



ANATOMIA ECOLÓGICA DO LENHO DE RAIZ DE *RAULINOA ECHINATA* R. S. COWAN (RUTACEAE).

G. Campos - Moresco

K. Esemann - Quadros

Laboratório de Botânica, Departamento de Ciências Naturais - CCEN, FURB - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, SC, Brasil. greca_bio@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

O Vale do Itajaí agrega em seus limites importantes municípios do estado de Santa Catarina, dada sua expressividade econômica. Relacionada com isto, observa-se intensa degradação dos remanescentes florestais, principalmente aqueles situados ao longo das margens do rio Itajaí-açu. Nestes fragmentos degradados há registro de espécies endêmicas, incluído *Raulinoa echinata* R.S. Cowan (Rutaceae).

Populações de espécies endêmicas são ameaçadas porque sofrem com os riscos relacionados com a sua distribuição restrita, mas podem ainda enfrentar um agravante extra: o de possuírem populações muito pequenas, as quais as condenam ao risco de extinção estocástica (Ricklefs, 2003). Face seu endemismo e pequena população, *R. echinata* foi inserida na Lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, elaborada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2008).

O ambiente reofítico, onde ocorre a espécie em questão, foi caracterizado por Van Steenis (1981; 1987) pela presença de rios de corredeira e cheias periódicas. Klein (1979) salienta que as raízes destas plantas fixas sobre as rochas devem enfrentar não só as fortes correntezas provocadas pelas enchentes periódicas, mas também os intensos raios solares incidentes sobre as rochas, quando as águas estão rasas. Plantas reófitas exercem papel fundamental ao evitar ou minimizar o processo erosivo em leito de rios e riachos, em função da intensa degradação que aumenta o escoamento superficial.

As adaptações que permitem a planta viver em um determinado local resultam das contínuas pressões seletivas do ambiente e podem se manifestar em suas características morfológicas e anatômicas (Dickison, 2000). Pouco se conhece sobre os mecanismos que possibilitam a sobrevivência de espécies vegetais em áreas naturalmente inundáveis que reduzem a disponibilidade de oxigênio para a planta, podendo afetar o crescimento de raízes e da sua parte aérea (Luchi, 2004). Em seu trabalho com *Stryphnodendron adstringens* (Barbatimão), Montefusco (2005) analisou o lenho de

espécimes presentes em uma topossequência com variação na disponibilidade hídrica e exposição a luz. Foram encontradas diferenças estatísticas significativas para os elementos anatômicos em diferentes pontos, apesar de que as adaptações ecológicas não aconteceram no xilema, mas sim em outras partes do vegetal. As adaptações ecológicas estudadas de *R. echinata* restringem-se a morfoanatomia foliar, como a plasticidade às condições peculiares do ambiente reofítico e às condições sombreadas ou de exposição ao sol, observadas por Arioli *et al.*, (2008).

OBJETIVOS

Visando indentificar características que lhe permitem adaptação e sobrevivências em substrato rochoso, foram realizadas análises quantitativas e qualitativas dos caracteres anatômicos do lenho de raiz em *R. echinata*.

MATERIAL E MÉTODOS

Raulinoa echinata R.S. Cowan (Rutaceae), segundo Cowan & Smith (1973), é arbusto glabro de 2 - 3 m de altura, de tronco fino e flexuoso, com espinhos delgados (râmulos laterais modificados), de 8 - 21 mm de comprimento, apresentando alguns ramos desarmados. É espécie endêmica das margens rochosas e ilhas do rio Itajaí-açu, ocorre entre os municípios de Lontras, Ibirama e Apiúna.

As coletas foram realizadas na Ilha das Cutias, no município de Ibirama-Santa Catarina. É uma importante ilha fluvial da Bacia do Rio Itajaí-açu, devido ao seu tamanho, pois é a maior ilha de toda a bacia. Está localizada a 160 m de altitude, apresenta vegetação típica de Floresta Ombrófila Densa Submontana, assim como uma floresta ciliar ao seu redor, que possui papel na manutenção das condições geomorfológicas da ilha. Espécie como *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. ocorrem tanto na ilha, como nas margens do rio, descartando o perfil original da floresta ciliar. O substrato é rochoso e o rio apresenta alta competência de transporte de sedimentos.

Foram selecionados 4 indivíduos, com dimensões semelhantes e próximos entre si, nos quais foram realizadas quatro coletas, sendo as duas primeiras em períodos de cheia e as duas últimas em período de vazante do rio. As amostras de raiz foram coletadas a 20 cm da base, com comprimento variando entre 8 a 10 cm. Ramos férteis foram herborizados e incluídos no acervo do Herbário Roberto Miguel Klein, do Laboratório de Botânica da FURB. Uma amostra da raiz de cada planta foi incluída na xiloteca do mesmo herbário, com o mesmo número de tombamento.

Para os estudos histológicos, as 16 amostras de raiz foram submetidas à fixação em FAA (Álcool etílico 70%, Ácido acético glacial e formaldeído 37%, na proporção de 9:5:5) e conservação em álcool 70%. Para confecção de lâminas histológicas, seguiram - se técnicas usuais em microscopia (Gerlach, 1984, modificado). Lâminas permanentes foram montadas com verniz vitral acrílico incolor (Paiva *et al.*, 006). Material lenhoso foi dissociado segundo o método de Franklin (1945), para análise e mensuração em microscópio de luz com escala micrometrada.

O padrão anatômico qualitativo e quantitativo referente aos vasos, fibras, parênquima axial e raios do lenho de raiz foi analisado segundo as recomendações do IAWA Committee (1989) e literatura específica (Carlquist, 1975; Lambers *et al.*, 1998; Lebedenko, 1962; Metcalfe & Chalk, 1989; Zimmermann, 1983). Mensurou - se o comprimento de fibras, de elementos de vaso, assim como o diâmetro tangencial dos elementos de vaso. O número de medições foi fixado em $n = 50$ para elementos de vaso e fibras e $n = 15$ para diâmetro tangencial dos vasos. As medições foram obtidas em microscópio Axiostar ZEISS, com escala micrometrada acoplada à ocular. Fotomicrografias foram obtidas em câmera Canon powershot G6 PC 1089, acoplada ao microscópio. As características anatômicas qualitativas foram expressas por média, desvio padrão, valor mínimo e máximo.

RESULTADOS

A raiz de *Raulinoa echinata* é tetrarca, com quatro pólos de protoxilema. O lenho apresenta anéis de crescimento pouco distintos, parênquima axial em linhas marginais e paratraqueal escasso, vasos solitários e múltiplos, porosidade difusa, tilos ausentes, raios heterogêneos uni - e multisseriados.

O comprimento dos elementos de vaso varia entre 292 - 311 μm . Segundo Metcalfe & Chalk (1989), são considerados curtos a médios. Segundo Carlquist (1975), elementos de vaso curtos podem ser um mecanismo de adaptação de espécies xéricas ou sujeitas a clima com frio periódico. As raízes de *R. echinata* permanecem submersas normalmente uma vez por ano. A seca, como fator de estresse, vai ocorrer quando há escassez de água disponível em um estado termodinâmico apropriado. Para a planta, a adaptação à seca é de maior importância, pois assim ela evita seu dessecamento mesmo em períodos curtos de indisponibilidade hídrica. Devido ao ambiente de solo encharcado e anóxico, a raiz pode ter dificuldade de absorção (Lambers *et al.*, 1998).

O diâmetro tangencial médio dos vasos varia entre 36 - 38 μm , considerado de extremamente pequeno a moder-

adamente pequeno (Metcalfe & Chalk, 1989). Para uma maior eficiência hídrica, o sistema condutor desenvolve um mecanismo associando vasos de maior e menor diâmetro e comprimento, que evita a debilidade no sistema, como a formação de bolhas e conseqüentemente um prejuízo no sistema hídrico da planta (Zimmermann, 1983). Situação similar ocorre em caule de lianas onde ocorrem vasos de pequeno diâmetro, dispersos entre os de maior diâmetro (Carlquist, 1975). Vasos maiores são mais eficientes e vasos menores garantem a segurança da condução. Uma maior eficiência de condução da água compensa a pouca área transversal do caule das lianas, que gastam mais energia no alongamento que no crescimento em diâmetro no caule; o diâmetro menor é compensado por um suporte mecânico externo, utilizado para estas plantas alcançar o dossel (Zimmermann, 1983). No caso de *R. echinata* o suporte mecânico da raiz são as rochas, o que possibilita um maior investimento na condução do que na sustentação.

As fibras apresentam comprimento médio variando entre 818 - 835 μm . O comprimento das fibras da raiz de *R. echinata* é considerado de curto a médio (Metcalfe & Chalk, 1989). Segundo Carlquist (1975), as dimensões das fibras estão diretamente ligadas às características genéticas, ontogênicas e também aos fatores externos. Fibras mais curtas estão associadas a ambientes mais secos. As fibras no lenho desempenham a função de sustentação (Bass, 1973), portanto não há pressão seletiva para a planta investir em tamanho e espessura de fibra, já que as rochas garantem sua sustentação. Fibras pequenas garantem uma maior mobilidade do lenho, permitindo a planta abraçar as rochas e sobreviver num ambiente sujeito a tantos fatores estressantes.

O lenho da raiz de *R. echinata* apresenta um padrão xeromórfico. Não é plausível o uso do termo xerófito, já que tal é utilizado para espécies que habitam um ambiente de clima seco (Dickison, 2000). A espécie objeto de estudo tem sua distribuição exclusiva na formação Floresta Ombrófila Densa Submontana. Temperaturas amenas, pluviosidade intensa e bem distribuída são, segundo Sevegnani (2002), condições climáticas que favorecem o desenvolvimento florestal. Espécie xeromórficas, conforme Metcalfe & Chalk (1989), são plantas que, pelas características de sua morfologia externa e histologia interna, dão a impressão de que ocorrem somente em ambiente seco. No entanto, as plantas não estão sempre restritas a este tipo de habitat.

Na maioria das amostras foram observados lenho de tração, tortuosidades e cicatrizes, além de crescimento excêntrico, que é caracterizado por um proeminente deslocamento da medula do eixo central do tronco. Arbustos que crescem sob o efeito de esforços mecânicos contínuos externos formam tipos especiais de lenho, provavelmente devido a assimetria da ação dos hormônios de crescimento para compensar o esforço imposto (Burger & Richter, 1991). O lenho de reação é produzido em regiões em que o lenho está submetido à compressões anormais, tendendo a acreditar que foi formado por fatores de stress impostos pelo ambiente (Metcalfe & Chalk, 1989). Na zona tracionada pela força da correnteza da água sobre as raízes, foi observada a formação do lenho de reação. As amostras apresentam tortuosidades, já que estas crescem "abraçadas" ao substrato rochoso.

CONCLUSÃO

O lenho de raiz de *R. echinata* apresenta características xeromórficas, tais como elementos de vaso de curtos, diâmetro tangencial de vasos pequeno e fibras curtas a médias. O suporte mecânico proporcionado pelas rochas implica em um cilindro vascular adaptado para a eficiência no transporte e com menos investimento na sustentação. O esforço mecânico contínuo exercido sobre a planta pela correnteza da água e a fixação sobre a rocha, favorece o deslocamento da medula do eixo central e a formação do lenho de tração. Investigações anatômicas do lenho são relevantes para melhor entendimento da biologia da espécie, direcionando áreas prioritárias para conservação in situ.

Agradecimentos: Ao PIBIC/FURB e PIBIC/CNPq, pela concessão da bolsa de Iniciação Científica; à Milene Müller, proprietária da Ilha das Cutias, por permitir o acesso ao local de coleta; ao Laboratório de Anatomia Vegetal da UNIVILLE, pelo acesso ao micrótomo para confecção dos cortes histológicos.

REFERÊNCIAS

- Arioli, T.; Voltolini, C. H.; Santos, M. Morfo - anatomia foliar da reófito *Raulinoa echinata* R. S. Cowan - Rutaceae. *Acta Bot. Bras.* 22(3): 723 - 732, 2006.
- Baas, P. Some functional and adaptative aspects of vessel member morphology. *Leid. Bot. Ser.*, 3: 157 - 81, 1973.
- Burger, L. M.; Richter, H. G. Anatomia da madeira. 1991. São Paulo : Nobel.
- Carlquist, S. Ecological strategies of xylem evolution. Berkeley, University of California Press, USA, 1975, 259p.
- Dickson, W. C. Integrative plant anatomy. Academic Press, USA, 2000, 507p.
- Franklin, G. L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood - resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature*, 155:51, 1945.
- Gerlach, D. Botanische mikrotechnik: eine einföhrung. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1984, 298p.
- Lambers, H.; Stuart, F.; Pons, T. L. Plant physiological ecology. Springer Verlag, New York, 1998, 540p.
- Lebedenko, L. A. Comparative anatomical analysis of the mature wood of roots and stems of some wood plants. *Trudy Inst. Lesa I Drevesiny Akad. Nauk SSSR (Sib. Otdel.)*, 51: 124 - 34, 1962.
- Luchi, A.E. Anatomia do lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) de solos com diferentes níveis de umidade. *Revista Brasileira de Botânica*, 27: 271 - 280, 2004.
- Metcalfe, C. R. & Chalk, L. Anatomy of dicotyledons: wood structure and conclusion of the general introduction. 2. ed. Oxford, Clarendon Press, 1989, 297p.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente) Lista oficial da flora brasileira ameaçada de extinção. MMA, Brasília, 2008.
- Montefusco, A. R. G. Anatomia ecológica do lenho de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae), barbatimão, no parque estadual do cerrado-Jaguariaíva - PR. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal, Curitiba, PR, UFPR. 2005, 105p.
- Paiva, J. G. A. de ; Fank - De - Carvalho, S. M. ; Magalhaes, M. P.; Graciano - Ribeiro, D. 2006. Verniz vitral incolor 500: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. *Acta Bot. Brasil*, 20: 257 - 264, 2006.
- Ricklefs, R. E. A Economia da Natureza. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2003, 503p.
- Sevegnani, L.. 2002. Vegetação da Bacia do Rio Itajaí, em Santa Catarina. In: Wigold Bertoldo Schäffer; Miriam Prochnow. (Org.). A mata atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileiro. APREMAVI, São Paulo.
- Van Steenis, C.G.G.J. Rheophytes of the world. An account of the flood - resistant flowering plants and ferns and the theory of autonomous evolution. Sijthoff & Noordhoff, 1981.
- Van Stenis, C. G. G. J. Rheophytes of the world: supplement. *Albertonia*, 4: 267 - 330, 1987.
- Zimmermann, M. H. Xylem structure and ascent sap. Springer - Verlag, New York, 1983, 279p.