



# MORFO - ANATOMIA FOLIAR DE *PODOCARPUS LAMBERTII* (PODOCARPACEAE) EM DOIS AMBIENTES COM CONDIÇÕES LUMÍNICAS DIFERENCIADAS

Maria René Arias Paccieri

A.Y. Utima; H.L. Hadlich; K.G. dos Santos; L.B. Chiamolera; A.C. Angelo

Universidade Federal do Paraná-Campus III - - Av. Pref. Lothário Meissner, 3400-Curitiba-PR - maria.paccieri@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Para um correto manejo florestal, o conhecimento da auto - ecologia das espécies arbóreas nativas é imprescindível. Para a aplicação de tratamentos silviculturais ou para planejar a intensidade de exploração, torna - se necessário conhecer as exigências das espécies em relação à radiação (Jardim *et al.*, 007), já que, este é um dos fatores mais influentes no desenvolvimento das plantas (Larcher, 2000). Quando se trata de intensidade luminosa, um grande número de trabalhos leva em consideração as variações na estrutura foliar das plantas, já que, segundo Dickson (2000) este é o órgão da planta que mais responde anatomicamente às variações lumínicas de um determinado habitat.

*Podocarpus lambertii* (Podocarpaceae) é uma árvore dióica perenifólia de altura variável. Suas folhas são simples, alternas, coriáceas, lineares, medindo de 3 - 5cm de comprimento e 3 - 5mm de largura, ápice agudo acuminado e base aguda e com margem sub - recurva (Carvalho, 2003).

Ainda de acordo com este autor, esta planta é popularmente conhecida como pinheiro - bravo. Tem ocorrência natural em território brasileiro nas regiões de Floresta Ombrófila Mista, nas formações aluvial, montana e alto - montana e na Floresta Estacional Decidual, nos campos rupestres ou de altitude e na estepe gramíneo - lenhosa, área de solo enxuto, onde há o início da formação dos capões de floresta.

## OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta morfo - anatômica de *P. lambertii* após 18 meses de implantação em duas condições de luminosidade, considerando como fator de variação duas áreas com diferentes graus de sucessão ecológica nas margens do Reservatório Iraí - PR, no momento de estabelecimento do experimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foliares foram obtidas num plantio realizado nas margens do Reservatório do Iraí, no Estado do Paraná.

Está localizado a 25°24'15" Sul, 49°08'38" Oeste e a 890 m de altitude.

Segundo dados fornecidos pelo Simepar, desde a implantação do experimento no campo (dezembro/2005) até a coleta das folhas (junho de 2007), a área de estudo apresentou temperatura média de 17,9°C, e precipitação anual de 1400mm. O clima da região é considerado Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfb) (Maack, 1981).

Roderjan *et al.*, (2002), afirmam que a vegetação ocorrente na região se enquadra na unidade fitogeográfica de Floresta Ombrófila Mista. Nessa unidade, encontra - se inserida uma formação natural de campos, citada por Maack (1981), com presença de capões constituídos por flora típica da Floresta Ombrófila Mista (Curcio *et al.*, 007).

O solo foi classificado como Cambissolo Húmido Distrófico gleico de textura argilosa, segundo o Sistema de Classificação de Solos da Embrapa (Embrapa, 1999).

O experimento foi instalado em uma área do reservatório que apresentava diferentes graus de sucessão secundária. A primeira área apresentava - se constituída por gramíneas ("Área Aberta") e a outra apresentava uma "capoeirinha", com poucas plantas herbáceas e muitas lenhosas de baixo porte, como as do gênero *Baccharis* ("Área de Capoeira"). A intensidade luminosa foi caracterizada através da amostragem de 30 pontos nas duas áreas com o auxílio de um luxímetro, caracterizando a área aberta (1144 x 104 lux) com praticamente o dobro da intensidade luminosa disponível na área de capoeira (576,6667 x 104 lux). Foram utilizadas 72 repetições de *P. lambertii* em cada um dos dois ambientes analisados, com espaçamento 1x1m.

Em agosto de 2007 foi realizada a coleta das folhas de *P. lambertii* para a análise da morfologia foliar. Para cada estágio sucessional (área aberta e capoeira) foram coletadas cinco folhas de cada indivíduo, localizadas entre o quarto e sexto nó no sentido ápice - base. Três, das cinco folhas retiradas, foram prensadas totalmente expandidas entre papel jornal e desidratadas em estufa a 65°C durante três dias, tempo suficiente até atingir peso constante para a mensuração de seus respectivos pesos - secos, utilizando - se uma balança de precisão. A partir dessas folhas secas, a área foliar foi calculada através da imagem digitalizada em

Scanner de mesa. Foi calculada a área foliar específica onde  $AEF = \text{área foliar/peso seco (cm}^2 \cdot \text{g}^{-1})$  (Witkowski e Lamont, 1991).

Para a contagem dos estômatos, a superfície da região mediana de três folhas de cada indivíduo (90 amostras) por estágio sucessional foi modelada com esmalte de unha incolor. A densidade estomática foi determinada através da contagem dos estômatos situados numa área de 1 mm<sup>2</sup> na face abaxial da folha com auxílio de microscópio.

Para a análise da anatomia foliar, em cada estágio sucessional, duas folhas de cada indivíduo (60 amostras) foram fixadas em F.A.A. 50% (formaldeído, ácido acético, etanol 50%, 1:1:18 v/v) (Johansen, 1940) e preservadas temporariamente em etanol 50%. Foram obtidos dados quantitativos de parênquima paliçádico, parênquima esponjoso, e cutícula, além da espessura total de limbo. A medição da espessura dos tecidos (em  $\mu\text{m}$ ) foi feita em microscópio fotônico, com auxílio de ocular micrométrica.

No momento da coleta das folhas foi feita a caracterização lumínica das áreas com o auxílio de um analisador portátil de fotossíntese (Portable Photosynthesis System, modelo LC pró+, Dynamax, USA), utilizando dados da taxa fotossinteticamente ativa (PAR), caracterizando a área aberta com 1387,53 mmol/m<sup>2</sup>/s e a área de capoeira com 935,27 mmol/m<sup>2</sup>/s.

Para todas as variáveis foram calculadas as médias e os respectivos desvios - padrão. Para a análise dos tratamentos foi utilizado Teste de "t" para comparar as médias das características morfológicas ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS

Em relação às características morfológicas das folhas de *P. lambertii*, os resultados médios de peso seco e área foliar específica (AEF) indicam que não houve diferenças estatisticamente significativas entre as amostras nas duas áreas ou tratamentos, capoeira e área aberta, quando se considera a margem de probabilidade estabelecida para todas as variáveis analisadas <0,05. Porém, os valores médios de área foliar e densidade estomática, apresentaram diferenças significativas em relação aos dois tratamentos (com a probabilidade de 95%)

A área foliar foi significativamente maior para as folhas da área de capoeira, 1,70 ( $\pm 0,37$ )cm<sup>2</sup>, quando comparado com a média das amostras das folhas de pinheiro - bravo na área aberta, 1,47 ( $\pm 0,43$ )cm<sup>2</sup>. Esse incremento na área foliar encontrado na capoeira é um reflexo da menor quantidade de luz recebida por esses indivíduos, e essa é uma das maneiras que a planta encontra para aumentar a interceptação total de luz em locais com menor irradiância (Niinemets e Fleck, 2002). Já uma menor área foliar representa uma menor superfície exposta ao sol, o que torna a planta menos sujeita ao excesso de transpiração e elevação de temperatura (Klich, 2000).

Os valores médios das amostras de peso seco das folhas de *P. lambertii* indicam que estatisticamente não existem diferenças significativas entre as duas áreas, sendo os pesos secos para a área aberta e a capoeira, 0,03 ( $\pm 0,01$ )g e 0,03 ( $\pm 0,01$ )g, respectivamente.

A densidade estomática diferiu estatisticamente, mostrando ser maior para os indivíduos da área aberta, onde há maior disponibilidade de luz. Os valores médios de densidade estomática são de 218,18 ( $\pm 50,63$ )n<sup>o</sup>/mm<sup>2</sup> na área aberta, e 173,48 ( $\pm 40,52$ )n<sup>o</sup>/mm<sup>2</sup> na área de capoeira. Sugerindo uma maior capacidade fotossintética devido a um aumento na condutância estomática (Woodward *et al.*, 002; Morais *et al.*, 004) e a um maior controle sobre a transpiração, possibilitando reduzir a perda de água com a abertura e fechamento dos estômatos (Givnish, 1988; Lee *et al.*, 000).

O resultado da análise das características anatômicas das folhas de *P. lambertii* demonstraram que a espécie apresenta apenas estômatos na face abaxial e sua anatomia foliar apresenta uma única nervura; a epiderme é espessa, provida de cutícula grossa e estômatos em depressões profundas, com células parcialmente sobrepostas; o mesofilo é formado por parênquima paliçádico e esponjoso e na sua porção mediana verifica - se a presença de uma nervura de onde partem traqueídes de transfusão e traqueídes acessórios que percorrem toda a extensão foliar até as proximidades da região marginal (Backes, 1973 citado por Maranhão, 2004). Uma característica anatômica marcante dessa espécie é a presença de ductos resiníferos.

Verificou - se uma diferença significativa entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ) quanto à espessura da cutícula, sendo maior para os indivíduos da área aberta, 5,63 ( $\pm 1,31$ )  $\mu\text{m}$ , quando comparado com os indivíduos da área de capoeira, 4,96 ( $\pm 1,47$ )  $\mu\text{m}$ . Esse aumento é uma prevenção contra a transpiração, já que as folhas encontram - se expostas a alta quantidade de irradiância (Larcher, 2000).

A espessura do parênquima paliçádico, parênquima esponjoso e a espessura total também foram significativamente maiores para os indivíduos da área aberta ( $p < 0,05$ ). Parênquima paliçádico: 130,54 ( $\pm 28,49$ )  $\mu\text{m}$ , na área aberta; e 105,91 ( $\pm 21,69$ )  $\mu\text{m}$ , na capoeira. Parênquima esponjoso: 95,95 ( $\pm 27,45$ )  $\mu\text{m}$  e 86,95 ( $\pm 20,07$ )  $\mu\text{m}$ , para a área aberta e a capoeira, respectivamente. Espessura total: 445,50 ( $\pm 53,66$ )  $\mu\text{m}$  na área aberta, e 407,14 ( $\pm 51,59$ )  $\mu\text{m}$  na área de capoeira. O incremento na espessura foliar gera um aumento significativo na dissipação de calor, e isso é um importante fator para a sobrevivência da planta em habitats mais secos e com alta irradiância, onde o superaquecimento e as altas taxas de transpiração são lesivas.

Além da espessura maior, as folhas de *P. lambertii* na área aberta apresentaram uma menor área foliar, e essas duas características associadas, segundo Lambers *et al.*, (1998) aparecem como uma resposta a diferentes condições de estresse. Desta forma, a folha diminui a área exposta, mas aumenta a espessura da lâmina, devido ao maior desenvolvimento dos tecidos fotossintéticos e dos espaços intercelulares, garantindo assim o seu volume (Lewis, 1972; Smith *et al.*, 997).

Os dados de *P. lambertii* corroboram com Boeger e Wisniewski (2003), os quais citam que a espessura total apresenta uma relação inversamente proporcional com a área foliar e uma relação diretamente proporcional com a densidade estomática. Essa ocorrência de um número maior de estômatos por unidade de área favorece as trocas gasosas, principalmente em mesófilos com poucos espaços intercelu-

lares (Givnish, 1988) e, desta forma, qualquer tipo de alteração anatômica, nessas características, pode limitar a assimilação fotossintética, determinando a eficiência na captura da luz e fotossíntese (Lee *et al.*, 000).

Um aumento da espessura dos parênquimas paliádico e esponjoso ocorreu em resposta à maior quantidade de luz recebida pelos indivíduos de *P. lambertii* da área aberta, em função das propriedades de suas células para captarem e distribuírem da melhor forma possível essa luz ao longo do mesofilo.

Diante dos dados encontrados, verifica-se que o investimento em altura de *P. lambertii* sempre foi acompanhado pelo diâmetro, mostrando que a espécie adaptou-se melhor às condições de área aberta, ou seja, a uma quantidade maior de luz inicial e diminuição desta ao longo do estabelecimento do processo de sucessão. Aos 18 meses, na ausência de intervenção na área já havia ocorrido a entrada de novas espécies, o que fez com que a área aberta estivesse mais sombreada.

Para Reitz *et al.*, (1988), *P. lambertii* ocorre tanto em áreas sombreadas, quanto expostas ao sol e apresenta dispersão descontínua e irregular, ocorrendo em determinados pontos em agrupamentos quase puros, e faltando completamente em outros. Inoue *et al.*, (1984) citam que no estado do Paraná é uma espécie pioneira que dá início à formação de pequenos capões puros em elevações suaves em meio a campos e também é observado avançando o terreno aberto, na bordadura de capões heterogêneos. Os mesmos autores afirmam que no interior de florestas latifoliadas maduras ou mistas com o pinheiro-do-paraná, sua presença é reduzida, porém na forma de indivíduos bastante desenvolvidos.

## CONCLUSÃO

Baseado nas informações encontradas associadas com a ocorrência natural da espécie, afirma-se que *P. lambertii* é uma espécie que necessita de certos níveis de sombreamento, tais quais aqueles impostos por uma capoeirinha em formação. Porém, é uma espécie plástica que consegue adaptar-se a uma condição de maior irradiância, sendo, portanto, melhor classificada como uma espécie secundária. *P. lambertii* é uma espécie que demonstra apresentar uma capacidade de adaptação a diferentes condições lumínicas, podendo, desta forma, ser indicada para plantios de recuperação de áreas degradadas tanto a céu aberto quanto naqueles que visem o enriquecimento de capoeiras em estágios iniciais ou consorciada com outras espécies que não a submetam a condições excessivas de sombreamento.

## REFERÊNCIAS

**Backes, A.** Contribuição ao conhecimento da Ecologia da Mata de Araucária. Tese (Doutorado em Botânica)-Instituto de Biociências-Universidade Federal de São Paulo, São Paulo - SP, 1973.

**Boeger, M.R.T.; Wisniewski, C.** Comparação da morfologia foliar de espécies arbóreas de três estágios sucessionais distintos de Floresta Ombrófila Densa (Floresta

Atlântica) no sul do Brasil. Revista Brasil. Botânica, v. 26, n. 1, p. 61 - 72, 2003.

**Carvalho, P.E.R.** Espécies Arbóreas brasileiras. Colombo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. 2003, 640p.

**Curcio, G.R.; Sousa, L.P.; Bonnet, A.; Barddal, M.L.** Recomendação de Espécies Arbóreas Nativas, por tipo de Solo, para Recuperação Ambiental das Margens do Rio Iraí, Pinhais, PR. Revista Floresta, v. 37, n. 1, p. 113 - 122, 2007.

**Dickson, W.C.** Integrative plant anatomy. Horcand academy Press, San Diego. 2000.

**Embrapa.** Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 412 p. 1999.

**Givnish, T.J.** Adaptation to sun and shade: a whole-plant perspective. Aust. J. Plant Physiol., v. 15, p. 63 - 92, 1988.

**Inoue, M.T.; Roderjan, C.V.; Kuniyoshi, Y.S.** Projeto Madeira do Paraná. Curitiba, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1984. 260p.

**Jardim, F.C.S.; Serrão, D.R.; Nemer, T.C.** Efeito de diferentes tamanhos de clareiras, sobre o crescimento e a mortalidade de espécies arbóreas, em Moju - PA. Acta Amazônica, v. 37, n. 1, p. 37 - 48, 2007.

**Johansen, D. A.** Plant Microtechnique. McGraw Hill Book, New York, 1940.

**Klich, M.G.** Leaf Variations in *Elaeagnus angustifolia* related to environmental heterogeneity. Environmental and Experimental Botany, v. 44, p. 171 - 183, 2000.

**Lammers, H.; Chapin III, F.S.; Pons, T.L.** Plant Physiological Ecology. New York, Springer - Verlag. 1998.

**Larcher, W.** Ecofisiologia Vegetal. São Carlos, Rima, 531p, 2000.

**Lee, D.W.; Oberbauer, S.F.; Johnson, P.; Krishnapilay, B.; Mansor, M.; Mohamad, H.; Yap, S.K.** Effects of irradiance and spectral quality on leaf structure and function in seedlings of two southeast Asian *Hopea* (Dipterocarpaceae) species. American Journal of Botany, St Louis, v. 87, n. 4, p. 447 - 455, 2000.

**Lewis, M.G.** The physiological significance of variation in leaf structure. Science Progress, v. 60, p. 25 - 51, 1972.

**Maack, R.** Geografia Física do Estado do Paraná. 2.ed. Curitiba: Ed. Olympio, 1981. 450p.

**Morais, H.; Medri, M.E.; Marur, C.J.; Caramori, P.H.; Ribeiro, A.M.A.; Gomes, J.C.** Modifications on leaf anatomy of *Coffea arabica* caused by shade of *Pigeonpea* (*Cajanus cajan*). Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 47, p. 863 - 871, 2004.

**Niinemets, U. & Fleck, S.** Petiole mechanics, leaf inclination, morphology, and investment in support in relation to light availability in the canopy of *Liriodendron tulipifera*. Oecologia, v. 132, p. 21 - 33, 2002.

**Reitz, R.; Klein, R.M.; Reis, A.** Projeto madeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1988. 525 p.

**Roderjan, C.V.; Galvão, F.; Kuniyoshi, Y.S.; Hatschback, G.** As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. Ciência e Ambiente, Santa Maria, v. 24, p. 75 - 92, 2002.

**Smith, W.K.; Vogelmann, T.C.; Delucia, E.H.; Bell, D.T.; Shepherd, K.A.** Leaf form and photosynthesis: Do leaf structure and orientation interact to regulate internal light and carbon dioxide? *Bioscience*, Washington, v.47, n.11, p. 785 - 793. 1997.

**Vogelmann, T.C.; Nishio, J.N.; Smith, W.K.** Leaves and light capture: light propagation and gradients of carbon fixation within leaves. *Trends in Plant Science*, v. 1,

n. 2, p. 65 - 70. 1996.

**Witkowski, E.T.F.; Lamont, B.B.** Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. *Oecologia*, v. 88, p. 486 - 493, 1991.

**Woodward, F.I.; Lake, J.A.; Quick, W.P.** Stomatal development and CO<sub>2</sub>: ecological consequences. *New Phytologist*, v. 153, p. 477 - 484, 2002.