

Crescimento, mortalidade e recrutamento de duas Florestas de Araucária no Estado do Paraná, Brasil, no período de 1995-2007

Carlos Roberto Sanquetta, Paula Thiele, Ana Paula Dalla Corte

Universidade Federal do Paraná, Departamento de Ciências Florestais Jardim Botânico, Curitiba, Paraná, Brasil

ABSTRACT

Forest growth is expressed by the increase in volume, the mortality and the recruitment of subjects reaching predetermined size and thus become part of the sample measurement. Knowledge of the growth of natural forests is still poorly studied and needs long-term follow-ups. This study sought to gather information on the growth characteristics of two distinct areas of Araucaria Forest, one in Sao Joao do Triunfo, with 4 permanent plots, each one with 1 hectare, except one, installed in 1995, and another area in the General Carneiro and Coronel Domingos Soares county, where in 1998 were installed 8 permanent plots of 1 hectare each. With this data, it was noticed that in all aspects analyzed forests have different growth characteristics, this not only due to its range and its aspects, but also its history of forest land use. The area of General Carneiro and Coronel Domingos Soares had a higher growth rate, indicated by the PAI, both in volume and basal area. In this same area, the species in prominence is the Araucaria, while in the area of Sao Joao the group most prominently is the White one. With the analysis of other variables that measure growth it was possible to conclude that, regardless of the area, both forests continue to increase its density, the result of the continued growth of these.

Key words: increment; mortality; Mixed Araucaria Forest; recruitment.

RESUMO

O crescimento florestal é expresso pelo aumento volumétrico, pela mortalidade e pelo recrutamento de indivíduos que atingem dimensões pré-determinadas e assim, passam a fazer parte da amostra de medição. O conhecimento do crescimento de florestas naturais ainda é pouco estudado e necessita de acompanhamentos de longo prazo. Este estudo buscou levantar informações sobre as características de crescimento de duas regiões distintas de Florestas de Araucária, uma no município de São João do Triunfo, esta com 4 parcelas permanentes de 1 hectare cada, excetuando uma, instaladas em 1995, e outra área entre os municípios de General Carneiro e Coronel Domingos Soares, onde em 1998 foram instaladas 8 parcelas permanentes com 1 hectare cada. Com os dados obtidos, notou-se que em todos os aspectos analisados as florestas apresentam características de crescimento diferenciadas, isto devido não somente à sua área de ocorrência e seus aspectos, mas também a seu passado de exploração. A área de General Carneiro e Coronel Domingos Soares apresentou maior crescimento, indicado pelo IPA, tanto em volume quanto em área basal. Nesta mesma área, a espécie com crescimento em destaque é a Araucária, enquanto na área de São João, o grupamento com maior destaque é o das outras espécies (Branças). A partir da análise de outras variáveis que indicam crescimento foi possível concluir que, independente da área, as florestas continuam a aumentar sua densidade, resultado de contínuo crescimento destas.

Palavras chaves: incremento; mortalidade; Floresta Ombrófila Mista; recrutamento.

INTRODUÇÃO

A Floresta de Araucária, classificada fito-geograficamente como Floresta Ombrófila Mista, pertence ao Bioma Mata Atlântica (IBGE, 1992). Possui este nome

por ter como principal elemento florístico o Pinheiro-do-Paraná, espécie chave que se distribui nos três planaltos do estado do Paraná, ocorrendo também em outros estados, notadamente Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e em manchas em São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Esta floresta tem hoje uma superfície muito reduzida, com maioria dos seus remanescentes em estágios inicial e médio de regeneração (SANQUETTA e MATTEI, 2006). Esta descaracterização e redução drástica da cobertura florestal se deram não somente devido à ocupação territorial, mas também pelo longo ciclo de exploração madeireira da araucária, assim como da imbuia e outras espécies de valor comercial.

Embora seja imperativa a necessidade de preservação destas florestas, existe a necessidade de orientar os agricultores, que são os detentores de grande parte destas áreas, de forma a permitirem e estimularem a regeneração natural desta espécie através de práticas silviculturais. Para realizar um manejo racional nestas florestas é necessário avaliar a sua dinâmica de crescimento, pois sua capacidade regenerativa e de produção dependem dos processos que governam esse fenômeno, como o incremento diamétrico, o recrutamento e a mortalidade natural (SANQUETTA *et al.*, 2003).

A mortalidade é expressa pelas árvores que deixam de integrar o povoamento florestal, resultante das mais diversas causas. Em outras palavras, mortalidade é caracterizada pela não mais presença da árvore na floresta, ou seja, aquela que inicialmente foi mensurada e em medições seguintes não pertence ao povoamento (SANQUETTA, 1996).

O incremento diamétrico ou crescimento é observado através da observação das árvores conforme o decorrer dos anos. É comumente mensurado a partir do incremento da circunferência das árvores, considerando não somente as árvores previamente existentes como também aquelas que ingressam no povoamento e levando ainda em consideração aquelas que compõem o quadro de mortalidade (GOMIDE, 1997).

Vários estudos já foram realizados com enfoque no crescimento das florestas de Araucária. No entanto, por terem sido exploradas de forma intensa no passado, a estrutura das florestas para o suporte e garantia deste crescimento é bastante diferenciada. Para o melhor conhecimento das características ecológicas das espécies florestais e indicação de melhores alternativas de manejo florestal, torna-se necessário o desenvolvimento de mais estudos que possam corroborar com os trabalhos já realizados.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um estudo de dinâmica de crescimento de duas áreas situadas na Floresta de Araucária no Estado do Paraná. Este estudo retrata as características como: crescimento, mortalidade e recrutamento florestal.

Estes estudos decorrem de vários anos de medição em parcelas permanentes instaladas em duas áreas florestais, que tratam do crescimento, mortalidade e recrutamento, abrangendo os municípios de General Carneiro e Coronel Domingos Soares que a partir de agora serão denominados de GC&CDS e a área de São João do Triunfo que será denominada de SJT.

MATERIAIS E MÉTODOS

As áreas estudadas compreendem duas regiões distintas do Estado do Paraná, sendo a primeira nos municípios de General Carneiro e Coronel Domingos Soares (GC&CDS), no extremo sul do Paraná, e a outra no município de São João do Triunfo (SJT), no sudeste do Estado, na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná.

Os dados utilizados neste trabalho advêm de oito parcelas permanentes de 1 ha (100 x 100 m), subdivididas em 25 sub-parcelas de 400 m² (20 m x 20 m), instaladas na área de GC&CDS no ano de 1998, e quatro parcelas permanentes estabelecidas na área de SJT no ano de 1995, sendo três de 1 ha (100 m x 100 m) e uma com 0,50 ha, subdivididas em 100 e 50 sub-parcelas de 100 m² (10 m x 10 m) respectivamente. Portanto, os dados aqui analisados correspondem a uma área total de 11,50 hectares.

As parcelas, quando da sua instalação, foram marcadas com piquetes de PVC nos respectivos cantos das sub-parcelas. Todas as árvores com DAP (diâmetro à altura do peito - 1,30 m) maior ou igual a 10 cm foram identificadas, pintadas na altura de medição e numeradas com etiquetas. Exsicatas de todas as espécies foram preparadas e armazenadas em herbários. As árvores foram medidas anualmente, sempre no inverno, utilizando-se fita métrica (precisão de milímetros), desde a primeira mensuração até o ano de 2007. Árvores mortas (mortalidade), bem como os indivíduos que passaram a atingir o tamanho mínimo de medição a cada ocasião (recrutamento), foram registradas e computadas.

As taxas de crescimento diamétrico (IPA - incremento periódico anual), a mortalidade e o recrutamento foram calculados para o período 1998-2007 para GC&CDS, e 1995-2007 para SJT.

A partir do DAP, foram efetuados cálculos de crescimento em volume e em área basal. Para o volume foram utilizadas funções de afiletamento do tipo polinomial de 5º grau e equações hipsométricas desenvolvidas por PIZATTO (1999), descritas a seguir, tendo por base árvores cubadas em pé com pentaprisma de Wheeler e medidas com hipsômetro de Blume-Leiss, considerando em separado a araucária e as demais espécies (SANQUETTA *et al.*, 2003).

Polinômio de 5º grau: $\hat{y} = b_0 + b_1 x + b_2 x^2 + b_3 x^3 + b_4 x^4 + b_5 x^5$

Onde:

$\hat{y} = d_i/dap$;

$x = h_i/h_t$;

d_i = diâmetro da árvore a uma dada altura ou comprimento de tora em centímetros;

dap = como previamente definido;

h_i = altura parcial do fuste ou comprimento de tora em metros;

h_t = altura total da árvore.

Espécie	Polinômio de 5º grau
Pinheiro-do-Paraná	$\hat{y} = 1,2176 - 3,8008 x + 17,3670 x^2 - 44,6880 x^3 + 54,5590 x^4 - 24,700 x^5$
Outras espécies	$\hat{y} = 1,200 - 1,5093 x + 3,1739 x^2 + 0,5433 x^3 - 8,9023 x^4 + 4,8832 x^5$

Equação hipsométrica:

$$\hat{h} = b_0 + b_1 \cdot \ln(DAP)$$

Onde:

\hat{h} = altura (m);

DAP = diâmetro em centímetro a altura do peito (1,30m).

Equação hipsométrica	
Pinheiro-do-Paraná	$\hat{h} = - 21,284 + 10,951 \cdot \ln(DAP)$
Outras espécies	$\hat{h} = 2,231 + 4,75 \cdot \ln(DAP)$

A mortalidade e o recrutamento foram computados pela contagem absoluta de árvores mortas e recrutadas no período e a correspondente percentagem do número de árvores registradas no início do período considerado. Os cálculos foram efetuados para as espécies em separado, mas para apresentação no presente trabalho, são apresentados os resultados condensados para quatro grupos, a saber: araucária ou Pinheiro-do-Paraná (*Araucaria angustifolia*), imbuia (*Ocotea porosa*), canelas (*Ocotea* sp. + *Nectandra* sp.) e outras espécies comercialmente denominadas como madeiras brancas, tais como a Bracatinga (*Mimosa scabrella*) e erva-mate (*Ilex paraguariensis*).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados em termos de crescimento em volume das florestas são apresentados na Tabela 1 e na Figura 1. O incremento periódico anual volumétrico (IPA) da floresta de GC&CDS foi de 6,45 m³/ha/ano, considerando o período 9 anos (1998 a 2007), enquanto, na floresta de SJT, o incremento foi de 5,66 m³/ha/ano, considerando o período de 12 anos de crescimento (1995 a 2007). Estes valores apontam um crescimento bastante superior àqueles apontados por SANQUETTA *et al.* (2003) para as mesmas áreas durante o período de 1998-2002 para GC&CDS (1,476 m³/ha/ano) e 1995-2002 para SJT (2,829 m³/ha/ano).

Trabalhos de SANQUETTA *et al.* (2003) mostraram que o volume das imbuias teve considerável decréscimo na área de GC&CDS (período 1998-2002) decorrente da possível morte de árvores de grande porte e na área de SJT o incremento foi baixo para o período de 1995-2002 (0,133m³/ha/ano). Neste trabalho que analisa o crescimento até o ano de 2007, o incremento de árvores desta espécie tornou-se

notável, onde a inclusão de indivíduos (ingressos) acarretou um aumento do volume passando agora para 0,61 m³/ha/ano para a área de GC&CDS e 0,49 m³/ha/ano para a área de SJT.

TABELA 1: Crescimento em volume total do fuste com casca nas duas Florestas de Araucária no estado do Paraná.

Grupos de Espécies	General Carneiro e Coronel Domingos Soares				São João do Triunfo			
	Vol. (m ³ /ha) 1998	Vol. (m ³ /ha) 2002	Vol. (m ³ /ha) 2007	IPA (m ³ /ha/ano)	Vol. (m ³ /ha) 1995	Vol. (m ³ /ha) 2002	Vol. (m ³ /ha) 2007	IPA (m ³ /ha/ano)
Araucária	146,97	154,845	167,180	2,25	190,984	216,603	235,550	3,71
Imbuia	47,031	41,000	52,510	0,61	25,013	25,941	30,840	0,49
Canelas	3,853	4,419	6,350	0,28	48,563	43,68	52,000	0,29
Branças	54,577	58,072	84,470	3,32	107,595	105,736	121,650	1,17
Todos	252,431	258,336	240,690	6,45	372,155	391,96	440,030	5,66

O crescimento da floresta de SJT foi fortemente afetado pelo incremento da araucária, já que as demais espécies apresentaram IPA muito reduzidos, enquanto para a área de GC&CDS o crescimento é determinado não somente pelas araucárias, mas especialmente pelas espécies classificadas como brancas, já que estas apresentam IPA superior ao da araucária. Estudos realizados por SANQUETTA *et al.* (2003) apontavam um crescimento de 1,969 m³/ha/ano para GC&CDS e 3,660 para SJT para a espécie *Araucaria angustifolia* sendo que neste estudo, esta mesma espécie apresentou um incremento periódico de 2,25 m³/ha/ano para a área de GC&CDS e 3,71 m³/ha/ano para a área de SJT.

Na Figura 1 está apresentado o incremento periódico anual em termos volumétricos e na Figura 2 o incremento periódico anual em termos de área basal, para as duas florestas analisadas. Percebe-se que a área de GC&CDS apresenta um crescimento mais expressivo de espécies do grupo Brancas ao passo que a área SJT apresenta um maior crescimento pelos indivíduos de Araucária.

Numa análise envolvendo as duas florestas mensuradas, percebe-se que há diferenças de comportamento da regeneração natural. Tanto a floresta de SJT quanto a de GC&CDS apresentaram aumento em suas densidades, conforme apresentado na Tabela 2, embora quando a análise é feita nos diferentes grupos, o crescimento se mostre desigual entre as florestas. Em ambas as áreas, o grupo das Canelas apresentou crescimento em volume por hectare anual semelhante, enquanto nos demais grupos este crescimento se deu de maneira diferenciada. Na floresta de SJT, as Araucárias apresentaram crescimento volumétrico de maior destaque dentre todos os grupos, assim como em relação à mesma espécie na área de GC&CDS. Já nesta última, a partir da análise do IPA, as árvores brancas foram as que apresentaram melhores resultados, deixando em segundo lugar as Araucárias.

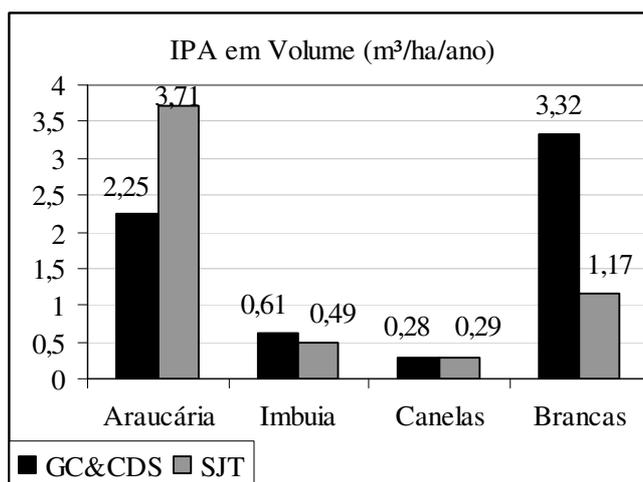


FIGURA 1: Incremento Periódico Anual em volume total nas duas Florestas de Araucária no Estado do Paraná.

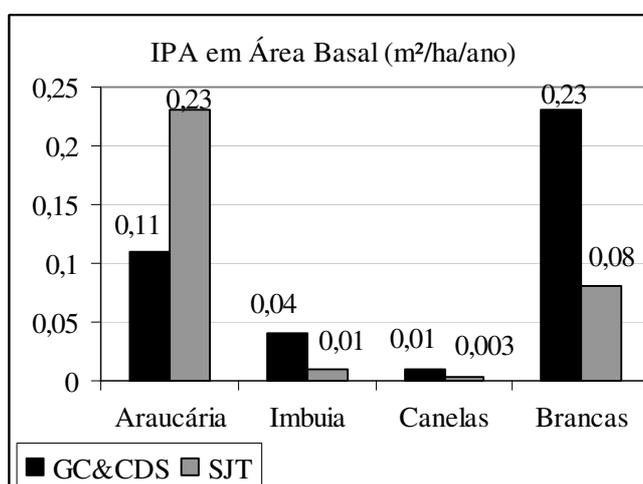


FIGURA 2: Incremento Periódico Anual em área basal nas duas Florestas de Araucária no Estado do Paraná.

Possivelmente, a explicação para que a área de SJT apresente diferenças marcantes em relação ao crescimento da Araucária em relação a GC&CDS, pois a primeira é muito superior, é o fato de que a área de GC&CDS ter sido explorada comercialmente em anos anteriores. É importante lembrar que o crescimento em SJT é favorecido por ser uma área que a mais de 25 anos é mantida intacta, enquanto em GC&CDS, além de ter sido usada para corte seletivo de madeira até 2001, sofreu raleamentos de copas para manejo de erva-mate, o que explica os diferentes comportamentos de crescimento (SANQUETTA *et al.*, 2003).

Ainda na Figura 2 estão apresentados os comportamentos dos incrementos em área basal para as duas florestas. Em GC&CDS este crescimento para as espécies Brancas é significativamente superior ao dos demais grupamentos de espécies da mesma floresta, sendo que para a mesma o incremento das Canelas é o que apresenta menor valor de crescimento por ha/ano. Na floresta de SJT, o crescimento em área basal apresenta aspectos bem diferentes: as Araucárias representam o

grupo com maior incremento periódico anual, seguidas pelas espécies Brancas. Comparando-se SJT à GC&CDS, as Canelas foram as que obtiveram menor incremento em volume por hectare no período de um ano, sendo este valor o mais baixo de todos.

TABELA 2: Crescimento em área basal nas duas Florestas de Araucária no Estado do Paraná: General GC&CDS; SJT.

Grupos de Espécies	General Carneiro e Coronel Domingos Soares			São João do Triunfo		
	Área Basal m ² / ha	Área Basal m ² / ha	IPA	Área Basal m ² / ha	Área Basal m ² / ha	IPA
	1998	2007	(m ² /ha/ano)	1995	2007	(m ² /ha/ano)
Araucária	12,90	13,89	0,11	16,61	19,43	0,23
Imbuia	4,20	4,58	0,04	2,22	2,35	0,01
Canelas	0,48	0,61	0,01	5,25	5,29	0,003
Brancas	7,08	9,12	0,23	12,94	13,89	0,08
Todos	24,66	28,20	0,39	37,02	40,96	0,33

A Tabela 3 apresenta uma análise da densidade das duas florestas, apresentando o número de árvores vivas, mortas e recrutadas no período avaliado. Observa-se que o número de árvores brancas é muito superior as demais freqüências das outras espécies em ambas as florestas. Na área de GC&CDS, este grupo de espécies é o que apresentou maior mortalidade, chegando a atingir taxa relativa de 2,54%.

Em SJT, o mesmo grupo de espécies (Brancas) é o que apresenta maior taxa de mortalidade (Figura 3), sendo diferente do que ocorre em GC&CDS, onde a taxa relativa de ingresso é mais alta, sendo de 3,32% para as espécies brancas.

Dentre as duas florestas, é possível observar que a situada em GC&CDS apresenta taxas relativas de ingresso, mortalidade e recrutamento superiores as de SJT. Observa-se um maior número de árvores vivas por hectare em SJT (925 árvores vivas por hectare) contra GC&CDS (517,5 árvores vivas por hectare) conforme Figura 4.

Em GC&CDS é notória a taxa de canelas recrutadas, sendo esta em média de 5,82% superior as demais espécies nas duas florestas estudadas, incluindo as canelas da área de SJT.

TABELA 3: Número total, recrutamento e mortalidade em duas Florestas de Araucária no Estado do Paraná.

Grupos de Espécies	Nº árvores vivas/ha		Nº árvores mortas/ha/ano		Nº árvores recrutadas/ha/ano		
	1998	2002	1998-2007	1998-2007	1998-2007	1998-2007	
General Carneiro e Coronel Domingos Soares							
Anos	1998	2002	2007	Abs.	%	Abs.	%
Araucária	116,25	128,88	133,63	0,58	0,50	1,78	1,53
Imbuia	34,13	37,88	39,38	0,14	0,41	0,85	2,48
Canelas	7,88	9,63	13,13	0,07	0,88	0,46	5,82
Branças	230	282,75	331,38	5,85	2,54	9,81	4,26
Todos	388,25	459,13	517,50	6,64	1,71	12,89	3,32
São João do Triunfo							
Anos	1995	2002	2007	Abs.	%	Abs.	%
Araucária	163,14	165,43	169	0,5	0,31	0,60	0,36
Imbuia	10,57	9,71	11,4	0,07	0,66	0,02	0,23
Canelas	101,71	111,71	139	1	0,98	3,02	2,97
Branças	418,29	448,29	605	8,55	2,04	13,88	3,32
Todos	693,71	735,14	925	10,12	1,46	17,52	2,53

Assim como citado por SANQUETTA *et al.* (2003), a área de GC&CDS apresenta grande diferença no percentual de recrutamento dos grupos de Araucária e Imbuia quando comparados com os da área de SJT. No presente trabalho, os valores percentuais de recrutamento para Araucária são de 1,53% em GC&CDS para 0,36% em SJT. Para este mesmo grupo, no intervalo de 1999-2002 (GC&CDS) e 1995-2002 (SJT), SANQUETTA *et al.* (2003) aponta 2,90% e 0,53%, respectivamente. Tal disparidade se repete quando analisado o grupo das Imbuias. Para GC&CDS, o recrutamento foi de 2,48%, contra 0,23% de SJT. Na análise de SANQUETTA *et al.* (2003), os valores indicados foram de 3,30% para GC&CDS versus 0,00% em SJT. Estes valores ressaltam a possibilidade de práticas de manejo prévias terem beneficiado o ingresso de espécies de valor comercial na área de GC&CDS, onde o raleamento de sub-bosque e o corte seletivo estimularam o recrutamento de tais espécies. Em contra partida, a floresta de SJT, por apresentar maior densidade populacional, apresenta maior competição entre espécies e, conseqüentemente, tem o recrutamento prejudicado.

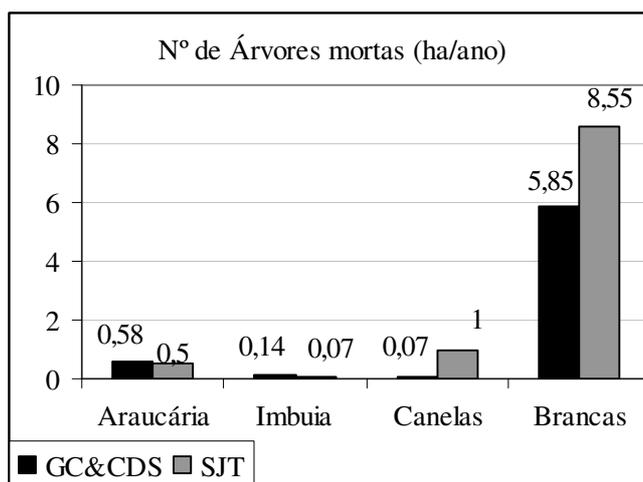


FIGURA 3: Número de árvores mortas/ha/ano em GC&CDS (1998 a 2007); SJT (1995 a 2007).

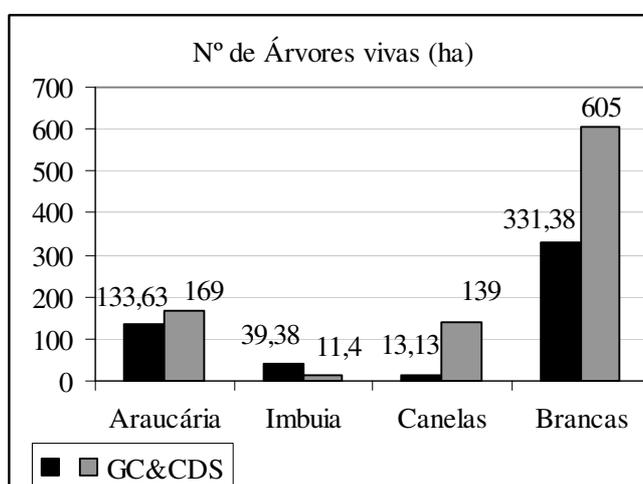


FIGURA 4: Número de árvores vivas/ha em 2007.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas áreas das florestas de araucária nas regiões de GC&CDS e SJT demonstram a capacidade de regeneração natural dos fragmentos estudados. Por mais que o crescimento se mostre distinto nas duas áreas avaliadas, ambas demonstraram estar em amplo processo de regeneração natural apresentando vários indivíduos ingressos no sistema de medição. Tal conclusão é tomada considerando que uma das maneiras de se estudar a regeneração natural é a análise contínua das variáveis de crescimento, como aumento em volume e área basal, aumento do número de árvores ingressos até mesmo índices de mortalidade.

Mesmo que espécies de alto valor comercial como as Imbuias apresentem ingresso de indivíduos inferior às espécies Brancas, estas estão em pleno processo de ingresso no sistema de medição. Tal disparidade se deve às características sociológicas da floresta, onde a acirrada competição por solo e nutrientes é altamente relevante no ingresso das espécies à população total. O intervalo de tempo até então disponibilizado para que as áreas tornem a se estabelecer é curto,

pois numa esfera de crescimento vegetacional, 9 e 12 anos representam muito pouco para espécies florestais, mas são indicativos suficientes para mostrar que a regeneração e o restabelecimento de florestas é possível.

Da mesma maneira, observa-se que os resultados apresentam-se de forma cíclica e quando analisamos apenas um curto espaço de tempo podemos inferir em erros sobre a dinâmica populacional, fato este explicado pelas tendências apresentadas no trabalho realizado para a mesma área por SANQUETA *et al.* em 2003. Desta forma, por mais que existam subsídios para prognosticar o comportamento das florestas, recomenda-se a validação dos mesmos ao longo dos anos de acompanhamento do crescimento das parcelas. Somente com constantes análises de crescimento de uma tipologia florestal é que valores e tendências comportamentais podem ser estabelecidos como parâmetros de comparação. Ainda, muito outros fatores interferem nesta relação de crescimento e por este fato, nem sempre são controláveis e, por outro lado, muitas vezes são limitantes ao desenvolvimento da floresta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação Brasileira**. n. 1. Rio de Janeiro: DEDIT/CDDI, 1992.
- FUPEF-CNPq (Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). **Conservação do bioma Floresta com Araucária**. Curitiba: Relatório Final, v. 1 e 2, 2001.
- GOMIDE, G. L. A. **Estrutura e dinâmica de crescimento de florestas tropicais primária e secundária no Estado do Paraná**. 1997. Dissertação (Mestrado - Pós-Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 179p.
- PIZATTO, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo - PR: 1995 a 1999**. 1999. Dissertação (Mestrado - Pós-Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 172p.
- SANQUETTA, C. R. **Fundamentos biométricos dos modelos de simulação florestal**. Curitiba: FUPEF Série Didática n. 8, 1996. 49p.
- SANQUETTA, C. R.; CÔRTE, A. P. D.; 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**, Guarapuava. v. 5, no 1, Jan/Jun 2003. 101-112p.
- SANQUETTA, C. R.; MATTEI, E. Perspectivas de recuperação e manejo sustentável das florestas de araucária. Curitiba: Multi-Graphic, 2006. 297 p.

