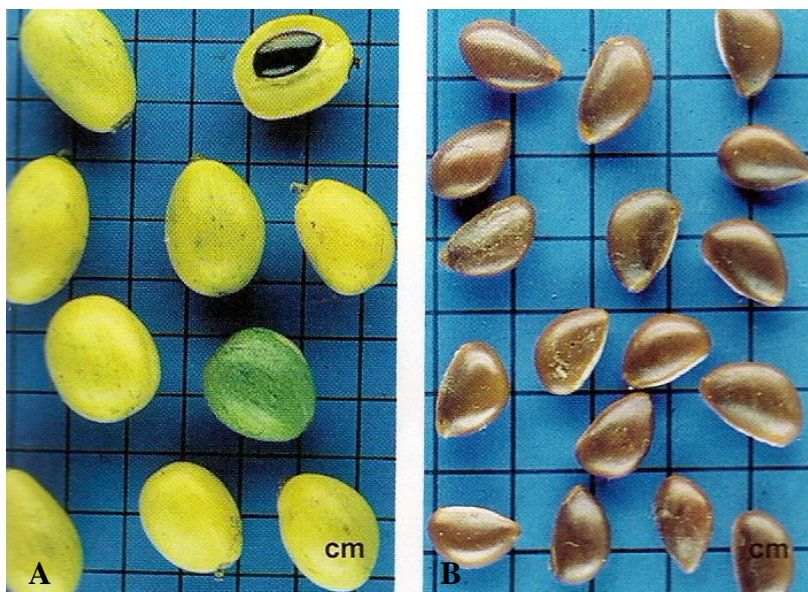


Figura 3 - Exemplos de frutos (A) e sementes (B) de *Chrysophyllum gonocarpum*.
Fonte: Lorenzi (2002).

2.3 DELIMITAÇÃO DAS PARCELAS DE ESTUDO

Para estudar os vários aspectos da ecologia populacional de *C. gonocarpum* foram demarcadas 150 parcelas de 100 m² (10 m x 10 m) nas três áreas amostrais de floresta estacional semidecidual, sendo 50 parcelas na área de declive e 50 na área de platô do fragmento florestal da FD e outras 50 parcelas na porção norte do PEMG, totalizando 0,5 hectare (5000 m²) em cada área.

2.4 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS AMOSTRAIS DA FAZENDA DORALICE

Com vistas a conhecer melhor o fragmento florestal da FD, Costa (2009) e Pavanelli (2009) realizaram caracterizações ambientais na AP e AD no ano de 2007 (Tabela 1 e Figura 4). Em cada parcela foram analisados: número de indivíduos arbóreos adultos (acima de 4 m de altura), independente da espécie; afloramentos rochosos; índice de cobertura vegetal (ICV); declividade das áreas; massa e volume da serapilheira e pH e umidade do solo. Os afloramentos rochosos foram estimados visualmente, indicando a porcentagem da parcela onde a rocha estava exposta. O ICV foi calculado pela média de

quatro medidas de cobertura do dossel em cada parcela, cada medida voltada para um dos vértices, utilizando-se um densiômetro esférico (LEMMON, 1956), com medidas feitas a altura do peito. A declividade foi medida com o auxílio de um clinômetro CST 17-640, que gera a inclinação do terreno em graus, posteriormente procedeu-se à diferença de altitude entre a região mais alta e mais baixa de cada área. A serapilheira foi coletada com auxílio de um gabarito de madeira de 50 cm x 50 cm, sendo que as amostras retiradas deste foram depositadas em um balde graduado para a mensuração do volume e posteriormente encaminhadas ao laboratório para secagem. Após secagem este material foi pesado em balança semi analítica, procedendo-se ao cálculo da média da massa serapilheira para cada área. Para obter o pH e umidade do solo utilizou-se de um aparelho capaz de fazer estas duas avaliações diretamente no solo (E. W. System Soil Tester).

Além disso, foram coletadas também amostras de solo em pontos equidistantes em ambas as áreas da FD com auxílio de um trado. Na área de platô foram coletadas 18 amostras e na área de declive 24 amostras de solo. O maior número de coletas na área de declive se justifica pela maior variação fisionômica desta área. As amostras foram encaminhadas ao laboratório para a realização de análises texturais ou análises granulométricas. Estas análises têm a finalidade de determinar as principais frações granulométricas que compõe um tipo ou classe de solo e que estão normalmente divididas em Areia, Silte e Argila.

Tabela 1 - Caracterização ambiental das áreas plana (AP) e de declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil. Média \pm erro padrão

Parâmetros avaliados	AP	AD
Número de indivíduos arbóreos parcela ⁻¹	10 \pm 0,51	9 \pm 0,35
Índice de cobertura vegetal parcela ⁻¹ (%)	74 \pm 1,10	64 \pm 0,93
Massa serapilheira parcela ⁻¹ (Kg)	0,10 \pm 0,02	0,198 \pm 0,01
Volume serapilheira parcela ⁻¹ (mL)	2001 \pm 68,1	1884 \pm 90,5
Afloramentos rochosos (%)	0	60 \pm 0,4
pH do solo	6,1 \pm 0,02	6,4 \pm 0,02
Umidade do solo (%)	78 \pm 1,49	57 \pm 1,08
Diferença de altitude entre a região mais alta e mais baixa de cada área (m)	0,52	24

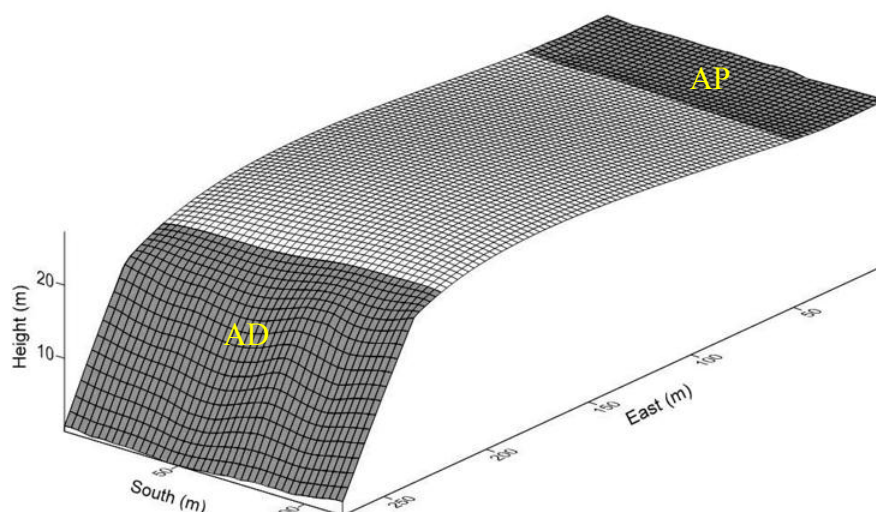


Figura 4 - Relevo das áreas plana (AP) e declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil.

A análise granulométrica do solo foi realizada em três etapas: aplicação de pré-tratamentos para remoção de agentes cimentantes e flocculantes, dispersão da amostra de solo e quantificação das frações do solo. Para quantificar as frações do solo, houve necessidade de separá-las previamente. De acordo com o tamanho das partículas do solo utilizou-se peneiramento, para as frações areia grossa e areia fina e sedimentação, para as frações silte e argila. Calculou-se então a proporção da fração silte no sistema por subtração das outras frações em relação à amostra original (BARRETO, 1986; GEE; BAUDER, 1986). Estas análises granulométricas indicaram que na AP o solo apresentou-se predominantemente argiloso, argila-siltoso e franco-argiloso-siltoso. Na AD o predomínio foi de solo franco argiloso e franco, ou seja, solo com partículas maiores (Figura 5).

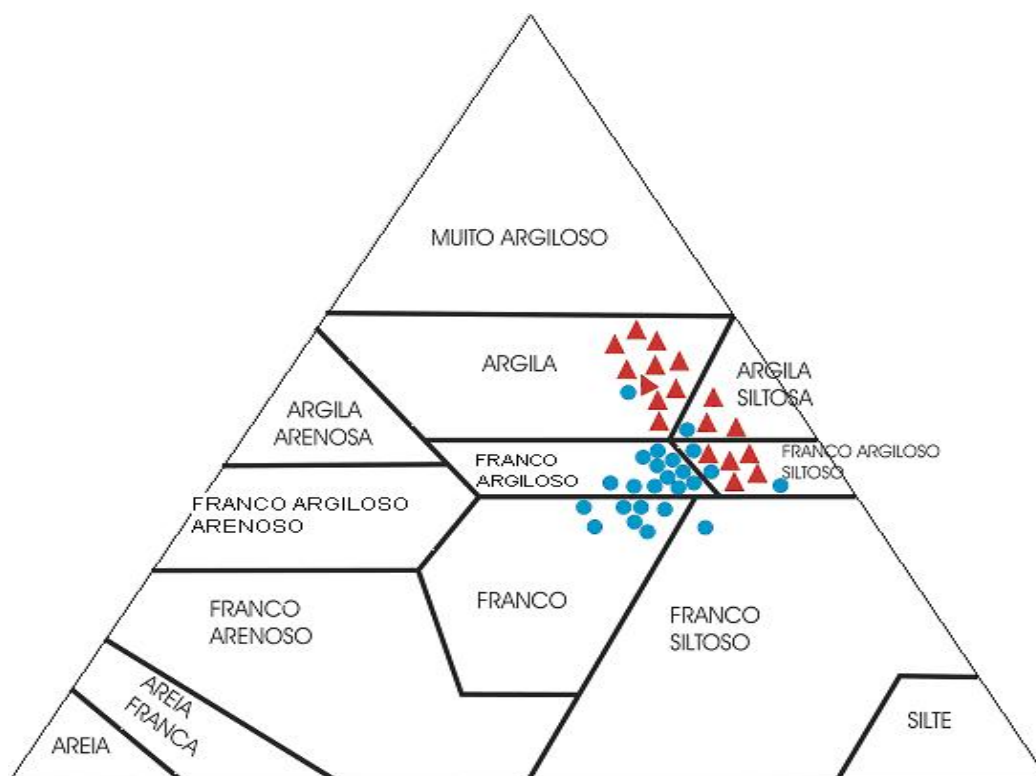


Figura 5 - Triângulo de texturas com análise granulométrica do solo do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil. Área plana (triângulos) e área de declive (círculos).

ARTIGO A

DEMOGRAFIA E ESTRUTURA ESPACIAL DE *CHRYSOPHYLLUM GONOCARPUM* (MART. & EICHLER EX MIQ.) ENGL. (SAPOTACEAE) EM ÁREAS TOPOGRAFICAMENTE DISTINTAS DE FRAGMENTOS DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO SUL DO BRASIL.

Resumo

(Demografia e estrutura espacial de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. (Sapotaceae) em áreas topograficamente distintas de fragmentos de floresta estacional semidecidual do sul do Brasil). Visando comparar os padrões demográficos espacial da população de *C. gonocarpum* entre áreas topograficamente diferentes do fragmento florestal da Fazenda Doralice, 23° 18'S e 50° 59'W, Ibiporã, PR, Brasil, foram demarcadas 100 parcelas de 100 m² (10 m x 10 m), sendo 50 parcelas numa área de declive (AD) e 50 parcelas numa área de platô (AP). Para comparações com uma área de histórico de preservação conhecido, foram utilizadas 50 parcelas na porção norte (AG) do Parque Estadual Mata dos Godoy, 23° 27'S e 51° 15'W Londrina, PR, Brasil, demarcadas em 1994 e também dados demográficos da espécie realizados em 1997 na mesma área. Para o estudo da demografia os indivíduos foram separados em quatro classes de altura e os resultados foram analisados através do modelo de matrizes. A distribuição espacial dos indivíduos foi avaliada pelo coeficiente de autocorrelação espacial de Moran (*I*). Variáveis ambientais mensuradas nas áreas amostrais da FD por Costa (2009) e Pavanelli (2009) em 2007, foram utilizadas neste estudo para compreender melhor as áreas e sua relação com a densidade de indivíduos. Houve maiores variações demográficas no período de 11 anos na AG ($\lambda=0,6953$) do que no período de 1 ano em AP e AD ($\lambda=1,0660$ e $1,0003$, respectivamente). Os correlogramas gerados não foram globalmente significativos, sugerindo aleatoriedade na distribuição espacial dos indivíduos. A análise dos componentes principais indicou separação das parcelas em dois grupos, sugerindo que as variáveis ambientais analisadas são responsáveis pela maior abundância de indivíduos de *C. gonocarpum* em AP. Os resultados observados indicam que as diferenças topográficas resultam em microambientes característicos em cada área, permitindo maior disponibilidade de sítios favoráveis ao estabelecimento e desenvolvimento dos indivíduos de *C. gonocarpum* na área plana.

Palavras-chave: Dinâmica populacional. Matrizes. Autocorrelação espacial. Topografia.

Abstract

(Demography and spatial structure of *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. (Sapotaceae) in topographically-distinct areas of semideciduous forest fragments in Southern Brazil). With the purpose of comparing demographic patterns and spatial distribution of *C. gonocarpum* population between topographically-distinct areas of the forest fragment of Doralice Farm, 23° 18'S and 50° 59'W, Ibiporã, Paraná State, Brazil, 100 plots of 100 m² (10 m x 10 m), being 50 plots in a slope area (SA) and 50 plots

in a plateau area (PA), were delimited. For comparison with an area of a known preservation history, 50 plots in the northern Mata dos Godoy State Park, 23° 27'S and 51° 15'W Londrina, Paraná State, Brazil, demarcated in 1994, were used, and also demographic data of the species carried out in 1997 in the same area. For demography studies the individuals were divided into four height classes and the results were analyzed using the matrices model. The spatial distribution of the individuals was evaluated by the Moran's spatial autocorrelation (I). Environmental variables measured in sample areas of DF by Costa (2009) e Pavanelli (2009) in 2007, were used in this study to better understand the areas and their relationship with the density of individuals. There were major demographic changes during the period of 11 years in GA than in the period of 1 year in PA and SA ($\lambda=1.0660$ and 1.0003 , respectively). The generated correlograms were not globally significant, suggesting randomness in the spatial distribution of individuals. The principal component analysis indicated the separation of the plots into two groups, suggesting that environmental variations are considered responsible for the greatest abundance of individuals of *C. gonocarpum* in PA. The results of this study indicate that the topographic differences result in characteristic microenvironments in each area, enabling greater availability of favorable sites to the establishment and development of individuals of *C. gonocarpum* in the plateau area.

Keywords: Population dynamic. Matrices. Spatial autocorrelation. Topography.

Introdução

As florestas tropicais são ecossistemas altamente heterogêneos, resultado da diversidade de fatores bióticos e abióticos que interagem constantemente com as populações e a resposta particular de cada espécie a estes fatores (Fagundes *et al.* 2007; Pulido *et al.* 2007). Entender essa dinâmica florestal depende de diversas informações importantes como as que se referem aos atributos demográficos e a distribuição espacial da população com relação a fatores ambientais (Carvalho *et al.* 2009).

O estudo das flutuações espaciais e temporais na demografia das populações e as variáveis envolvidas nessas mudanças são a base das pesquisas demográficas (Zuidema & Franco 2001, Yamada *et al.* 2007, Russo *et al.* 2008, Getzin *et al.* 2008, Salguero-Gómez & Casper 2010, Jongejans *et al.* 2010).

Variações espaço-temporais nas diferentes taxas vitais da população, como sobrevivência, fecundidade, recrutamento podem contribuir diferentemente na taxa de crescimento populacional (λ) (Jongejans & De Kroon 2005). Neste contexto, através de modelos de projeção matricial, tornou-se possível a identificação de estádios críticos de desenvolvimento, os quais teriam grande impacto na taxa de crescimento de uma população (Horvitz & Schemske 1995, Salguero-Gómez & De Kroon 2010), sendo possível fazer uma previsão do que vai acontecer com a população no futuro se as

condições permanecerem as mesmas (Salguero-Gómez & De Kroon 2010).

Embora populações diferentes possam ter a mesma densidade, a distribuição espacial destes indivíduos pode ser causada pela interação de diversos fatores como a dispersão de sementes, recrutamento de plântulas, variações topográficas, disponibilidade de luz (Messaoud & Houle 2006, Russo *et al.* 2008, Tsujino & Yumoto 2007), podendo a interação destes diferentes fatores resultar em um mesmo padrão espacial (Grau 2000, Fonseca *et al.* 2004).

O padrão espacial é um ponto crucial em várias teorias ecológicas, pois muitas idéias partem do princípio de que indivíduos próximos no espaço e no tempo estão mais sujeitos a serem influenciados pelos mesmos processos locais (Legendre & Fortin 1989). Um fator muito importante de ser considerado, quando se analisam fenômenos desta natureza, é a autocorrelação espacial, segundo a qual, amostras localizadas próximas umas das outras têm uma maior tendência a serem similares (Dale 1999).

A correlação entre demografia e distribuição espacial de espécies arbóreas com as variações topográficas de sítios amostrais tem sido demonstrada em diversos estudos (Souza *et al.* 2003, Carvalho *et al.* 2005, Tsujino *et al.* 2006, Cielo-Filho *et al.* 2007, Rodrigues *et al.* 2007, Yamada *et al.* 2007, Getzin *et al.* 2008). De acordo com estes autores, as diferenças topográficas interferem na abertura do dossel, nos gradientes de luz e conseqüentemente na temperatura e disponibilidade de água do solo, afetando direta ou indiretamente as populações de plantas.

No presente estudo comparou-se a demografia e a distribuição espacial de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. (Sapotaceae) entre áreas topograficamente distintas. Foram realizados levantamentos populacionais e de variáveis ambientais no fragmento florestal da Fazenda Doralice, situada no município de Ibiporã, PR, Brasil. Este fragmento possui variações topográficas marcadas por uma área de declive bastante acentuado às margens do rio Tibagi seguido por uma área de platô distante da margem. Como o fragmento não possui um histórico de preservação conhecido, foram feitos estudos comparativos também no Parque Estadual Mata dos Godoy situado no município de Londrina, PR, Brasil, que possui conhecidas condições de preservação.

Para testar a hipótese de que existem variações na demografia e distribuição espacial de *C. gonocarpum* em áreas topograficamente distintas, foram propostas as seguintes questões: existem variações demográficas na população de *C. gonocarpum* no Parque Estadual Mata dos Godoy no período de 11 anos? No período de

um ano as variações demográficas da população de *C. gonocarpum* são diferentes entre a área íngreme e a área de platô da Fazenda Doralice? O padrão espacial da população difere entre as três áreas amostrais? Como as variáveis ambientais estão correlacionadas com a diferença de abundância de indivíduos de *C. gonocarpum* entre as áreas da Fazenda Doralice?

Material e Métodos

A espécie *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. (Sapotaceae) é semidecídua, esciófita, seletiva higrófila (Lorenzi 2002) e comum nos fragmentos florestais da região norte do estado do Paraná (Soares-Silva *et al.* 1992, Soares-Silva & Barroso 1992, Silva *et al.* 1995, Bianchini *et al.* 2003).

Os estudos de demografia e de estrutura espacial foram conduzidos num fragmento florestal com área aproximada de 100 hectares, localizado na Fazenda Doralice (FD) situada no município de Ibiporã, estado do Paraná, Brasil, nas coordenadas 23° 18'S e 50° 59'W, a 480 m de altitude. Este fragmento é um remanescente de floresta estacional semidecidual localizado na margem esquerda do rio Tibagi, com uma porção íngreme, de declive bastante acentuado adjacente à margem do rio, seguido de área plana distando aproximadamente 300 m da margem.

Foram alocadas contiguamente 50 parcelas de 10 m x 10 m na área plana (AP) e outras 50 na área de declive (AD). Todos os indivíduos de *C. gonocarpum* circunscritos nestas parcelas foram marcados com plaquetas metálicas numeradas, contados e mapeados a partir de medidas de suas coordenadas x e y. Para as avaliações demográficas foram registradas mortalidade, recrutamento e ingresso de plantas do ano de 2008 para 2009.

Considerando que o fragmento da FD não possui um histórico de preservação conhecido, concomitantemente foram realizados também estudos de estrutura espacial para *C. gonocarpum* no fragmento do Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), localizado no município de Londrina, estado do Paraná, Brasil, nas coordenadas 23° 27'S e 51° 15'W. O PEMG possui 680 hectares, cujas condições de preservação são conhecidas, altitude em torno de 600 m com uma suave planície e algumas colinas paralelas de declive moderado, distando aproximadamente 24 km, em linha reta, da FD.

Além disso, levando em conta que foram feitos levantamentos da

população de *C. gonocarpum* na área do PEMG no período de 1995 a 1997 (Bianchini 1998), no ano de 2008 foi feita outra amostragem da população nesta mesma área e as taxas vitais da população ou parâmetros demográficos (mortalidade, recrutamento e ingresso) foram analisados para um período de 11 anos, considerando como levantamento anterior o ocorrido em 1997. Bianchini (1998) alocou 50 parcelas permanentes de 10 m x 10 m na porção norte do PEMG, dentro das quais todos os indivíduos da espécie foram localizados (x e y), contados e marcados com plaquetas metálicas numeradas. Estas mesmas parcelas foram utilizadas como unidades amostrais em 2008 (AG).

Para o estudo da demografia, conforme Bianchini (1998), nos dois fragmentos estudados os indivíduos foram divididos em quatro classes de altura, que apresentavam uma característica morfológica associada: plântula (até 0,15 m de altura e, em geral, com cotilédones presentes); juvenil (mais de 0,15 e até 1,5 m de altura e, em geral, com eixo não ramificado); imaturos (mais de 1,5 e até 4 m de altura e, em geral, com ramificações presentes e organização de copa) e adultos (mais de 4 m de altura e, em geral, com estruturas reprodutivas presentes). É importante ressaltar que essas classes representam apenas classes de tamanho e não estádios ontogenéticos.

A taxa finita de crescimento populacional (λ) foi calculada utilizando-se o modelo de matriz de Lefkovitch (1965) e para verificar como as mudanças absolutas e proporcionais nos elementos da matriz afetam as taxas de crescimento populacionais, foram realizadas análises de sensibilidade e elasticidade, respectivamente (De Kroon *et al.* 1986, Caswell 1989). O modelo geral de matrizes é representado pela equação $n(t+1) = A \times n(t)$, onde n é o vetor que descreve o número de indivíduos em cada classe e A é a matriz de transição composta pela proporção de indivíduos que sobrevivem e permanecem na mesma classe (diagonal principal), indivíduos que regridem de classe devido à quebra (entradas acima da diagonal principal), indivíduos que recrutam para a próxima classe (subdiagonal) e pela fecundidade (estimada pela divisão do número de ingressantes na primeira classe pela quantidade de adultos) (Caswell 1989). Valores de $\lambda < 1$ indicam declínio populacional, $\lambda > 1$ indicam crescimento e $\lambda = 1$ indicam estabilidade da população (Caswell 1989).

Todas as estimativas demográficas foram feitas utilizando-se o programa RAMAS/Stage, versão 1.2 (Ferson 1990). Quando necessário, para cálculos do λ e das matrizes de elasticidade e sensibilidade foram feitas aproximações para 0,0001 para valores iguais a zero ou 0,9999 para iguais a um conforme proposto por Souza & Martins (2004).

A estrutura espacial de *C. gonocarpum*, nas três áreas amostradas, foi analisada usando o coeficiente de autocorrelação espacial dado pelo coeficiente ou índice de Moran (I). As distâncias espaciais podem ser particionadas em classes discretas, criando sucessivas matrizes e permitindo a computação de diferentes valores de I para a mesma variável. Estes valores, usualmente, variam entre -1,0 e +1,0. Se a autocorrelação for positiva ($I > 0$) sugere uma distribuição espacial agregada; se a autocorrelação for negativa ($I < 0$) indica que a distribuição espacial é uniforme (Furtado 2005); valor zero ($I = 0$) significa ausência de autocorrelação, isto é, os indivíduos estão aleatoriamente distribuídos no espaço (Legendre & Fortin 1989). A autocorrelação é avaliada em um gráfico chamado correlograma, que fornece uma descrição do padrão espacial dos indivíduos na área amostrada (Diniz-Filho *et al.* 2003).

A significância dos coeficientes de autocorrelação foi testada em nível de significância $\alpha = 0,05$. Antes de examinar cada valor, foi feito um teste para verificar a significância do correlograma, aplicando-se o critério de Bonferroni para correção de testes múltiplos (Oden 1984, Legendre & Fortin 1989). De acordo com este critério, o correlograma é considerado significativo quando pelo menos um dos valores de I for significativo para o nível de significância $\alpha' = \alpha/k$, sendo k o número de classes de distância usado (Legendre & Fortin 1989, Carvalho *et al.* 2008). Neste estudo foram usadas 14 classes de distância, portanto, o nível de significância para os correlogramas foi de $\alpha' = 0,0036$.

As variáveis ambientais mensuradas nas áreas amostrais da FD por Costa (2009) e Pavanelli (2009) em 2007, foram utilizadas neste estudo para verificar se existiam correlações entre estas variáveis e a distribuição espacial de *C. gonocarpum* na AP e AD. Para testar estas correlações foi feito o teste parcial de Mantel (Smouse *et al.* 1986). O coeficiente de correlação significativo para o teste parcial de Mantel indica que a relação que existe entre duas variáveis não está relacionada à estrutura espacial comum (Legendre & Fortin 1989). O nível de significância para este teste foi determinado com 999 permutações aleatórias. O teste parcial de Mantel e as análises de autocorrelação espacial foram realizados utilizando-se o software Passage (Rosenberg 2001).

Para verificar quais destas variáveis ambientais mais influenciavam na organização das parcelas, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (ACP ou a sigla em inglês PCA). Como esse é um método de ordenação, baseia-se em organizar as parcelas amostradas ao longo dos eixos correspondentes em relações ordenadas, de forma a mostrar seus arranjos espaciais (Hair *et al.* 1995). Os componentes principais são

combinações lineares de todas as variáveis, construídas de maneira a captar o máximo da variância, em que o primeiro componente explica a maior variação existente, o segundo componente explica a segunda maior variação e assim sucessivamente (Ferreira *et al.* 2008). A PCA consiste no cálculo dos autovalores e correspondentes autovetores (*loadings*) de uma matriz de variâncias – covariâncias ou de uma matriz de coeficientes de correlação entre variáveis (Kantilal *et al.* 1979). Neste trabalho, a PCA foi realizada com uma matriz das seguintes variáveis: número de indivíduos (N), ICV, umidade e pH do solo, massa e volume de serapilheira e declividade. A PCA foi feita no programa SPAD versão 3.5 (Cisia-Ceresta 1998).

Resultados

O número total de indivíduos de *Chrysophyllum gonocarpum* aumentou de 245 para 400 em AG no período de 1997 a 2008, sendo que o incremento maior foi de plântulas (299 indivíduos). As classes juvenil e adulto apresentaram diminuição no número de indivíduos (Figura 1AG).

Comparando o número de indivíduos de todas as classes de tamanho da AG, verificou-se que as primeiras classes (plântula e juvenil) apresentaram o maior número de indivíduos, embora a mortalidade também tenha sido maior nestas classes (Figura 1AG).

Na matriz de transição feita para AG (Tabela 1AG) observou-se que a regressão ocasionada por quebra de caule foi maior de imaturo para juvenil (16,6%) e de adulto para imaturo (16,6%); a proporção de sobrevivência dos indivíduos foi maior entre as classes imaturo (66,6%) e adulto (83,3%) em comparação às classes juvenil e plântula; o recrutamento foi maior para juvenil (17,3%). Entre adultos não houve recrutamento nem mortalidade.

A estimativa da taxa finita de crescimento populacional (λ) para AG, no período de 11 anos, foi de 0,6953. A possível variação no valor de λ foi particularmente sensível à sobrevivência de indivíduos de *C. gonocarpum* na terceira classe de tamanho (imaturo) (Tabela 2AG). As análises de elasticidade indicaram que, em comparação com o recrutamento, a sobrevivência de indivíduos na classe imaturo também foi o que mais contribuiu para os valores de λ na AG (Figura 2).

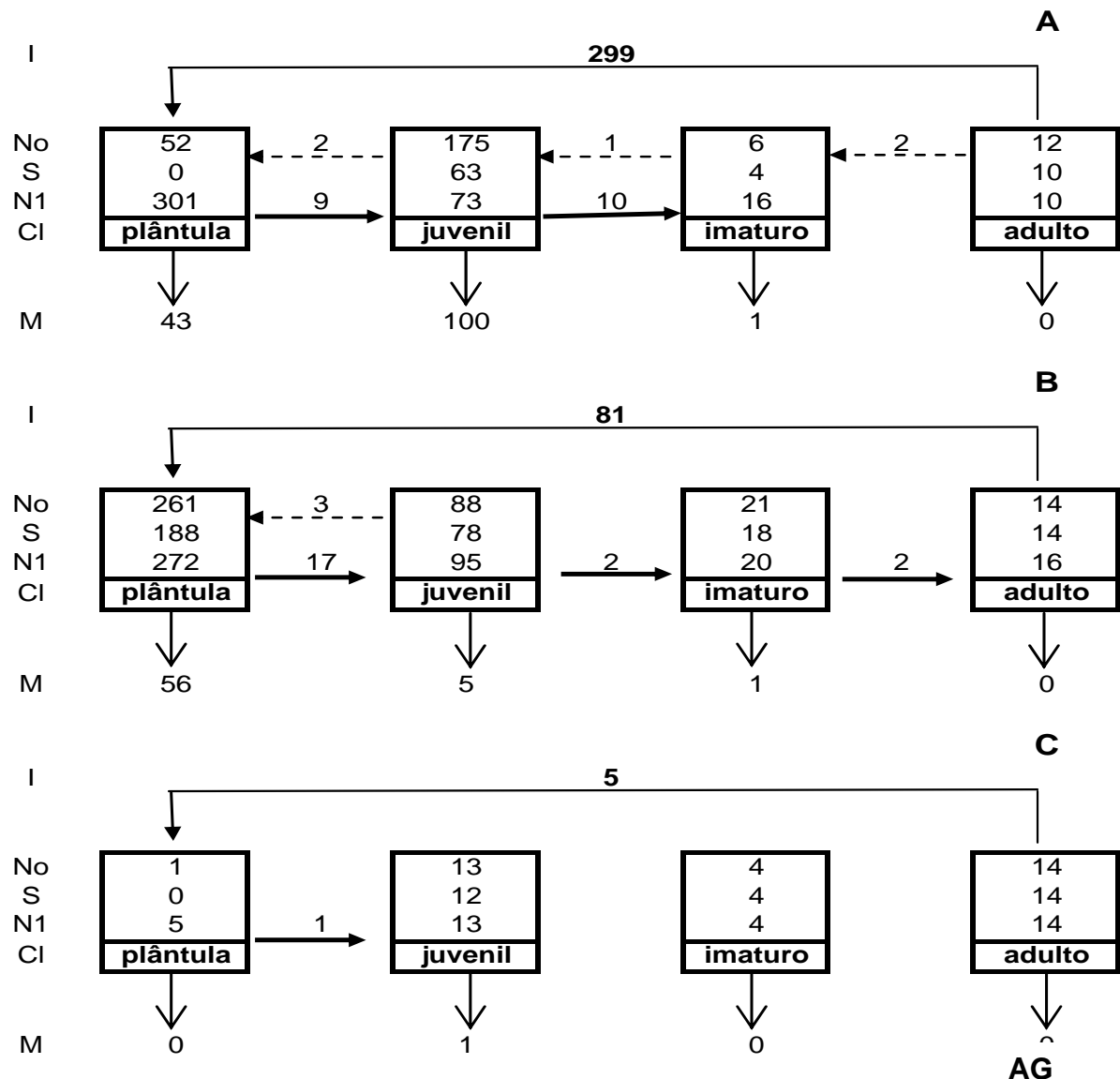


Figura 1 - Diagrama de caixa representando ingresso, mortalidade, regressões e recrutamentos dos indivíduos de *Chrysophyllum gonocarpum* nas diferentes classes de tamanho da área plana (AG) do fragmento do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil; da área plana (AP) e da área de declive (AD) da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil. I= ingressantes; No= número de indivíduos no primeiro levantamento; S= indivíduos do primeiro levantamento que permaneceram na mesma classe; N1= número de indivíduos no segundo levantamento; Cl= classes de altura; M= mortos. As linhas tracejadas indicam indivíduos que quebraram (regressão), linhas contínuas em negrito indicam indivíduos que cresceram (recrutamento).

AP

A densidade de indivíduos no fragmento florestal da Fazenda Doralice (FD) foi muito superior na área de platô (AP), em comparação com a área de declive (AD). Em 2008 a AP apresentou 384 indivíduos e a AD 32 indivíduos. Em 2009 o número de indivíduos na AP aumentou para 403 (Figura 1AP), enquanto que na AD aumentou para 36 indivíduos (Figura 1AD).

AD

Tabela 1 - Matrizes de transição para *Chrysophyllum gonocarpum* na área plana (AG) do fragmento do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil, (período de 1997 a 2008); na área plana (AP) e área de declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil (período de 2008 a 2009).

AG	plântula	juvenil	imaturo	adulto
plântula	0	0,01143	0	24,9
juvenil	0,1731	0,3600	0,1667	0
imaturo	0	0,0571	0,66667	0,1667
adulto	0	0	0	0,8333
AP	plântula	juvenil	imaturo	adulto
plântula	0,7203	0,0341	0	5,79
juvenil	0,0651	0,8861	0	0
imaturo	0	0,0227	0,8571	0
adulto	0	0	0,0952	1
AD	plântula	juvenil	imaturo	adulto
plântula	0	0	0	0,3571
juvenil	1	0,9231	0	0
imaturo	0	0	1	0
adulto	0	0	0	1

Tabela 2 - Matrizes de sensibilidade para *Chrysophyllum gonocarpum* na área plana (AG) do fragmento do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil, e na área plana (AP) e área de declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil.

AG	plântula	juvenil	imaturo	adulto
plântula	0,0003	0,0197		0
juvenil	0,0013	0,0793	0,1582	
imaturo		0,4614	0,9204	0
adulto				0
AP	plântula	juvenil	imaturo	adulto
plântula	0,1042	0,0379		0,0060
juvenil	0,5523	0,2007		
imaturo		1,5259	0,1664	
adulto			0,3641	0,5288
AD	plântula	juvenil	imaturo	adulto
plântula	0,0001			0,0002
juvenil	0,0001	0,0010		
imaturo			0,4137	
adulto			1,4047	0,5852

Na AD a mortalidade foi de 7,7% referente a morte de apenas um indivíduo juvenil (Figura 1AD). Na AP a mortalidade foi maior para as plântulas (21,4%), não havendo mortes entre os adultos (Figura 1AP).

A regressão dos indivíduos, ocasionado por quebra do caule, só ocorreu na AP, da classe juvenil para plântula (Figura 1AP), totalizando 3% (Tabela 1AP).

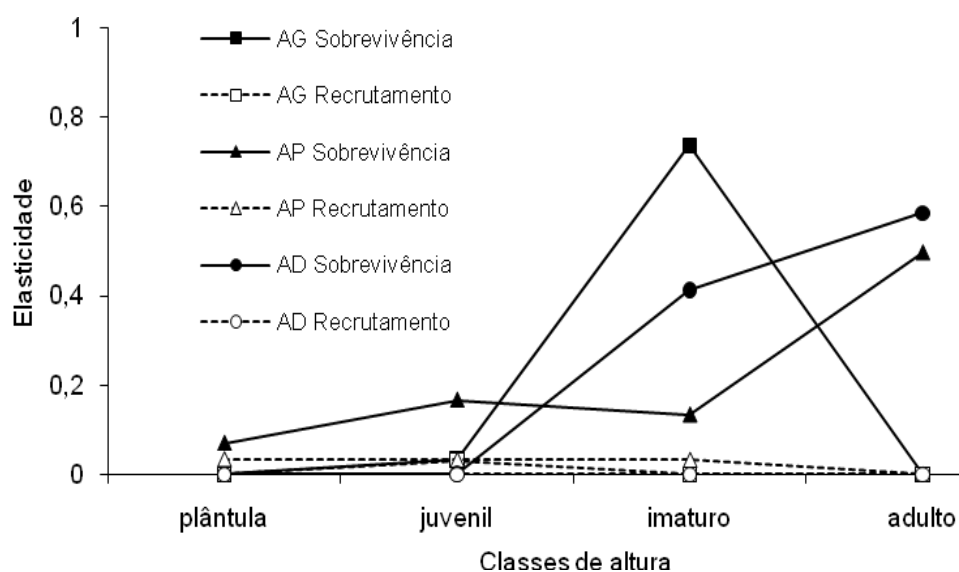


Figura 2 - Elasticidades para *Chrysophyllum gonocarpum* utilizando o modelo de matrizes na área plana (AG) do fragmento do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil; e na área plana (AP) e de declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil.

As proporções de sobrevivência foram elevadas nas áreas da FD, sendo que na AP foi de 100% para os adultos (Tabela 1AP) e na AD de 100% para os imaturos e adultos (Tabela 1AD).

O recrutamento variou bastante entre as classes e entre as áreas da FD. Na AP a maior transição foi de imaturo para adulto (9%) (Tabela 1AP), na AD houve transição somente de plântula para juvenil (100%) (Tabela 1AD). O alto valor no recrutamento na AD reporta-se ao fato de que o único indivíduo na classe plântula recrutou para a classe de juvenil (Figura 1AD e Tabela 1AD). A fecundidade diferiu entre as áreas da FD, sendo maior na AP (5,79) (Tabela 1AP).

As estimativas de λ para AP e AD, no período de tempo considerado,

foram 1,0660 e 1,0003, respectivamente. Na AP este valor de λ foi particularmente sensível (1,53) ao recrutamento de indivíduos da segunda (juvenil) para terceira classe de altura (imaturo) (Tabela 2AP). Já na AD o λ foi particularmente sensível à probabilidade de recrutamento de indivíduos da terceira (imaturo) para quarta classe (adulto), onde a sensibilidade foi de 1,4 (Tabela 2AD).

As análises de elasticidade indicaram que tanto na AP quanto na AD a sobrevivência dos adultos foi o que mais contribuiu para os valores de λ (Figura 2).

Os correlogramas não foram globalmente significativos (Figura 3), pois nenhum dos coeficientes apresentou significância de $\alpha' = 0,0036$, indicando que dentro de cada área não houve autocorrelação espacial entre os indivíduos, sugerindo uma distribuição espacial aleatória. O teste parcial de Mantel indicou que nas áreas analisadas (AP e AD) nenhuma das variáveis ambientais avaliadas está correlacionada com a distribuição dos indivíduos.

Na PCA, a correlação das variâncias com os dois primeiros componentes foi de 63,94% (45,71% para o componente 1 e 18,23% para o componente 2), indicando que as variáveis analisadas explicam grande parte dos agrupamentos formados. De acordo com o diagrama gerado pela PCA (Figura 4), observa-se, nitidamente, a formação de dois grupos: grupo 1 à esquerda e grupo 2 à direita do componente 1. O grupo 1 está constituído quase que exclusivamente pelas parcelas estabelecidas na AD e o grupo 2 com aquelas estabelecidas na AP.

Com o grupo 1 estiveram associados principalmente a declividade, com correlação de 0,88, o pH, com correlação de 0,87 e a massa da serapilheira, com correlação de 0,65, todos em relação ao componente 1 e o volume da serapilheira com correlação de 0,87 em relação ao componente 2 (Tabela 3).

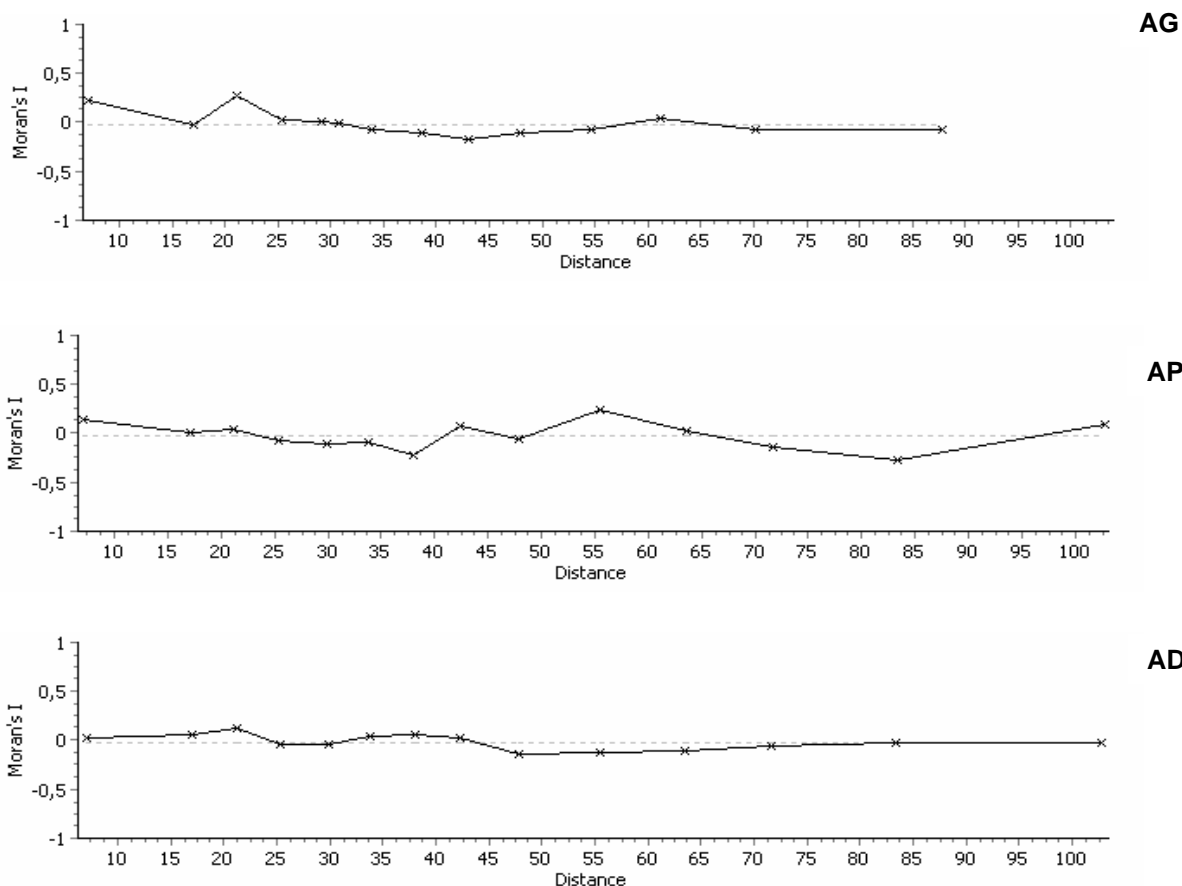


Figura 3 - Correlogramas espaciais de distribuição dos indivíduos de *Chrysophyllum gonocarpum*, para 14 classes de distância na área plana (AG) do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil; na área plana (AP) e na área de declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibitopã, PR, Brasil.

Com o grupo 2 houve associação com a umidade do solo, com correlação de 0,84 e com o número de indivíduos, com correlação de 0,41 ambos em relação ao componente 1. Além disso, houve associação com o índice de cobertura vegetal, com correlações semelhantes em relação ao componente 1 e 2 (0,54 e 0,50, respectivamente) (Tabela 3).

Discussão

Na área do fragmento do Parque Estadual Mata dos Godoy (AG), houve variações demográficas no período de 11 anos. Embora o número de indivíduos tenha aumentado, principalmente entre plântulas, a taxa finita de crescimento populacional

($\lambda=0,6953$) indicou como projeção, diminuição no tamanho da população.

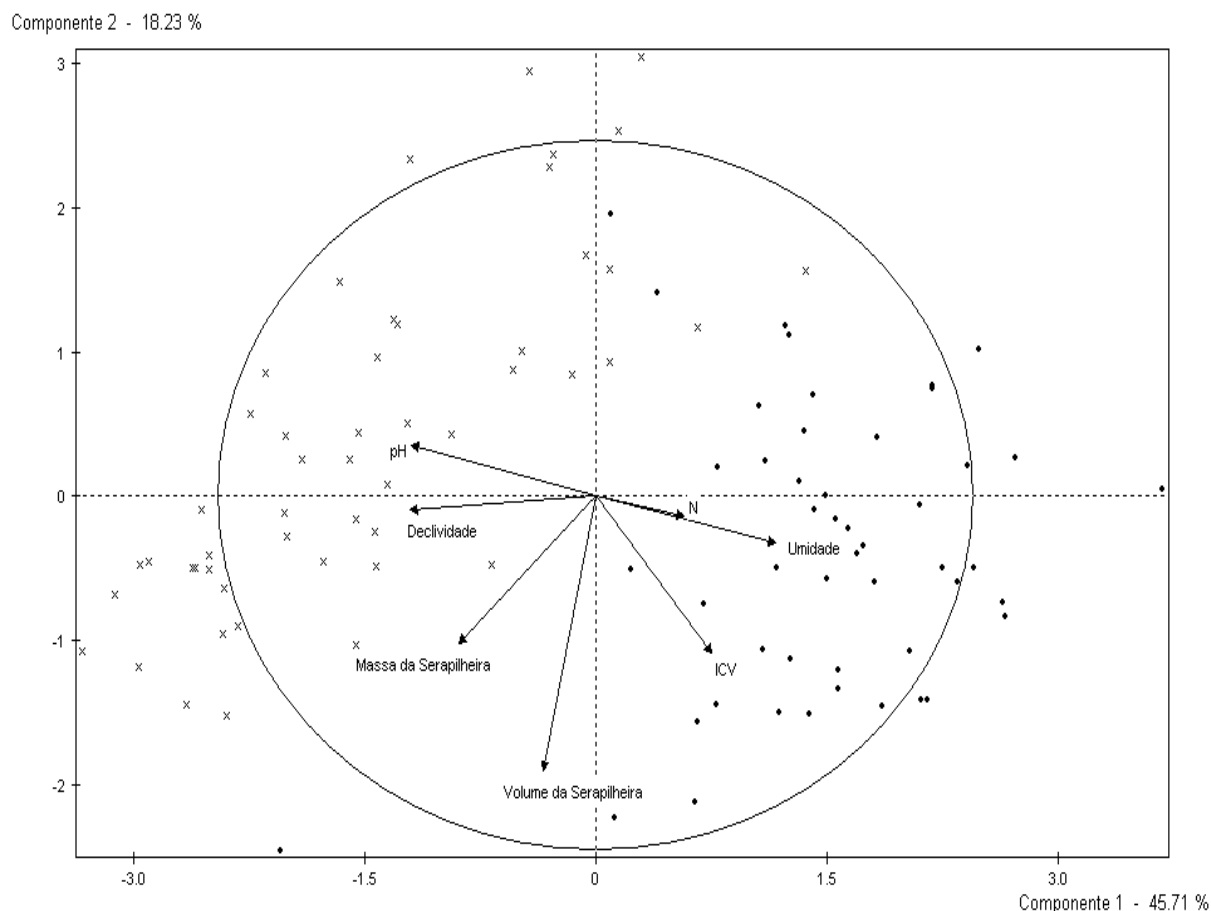


Figura 4 - Análise de componentes principais representando as parcelas e as variáveis no primeiro plano fatorial. Área de declive (x), Área plana (círculos preenchidos) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Iporã, PR, Brasil.

Tabela 3 - Correlação de Pearson (r) das variáveis utilizadas na análise de componentes principais nas áreas plana e de declive do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Iporã, PR, Brasil, com os dois primeiros componentes da análise de componentes principais.

Variáveis	Componente 1	Componente 2
Declividade	-0,88	0,04
Volume da serapilheira	-0,25	-0,87
Massa da serapilheira	-0,65	-0,47
pH do solo	-0,87	0,16
Número de indivíduos (N)	0,41	-0,06
Umidade do solo	0,84	-0,15
Índice de Cobertura Vegetal (ICV)	0,54	-0,50

O valor de λ apresentou-se sensível à taxa de sobrevivência dos indivíduos na classe imaturo, sendo que este parâmetro foi quem teve maior contribuição para o valor do λ (elasticidade), indicando claramente a alta influência da morte de um indivíduo da classe imaturo e o regresso de dois adultos para esta classe como responsáveis pela redução do valor de λ . Se as condições atuais forem mantidas, os resultados indicam que na AG menos indivíduos acumularão na classe dos adultos, levando a um declínio da população.

Observou-se no estudo populacional de *C. gonocarpum* nas áreas topograficamente distintas da Fazenda Doralice (AP e AD) que houve variações demográficas para esta espécie no período de um ano. Mesmo com números totais de indivíduos tão diferentes entre as áreas (403 para AP e 32 para AD), os valores de λ não foram tão distintos, de 1,066 para AP e 1,0003 para AD, indicando estabilidade da população. Foram observadas baixas taxas de fecundidade para as duas áreas, mas muito menor para AD (0,35). Observações feitas por Bianchini (1998) no PEMG apontam que *C. gonocarpum* apresenta anos de maior e menor produção de sementes, sugerindo taxas de fecundidade anuais variáveis.

As análises de elasticidade indicaram que tanto para AP quanto para AD foi a sobrevivência dos adultos o que mais contribuiu para os valores de λ , ressaltando que esta é a taxa vital mais importante para conferir estabilidade da população nestas áreas. Guedje *et al.* (2003) estudaram a dinâmica populacional de *Garcinia lucida* Vesque em uma floresta atlântica ao sul da província de Camarões e também verificaram que o crescimento populacional era mais dependente da sobrevivência de indivíduos adultos. De acordo com Nabe-Nielsen (2004) a alta elasticidade para a sobrevivência de adultos sugere uma garantia na sobrevivência da população porque depois de um período ou situação crítica, as plântulas que estes indivíduos adultos produzirão podem ter um papel importante na perpetuação da população.

Segundo Zuidema & Franco (2001), espécies longevas e de crescimento lento, podem apresentar sustentabilidade no crescimento populacional pelo aumento da sobrevivência de estádios adultos. De acordo com Silvertown *et al.* (1996), espécies de vida longa quase sempre apresentam os valores totais de elasticidade representados pelas taxas de sobrevivência.

Souza & Martins (2004) ao estudar a dinâmica da palmeira *Attalea humilis* Mart. ex Spreng. em fragmentos de floresta atlântica no sudeste do Brasil, constataram que a elasticidade foi maior para a sobrevivência de indivíduos imaturos do

que para os outros estádios analisados. No entanto, assim como ocorreu neste estudo com *C. gonocarpum* na AD, a sensibilidade apresentou-se maior no recrutamento de indivíduos imaturos para adultos. Os autores sugeriram que este comportamento possivelmente seja resultado da abertura de clareiras.

Possivelmente os resultados encontrados na AD também estejam relacionados com a maior luminosidade encontrada nesta área. Maior quantidade de luz pode promover maior desenvolvimento dos indivíduos e conseqüentemente seu recrutamento de uma classe para a outra, principalmente em classes de tamanho maiores, o que pode assegurar a estabilidade populacional da espécie (Souza & Martins 2004).

A heterogeneidade entre as áreas, caracterizada pelas diferentes variáveis ambientais promovidas pela topografia, certamente tem sua contribuição no padrão demográfico de *C. gonocarpum* encontrado neste estudo, uma vez que interfere na criação de microsítios adequados para a germinação, o estabelecimento e o desenvolvimento de indivíduos desta espécie. Na caracterização ambiental foi observada menor umidade do solo em AD (57%) do que AP (78%), menor índice de cobertura vegetal (64% em AD e 74% em AP) e solo com partículas maiores (franco argiloso e franco). Além disso, em AD 60% do solo, referente às áreas das parcelas, apresentaram afloramentos rochosos. Estes afloramentos são resultado de processos geomórficos como a translocação das partículas do solo, causada pela grande inclinação do terreno aliada às águas das chuvas. Em comparação com a AP, a AD apresenta maior massa de serapilheira, porém o seu volume é menor, visto que é composta basicamente por galhos e troncos e menos por folhas. Como a umidade é baixa, há diminuição da decomposição desta serapilheira, o que altera (para mais) o pH do solo da AD.

Vários estudos têm mostrado associações de espécies com a topografia em florestas (Harms *et al.* 2001, Cannon & Leighton 2004, Valencia *et al.* 2004, Gunatilleke *et al.* 2006, Yamada *et al.* 2006, Comita *et al.* 2007). Yamada *et al.* (2006) estudaram a associação entre 10 espécies da família Sterculiaceae com 8 habitats de condições edáficas e topográficas diferentes no parque de Lambir na Malásia, descobrindo que 8 das 10 espécies está significativa e positivamente associada com pelo menos um dos habitats. Também Comita *et al.* (2007) testaram associações positivas de 80 espécies com 5 tipos de habitats de diferentes topografias em Barro Colorado no Panamá e observaram que as espécies apresentaram diferentes preferências de habitat.

Na escala estudada, a distribuição espacial dos indivíduos de *C. gonocarpum* das três áreas amostrais se apresentou aleatória. Na literatura, vários autores

concordam que a distribuição espacial aleatória é rara em populações de espécies arbóreas tropicais e que as espécies tem graus de agregação em alguma fase do desenvolvimento dos indivíduos (Condit *et al.* 2000, Fonseca *et al.* 2004, Ng Siong *et al.* 2004, Furtado 2005, Cano 2006, Ng Siong *et al.* 2006, Franklin & Rey 2007, Montoya *et al.* 2009, Sezen *et al.* 2009).

Como foi observada distribuição espacial aleatória dos indivíduos de *C. gonocarpum* dentro das duas áreas, já era esperado que o teste de Mantel não apresentaria correlação significativa com nenhuma variável ambiental, visto que este teste correlaciona a distribuição dos indivíduos com cada variável, independentemente, diferente da PCA que organiza a distribuição dos indivíduos avaliando o conjunto de variáveis. Estes resultados indicam que a distribuição dos indivíduos da espécie estudada dentro das áreas não é influenciada mais fortemente por um determinado fator. Botrel *et al.* (2002) afirmam que as espécies de uma floresta respondem de forma interativa e não isolada às condições do ambiente evidenciando a complexidade desta relação.

No entanto, considerando a grande diferença na quantidade de indivíduos das áreas planas comparadas com a de declive, fica evidente que os indivíduos de *C. gonocarpum* tendem a se estabelecer em maior quantidade em áreas florestadas que apresentam relevo mais suave, onde se encontra um conjunto de características ambientais que favorecem o desenvolvimento. A análise dos componentes principais (PCA) demonstrou que a maior quantidade de indivíduos, que foi observada em AP, apresentaram maiores associações com ICV e umidade e uma não associação com o pH do solo, declividade e a massa e volume de serapilheira.

Pavanelli *et al.* (no prelo) ao estudar *Astronium graveolens* Jacq. nas mesmas áreas da Fazenda Doralice e analisando as mesmas variáveis ambientais para a PCA, verificaram associações opostas das apresentadas por *C. gonocarpum* com relação às variáveis ambientais e ao sucesso no estabelecimento dos indivíduos. Isso pode ser justificado principalmente pelo fato de *A. graveolens* ser uma espécie heliófita e por isto seu maior sucesso em áreas de maior abertura de dossel, como na AD, enquanto que *C. gonocarpum* é uma espécie com menor exigência de luminosidade (Lorenzi 2002) se sobressaindo em locais com maior cobertura do dossel, como a observada na AP.

Os resultados deste estudo evidenciaram que existem variações demográficas nas áreas estudadas tanto num período de 11 anos em AG como 1 ano em AP e AD. Comparando estas últimas áreas, considerando as taxas vitais calculadas pelo modelo de matrizes, não se observou grandes diferenças no λ , na sensibilidade e na elasticidade em função da diferença topográfica. A distribuição espacial foi aleatória

dentro de cada área, porém com uma quantidade de indivíduos bastante inferior na área de declive. Este estudo indicou claramente que para que haja maiores estabelecimentos de indivíduos desta espécie, é importante que a floresta tenha um relevo menos acidentado, o que geralmente é acompanhado, dentro de cada fragmento, por maior umidade e maior cobertura do dossel (>70%). Ambientes florestados na declividade tem grandes possibilidades de abertura do dossel e menor umidade.

Referências

- BARRETO, W. 1986. Eletroquímica de solos tropicais de carga variável: capacidade da dupla camada elétrica. Itaguaí. Tese de doutorado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- BEISSINGER, S.R. & WESTPHAL, M. 1998. On the use of demographic models of population viability in endangered species management. *Journal of Wildlife Management* 62: 821-841.
- BIANCHINI, E. 1998. Ecologia de População de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.
- BIANCHINI, E., POPOLO, R.S., DIAS, M.C., PIMENTA, J.A. 2003. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, Sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 17: 405-419.
- BOTREL, R.T., OLIVEIRA FILHO, A.T., RODRIGUES, L.A., CURI, N. 2002. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbórea-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 195-213.
- CANO, E.C. Estrutura etária e distribuição espacial de *Myrcianthes pungens* (O. Berg) Legrand (Myrtaceae) em um trecho de mata ciliar do rio da Prata, no município de Jardim, Mato Grosso do Sul. 2006. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul.
- CANNON, C.H. & LEIGHTON, M. 2004. Tree species distributions across five habitats in a Bornean rain forest. *Journal of Vegetation Science* 15: 257-266.
- CARVALHO, D.A., OLIVEIRA-FILHO, A.T., VAN DEN BERG, E., FONTES, M.A.L., VILELA, E.A., MELO MARQUES, J.J.G.S., CARVALHO, W.A.C. 2005. Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma floresta ombrófila alto-montana às margem do rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19: 91-109.
- CARVALHO, F.M.V., FERREIRA, L.G., LOBO, F.C., DINIZ-FILHO, J.A.F., BINI, L.M. 2008. Padrões de autocorrelação espacial de índices de vegetação modis no bioma cerrado.

Árvore 32: 279-290.

CARVALHO, L.C.S., GONZAGA, A.P.D., MACHADO, E.L.M., SOUZA, H., BOTREL, R.T., SILVA, V.F., RODRIGUES, L.A., OLIVEIRA-FILHO, A.T. 2009. Estrutura temporal de sete populações em três fragmentos florestais no alto rio Grande, Minas Gerais. *Cerne* 15: 58-66.

CASE, T.J. 2000. *An illustrated guide to theoretical ecology*. Oxford University Press, Oxford, Blackwell Scientific Publications.

CASWELL, H. 1989. *Matrix population models: construction, analysis, and interpretation*. Sinauer Associates, Sunderland.

CIELO-FILHO, R., GNERI, M.A., & MARTINS, F.R. 2007. Position on slope, disturbance, and tree species coexistence in a Seasonal Semideciduous Forest in SE Brazil. *Plant Ecology* 190: 189-203.

CISIA-CERESTA. 1998. Programa: SPAD for Windows (software). Versão 3.5.

COMITA, L., CONDIT, R., & HUBBELL, S.P. 2007. Developmental changes in habitat associations of tropical trees. *Journal of Ecology* 95: 482-492

CONDIT, R., ASHTON, P.S., BAKER, P., BUNYAVEJCHEWIN, S., GUNATILLEKE, S., GUNATILLEKE, N., HUBBELL, S.P., FOSTER, R.B., ITOH, A., LAFRANKIE, J.V., LEE, H.S., LOSOS, E., MANOKARAN, N., SUKUMAR, R., YAMAKURA, T. 2000. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. *Science*, 288: 1414-1418.

COSTA, J.A. 2009. Estudo populacional de *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. (Apocynaceae) em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no sul do Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná.

DALE, M.R.T. 1999. *Spatial Pattern Analysis in Plant Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.

DE KROON, H., PLAISER, A., GROENENDAEL, J.V., CASWELL, H. 1986. Elasticity: the relative contribution of demographic parameters to population growth rate. *Ecology* 67: 1427- 1431.

DINIZ-FILHO, J. A. F., BINI, L. M., & HAWKINS, B. A. 2003. Spatial autocorrelation and red herrings in geographical ecology. *Global Ecology and Biogeography* 12: 53-64.

FAGUNDES, L.M., CARVALHO, D. A., VAN DEN BERG, E., MARQUES, J.J.G.S.M., MACHADO, E.L.M. 2007. Florística e estrutura do estrato arbóreo de dois fragmentos de florestas decíduas às margens do rio Grande, em Alpinópolis e Passos, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21: 65-78.

FERREIRA, R.L.C., MOTA, A.C., SILVA, J.A.A., MARANGON, C., SANTOS, E.S. 2008. Comparação de duas metodologias multivariadas no estudo de similaridade entre fragmentos de floresta Atlântica. *Árvore* 32: 511-521.

- FERSON, S. 1990. Generalized stage-based modeling for population dynamics. Exeter software, Inc., New York.
- FONSECA, M.G., MARTINI, A.M.Z., & SANTOS, F.A.M. 2004. Spatial structure of *Aspidosperma polyneuron* in two semi-deciduous forests in Southeast Brazil. *Journal of Vegetation Science* 15: 41-48.
- FRANKLIN, J. & REY, S.J. 2007. Spatial patterns of tropical forest trees in Western Polynesia suggest recruitment limitations during secondary succession. *Journal of Tropical Ecology* 23:1-11.
- FURTADO, A.G. 2005. Estrutura de uma população de *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (Rutaceae) numa Floresta Estacional Semidecídua no Sudeste do Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.
- GEE, G.W. & BAUDER, J.W. 1986. Particle-size analysis. *In* Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods (A. Klute, ed). 2 ed. Madison, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, p 383-411.
- GETZIN, S., WIEGAND, T., WIEGAND, K., HE, F. 2008. Heterogeneity influences spatial patterns and demographics in forest stands. *Journal of Ecology* 96: 807-820.
- GRAU, H.R. 2000. Regeneration patterns of *Cedrela lilloi* (Meliaceae) in northwestern Argentina subtropical montane forests. *Journal of Tropical Ecology* 16: 227-242.
- GUEDJE, N.M., LEJOLY, J., NKONGMENECK, B-A., JONKERS, W.B.J. 2003. Population dynamics of *Garcinia lucida* (Clusiaceae) in Cameroonian Atlantic forests. *Forest Ecology and Management* 177: 231-241.
- GUNATILLEKE, C.V.S., GUNATILLEKE, I.A.U.N., ESUFALI, S., HARMS, K.E., ASHTON, P.M.S., BURSLEM, D.F.R.P. 2006. Species-habitat associations in a Sri Lankan dipterocarp forest. *Journal of Tropical Ecology* 22: 371-384.
- HAIR, J. F., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L., BLACK, W. C. 1995. Multivariate analysis: with readings. 4 ed. New Jersey, Prentice Hall.
- HARMS, K.E., CONDIT, R., HUBBELL, S.P., FOSTER, R.B. 2001. Habitat associations of trees and shrubs in a 50-ha neotropical forest plot. *Journal of Ecology* 89: 947-959.
- HORVITZ, C.C. & SCHEMSKE, D.W. 1995. Spatiotemporal variation in demographic transitions of a tropical understory herb: projection matrix analysis. *Ecological Monographs* 65: 155-192.
- JONGEJANS, E. & DE KROON, H. 2005. Space versus time variation in the population dynamics of three co-occurring perennial herbs. *Journal of Ecology* 93: 681-692.
- JONGEJANS, E., JORRITSMA-WIENK, L.D., BECKER, U., DOSTÁL, P., MILDÉN, M., DE KROON, H. 2010. Regions versus site variation in the population dynamics of three short-lived perennials. *Journal of Ecology* 98: 279-289.

- KANTILAL, V.M., KENT, J.T. & BIBBY, J.M. 1979. *Multivariate Analysis*, Academic Press, London.
- LEFKOVITCH, L.P. 1965. The study population growth in organisms grouped by stages. *Biometrika* 21: 1-18.
- LEGENDRE, P. & FORTIN, M.J. 1989. Spatial pattern and ecological analysis. *Vegetatio* 80: 107-138.
- LEMMON, P.E. 1956. A spherical densiometer for estimating forest overstorey density. *Forest Science* 2: 341-32.
- LORENZI, H. 2002. *Árvores brasileiras - manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*, vol. 1, 4 ed. Plantarum, São Paulo.
- MESSAHOUD, Y. & HOULE, G. 2006. Spatial patterns of tree seedling establishment and their relationship to environmental variables in a cold-temperate deciduous Forest of eastern North America. *Plant Ecology* 185: 319-331.
- MONTOYA, D., PURVES, D.W., URBIETRA, I.R., ZAVALA, M. A. 2009. Do species distribution models explain spatial structure within tree species ranges? *Global Ecology and Biogeography* 18: 662 – 673.
- MORRIS, W.F., TULJAPURKAR, S., HARIDAS, C. V., MENGES, E. S., HORVITZ, C. C., PFISTER, C. A. 2006. Sensitivity of the population growth rate to demographic variability within and between phases of the disturbance cycle. *Ecology Letters* 9: 1331–1341.
- NABE-NIELSEN, J. 2004. Demography of *Machaerium cuspidatum*, a shade-tolerant neotropical liana. *Journal of Tropical Ecology* 20: 505-5016.
- NG SIONG, K.K., LEE, S.L., & KOH, C.L. 2004. Spatial structure and genetic diversity of two tropical tree species with contrasting breeding systems and different ploidy levels. *Molecular Ecology* 13: 657 – 669.
- NG SIONG, K.K., LEE, S.L., SAW, L.G., PLOTKIN, J.B., KOH, C.L. 2006. Spatial structure and genetic diversity of three tropical tree species with different habitat preferences within a natural forest. *Tree Genetics & Genomes* 2: 121–131.
- ODEN, N.L. 1984. Assessing the significance of a spatial correlogram. *Geography Analysis* 16: 1-16.
- PAVANELLI, A.P. 2009. Estudo Populacional de *Astronium graveolens* Jacq. (Anacardiaceae) em áreas topograficamente distintas de fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual do sul do Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná.
- PAVANELLI, A.P., COSTA, J.A., BIANCHINI, E., PIMENTA, J.A. (2009). Estrutura de tamanho, relações alométricas e distribuição espacial de *Astronium graveolens* Jacq. (Anacardiaceae) em áreas topograficamente distintas de fragmentos de floresta estacional

semidecidual do sul do Brasil. Pesquisas. Botânica.

PULIDO, M.T., VALVERDE, T., & CABALLERO, J. 2007. Variation in the population dynamics of the palm *Sabal yapa* in a landscape shaped by shifting cultivation in the Yucatan Peninsula, México. *Journal of Tropical Ecology* 23: 139-149.

RODRIGUES, L.A., CARVALHO, D.A., OLIVEIRA FILHO, A.T., CURI, N. 2007. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Luminárias, MG. *Árvore* 31: 25-35.

ROSENBERG, M.S. 2001. *Passage - Pattern Analysis, Spatial Statistics, and Geographic Exegesis*. Department of Biology, Arizona State University, Tempe, AZ.

RUSSO, S.E., BROWN, P., TAN, S., DAVIES, S.J. 2008. Interspecific demographic trade-offs and soil-related habitat associations of tree species along resource gradients. 2008. *Journal of Ecology* 96: 192-203.

SALGUERO-GÓMES, R. & CASPER, B.B. 2010. Keeping plant shrinkage in the demographic loop. *Journal of Ecology* 98: 312-323.

SALGUERO-GÓMES, R. & DE KROON, H. 2010. Matrix projection models meet variation in the real world. *Journal of Tropical Ecology* 98: 250-254.

SEZEN, U.U., CHAZDON, R.L., & HOLSINGER, K.E. 2009. Proximity is not a proxy for parentage in an animal-dispersed Neotropical canopy palm. *Proceedings of The Royal Society* 276: 2037–2044

SILVA, F.C., FONSECA, E.P., SOARES-SILVA, L.H., MULLER, C., BIANCHINI, E. 1995. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi. 3. Fazenda Bom Sucesso, município de Sapopema, Pr. *Acta Botanica Brasilica* 9: 289-302.

SILVERTOWN, J.W., FRANCO, M., & MENGES, E. 1996. Interpretation of elasticity matrices as an aid to the management of plant populations for conservation. *Conservation Biology* 10: 591-597

SMOUSE, P.E., LONG, J.C., & SOKAL, R.R. 1986. Multiple regression and correlation extensions of the Mantel test of matrix correspondence. *Systematic Zoology* 35: 627-632.

SOARES-SILVA, L.H. & BARROSO, G.M. 1992. Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta na porção norte do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-PR, Brasil. *In* Anais do VIII Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, v.1, p. 101-112.

SOARES-SILVA, L.H., BIANCHINI, E., FONSECA, E.P., DIAS, M.C., MEDRI, M.E., ZANGARO FILHO, W. 1992. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do Rio Tibagi. 1. Fazenda Doralice-Ibiporã, PR. *In* Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas v.1, p. 199-206.

SOUZA, J.S., ESPÍRITO-SANTO, F.D.B., LEITE FONTES, M.A., OLIVEIRA-FILHO, A.T. de, BOTEZELLI, L. 2003. Análise das variações florísticas e estruturais da

comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do rio Capivari, Lavras, MG. *Árvore* 27: 185-206.

SOUZA, A. & MARTINS, F.R. 2004. Population structure and dynamics of a neotropical palm in fire-impacted fragments of the Brazilian Atlantic Forest. *Biodiversity and Conservation* 13: 1611-1632.

TSUJINO, R., TAKAFUMI, H., AGETSUMA, N., YUMOTO, T. 2006. Variation in tree growth, mortality and recruitment among topographic positions in a warm-temperate forest. *Journal of Vegetation Science* 17: 281-290.

TSUJINO, R. & YUMOTO, T. 2007. Spatial distribution patterns of trees at different life stages in a warm temperate forest. *Journal of Plant Research* 120: 687-695.

VALENCIA, R., FOSTER, R.B., VILLA, G., CONDIT, R., SVENNING, J.C., HERNANDEZ, C. 2004. Tree species distributions and local habitat variation in the Amazon: large forest plot in eastern Ecuador. *Journal of Ecology* 92: 214-229.

YAMADA, T., TOMITA, A., ITOH, A., YAMAKURA, T., OHKUBO, T., KANZAKI, M., TAN, S., ASHTON, P.S. 2006. Habitat associations of *Sterculiaceae* trees in a Bornean rain forest plot. *Journal of Vegetation Science* 17: 559-566.

YAMADA, T., ZUIDEMA, P.A., ITOH, A., YAMAKURA, T., OHKUBO, T., KANZAKI, M., TAN, S., ASHTON, P.S. 2007. Strong habitat preference of a tropical rain forest tree does not imply large differences in population dynamics across habitats. *Journal of Tropical Ecology* 95: 332-342.

ZUIDEMA, P.A. & FRANCO, M. 2001. Integrating vital rate variability into perturbation analysis: an evaluation for matrix population models of six plant species. *Journal of Ecology* 89: 995-1005.

ARTIGO B

ESTRUTURA DE TAMANHO E RELAÇÕES ALOMÉTRICAS DE *CHRYSOPHYLLUM GONOCARPUM* (MART. & EICHLER EX MIQ.) ENGL. (SAPOTACEAE) EM ÁREAS TOPOGRAFICAMENTE DISTINTAS DE FRAGMENTOS DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO SUL DO BRASIL.

Resumo

(Estrutura de tamanho e relações alométricas de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. (Sapotaceae) em áreas topograficamente distintas de Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual do Sul do Brasil.). Com o objetivo de comparar a estrutura de tamanho e a arquitetura de indivíduos de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. (Sapotaceae) em áreas topograficamente distintas, demarcaram-se três áreas de amostragem de 0,5 hectare cada, sendo duas em área plana (AP e AG) e uma em área de declive (AD). Todos os indivíduos da espécie contidos nas áreas foram marcados e avaliados quanto à altura e o diâmetro a altura solo. Utilizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov para comparar as distribuições de tamanho dos indivíduos nos diferentes anos e entre as áreas e a ANCOVA para testar as possíveis diferenças arquiteturais. Diferente de AD a estrutura de altura em AG e AP foram em J-invertido. Estas estruturas apresentaram-se estáveis no tempo, havendo diferenças entre AG x AD em 2008 e entre AP x AD em 2008 e 2009. Os indivíduos apresentaram pouca variação na forma nas três áreas (r^2 entre 0.89 e 0.94) com valores de b de 0,515 para AG, 1,440 para AP e 1,920 para AD, que foi significativamente maior a AG e AP. Possivelmente o maior investimento em diâmetro na AD, tenha relação com a mobilidade do substrato devido à declividade e o menor investimento em altura (menor cobertura do dossel na AD) pode estar relacionado à baixa competição por luz. O fato de *C. gonocarpum* apresentar diferentes estruturas de tamanho e arquiteturas em áreas topograficamente distintas, provavelmente seja uma importante explicação de sua presença em áreas com relevos tão divergentes.

Palavras-chave: Distribuição de altura. Alometria. Arquitetura. Topografia.

Abstract

(Size structure and allometric relations of *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. (Sapotaceae) in topographically distinct areas of semideciduous forest fragments in southern Brazil). Aiming to compare the size structure and architecture of *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. (Sapotaceae) individuals in topographically distinct areas, three sampling areas of 0.5 hectare each, being two in the flat area (FA and GA) and one in a slope area (SA), were delimited. All individuals of the species in the areas were marked and measured for height and diameter at ground height. We used the Kolmogorov-Smirnov test to compare the size distributions of individuals in

different years and between areas and ANCOVA to test the possible architectural differences. Unlike SA, the size structure in GA and FA were on J-reverse. These structures were stable over time, showing significant differences between GA x SA in 2008 and between FA x SA in 2008 and 2009. The individuals showed little variation in shape in three areas (r^2 between 0.89 and 0.94) with b values of 0.515 for GA, 1.440 for FA and 1.920 for SA, which was significantly higher than GA and SA. Possibly the biggest investment in diameter in SA is related to the mobility of the substrate due to slope, and the lowest investment in height (lower canopy cover in SA) may be related to low light competition. The fact of *C. gonocarpum* present different size structure and architecture in topographically distinct areas, is probably an important explanation of their presence in areas with such different levels.

Keywords: Height distribution. Allometry. Architecture. Topography.

Introdução

O crescimento de indivíduos faz parte de uma cadeia de processos que modificam a estrutura da população, implicando em que o tamanho seja um aspecto importante para a compreensão da biologia das populações de plantas (Andrade *et al.* 2007). As distribuições de tamanho das populações refletem os eventos demográficos de crescimento, mortalidade e recrutamento, podendo variar de acordo com o tempo, a espécie e independentemente da atual taxa de crescimento populacional (Case 2000, Coomes & Allen 2007).

A declividade da superfície do solo produz, em conjunto com outros fatores, uma variedade de situações ambientais, tais como: gradientes de umidade no solo entre o topo e a base da vertente; favorecimento do transporte de partículas de solo ao longo do perfil; interferência na organização vertical do dossel, ocasionando variações nos ângulos de penetração e distribuição de luz no interior de florestas; promoção da aparente elevação da copa de indivíduos menores e mais jovens de áreas superiores, de modo que alcancem mais rápido o dossel em áreas de declividade acentuada; variação no tempo de incidência de radiação durante o ano (mais nas áreas elevadas que nas inferiores) e geração de aspecto de degraus no estrato arbóreo (Gandolfi 2000).

Direta ou indiretamente a associação entre estrutura de tamanho e topografia é uma importante reguladora de distribuição da luz e umidade do solo em ecossistemas florestais, interferindo no desenvolvimento dos indivíduos (Lima & Gandolfi 2009). A luz tem sido considerada um recurso de grande importância ecológica que varia no tempo e no espaço (Bohlman & O'Brien 2006), visto que espécies arbóreas

estabelecem estratégias de interceptação da luz e, de acordo com esta interceptação, de alocação de carbono em diferentes partes, o que promove variabilidade na forma dos indivíduos (Vieilledent *et al.* 2010).

Indivíduos de espécies que vivem em locais onde a disponibilidade luminosa é alta investem mais em diâmetro, mas aqueles que vivem sob o dossel investem mais em altura e exibição das folhas, produzindo copas maiores para capturar tanta luz quanto possível, levando à diferenças arquiteturais (Martínez-Sánchez 2008). Comparações entre a arquitetura das plantas podem ser feitas a partir de estudos das relações alométricas. Estes estudos apresentam informações importantes sobre a interação planta-ambiente, além de fornecer subsídios para o entendimento da estrutura e dinâmica de populações vegetais e conseqüentemente das florestas, permitindo melhor compreensão dos aspectos ecológicos e evolutivos (Sposito & Santos 2001).

Desta maneira, o presente estudo tem por objetivo comparar a estrutura de tamanho e a arquitetura das plantas de *C. gonocarpum* que ocorrem em áreas topograficamente diferentes.

O fragmento florestal da Fazenda Doralice (FD), onde este estudo foi desenvolvido, é um dos poucos remanescentes florestais na região norte do Paraná. Apresenta uma área íngreme na margem esquerda do rio Tibagi, caracterizada como declive (AD), e outra com maior altitude mais distante do rio, caracterizada como platô (AP). A diferença topográfica promove a heterogeneidade ambiental entre as áreas que, sugere-se, causem variações na ecologia populacional de espécies como *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. (Sapotaceae), utilizada neste estudo. Como o fragmento da FD não possui um histórico de preservação conhecido, foram feitos estudos comparativos também com uma área plana do Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) situado no município de Londrina, PR, Brasil, cujas condições de preservação são conhecidas.

Para auxiliar neste estudo foram levantadas as seguintes questões: (1) existem diferenças na estrutura de altura e na forma dos indivíduos das áreas de platô comparado com os da área de declive? (2) para cada área estudada na FD a estrutura de altura é estável durante o período de 1 ano?

Material e Métodos

Chrysophyllum gonocarpum (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. pertence à família Sapotaceae sendo também conhecido como guatambú, guatambú de sapo, aguai, aguai-da-serra, peroba-branca, caxeta, caxeta-amarela entre outros. A espécie apresenta árvores de 6 a 20 metros de altura e 15 a 30 centímetros de diâmetro (Reitz 1968). Trata-se de uma planta semidecídua, esciófita, seletiva higrófila que se encontra irregularmente distribuída em fundos de vales e início de encostas ou em terrenos planos onde o solo contém maior teor de umidade, ocorrendo desde o Rio de Janeiro e Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, estendendo-se até o Uruguai, Argentina e Paraguai, na floresta latifoliada semidecídua da bacia do rio Paraná (Lorenzi 2002). É comum em vários fragmentos da floresta estacional semidecidual na região norte do estado do Paraná (Soares-Silva *et al.* 1992, Soares-Silva & Barroso 1992, Silva *et al.* 1995, Bianchini *et al.* 2003).

Os estudos de estrutura de altura e alometria de *C. gonocarpum*, foram conduzidos em dois fragmentos de floresta estacional semidecidual, um deles localizado na Fazenda Doralice (FD), situada no município de Ibiporã, estado do PR, Brasil, nas coordenadas 23° 18'S e 50° 59'W, com aproximadamente 100 hectares e 480 m de altitude e o outro no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), localizado no município de Londrina, estado do PR, Brasil, nas coordenadas 23° 27'S e 51° 15'W, com aproximadamente 680 hectares, altitude em torno de 600 m e relevo suave. O fragmento da FD é um remanescente de floresta ciliar localizado na margem esquerda do rio Tibagi, com uma área íngreme, de declive bastante acentuado adjacente à margem do rio (AD) seguido de uma área de platô (AP) distando aproximadamente 300 m da margem. Não há um histórico seguro de que este fragmento não tenha sofrido alterações ambientais significativas, por isso foi desenvolvida uma avaliação também no PEMG, já que se trata de uma área cujo histórico de preservação é conhecido.

Tanto para estudar a estrutura de tamanho quanto a forma dos indivíduos (relações alométricas) de *C. gonocarpum* nas diferentes áreas do fragmento da FD, foram definidas duas áreas amostrais, sendo uma no platô (AP) e a outra na região de declive (AD). Para esses mesmos estudos foi amostrada uma área plana (AG) na porção norte do PEMG. As três áreas amostrais possuíam cada uma 0,5 ha. Todos os indivíduos de *C. gonocarpum* contidos nas áreas foram localizados e medidos a altura e o diâmetro à altura do solo (DAS). Os indivíduos com até 2 m de comprimento tiveram altura medida com auxílio de trena e o DAS medido com paquímetro. Os indivíduos maiores que 2 m tiveram a circunferência à altura do solo mensurada com fita métrica e posteriormente o valor convertido para DAS ($D=C/\pi$). Para essas plantas, a altura foi estimada visualmente,

utilizando-se um metro de carpinteiro como referência. Na AP e AD foram realizadas amostragens nos anos de 2008 e 2009, enquanto na AG foi realizado um levantamento apenas em 2008.

Para comparar a estrutura de tamanho da população entre as áreas, os indivíduos foram divididos em quatro classes de altura conforme característica morfológica associada: plântula - até 0,15 m de altura e, em geral, com cotilédones presentes; juvenil - mais de 0,15 m até 1,5 m de altura e, em geral, com eixo não ramificado; imaturos - mais de 1,5 até 4,0 m de altura e, em geral, com ramificações presentes e organização de copa; e adultos - mais de 4 m de altura e, em geral, com estruturas reprodutivas presentes. As estruturas foram comparadas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (Siegel 1975, Zar 1999). Deve-se salientar que as classes de altura foram assim denominadas, mas não se tratam de estádios ontogenéticos.

Obteve-se o fator de segurança da espécie (d/d_{min}) a partir da divisão do diâmetro observado pelo diâmetro mínimo teórico que a árvore deveria apresentar para não se quebrar, calculado segundo o modelo de similaridade elástica ($d \propto h^{1,5}$) (McMahon 1973). Este fator representa uma estimativa aproximada, já que os dados sobre a densidade da madeira não foram coletados.

As relações alométricas dos indivíduos são geralmente expressas por funções derivadas de regressões lineares das variáveis, transformadas em logaritmos de base 10. A equação que expressa estas relações é: $y = a x^b$, ou $\log y = \log a + b \log x$, onde a e b são parâmetros obtidos através de regressão linear (Kohyama & Hotta 1990). Nas comparações da forma dos indivíduos entre as áreas, as diferenças podem ocorrer tanto em a (o intercepto de y) como em b (a inclinação da reta). Se o valor de b for diferente entre as áreas, o maior valor de b apresenta maior incremento de y por incremento de x . Se a inclinação não diferir, mas a constante a for diferente entre as áreas, aquelas com maiores valores de a apresentam valores de y maiores para qualquer valor de x (Kohyama & Hotta 1990). Foi utilizada a análise de covariância (ANCOVA) para testar possíveis diferenças entre as retas (Snedecor & Cochran 1967). Comparações múltiplas entre as retas foram feitas pelo teste *a posteriori* de Scheffé ($p < 0,05$) (Huitema 1980, Zar 1999). Se o resultado da ANCOVA não revelar diferenças entre as inclinações, uma inclinação comum para as retas é calculada. Esta inclinação comum é usada para o cálculo de novos valores para o intercepto em y , que são novamente testados pelo teste de Scheffé. A análise de covariância e o teste de Scheffé foram feitos no programa ANCOVA31, desenvolvido por Flávio A. M. dos Santos (UNICAMP, Depto. de Botânica).

Resultados

No ano 2008 foram observados 400 indivíduos de *Chrysophyllum gonocarpum* na área amostrada do PEMG (AG), 384 indivíduos na área plana (AP) e 32 indivíduos na área de declive (AD) da Fazenda Doralice (FD).

Na AG, 63,5% dos indivíduos encontravam-se na primeira classe de altura (plântula), 30,5% encontravam-se na segunda classe (juvenil), 3,8% encontravam-se na terceira classe (imaturo) e apenas 2,1% encontravam-se na quarta classe (adulto) (Figura 1AG).

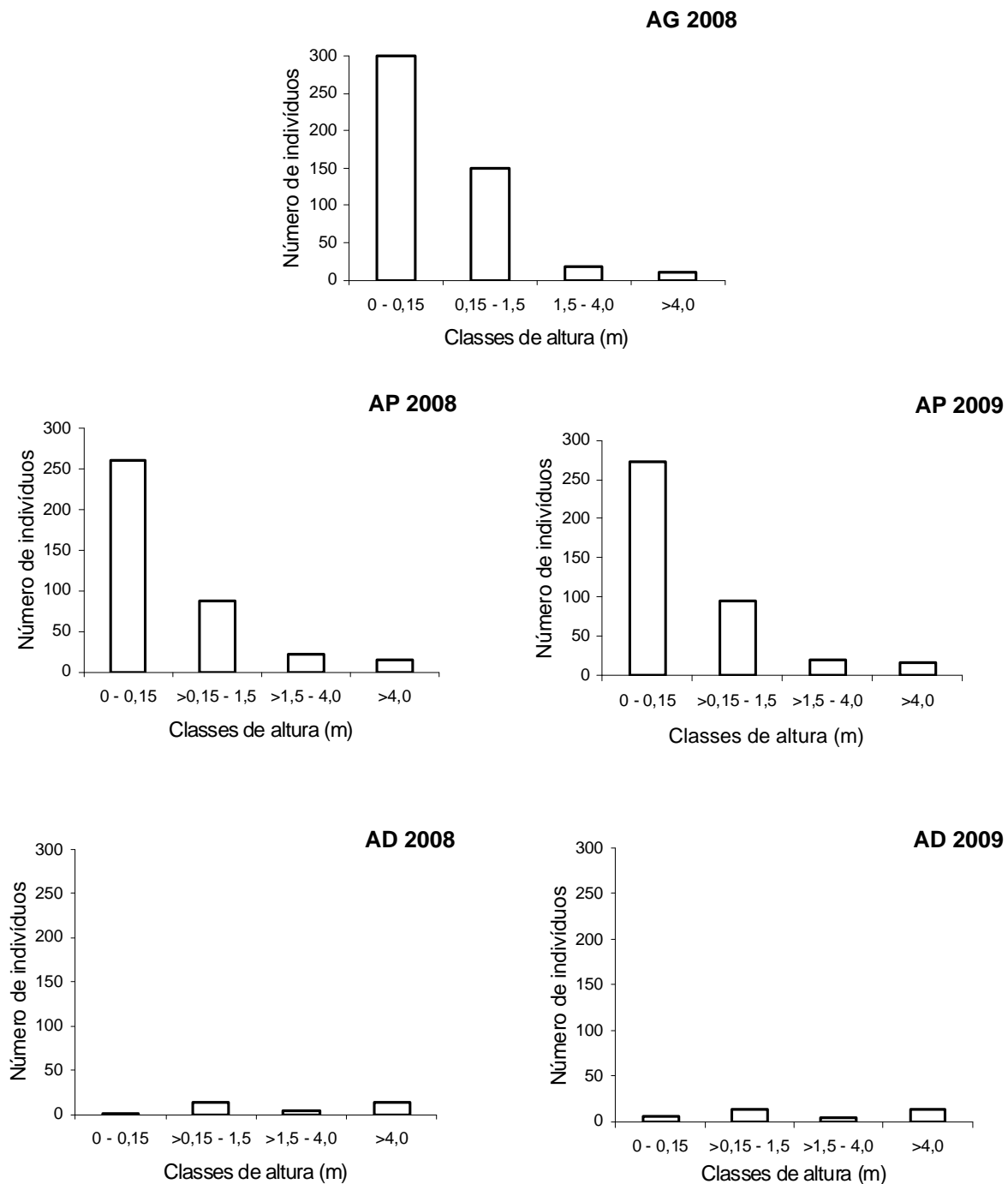


Figura 1 - Distribuição em classes de altura da população de *Chrysophyllum gonocarpum* na área plana (AG) do fragmento do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil para o ano de 2008; na área plana (AP) e de declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Iporã, PR, Brasil, para os anos de 2008 e 2009.

Na AP 68% dos indivíduos de *C. gonocarpum* estavam na classe plântula, 23% estavam na classe juvenil, 5,4% estavam na classe imaturo e 3,6% estavam na classe adulto (Figura 1AP 2008). Na AD 3,1% dos indivíduos estavam na classe

plântula, 40,6% estavam na classe juvenil, 12,5% estavam na classe imaturo e 43,7% estavam na classe adulto (Figura 1AD 2008).

Em 2009 o número de indivíduos da AP aumentou para 403 e continuou decrescendo de acordo com o aumento das classes de altura: 67,5% estavam na classe plântula, 23,6% estavam na classe juvenil, 5% estavam na classe imaturo e 4% estavam na classe adulto (Figura 1AP 2009). Na AD o número de indivíduos foi para 36, mas este pequeno aumento foi apenas na primeira classe de altura, ficando a classe das plântulas representada por 13,8% dos indivíduos (Figura 1AD 2009).

As análises feitas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov indicaram que, para o ano de 2008, não houve diferenças significativas na estrutura de altura da população de *C. gonocarpum* entre a AG e a AP (Tabela 1). Porém, a comparação entre a AG e a AD indicou diferenças nas estruturas de altura entre as áreas. As análises feitas entre as áreas da FD (AP e AD) tanto para o ano de 2008 quanto para o ano de 2009 também indicaram diferenças significativas (Tabela 1). Comparando a estrutura de altura entre os anos 2008 e 2009 tanto para AP quanto para AD, não foram observadas diferenças (Tabela 1).

Tabela 1 - Comparações das estruturas de altura da população de *Chrysophyllum gonocarpum* em diferentes áreas e datas de amostragem, pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (D). AG - área plana do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil; AP – área plana e AD – área de declive do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil.

	Altura	
	D	P
AG x AP 2008	0,07	>0,10
AG x AD 2008	0,72	<0,001
AP x AD 2008	0,64	<0,001
AP x AD 2009	0,53	<0,001
AP 2008 x AP 2009	0,004	>0,10
AD 2008 x AD 2009	-0,107	>0,10

O fator de segurança dos indivíduos diminuiu com o aumento da altura nas três áreas estudadas (Figura 2), mas a redução foi menos acentuada na AG, aproximadamente, a partir de 1 m de altura (Figura 2AG), enquanto nas áreas da FD (AP e AD) a redução se deu a partir de 2 m (Figura 2AP e 2AD).

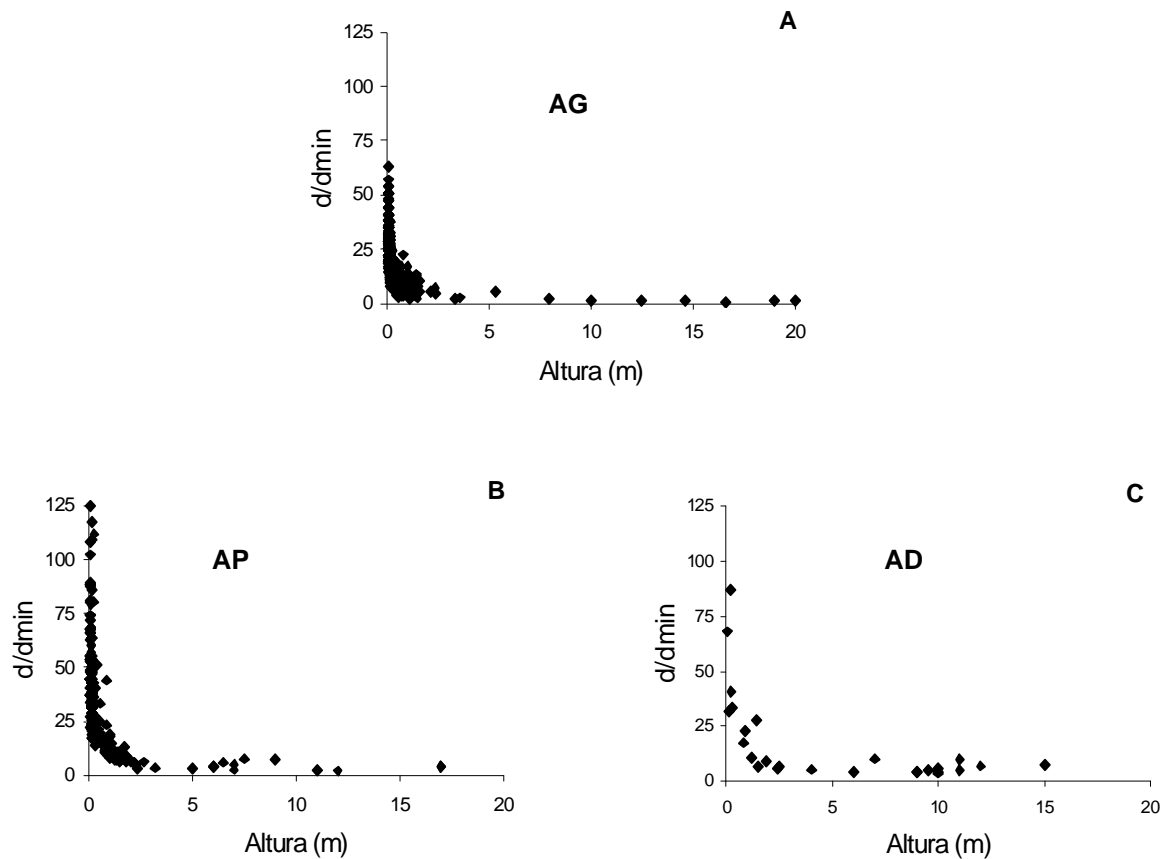


Figura 2 - Fator de segurança do diâmetro do caule (d/d_{min}) de *Chrysophyllum gonocarpum* para área plana (AG) do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil; área plana (AP) e área de declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil.

As regressões entre diâmetro e altura dos indivíduos de *C. gonocarpum* nas três áreas amostradas foram positivas e significativas ($P < 0,001$) (Figura 3 e Tabela 2), com altos valores do coeficiente de determinação (r^2) (Tabela 2), indicando comportamento semelhante com relação a forma dos indivíduos dentro das áreas. Os valores de b (inclinação da reta) foram diferentes para todas as áreas (Tabela 2). O maior valor de b foi encontrado na AD (1,92) (Tabela 2).

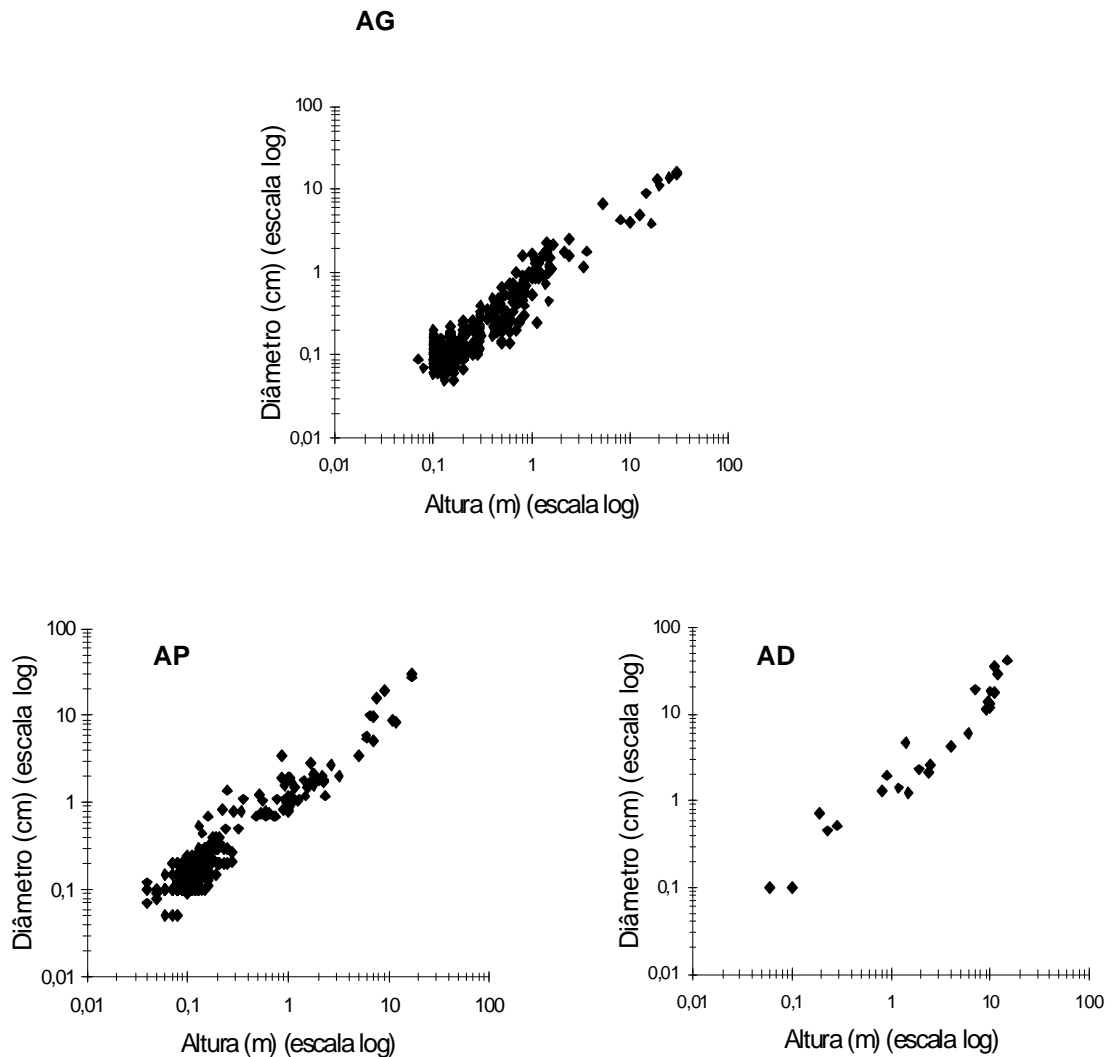


Figura 3 - Regressão entre o diâmetro (cm) (d) e altura (m) (h) de *Chrysophyllum gonocarpum* ($\log d = a + b \log h$) na área plana (AG) do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil; área plana (AP) e área de declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil.

A proporção de crescimento entre diâmetro e altura observada para *C. gonocarpum* na AD ($d \propto h^{1,92}$) se aproxima ao modelo de tensão constante ($d \propto h^2$), enquanto que na AP ($d \propto h^{1,44}$) se aproxima ao modelo de similaridade elástica ($d \propto h^{1,5}$) e na AG ($d \propto h^{0,51}$) foi inferior ao modelo de similaridade geométrica ($d \propto h^1$).

Tabela 2 - Estimativa dos parâmetros das regressões lineares para o diâmetro (cm) (d) e a altura (m) (h) ($\log d = a + b \log h$) de *Chrysophyllum gonocarpum* para a área plana (AG) do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil; área plana (AP) e área de declive (AD) do fragmento florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã, PR, Brasil. Letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre si (ANCOVA e Teste de Scheffé, $p < 0,05$).

Áreas	a #	b	r ²	N	b comum
AG	0,103	0,515 c	0,94***	400	
AP	0,016	1,440 b	0,893***	403	1,010
AD	0,849	1,920 a	0,89***	36	

a = intercepto em y, b = inclinação da reta, r² = coeficiente de determinação, N = número de casos, ANOVA ***p < 0,001.

Discussão

A estrutura de altura observada tanto na área do PEMG (AG) quanto na área de platô da FD (AP) ajusta-se à curva exponencial negativa (J-invertido) caracterizada por um maior número de indivíduos nas menores classes de tamanho, contrastando com um menor número de indivíduos nas maiores classes. Por outro lado, na área de declive da FD (AD) o maior número de indivíduos esteve entre os adultos e juvenis e a curva da estrutura de altura, portanto, não apresentou-se em J-invertido. Estas diferenças na estrutura de tamanho entre as áreas planas e de declive permaneceram constantes durante os anos de 2008 e 2009 na FD.

Segundo Wright *et al.* (2003) ao estudarem o recrutamento dependente de aberturas do dossel e a distribuição de espécies arbóreas na Ilha de Barro Colorado no Panamá, verificaram menor densidade dos indivíduos na classe dos adultos. Estes autores sugeriram que para espécies que apresentam alguma tolerância à sombra, ocorre formação de banco de plântulas e juvenis que crescem lentamente no sub-bosque até que alguma perturbação no dossel aconteça, favorecendo o recrutamento. Considerando os resultados obtidos com *C. gonocarpum* neste e no estudo de Bianchini (1998) possivelmente é isto que está ocorrendo com esta espécie.

Para Lusk (2003) populações com distribuição irregular dos indivíduos entre as classes de tamanho, como a encontrada na AD, podem estar sujeitas a maiores flutuações no recrutamento, com acúmulo de sucessivas coortes em algumas classes em detrimento de outras. O fato de na AD não haver muitos indivíduos nas duas primeiras

classes de altura pode ser resultado de anos de baixa produção de sementes, conforme proposto no capítulo 1. Contudo, é importante analisar que a AD não apresenta condições adequadas para a germinação e estabelecimento de plântulas, já que há mobilidade do substrato causado pelo terreno com declive acentuado, a umidade é menor porque a água, além de sofrer percolação do topo para a base, evapora mais rapidamente já que há maior incidência luminosa no local e o solo apresenta 60% de afloramento rochoso. Sendo assim, os indivíduos que se estabelecem é porque encontraram um microsítio adequado em meio a tanta austeridade deste ambiente.

A curva de distribuição de altura em forma de J-invertido é citada como característica de muitas espécies arbóreas, como, por exemplo, *Licania platipus* (Wright *et al.* 2003), *Bauhinia forficata*, *Croton floribundus*, *Piptadenia gonoacantha* (Oliveira-Filho *et al.* 2007), *Galipea jasminiflora*, *Calycorectes acutatus* (Higuchi *et al.* 2008), *Copaifera langsdorffii*, *Luehea grandiflora* (Carvalho *et al.* 2009), e, freqüentemente, é interpretada como sinal de estabilidade ou crescimento populacional e capacidade de regeneração freqüente no sub-bosque da floresta, embora não seja o único tipo de curva que indique estas condições.

Considerando os aspectos da dinâmica populacional de *C. gonocarpum* nas áreas estudadas, verifica-se que padrões dinâmicos diferentes podem proporcionar distribuições de tamanhos semelhantes. Os padrões demográficos na AG indicam uma população em declínio ($\lambda < 1$) se as condições ambientais permanecerem inalteradas ao longo do tempo (capítulo 1), mas a distribuição de tamanho foi do tipo J-invertido. Por outro lado, na AP com λ aproximadamente igual a um a curva da estrutura de tamanho também foi do tipo J-invertido, mas o mesmo não ocorreu em AD que também apresentou λ aproximadamente igual a um. Portanto, é preciso cautela ao inferir que uma distribuição de tamanho seja sinônimo de estabilidade populacional (Case 2000, Crawley 2003 cap. 11).

Os modelos teóricos populacionais prevêm que a estrutura de tamanho da população resulta da interação entre a sobrevivência tamanho-específico, crescimento e fecundidade dos indivíduos, então se há altas taxas de sobrevivência ou de crescimento em todas as classes de tamanho numa população sob uma dada taxa de crescimento populacional, a forma de distribuição de tamanho produzida será plana (Caswell 2001, Souza 2007). Mas em situações reais, onde o crescimento e a sobrevivência freqüentemente variam de diferentes maneiras sobre as classes de tamanho e entre as espécies e populações, formas distintas de distribuições de tamanho são produzidas,

independentemente da taxa real de crescimento populacional (Case 2000).

A heterogeneidade entre as áreas estudadas parece ser um fator importante na determinação de diferenças nas relações alométricas dos indivíduos de *C. gonocarpum*. O valor de b para AG foi menor que 1, sugerindo maior investimento de biomassa no crescimento em altura em detrimento do diâmetro, enquanto que na AP e, principalmente, na AD os valores de b foram maiores que 1, sugerindo maior investimento de biomassa em diâmetro em detrimento da altura.

Estudando a variação espacial e temporal da cobertura do dossel no PEMG, Bianchini *et al.* (2001) verificaram que na porção norte do parque houve uma cobertura do dossel maior que 90% em mais de 70% das parcelas estudadas na maior parte do ano, diminuindo apenas com o inverno, quando parte das folhas caem. Considerando que na AG o ICV fica em torno de 90%, há uma maior competição por luz entre os indivíduos, logo as plantas investem maior biomassa em altura para maximizar a captação luminosa. Na AP e AD os ICV variaram entre 74 e 64%, respectivamente, indicando que a incidência luminosa é maior nestas áreas em comparação com a AG e, portanto, ocorre maior investimento de biomassa no crescimento em diâmetro.

Conforme o esperado, considerando a alta declividade da AD, o valor de b observado foi o maior entre as áreas estudadas. Possivelmente, os indivíduos apresentam maior incremento em diâmetro por incremento de altura para aumentar sua resistência mecânica contra as pressões do declive como tombamentos, quebras e mobilidade do substrato. Corroborando esta hipótese, o modelo alométrico que melhor explicou a proporção entre crescimento de diâmetro e altura observada para *C. gonocarpum* na AD ($d \propto h^{1,92}$) foi o modelo de tensão constante ($d \propto h^2$), que prevê que para a árvore permanecer em pé sob níveis de estresse constantes, é necessário que para cada incremento em altura haja o dobro de incremento no diâmetro. De acordo com Sposito & Santos (2001), quando se avalia o padrão alométrico de árvores que sofrem pressões ambientais diferentes, como a declividade, espera-se encontrar adaptações morfológicas que auxiliam estas espécies a obterem sucesso. Uma dessas adaptações é o aumento da base do caule, visando aumentar a sustentação da copa.

O maior investimento em diâmetro em relação à altura também está relacionado a incidência luminosa na AD, que foi a maior de todas as áreas estudadas devido às variações nos ângulos de penetração e distribuição de luz por interferência da organização do dossel. O crescimento de espécies arbóreas relacionado à interceptação de luz foi alvo dos estudos de King *et al.* (2005) nas florestas de Pasoh e Lambir, na Malásia.

Estas são áreas com diferenças topográficas e os autores verificaram um aumento na taxa de crescimento em diâmetro em função da maior interceptação da luz pelas espécies estudadas em Lambir, onde a topografia é acidentada.

Osunkoya *et al.* (2007) desenvolveram estudos de alometria com 22 espécies arbóreas na floresta tropical de Borneo, no sudeste asiático. Eles verificaram que a relação diâmetro-altura variou, parecendo existir mudanças, dependentes de tamanho, nas relações alométricas de espécies arbóreas. A maioria dos indivíduos com menor altura apresentou relação alométrica explicada pelo modelo de similaridade geométrica enquanto os de maior altura se ajustavam ao modelo de similaridade elástica e apenas indivíduos maiores de duas espécies emergentes e uma de dossel se aproximaram ao modelo de tensão constante, corroborando a hipótese de Niklas (1995) de que o modelo de similaridade geométrica pode ocorrer no início da ontogenia de uma árvore enquanto o modelo de similaridade elástica e de tensão constante seria alcançado por árvores mais ao final do ciclo de vida.

Assim como observado para *C. gonocarpum* neste estudo, Osunkoya *et al.* (2007) verificaram também que houve decréscimo no fator de segurança dos indivíduos com o aumento da altura. Estes autores afirmaram que altos valores no fator de segurança dos indivíduos menores contrabalançam os efeitos negativos causados por danos, como queda de galhos. Além do que, plantas do sub-bosque investem mais biomassa em estabilidade mecânica e sobrevivência em detrimento do crescimento em altura, o que só conseguem quando o dossel favorece a entrada de luz.

Os modelos alométricos encontrados para a proporção entre crescimento em diâmetro e altura na AG (que entre os três modelos foi mais próximo ao de similaridade geométrica, $d \propto h^1$) e na AP (similaridade elástica, $d \propto h^{1.5}$) apresentaram coerência com os padrões alométricos encontrados nos estudos de Osunkoya *et al.* (2007). Pois, em comparação à AP, na AG observou-se maior número de indivíduos de menor altura (plântulas e juvenis), enquanto que na AP foram observados mais indivíduos imaturos e adultos do que em AG.

Neste estudo foram observadas diferenças significativas tanto na estrutura de tamanho quanto nas relações alométricas entre as áreas planas e de declive. Não obstante, com quantidades de indivíduos muito distintas, principalmente devido à variação topográfica, possivelmente estas diferenças são importantes para explicar a presença de *C. gonocarpum* nos três sítios estudados. Comparando os resultados do fragmento de floresta estacional semidecidual bem preservado do PEMG com aqueles

observados no fragmento da FD, pode-se sugerir que este último apresenta bom estado de conservação.

Referências

ANDRADE, P.M., SANTOS, F.A.M., MARTINS, F.R. 2007. Size structure and fertility in an *Eriocnema fulva* Naudin (Melastomataceae) population in Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 67: 685-693.

BIANCHINI, E. 1998. Ecologia de População de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.

BIANCHINI, E., PIMENTA, J.A., SANTOS, F.A.M. 2001. Spatial and temporal variation in the canopy cover in a Tropical Semi-Deciduous Forest. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 44: 269-276.

BIANCHINI, E., POPOLO, R.S., DIAS, M.C., PIMENTA, J.A. 2003. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em áreas alagáveis do município de Londrina, sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 17: 405-409.

BOHLMAN, S. & O'BRIEN, S. 2006. Allometry, adult stature regeneration requirement of 65 tree species on Barro Colorado Island, Panama. *Journal of Tropical Ecology* 22:123-136.

CARVALHO, L.C.S., GONZAGA, A.P.D., MACHADO, E.L.M., SOUZA, H., BOTREL, R.T., SILVA, V.F., RODRIGUES, L.A., OLIVEIRA-FILHO, A.T. 2009. Estrutura temporal de sete populações em três fragmentos florestais no alto rio Grande, Minas Gerais. *Cerne* 15: 58-66.

CASE, T.J. 2000. *An illustrated guide to theoretical ecology*. Oxford University Press, Oxford.

CASWELL, H. 2001. *Matrix population Models: construction, analysis and interpretation*. Sinauer Associates, Sunderland.

COOMES, D.A., & ALLEN, R.B. 2007. Mortality and tree-size distributions in natural mixed-age forests. *Journal of Tropical Ecology* 95: 27-40.

CRAWLEY, M.J. 2003. *Plant Ecology*. 2 ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

GANDOLFI, S. 2000. História natural de uma floresta Estacional Semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil). Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.

HIGUCHI, P., OLIVEIRA-FILHO, A.T., SILVA, A.C., MACHADO, E.L.M., SANTOS, R.M., PIFANOS, D.S. 2008. Dinâmica da comunidade arbórea em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana em Lavras, Minas Gerais, em diferentes classes de solos. *Árvore* 32: 417-426.

HUITEMA, B.E. 1980. *The analysis of covariance and alternatives*. John Wiley & Sons, New York.

KING, D.A., DAVIES, S.J., NUR SUPARDI, M.N., TAN, S. 2005. Tree growth is related to light interception and wood density in two mixed dipterocarp forests of Malasia. *Functional Ecology* 19: 445-453.

KOHYAMA, T. & HOTTA, M. 1990. Significance of allometry in tropical samplings. *Functional Ecology* 4: 515- 521.

LIMA, R.A.F. & GANDOLFI, S. 2009. Structure of the herb stratum under different light regimes in the Submontane Atlantic Rain Forest. *Brazilian Journal of Biology* 69: 289-296

LORENZI, H. 2002. *Árvores brasileiras - manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*, vol. 1, 4 ed. Plantarum, São Paulo.

LUSK, C. 2003. Tree-species competition and coexistence. *Nature* 422: 580-1.

MARTÍNES-SANCHES, J.L. 2008. Allometric variation of shade-tolerant tree species in a Mexican tropical rain forest. *Revista de Biología Neotropical* 5: 41-51.

McMAHON, T.A. 1973. Size and shape in biology. *Science* 179: 1201-1204.

NIKLAS, K.J. 1995. Size-dependent allometry of tree height, diameter and trunk taper. *Annals of Botany* 75: 217-227.

OLIVEIRA FILHO, A.T., CARVALHO, W.A.C., MACHADO, L.E.M., HIGUCHI, P., APPOLINÁRIO, V., CASTRO, G.C., SILVA, A.C., SANTOS, R.M., BORGES, L.F., CORREA, B.S., ALVES, J.M. 2007. Dinâmica da comunidade e populações arbóreas da borda e interior de um remanescente florestal na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, em um intervalo de cinco anos (1999-2004). *Revista Brasileira de Botânica* 30: 149-161.

OSUNKOYA, O.O., OMAR-ALI, K., AMIT, N., DAYAN, J., DAUD, D.S., SHENG, T.K. 2007. Comparative height-crown allometry and mechanical design in 22 tree species of Kuala Belalong rainforest, Brunei, Borneo. *American Journal of Botany* 94: 1951-1962.

REITZ, R. 1968. Sapotáceas. *In* Flora Catarinense (R. Reitz ed). Herbário “Barbosa Rodrigues”, Itajaí, p. 1-72.

SIEGEL, S. 1975. *Estatística não paramétrica para ciência do comportamento*. McGraw – Hill, Rio de Janeiro.

SILVA, F.C., FONSECA, E.P., SOARES-SILVA, L.H., MULLER, C., BIANCHINI, E. 1995. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas

ciliares da bacia do rio Tibagi. 3. Fazenda Bom Sucesso, município de Sapopema, PR. *Acta Botanica Brasilica* 9: 289-302.

SNEDECOR, G. W. & COCHRAN, W. G. 1967. *Statistical methods*. 6 ed. Iowa State University Press, Ames.

SOARES-SILVA, L.H. & BARROSO, G.M. 1992. Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta na porção norte do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-PR, Brasil. *In* Anais do VIII Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, v. 1, p. 101-112.

SOARES-SILVA, L.H., BIANCHINI, E., FONSECA, E.P., DIAS, M.C., MEDRI, M.E., ZANGARO FILHO, W. 1992. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do Rio Tibagi. 1. Fazenda Doralice-Ibiporã, PR. *In* Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas, v.1, p. 199-206.

SOUZA, A.F. 2007. Ecological interpretation of multiple population size structures in trees: the case of *Araucaria angustifolia* in South America. *Austral Biology* 32: 524-533.

SPOSITO, T.C. & SANTOS, F.A.M. 2001. Scaling of stem and crown in eight *Cecropia* (Cecropiaceae) species of Brazil. *American Journal of Botany* 88: 939-949.

VIEILLEDENT, G., COURBAUD, B., KUNSTLER, G., DHÔTE, J.F., CLARK, J.S. 2010. Individual variability in tree allometry determines light resource allocation in forest ecosystems: a hierarchical Bayesian approach. *Oecologia* 163:759–773

WRIGTH, S.J., MULLER-LANDAU, H.C., CONDIT, R., HUBBELL, S.P. 2003. Gap dependent recruitment, realized vital rates, and size distributions of tropical trees. *Ecology* 84: 3174-3185.

ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4 ed. Prentice-Hall International, New Jersey.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por ser uma espécie esciófita, *Chrysophyllum gonocarpum* apresentou acentuada variação demográfica entre as áreas topograficamente diferentes, com maior quantidade de indivíduos na área de platô. A área declivosa apresentou muitos afloramentos rochosos, menor cobertura do dossel que proporcionou menor umidade do solo o que desfavoreceu a decomposição de um maior volume da serapilheira. Sendo assim, o declive apresentou características inadequadas para o estabelecimento de grande quantidade de indivíduos da espécie.

Observou-se que os indivíduos que se estabeleceram na AD, se adaptaram às condições impostas pela topografia apresentando diferenças arquiteturais para suportar as pressões do declive.

Em todas as áreas verificou-se aleatoriedade na distribuição espacial dos indivíduos. Considerando especificamente AD, estes resultados indicam que se o sucesso dos indivíduos desta espécie ocorre em microsítios favoráveis, estes são tão diminutos que, pelo método da autocorrelação espacial (índice de Moran) não foram detectados. Mas para melhor conhecimento do comportamento populacional de *C. gonocarpum* na área de declive seria necessário estudos em longo prazo para maiores inferências.

Os resultados revelados neste estudo possibilitam afirmar que o conhecimento de pelo menos parte da ecologia populacional de uma espécie arbórea frente às variações ambientais em que ela esteja submetida é importante tanto para a escolha de espécies para ações de reflorestamento, em áreas abioticamente distintas, quanto para o manejo sustentável de fragmentos florestais.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, P.M., SANTOS, F.A.M., & MARTINS, F.R. 2007. Size structure and fertility in an *Eriocnema fulva* Naudin (Melastomataceae) population in Southeastern Brazil. *Brazilian Journal Biology* 67: 685-693.
- AQUINO, F.G., WALTER, B.M.T., & RIBEIRO, J. 2007. Dinâmica de populações de espécies lenhosas de cerrado, Balsas, Maranhão. *Revista Árvore* 31: 793-803.
- BIANCHINI, E. 1998. Ecologia de População de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.
- BIANCHINI, E., POPOLO, R.S., DIAS, M.C., PIMENTA, J.A. 2003. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, Sul do Brasil. *Acta Botânica Brasilica* 17: 405-419.
- BIANCHINI, E., PIMENTA, J.A., & SANTOS, F.A.M. 2006. Fenologia de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. (Sapotaceae) em floresta semidecídua do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 595-602.
- CARVALHO, D.A., OLIVEIRA-FILHO, A.T., VAN DEN BERG, E., FONTES, M.A.L., VILELA, E.A., MELO MARQUES, J.J.G.S., CARVALHO, W.A.C. 2005a. Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma floresta ombrófila alto - montana às margem do rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19: 91-109.
- CARVALHO, D.A., OLIVEIRA-FILHO, A.T., VILELA, E.A., CURI, N., VAN DEN BERG, E., FONTES, M.A.L., BOTEZELLI, L. 2005b. Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28: 329-345.
- CARVALHO, W.A.C., OLIVEIRA FILHO, A.T., FONTES, M.A.L., CURI, N. 2007. Variação espacial da estrutura da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua em Piedade do Rio Grande, MG, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 315-335.
- CARVALHO, L.C.S., GONZAGA, A.P.D., MACHADO, E.L.M., SOUZA, H., BOTREL, R.T., SILVA, V.F., RODRIGUES, L.A., OLIVEIRA-FILHO, A.T. de. 2009. Estrutura temporal de sete populações em três fragmentos florestais no alto rio Grande, Minas Gerais. *Cerne* 15:58-66.
- COSTA, J.A. 2009. Estudo populacional de *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. (Apocynaceae) em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no sul do Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná.
- CRAWLEY, M.J. 2003. *Plant Ecology*. 2 ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- DE STEVEN, D. 1994. Tropical tree seedling dynamics: recruitment patterns and their

population consequences for three canopy species in Panama. *Journal of Tropical Ecology* 10: 369-383.

FONSECA, M.G., MARTINI, A.M.Z., & SANTOS, A.F.M. 2004. Spatial structure of *Aspidosperma polyneuron* in two semi-deciduous Forest in Southeast Brazil. *Journal of Vegetation Science* 15: 15-41.

FRANÇA, V.D. 2002. O Tibagi no contexto hidrogeográfico paranaense. *In A bacia do rio Tibagi* (M.E. Medri, E. Bianchini, O.A. Shibatta, J.A. Pimenta eds). Edição dos Autores, Londrina, p. 45-64.

GETZIN, S., WIEGAND, T., & WIEGAND, K., HE, F. 2008. Heterogeneity influences spatial patterns and demographics in forest stands. *Journal of Ecology* 96: 807-820.

IPARDES, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. 2008. Anuário Estatístico do Estado do Paraná.

JONGEJANS, E., JORRITSMA-WIENK, L.D., BECKER, U., DOSTÁL, P., MILDÉN, M., DE KROON, H. 2010. Regions versus site variation in the population dynamics of three short-lived perennials. *Journal of Ecology* 98: 279-289.

KING, D.A. 1996. Allometry and life history of tropical trees. *Journal of Tropical Ecology* 12: 25-44.

LORENZI, H. 2002. Árvores brasileiras - manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, vol. 1. 4 ed. Plantarum, São Paulo.

MAACK, R. 1981. Geografia Física do Paraná. 2 ed. J.Olympio/Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, Rio de Janeiro/Curitiba.

McMAHON, T.A. 1973. Size and shape in biology. *Science* 179: 1201-1204.

MEDRI, M.E., BIANCHINI, E., SHIBATTA O.A., PIMENTA, J.A. 2002a. Capítulo de apresentação. *In A bacia do rio Tibagi* (M.E. Medri, E. Bianchini, O.A. Shibatta, J.A. Pimenta eds). Edição dos Autores, Londrina, p.17-18.

MEDRI, M.E., BIANCHINI, E., PIMENTA, J.A., COLLI, S., MULLER, C. 2002b. Estudos sobre a tolerância ao alagamento em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi. *In A bacia do rio Tibagi* (M.E. Medri, E. Bianchini, O.A. Shibatta, J.A. Pimenta eds). Edição dos Autores, Londrina, p.133-172.

NISHIMURA, T.B. & SUZUKI, E. 2001. Allometric differentiation among tropical tree seedlings in heath and peat-swamp forests. *Journal of Tropical Ecology* 17: 667-681.

NORRIS, K. & McCULLOCH, N. 2003. Demographic models and the management of endangered species: a case study of the critically endangered Seychelles magpie robin. *Journal of Applied Ecology* 40: 890-899.

OSUNKOYA, O.O., OMAR-ALI, K., AMIT, N., DAYAN, J., DAUD, D.S., SHENG, T.K. 2007. Comparative height-crown allometry and mechanical design in 22 tree species of

- Kuala Belalong Rainforest, Brunei, Borneo. *American Journal of Botany* 94: 1951-1962.
- PAVANELLI, A.P. 2009. Estudo Populacional de *Astronium graveolens* Jacq. (Anacardiaceae) em áreas topograficamente distintas de fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual do sul do Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná.
- PINESE, J.P.P. 2002. Síntese geológica da Bacia do rio Tibagi. . *In A Bacia do Rio Tibagi*, (M.E. Medri, E. Edmilson, O.A. Sibatta e J.A. Pimenta, eds.). Edição dos Autores, Londrina, p. 21-43.
- PORTELA, R.C.Q. & SANTOS, F.A.M. 2003. Alometria de plântulas e jovens de espécies arbóreas: copa x altura. *Biota Neotropica* 3: 01-05.
- PUHAKKA, M. & KALLIOTA, R. 1995. Foodplain vegetation mosaics in western Amazonia. *Biogeographica* 71: 1-14.
- RAMIREZ, N. & ARROYO, M.K. 1990. Estructura poblacional de *Copaifera pubiflora* Benth. (Leguminosae, Caesalpinioideae) em los Altos Llanos Centrales de Venezuela. *Biotropica* 22: 124-132.
- REITZ, R. 1968. Sapotáceas. *In Flora Catarinense* (R. Reitz ed). Herbário “Barbosa Rodrigues”, Itajaí, p. 1-72.
- RICH, P.M., HELENURM, K., KEARNS, D., MORSE, S.R., PALMER, M.W., SHORT, L. 1986. Height and stem diameter relationships for dicotyledonous trees and arborescent palms of Costa Rica Tropical Wet Forest. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 113: 241-246.
- RICKLEFS, R.E. 2001. *Economia da natureza*. 5.ed. Guanagara Koogan, Rio de Janeiro.
- RODRIGUES, L.A., CARVALHO, D.A., OLIVEIRA-FILHO, A.T., CURI, N. 2007. Efeitos de solo e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Luminárias, MG. *Revista Árvore* 31: 25-35.
- SHEIL, D., BURSLEM, D.F.R.P., & ALDER, D. 1995. The interpretation an misinterpretation of mortality rate measures. *Journal of Ecology* 83: 331-333.
- SILVA, M.G.P.C., MARTINI, A.M.Z., & ARAÚJO, Q.R. de. 2009. Estrutura populacional de *Euterpe edulis* Mart. no sul da Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 32: 393-403.
- SILVA, F.C., FONSECA, E.P., SOARES-SILVA, L.H., MULLER, C., BIANCHINI, E. 1995. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi. 3. Fazenda Bom Sucesso, município de Sapopema, Pr. *Acta Botanica Brasilica* 9: 289-302.
- SILVEIRA, M. 1993. Estudo da vegetação em uma toposequência no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

- SOARES, F.S. & MEDRI, M. 2002. Alguns aspectos da colonização da bacia do rio Tibagi. *In* A Bacia do rio Tibagi (M.E. Medri, E. Bianchini, O.A. Shibatta, J.A. Pimenta eds). Edição dos Autores, Londrina, p. 69-79.
- SOARES-SILVA, L.H. & BARROSO, G.M. 1992. Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta na porção norte do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-PR, Brasil. *In* Anais do VIII Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, v.1, p. 101-112.
- SOARES-SILVA, L.H., BIANCHINI, E., FONSECA, E.P., DIAS, M.C., MEDRI, M.E., ZANGARO FILHO, W. 1992. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do Rio Tibagi. 1. Fazenda Doralice-Ibiporã, PR. *In* Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas v.1, p. 199-206.
- SOUZA, J.S., ESPÍRITO-SANTO, F.D.B., LEITE FONTES, M.A., OLIVEIRA-FILHO, A.T., BOTEZELLI, L. 2003. Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do rio Capivari, Lavras, MG. *Revista Árvore* 27: 185-206.
- SPOSITO, T.C. & SANTOS, F.A.M. 2001. Scaling of stem and crown in eight *Cecropia* (Cecropiaceae) species of Brazil. *American Journal of Botany* 88: 939-949.
- TOREZAN, J.M.D. 2002. Nota sobre a vegetação da bacia do rio Tibagi. *In* A bacia do rio Tibagi (M.E. Medri; E. Bianchini; O.A. Shibatta e J.A. Pimenta eds). Londrina, Edição dos Autores, p. 103-107.
- VELOSO, P.H., RANGEL-FILHO, A.L.R., & LIMA, J.C.A. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro.
- WEST, C.J. 1995. Sustainability of *Beilschmiedia tawa*-dominated Forest en New Zealand: population predictions based on transition matrix model analysis. *Australian Journal of Botany* 43: 51-71.

ANEXOS

ANEXO A

INSTRUÇÕES AO AUTOR

A Revista Brasileira de Botânica (RBB), periódico editado pela Sociedade Botânica de São Paulo (SBSP), publica artigos originais de pesquisa completos e notas científicas em Ciências Vegetais, em Português, Espanhol ou Inglês, sendo recomendado este último. Os manuscritos completos (incluindo figuras e tabelas), em quatro cópias, devem ser enviados ao Editor Responsável da Revista Brasileira de Botânica, Caixa Postal 57088, 04089-972 São Paulo, SP, Brasil.

A aceitação inicial dos trabalhos depende de decisão do Corpo Editorial. Os artigos devem conter as informações estritamente necessárias para a sua compreensão. Artigos que excedam 15 páginas impressas (cerca de 30 páginas digitadas, incluindo figuras e tabelas), poderão ser publicados, a critério do Corpo Editorial. Fotografias coloridas poderão ser publicadas, a critério do Corpo Editorial, devendo o(s) autor(es) cobrir os custos de publicação das mesmas. As notas científicas deverão apresentar contribuição científica ou metodológica original e não poderão exceder 10 páginas digitadas, incluindo até 3 ilustrações (figuras ou tabelas). Notas científicas seguirão as mesmas normas de publicação dos artigos completos. Artigos de revisão podem ser publicados, a convite do corpo editorial. Serão fornecidas, gratuitamente, 20 separatas dos trabalhos nos quais pelo menos um dos autores seja sócio quite da SBSP. Para os demais casos, as separatas poderão ser solicitadas por ocasião da aceitação do trabalho e fornecidas ao preço de custo.

Instruções aos autores

Preparar todo o manuscrito com numeração seqüencial das páginas utilizando: Word for Windows versão 6.0 ou superior; papel A4, todas as margens com 2 cm; fonte Times New Roman, tamanho 12 e espaçamento duplo. Deixar apenas um espaço entre as palavras e não hifenizá-las. Usar tabulação (tecla Tab) apenas no início de parágrafos. Não usar negrito ou sublinhado. Usar itálico apenas para nomes científicos, palavras e expressões em latim, diagnoses de táxons novos e nomes e números de coletores.

Formato do manuscrito

Primeira página - Título: conciso e informativo (em negrito e apenas com as iniciais

maiúsculas); nome completo do(s) autor(es) (em maiúsculas); filiação e endereço completo como nota de rodapé, indicando autor para correspondência e respectivo e-mail; título resumido. Auxílios, bolsas recebidas e números de processos, quando for o caso, devem ser referidos no item Agradecimentos.

Segunda página - ABSTRACT (incluir título do trabalho em inglês), Key words (até 5, em inglês) RESUMO (incluir título do trabalho em português), Palavras-chave (até 5, em português). O Abstract e o Resumo devem conter no máximo 250 palavras.

Texto - Iniciar em nova página colocando seqüencialmente: Introdução, Material e métodos, Resultados / Discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas.

Citar cada figura e tabela no texto em ordem numérica crescente. Colocar as citações bibliográficas de acordo com os exemplos: Smith (1960) / (Smith 1960); Smith (1960, 1973); Smith (1960a, b); Smith & Gomez (1979) / (Smith & Gomez 1979); Smith *et al.* (1990) / (Smith *et al.* 1990); (Smith 1989, Liu & Barros 1993, Araujo *et al.* 1996, Sanches 1997).

Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações de material botânico, incluindo ordenadamente: local e data de coleta, nome e número do coletor e sigla do herbário, conforme os modelos a seguir: BRASIL: MATO GROSSO: Xavantina, s.d., *H.S. Irwin s.n.* (HB 3689). SÃO PAULO: Amparo, 23-XII-1942, *J.R. Kuhlmann & E.R. Menezes 290* (SP); Matão, ao longo da BR 156, 8-VI-1961, *G. Eiten et al. 2215* (SP, US). Abreviaturas de nomes de autores de táxons devem seguir Brummit & Powell (1992). Abreviaturas de obras em trabalhos taxonômicos devem seguir o BPH. Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (S.E. Sanchez, dados não publicados)

Citar números e unidades da seguinte forma:

- Escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades ou indiquem numeração de figuras ou tabelas.
- Utilizar, para número decimal, vírgula nos artigos em português ou espanhol (10,5 m) ou ponto nos artigos escritos em inglês (10.5 m).
- Separar as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens ou para graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas); utilizar abreviações sempre que possível.
- Utilizar, para unidades compostas, exponenciação e não barras (Ex.: mg.dia-1 ao

invés de mg/dia, $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}$ ao invés de $\mu\text{mol}/\text{min}$).

Não inserir espaços para mudar de linha, caso a unidade não caiba na mesma linha.

Não inserir figuras no arquivo do texto.

Referências bibliográficas - Indicar ao lado da referência, a lápis, a(s) página(s) onde a mesma foi citada.

Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos:

ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, New Jersey.

YEN, A.C. & OLMSTEAD, R.G. 2000. Phylogenetic analysis of *Carex* (Cyperaceae): generic and subgeneric relationships based on chloroplast DNA. *In* Monocots: Systematics and Evolution (K.L. Wilson & D.A. Morrison, eds.). CSIRO Publishing, Collingwood, p.602-609.

BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. *In* Flora Brasiliensis (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds.). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.

DÖBEREINER, J. 1998. Função da fixação de nitrogênio em plantas não leguminosas e sua importância no ecossistema brasileiro. *In* Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros (S. Watanabe, coord.). ACIESP, São Paulo, v.3, p.1-6.

FARRAR, J.F., POLLOCK, C.J. & GALLAGHER, J.A. 2000. Sucrose and the integration of metabolism in vascular plants. *Plant Science* 154:1-11.

PUNT, W., BLACKMORE, S. & LETHOMAS, A. 1999. Glossary of pollen and spore terminology. <http://www.biol.ruu.nl/~palaeo/glossary/glos-int.htm> (acesso em 10/04/2003).

Citar dissertações ou teses somente em caráter excepcional, quando as informações nelas contidas forem imprescindíveis para o entendimento do trabalho e quando não estiverem publicadas na forma de artigos científicos. Nesse caso, utilizar o seguinte formato:

SANO, P.T. 1999. Revisão de *Actinocephalus* (Koern.) Sano - Eriocaulaceae. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Não citar resumos de congressos.

Tabelas

Usar os recursos de criação e formatação de tabela do Word for Windows. Evitar abreviações (exceto para unidades).

Colocar cada tabela em página separada e o título na parte superior conforme exemplo:

Tabela 1. Produção de flavonóides totais e fenóis totais (% de matéria seca) em folhas de *Pyrostegia venusta*.

Não inserir linhas verticais; usar linhas horizontais apenas para destacar o cabeçalho e para fechar a tabela.

Em tabelas que ocupem mais de uma página, acrescentar na(s) página(s) seguinte(s) "(cont.)" no início de cada nova página, à esquerda.

Figuras

Submeter um conjunto de figuras originais em preto e branco e três cópias com alta resolução.

Enviar ilustrações (pranchas com fotos ou desenhos, gráficos mapas, esquemas) no tamanho máximo de 23,0 x 17,5 cm, incluindo-se, aí, o espaço necessário para a legenda. Não serão aceitas figuras que ultrapassem o tamanho estabelecido ou que apresentem qualidade gráfica ruim. Figuras digitalizadas podem ser enviadas, desde que possuam nitidez e que sejam impressas em papel fotográfico ou "glossy paper". Figuras em meio digital devem vir em formato .TIF com, pelo menos, 600dpi de resolução e nunca devem ser colocados no MS Word ou em Power Point.

Gráficos ou outras figuras que possam ser publicados em uma única coluna (8,5 cm) serão reduzidos; atentar, portanto, para o tamanho de números ou letras, para que continuem visíveis após a redução. Tipo e tamanho da fonte, tanto na legenda quanto no gráfico, deverão ser os mesmos utilizados no texto. Gráficos e figuras confeccionados em planilhas eletrônicas devem vir acompanhados do arquivo com a planilha original.

Colocar cada figura em página separada e o conjunto de legendas das figuras, seqüencialmente, em outra(s) página(s).

Utilizar escala de barras para indicar tamanho. A escala, sempre que possível, deve vir à esquerda da figura; o canto inferior direito deve ser reservado para o número da(s) figura(s).

Detalhes para a elaboração do manuscrito são encontrados nas últimas páginas de cada fascículo. Sempre que houver dúvida consulte o fascículo mais recente da RBB.

O trabalho somente receberá data definitiva de aceite após aprovação pelo Corpo Editorial, tanto em relação ao mérito científico quanto ao formato gráfico. A versão final do trabalho, aceita para publicação, deverá ser enviada em uma via impressa e em disquete, devidamente identificados.