

**ANATOMIA DO LENHO DE *Raulinoa echinata* R.S.Cowan (RUTACEAE)
UMA ESPÉCIE ENDÊMICA¹**

**WOOD ANATOMY OF *Raulinoa echinata* R.S.Cowan (RUTACEAE)
AN ENDEMIC SPECIES**

Adriano Antonio DAROSCI^{2,4}; Maria Terezinha Silveira PAULILO³

RESUMO – A anatomia vegetal é útil para a caracterização das espécies e do ambiente em que estas vivem. Muitas espécies respondem a algumas características ambientais com alterações na anatomia do lenho, por exemplo, na quantidade de vasos e raios, o que contribui para a sobrevivência no ambiente. Outras respostas anatômicas do lenho, devido às condições fisiológicas-estruturais presentes em diferentes regiões do caule, também são comuns. O presente estudo analisou a anatomia do lenho de *Raulinoa echinata*, espécie endêmica da mata ciliar do Vale do Itajaí, a fim de buscar alterações do lenho em resposta a algumas características ambientais, além daquelas provocadas pelas diferentes regiões do caule. Para tanto, amostras do lenho foram coletadas em duas regiões: próxima do solo e à altura do peito (1,30 m). Possíveis respostas de *R. echinata* ao ambiente ripário foram observadas no comprimento e na frequência das fibras, na largura dos raios e no comprimento e na frequência total de vasos, com diferenças significativas, entre as duas regiões, apenas em características quantitativas. A espécie apresentou, ainda, vasos múltiplos tangenciais e em cacho, características até então não descritas para Rutaceae. Não foram vistos na espécie canais traumáticos, característica comum para Rutaceae.

Palavras-chave: endemismo; ripário; vasos múltiplos em cacho; vasos múltiplos tangenciais.

ABSTRACT – Plant anatomy is useful for the characterization of species and their associated environment. Many species, because of habitat features, can show anatomical alterations of wood that permit their survival in the environment, quantity of vessels and rays, for example. Other anatomical alterations caused by structural-physiological conditions present in different regions of the stem are also common. In this study, the anatomy of *Raulinoa echinata* wood, an endemic riparian forest species of Itajaí Valley, was analyzed in order to identify alterations in wood because of specific habitat features, as well as adaptations in different regions of the stem. Wood samples were collected in two regions: near the ground and at breast height (1.30 m). *R. echinata* showed likely responses to the riparian forest in length and frequency of fibers, in width of rays and in length and frequency of vessel elements. The two wood regions showed only quantitative differences. The species also presented multiple tangential and clustered vessels. These characteristics had not yet been described for Rutaceae. The species did not present traumatic canals, which is common characteristic of the Rutaceae.

Keywords: endemism; riparian; multiple clustered vessels; multiple tangential vessels.

¹Recebido para análise em 23.05.12. Aceito para publicação em 08.04.13.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG – *campus* Formosa, Setor Expansão Parque Lago, 73813-816 Formosa, GO, Brasil.

³Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC – Campus Reitor João David Ferreira Lima, Trindade, 88040-970 Florianópolis, SC, Brasil.

⁴Autor para correspondência: Adriano Antonio Darosci – solacost@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

O gênero monoespecífico *Raulinoa* (Rutaceae), representado por *R. echinata* R.S.Cowan (Cowan e Smith, 1973), é encontrada apenas em Santa Catarina, sendo endêmica do vale do rio Itajaí-açu, e é um componente das florestas ciliares entre os municípios de Indaial e Ibirama. A espécie ocorre em agrupamentos densos, quase homogêneos, formando uma faixa que, em geral, não vai além de 5 m em relação à linha de margem do rio (Cowan e Smith, 1973), onde boa parte dos indivíduos pode permanecer parcialmente submersa (Arioli et al., 2008). Mesmo com uma alta densidade local, as espécies endêmicas são vulneráveis, pois, devido à alta especialização, possuem poucos habitats disponíveis (Simon e Amaral, 2003). Além disso, as matas ciliares vêm sofrendo alta degradação (Blom e Voeselek, 1996), outro agravante para a preservação de *R. echinata* que já está presente na lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção do Brasil (2008).

Dentre os poucos estudos disponíveis sobre *R. echinata*, nenhum é a respeito da anatomia do lenho da espécie. Apesar de não oferecer bons parâmetros para uma relação filogenética, em comparação a análise do DNA, a anatomia do lenho ainda é sensível para detectar as semelhanças e diferenças que estão presentes entre as espécies e entre os gêneros (Carlquist, 2001).

A anatomia do lenho pode, ainda, relatar respostas das plantas às características ambientais do seu habitat. A atividade cambial, por exemplo, pode ser interrompida em situações de baixa temperatura e pouca disponibilidade hídrica, levando a modificações em aspectos do lenho, como a presença das camadas de crescimento (Borchert, 1999). Noshiro e Suzuki (1995), analisando a anatomia do lenho de espécies do gênero *Rhododendron*, observaram modificações na quantidade e tamanho dos vasos e na quantidade de raios multisseriados em resposta às características ambientais, como a altitude. Mudanças anatômicas devido às condições ambientais foram observadas, ainda, no gênero *Hibbertia*, a partir de espécies de hábito arbóreo em ambientes méxicos e de hábito arbustivo em ambientes xéricos (Dickison et al., 1978). Plantas de mata ciliar também desenvolvem adaptações anatômicas que garantem a sobrevivência aos longos períodos de cheia que são comuns nesse ambiente,

como o aerênquima nas raízes, a expansão celular na porção aérea e a formação de raízes adventícias (Blom e Voeselek, 1996). Todas essas adaptações podem resultar em casos de endemismo, visto que a ocorrência deste em uma determinada vegetação pode estar relacionada a histórias de distúrbios ambientais, geológicos e/ou, climáticos extremos, o que permitiu às espécies se tornarem restritas aos seus ambientes (Médail e Verlaque, 1997; Barberis et al., 2005).

Além do ambiente, a região do caule, ápice ou base, pode promover diferenças na anatomia do lenho, simplesmente por se tratarem de regiões diferentes, independentemente de razões ambientais (Tomazello Filho, 1985; Lei et al., 1996; Rocha et al., 2004). Para Hacke e Sperry (2001), a dominância apical é responsável por mudanças, em relação à região basal, no agrupamento, na quantidade e no diâmetro dos vasos, por exemplo.

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi a obtenção e a análise de aspectos anatômicos do lenho de *R. echinata*, sob a perspectiva de avaliar a resposta do lenho da espécie às características do habitat, contribuindo com a compreensão da relação espécie x ambiente; buscar o entendimento da resposta do lenho às diferentes regiões do caule, e fornecer subsídios para os estudos de taxonomia da família Rutaceae.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O material lenhoso foi coletado de cinco indivíduos, de cada um deles foram coletadas duas amostras (toretas de 10 cm do caule), uma a 15 cm do solo (base) e uma à altura do peito (ápice) (1,30 m), mais próximo à copa. Os indivíduos apresentavam de 2 a 2,5 m de altura.

A população desses indivíduos está localizada no município de Apiúna (SC), às margens rochosas do rio Itajaí-açu, 27°02'08"S e 49°23' 23"W. O clima da região é mesotérmico úmido, com verão quente, temperatura média de 19,7 °C e com altitude de 87 m.s.m. (Bertol et al., 2000). Amostra da espécie foi coletada, herborizada, para confirmação da identificação, e depositada no Herbário Flor da Universidade Federal de Santa Catarina (Florianópolis, SC) com o registro Adriano, Flor 36734.

Foram confeccionados três blocos para cada amostra coletada, orientados para a obtenção de secções anatômicas nos planos transversal, longitudinal radial e longitudinal tangencial. Como o diâmetro dos caules não era grande (em torno de três centímetros), foi possível obter blocos e também secções que apresentavam tanto o lenho juvenil quanto o maduro. Para a microtomia, os blocos foram amolecidos por fervura em água destilada e glicerina (1:1) durante oito horas e seccionados em micrótomo de deslize, com espessura de 21 mm. As secções foram clarificadas com hipoclorito de sódio (20%), corados com azul de astra e safranina (Bukatsch, 1972 apud Kraus e Arduin, 1997), desidratados em série alcoólica ascendente (30%, 50%, 70%, 90% e duas vezes álcool absoluto), diafanizados em acetato de butila e montados em lâminas permanentes com verniz vitral (Acrilex®) (Paiva et al., 2006). No preparo de lâminas de tecido lenhoso dissociado, foi usada a técnica de maceração com solução de Franklin (Franklin, 1945 apud Kraus e Arduin, 1997), coloração com safranina e as etapas de desidratação e montagem de lâminas permanentes que seguiram o anteriormente descrito.

As descrições das características microscópicas da madeira estão de acordo com IAWA Committee (1989) e com o trabalho de Herendeen e Miller (2000).

Para as fotografias e análises qualitativas e quantitativas foi utilizado o software Q Capture versão 5.1.1.14 para Windows acoplado ao microscópio Olympus BX51.

Para a análise quantitativa, através de mensurações e contagens, escolheram-se, aleatoriamente, de cada indivíduo, três lâminas de cada amostra. Durante a mensuração de um aspecto anatômico, de cada lâmina, o campo visual localizado no canto direito e acima era escolhido e dele eram tiradas cinco medições. Já para a contagem de um aspecto anatômico, de cada lâmina, cinco campos visuais, com 200 μm^2 cada, eram escolhidos: um de cada canto e um no centro. Ao todo, foram 15 valores, entre mensurações e contagens, de cada aspecto anatômico, por indivíduo. Dessa maneira, obtiveram-se, para cada aspecto anatômico de cada amostra, 75 valores, entre mensurações e contagens,

de onde foi possível, então, calcular as médias e aplicar a análise estatística, entre as duas amostras, utilizando o teste t de Student (5%).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características qualitativas da anatomia do lenho de *R. echinata* não diferiram para as duas amostras, mais próxima ao solo e mais próxima à copa. Urbinati et al. (2003), analisando diferenças anatômicas entre regiões apical e basal do caule, demonstraram algumas características qualitativas que também foram indiferentes às duas regiões. Além disso, as características qualitativas também podem se manter constantes em diferentes condições ambientais (Joshi, 2000; Aguilar-Rodríguez et al., 2006; Ribeiro e Barros, 2006). As respostas diretas às condições ambientais são, em geral, menores e apenas quantitativas (Chalk, 1983). Assim sendo, para ambas as amostras as características encontradas foram:

Vasos: porosidade difusa, solitários e múltiplos radiais, tangenciais e em cacho. Seção circular e ovalada (Figura 1A, Figura 1B e Figura 2A).

Elementos de vaso: apêndice presente em uma, nas duas extremidades ou ausente. Placa de perfuração simples e oblíqua ou praticamente perpendicular aos vasos (Figura 1C). As pontoações intervasculares são areoladas, poligonais e alternas (Figura 2B).

Parênquima axial: paratraqueal escasso, vasicêntrico e aliforme confluyente, formando linhas ou em faixas demarcando as camadas de crescimento. (Figura 1A, Figura 1B e Figura 2A).

Raios: heterocelulares, corpo do raio com células procumbentes, com uma ou duas fileiras de células marginais eretas ou quadradas (Figura 1D). Unisseriados e multisseriados (bisseriados), sendo alguns fusionados (Figura 2D). As pontoações são semelhantes às intervasculares.

Camadas de crescimento: distintas, demarcadas por faixas de parênquima paratraqueal confluyente (Figura 2A) e por camadas de fibras do lenho tardio achatadas radialmente (Figura 2C).

Fibras: do tipo libriforme, septadas, com pontoações areoladas diminutas.

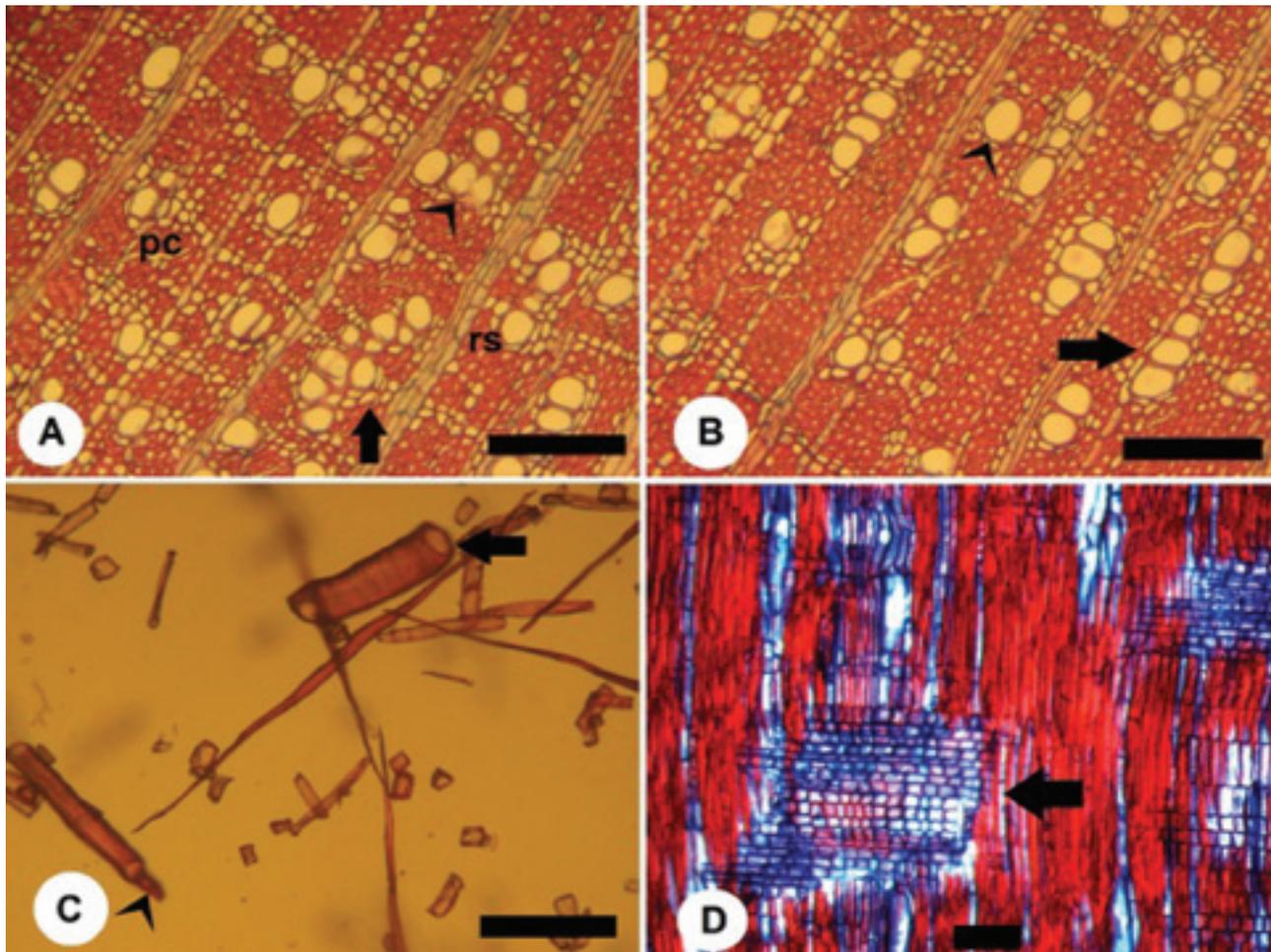


Figura 1. Aspectos anatômicos da madeira de *Raulinoa echinata*. A. No plano transversal destacam-se: vasos múltiplos em cacho (seta) e tangenciais (ponta de seta) (Barra = 100 μ m). B. Ainda no plano transversal destacam-se: vasos solitários (ponta de seta) e radiais (seta) (Barra = 100 μ m). C. Na análise dos elementos vasculares, utilizando a técnica de maceração, destacam-se: vasos sem nenhum apêndice e com placa de perfuração simples (seta) e com apêndice em uma das extremidades (ponta de seta) (Barra = 100 μ m). D. No plano longitudinal radial destacam-se os raios heterocelulares (seta) (Barra = 10 μ m). pc – parênquima axial paratraqueal vasicêntrico e aliforme confluento formando linhas; rs – raios. Créditos: Adriano Darosci.

Figure 1. Aspects of wood anatomy of *Raulinoa echinata*. A. Apparent in transverse section: multiple and clustered vessels (arrow) and tangential vessels (arrow point) (Bar = 100 μ m). B. Also apparent in transverse section: solitary vessels (arrow point) and radial vessels (arrow) (Bar = 100 μ m). C. In analysis of vessels with the maceration method: vessel without tail and with simple perforation plate (arrow) and vessel with tail (arrow point) (Bar = 100 μ m). D. Longitudinal tangential section shows heterocellular rays (arrow) (Bar = 10 μ m). pc – paratracheal axial parenchyma vasicentric and aliform confluent in lines; rs – rays. Credits: Adriano Darosci.

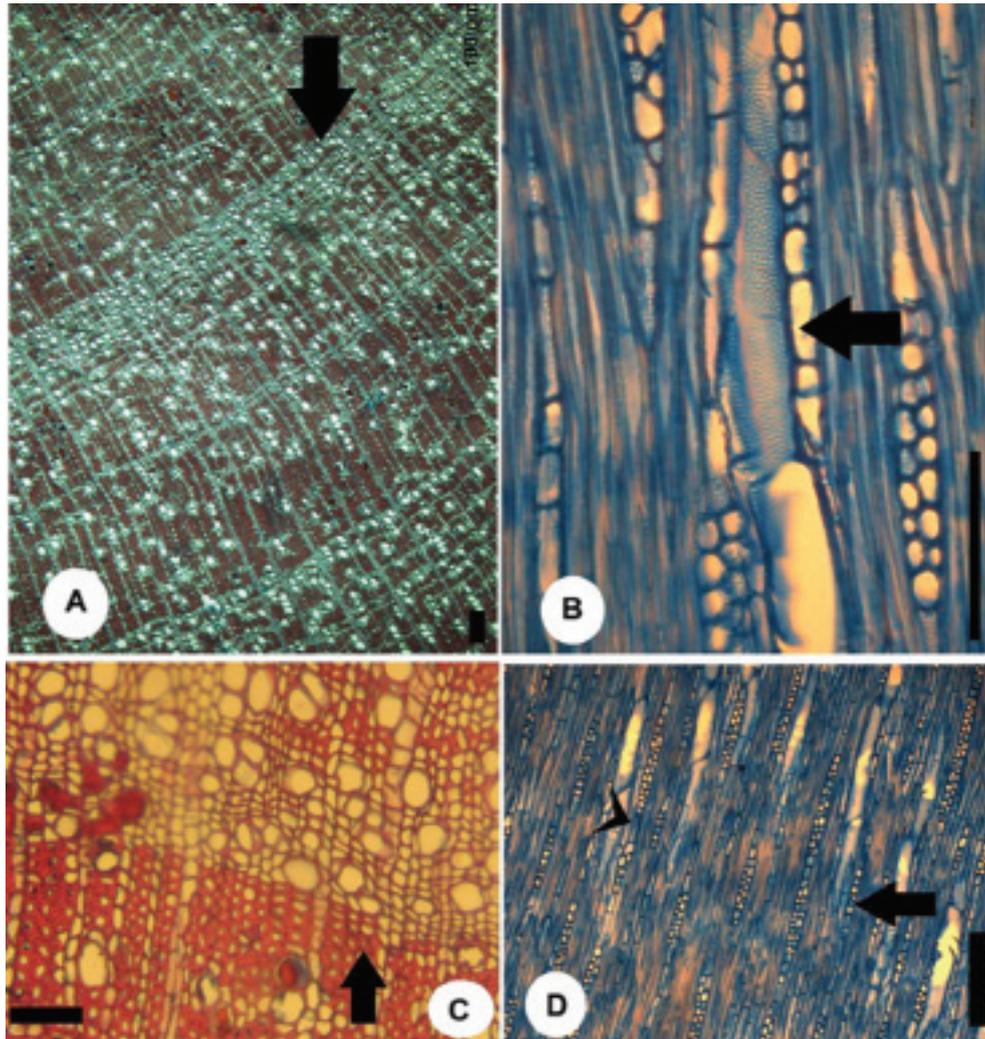


Figura 2. Aspectos anatômicos da madeira de *Raulinoa echinata*. A. No plano transversal: camada de crescimento distinta, demarcada por faixas de parênquima paratraqueal confluyente (seta) (Barra = 100 μ m). B. No plano longitudinal tangencial destacam-se as pontoações intervasculares alternas (seta) (Barra = 100 μ m). C. No plano transversal: detalhe mostrando camada de fibras do lenho tardio achatadas radialmente (seta) (Barra = 100 μ m). D. No plano longitudinal tangencial destacam-se: raios unisseriados (seta) e fusionados (ponta de seta) (Barra = 200 μ m). Créditos: Adriano Darosci.

Figure 2. Aspects of wood anatomy of *Raulinoa echinata*. A. In transverse section: growth ring marked by confluent paratracheal parenchyma in bands (arrow) (Bar = 100 μ m). B. Longitudinal tangential section shows intervascular alternate pits (arrow) (Bar = 100 μ m). C. In transverse section: detail showing radially flattened latewood fibers (arrow) (Bar = 100 μ m). D. Longitudinal tangential section shows uniseriate rays (arrow) and fusionate rays (arrow point) (Bar = 200 μ m). Credits: Adriano Darosci.

Metcalf e Chalk (1957) citam, para Rutaceae, vasos nunca exclusivamente solitários. *R. echinata* enquadra-se nesse padrão, contudo, juntamente com vasos solitários, apresentou vasos múltiplos tangenciais e em cacho, características até então não descritas para a família. Vasos múltiplos tangenciais, assim como fibras septadas e camadas de crescimento distintas são características que, segundo o trabalho de Wheeler et al. (2007), não são comuns para a região do planeta onde se encontra *R. echinata*, determinada por eles como “Temperada da América do Sul”. Características como raios

fusionados e heterocelulares e placa de perfuração praticamente perpendicular ao elemento de vaso, presentes em *R. echinata*, não estão presentes na espécie da mesma família, *Zanthoxylum tingoassuiba* St. Hil. (Mendes et al., 1999). A presença de canais traumáticos é uma característica comum para o lenho da família Rutaceae (Metcalf e Chalk, 1957), contudo não foram observadas em *R. echinata*.

Os resultados obtidos com a análise quantitativa do lenho de *R. echinata* para as duas amostras, mais próxima ao solo (base) e mais próxima à copa (ápice), estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1. Características quantitativas do lenho de *Raulinoa echinata* para as duas amostras coletadas, mais próxima ao solo (base) e mais próxima à copa (ápice). Valores médios acompanhados de desvio-padrão. Letras iguais não diferem estatisticamente, segundo o teste t de Student (5%).

Table 1. Quantitative features of *Raulinoa echinata* wood according to the two samples near to the ground (basal) and near to the crown (apical). Mean values are presented with standard deviation. The same letters indicate no statistically significant difference according to the Student's t test (5%).

	Próxima ao solo (base)	Próxima à copa (ápice)
Diâmetro tangencial do lume dos vasos (μm)	19,3 (\pm 8,24) ^a	23,418 (\pm 8,975) ^b
Comprimento do elemento de vaso (μm)	155,06 (\pm 37,72) ^a	179,48 (\pm 48,44) ^b
Comprimento do apêndice (μm)	26,3 (\pm 12,54) ^a	21,66 (\pm 8,4) ^b
Frequência de vasos múltiplos (vasos por mm^2)	15,47 (\pm 4,11) ^a	21,17 (\pm 5,81) ^b
Frequência total de vasos (vasos por mm^2)	38,62 (\pm 8,61) ^a	59,93 (\pm 12,57) ^b
Diâmetro das pontoações intervasculares (μm)	2,35 (\pm 0,82) ^a	1,65 (\pm 0,36) ^b
Diâmetro do lume das fibras (μm)	11,79 (\pm 3,25) ^a	12 (\pm 4,38) ^a
Comprimento das fibras (μm)	471,33 (\pm 128,05) ^a	438,02 (\pm 100,07) ^a
Espessura da parede das fibras (μm)	5,27 (\pm 1,26) ^a	5,14 (\pm 1,9) ^a
Frequência de fibras (fibra por mm^2)	870,2 (\pm 181,29) ^a	929,46 (\pm 173,02) ^b
Altura do raio (μm)	204,0196 (\pm 89,38) ^a	252,387 (\pm 120,57) ^b
Largura dos raios (células)	1,73 (\pm 0,68) ^a	1,65 (\pm 0,69) ^a
Frequência de raios (raios por mm)	7,1 (\pm 3,07) ^a	6,26 (\pm 3,17) ^b

Fazendo-se uma avaliação dos dados quantitativos obtidos neste estudo, com os apresentados por Metcalfe e Chalk (1957), verifica-se que o comprimento médio das fibras (600 a 1.300 μm), citado para a família, além da largura dos raios (valor mínimo de duas células) e do comprimento do elemento de vaso (valor mínimo de 200 μm), estão acima daqueles citados para a espécie (Tabela 1). Para esses autores, a frequência total de vasos por mm^2 , em Rutaceae, varia, principalmente, entre 8 e 40. Os valores obtidos com *R. echinata* estão próximos ou acima desse valor máximo citado para a família (Tabela 1). Em seu trabalho com espécies de Rutaceae endêmicas da Nova Zelândia, Heenan e Moar (1997) também apresentaram espécies com frequência total de vasos superior àquela citada para esta família: 59 vasos por mm^2 para *Melicope simplex* A. Cunn. e 199 vasos por mm^2 para *Phebalium nudum* Hook.

Algumas características contribuem para o transporte em grande quantidade de água, como distribuição difusa dos vasos (Vieira, 1994) e placas de perfuração simples (Schneider e Carlquist, 1998; Sperry et al., 2006). Em contrapartida, tais características são mais suscetíveis ao embolismo (Jansen et al., 2004; Sperry et al., 2006). Porém, a presença de vasos múltiplos, que frequentemente são observados em espécies de ambiente ripário, tais como as dos gêneros *Betula*, *Alnus*, *Acer*, *Liquidambar* ou *Carpinus*, aumentando a quantidade de água transportada (Hacke e Sperry, 2001), garante rotas alternativas quando o embolismo ocorre (León, 2005; Sperry et al., 2006). Além disso, os vasos se apresentam em grande número e em menor tamanho, em relação ao que já foi citado para as Rutaceae, o que conferiria maior segurança à condutividade hidráulica (Carlquist e Hoekman, 1985; Pinho et al., 1992; Villar-Salvador et al., 1997), já que se tratam de características comuns em espécies de ambientes xéricos (Dickison et al., 1978; Villagra e Juñent, 1997). Outra característica comum em espécies que ocorrem em ambientes xéricos é o comprimento menor da fibra (Dickison et al., 1978), algo que, em relação as Rutaceae, está presente em *R. echinata*.

Assim, de acordo com algumas características encontradas em *R. echinata* e comparadas ao que já foi citado para outras Rutaceae, a espécie apresenta respostas tanto para ambientes

cujas disponibilidades de água e temperatura são altas quanto àquelas que são baixas, tais como: longa camada de fibras achatadas radialmente (Luchi, 2004), vasos múltiplos (Luchi, 2004; León, 2005), placas de perfuração simples (Schneider e Carlquist, 1998), raios menores (Luchi, 2004; Aguilar-Rodríguez et al., 2006), elementos de vaso numerosos (Carlquist e Hoekman, 1985; Pinho et al., 1992; Aguilar-Rodríguez et al., 2006) e curtos (Carlquist e Hoekman, 1985; Heenan e Moar, 1997; León, 2005) e fibras curtas (Vieira, 1994; Luchi, 2004; Aguilar-Rodríguez et al., 2006).

A região Sul do país, onde ocorre *R. echinata*, é característica pelo clima subtropical com estações bem definidas com grande variação térmica ao longo do ano. Além disso, o ambiente de mata ciliar, quando se apresenta rochoso, como no caso daquele onde se encontra *R. echinata*, pode fornecer tanto alta quanto baixa quantidade de água, devido às épocas de cheia e vazante e ao fato de as espécies manterem suas raízes sobre e entre as rochas, tendo à disposição pouca água nesse substrato. No entanto, fatores ambientais não são os únicos responsáveis por variações anatômicas do lenho, visto que, o comprimento dos elementos de vaso pode estar relacionado com a quantidade de elementos de vaso por mm^2 (Joshi, 2000) ou com a presença de porosidade difusa (Villar-Salvador et al., 1997) ou ainda com o diâmetro dos vasos (Villagra e Juñent, 1997; Sperry et al., 2006).

Muitas características anatômicas de *R. echinata*, quando analisadas quantitativamente, diferiram de acordo com as distâncias das amostras coletadas em relação ao solo (Tabela 1). Contudo, o comprimento das fibras, o diâmetro do lume das fibras a espessura da parede das fibras não apresentaram diferenças significativas (Tabela 1). Em outras espécies, analisando também amostras de duas alturas diferentes do caule, o mesmo ocorreu quanto ao comprimento das fibras, segundo os estudos de Lei et al. (1996) e Urbinati et al. (2003), e quanto à espessura da parede das fibras, segundo os estudos de Urbinati et al. (2003) e Rocha et al. (2004). Porém, também em outras espécies, diâmetros maiores para o lume já foram observados na região próxima ao solo (Tomazello Filho, 1985; Rocha et al., 2004).

Em *R. echinata*, a amostra coletada próximo à copa foi a que apresentou a maior quantidade de elementos de vaso por mm² (Tabela 1), fato que já foi observado com outras espécies (Silva, 1992; Bernal-Salazar e Terrazas, 2005). Além disso, ao longo do caule, em geral, ocorre transporte basípeto de auxina e, assim, frequentemente se observa maior número de vasos no ápice, próximo à copa (Urbinati et al., 2003).

Para Hacke e Sperry (2001) e para Sperry et al. (2006), a fim de aumentar a capacidade de condução de água, os vasos, nas regiões basais do caule, podem ser maiores, visto que nestas regiões, onde a pressão negativa do xilema é menor, a cavitação é mais rara. Contudo, em *R. echinata*, a região apical foi aquela que apresentou os maiores vasos, tanto em diâmetro quanto em comprimento (Tabela 1). As espécies *Acer pseudoplatanus* L. (Dodd, 1984), *Prosopis alpacato* Phil. e *P. argentina* Burk. (Villagra e Juñent, 1997) também apresentaram vasos de diâmetro maior na região mais próxima à copa. A região apical apresentou, ainda, maior quantidade de fibras (Tabela 1), o que pode se tratar de uma estratégia para evitar a cavitação, suportando a pressão negativa do xilema que nessa região é maior (Hacke e Sperry, 2001; Sperry et al., 2006).

Já a altura dos raios, em *R. echinata*, foi maior na amostra do caule próxima à copa (Tabela 1). Geralmente, um maior tamanho dos raios garante maior resistência a tensões, evitando, assim, fissuras e quebras na madeira (Burgert e Eckstein, 2000), algo muito útil para a espécie, considerando que os caules mais próximos à copa, na vegetação ciliar, sofrem com as fortes correntezas dos rios quando estes estão acima do seu leito normal (época de cheias), muitas vezes ocasionando fissuras e quebras.

Dessa maneira, as características anatômicas do lenho de *R. echinata* apresentaram contribuições para a taxonomia da família Rutaceae e respostas consideráveis às diferentes regiões do caule. Além disso, essas características podem, também, ser interpretadas como resposta ao ambiente onde a espécie ocorre, considerando que esse ambiente apresenta grande variação térmica e

de disponibilidade hídrica, devido à sazonalidade e ao regime de cheias e vazantes, respectivamente.

A relação entre as características presentes em *R. echinata* e o ambiente reofítico adverso onde ela ocorre foi analisada, também, nos trabalhos de Arioli et al. (2008), onde foi encontrado alguns metabólitos de reserva na folha da espécie, de Darosci e Paulilo (2011), que identificaram a plântula da espécie como cripto-hipógeo-reserva, e de Darosci e Uhlmann (2012), que demonstraram a água como um fator não decisivo no desenvolvimento de estacas da espécie. Contudo, outros estudos são recomendados para evidenciar melhor a relação dessa espécie com o ambiente, buscando caracterizar outras estruturas e comportamentos da espécie e as peculiaridades do ambiente reofítico, haja vista, também, a grande carência de estudos sobre essa espécie e sobre esse ambiente.

4 AGRADECIMENTOS

Aos professores, João de Deus Medeiros e Marisa Santos, pelas contribuições na identificação das estruturas anatômicas da espécie *R. echinata*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR-RODRÍGUEZ, S.; TERRAZAS, T.; LÓPEZ-MATA, L. Anatomical wood variation of *Buddleja cordata* (Buddlejaceae) along its natural range in Mexico. **Trees**, v. 20, p. 253-261, 2006.
- ARIOLI, T.; VOLTOLINI, C.H.; SANTOS, M. Morfoanatomia foliar da reófita *Raulinoa echinata* R.S.Cowan – Rutaceae. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 3, p. 723-732, 2008.
- BARBERIS, G.; CASAZZA, G.; MINUTO, L. Ecological characteristics and rarity of endemic plants of the Italian Maritime Alps. **Biological Conservation**, v. 123, p. 361-371, 2005.
- BERNAL-SALAZAR, S.; TERRAZAS, T. Wood anatomical variation of *Neobuxbaumia tetetzo*: a columnar Cactaceae. **Journal of Arid Environments**, v. 63, p. 671-685, 2005.

- BERTOL, I. et al. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem de capim-elefante-anão cv. Mott. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 1047-1054, 2000.
- BLOM, C.W.P.M.; VOESENEK, L.A.C.J. Flooding: the survival strategies of plants. **Trees**, v. 11, n. 7, p. 290-295, 1996.
- BORCHERT, R. Climatic periodicity, phenology, and cambium activity in tropical dry forest trees. **IAWA Journal**, v. 20, n. 3, p. 239-247, 1999.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa de setembro de 2008. Anexo I: Lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. Disponível em: <www.mma.gov.br/estruturas/ascom_boletins/_arquivos/83_19092008034949.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2010.
- BURGERT, I.; ECKSTEIN, D. Does the ray tissue contribute to the biomechanics of living trees? In: KIM, Y.S. (Ed.). **New horizons in wood anatomy**. Kwangju: Chonnam National University Press, 2007. p. 123-127.
- CARLQUIST, S. Wood anatomy of the endemic woody Asteraceae of St Helena I: phyletic and ecological aspects. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 137, p. 197-210, 2001.
- _____; HOEKMAN, D.A. Ecological wood anatomy of the woody southern Californian flora. **IAWA Bulletin**, v. 6, n. 4, p. 319-347, 1985.
- CHALK, L. The effects of ecological conditions on wood anatomy. In: METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons**. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, 1983. p. 152-156.
- COWAN R.S.; SMITH L.B. Rutáceas. In: REITZ, R. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário “Barbosa Rodrigues”, 1973. p. 48-51.
- DAROSCI, A.A.; PAULILO, M.T.S. Ecophysiological aspects of the seed and seedling of *Raulinoa echinata* (Rutaceae), a species endemic to the riparian forests of Itajaí valley, SC, Brazil. **Rodriguésia**, v. 62, n. 2, p. 273-281, 2011.
- DAROSCI, A.A.; UHLMANN, A. Desenvolvimento de estacas de *Raulinoa echinata* R.S.Cowan, espécie endêmica do Vale do Rio Itajaí-Açu, Santa Catarina, Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 1, p. 79-90, 2012.
- DICKISON, W.C.; RURY, P.M.; STEBBINS, G.L. Xylem anatomy of *Hibbertia* (Dilleniaceae) in relation to ecology and evolution. **Journal of the Arnold Arboretum**, v. 59, p. 32-49, 1978.
- DODD, R.S. Radial and tangential diameter variation of wood cells within trees of *Acer pseudoplatanus*. **IAWA Bulletin**, v. 5, p. 253-257, 1984.
- HACKE, U.G.; SPERRY, J.S. Functional and ecological xylem anatomy. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 4, n. 2, p. 97-115, 2001.
- HEENAN, P.B.; MOAR, N.T. Wood anatomy of the dicotyledons indigenous to New Zealand. 26. Rutaceae. **New Zealand Journal of Botany**, v. 35, p. 229-242, 1997.
- HERENDEEN, P.S.; MILLER, R.B. Utility of wood anatomical characters in cladistic analyses. **IAWA Journal**, v. 21, n. 3, p. 247-276, 2000.
- IAWA COMMITTEE. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, v. 10, p. 219-332, 1989.
- JANSEN, S. et al. Variation in xylem structure from tropics to tundra: evidence from vestured pits. **PNAS**, v. 101, n. 23, p. 8833-8837, 2004.
- JOSHI, L. Ecological wood anatomy of *Alnus nepalensis* (Betulaceae) in central Nepal. In: KIM, Y.S. (Ed.). **New horizons in wood anatomy**. Kwangju: Chonnam National University Press, 2000. p. 288-295.
- KRAUS, J.E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: EDUR, 1997. 198 p.
- LEI, H.; MILOTA, M.R.; GARTNER, B.L. Between – and within – tree variation in the anatomy and specific gravity of wood in Oregon white oak (*Quercus garryana* Dougl.). **IAWA Journal**, v. 17, n. 4, p. 445-461, 1996.

- LEÓN, H.W.J. Anatomía ecológica de xilema secundario de un bosque seco tropical de Venezuela. **Acta Botánica Venezuelica**, v. 28, n. 2, p. 257-274, 2005.
- LUCHI, A.E. Anatomia do lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) de solos com diferentes níveis de umidade. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 2, p. 271-280, 2004.
- MÉDAIL, F.; VERLAQUE, R. Ecological characteristics and rarity of endemic plants from southeast France and Corsica: implications for biodiversity conservation. **Biological Conservation**, v. 80, p. 269-281, 1997.
- MENDES, L.M. et al. Anatomia e características físico-químicas da madeira de *Zanthoxylum tingoassuiba* St. Hil. de ocorrência na região de Lavras/MG. **CERNE**, v. 5, n. 1, p. 15-25, 1999.
- METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons**. London: Oxford University Press, 1957. v. 1, p. 305-316.
- NOSHIRO, S.; SUZUKI, M. Ecological wood anatomy of nepalese *Rhododendron* (Ericaceae). 2. Intraspecific variation. **Journal of Plant Research**, v. 108, p. 217-233, 1995.
- PAIVA, J.G.A. et al. Verniz vitral incolor 500®: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 2, p. 257-264, 2006.
- PINHO, R.A.; MAZZONI-VIVEIROS, S.C.; SAJO, M.G. Contribuição ao estudo anatômico do lenho de árvores da flora dos cerrados IV. São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, v. 19, n. 1/2, p. 171-183, 1992.
- RIBEIRO, M.L.R.C.; BARROS, C.F. Variação intraspecífica do lenho de *Pseudopiptadenia contorta* (DC.) G.P. Lewis & M.P. Lima (Leguminosae – Mimosoideae) de populações ocorrentes em dois remanescentes de Floresta Atlântica. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 4, p. 839-844, 2006.
- ROCHA, F.T.; FLORSHEIM, S.M.B.; COUTO, H.T.Z. Variação das dimensões dos elementos anatômicos da madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden aos sete anos. **Rev. Inst. Flor.**, v. 16, n. 1, p. 43-45, 2004.
- SCHNEIDER, E.L.; CARLQUIST, S. Origin and nature of vessels in monocotyledons. 4. Araceae subfamily Philodendroideae. **Journal of the Torrey Botanical Society**, v. 125, n. 4, p. 253-260, 1998.
- SILVA, C.A. Variação dimensional dos elementos xilêmicos em duas espécies madeireiras da Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 22, p. 261-274, 1992.
- SIMON, M.F.; AMARAL, M.F. *Mimosa splendida* Barneby (Mimosoideae, Leguminosae) rediscovered in Central Brazil: preliminary studies for conservation of a rare species. **Revista Brasileira Botânica**, v. 26, n. 1, p. 93-96, 2003.
- SPERRY, J.S.; HACKE, U.G.; PITTERMANN, J. Size and function in conifer tracheids and angiosperm vessels. **American Journal of Botany**, v. 93, n. 10, p. 1490-1500, 2006.
- TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus saligna* e *E. grandis*. **IPEF**, v. 29, p. 37-45, 1985.
- URBINATI, C.V. et al. Variação estrutural quantitativa no lenho de *Terminalia ivorensis* A. Chev., Combretaceae. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 3, p. 1-25, 2003.
- VIEIRA, R.C. Estrutura do caule de *Bauhinia radiata* Vell. em diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 54, n. 2, p. 293-310, 1994.
- VILLAGRA, P.E.; JUÑENT, F.A.R. Wood structure of *Prosopis alpataco* and *P. argentina* growing under different edaphic conditions. **IAWA Journal**, v. 18, n. 1, p. 37-51, 1997.

DAROSCI, A.A.; PAULILO, M.T.S. Anatomia do lenho de *Raulinoa echinata*

VILLAR-SALVADOR, P. et al. Stem xylem features in three *Quercus* (Fagaceae) species along a climatic gradient in NE Spain. **Trees**, v. 12, p. 90-96, 1997.

WHEELER, E.A.; BASS, P.; RODJal analysis based on the insidewood database. **IAWA Journal**, v. 28, n. 3, p. 229-258, 2007.