

Caracterização dos anéis de crescimento de árvores de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze , através da microdensitometria de raios X

Tree-ring characterization of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze trees, applying the X-ray microdensitometry

Nils Joachim Wehr
Mário Tomazello Filho

ABSTRACT: The present study has as its aim the characterization of the growth rings from araucaria trees applying the X-ray microdensitometric method . Araucaria trees of 3 diameter categories - dominated, co-dominated and suppressed - with 25 years, were cutted of a plantation from this species located, in Arapoti, Paraná State, Brazil. Wood discs were also collected at the below part of the stem, near the ground, and prepared to take X-rays films to be analyzed in the microdensitometer. The purchase results allowed: (i) evaluate the mean value of the densities of the maximum, minimum and mean of the tree growth rings; (ii) determine the width variation and the early and latewood density; (iii) obtain the wood mean density. In this study were discussed the results with those ones presented in the literature about araucaria, with other methodologies of tree ring growth analysis and wood quality parameters.

KEYWORDS: *Araucaria angustifolia*, Parana Pine, Growth rings, X-ray densitometry

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo a caracterização dos anéis de crescimento de árvores de araucária através da técnica de microdensitometria de raios X. Árvores de araucária pertencentes a 3 classes de diâmetro - dominantes, co-dominantes e dominadas - com 25 anos, foram cortadas de uma plantação, localizada no município de Arapoti, PR. Foram coletados discos de madeira na região basal do tronco e preparados para a obtenção de filmes de raios X e análise por microdensitômetro. Os resultados obtidos permitiram (i) avaliar a variação dos valores médios das densidades máxima, mínima e média dos anéis de crescimento; (ii) determinar a variação dos valores da largura e da densidade dos lenhos inicial e tardio; (iii) obter valores de densidade média da madeira. São discutidos os resultados obtidos com os apresentados na literatura para a araucária com outras metodologias de análise de anéis de crescimento e de parâmetros de qualidade da madeira.

PALAVRAS-CHAVE: *Araucaria angustifolia*, Pinheiro-do-paraná, Anéis de crescimento, Densitometria de raios X

INTRODUÇÃO

O gênero Araucária, pertencente à Família Araucariaceae, é exclusivo do Hemisfério Sul, possuindo somente 2 espécies na América, sendo *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch

no Chile e Argentina e *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze no Brasil (Joly, 1975). Com inúmeros nomes vulgares as árvores de *Araucaria angustifolia*, ou araucária, chegam

a atingir na fase adulta, altura de até 40 m e diâmetro de 1,5 m, apresentando tronco cilíndrico, livre de ramos e copa umbeliforme, enquanto que exemplares jovens apresentam copa piramidal, oval ou colunar (Reitz et al., 1978). As árvores de araucária, em populações naturais, ocorriam geralmente em associação com inúmeras espécies de folhosas e uma de conífera (*Podocarpus lambertii* Klotz., pinheiro-bravo, Família Podocarpaceae) em vastas áreas dos Estados das regiões sul e sudeste do país (Carvalho, 1994). A excelente qualidade e a ampla utilização de sua madeira provocou intensa exploração das árvores dessa espécie, restringindo de forma significativa sua área de ocorrência natural. Tomazello Filho (1986) em publicação da FAO sobre espécies florestais sob riscos de extinção, apresen-

ta uma revisão sobre a araucária, com ênfase aos aspectos ecológicos da espécie. As árvores de araucária apresentam, a exemplo de inúmeras outras espécies de coníferas, a capacidade de gravar no seu tronco, ano após ano, na forma de anéis de crescimento, as variáveis ecológicas do ambiente, constituindo-se em importante fonte de informações para áreas como a dendrocronologia, manejo florestal, entre outras (Tomazello Filho et al., 2000). Por outro lado, significativo avanço na análise dos anéis de crescimento foi atingido após o desenvolvimento da metodologia de microdensitometria de raios X por Polge (1966). Pelo exposto, o presente trabalho tem como objetivo a aplicação do método de microdensitometria de raios X na análise dos anéis de crescimento de árvores de araucária.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de madeira de araucária foram coletadas em plantação de propriedade da Indústria de Papel Arapoti S.A., localizada na Fazenda São Nicolau, PR. A plantação de araucária foi estabelecida em julho de 1971, a partir de sementes coletadas em Guarapuava, PR, no espaçamento de 2,40 x 0,90 m, em solo classificado como Latossolo Vermelho, em relevo suavemente ondulado. O clima é classificado como Cfa, com invernos secos e verões chuvosos, podendo ocorrer geadas, segundo a classificação climática de Köppen. O diâmetro com casca e altura das árvores de araucária foram coletadas previamente para a sua classificação em (i) dominantes, (ii) co-dominantes e (iii) dominados, com valores de > 31,52, 31,51 - 21,50 e < 21,50 cm, respectivamente. Foram selecionadas 3 árvores/classe de diâmetro e, posteriormente, cortadas. De cada árvore foram retirados discos de madeira, com 5 cm de espessura, na base, DAP e a cada 2,40 m do tronco, até a altura comercial. Os discos de madeira passaram pelo processo de secagem

natural e, após, com desumidificador. Em condições de laboratório foram realizadas as medições da espessura da casca das amostras de madeira. Os discos de madeira tiveram, em seguida, suas superfícies lixadas para a melhor visualização dos anéis de crescimento e dos defeitos da madeira (madeira de compressão, anéis perdidos, nós). Foram selecionados os melhores diâmetros para cada disco com base na morfologia dos anéis de crescimento e ausência dos defeitos enumerados e obtidas amostras diametrais de madeira com dimensões aproximadas de 3,0 x 1,0 cm (altura x espessura). Essas amostras de madeira, previamente identificadas, foram, novamente, mantidas em condições de laboratório até atingirem a umidade de equilíbrio com o ambiente. Em seguida, foram fixadas em guias de madeira e, com equipamento de dupla serra circular, foram obtidas amostras diametrais com espessura uniforme de 1,2 mm. Essas amostras diametrais foram separadas na região da medula, constituindo-se em 1 amostra radial de

madeira por árvore, identificadas com tinta nanquim. Estas foram condicionadas (temperatura, 21°C; período, 24 horas; umidade relativa, 25%) sendo então irradiadas em máquina de raios X, marca Hewlett Packard, modelo Faxitron 43805N, com filmes de raios X Kodak, Diagnostic Film X-Omat XK1. Após o

processamento radiográfico os filmes foram analisados em um microdensitômetro Joyce Loebel MK III-C. O detalhamento da exposição, revelação e leitura dos filmes de raios x das amostras de madeira e detalhes por Amaral (1993) e Amaral e Tomazello Filho (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de densidade máxima, mínima e média dos anéis de crescimento das árvores de araucária das 3 classes de diâmetro, são apresentados na Figura 1. As variações obtidas demonstram que a madeira de araucária mostra pequenas variações, com uma uniformidade no sentido medula-casca. Para a densidade média máxima dos anéis de crescimento os valores obtidos estão incluídos na faixa de 0,90-0,55 g/cm³, com menores variações na árvore dominante, em relação às co-dominada e dominada. Para a densidade média mínima os valores são de 0,30-0,50 g/cm³, com menores valores e variações para as árvores da classe dominante. Estas variações para as densidades máxima e mínima dos anéis anuais de crescimento estão compreendidas dentro da faixa de variação obtida por Lamprecht (1984) para as árvores de araucária procedentes de Campos do Jordão, SP, indicando similaridade para essa característica, em comparação às árvores analisadas em Arapoti, PR.

Com relação à densidade média da madeira dos anéis de crescimento os valores estão restritos à faixa de variação de 0,40-0,60 g/cm³, com pequenas flutuações ao longo da orientação medula-casca e sem diferenças significativas observadas entre as árvores das 3 classes de diâmetro. Estes valores somente podem ser comparados com os dados de densidade básica da madeira, obtidos pelos métodos gravimétricos, por Amaral et al., (1971), Rolim e Ferreira (1974) e Tomazelli (1979), que observavam um aumento dos valores de densidade de

0,37-0,47 (medula) para 0,48-0,54 g/cm³ (casca). Essas variações caracterizam a presença de madeira juvenil, próxima à medula e adulta, próxima à casca, não identificadas nitidamente nas amostras avaliadas pela metodologia de atenuação de raios X. Face à escassez de dados a respeito dessas variações há necessidade da condução de novas análises com árvores de diferentes idades, coletadas em diversos locais e práticas de manejo.

Os valores médios de densidade dos lenhos inicial e tardio dos anéis de crescimento das árvores de araucária das 3 classes de diâmetro são apresentados na Figura 2. As variações encontradas são, de certa forma, as mesmas para os demais valores de densidade dos anéis de crescimento. Os lenhos tardios pela sua composição e estrutura anatômica apresentam valores de densidade mais elevados do que os lenhos iniciais para todas as classes de diâmetro e anos. Com relação ao lenho tardio os valores, de modo geral, estão localizados entre 0,50-0,60 g/cm³, com as árvores da classe co-dominante mostrando valores entre 0,60-0,70 g/cm³ até aproximadamente o ano de 1983. A mesma tendência é observada nos anos iniciais e finais das amostras de madeira das árvores dominantes.

Em relação ao lenho inicial, para as árvores das 3 classes de diâmetro os valores de densidade média localizam-se na faixa de 0,40-0,50 g/cm³, com exceção aos anos iniciais. Nas árvores dominantes os valores estão próximos ao limite inferior da faixa, ou seja, a densidade de

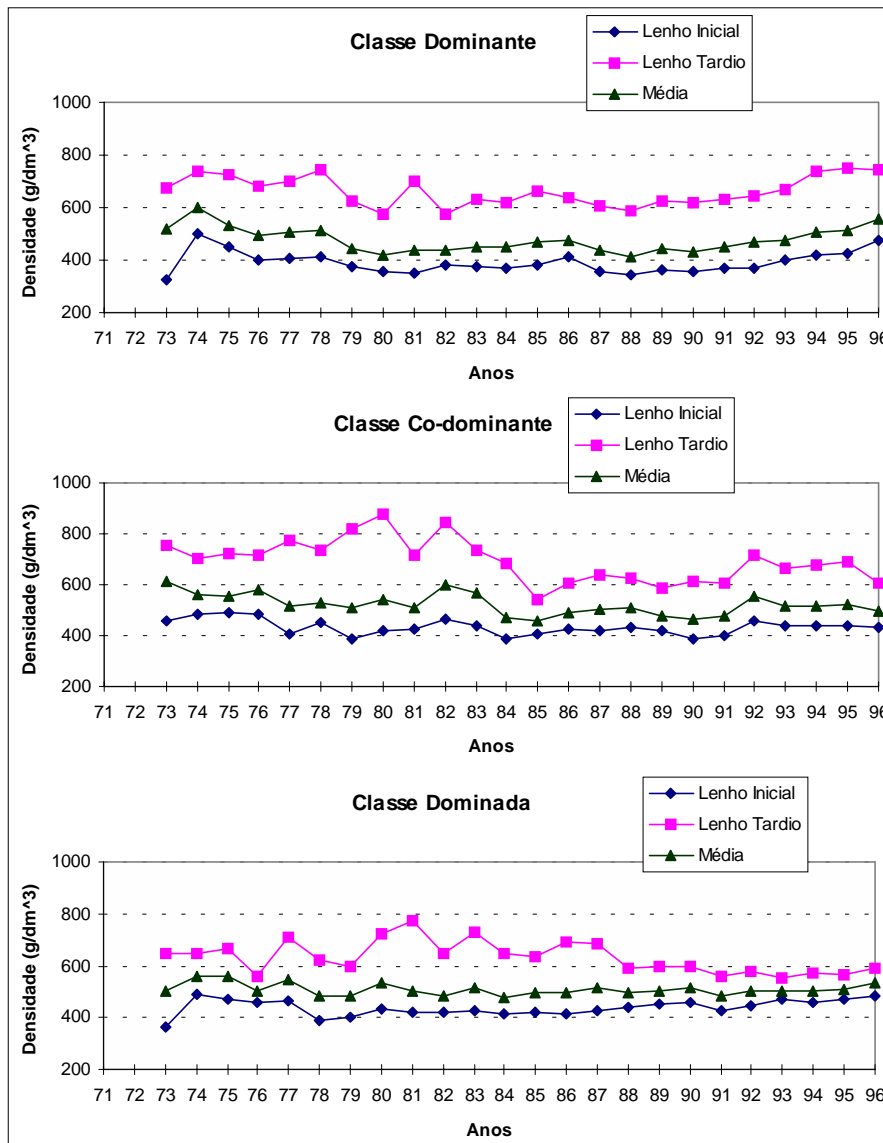


Figura 1. Variação dos valores médios de densidade máxima, mínima e média dos anéis de crescimento de árvores de araucária das classes dominante, co-dominante e dominada.

(Variation of maximum, minimum and mean growth rings of dominated, co-dominated and suppressed araucaria trees).

0,40 g/cm³. As variações encontradas indicam, a exemplo dos demais parâmetros de densidade, que a madeira das árvores de araucária mostra uma uniformidade no sentido medula-casca.

Os valores de variação da largura média dos lenhos inicial e tardio e dos incrementos anuais radiais das árvores de araucária das 3 classes

são apresentados nas Figura 3 e 4, respectivamente.

Pela análise, verifica-se um aumento progressivo no incremento da largura dos anéis de crescimento a partir dos anos iniciais, atingindo valores máximos no período compreendido entre 6-11 anos em função da classe das árvo-

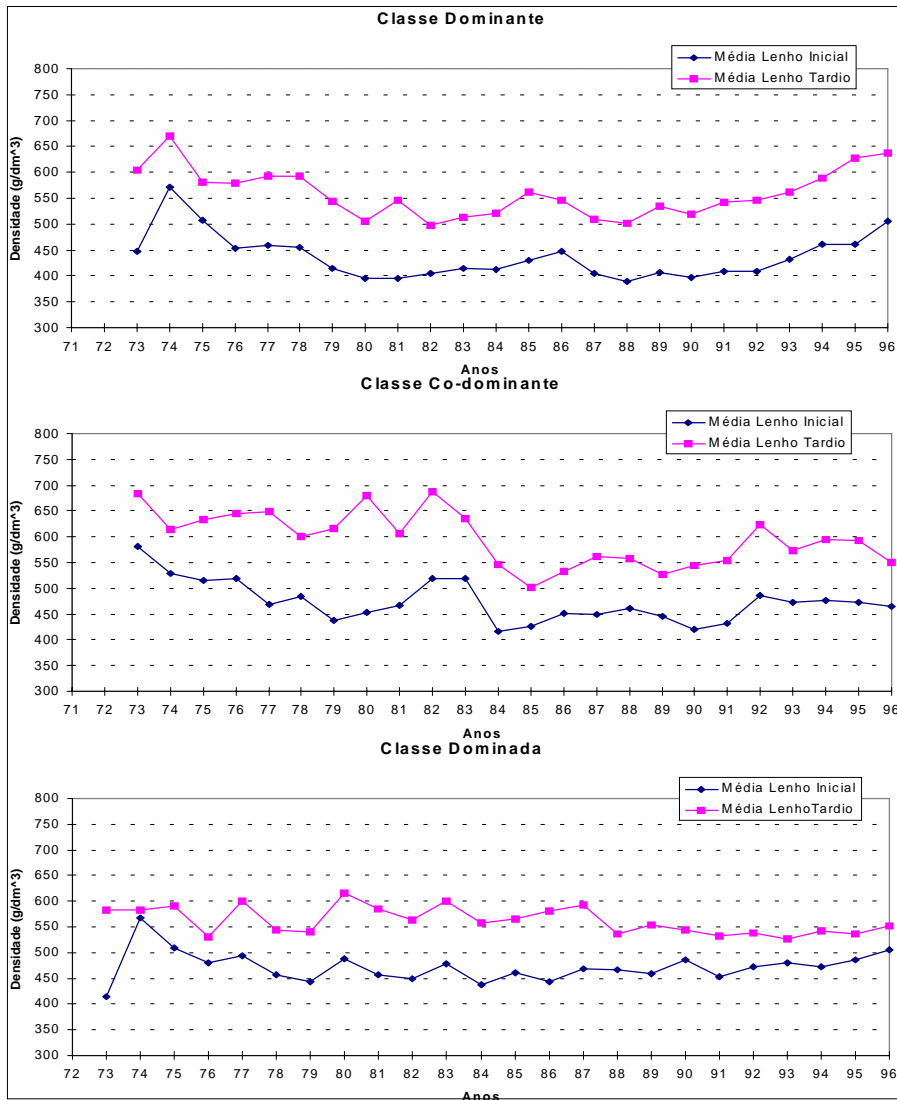


Figura 2. Variação dos valores médios de densidade dos lenhos iniciais e tardio dos anéis de crescimento de árvores de araucária das classes dominante, co-dominante e dominada.

(Variation of early and latewood density mean values from growth rings of dominated, co-dominated and suppressed araucaria trees).

res de araucária. As da classe dominante atingiram as suas maiores taxas de crescimento nos anos iniciais desse período, ao contrário, das árvores dominadas que apresentam suas maiores taxas nos anos finais do período. As árvores co-dominantes mostram comportamento intermediário. Verificam-se, também, diferenças significativas para os valores de incrementos anu-

ais nesse período, com as árvores das classes dominante, co-dominante e dominante que apresentam acréscimos de 15, 10 e 7,5 mm/ano, respectivamente.

Da mesma forma, esse período é caracterizado pela formação de maiores porcentagens de lenho inicial, em relação ao lenho tardio, nos anéis anuais de crescimento, com valores de

36, 28 e 27%, para as árvores das classes dominante, co-dominada e dominada, respectivamente.

As pesquisas com silvicultura de araucária reportam, em função do espaçamento de plantio, o início da competição entre as árvores pelos fatores de crescimento a partir do 6º ano. Nesse período as árvores da população apresentam uma estratificação de diâmetro e de dimensões de copa, com a possibilidade de classificá-las nas 3 classes, dominante, co-dominante e dominada. Esses resultados são corroborados por Gurgel Filho (1980) e Gurgel et al., (1982), que verificaram a estagnação do crescimento das árvores de araucária em espaçamentos de 1,5 x 1,5 m, a partir do 3º ano da implantação do experimento.

Os resultados da competição pelos fatores de crescimento pelas árvores de araucária, a partir desse período de maiores taxas de crescimento, são claramente definidos na Figura 3, sendo caracterizados pela redução da largura dos anéis de crescimento e aumento da porcentagem de lenho tardio no anel de crescimento em relação ao lenho inicial. Essa redução do crescimento é mais nítida nas árvores dominadas, seguindo-se as co-dominantes e as dominantes. Os valores de largura dos anéis de crescimento, no período de maior competição, estão em torno de 7, 2 e 1,5 mm para as árvores das classes dominante, co-dominante e dominada. O período que vai até o corte das árvores é caracterizado por oscilações na largura dos anéis de crescimento, sendo verificadas, novamente, fases com acréscimos na largura: 18-20 e 22-25 anos, em função da classe de diâmetro das árvores. As árvores da classe dominante apresentam uma reação em crescimento mais precoce e com maiores valores, em relação às dominadas. Esta reação das árvores da população é devida à aplicação de desbastes e/ou mortalidade de árvores de araucária, proporcionando a liberação dos fatores de crescimento para que, em seguida, se

estabeleça novamente a competição entre as plantas. A fase final é caracterizada pelas menores taxas de crescimento radial, com valores de 5, 2 e 1 mm para as árvores das classes dominante, co-dominante e dominada, respectivamente. Os valores, em porcentagem, de lenho tardio, para essas 3 classes são de 28, 50 e 50%. Esses dados indicam a necessidade de nova intervenção na população, assegurando o crescimento das árvores, sob risco de ocorrer elevada mortalidade ou auto-desbaste. As árvores da classe dominante apresentam dimensões e morfologia da copa típicas da espécie, atingindo os níveis superiores da floresta, ao contrário, das dominadas que apresentam um pequeno desenvolvimento e copa bastante reduzida (Wehr, 1998). Dessa forma, conforme salientado por Seitz (1991), as árvores dominantes com copas mais vigorosas têm maior atividade do câmbio e, em consequência, produzem anéis de crescimento mais largos em relação às co-dominantes e dominadas, com copa mais reduzida e menos vigorosas.

Com relação à largura dos anéis de crescimento os valores obtidos estão entre as variações, indicadas na literatura por inúmeros autores. Nogueira e Seitz (1990) indicam crescimentos da ordem de 0,7 a 1 mm na largura dos anéis de crescimento de árvores sob regime de competição e de 4 a 6 mm após o corte seletivo de árvores, com consequente liberação da copa das árvores remanescentes. Seitz (1991) reporta que as árvores dominantes têm taxas de crescimento 3 vezes maiores do que as suprimidas na ordem de 2,0, 0,7 - 0,6 mm/ano, respectivamente.

Os valores de densidade média da madeira, a 12% de umidade, são 0,48, 0,53 e 0,51 g/cm³, para as árvores de araucária, das classes dominante, co-dominante e dominada, respectivamente.

Verificam-se variações nos valores de densidade dentro e entre as classes de diâmetro das árvores de araucária, com as da classe do-

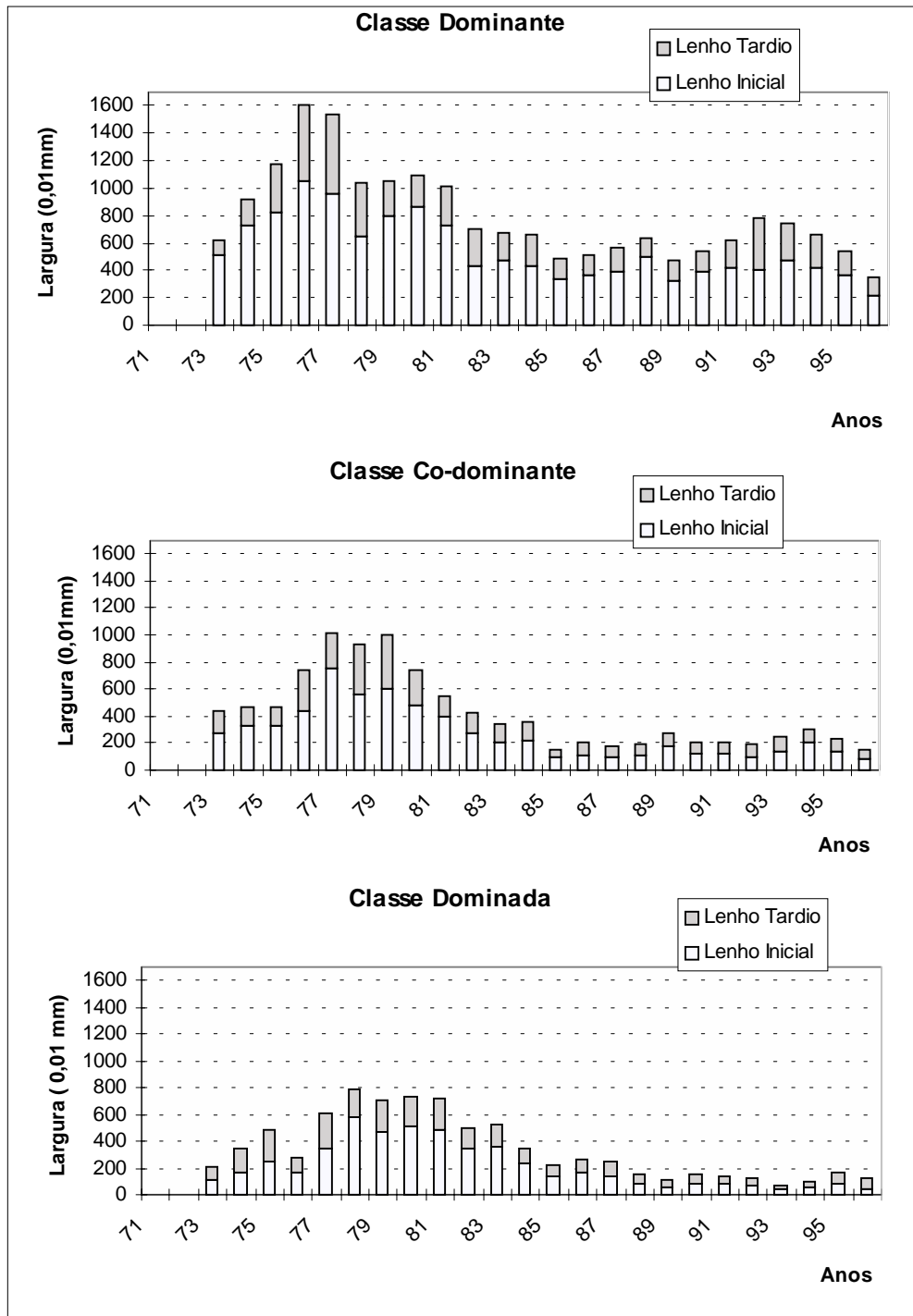


Figura 3. Variação da largura média dos lenhos inicial e tardio dos anéis de crescimento de árvores de araucária das classes dominante, co-dominante e dominada.

(Variation of mean width variation of early and latewood growth rings of dominated, co-dominated and suppressed araucaria trees).

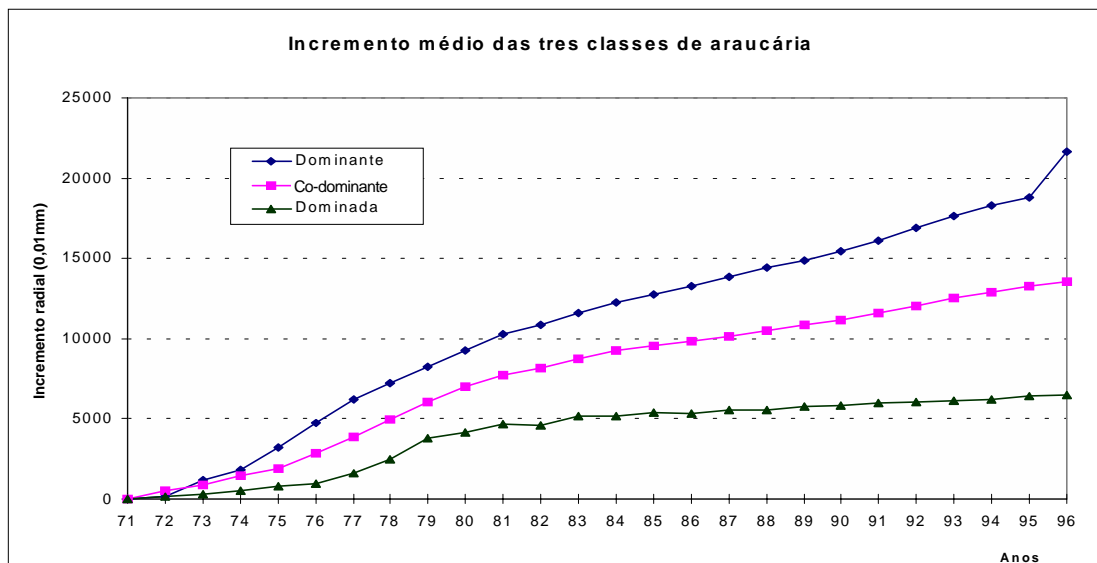


Figura 4. Variação dos valores médios de incrementos radiais de árvores de araucária das classes dominante, co-dominante e dominada.

(Variation of radial growth of dominated, co-dominated and suppressed araucaria trees).

minante apresentando o valor médio inferior aos das demais classes. Amaral (1993) e Amaral e Tomazello Filho (1997) ao analisarem a madeira de *Pinus taeda* L., com metodologia similar, afirmam que a densidade média da madeira dessa conífera é resultado da porcentagem de lenhos inicial e tardio e da espessura da parede e da largura/diâmetro do lume dos traqueídeos da espécie. Considerando que a madeira das árvores de araucária tem uma estrutura anatômica típica das coníferas, essas variações encontradas podem ser, da mesma forma, justificadas pela dimensões/freqüência dos traqueídeos de lenho inicial/tardio em araucária.

As informações disponíveis na literatura sobre valores de densidade da madeira de árvore de araucária são bastante escassas, apesar de sua ocorrência natural no Brasil e elevada qualidade da madeira. Foelkel et al. (1971) ao analisarem os métodos de determinação da densidade básica de cavacos de madeira de araucária obtiveram valores médios de $0,42 \text{ g/cm}^3$. Por outro lado, Amaral et al. (1971) ao analisarem a densidade básica da madeira de árvores de

araucária de sexos feminino e masculino obtiveram valores com variações de $0,43 - 0,50 \text{ g/cm}^3$. Posteriormente, Rolim e Ferreira (1974) determinaram valores de densidade básica de $0,37 - 0,52 \text{ g/cm}^3$, para a madeira juvenil e adulta, respectivamente.

Tomazelli (1979) apresentou valores de $0,44 \text{ g/cm}^3$ para a densidade básica da madeira e casca de árvores de araucária, com 18 anos de idade. O peso específico aparente (12%) da madeira das amostras da base das árvores foi de $0,47-0,54 \text{ g/cm}^3$, para a madeira juvenil e adulta, respectivamente, com valores médios de $0,50 \text{ g/cm}^3$; sendo menores na altura da metade do tronco, com variações de $0,36-0,44 \text{ g/cm}^3$, para a madeira juvenil e adulta. Azambuja (1948) reportou valores de peso específico aparente (15% umidade) de $0,54 \text{ g/cm}^3$, enquanto Carvalho (1982) apresentou valores de densidade média de $0,60 \text{ g/cm}^3$. Posteriormente Carvalho (1994) indicou valores de massa específica aparente (15% de umidade) da madeira de araucária de $0,50-0,61 \text{ g/cm}^3$ e densidade básica da madeira de $0,42-0,48 \text{ g/cm}^3$.

Dessa forma, valores de densidade média da madeira de araucária de 0,48, 0,53 e 0,50 g/cm³, para as árvores das classes dominante, co-dominante e dominada, estão compreendidos entre os apresentados na literatura. As dife-

renças existentes são devido à origem do material, local de amostragem no tronco, idade das árvores, condições de crescimento, dentre outros fatores que podem afetar a densidade da madeira de árvores de araucária.

CONCLUSÕES

Os resultados do presente trabalho permitem concluir que (i) os valores de densidade intra e inter-anéis de crescimento mostram que a madeira de araucária apresenta uma uniformidade no sentido radial, com algumas variações em relação ao parâmetro de densidade analisado, classe da árvore e período de crescimento; (ii) os valores de largura dos lenhos inicial e tar-

dio e dos anéis anuais de crescimento mostram diferenças para as árvores das diferentes classes; (iii) a metodologia de microdensitometria de raios X mostrou-se potencial para os estudos relacionados com a determinação da idade, dinâmica do crescimento e qualidade da madeira de árvores de araucária.

AUTORES E AGRADECIMENTOS

NILS JOACHIM WEHR, Engenheiro Florestal, Mestre em Ciências Florestais pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo. E-mail: nils@terra.com.br

MÁRIO TOMAZELLO FILHO é Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo – Caixa Postal 9 – 13400-970 – Piracicaba, SP- E-mail: mtomazel@carpa.ciagri.usp.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, A.C.B. **Implantação da metodologia de densitometria de raios X em madeira**. Piracicaba, 1993. 143p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- AMARAL, A.C.B.; TOMAZELLO FILHO, M. Avaliação das características dos anéis de crescimento de *Pinus taeda*, através de microdensitometria de raios X. In: MEETING ON NUCLEAR APPLICATIONS, 4, Poços de Caldas, 1997. **Programas e resumos**. São Paulo: SBF, 1997. p.202.
- AMARAL, A.C.B. et al. Variação da densidade básica da madeira produzida pela *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. no sentido medula-casca em árvores do sexo masculino e feminino. **IPEF**, n. 2/3, p.119-127, 1971.
- AZAMBUJA, D. Fichas dendrológicas comerciais e industriais de madeiras brasileiras (peroba rosa, pinheiro brasileiro). **Anuário brasileiro de economia florestal**, v.1, n.1, p.362-369, 1948.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações, silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Curitiba: EMBRAPA/ CNPF, 1994. 640p.
- CARVALHO, P.E.R. Resultados experimentais de espécies madeireiras no Estado do Paraná. **Silvicultura em São Paulo**, v.16A, n.2, p.747-765, 1982.
- FOELKEL, C.E.B.; BRASIL, M.A.M.; BARRICHELO, L.E.G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, n.2/3, p.142-147, 1971.

- GURGEL FILHO, O.A. Silvica da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. In: IUFRO MEETING OF FORESTRY PROBLEMS OF GENUS ARAUCÁRIA, 1, Curitiba, 1980. **Anais**. Curitiba: FUPEF, 1980. p.29-68.
- GURGEL FILHO, O.A.; MORAES, J.L.; GARRIDO, L.M.A.G. Silvicultura de essências indígenas sob povoamentos homóclitos coetâneos experimentais: 9- Pinheiro Brasileiro (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.). In: CONGRESSO NACIONAL DE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão, 1982. **Anais**. São Paulo: SBS/SBEF, 1982. p.884-889.
- JOLY, A.B. **Botânica: introdução a taxonomia vegetal**. 2.ed. São Paulo: Editora Nacional/EDUSP, 1975. 777p.
- LAMPRECHT, M.A. Dendroklimatologische untersuchungen in Südamerika, **Birmensdorf WSL**, v.263, p.57-58, 1984.
- NOGUEIRA, A.C.; SEITZ, R.A. Análises temporais da largura de anéis de crescimento de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais**. São Paulo: SBS/SBEF, 1990. v.3, p.84-91.
- POLGE, H. Établissement des courbes de variation de la densité du bois par exploration densitométrique de radiographies d'échantillons prélevés à la tarière sur des arbres vivants: applications dans les domaines technologique et physiologique. **Annales des sciences forestières**, v.23, n.1, p.206, 1966.
- REITZ, P.R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. **Projeto madeira de Santa Catarina**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978. 320p.
- ROLIM, F.; FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de *Araucaria angustifolia*, em função dos anéis de crescimento. **IPEF**, n.9, p.47-55, 1974.
- SEITZ, R.A. Avanços na silvicultura de *Pinus* sp e *Araucaria angustifolia* no sul do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: O DESAFIO DAS FLORESTAS NEOTROPICAIS, Curitiba, 1971. **Anais**. Curitiba: UFPR / IUFRO, 1991. p.153-176.
- TOMAZELLI, I. Comparação da qualidade da madeira de *Araucaria angustifolia* e *Pinus* spp. produzida em reflorestamentos. In: IUFRO MEETING OF FORESTRY PROBLEMS ON GENUS ARAUCÁRIA, 1, Curitiba, 1979. **Anais**. Curitiba: FUPEF, 1979. p.134-141.
- TOMAZELLO FILHO, M. Databook on endangered tree and shrub species and provenances. In: FAO. ***Araucaria angustifolia*, Pinheiro-do-Paraná**. Rome: 1986. p.69-83.
- TOMAZELLO FILHO, M.; LISI, C.S.; BOTOSSO, P.C. *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kunt., the Brazilian pine, as a potential species for dendrochronological studies. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DENDROCHRONOLOGY FOR THE THIRD MILLENNIUM, Mendoza, 2000. **Proceedings**. Mendoza: IANIGLA / CONICET, 2000. p.165.
- WEHR, N.J. **Caracterização dos anéis de crescimento de árvores de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, através da microdensitometria de raios X**. Piracicaba: 1998. 112p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.