

AS ARAUCÁRIAS DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU: ESTRUTURA ETÁRIA E DENDROCRONOLOGIA

LAS ARAUCÁRIAS DEL PARQUE NACIONAL DE IGUAZU: ESTRUCTURA ETARIA Y DENDROCRONOLOGIA

THE ARAUCARIAS OF IGUAÇU NATIONAL PARK: STRUCTURE AGE AND DENDROCHRONOLOGY

Por ALCI ALBIERO JÚNIOR¹

RESUMO

Através de uma perspectiva populacional e dendrocronológica buscou-se analisar o status de conservação das Araucárias no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil. Todas as Araucárias a partir de 10 cm de altura foram registradas em 200 parcelas (10 x 10 m). Foram amostrados 416 indivíduos ocorrendo naturalmente na borda e 46 no interior da formação florestal. Com idade média de 41 e 71 anos, as populações foram caracterizadas como jovens. Através da elevada densidade de indivíduos distribuídos em diferentes classes de tamanho e idade, o Parque Nacional do Iguaçu representa um importante remanescente para a regeneração e manutenção da espécie.

Palavras-chave: Anéis de crescimento. Pinheiro do Paraná. Floresta Ombrófila Mista.

RESUMEN

A través de una perspectiva de la población y dendrocronológico se busca analizar el estado de conservación de las Araucárias en el Parque Nacional de Iguazú. Todas las Araucárias a partir de 10 cm de altura fueron registradas en 200 parcelas (10 x 10 m). Fueron muestreados 416 individuos ocurriendo de forma natural en la borde y 46 en el interior de la formación forestal. Con edad media de 41 y 71 años, las poblaciones fueron caracterizadas como jóvenes. A través de la elevada densidad de individuos distribuidos en diferentes clases de tamaño y edad, el Parque Nacional de Iguazú representa un importante remanente para la regeneración y mantención de la especie.

Palabras clave: Anillos de crecimiento. Pino de Paraná. Selva Ombrófila Mista.

¹ Discente de doutorado pelo programa de Ecologia Aplicada Interunidades, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Ciências Florestais, Laboratório de Anatomia da Madeira e Dendrocronologia. Av. Pádua Diaz, n. 11. CEP: 13418-900, Piracicaba, SP. junioralbiero@hotmail.com

ABSTRACT

Through a population and dendrochronological perspective the present research sought to assess the conservation status of *Araucária angustifolia* in the Iguaçu National Park. All individuals from 10 cm height were recorded in 200 plots (10 x 10 m). We sampled 416 individuals occurring naturally in edge and 46 in interior of forest formation. With an average age of 41 and 71 years, the populations were characterized as young. Through the high density of individuals distributed in different sizes classes and age, the Iguaçu National Park is an important remnant for regeneration and maintenance of the species.

Keywords: Growth rings. Paraná Pine. Mixed Ombrophylous Forest.

INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista (FOM) ou Floresta com Araucária pode ser considerada uma das regiões fitogeográficas mais alteradas no domínio da Floresta Atlântica brasileira. Abrangendo originalmente uma área de 20 milhões de hectares (MÄHLER JUNIOR; LAROCCA, 2009; INDRUSIAK; MONTEIRO, 2009), remanescendo atualmente 12,6% (RIBEIRO et al., 2009). O estado do Paraná abriga a maior área contínua de FOM (MARQUES; ROPER; SALVALAGGIO, 2004), remanescendo cerca de 3% de sua formação original no estado (BITTENCOURT; SEBBENN, 2009), sendo que 0,80% encontra-se em avançado estágio sucessional (FUPEF, 2001). O atual estado de supressão da FOM está diretamente relacionado à sua espécie mais característica, *Araucária angustifolia* (Bertol.) Kuntze. Espécie amplamente explorada ao longo de sua história em virtude da qualidade de sua madeira (DUARTE; DILLENBURG; ROSA, 2002; SANQUETA; THIELE; CORTE, 2010). A redução do tamanho e do número de remanescentes da FOM tem promovido a degradação das populações de Araucária. Em alguns casos, essas populações tornam-se vulneráveis e sujeitas ao desaparecimento, em resposta ao rompimento de sua dinâmica de regeneração, amadurecimento e reprodução (SHIMIZU; JAEGER; SOPCHAK, 2000). Neste contexto, a espécie tem *status* de “criticamente em perigo” pela *Red List of Threatened Species* – IUCN (FARJON, 2016), e, “em perigo”, no Livro Vermelho da Flora do Brasil (CARLUCCI et al., 2013). E isso se torna preocupante, pois *A. angustifolia* exerce papel chave na estrutura e funcionamento desse ecossistema, sendo a espécie de maior valor econômico da FOM, servindo como fonte de recursos para o homem e para a fauna, favorecendo a resiliência desta unidade fitogeográfica (DUARTE; DILLENBURG, 2000, MATTOS et al., 2007).

Mesmo com grande relevância social, econômica e ecológica, estudos biológicos (MANTOVANI; MORELLATO; REIS, 2004), demográficos (PALUDO et al., 2009), espaciais (ANJOS et al., 2004) e regenerativos (PALUDO et al., 2009; VALENTE; NEGRELLE; SANQUETA, 2010; RIOS, 2010) devem ser ampliados em populações naturais da Araucária.

A acentuada redução e fragmentação da FOM, restringindo-se atualmente às unidades de conservação (RIBEIRO et al., 2009), e a falta de conhecimentos autoecológicos da espécie geram lacunas no embasamento de práticas adequadas em seu manejo e conservação. Dessa forma, conhecer a estrutura populacional e

etária da mais importante espécie florestal nativa da economia madeireira do Sul do Brasil (SCHEEREN, 1999), no maior Parque Nacional extra-amazônico (SOUZA, 2015), permitirá revelar o estado de conservação das populações e a efetividade de proteção da espécie em uma unidade de conservação.

Por adicionar uma perspectiva de longo prazo (10³ anos), análises com anéis de crescimento (dendrocronologia) podem contribuir substancial na compreensão da estrutura etária e dinâmica de crescimento das árvores durante sua vida (CALLADO et al., 2014). Fornecendo dados confiáveis das relações ambientais e ecológicas pretéritas e presentes, os quais estão registrados nas séries temporais dos anéis de crescimento das árvores. Os anéis de crescimento são estruturas anatômicas do xilema secundário que, observados em corte transversal, delimitam círculos mais ou menos concêntricos e contínuos, ao redor da medula (OLIVEIRA, 2007). Devido à atividade periódica do câmbio vascular, os anéis resultam em arranjos sucessivos em camadas de tecidos lenhosos no fuste, acrescentando periodicamente camadas justapostas, estruturadoras do lenho, formando os anéis de crescimento (ENCINAS; SILVA; PINTO, 2005).

A formação do câmbio vascular é induzida por períodos favoráveis e desfavoráveis de crescimento, como baixas temperaturas em regiões temperadas e estações secas e inundações nos trópicos, induzindo a dormência cambial nas zonas de crescimento (WORBES, 1995). Em períodos desfavoráveis, a dormência cambial é observada no lenho tardio, apresentando maior densidade que o lenho inicial (WEHR; TOMAZELLO FILHO, 2000). Após esse período, o câmbio vascular reassume suas atividades fisiológicas com todo vigor correspondendo ao lenho inicial (BOTOSSO; MATTOS, 2002). Dessa forma, um anel de crescimento da Araucária é o conjunto do lenho inicial e tardio, correspondendo a períodos intermitentes de aumento e diminuição das atividades metabólicas do câmbio vascular em respostas às variações ambientais.

Portanto, através de uma perspectiva populacional e dendrocronológica, o presente trabalho buscou revelar o estado de conservação das populações de Araucária e sua estrutura etária no Parque Nacional do Iguaçu/PR/Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de estudo compreende duas fitocenoses de Floresta Ombrófila Mista (FOM), formação típica e exclusiva dos planaltos da região Sul do Brasil, contemplando representantes das floras tropicais e temperadas com dominância de *A. angustifolia* (RODERJAN; GALVÃO; KUNIYOSHI, 2002). O estudo foi realizado no Parque Nacional do Iguaçu (ParNa Iguaçu), unidade de conservação federal de proteção integral (RYLANDAS; BRANDON, 2005). O ParNa Iguaçu abrange 185.262,50 ha (IBAMA, 1999), resguardando uma das principais áreas com vegetação nativa no estado do Paraná. Excluindo a Serra do Mar brasileira, representa junto com o Parque Nacional São Joaquim/SC, os únicos remanescentes de Floresta Atlântica de interior maiores que 50.000 ha,

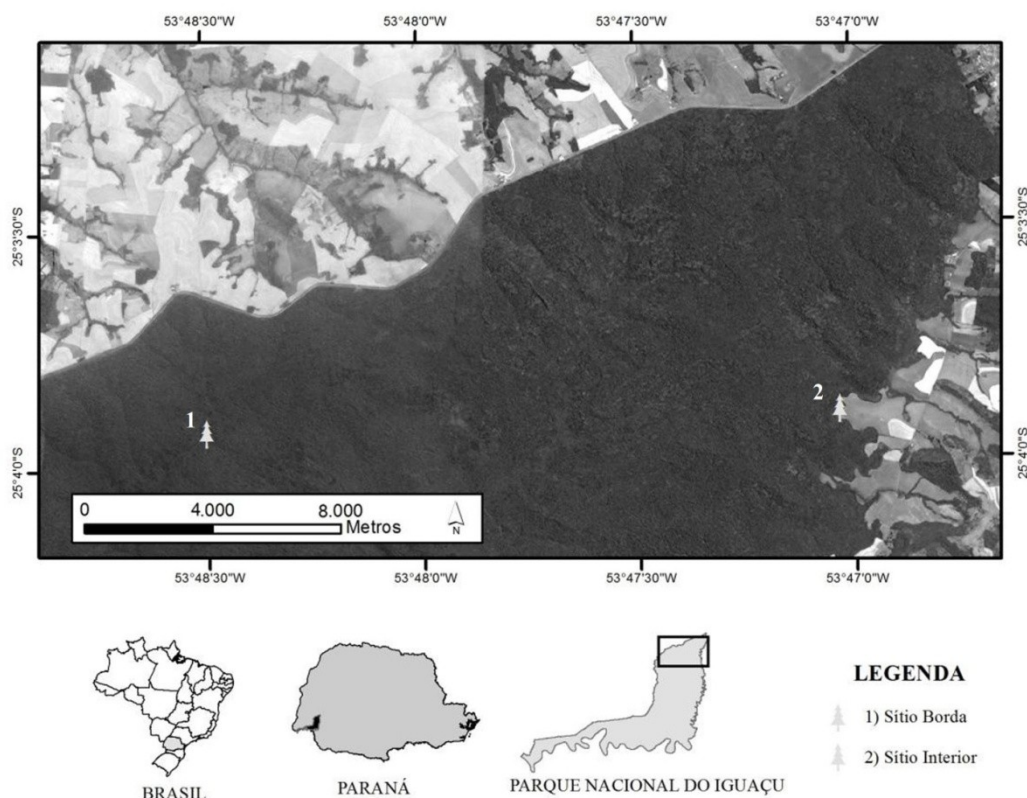
sendo o único fragmento que possui áreas com até 12 km distantes da borda (RIBEIRO et al., 2009). A Floresta Ombrófila Mista, formação alvo do presente trabalho, ocorre na porção norte do parque, em transição com a Floresta Estacional Semidecidual, estendendo-se ao longo de vales dos rios, em sentido norte/sul, em áreas de relevo com altitudes máximas pouco superiores a 600 m (IBAMA, 1999). O clima da região segundo o sistema de Köppen é Cfa, com temperaturas mínimas inferiores a 18°C e máximas superiores a 22°C, com predomínio de chuvas nos meses de verão, embora sem estação seca definida (IAPAR, 2013).

Parcelas e estrutura populacional

Os sítios amostrais (Imagem 01) estão situados nos municípios de Santa Tereza do Oeste/PR (sítio borda) e Céu Azul/PR (sítio interior). Em cada sítio foram demarcadas quatro parcelas amostrais. As parcelas localizadas no sítio borda situam-se a 50 metros da borda florestal (25°07'69.0"S e 53°39'52.6"O), sendo essa, uma área próxima à monocultura agrícola, em altitudes variando de 580 a 600 metros, inserida na microbacia do rio Gonçalves Dias. As parcelas localizadas no sítio interior estão inseridas a 4000 metros da borda noroeste do parque (25°08'08.5"S e 53°46'76.8"O), em altitudes variando de 580 a 600 metros, na microbacia do rio Floriano. Cada parcela de 50 x 50 m (0,25 ha) foi demarcada aleatoriamente, com distância mínima de 50 m entre elas. As parcelas de 0,25 ha foram divididas em 25 sub-parcelas de 10 x 10 m (100m²). Assim, os indivíduos foram amostrados em 200 parcelas de 10 x 10 m, abrangendo 2 ha de área amostral total, sendo 1 ha no sítio de borda e 1 ha no sítio de interior.

Todos os indivíduos de Araucária com altura maior ou igual a 10 cm foram avaliados quanto à altura e diâmetro, sendo que aqueles com diâmetro à altura do peito (DAP) maior que 4,8 cm foram marcados com plaquetas de alumínio. Os indivíduos foram caracterizados como juvenis quando não apresentaram estruturas reprodutivas, e adultos quando apresentaram ginostróbilos (adultos fêmeas) ou androstróbilos (adultos machos). Para a observação dos androstróbilos e ginostróbilos foi utilizado binóculo (Nikon Monarch 10x42) como sugerido por Mantovani, Morellato e Reis (2004). Os indivíduos com DAP menor que 4,8 cm foram considerados regenerantes, sendo categorizados em diferentes classes de altura, com base em Rios (2010): classe 1) 10 a 50 cm; classe 2) 50,1 cm a 1 m; e classe 3) maior que 1m.

A densidade de indivíduos entre populações foi analisada através do teste Chi-Quadrado (χ^2) pelo software XLSTATE e as frequências entre classes diamétricas foram comparadas graficamente entre os sítios.



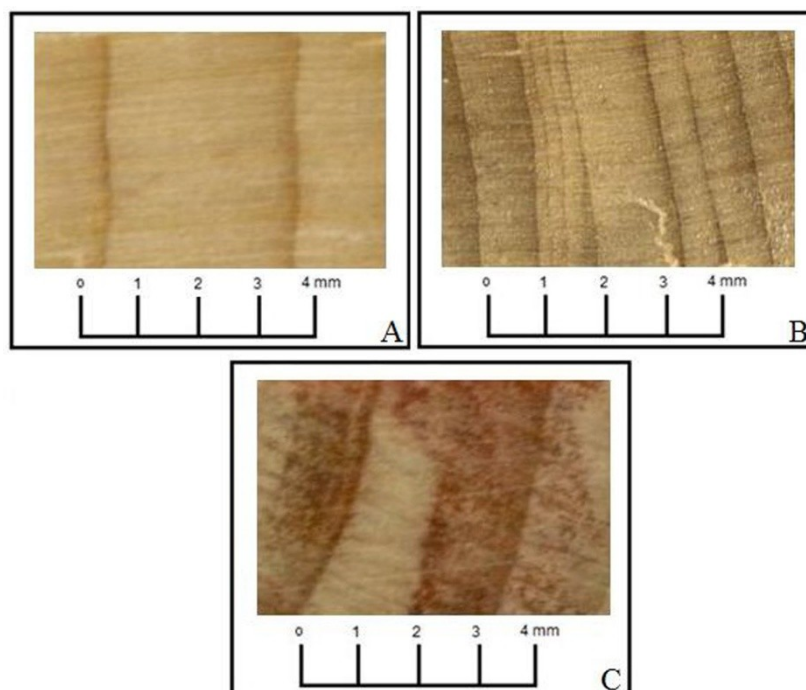
[Figura 01 - Brasil, Paraná, Parque Nacional do Iguaçu e sítios amostrais]

Análises dendrocronológicas

As análises dendrocronológicas de *A. angustifolia* foram conduzidas com 21 indivíduos (≥ 10 cm DAP) na borda e 19 indivíduos (≥ 10 cm DAP) no interior da floresta. De cada indivíduo, três ou quatro amostras radiais da madeira foram retiradas a altura do peito com um trado de incremento (5.1 mm/diâmetro). No campo, as amostras radiais da madeira foram acondicionadas em recipientes apropriados para posterior preparo em laboratório. Após secagem a temperatura ambiente, cada amostra foi submetida ao polimento progressivo com lixas de diferentes granulometrias (de 80 a 600 grãos/cm²) visando o melhor reconhecimento e demarcação dos limites dos anéis de crescimento (STOKES; SMILEY, 1968).

Os anéis de crescimento da Araucária (Imagem 02) são delimitados por uma fina camada de lenho tardio, com traqueídes axiais achatados radialmente e de paredes celulares mais espessas (ROIG, 2000; WEHR; TOMAZELLO FILHO, 2000). Posteriormente ao polimento, todas as séries temporais radiais foram analisadas com auxílio de um estereomicroscópio e datadas de acordo com os métodos descritos por Stokes e Smiley (1968). As árvores datadas foram ajustadas no tempo (calendário gregoriano), considerando-se o período vegetativo que se

inicia em agosto/setembro de um ano e se encerra em junho/julho do ano seguinte (SCHULMAN, 1956). Tendo em vista a coleta das amostras de madeira em maio de 2013, o período vegetativo referente ao ano de 2012 foi descartado por estar incompleto, seguindo as recomendações de Schulman (1956). Da mesma forma, pelo fato de muitas amostras apresentarem o anel de 2011 com limites inconspícuos que dificultavam a sua demarcação, optou-se pela sua exclusão, iniciando-se as medições a partir do ano 2010.



[Figura 02 - Característica dos anéis de crescimento de *A. angustifolia*; (A) anéis de crescimento típicos, evidenciando os lenhos inicial (primaveril) e tardio (outonal) conspícuos; (B) anéis de crescimento típicos precedidos por período de anéis inconspícuos; (C) depósito de resina.]

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo, foram registrados 479 indivíduos ($239,5 \text{ ind. ha}^{-1}$) de Araucária no Parque Nacional do Iguaçu, sendo 416 na borda (24 fêmeas, 29 machos, 46 juvenis e 317 regenerantes) e 63 no interior (9 fêmeas, 8 machos, 3 juvenis e 43 regenerantes) (Tabela 01). Através do teste Chi-quadrado ($X^2=20,4$; $p=0,001$), rejeitou-se a hipótese nula de independência de densidade entre classes de indivíduos (machos, fêmeas, juvenis e regenerantes) entre sítios. E comprovou-se a semelhança de comportamento entre as populações de borda e de interior através da convergência nas proporções de densidade entre as classes.

A densidade das populações de Araucária em ambos os sítios no ParNa Iguaçu pode ser caracterizada como alta comparando-se aos trabalhos de Paludo et al. (2009) (100 ind. ha^{-1}) na Reserva Genética Florestal de Caçador/Santa Catarina, Mantovani, Morelatto e Reis (2004) (32 ind. ha^{-1}) no Parque Estadual de Campos do

Jordão/São Paulo, Navares, Brena e Longhi (2005) (23 ind.ha⁻¹) na Floresta Nacional de São Francisco de Paulo/Rio Grande do Sul e Lingner et al. (2007) (64 ind.ha⁻¹) na Reserva Florestal Embrapa-Epagri Caçador/Santa Catarina.

Embora as Araucárias do ParNa Iguaçu sejam representadas por alta densidade de indivíduos, foi observado grande diferença entre a borda e o interior da floresta, demonstrando que diferentes condições do sítio, exercem forte influência no número de indivíduos da espécie. Dessa forma, acredita-se que no interior da unidade de conservação, a presença de 63 indivíduos.ha⁻¹ em comparação aos 416 indivíduos.ha⁻¹ amostrados na borda, pode estar relacionada ao estágio sucessional mais avançado do sítio (VALENTE; NEGRELLE; SANQUETA, 2010). Einig, Mertz e Hampp (1999) relacionaram a baixa densidade de Araucária no interior florestal em respostas à formação de um denso estrato de espécies herbáceas, afetando a intensidade luminosa e consequentemente dificultando a regeneração da espécie. Entretanto, sabe-se que a Araucária sobrevive em áreas sob sombreamento moderado (INOUE; GALVÃO; TORRES, 1979; INOUE; TORRES, 1980; DUARTE; DILLENBURG, 2000), demonstrando que a intensidade luminosa não seria o principal fator limitante causador da baixa densidade de indivíduos no interior florestal. Dessa forma, a proximidade da borda parece favorecer a regeneração da espécie, que por possuir sementes, com grande reserva nutritiva, propiciaria seu crescimento inicial rápido (EINIG; MERTZ; HAMPP, 1999; ZANDAVALLI, 2006).

Tabela 1. Indivíduos de Araucária amostrados no Parque Nacional do Iguaçu, PR.

Classes	Sítio borda				Sítio interior			
	DA	DR	FA	FR	DA	DR	FA	FR
Fêmeas	24	5,7	21	11,5	9	14,29	6	15,8
Machos	29	6,9	25	13,7	8	12,7	7	18,4
Juvenis	46	11,07	26	14,2	3	4,76	3	7,9
R3	31	7,45	17	9,3	4	6,3	3	7,9
R2	107	25,7	42	23,0	25	39,6	12	31,6
R1	179	43,2	52	28,4	14	22,2	7	18,4
Total	416				63			

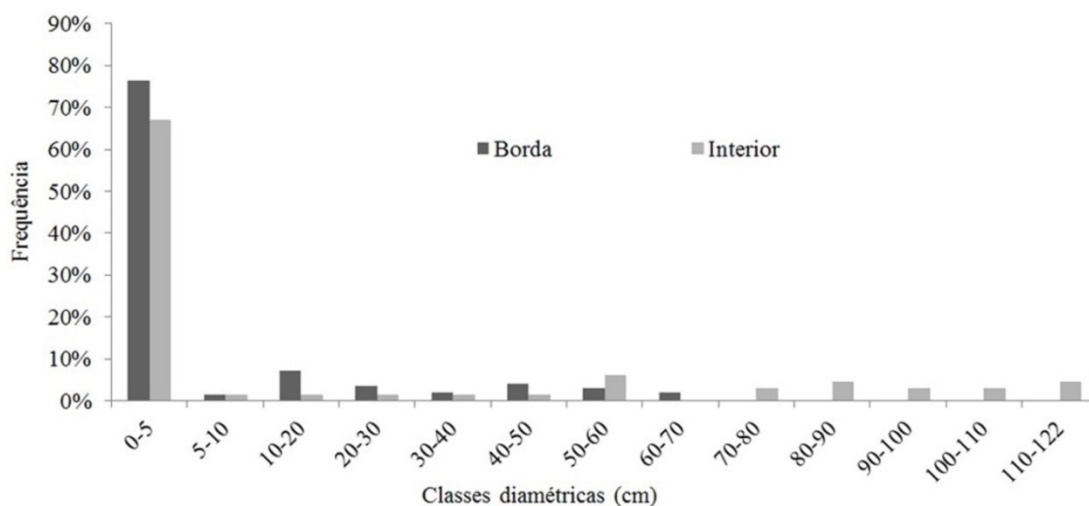
Fonte: O autor, 2015.

R1 (Regenerante 1); R2 (Regenerante 2); R3 (Regenerante 3); DA (Densidade absoluta); DR (Densidade relativa); FA (Frequência absoluta); FR (Frequência relativa).

Acredita-se que a baixa densidade de Araucária em áreas mais preservadas, como o interior do ParNa Iguaçu, seja uma característica da espécie e sua distribuição estaria mais relacionada pelos sistemas de latifolioladas, com as quais compete, ao invés de condicionamentos ambientais (e.g. intensidade luminosa) (ZANDAVALLI, 2006). Essa característica poderia sugerir que a estrutura etária de populações naturais florestais de Araucária pode ser útil na descrição do *status* de preservação da fitocenose avaliada. Sendo assim, levanta-se a hipótese de que altas densidades seriam características de áreas menos preservadas e em estágios iniciais a intermediários de sucessão, enquanto que baixas densidades seriam características de áreas mais preservadas e em estágios mais avançados de sucessão.

Contudo, apesar da diferença de densidade, foi possível verificar que as duas populações apresentaram padrão estrutural semelhante ao de J-invertido (Imagem 3), característico de populações dinâmicas e inequidâneas (KOLEHMAINEN; MULTIKAINEN, 2007). Embora não possam ser caracterizadas como florestas balanceadas, por não manterem constantes as taxas de redução do número de árvores com o aumento do diâmetro (MEYER, 1952).

A alta densidade de Araucárias, a existência de indivíduos em diferentes classes etárias e a presença de árvores a mais de 250 m da borda florestal, contradizendo o trabalho de Fontoura, Ganade e Larocca (2006), demonstram que a espécie possui alta representatividade e está se regenerando. Corroborando com o inventário fitossociológico de Souza (2015), onde no qual *A. angustifolia* aparece como sexta espécie em densidade (20 ind.ha⁻¹) nas áreas de FOM do ParNa Iguaçu, nas quais se destacam pela alta importância fitossociológica. Resultado que se reflete na diversidade genética alta e equilibrada da espécie na unidade de conservação (SHIMIZU; JAEGER; SOPCHAK, 2000).



[Figura 03 - Frequência dos indivíduos de Araucária por classes diamétricas no Parque Nacional do Iguaçu, PR.]

Observando as frequências diamétricas, o déficit de árvores no sítio interior entre as classes de 60 a 70 cm e no sítio borda a partir de 70 cm de diâmetro podem indicar perturbações passadas (PINHEIRO; MONTEIRO, 2009). A falta de indivíduos nas maiores classes de diâmetro na condição de borda corrobora o *status* de conservação, sendo caracterizada como área menos preservada em estágios intermediários de sucessão, em virtude da proximidade dos limites da unidade de conservação e prováveis explorações madeireiras passadas (WATZLAWICK et al., 2013). Atividades antrópicas preteritamente realizadas ao estabelecimento dos limites atuais da unidade e que provavelmente também exerceram influência na população de Araucária de interior, podem estar colaborando com a falta de indivíduos nas classes 60 a 70 cm.

Analisando a idade das Araucárias no ParNa Iguaçu, o indivíduo mais longevo amostrado no interior apresentou 96 anos (1914-2010), já na borda, o indivíduo mais longevo foi datado com 53 anos (1957-2010). A diferença etária das populações entre sítios foram estatisticamente significativas através do teste U de Mann-Whitney ($U=116/p=0,025$), sendo a população das Araucárias na borda com idade média de 47 anos e a população de interior com idade média de 71 anos.

Estudos com anéis de crescimento demonstram que *A. angustifolia* pode viver por até 400 anos (OLIVEIRA; ROIG; PILLAR, 2010). Dessa forma, a estrutura etária das Araucárias no ParNa Iguaçu revelam populações jovens, se recuperando de um passado recente de exploração e degradação florestal. A idade média das populações estudadas corrobora com a recente proteção da totalidade da unidade de conservação, que apenas em 1981 pelo decreto Nº. 86.876, estabeleceu os limites atuais, incluindo o leito do rio Iguaçu e as ilhas ali existentes, bem como excluindo uma área de cerca de 1.400 ha, no extremo norte do Parque, onde se instalou a Cidade de Santa Tereza do Oeste (SOUZA, 2015). Embora possa viver até 400 anos, outros estudos encontraram estruturas etárias similares ao encontrado para as populações do ParNa Iguaçu, tais como Seitz e Kanninen (1989) (54 anos), Cattaneo et al. (2013) (56 anos), Rigozo et al. (2004) (120 anos), Oliveira, Roig e Pillar (2010) (122 anos).

A idade média das Araucárias na borda comprova seu estabelecimento mais recente, reforçando o diagnóstico de que bordas são áreas mais sujeitas à degradação e antropização (FOX et al., 1997; MURCIA, 1995). Esses fatores que exercem forte influência na germinação e sobrevivência de plântulas (LAURANCE; YENSEN, 1991; MELO; DIRZO; TABARELLI, 2006), colaborando com a menor idade dos indivíduos.

CONCLUSÃO

O Parque Nacional do Iguaçu representa um importante remanescente na preservação de populações naturais de Araucária em virtude da elevada densidade de indivíduos amostrados em diferentes classes de tamanho e idade. Apesar de significativa diferença de densidade entre sítios, as populações analisadas possuem alta representatividade e estão se regenerando no ParNa Iguaçu. As análises de estrutura etária confirmam o potencial da dendrocronologia na determinação do grau de conservação dos remanescentes florestais, indicando ser esta uma ferramenta útil para a predição de populações a serem preservadas.

REFERÊNCIAS

ANJOS, A. et al. Análise do padrão de distribuição espacial da araucária (*Araucária angustifolia*) em algumas áreas no Estado do Paraná, utilizando a função K de Ripley. *Scientia Forestalis*, Santa Maria, v. 66, n. 50, p. 38-45, 2004.

BITTENCOURT, J. V. M.; SEBBENN, A. M. Genetic effects of forest fragmentation in high-density *Araucária angustifolia* populations in Southern Brazil. *Tree Genetics & Genomes*, Berlin, v. 5, n. 4, p. 573–582, 2009.

BOTOSSO, P. C.; MATTOS, P. P. *Conhecer a idade das árvores: importância e aplicações*. Colombo: Embrapa, 2002.

CALLADO, C. H. et al. Studies on cambial activity: advances and challenges in the knowledge of growth dynamics of Brazilian woody species. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 86, n. 1, p. 277-83, 2014.

CARLUCCI, M. B. et al. Araucáriaceae. In: MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. (Orgs.). *Livro vermelho da flora do Brasil*. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson, 2013. p. 185-186. Disponível em: <<http://cncflora.jbrj.gov.br/LivroVermelho.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2013.

CATTANEO, N. et al. Sex-related, growth–climate association of *Araucária angustifolia* in the neotropical ombrophilous wood lands of Argentina. *Dendrochronologia*, Amsterdam, v. 31, p. 147-152, 2013.

DUARTE, L. S.; DILLENBURG, L. R. Ecophysiological responses of *Araucária angustifolia* (Araucáriaceae) seedlings to different irradiance levels. *Australian Journal of Botany*, Clayton South, v. 48, n. 4, p.531-537, 2000.

DUARTE, L. S.; DILLENBURG, L. R.; ROSA, L. M. G. Assessing the role of light availability in the regeneration of *Araucária angustifolia* (Araucáriaceae). *Australian Journal of Botany*, Clayton South, v. 50, n. 6, p. 741-751, 2002.

EINIG, W.; MERTZ, A.; HAMPP, R. Growth rate, photosynthetic activity, and leaf development of Brazil pine seedlings (*Araucária angustifolia* [Bert.] O. Ktze.). *Plant Ecology*, Oxford, v. 143, n. 1, p. 23-28, 1999.

ENCINAS, J. I.; SILVA, G. F.; PINTO, J. R. R. *Idade e crescimento das árvores*. Brasília: Comunicações técnicas e florestais; UNB, 2005.

FARJON, A. *Araucária angustifolia*. In: IUCN. *The IUCN Red List of Threatened Species 2007*. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 05 abril 2016.

FONTOURA, S. M.; GANADE, G.; LAROCCA, J. Changes in plant community diversity and composition across an edge between Araucária forest and pasture in South Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 79-91, 2006.

FOX, B. et al. Vegetation changes across edges of rainforest remnants. *Biological Conservation*, Amsterdam, v. 82, n. 1, p. 1-13, 1997.

FUPEF. Fundação de pesquisas florestais do Paraná. *A floresta com araucária no Paraná: conservação do bioma floresta com araucária, diagnósticos dos remanescentes florestais*. Curitiba: FUPEF, 2001.

IAPAR. Instituto ambiental do Paraná. *Cartas climáticas do Paraná*. Disponível em:

<<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597>>. Acesso em: 20 dez. 2013.

IBAMA. *Plano de manejo do Parque Nacional do Iguaçu*. Curitiba: IBAMA, 1999.

INDRUSIAK, C.; MONTEIRO, S. A. Unidades de conservação na área de distribuição da Araucária. In: FONSECA, C. R. et al. (Orgs.). *Floresta com Araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável*. Ribeirão Preto: Holos, 2009. p. 328.

INOUE, M. T.; GALVÃO, F.; TORRES, D. V. Estudo ecofisiológico sobre *Araucária angustifolia* (Bert.) O. Ktze: fotossíntese em dependência à luz no estágio juvenil. *Revista Floresta*, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 5-9, 1979.

INOUE, M. T.; TORRES, D. V. Comportamento do crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. em dependência da intensidade luminosa. *Revista Floresta*, Curitiba, v. 11, n. 1, p. 7-10, 1980.

KOLEHMAINEN, J.; MUTIKAINEN. Population stage structure, survival and recruitment in the endangered East African forest herb Saint Paulia. *Plant Ecology*, Oxford, v. 192, n. 1, p. 85-95, 2007.

LAURANCE, W. F.; YENSEN, E. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. *Biological Conservation*, Amsterdam, v. 55, n. 1, p. 77-92, 1991.

LINGNER, D. V. et al. Caracterização da estrutura e da dinâmica de um remanescente de floresta com araucária no planalto catarinense. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, n. 55, p. 55-66, 2007.

MÄHLER JUNIOR, J. K. F.; LARocca, J. F. Fitofisionomias, desmatamento e fragmentação da floresta com Araucária. In: FONSECA, C. R. et al. (Orgs.). *Floresta com Araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável*. Ribeirão Preto: Holos, 2009. p. 328.

MANTOVANI, A.; MORELLATO, L. P. C.; REIS, M. S. Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucária angustifolia* (Bert.) O. Ktze. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 787-796, 2004.

MARQUES, M. C. M.; ROPER, J. J.; SALVALAGGIO, A. P. B. Phenological patterns among plant life-forms in a subtropical forest in southern Brazil. *Plant Ecology*, Oxford, v. 173, n. 2, p. 203-213, 2004.

MATTOS, P. P. et al. *Dendrocronologia de espécies da floresta ombrófila mista do município de Candói, Pr*. Colombo: Embrapa, 2007.

- MELO, F. P. L.; DIRZO, R.; TABARELLI, M. Biased seed rain forest edges: Evidence from the Brazilian Atlantic forest. *Biological Conservation*, Amsterdam, v. 132, n. 1, p. 50-60, 2006.
- MEYER, H. A. Structure, growth, and drain in balanced uneven-aged forests. *Journal of Forestry*, Washington, v. 50, n. 2, p. 85-95, 1952.
- MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: Implication for conservation. *Trees*, Berlin, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.
- NAVARES, I. S.; BRENA, D. A.; LONGHI, S. J. Estrutura da regeneração natural em floresta ombrófila mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula RS. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 15, n. 4, p. 331-342, 2005.
- OLIVEIRA, J. M. *Anéis de crescimento de Araucária angustifolia (Bertol.) O. Kuntze*: bases de dendrocronologia em ecossistemas subtropicais montanos no Brasil. 2007. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- OLIVEIRA, J. M.; ROIG, F. A.; PILLAR, V. D. Climatic signals in tree-rings of in the southern Brazilian highlands. *Austral Ecology*, Malden, v. 35, p. 134-147, 2010.
- PALUDO, G. F. et al. Estrutura demográfica e padrão espacial de uma população natural de *Araucária angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae), na reserva genética florestal de Caçador, estado de Santa Catarina. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1109-1121, 2009.
- PINHEIRO, M. H. O.; MONTEIRO, R. Análise estrutural e considerações sobre a dinâmica sucessional de dois fragmentos florestais semidecíduais do Jardim Botânico Municipal de Bauru, SP, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 968-975, 2009.
- RIBEIRO, M. C. et al. The brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? implications for conservation. *Biological Conservation*, Amsterdam, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.
- RIGOZO, N. R. et al. Search for solar periodicities in tree-ring widths from Concórdia (S.C., Brazil). *Pure and Applied Geophysics*, Basel, v. 161, n. 1, p. 221-233, 2004.
- RIOS, C. M. Capacidade regenerativa da floresta missioneira argentina frente a distúrbios antrópicos. 2010. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, v. 24, p. 75-92, 2002.

- ROIG, F. A. Dendrocronología en los bosques del Neotrópico: revisión y prospección futura. In: ROIG, F. A. (Org.). *Dendrocronologia em América Latina*. Mendoza: EDIUNC, 2000. p. 436.
- RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. Unidades de conservação brasileiras. *Megadiversidade*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 27-35, 2005.
- SANQUETA, C. R.; THIELE, P.; CORTE, A. P. D. Crescimento, mortalidade e recrutamento de duas florestas de araucária no estado do Paraná, Brasil, no período de 1995-2007. *Naturalia*, Rio Claro, v. 33, p. 117-126, 2010.
- SCHEEREN, L. W. et al. Crescimento em altura de *Araucária angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em três sítios naturais, na região de Canela – RS. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 23-40, 1999.
- SCHULMAN, E. *Dendroclimatic changes in semiarid America*. Tucson: University of Arizona Press, 1956.
- SEITZ, R. A.; KANNINEN, M. Tree ring analysis of *Araucária angustifolia* in Southern Brazil: preliminary results. *IAWA Bull*, Amsterdam, v. 10, n. 2, p. 170-174, 1989.
- SHIMIZU, J. Y.; JAEGER, P.; SOPCHAK, S. A. Variabilidade genética em uma população remanescente de araucária no Parque Nacional do Iguaçu, Brasil. *Pesquisa Florestal*, Colombo, n. 41, p. 18-36, 2000.
- SOUZA, R. F. *Fitossociologia e dinâmica da vegetação arbórea no Parque Nacional do Iguaçu*. 2015. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- STOKES, M.; SMILEY, T. *An introduction to tree-ring dating*. Chicago: London: The University of Chicago, 1968.
- VALENTE, T. P.; NEGRELLE, R. B.; SANQUETA, C. R. Regeneração de *Araucária angustifolia* em três fitofisionomias de um fragmento de floresta ombrófila mista. *Iheringia*, Porto Alegre, v. 65, n. 1, p. 17-24, 2010.
- WATZLAWICK, L. F. et al. Estimate of the diameter distribution in mixed ombrophylous forest fragment with the Meyer's function. *Applied Research and Agrotecnology*, Guarapuava, v. 6, n. 1, p. 29-36, 2013.
- WEHR, N. J.; TOMAZELLO FILHO, M. Caracterização dos anéis de crescimento de árvores de *Araucária angustifolia* (Bert.) O. Ktze, através da microdensitometria de raios x. *Scientia florestalis*, Piracicaba, n. 58, p. 161-170, 2000.
- WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees: a review. *IAWA*, Amsterdam, v. 16, n. 4, p. 337-351, 1995.

ZANDAVALLI, R. B. *Importância da competição durante o estabelecimento e crescimento inicial da Araucária angustifolia*. 2006. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

