

# Regeneração de *Araucaria angustifolia* em três fitofisionomias de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista

Thiago Piazzetta Valente<sup>1</sup>, Raquel R. B. Negrelle<sup>1</sup> & Carlos Roberto Sanquetta<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Paraná, Departamento de Botânica, Laboratório OIKOS, Cx. Postal 19031. 81531-970. Curitiba, PR, Brasil.  
pv.thiago@gmail.com; negrelle@ufpr.br

<sup>2</sup> Universidade Federal do Paraná, Departamento Ciências Florestais, Laboratório de Inventário Florestal. Av. Lothário Meissner, 3400 – Jardim Botânico – Campus III, 80210-170, Curitiba – PR sanqueta@floresta.ufpr.br

Recebido em 29.V.2009 Aceito em 22. II. 2010

**RESUMO** – Apresentam-se resultados de estudo que avaliou a estrutura populacional, dinâmica da regeneração e a influência de alguns fatores bióticos e abióticos sobre a mortalidade, recrutamento e crescimento de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. O estudo foi conduzido em três fitofisionomias de um fragmento secundário de 33 ha de Floresta Ombrófila Mista Montana (Município de São João do Triunfo-PR; 25° 34' S; 50° 05' W); representativas de distintos estádios sucessionais, sendo classificadas de acordo com a cobertura de araucárias no dossel. Inicialmente detectou-se estrutura estável (J-invertido) nas três amostras avaliadas, com altas taxas e potenciais de regeneração. O posterior monitoramento confirmou este padrão, evidenciando-se elevada taxa de sobrevivência e de ingresso de novas plântulas. Não se detectou relação positiva entre as distintas coberturas do dossel e as taxas de regeneração natural registradas. Contudo as populações apresentaram diferenças entre si no que se refere à densidade, mortalidade e sobrevivência, sendo estas determinadas por uma rede complexa de interações com a fauna dentro deste ecossistema. Diferentemente de estudos mais antigos, este trabalho ressalta um grande potencial de regeneração da araucária no interior de Florestas, uma vez respeitados os limites de colheita de suas sementes ou pinhões, produto não-madeirável comercializado em larga escala no estado do Paraná.

Palavras-chave: pinheiro brasileiro, pinheiro-do-Paraná, ecologia de populações

**ABSTRACT** – **Regeneration of *Araucaria angustifolia* in three physiognomies of a Mixed Ombrophilous Forest fragment.** It is presented the results of a study that evaluated the population structure, dynamics of regeneration, and the influence of biotic and abiotic factors over mortality, recruiting and growth of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. The study was conducted in three phytophysiognomies of Mixed Ombrophilous Forest (Mun. São João do Triunfo-PR; 25° 34' S; 50° 05' W); representative of distinct successional stages classified according to the intensity of canopy covered by Araucarias. Initially a stable structure (inverted-J) was detected in all three samples surveyed, with high potentials and rates of regeneration. The subsequent monitoring confirmed this pattern, with high seedling survival and ingress rates being evidenced. A positive relation between the distinct canopy coverings and the natural regeneration rates registered was not detected. However, the populations presented themselves differently when referring to density, mortality and survival, being those determined by a complex web of interactions with the fauna within this ecosystem. Different from older studies, this work emphasizes the existence of a great potential of regeneration for Araucarias inside forests, once the limits of seed harvesting are respected, a non-wood forest product which is widely commercialized in the state of Paraná.

Key words: Brazilian pine tree, Paraná pine tree, population ecology

## INTRODUÇÃO

*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (*Araucariaceae*) popularmente conhecida como pinheiro-brasileiro ou pinheiro-do-Paraná é considerada como a espécie nativa mais característica do planalto sul-

brasileiro (Muller, 1990; Merlin *et al.*, 2006) e certamente o principal componente fitofisionômico da Floresta Ombrófila Mista (Mantovani, 2004). Destaca-se pela beleza e imponência de seu porte, pela alta qualidade de sua madeira e por ser fonte de importante recurso alimentar para fauna e para o homem.

Sua semente, o pinhão, constitui um dos principais produtos florestais não madeiráveis comercializados a partir do extrativismo no estado do Paraná (Balzon *et al.*, 2004). Este produto, além de ser utilizado como alimento, possui aplicação medicinal no tratamento de anemia e tumores provocados por distúrbios linfáticos (Franco & Fontana, 1997).

Originalmente, *A. angustifolia* possuía ampla área de distribuição que lhe possibilitou a diferenciação em raças locais ou ecótipos (Gurgel & Gurgel Filho, 1965) ou em variedades, como descrito por Reitz & Klein (1966). A sua área de ocorrência natural, no sul do Brasil, abrangia grande parte do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Mantovani, 2004) com povoamentos menores encontrados nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo (Backes, 2001). No entanto, a despeito de ocupar extensas áreas, a sua exploração indiscriminada colocou-a na lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. Dos 20 milhões de hectares originalmente cobertos pela Floresta com araucária, restam atualmente cerca de 1 a 2% da área original de ocorrência desta espécie em bom estado de conservação (Castella & Brites, 2004). Particularmente no Estado do Paraná, a demanda proveniente da indústria madeireira e a expansão agrícola, principalmente dos ciclos da soja e do café foram os principais responsáveis pelo desmatamento acelerado da Floresta Ombrófila Mista e redução das populações naturais de *A. angustifolia* (Gubert Filho, 1990). Estes espaços naturais altamente fragmentados e resultantes da extração sem adequados critérios de seleção ou manejo geraram populações isoladas, com baixa variabilidade genética e extremamente vulneráveis sob a ótica da conservação (Stefenon *et al.*, 2004).

Neste cenário, o monitoramento e entendimento da dinâmica natural de regeneração da espécie nestes remanescentes são de fundamental importância para sua conservação. Contudo, apesar dos vários estudos já realizados sobre a araucária esta é ainda uma lacuna a ser preenchida. Alguns estudos que avaliaram o componente regenerativo de forma descritiva e pontual evidenciaram grande potencial de regeneração no interior de florestas. No entanto, acredita-se que pela baixa disponibilidade luminosa nestes locais, a sobrevivência das plântulas não seria viável, (ver por exemplo Backes, 1973; Ferreira & Irgang, 1979 e Backes, 2001).

Visando subsidiar o melhor entendimento da dinâmica de regeneração de *A. angustifolia*, o presente estudo teve como objetivo caracterizar a estrutura populacional e comparar a dinâmica do banco de plântulas desta espécie em três fitofisionomias de

um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. Visou-se responder as seguintes questões: 1) Existem locais potencialmente mais adequados para a regeneração da espécie? 2) Qual a influência da densidade de matrizes adultas; do grau cobertura do dossel e da porcentagem de cobertura da vegetação herbácea sobre a densidade de plântulas nos locais estudados? 3) O estado fitossanitário das plântulas poderia ser indicador de maior mortalidade destas, influenciando a dinâmica de regeneração da espécie? 4) O monitoramento da dinâmica corrobora as previsões realizadas no estudo da estrutura da população?

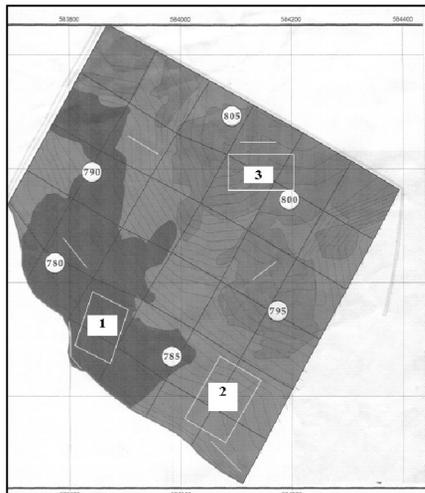
## MATERIAL E MÉTODO

### Caracterização da área

Este estudo foi conduzido em área de 33ha de Floresta Ombrófila Mista localizada na Fazenda Experimental de São João do Triunfo-PR (25° 34'S; 50° 05'O; 780 m s.n.m). Esta área sofreu algumas intervenções no passado enquadrando-se como uma formação secundária avançada (Schaff *et al.*, 2006), sendo caracterizada pela predominância de solo podzólico vermelho e amarelo distróficos (Longhi, 1980) e clima regional é do tipo Cfb (Carvalho, 2003). De acordo com a composição do dossel é possível dividir esta área de em três fitofisionomias: a) área com predominância de araucárias; b) área com predominância de araucária e folhosas e c) área com predominância de folhosas.

Em cada uma destas fisionomias, foi previamente estabelecida uma parcela 0,72 ha (112 m x 64 m) para levantamento de pequenos mamíferos realizado anteriormente na área, buscando correlacionar futuramente os dados obtidos neste estudo com os dados da fauna do local (Fig. 1). Apesar de ter sido utilizada para este fim, apenas 5 trilhas principais de um metro de largura foram abertas nas quais foram colocadas armadilhas de captura em cada vértice das parcelas. Portanto a análise da regeneração realizada no presente estudo não foi comprometida pelo estudo prévio realizado, pois apenas as trilhas abertas foram percorridas não ocorrendo pisoteamento das plântulas na área em geral.

O estudo da estrutura populacional foi realizado em cada fisionomia por meio da amostragem dos indivíduos em 28 parcelas de 16 m x 16 m. O levantamento da regeneração foi realizado através da divisão de cada parcela em 4 sub-parcelas de 8 m x 8 m, sendo sorteadas aleatoriamente 20 delas para a amostragem de plântulas, totalizando 0,13 ha em cada fisionomia (Fig. 2).



**Fig. 1.** Área de estudo com a localização das parcelas, sendo:

- Área 1: com predominância de araucária do dossel
- Área 2: mista (araucária e folhosas no dossel)
- Área 3: com predominância de folhosas no dossel

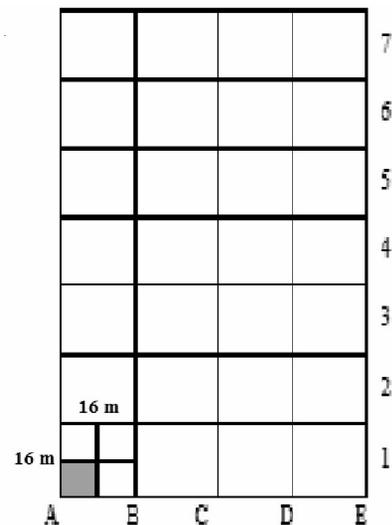
### Estrutura populacional

Os indivíduos amostrados foram classificados de acordo com as seguintes classes de tamanho para a análise da estrutura populacional: 1) Plântula - Indivíduo com altura até 30 cm e nenhuma ramificação apical, podendo apresentar dependência do pinhão como também observado por Whatley (1982), Einig et al. (1999) e Franco & Ferreira (1987). Avaliou-se nesta categoria o estado fitossanitário conforme Sanquetta et al. (2005), classificando as plântulas como normais (N) ou com algum sinal de deficiência (D) e o substrato onde cresciam (solo, tronco, xaxim); 2) Jovem - Indivíduo com DAP < 5 cm ou plantas menores que 1,30 m de altura; 3) Jovem II - Indivíduo com DAP entre 5 cm e 15 cm; 4) Imaturo - Indivíduo com DAP entre 15 cm e 30 cm; 5) Adulto - Indivíduo com DAP > 30 cm.

Adicionalmente todos os indivíduos de araucária inseridos nas parcelas foram sexualmente identificados (para cálculo de distribuição sexual), mensurados (altura; diâmetro) e espacialmente registrados.

### Dinâmica de regeneração

Em 2006 avaliou-se o crescimento em altura e mortalidade das plântulas marcadas no ano anterior, assim como o recrutamento de plântulas para jovem I e o recrutamento de novas plântulas. O termo recrutamento está sendo utilizado neste trabalho tanto para a mudança de classe etária, quanto para o surgimento de novas plântulas. O estado fitossanitário



**Fig. 2.** Divisão das parcelas e sub-parcelas utilizadas para o presente estudo. O esquema mostra apenas uma das 20 sub-parcelas aleatoriamente utilizadas na análise de regeneração.

e o substrato de crescimento tomado no primeiro censo foram re-avaliados, buscando a sua relação com a mortalidade/sobrevivência das plântulas.

### Influências de fatores bióticos e abióticos

Alguns fatores bióticos e abióticos foram avaliados nas sub-parcelas na busca por influências sobre a regeneração. Correlacionou-se o número de matrizes adultas por parcela, o grau de abertura do dossel e a cobertura de vegetação herbácea sobre a densidade e mortalidade das plântulas. Para o dossel utilizou-se um densiômetro esférico de copa seguindo a metodologia indicada por Lemmon (1957). Nas parcelas de regeneração, a cobertura da vegetação herbácea foi avaliada utilizando-se uma grade de 1 m x 1 m, adaptando o método de quadrantes de Braun-Blanquet para a grade em questão, onde os quadrantes foram considerados as cem subunidades de 0,1 m x 0,1 m.

### Análises estatísticas

A análise de variância foi utilizada para comparação de médias da densidade de indivíduos por parcela nas três fisionomias estudadas, onde o fator de agrupamento foram as 3 fisionomias. As unidades amostrais consistiram de 20 sub-parcelas das plântulas e de 28 parcelas para os demais indivíduos em cada fisionomia. Também utilizou-se este teste para comparação de médias de mortalidade, crescimento e recrutamento de indivíduos nas 3 áreas. A aderência dos dados

estruturais à normalidade foi testada pelo teste Kolmogorov-Smirnov (K-S). O Índice de Morisita (Id)- utilizado como parâmetro numérico para avaliação do padrão de distribuição espacial, sendo  $Id=1$ , distribuição aleatória;  $Id>1$ , distribuição agrupada;  $Id<1$ , distribuição uniforme. A igualdade na proporção sexual nas três áreas foi testada pelo teste Qui-quadrado e também para verificar a significância do Id (Índice de Morisita), conforme Krebs (1989), onde o esperado foi a proporção genética clássica de 1:1. A Correlação Linear de Pearson foi utilizada nas análises de correlação entre mortalidade e a cobertura do dossel, cobertura herbácea e estado fitossanitário. Todos os testes estatísticos foram realizados com o software Biostat 5.0 para Windows com nível de confiança de 5 %.

## RESULTADOS

No total, foram registrados 1900 indivíduos distribuídos nas três áreas avaliadas (Tab. 1). Na com predominância de folhosas no dossel registrou-se densidade de indivíduos significativamente inferior ao observado nas duas outras fitofisionomias estudadas ( $F_{2,81} = 11.341$ ,

$P < 0,001$ ). Apesar das diferenças na abundância, as três unidades amostrais apresentaram padrão estrutural próximo ao J-invertido característico de populações estáveis apresentando padrão unimodal e distribuição normal em nas 3 áreas estudadas (Área I -  $ks = 0,3117$ ,  $P = 0,001$ ; Área II -  $ks = 0,329$ ,  $P = 0,001$ ; Área III -  $ks = 0,1969$ ,  $P = 0,001$ ). A proporção sexual entre adultos machos e fêmeas diferiu estatisticamente do esperado de 1:1 apenas na área III (Tab. 1).

A avaliação da regeneração natural, que apresentou elevado potencial de regeneração e densidade na área I e II, revelou diferença significativa na densidade por parcela entre as áreas I e III no primeiro censo ( $F_{2,57} = 6,288$ ,  $P < 0,01$ ) confirmando o mesmo padrão entre as mesmas áreas no segundo censo ( $F_{2,57} = 4,166$ ,  $P < 0,05$ ).

Quanto à distribuição espacial, detectou-se de forma geral a predominância de padrão de distribuição agregado para todas as classes de indivíduos nas unidades amostrais consideradas, com exceção dos adultos na área I que apresentaram um padrão uniforme sendo registrados na maior parte das parcelas com altos valores de frequência absoluta (Tab. 2).

TABELA 1 - Síntese dos resultados da avaliação da estrutura populacional e dinâmica da regeneração de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em três fitofisionomias de Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo-PR, sendo FA= Frequência absoluta, FR= Frequência relativa, PR= Potencial de regeneração, C1= Censo 1, C2= Censo 2, R= Estrutura resultante de (C1+C2). Letras distintas representam valores estatisticamente diferentes.

	N° ind.	Área I		N° ind.	Área II		N° ind	Área III		
		FA	FR		FA	FR		FA	FR	
Plântulas	C1	306ab	55	17	971a	85	24	17b	4	5
	C2	167ab	60	19	466a	75	22	34b	30	50
	R	217	-	-	604	-	-	40	-	-
Jovem I		144	64	33,18	229	96	17,67	10	25	32,26
Jovem II		24	39	5,53	20	39	1,54	1	4	3,23
Imaturo		41	75	9,45	43	61	3,32	2	11	6,4
Adulto		47	89	10,83	38	71	2,93	7	18	2,25
Total		562 a			1301 a			37 b		
P.R.			80,76 %			88,34 %			73,97%	
Proporção Sexual		23 Fêmeas: 24 Machos			14 Fêmeas: 24 machos			1 Fêmea: 6 Machos		
		( $\chi^2 = 0,0212$ , $P < 0,05$ )			( $\chi^2 = 2,8273$ $P < 0,05$ )			( $\chi^2 = 7.2916$ , $P < 0,05$ )		

TABELA 2 - Índice de Morisita e valor do Qui-quadrado calculado para as três áreas.

	Área I	Área II	Área III
Jovem I	2,272; $c^2 = 257,72$	2,072; $c^2 = 491,38$	0,504; $c^2 = 26,40$
Jovem II	2,296; $c^2 = 30,83$	1,568; $c^2 = 47,20$	0; $c^2 = 27,00$
Imaturo	1,008; $c^2 = 35,48$	1,344; $c^2 = 37,74$	0; $c^2 = 26,00$
Adulto	0,784; $c^2 = 16,74$	1,092; $c^2 = 27,57$	1,344; $c^2 = 28,99$

A mortalidade, que teve valor acima de 50% na área I, foi estatisticamente diferente entre as áreas I e II ( $F_{9,9} = 1,660$ ,  $P = 0,460$ ) assim como o crescimento ( $F_{22,117} = 2,732$ ,  $P = 0,0009$ ). Já o recrutamento de plântulas para jovem I não apresentou diferença estatística entre as áreas (Tab. 2). A avaliação da relação existente entre densidade e mortalidade nas

áreas I e II evidenciou alta correlação entre estes dois fatores em ambas as áreas (Área I-  $r = 0,9527$ ,  $P < 0,0001$ ,  $F = 88,583$ ,  $P < 0,001$ ; Área II-  $r = 0,8522$ ,  $P < 0,0001$ ,  $F = 37,146$ ,  $P < 0,001$ ). A área III por apresentar um baixo número de indivíduos, não foi incluída nas análises devido ao pequeno tamanho da amostra.

TABELA 3 - Mortalidade, recrutamento e crescimento das plântulas. Letras distintas representam valores estatisticamente diferentes.

	Área I	Área II	Área III
Mortalidade (%)	56,36 a	35,75 b	-
Recrutamento (%)	8,33 a	18,96 a	-
Crescimento (cm)	4,37 a	2,73 b	-

No que se refere a influencia de fatores bióticos e abióticos sobre o padrão de regeneração, não foi detectada diferença entre as três áreas quanto ao nível de cobertura do dossel (média de 98 %). No entanto a cobertura herbácea da área III (46,812 %) mostrou-se estatisticamente diferente das áreas I (37,50 %) e II (33,937 %) ( $F_{2,237} = 10,429$ ,  $P < 0,01$ ). Apesar disto a cobertura do dossel e herbácea e a densidade de matrizes adultas não se correlacionou com a mortalidade, recrutamento e crescimento das plântulas.

Um aspecto interessante detectado foi a porcentagem baixa de plântulas “normais” que ficaram “doentes” de 2005 para 2006 em ambas as áreas. Já curiosamente a porcentagem as plântulas “doentes” que ficaram “normais” foi alta em torno de 41 % em ambas as áreas e o número de plântulas “doentes” que morreram foi também alto em média 50 %. Existe portanto, uma plasticidade e dinâmica destes estados, não sendo possível prever o futuro de um indivíduo com base em seu estado fitossanitário presente.

Com relação ao tipo de substrato de crescimento, evidenciou-se que a maior parte dos indivíduos das classes mais jovens encontrava-se fixado no solo, nas três áreas amostrais, embora alguns indivíduos destas categorias, especialmente nas áreas I e II, encontravam-se fixados a uma altura entre 0,3m a

1m do solo em troncos em decomposição (1,69 %) e xaxim (1,86 %).

## DISCUSSÃO

A estrutura populacional da araucária verificada neste estudo foi similar a de estudos anteriores realizados em outras parcelas da mesma área (Longhi, 1980; Pizzato, 1999; Durigan, 1999; Sanquetta *et al.*, 2002; Schaff *et al.*, 2006) e diferiu profundamente de outros estudos realizados em floresta com araucária (Silva & Marconi, 1990; Mauhs & Backes, 2002; Negrelle & Leuchtenberger, 2001), com densidade e frequência muito maior de indivíduos, indicando que a *A. angustifolia* é a espécie predominante e característica da formação vegetal na área da Fazenda Experimental de São João do Triunfo.

Diferentemente da área III que apresentou baixa densidade de indivíduos em geral, provavelmente associada a um estágio sucessional mais avançado, as áreas I e II apresentaram bancos de plântulas com manutenção constante, devidos provavelmente ao alto número de indivíduos adultos presentes nestes fragmentos, apesar de não ter sido detectada correlação entre estes dois fatores. As projeções realizadas no primeiro censo, com valor médio acima de 80% para o potencial de regeneração, foram corroboradas na análise da dinâmica da regeneração.

No ano seguinte, novas plântulas foram recrutadas compensando assim a alta mortalidade. De fato, a distribuição normal e o padrão unimodal das classes etárias encontrado nas três áreas estudadas refletem este recrutamento contínuo sem interrupção de classes e com mortalidade praticamente constante, representando equilíbrio dinâmico nestas populações (Silvertown, 1987; Odum, 1988).

O número três vezes maior de plântulas e o dobro de jovens I encontrados na área II se comparados a área I podem ser fruto da maior mortalidade plântulas na área I e menor recrutamento em relação à área II, uma vez que possui mais indivíduos adultos produzindo sementes em relação à área II o que poderia atrair mais predadores. De fato a dificuldade no processo regenerativo tem sido atribuída à predação das sementes da araucária pela fauna. Muller (1990) afirmou que a regeneração natural da araucária é seriamente afetada pela predação de suas sementes por roedores e aves. Realmente um grande número de sementes predadas foi visualizado durante as fases de campo, mas também um grande número de sementes estavam germinando parcialmente predadas, indicando que a predação parcial da semente, provavelmente não compromete o desenvolvimento da plântula.

Souza *et al.* (2003) demonstrou experimentalmente que sementes de araucária cortadas na ponta apresentaram taxa de germinação muito superior a de sementes inteiras e que as cortadas não apresentaram fungos e tiveram melhor desenvolvimento da plântula. Pode-se inferir a partir destas observações junto com as observações em campo realizadas, que sementes parcialmente predadas poderiam ter maior habilidade competitiva do que inteiras, pois a entrada de água seria facilitada, atribuindo desta forma um novo papel da fauna na dispersão da araucária, uma vez que é uma espécie com semente recalcitrante, ou seja, que exige necessidades ligadas a disponibilidade hídrica na germinação (Roberts, 1973 apud Backes, 2001). Estudos mais detalhados sobre predação e germinação são necessários para esclarecer melhor estas questões aqui levantadas.

Outro fator importante a ser considerado na análise da regeneração é a distribuição espacial, que tendo sido agregada para a maioria das classes, contribui para a competição intra-específica das plântulas por um nicho adequado de luz e nutrientes. Apesar da mortalidade poder ser considerada denso-dependente, foi corroborado o sucesso da regeneração da espécie na área do presente estudo. De fato, Colinvaux (1986) aborda a importância

do nicho de cada espécie no controle do tamanho efetivo da população e a idéia de falta de sucesso na regeneração da araucária desconsidera que esta alta mortalidade é de certa forma “necessária”, e vêm acompanhando a espécie ao longo do processo evolutivo.

A mortalidade das plântulas não apresentou correlação com nenhum dos fatores abióticos avaliados sendo, portanto, independente de condições luminosas e definida por um conjunto de fatores ainda pouco elucidados como apontado por Backes (2001). O motivo mais comum de morte das plântulas observado em campo foi a queda de galhos da própria planta-mãe e de outras espécies arbóreas. Em segundo lugar observou-se morte sem motivo aparente e predação por pequenos mamíferos que arrancam as plântulas em busca do pinhão, conforme também exposto por Sanquetta *et al.* (2005).

Observações sobre a baixa regeneração no interior de florestas e a falta de informações científicas sobre isso, levou a idéia de que a araucária é uma espécie pioneira, heliófita e que não se regenera no interior de florestas (Reitz & Klein, 1966; Duarte *et al.*, 2002). Os resultados obtidos neste estudo assim como alguns outros estudos realizados com a regeneração de araucária por Backes (1973), Ferreira & Irgang (1979) e Backes (2001), mostra através do grande número indivíduos jovens encontrados e as distribuições etárias estáveis, o grande potencial regenerativo da espécie mesmo quando sob condições luminosas muito baixas. Segundo Duarte *et al.* (2002) a luz não pode ser colocada como o principal fator que limita a sobrevivência no interior da floresta, uma vez que as condições neste ambiente são extremas e variáveis de acordo com o tipo de formação.

No que concerne a existência de nichos potenciais de regeneração mais adequados, o que mais chamou atenção durante os estudos foi a visualização de plântulas crescendo acima do solo, sob troncos e inseridos em xaxins como se tivessem sido “plantadas”. O curioso é foram marcadas em locais distantes o suficiente para que indivíduos parentais que pudessem ter dispersado os pinhões por autocoria, indicando claramente dispersão secundária por pequenos mamíferos ou aves. Estes fatos poderiam ser mais bem explorados em futuros estudos, pois apesar de aparentemente pouco significativo para a ecologia da população como um todo, esta dispersão poderia conferir, em nível de indivíduo, uma habilidade competitiva maior. Estando acima do solo a competição com a vegetação herbácea e com outros indivíduos regenerantes poderia ser

reduzida e o substrato rico em matéria orgânica poderia também auxiliar seu desenvolvimento. A observação de potenciais nichos de regeneração também foi feita por Backes (1999), que afirmou que a araucária germina em locais abrigados, sobre troncos, entre outros. Este tipo de local é tipicamente o habitat de pequenos mamíferos, demonstrando a importância da fauna e sua forte interação com a *A. angustifolia*, podendo assim ser vistos como dispersores e não somente predadores.

Se o maior obstáculo for realmente predação, se faz necessário reconsiderar a dimensão disso. Negrelle & Leuchtenberger (2001) apontam a extração de pinhão como um dos principais fatores responsáveis pelo baixo número de indivíduos nas classes mais jovens encontrados em estudos estruturais com a araucária. De fato, a extração do pinhão é predatória sendo uma ameaça a regeneração da araucária em ambientes florestais. Como estratégia de conservação, em sintonia com as necessidades das comunidades tradicionais que vivem do extrativismo do pinhão, propõe-se o fortalecimento e regulamentação do uso dos produtos não madeiráveis advindos da araucária, pois ainda são muito pouco explorados em termos de mercado (Santos *et al.*, 2002; Carvalho, 1994). Se praticadas dentro de níveis de sustentabilidade, poderiam ser alternativas de uso e conservação *in situ* da espécie, uma vez que não elimina o indivíduo todo causando sua morte.

Atualmente as estatísticas mostram que os incentivos econômicos podem fazer a floresta parecer muito mais atrativa para cidadãos de baixa renda de países em desenvolvimento. As Florestas “em pé” têm chamado atenção pelo seu maior valor econômico do que uma floresta “no chão” (Belcher *et al.*, 2005). Ressalta-se a importância da regulamentação destas atividades, com o apoio de trabalhos científicos sobre a ecologia da espécie e a produção de pinhão, para um melhor desenvolvimento sócio-econômico das comunidades que praticam seu extrativismo, buscando em conjunto com a sociedade, alternativas viáveis para conservação desta valiosa espécie florestal brasileira - *Araucaria angustifolia*.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que ao contrário do que muitos estudos apontaram historicamente, a araucária se regenera com sucesso no interior de florestas maduras com baixa disponibilidade luminosa e a mortalidade não é condicionada por isso. Os dados da dinâmica corroboraram as previsões feitas

pelas projeções a partir dos padrões da estrutura estática que revelou-se estável em todas as áreas. Percebeu-se durante o trabalho no campo que o grau de interação da araucária com a fauna é maior do que se imaginava, sendo necessários estudos neste sentido. O consumo do pinhão durante os meses de sua produção é alto e quase exclusivo. O carregamento dos pinhões por animais ocorre de forma intensa e pode estar relacionado com os processos de dispersão secundária, contribuindo para a manutenção do vigor genético das populações. Desta forma, ações voltadas ao manejo e conservação das sementes da araucária e da fauna dependente são de grande valor para garantir o futuro desta espécie nativa do Brasil.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq- Peld site 9) pelo apoio logístico recebido. Ao grande amigo Henrique Bettega e à minha esposa Marília F. Ceccon Valente pela grande ajuda e companheirismo durante as fases de campo. À Renato Garcia Rodrigues pela grande inspiração e pelas valiosas idéias para o surgimento deste trabalho. À Universidade Federal do Paraná pela oportunidade de estudo e crescimento profissional e pessoal.

## REFERÊNCIAS

- BACKES, A. 1973. **Contribuição ao conhecimento da ecologia da Mata com Araucária**. 235f. Tese (Doutorado em Ecologia)-Universidade de São Paulo, São Paulo.
- \_\_\_\_\_. 1999. Condicionamento climático e distribuição de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no Brasil. II. **Pesquisas**. Botânica, n. 39, p.5-39.
- \_\_\_\_\_. 2001. Determinação da idade e regeneração natural de uma população de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) kuntze em um povoamento florestal localizado no município de Caxias do Sul, RS, Brasil. **Iheringia**. Série Botânica, n. 56, p. 115-130.
- BALZON, D.R.; SILVA, J.C.G.L.; SANTOS, A.J. 2004. Aspectos mercadológicos de produtos florestais não madeireiros - análise retrospectiva. **Revista Floresta**, v. 34, n.3, p. 363-371.
- BELCHER, B.; RUIZ PEREZ, M.; ACHDIWAN, R. 2005. Global patterns and trends in the use and management of commercial NTFPs: implications for livelihoods and conservation. **World Development**, v. 33, n. 9, p. 1435-1452.
- CARVALHO, P.E.R. 1994. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ. 640 p.

- \_\_\_\_\_. 2003. Cultivo do pinheiro-do-Paraná. Sistemas de Produção, n. 7. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pinheiro-doParana/CultivadoPinheirodoParana/index.htm>. Acesso em: 8 jun. 2008.
- CASTELLA, P.R.; BRITZ, R.M. (Org) 2004. **A floresta com Araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 233 p.
- COLINVAUX, P. 1986. **Introduction to Ecology**. New York: John Wiley. 621 p.
- DUARTE, L.S.; DILLENBURG, L.R.; ROSA, M.G. 2002. Assessing the role of light availability in the regeneration of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). **Australian Journal of Botany**, v. 50, p. 1741-1751.
- DURIGAN, M.E. 1999. **Florística, dinâmica e análise protéica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo - PR**. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- EINIG, W.; MERTZ, A.; HAMPP, R. 1999. Growth rate, photosynthetic activity, and leaf development of Brazil pine seedlings (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.). **Plant Ecology**, n. 143, p. 23-28.
- FERREIRA, A.G.; IRGANG, B. 1979. Regeneração natural de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze nos Aparados da Serra, RS. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 30., Campo Grande, 1979. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Botânica do Brasil. p. 225-230.
- FRANCO, E.T.H.; FERREIRA, A.G. 1987. Germination and early development of *Araucaria angustifolia*. **Acta Botanica Brasílica**, v. 2, p. 32-46.
- FRANCO, I.J.; FONTANA, V.L. 1997. **Ervas & plantas: a medicina dos simples**. Erechim: Imprimax. 177 p.
- GUBERT FILHO, F.A. 1990. Proposta para a criação de um sistema de unidades de conservação da *Araucaria angustifolia* no Estado do Paraná. **Silvicultura**, v. 3, n. 42, p. 251-256.
- GURGEL, J.T.A.; GURGEL FILHO, O.A. 1965. Evidências de raças geográficas no pinheiro-brasileiro *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 33-39.
- KREBS, C.J. 1989. **Ecological methodology**. New York: Harper & Hall. 654 p.
- LEMMON, P.E. 1957. A new instrument for measuring forest overstory density. **Journal of Forestry**, v. 55, n. 9, p. 667-668.
- LONGHI, S.J. 1980. **A estrutura de uma floresta natural de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze, no sul do Brasil**. 198 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) -Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- MANTOVANI, A.; MORELLATO, P.C.; REIS, M.S. dos. 2004. Reproductive phenology and seed production of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 4, p. 787-796.
- MAUHS, J.; BACKES, A. 2002. Estrutura fitossociológica regeneração natural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista exposta a perturbações antrópicas. **Pesquisas. Botânica**, n. 52, p. 89-109.
- NEGRELLE, R.R.B.; LEUCHTENBERGER, R. 2001. Composição e Estrutura do Componente Arbóreo de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista. **Floresta**, v. 31, n. 1-2, p. 42-51.
- MERLIM, A.O.; AQUINO, A.M. de; CARDOSO, E.J.B.N. 2006. Coleoptera larvae in araucaria ecosystems in the State Park in Campos do Jordão, SP, Brazil. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1303-1306.
- MULLER, J.A. 1990. A influência de roedores e aves na regeneração da *Araucaria angustifolia* Bert O. Ktze. **Floresta**, v. 20, n. 1-2, p. 45-46.
- ODUM, E.P. 1988. **Fundamentos de Ecologia**. 4.ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 927 p.
- PIZATTO, W. 1999. **Avaliação biométrica e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo-PR**. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M. 1966. Araucariaceae. **Flora Ilustrada Catarinense**, n. ARAU, p. 1-29.
- RICKLEFS, R.E. 1996. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 470 p.
- ROBERTS, E.H. 1973. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v. 1, p. 499-514.
- SANQUETTA, C.R.; PIZATTO, W.; NETTO, S.P., FILHO, A.F.; EISFELD, R.L. 2002. Estrutura vertical de um fragmento de floresta ombrófila mista no centro-sul do Paraná. **Floresta**, v. 32, n. 2, p. 267-276.
- SANQUETTA, C.R.; CORTE, A.P.D.; VULCANIS, L.; BERNI, D.M. 2005. Sobrevivência de mudas de *Araucaria angustifolia* perante o controle de taquaras (bambusoideae) no Paraná, Brasil. **Floresta**, v. 35, n. 1, p. 127-135.
- SANTOS, A.J.; CORSO, N.M.; MARTIS, G.; BITTENCOURT, E. 2002. Aspectos produtivos e comerciais do pinhão no estado do Paraná. **Floresta**, v. 32, n. 2, p. 163-169.
- SCHAAF, L.B.; FILHO, A.F.; GALVÃO, F.; SANQUETTA, C.R. 2006. Alteração na estrutura diamétrica de uma floresta ombrófila mista no período entre 1979 e 2001. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 283-295.
- SILVA, F.C.; MARCONI, L.P. 1990. Fitossociologia de uma floresta com Araucária em Colombo- PR. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 20, p. 23-38.
- SILVERTOWN, J.W. 1987. **Introduction to plant population ecology**. 2.ed. New York: Longman. 229 p.
- SOUZA, M.M.; CARDOSO, E.J.B.N. 2003. Método prático para germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Sciencia. Agrícola**, v. 60, n. 2, p. 389-391.
- STEFENON, V.M.; NODARI, R.O.; GUERRA, M.P. 2004. Genética e conservação de *Araucaria angustifolia*: III. Protocolo de extração de DNA e capacidade informativa de marcadores RAPD para análise da diversidade genética em populações naturais. **Biotemas**, v. 17, n. 1, p. 47-63.
- WHATLEY, J.M. 1982. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo. 100 p.