

## ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DE COPAS E CLAREIRAS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO CENTRO-SUL DO ESTADO PARANÁ

Carlos Roberto Sanquetta<sup>1</sup>, Ana Paula Dalla Corte<sup>2</sup> e Natacha Kovalek<sup>3</sup>

**Resumo:** O crescimento da Floresta Ombrófila Mista está associado à sua estrutura de dossel, à formação de clareiras e a composição de espécies nos estratos verticais. Este estudo visou avaliar a estrutura e a composição do dossel de um fragmento de floresta e seus estratos verticais. Relacionaram-se também o tamanho das copas das diferentes espécies e a abertura de clareiras com os diâmetros dos fustes das árvores. Na área de estudo localizada no centro-sul do estado do Paraná, foram analisadas as copas das árvores de distintos grupos de espécies com DAP >10cm, divididas em três estratos verticais: superior (>15 m), médio (7-15m) e inferior (<7m). A cobertura de copas do estrato superior foi de 41,48%, com 58,52% de clareiras. Considerando os estratos superior e médio a cobertura foi de 60,74% e considerando os três estratos foi de 70,87%, retratando uma floresta de elevado nível de cobertura. A maior parte das copas das árvores apresentou tamanho entre 5 e 10 m<sup>2</sup>, ocorrendo também um grande número de árvores com copas com superfícies entre 10 e 20 m<sup>2</sup>. A distribuição de frequência das áreas de copa é do tipo unimodal positiva. A araucária foi dominante no dossel, com 30,9% da cobertura de copa, bem como a espécie que apresentou os maiores tamanhos de copas, algumas ultrapassando 100 m<sup>2</sup>. A correlação entre DAP e área de copa é de média magnitude. Concluiu-se que a floresta em questão apresenta área expressiva de aberturas denotando um grau de alteração da mesma.

Palavras-chave: Clareiras. Dossel. Estratificação vertical. Floresta com Araucária.

### 1 Introdução

A Floresta Ombrófila Mista é uma das fitofisionomias mais notáveis do Bioma Mata Atlântica que originalmente recobria grande parte da região sul do Brasil e se abrigava em alguns relictos no sudeste. A supressão da maior parte desta floresta decorreu do processo de colonização e ocupação do solo por atividades antrópicas. Atualmente a sua área remanescente é de 26,97% de sua extensão (PROBIO, 2007).

A maior parte dos remanescentes da Floresta Ombrófila Mista compõe um mosaico de fragmentos em diferentes estágios sucessionais. Conservar e recuperar esses remanescentes é uma prioridade e um desafio. Conhecimentos científicos sobre a estrutura, dinâmica e biodiversidade são prementes para delinear estratégias com esse fim. Informações sobre composição, fitossociologia e dinâmica do crescimento da Floresta Ombrófila Mista já foram publicadas por inúmeros autores, entre os quais, Pizatto (1999), Bittencourt, Dalla Corte e Sanquetta (2004), Sanquetta, Dalla

Corte e Einfeld, (2003), Sanquetta e Mattei (2006), Barth Filho (2002), Durigan (1999) e Longhi (1980). Todavia, existem lacunas relevantes na pesquisa sobre a estrutura do dossel dessas florestas que precisam ser clarificadas com vistas a traçar políticas públicas, planos e ações de governo e legislação mais específicos para esta fitofisionomia, especialmente porque a criação de unidades de conservação, a fiscalização e o controle não têm sido suficientes para inibir a contínua degradação que ainda assola a Floresta com Araucária.

Além da degradação antrópica existem fenômenos naturais que afetam a estrutura e composição da floresta, repercutindo na sua dinâmica de crescimento, regeneração e diversidade. Clareiras são formadas continuamente na floresta em virtude de eventos meteorológicos e sincológicos e autoecológicos. Segundo Brokaw (1982a), a clareira é definida como uma abertura no dossel que se estende verticalmente para o solo, através de todos os estratos de vegetação. As clareiras possuem tamanhos

<sup>1</sup> E-mail: sanquetta@ufpr.br

<sup>2</sup> E-mail: anapaulacorte@gmail.com – Departamento de Ciências Florestais da UFPR. Rua Lothário Meissner, 632. CEP 80.210-170. Curitiba, Paraná.

<sup>3</sup> E-mail: natacha\_kovalek@hotmail.com

e formatos diversificados e esta variação depende do agente causador. De acordo com Hartshorn (1980), as clareiras podem ser pequenas devido a uma queda de um galho, por exemplo, ou podem chegar até mesmo a uma área maior de um hectare. O tamanho da clareira pode estar correlacionado também com a estratificação vertical da floresta. Em cada um dos estratos estão presentes diferentes tipos e quantidades de espécies de árvores.

As clareiras podem ser consideradas como um dos efeitos dos distúrbios que ocorrem em florestas e são importantes para compreender a dinâmica e a estrutura das florestas. Runkle (1981) define clareira como uma área do solo, sob a abertura do dossel, delimitada pelas bases das árvores que a compõe e circundam a abertura do mesmo. De acordo com Carvalho, Fontes e Oliveira Filho (2000), haverá sempre uma diferença na dinâmica da composição florística entre uma clareira grande e uma pequena. Para Brokaw (1982b), as grandes clareiras são responsáveis pela permanência das espécies pioneiras, heliófitas, no interior das florestas, ampliando sua diversidade florística.

A contínua formação de clareiras de diferentes tamanhos decorre da morfometria e composição específica do dossel e dos demais estratos verticais da floresta. No estrato superior, conhecido como dossel da floresta, encontram-se as árvores mais altas e geralmente com as maiores copas. Na maioria das vezes, a abertura das clareiras tem início neste estrato e em geral, quando de distúrbios presentes nesta, são de grande magnitude. Os estratos médio e inferior, via de regra formados por árvores de menores dimensões, formam o subdossel da floresta,

os quais abrigam, quase sempre, a maior quantidade de espécies de árvores. Essas árvores, quando morrem, formam clareiras menores, também alterando a entrada de radiação solar. Para Orians (1982), a entrada de radiação solar para o interior da floresta aumenta devido ao tamanho da clareira e decresce de acordo com a altura do dossel, existindo um aumento gradativo no fluxo de luz da menor para a maior clareira.

O presente trabalho tem como objetivo elucidar a estrutura e a composição do dossel de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista e seus estratos verticais inferiores, bem como associar o tamanho das diferentes espécies com a abertura de clareiras, relacionando as áreas de copa com os diâmetros dos fustes das árvores.

## 2 Material e métodos

Este trabalho foi realizado na estação experimental de São João do Triunfo, pertencente à Universidade Federal do Paraná, localizada no município de mesmo nome, centro-sul do estado do Paraná, distando a aproximadamente 125 km de Curitiba (Figura 1). Na área, de 32 hectares, foram instaladas quatro parcelas permanentes, sendo três com área de um hectare (100m x 100m) e uma com meio hectare (50m x 100m), divididas em subparcelas de 10m x 10m para facilitar o trabalho de coleta de dados. Anualmente ocorre o monitoramento das quatro parcelas quando são remeidos todos os diâmetros das árvores cadastradas com diâmetro à altura do peito – DAP - mínimo de 10 cm e o registro de ingresso e de mortalidade desde 1995.



Figura 1 – Localização da área de estudo em São João do Triunfo - PR

De acordo com Schaaf et al. (2006) a área de estudo, apesar de não ter sofrido corte raso, foi alterada pelas seguintes intervenções, a) exploração seletiva de araucárias – retirada de indivíduos de grandes dimensões (antes de 1972); b) exploração de erva-mate (antes de 1972); c) corte dos indivíduos mais finos, implementado em algumas parcelas; d) incêndio que afetou as parcelas próximas à estrada (em 1982); e) exploração e poda da erva-mate (em 1983).

A vegetação local é caracterizada como Floresta Ombrófila Mista, de acordo com Velloso et al. (1991), citados por Pizatto (1999). Os solos foram classificados como alissolos, com uma pequena porção de cambissolos. O clima da região, segundo Köppen, é do tipo Cfb - clima temperado sempre úmido, com temperatura média

inferior a 22°C durante o mês mais quente, sem estação de seca, com verões frescos e mais de cinco geadas noturnas durante o ano (PIZATTO, 1999).

Os dados analisados neste trabalho foram tomados de uma das parcelas de 1,00 hectare (100m x 100m) dentre aquelas instaladas e medidas anualmente. Foram utilizados os dados de DAP e altura de 634 árvores, bem como as respectivas projeções das copas traçadas cuidadosamente em campo e transferidas para o *software* AutoCAD® por meio de *scanner*. No programa foi efetuada a localização espacial e o contorno da copa de cada árvore (Figura 2), além do cadastro da espécie e do estrato vertical, sendo a floresta dividida em três estratos verticais, inferior (até 7 metros de altura), médio (entre 7-15 metros) e superior (acima de 15 metros).

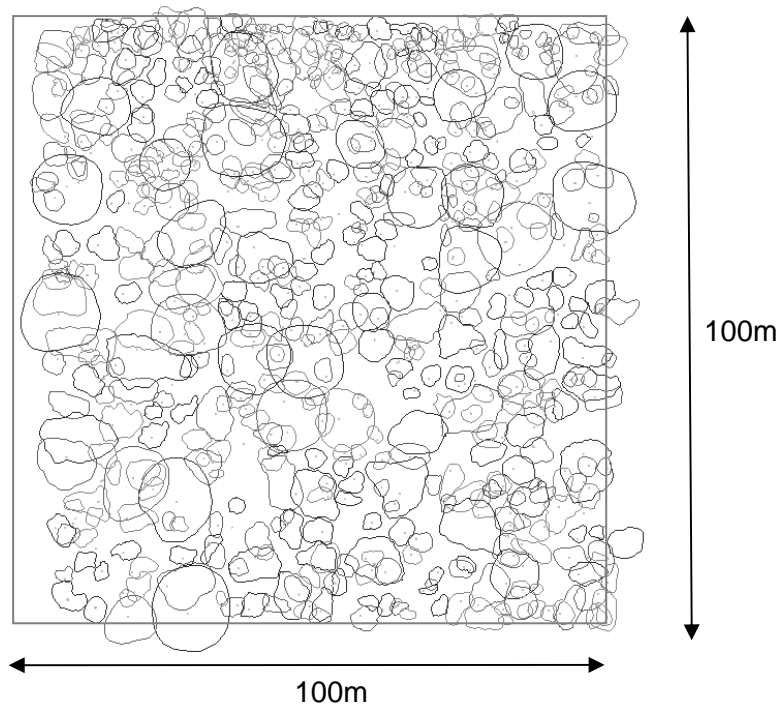


Figura 2 – Projeções das copas das árvores em 1 hectare.

Este estudo centrou-se em dois aspectos, na estrutura e na composição do dossel da floresta e das clareiras. Para o estudo de ambos adotou-se a classificação das espécies em grupos e também sua diferenciação em estratos verticais, possibilitando uma visão da diversidade e da estrutura tridimensional do dossel e dos respectivos estratos.

Todas as árvores contidas na parcela foram classificadas em 4 grupos sendo eles o da Araucária (*Araucaria*

*angustifolia* (Bertol.) Kuntze), o grupo da Imbuia (*Ocotea porosa* (Nees et Martius ex Nees)), o grupo das Canelas (demais espécies de Lauráceas: *Nectandra grandiflora* Nees., *Ocotea puberula* (Rich.) Nees., *Ocotea* sp., *Nectandra* sp., *Cinnamomum sellowianum* (Nees & C. Martius ex Nees), *Cinnamomum vesiculosum* (Nees) Kosterm., *Persea pyrifolia* Nees et Martius ex Nees.) e o grupo das Outras (contendo as demais espécies).

### 3 Resultados e discussão

#### 3.1 Estrutura geral do dossel e das clareiras

A Figura 3 (a, b e c) apresenta o mapa de projeção das copas das 634 árvores ocorrentes na parcela. Estas estão categorizadas nos três estratos verticais considerados. Como mostra a Tabela 3, considerando apenas o estrato superior, ou seja, árvores com altura superior a 15 metros

tem-se uma cobertura de copas de 41,48%, projetando-se todas as copas para o solo e desconsiderando a sobreposição entre elas. Considerando as copas e as respectivas sobreposições, a área ocupada por estas sobe para 46,65%. Assim, por diferença em relação ao hectare, tem-se a abertura de copas ou clareiras, que representa 58,52% do espaço considerado. Portanto, o dossel desta floresta não é contínuo, com elevado grau de abertura, ou seja, com mais de 50% de clareiras.

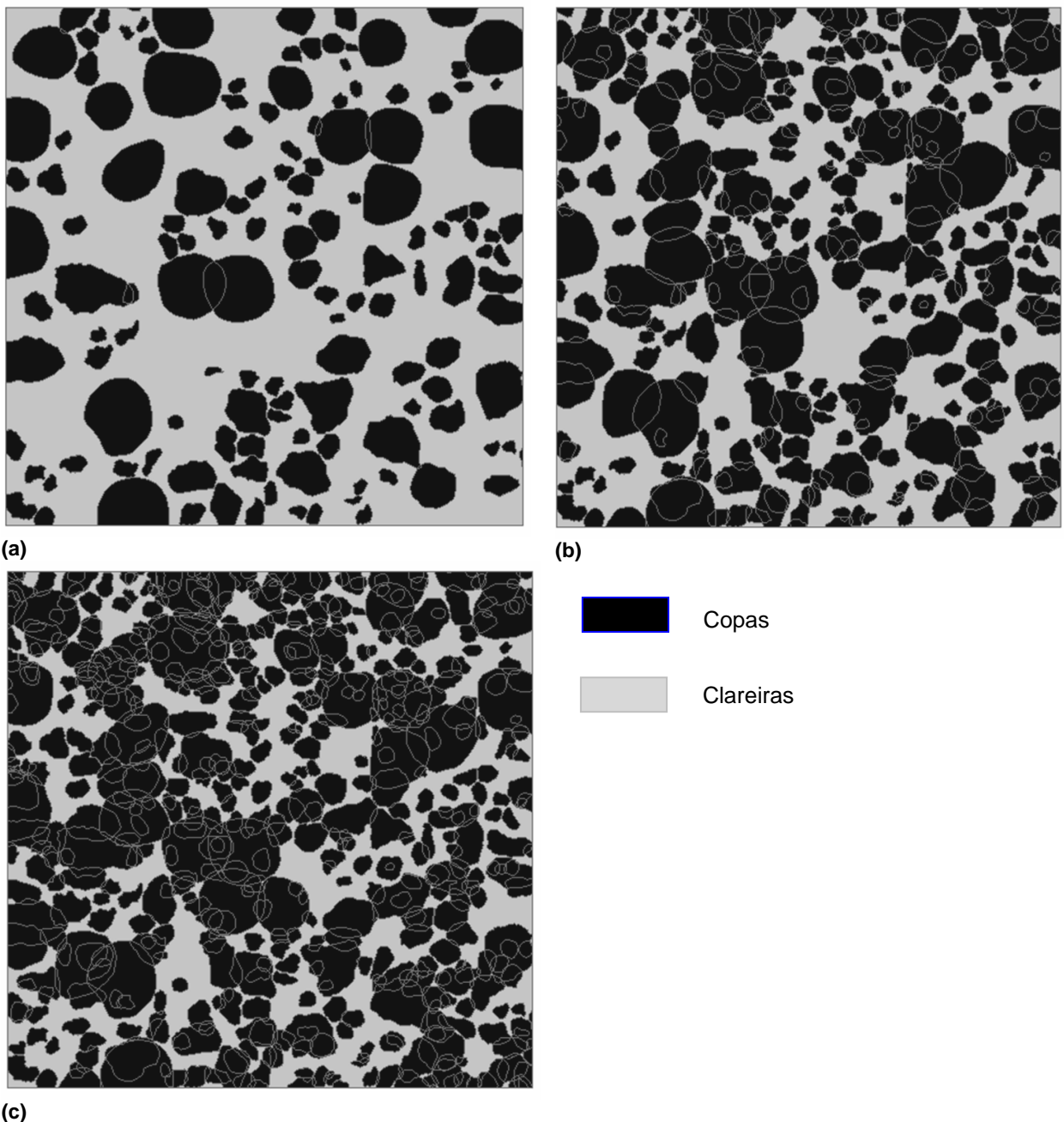


Figura 3 – Projeções de copa em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo - PR, segundo três estratos verticais (a) superior; (b) superior e médio; (c) superior, médio e inferior

Adicionando o estrato médio, que contém as árvores com alturas entre 7 e 15 metros, a cobertura de copas aumenta para 60,74% e o percentual com clareiras cai para 39,26%. Considerando a sobreposição, a área de copas nesta condição sobe para 81,85%. Mesmo neste nível vertical da floresta ainda ocorre um percentual expressivo de clareiras.

Agora, somando as áreas de copa de todos os estratos verticais, ou seja, agregando o estrato inferior à análise, que encerra as árvores inferiores a 7 metros, tem-se uma cobertura de copa de 70,87%, com o percentual de clareiras caindo para 29,13%. Levando em conta a sobreposição das copas a área de cobertura ultrapassa a área do hectare, resultando em um percentual de cobertura de 110,71%.

**Tabela 1 – Áreas com cobertura de copas e de clareiras por estrato vertical de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo - PR**

Condição	Copas (m <sup>2</sup> )	% Copas	Clareiras (m <sup>2</sup> )	% Clareiras
	<b>Estrato Superior</b>			
Projetada para o solo	4.148,01	41,48		
Superfície de copas	4.664,95	46,65	5.851,99	58,52
<b>Estratos superior e médio</b>				
Projetada para o solo	6.074,44	60,74		
Superfície de copas	8.185,38	81,85	3.925,56	39,26
<b>Estratos superior, médio e inferior</b>				
Projetada para o solo	7.087,36	70,87		
Superfície de copas	11.071,64	110,71	2.912,64	29,13

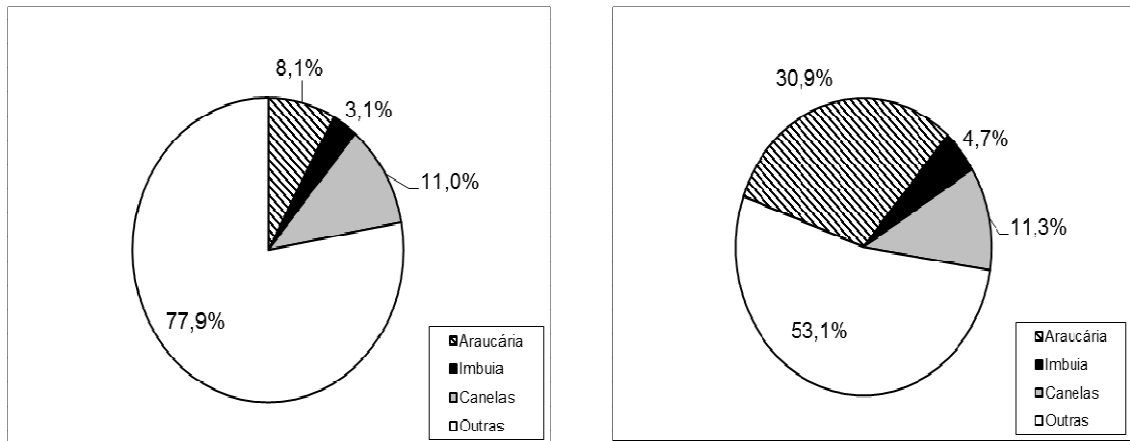
Existem vários conceitos e interpretações de clareiras na floresta e sua relação com a cobertura de copas, que são apresentadas, entre os principais autores, por Runkle (1981), Brokaw (1982a; 1982b), Hubbell e Foster (1986), Lawton e Putz (1988), Runkle (1992), Lundquist e Beatty (2002). A definição de Brokaw (1982a), apesar de ter sofrido severas críticas (LIEBERMAN; LIEBERMAN; PERALTA 1989; BROWN, 1993), foi e continua sendo a mais utilizada. As principais críticas a esta definição estão relacionadas à falta de realismo ao delimitar as influências microclimáticas da abertura no dossel e à incapacidade do método em expressar diferenças no regime de luz em clareiras cercadas por dosséis com diferentes alturas.

### 3.2 Estrutura específica do perfil vertical da floresta

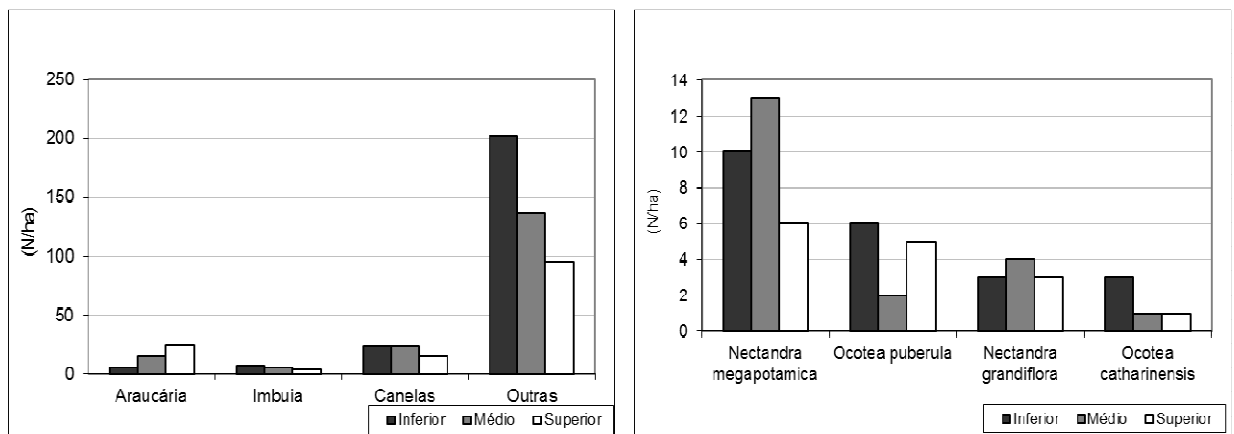
Analisando-se a composição de espécies da floresta e o número de indivíduos em todos os três estratos verticais, verifica-se que não há um predomínio claro de determinadas espécies. Isto é, um grande número de espécies forma a estrutura da comunidade em questão, ou

seja, aproximadamente 78% da densidade total é representada por vários táxons que não são as espécies chaves (araucária, imbuia e canelas) e que detêm a maior parte da cobertura de copas, como será explanado a seguir. Quando se analisa a participação das espécies na cobertura de copas, evidencia-se que a araucária, a imbuia e as canelas passam a demonstrar maior importância estrutural, respondendo por 47% da cobertura de copa da floresta (Figura 4), sendo a araucária a espécie com maior percentual de cobertura de copas (30,9%).

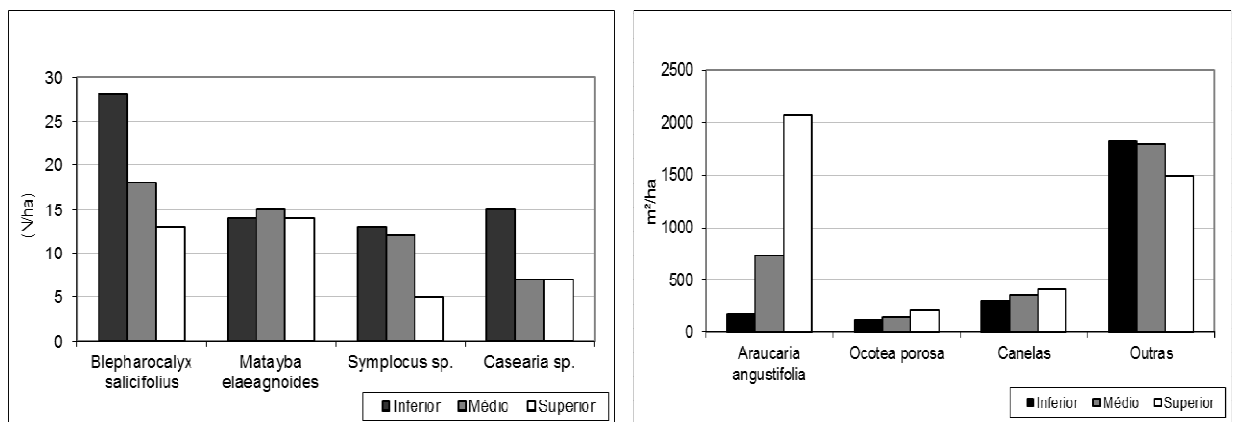
No tocante à participação dos estratos, percebe-se que as espécies apresentam comportamentos distintos. A araucária ocorre com maior densidade no estrato superior, apresentando a maior fração de área de cobertura de copas da floresta nesse estrato. Tanto a densidade como as áreas de copas decrescem nos estratos médio e inferior. As demais espécies, incluindo a imbuia e as canelas, apresentam maior densidade no estrato inferior e médio, com poucos indivíduos no estrato superior. Para a variável área de copas, observou-se que todas as espécies, com exceção do grupo outras, apresentaram maiores áreas de superfícies no estrato superior (Figura 5).



(a) (b)  
Figura 4 – Participação dos grupos de espécies em número de indivíduos e em área de copa em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo – PR (a) número de indivíduos; (b) área de copas.



(a) (b)



(c) (d)  
Figura 5 – Participação dos grupos de espécies em número de indivíduos e em área de copa em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo – PR, por estrato vertical (a) indivíduos por grupo; (b) indivíduos por estrato das canelãs; (c) indivíduos por estrato das outras espécies; (d) área de copas.

Estes diferentes comportamentos biométricos das espécies estão atrelados à sua autoecologia, notadamente no que diz respeito à tolerância à sombra. A araucária é uma espécie geralmente com baixa incidência em áreas sombreadas sob o dossel, em virtude de não tolerar condições desfavoráveis de luz (SANQUETTA; MATTEI, 2006). Já o comportamento da imbuia, das canelas e de outras espécies de menor expressão na estrutura da floresta, denota maior tolerância à sombra. Contudo, analisando-se as espécies de canelas e outros táxons incluídos em “outras”, de forma mais específica, observa-se que não há um comportamento uniforme em termos de estratificação vertical, mostrando que a ocupação do espaço e a respectiva adaptação das espécies se alteram de táxon para táxon em função das condições vigentes (Figura 5).

### 3.3 Estrutura específica das copas das árvores que compõem a floresta

A maior parte das copas das árvores que compõem a floresta em análise possui

tamanho entre 5 e 10 m<sup>2</sup>, ocorrendo também um grande número de árvores com copas com superfícies entre 10 e 20 m<sup>2</sup>. Conforme se vê na Figura 6, a distribuição de frequência das áreas de copa é do tipo unimodal positiva, acompanhando a distribuição de tamanhos verificada em florestas naturais tropicais e subtropicais. A distribuição diamétrica nessas florestas tem o conhecido padrão J invertido. Possivelmente o comportamento das copas seja o mesmo, como sugerido pela Figura 6. Entretanto, como somente foram consideradas neste estudo as árvores com DAP acima de 10 cm, não se têm retratado as áreas de copa dos indivíduos menores, mas é esperado que os indivíduos menores tenham copas inferiores a 5 m<sup>2</sup>.

Verificou-se que a araucária possui copas de tamanhos variados, desde menores que 5 m<sup>2</sup> até acima de 100 m<sup>2</sup>, porém predominam as grandes copas, sendo a única espécie com representantes na última classe de área de copa. Já a imbuia apresentou o curioso fato de ter praticamente o mesmo número de indivíduos em todas as classes de copa, exceto na maior classe.

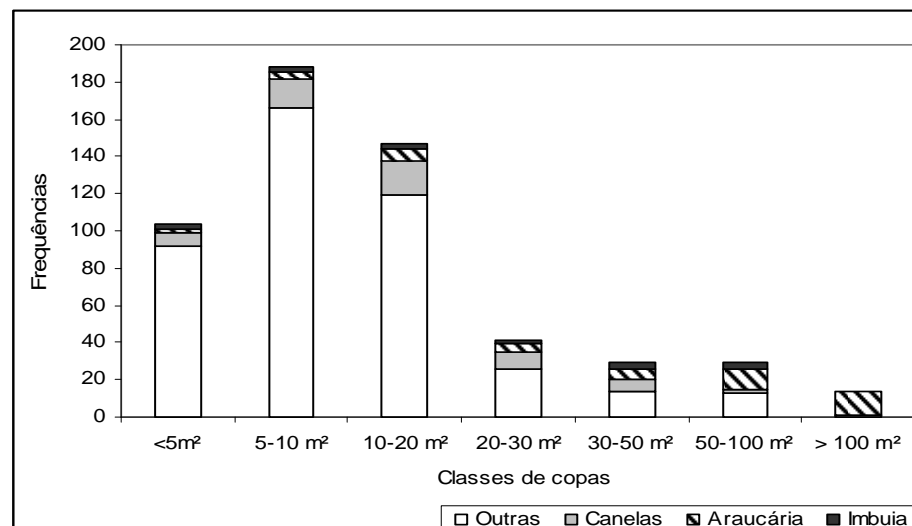


Figura 6 – Número de copas por classe de tamanho e espécie em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo – PR

### 3.4 Relação de área individual de copa x diâmetro das árvores

Outra relação explorada neste estudo foi referente à copa individual das árvores que compõem a área em estudo e o seu diâmetro à altura do peito (DAP). Na Figura 7 vê-se a relação da área de copa x

DAP em cada um dos três estratos verticais considerados em análise.

Nota-se uma tendência crescente nessa relação, como era de se esperar, ou seja, árvores de maior DAP possuem maiores áreas de copa, mas a dispersão de pontos é marcante, indicando que nem sempre as árvores com copas grandes possuem grandes diâmetros e vice-versa.

Verifica-se adicionalmente que árvores com as maiores copas são as predominantes no estrato superior, embora existam árvores do dossel (estrato superior) que possuem copas

pequenas, assim como árvores com copas grandes que estão em níveis mais baixos no perfil vertical.

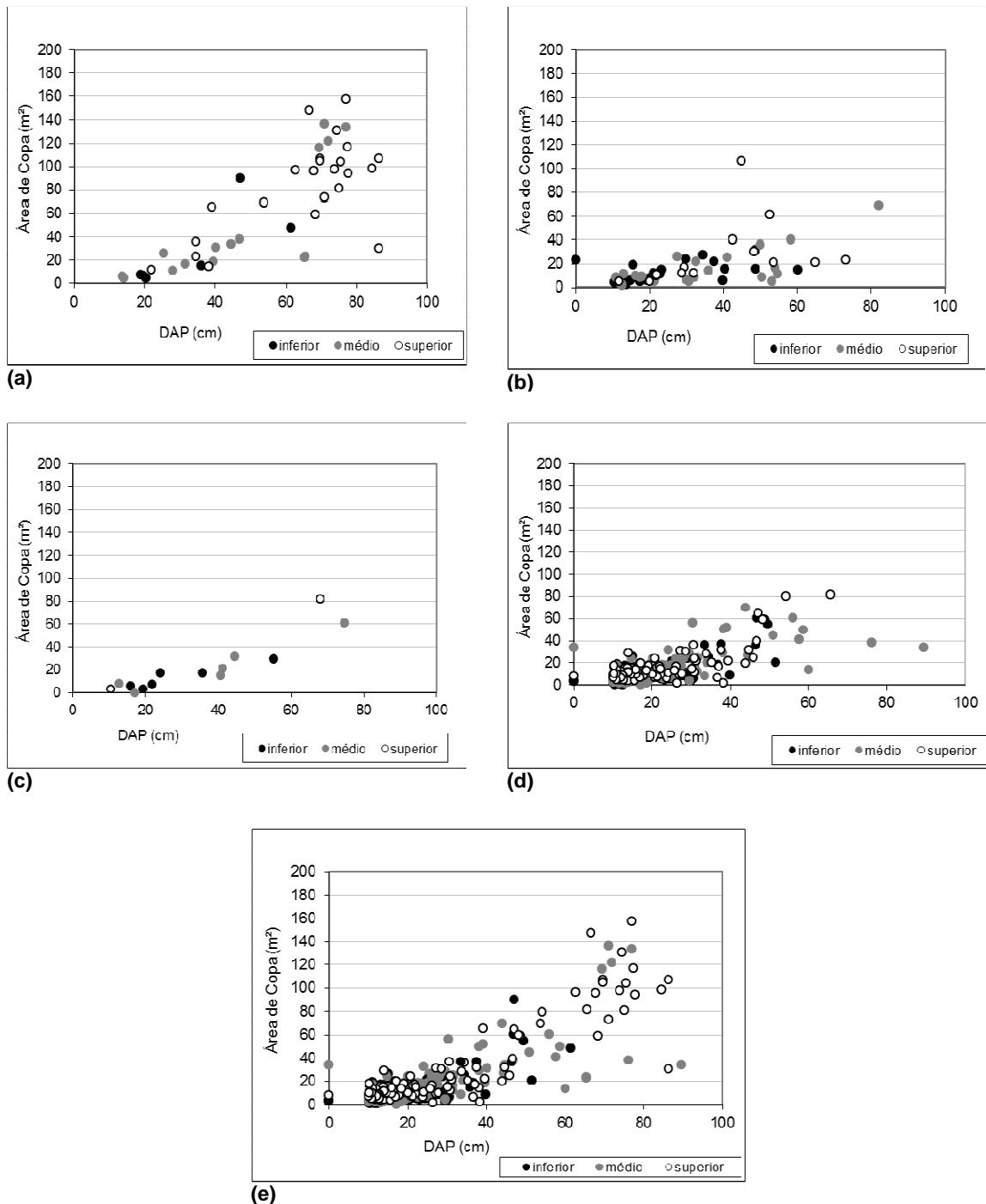


Figura 7 – Relação do DAP das árvores com as áreas de copas, (a) árvores do grupo araucária; (b) árvores do grupo canelãs; (c) árvores do grupo embuia; (d) árvores do grupo outras; (e) árvores de todos os grupos.

Conforme Sanquetta, Dalla Corte e Jacon (2011) que desenvolveram uma

análise da correlação entre os dados de DAP e área de copa, com os mesmos dados, o



valor de  $r$  para todas as espécies avaliadas em conjunto foi de 0,81, ou seja, uma alta correlação, para uma probabilidade de 95% ( $n=631$ ;  $\alpha=0,05$ ). Analisando a correlação para as mesmas variáveis por grupo de espécies, observou-se que as araucárias apresentaram  $r$  de 0,88 ( $n=47$ ), as imbuías 0,90 ( $n=20$ ), as canelas 0,68 ( $n=75$ ) e as outras espécies 0,77 ( $n=488$ ) para a mesma probabilidade ( $\alpha=0,05$ ). Equações por meio de regressão que expressam o relacionamento das variáveis área de copa e DAP, foram desenvolvidas por Sanquetta Dalla Corte e Jacón (2011), com coeficientes de determinação assumindo o valor de 0,68 para o conjunto total dos dados, 0,78 para a araucária, 0,81 para a imbuía, 0,47 para as canelas e 0,59 para as demais espécies. Os autores concluíram que modelos lineares expressam melhor essa relação entre área de copa e DAP.

#### 4 Conclusões

O estrato superior da floresta em questão apresentou área expressiva de aberturas, demonstrando que não se trata de um dossel contínuo. Embora a fisionomia da Floresta Ombrófila Mista seja aparentemente de um dossel fechado, em função da imponência das copas da araucária, os resultados desta pesquisa mostram que se trata de uma floresta aberta. A cobertura de copas somente denota maior grau de fechamento em altura inferior a 7 metros, porém mesmo neste nível vertical o

percentual de área com clareiras é expressivo. Este parece ser o padrão na fitofisionomia da Floresta Ombrófila Mista, sobretudo em remanescentes florestais mais alterados antropicamente.

A araucária é a espécie dominante no dossel (estrato superior), muito embora não o seja em termos de densidade nesta área. A presença de imbuías, canelas e algumas poucas espécies no dossel é minoritária. Como esta área não tem alta densidade de araucária, como observado em outras áreas, o dossel apresenta-se mais aberto. Possivelmente em áreas com maior incidência desta espécie o dossel será mais fechado. Seguramente o grau de abertura do dossel está atrelado ao grau de intervenção antrópica sofrido pela floresta.

A correlação entre DAP e área de copa variou de 0,68 a 0,90, dado que revela que existem árvores pequenas que possuem grandes copas e árvores grandes com pequenas copas. O estrato superior é composto majoritariamente de árvores com grandes copas, porém também é grande a incidência de árvores com grandes copas no estrato médio. Estes indivíduos possuem grandes copas e grandes diâmetros, porém estão confinados a uma altura de no máximo 15 metros. Como o dossel da floresta é bastante aberto, estas árvores podem expandir suas copas e crescer em DAP e, como a competição por luz não é tão intensa, não necessitam crescer muito em altura. A maioria das espécies com esse padrão mostra maior tolerância à sombra.

#### 5 Structure and composition of canopy and gaps in a tract of mixed ombrophylous forest in the mid-southern Parana state, Brazil

**Abstract:** *The tree growth of the mixed ombrophylous forest is related to canopy structure, gap formation and species composition of the different vertical strata of the community. This study aimed to assess the structure and composition of canopy in a forest fragment and its vertical strata, as well as correlate size of the crowns of different species with gaps and diameter size. In the study site located in mid-southern Parana State, Brazil, crowns of all trees >10cm dbh were studied according to three vertical strata: canopy story (>15 m), medium (7-15 m) and understory (<7 m). Canopy cover of the upper stratum corresponded to 41.48% and gaps to 58.52%. Taking into account the canopy and medium strata, crown coverage increased to 60.74%, and to 70.87% when all the tree stories were considered in the analysis. Most trees had crowns between 5 to 10 m<sup>2</sup> occurring also a large number trees crowns between 10 e 20 m<sup>2</sup> were also frequent. Frequency distribution of crown areas followed a positive unimodal pattern. Araucaria was the dominant species in the canopy story, representing 30.9% of the crown coverage and showing the largest crown area in the forest, some over 100 m<sup>2</sup>. Correlation of dbh and crown area was of medium magnitude. It was concluded that the forest canopy under analysis is composed of many gaps, and therefore, fairly open demonstrating a degree of the forest perturbation.*

Keywords: Tree gaps. Canopy. Vertical stratification. Mixed Ombrophylous Forest.

## 6 Referências

- BARTH FILHO, N. **Monitoramento do crescimento e da produção em Floresta Ombrófila Mista com uso de parcelas permanentes**. Curitiba: Dissertação de Mestrado – Pós-Graduação em Engenharia Florestal – UFPR, 2002. 86 p.
- BITTENCOURT, S.; DALLA CORTE, A P.; SANQUETTA, C.R. Estrutura da comunidade de Pteridophyta em uma Floresta Ombrófila Mista, sul do Paraná, Brasil. *Silva Lusitana*, p. 243-254, 2004.
- BROKAW, N. V. L. Treefalls: frequency, time, and consequences. In: E. G. Leight, Jr.; A. S. Rand; D. M. Windsor (eds.). **The Ecology of a Tropical Forest: Seasonal Rythms and Long-Term Changes**. Smith. Inst. Press, Washington, D.C., U.S.A. p.101-108. 1982a.
- BROKAW, N.V.L. The definition of tree fall gap and its effect on measure of forest dynamics. *Biotropica*, v.14 (2), p.158-160, 1982b.
- BROWN, N.. The implications of climate and gap microclimate for seedling growth conditions in a Bornean lowland forest. *Journal of Tropical Ecology*, v.9, p.153-168, 1993.
- CARVALHO, L.M.T.; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Tree species distribution in canopy gaps and mature forest in an area of cloud forest of the Ibitipoca Range, south-eastern Brazil. *Plant Ecology*, v.149, p.9-22, 2000.
- DURIGAN, M.E. **Florística, dinâmica e análise protéica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo-PR**. Curitiba, 1999. 125p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- HARTSHORN, G.S. Neotropical forest dynamics. *Biotropica*. v. 12. p. 23-30. 1980.
- HUBBELL, S.P.; FOSTER, R.B. Canopy gaps and the dynamics of a neotropical forest. In *Plant Ecology* (M.J. Crawley, ed.). Blackwell Scientific, Oxford, p.77-96. 1986.
- LAWTON, R.O; PUTZ, F.E. Natural disturbance and gap-phase regeneration in a wind-exposed tropical cloud forest. *Ecology*, v. 69, p. 764-777. 1988.
- LIEBERMAN, M.; LIEBERMAN, D.; PERALTA, R. Forests are not just a Swiss cheese: canopy stereogeometry of non-gap in tropical forests. *Ecology*, v. 70, p. 550-552. 1989.
- LONGHI, S.J. **A estrutura de uma floresta natural de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze, no sul do Brasil**. Curitiba: Dissertação de Mestrado - Pós-Graduação em Engenharia Florestal - UFPR, 1980. 198p.
- LUNDQUIST, J.E.; BEATTY, J.S. A method for characterizing and mimicking forest canopy gaps caused by different disturbances. *Forest Science*, v. 48, p.582-594. 2002.
- ORIAN, G.H. The influence of tree-falls in tropical forest in tree species richness. *Tropical Ecology*, v. 23, p.255-279. 1982.
- PIZATTO, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo – PR: 1995 a 1998**. Curitiba: UFPR (Dissertação de Mestrado), 1999. 172p.
- PROBIO - Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira. **Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica**. Relatório Final. 2007. 87p.
- RUNKLE, J.R. Gap formation in some old-growth forests of the eastern United States. *Ecology*, v. 62, p. 1041-1051. 1981.
- RUNKLE, J.R. **Guidelines and sample protocol for sampling forest gaps**. General Technical Report, PNWGTR- 283. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, USA. 1992.
- SANQUETTA, C. R.; DALLA CORTE, A.P.; EISFELD, R. L. Crescimento, mortalidade e recrutamento em duas florestas de araucária *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. No Estado do Paraná, Brasil. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, v. 5, n. 1, p. 101-112, 2003.
- SANQUETTA, C. R.; DALLA CORTE, A.P.; JACON, A. Relação de área de copa e diâmetro do fuste para espécies arbóreas de um fragmento de floresta ombrófila mista no centro-sul do Paraná. *Revista Floresta*. Curitiba. v.41. n.1. 63-72p. 2011.
- SANQUETTA, C. R.; MATTEI, E. **Perspectivas de recuperação e manejo sustentável das florestas de araucária**. Curitiba: Multi-Graphic, 2006. 297 p.
- SCHAAF, L.B. et al. Modificações florístico-estruturais de um remanescente de floresta ombrófila mista montana no período entre 1979 e 2000. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 271-291. 2006.

## 7 Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa Ecológico de Longa Duração – PELD/CNPq e a UFPR pela cessão da Fazenda Experimental, para o desenvolvimento e apoio da pesquisa.