

**ANATOMIA DO LENHO CARBONIZADO DE 10 ESPÉCIES NATIVAS DA PLANÍCIE
COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL – SUBSÍDIO A PESQUISAS ARQUEOBOTÂNICAS E
PALEOECOLÓGICAS.**

**CHARCOAL ANATOMY OF 10 NATIVE SPECIES OF RIO GRANDE DO SUL COASTAL
PLAIN (BRAZIL) – A SUPPORT FOR ARCHAEOLOGICAL AND PALEOECOLOGICAL
RESEARCH**

André Ávila
Claudia Giongo
Rita Scheel-Ybert

Vol. XIV | n°27 | 2017 | ISSN 2316 8412



Anatomia do Lenho Carbonizado de 10 Espécies Nativas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul – Subsídio a Pesquisas Arqueobotânicas e Paleoecológicas

André Ávila¹
Claudia Giongo²
Rita Scheel-Ybert³

Resumo: Antracologia é o estudo do carvão arqueológico ou de origem sedimentar a partir da anatomia do lenho. Uma correta identificação depende de um bom conhecimento da anatomia do lenho e de material de referência adequado. Neste artigo descrevemos a anatomia do carvão de dez espécies nativas que ocorrem na Planície Costeira do Rio Grande do Sul – *Lithraea brasiliensis*, *Schinus polygamus* (Anacardiaceae), *Ilex dumosa* (Aquifoliaceae), *Ocotea pulchella* (Lauraceae), *Myrcia palustris*, *Myrrhinium atropurpureum* (Myrtaceae), *Guapira opposita* (Nyctaginaceae), *Randia ferox* (Rubiaceae), *Casearia sylvestris* (Salicaceae) e *Chrysophyllum marginatum* (Sapotaceae). A estrutura anatômica da madeira se preservou perfeitamente após carbonização, apesar de ter ocorrido redução de massa e contração anisotrópica. As pequenas variações induzidas por estes fenômenos não interferem na qualidade do carvão nem no potencial de identificação dos taxa. Os resultados obtidos corroboram a viabilidade da identificação taxonômica a partir da anatomia do carvão.

Palavras-chave: Carvão; Antracologia; Arqueobotânica; Anatomia da Madeira; Coleção de Referência.

Abstract: Anthracology is the study of charcoal from archaeological or sedimentary contexts based on wood anatomy. A proper identification depends on a good knowledge of charcoal anatomy as well as on the availability of appropriate reference material. In this paper we describe the charcoal anatomy of ten woody species that occur at Rio Grande do Sul Coastal Plain (Southern Brazil) – *Lithraea brasiliensis*, *Schinus polygamus* (Anacardiaceae), *Ilex dumosa* (Aquifoliaceae), *Ocotea pulchella* (Lauraceae), *Myrcia palustris*, *Myrrhinium atropurpureum* (Myrtaceae), *Guapira opposita* (Nyctaginaceae), *Randia ferox* (Rubiaceae), *Casearia sylvestris* (Salicaceae) and *Chrysophyllum marginatum* (Sapotaceae). The wood anatomical structure was perfectly preserved after carbonization, despite mass loss and anisotropic shrinkage. The small variations due to these properties do not affect charcoal quality nor its identification potential. The results here obtained attest of the reliability of taxonomic identification from charcoal anatomy.

Keywords: Charcoal; Anthracology; Archaeobotany; Wood Anatomy; Comparative Collection.

INTRODUÇÃO

A antracologia é o estudo do carvão com base em critérios de anatomia da madeira (SCHEEL et al., 1996). Fragmentos de carvão são frequentemente encontrados em sítios arqueológicos ou em contextos sedimentares. Os carvões encontrados em solos podem ser testemunhos de paleoincêndios, enquanto que em sítios arqueológicos eles testemunham as relações entre os grupos humanos, a vegetação e a paisagem

¹ Programa de Pós-Graduação em Arqueologia pelo Museu Nacional vinculado à Universidade Federal do Rio de Janeiro (MN/UFRJ), Brasil. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão. 20940-040. Rio de Janeiro, RJ; Laboratório de Ensino e Pesquisa em Arqueologia e Antropologia da Universidade Federal do Rio Grande (LEPAN/FURG), Brasil. avilap.andre@gmail.com

² Professora Adjunta do Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Brasil. E-mail: claudiagiongo1@gmail.com ³ Programa de Pós-Graduação em Arqueologia do Museu Nacional vinculado à Universidade Federal do Rio de Janeiro (MN/UFRJ), Brasil. E-mail: scheelybert@mn.ufrj.br

(SCHEEL-YBERT, 2000). Para a Arqueologia, seu estudo se reveste de grande importância, pois em regiões de clima tropical, como o Brasil, a preservação de vestígios de plantas é extremamente difícil. A evidência de plantas carbonizadas em estruturas arqueológicas é a forma mais frequente de preservação de restos de plantas, principalmente madeira, endocarpos lenhosos, raízes e tubérculos - ainda que estes últimos sejam menos frequentes, pois são constituídos de estruturas não lignificadas e, portanto, menos resistentes (SCHEEL-YBERT, 2000, 2013; PIQUÉ y HUERTA, 2006; RUAS e BOUBY, 2010).

A identificação taxonômica é realizada através da comparação das características anatômicas do carvão arqueológico com exemplares da flora atual, e depende de um bom conhecimento da anatomia da madeira, sendo muito facilitada pela comparação com madeiras que tenham sido processadas de modo semelhante ao qual ocorreu a preservação, neste caso a carbonização (SCHEEL-YBERT et al. 2006). As amostras de carvão obtidas a partir da flora atual compõem uma Antracoteca (coleção de carvões), coleção científica que é da maior importância para subsidiar análises antracológicas (SCHEEL-YBERT, 2016). É fundamental ainda que descrições da anatomia do lenho destas amostras sejam sistematicamente realizadas, publicadas, e disponibilizadas, junto com outros dados importantes (distribuição geográfica, ecologia, uso), inclusive em bancos de dados informatizados (SCHEEL-YBERT et al. 2006; SCHEEL-YBERT et al. 2014a). Em regiões tropicais, onde a diversidade florística é vasta e os estudos sobre anatomia de carvões são ainda insuficientes, a comparação direta de carvões arqueológicos com os de uma coleção permanece indispensável, ainda que se disponha de chaves de identificação informatizadas (SCHEEL-YBERT et al. 2006).

A importância da análise antracológica é largamente reconhecida, porém, os estudos antracológicos são mais difundidos na Europa e em outras regiões temperadas (SCHEEL-YBERT, 2016). No Brasil, os primeiros estudos antracológicos foram realizados por Scheel-Ybert (1998), que apresentou em sua tese uma reconstituição da paisagem e uso de plantas em sambaquis do Estado do Rio de Janeiro e um atlas de anatomia do carvão e que, desde então, vem orientando e desenvolvendo inúmeras pesquisas, sobretudo para a região Sul-Sudeste do Brasil (e.g. SCHEEL-YBERT, 2000, 2001, 2013, 2014; SCHEEL-YBERT et al. 2009a, 2009b, 2014b; BIANCHINI e SCHEEL-YBERT, 2012; BACHELET e SCHEEL-YBERT, 2016). Neste contexto, alguns estudos de anatomia do carvão também vêm sendo realizados. Destacam-se os trabalhos de Gonçalves (2006) que contribuiu para o conhecimento da anatomia da madeira de espécies brasileiras através de amostras carbonizadas; Gonçalves (2010) sobre a anatomia da madeira e do carvão de espécies arbóreas do cerrado no Estado de São Paulo; Gonçalves et al. (2012), que analisou os efeitos da carbonização em madeiras brasileiras; Albuquerque (2012), que realizou estudos de anatomia comparada entre madeira e carvão aplicados à identificação de setenta e cinco espécies da floresta amazônica; Gonçalves e Scheel-Ybert (2016), que descreveram onze espécies de Anacardiaceae nativas do Brasil.

Por serem ainda escassos os estudos de anatomia do carvão, a criação de antracotecas e a descrição anatômica dos taxa são indispensáveis para a correta identificação dos carvões arqueológicos. Com esta finalidade, foi criada a primeira antracoteca do Rio Grande do Sul, concomitantemente à criação de coleções

de frutos e sementes (carpoteca), com a finalidade de subsidiar pesquisas arqueológicas de cunho paleoetnobotânico e paleoecológico (GIONGO, 2009; MACHADO et al. 2011). Apresentamos aqui as descrições da anatomia do carvão de dez espécies nativas desta coleção, pertencentes a oito importantes famílias botânicas que ocorrem na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Com este trabalho contribuimos para o conhecimento da anatomia do carvão de espécies nativas, além de fornecer uma importante fonte para consulta e comparação de carvões arqueológicos com os exemplares da antracoteca, possibilitando a sua identificação.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de lenho analisadas foram coletadas nas localidades de Barra Falsa, Eco Museu da Picada e Parque São Pedro, município de Rio Grande, Rio Grande do Sul (Figura 1). Estas áreas são caracterizadas por extensos areais de dunas eólicas, mais altos, e por áreas de várzea no entorno do canal São Gonçalo (VIEIRA E RANGEL 1984; BUCHMANN et al. 2009). A vegetação nestes locais é característica da mata de restinga, de porte arbustivo a arbóreo, com espécies características de ambientes bem drenados e outras de ambientes mais úmidos (WAECHTER, 1985, 1990). Embora distintas, as matas de restinga arenosa (melhor drenada) e turfosa (mal drenada) possuem em comum indivíduos que não ultrapassam 6-12 m de altura, grande diversidade de epífitos e de Myrtaceae (WAECHTER, 1985). Nas áreas mais drenadas ocorrem espécies xeromórficas dos gêneros *Cereus* e *Opuntia* e esclerófitas dos gêneros *Butia* e *Bromelia* (WAECHTER, 1985). Entre as espécies arbóreas que ocorrem com frequência nessas áreas pode-se citar: *Casearia sylvestris*; *Guapira opposita*; *Eugenia uniflora*; *Myrrhinium atropurpureum*; *Myrcia palustris*; *Chrysophyllum marginatum*; *Erythroxylum argentinum*; *Lithraea brasiliensis*; *Vitex megapotamica*; *Randia ferox*, entre outras. No estrato arbóreo das áreas mais úmidas pode-se citar: *Psidium cattleianum*; *Ocotea pulchella*, *Erythrina cristagalli* e *Blepharocalyx salicifolius*, além das palmeiras *Syagrus romanzoffiana* e *Geonoma schottiana*. Neste ecótono existem diversos sítios arqueológicos, especialmente os sítios monticulares denominados cerritos (SCHMITZ et al. 2006).

Foram amostrados dois indivíduos para cada uma de 10 espécies pertencentes a 8 famílias da flora nativa – *Lithraea brasiliensis* March., *Schinus polygamus* (Cav.) Cabrera (Anacardiaceae), *Ilex dumosa* Reissek (Aquifoliaceae), *Ocotea pulchella* (Nees) Mez. (Lauraceae), *Myrcia palustris* (DC.) Kaus., *Myrrhinium atropurpureum* Schott (Myrtaceae), *Guapira opposita* Vell. (Nyctaginaceae), *Randia ferox* (Cham. & Schldtl.) DC. (Rubiaceae), *Casearia sylvestris* Sw. (Salicaceae) e *Chrysophyllum marginatum* (Hook. et Arn.) Radlk. (Sapotaceae). A seleção das espécies foi baseada na disponibilidade do lenho e de partes férteis para a identificação de cada espécimen, no quadro de coletas sistemáticas realizadas nas localidades acima (ÁVILA 2013).

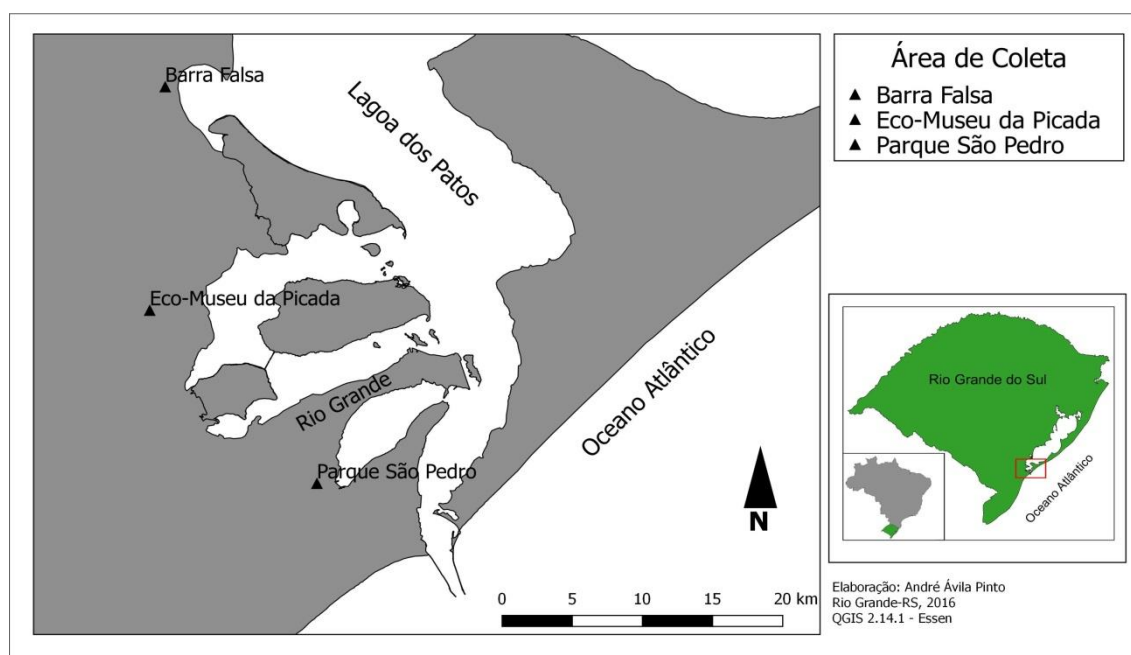


Figura 1: Localização das áreas de coleta de material botânico ao longo da margem Sudoeste da Lagoa dos Patos até próximo da sua desembocadura no Oceano. Neste ecótono existem diversos sítios arqueológicos, especialmente os sítios monticulares denominados cerritos.

Foram coletadas secções basais nos galhos laterais de cada planta, de acordo com o sugerido por Marchiori (1995), sempre procurando selecionar secções de galhos livres de nós ou bifurcações, onde a anatomia do lenho é alterada (SCHEEL-YBERT et al. 2006). As partes vegetativas foram herborizadas e as exsiccatas depositadas no Herbário da Universidade Federal do Rio Grande (HURG). As amostras de madeira foram seccionadas em duas a quatro partes de acordo com o tamanho dos galhos coletados. Apenas uma secção da amostra de cada indivíduo foi carbonizada e as demais secções não carbonizadas foram depositadas no Laboratório de Fanerógamas do Instituto de Ciências Biológicas da mesma instituição. Posteriormente, as partes seccionadas passaram por um estágio de secagem em temperatura ambiente, e outro em estufa de ventilação forçada com temperatura constante de 37 °C durante sete dias. Foram utilizados dois estágios de secagem para que a madeira secasse lentamente, minimizando rachaduras no lenho e na casca.

Para a carbonização foram preparadas secções de lenho de aproximadamente 15 cm de comprimento; não foi definido um diâmetro mínimo para a carbonização. O diâmetro de cada madeira coletada para a coleção de referência variou de acordo com o porte da planta. Sempre coletamos indivíduos que pudessem fornecer um cubo de, no mínimo, 1 cm de lado ou mais, certificando-nos de haver xilema secundário bem desenvolvido (o lenho propriamente). Antes e após a carbonização, foram realizadas medições de diâmetro, comprimento e peso em cada amostra, com o auxílio de um paquímetro e uma balança de precisão (Tabela 1 em anexo). A carbonização foi realizada em forno mufla com temperatura constante de 400 °C durante 40 minutos. Para isso, as amostras foram embaladas em três voltas de folhas de

alumínio; sobre a superfície da folha metálica foram feitas marcações com caneta esferográfica, caneta de tinta indelével e em baixo relevo com um lápis, visando assegurar que as amostras mantivessem sua identificação após a queima. Na superfície de cada madeira foi feita a marcação do número da amostra com lápis, pois a grafite resiste a altas temperaturas (Figura 2).

A descrição das amostras foi realizada utilizando-se um microscópio Zeiss de luz refletida com campo claro e campo escuro, através da quebra manual dos carvões nos três planos fundamentais da madeira (transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial) (Figura 2-C). As descrições da anatomia do carvão foram realizadas com base nos parâmetros recomendados pela Associação Internacional dos Anatomistas da Madeira (IAWA Committee 1989) e nos parâmetros do sistema de determinação Anthrakos (Scheel-Ybert 2012; Scheel-Ybert et al. 2014a). Os dados quantitativos foram obtidos através de lente ocular micrométrica. Micrografias foram obtidas utilizando-se o sistema de aquisição de imagens Zen com foco estendido.

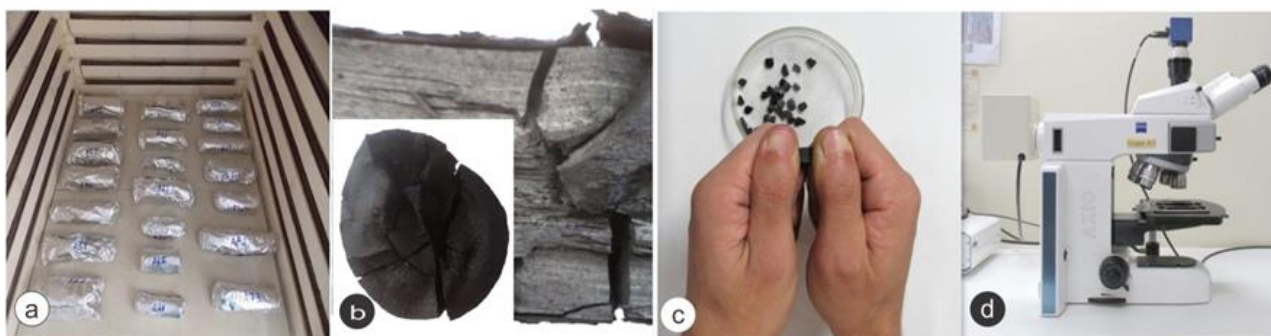


Figura 2: (a) Amostras de lenho embaladas em folha de alumínio com marcações em baixo relevo e caneta indelével, organizadas dentro do forno mufla para a carbonização; (b) aparência dos carvões obtidos após a queima com destaque para as rachaduras (foto maior, plano longitudinal; foto menor, plano transversal); (c) quebra manual dos carvões; (d) microscópio ótico de luz refletida com campo claro e campo escuro utilizado para as descrições.

RESULTADOS

A carbonização provocou uma perda de massa média de 65% (mínimo 63% em *O. pulchella*1 e *M. atropurpureum*1, máximo 69% em *S. polygamus*1) entre os espécimes estudados (Figura 3). O diâmetro retraiu em média 18% (mínimo 0% em *C. sylvestris*1, máximo 32% em *O. pulchella*1 e *C. marginatum*1). No sentido longitudinal, a retração média foi de 13% (mínimo 6% em *O. pulchella*2, máximo 24% em *M. palustris*1) (Figura 4). Macroscopicamente foram observadas grandes fendas radiais, transversais e oblíquas que se estendem ao longo do eixo longitudinal, às vezes quase dividindo a amostra em duas partes nesta orientação (Figura 2-B).

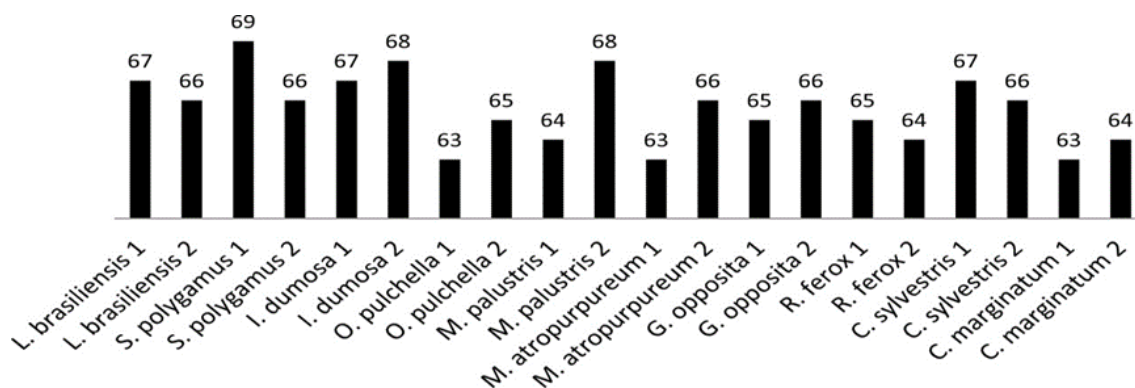


Figura 3: Dados de perda de massa (em porcentagem) para cada um dos dois indivíduos – 1 e 2 conforme ordem de aparecimento na tabela 1 – de cada espécie estudada após carbonização a 400 °C durante 40 minutos (média 65%).

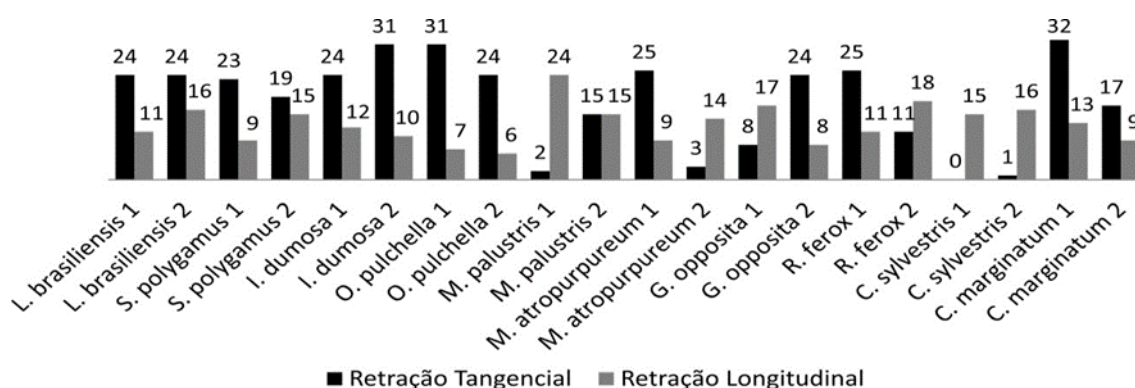


Figura 4: Dados (em porcentagem) de contração tangencial (média 18%) e contração longitudinal (média 13%) para cada um dos dois indivíduos – 1 e 2 conforme ordem de aparecimento na tabela 1 – de cada espécie estudada após carbonização a 400 °C durante 40 minutos.

As descrições da anatomia do lenho carbonizado das espécies estudadas são apresentadas a seguir. Uma síntese dos principais caracteres anatômicos de cada indivíduo é apresentada na Tabela 2 (em anexo).

Anacardiaceae

Lithraea brasiliensis Marchand (Figura 5)

Nome vulgar: aroeira braba, bugre, bugreiro, aroeira-brava, aroeira-bugre (Sobral et al. 2006; Backes e Irgang 2009).

Material examinado: BRASIL: RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Barra Falsa. C. Giongo, A. Ávila et al., 98 (20.XII.11); BRASIL: RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Barra Falsa. C. Giongo, A. Ávila et al., 102 (25.I.12).

Camadas de crescimento: limites distintos, definidos por fibras dos lenhos inicial e tardio bem diferenciadas, podendo apresentar faixas de vasos maiores e mais frequentes no início do crescimento (CG98). **Vasos:** difusos, dispersos, solitários (36,2%) e múltiplos de 2 (33,2%), 3 (20,2%), 4 (5,0%), 5 (2,7%), 6 (1,3%), 7 (0,4%), 8 (0,6%) e 9 (0,5%); diâmetro tangencial 58(40-80) µm, contorno circular a oval; 87(70-110) vasos/mm².

Tiloses frequentes. Placas perfuradas simples, oblíquas. Pontoações intervasculares alternas, não guarnecidas; diâmetro da abertura 3,2(2–4) μm . Pontoações raiovasculares maiores que as intervasculares, com bordas aparentemente simples, arredondadas. Espessamentos espiralados nos elementos de vaso mais estreitos, ao longo de todo o elemento de vaso. **Parênquima axial:** paratraqueal escasso, raro vasicêntrico. **Raios:** 2-3-seriados, raramente 1-seriado, constituídos por células procumbentes com 1 a 3 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas; 12(9-15) raios/mm. **Fibras:** septadas, com pontoações simples a levemente areoladas, parede celular muito fina. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** cristais prismáticos presentes nas fibras e em células de raio eretas e quadradas (CG98).

Schinus polygamus (Cav.) Cabrera (Figura 6)

Nome vulgar: aroeira-salsa, árvore de assobio, assobieira, molho, coquinho, mole (Reitz et al., 1988).

Material examinado: **BRASIL:** RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Eco Museu da Picada. C. Giongo, A. Ávila et al., 52 (28.VI.10), 90 (15. X. 11); **BRASIL:** RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Barra Falsa. C. Giongo, A. Ávila et al., 90 (15.X.11).

Camadas de crescimento: limites distintos, fracamente evidenciados por faixas de vasos mais frequentes no início do crescimento. **Vasos:** difusos, dispersos ou tendendo a um padrão diagonal/dendrítico, vasos múltiplos de 2 (16,4%), 3 (15,4%), 4 (15,0%), 5 (16,1%), 6 (9,8), 7 (7,0%), 8 (5,8%), 9 (3,9%) e 10 (1,7%) com raros solitários (7,4%); diâmetro tangencial 36,4(25–50) μm , contorno circular a oval; 266(187-356) vasos/ mm^2 . Tiloses frequentes. Placas perfuradas simples, oblíquas. Pontoações intervasculares alternas, não guarnecidas; diâmetro da abertura 3,2(2-4) μm . Pontoações raiovasculares maiores que as intervasculares, com bordas aparentemente simples, arredondadas. Espessamentos espiralados em todos os elementos de vaso, ao longo de todo o elemento de vaso. **Parênquima axial:** paratraqueal escasso. **Raios:** 2-3 seriados, constituídos por células procumbentes com 1 camada marginal de células eretas e/ou quadradas; 12(11-16) raios/mm. **Fibras:** septadas, com pontoações simples a levemente areoladas, parede celular muito fina. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores:** canais radiais deformando os raios, com 28(20-35) μm de largura e 64(40-80) μm de comprimento. **Inclusões minerais:** cristais prismáticos em células eretas e quadradas dos raios, podendo ocorrer mais de um cristal por célula.

Aquifoliaceae

Ilex dumosa Reissek (Figura 7)

Nome vulgar: cauninha, caúna-dos-capões, caúna, caá-uma, caá-xira, erva-piriquita (Reitz et al. 1988).

Material examinado: BRASIL: RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Eco Museu da Picada. C. Giongo, A. Ávila et al., 69 (6.XI.12); BRASIL: RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Eco Museu da Picada. C. Giongo, A. Ávila et al., 17 (8.XII.09).

Camadas de crescimento: limites distintos, definidos por fibras dos lenhos inicial e tardio bem diferenciadas.

Vasos: difusos, dispersos, solitários (40,2%) e múltiplos de 2 (28,8%), 3 (18,7%), 4 (8,2%), 5 (3,0%), 6 (0,5%), e 7 (0,6%); diâmetro tangencial 30,3(20-45) μm , contorno angular; 195(103-175) vasos/ mm^2 . Tiloses frequentes. Placas perfuradas escalariformes com 20 a 40 barras, oblíquas. Pontoações intervasculares opostas, não guarnecidas; diâmetro da abertura 3,0(2-5) μm ; diâmetro da câmara 4,4(3-6) μm . Pontoações raiovasculares similares às intervasculares em forma e tamanho. Espessamentos espiralados presentes em elementos de vaso, ao longo de todo o vaso, às vezes nas fibras. **Parênquima axial:** apotraqueal difuso e em agregados. **Raios:** de dois tamanhos distintos; raios 8-10-seriados constituídos por células procumbentes no centro com 4 a 6 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas e raios unisseriados constituídos apenas por células eretas e quadradas; 6(4-8) raios/ mm ; raios maiores da mesma largura ou maiores que os vasos. **Fibras:** não septadas, com pontoações simples a levemente areoladas, parede celular muito fina. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** cristais prismáticos em células procumbentes dos raios (CG17).

Lauraceae

Ocotea pulchella (Nees & Mart.) Mez (Figura 8)

Nome vulgar: canela-amarela, canela-guaicá, canela-pinho, guaicá, canela lageana, canela-do-brejo, canela-pimenta, caneleira (Reitz et al. 1988; Backes e Irgang 2009).

Material examinado: BRASIL: RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Eco museu da Picada. C. Giongo, A. Ávila et al., 74 (9.XII.10); BRASIL: RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Barra Falsa. C. Giongo, A. Ávila et al., 109 (20.III.10).

Camadas de crescimento: limites distintos, fracamente evidenciados por fibras dos lenhos inicial e tardio bem diferenciadas. **Vasos:** difusos, dispersos, solitários (60%) e múltiplos de 2 (31,5%), 3 (6,6%), 4 (1,2%) e 5 (0,5%); diâmetro tangencial 79,8(55-105) μm , contorno circular a oval; 36(26-44) vasos/ mm^2 . Tiloses frequentes. Placas perfuradas simples, oblíquas. Pontoações intervasculares alternas, não guarnecidas; diâmetro da abertura 2(1,5-3) μm . Pontoações raiovasculares maiores do que as intervasculares, com bordas aparentemente simples. **Parênquima axial:** paratraqueal escasso, pouco distinto. **Raios:** 2-3 seriados, raro 1-seriado em CG109, constituídos por células procumbentes com 1 camada marginal de células eretas e/ou quadradas; 10(6-13) raios/ mm . **Fibras:** septadas e não septadas presentes, pontoações simples a levemente

areoladas, parede celular muito fina. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores:** células oleíferas associadas aos raios. **Inclusões minerais:** ausentes.

Myrtaceae

Myrcia palustris DC. (Figura 9)

Nome vulgar: guamirim, cambuí (Backes e Irgang 2009).

Material examinado: **BRASIL:** RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Eco Museu da Picada. C. Giongo, A. Ávila et al., 31 (8.I.10); **BRASIL:** RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Barra Falsa. C. Giongo, A. Ávila et al., 118 (21.XI.12).

Camadas de crescimento: limites distintos, definidos por faixas de vasos maiores e mais frequentes no início do crescimento. **Vasos:** difusos, em padrão diagonal a radial, exclusivamente solitários (92,0%), com raros múltiplos de 2 (7,9%); diâmetro tangencial 58,8(45-70) μm , contorno circular a oval; 78(58-90) vasos/ mm^2 . Tiloses ausentes. Placas perfuradas simples, oblíquas. Pontoações vasculares alternas, guarnecidas; diâmetro da abertura 3,3(2-4) μm . Pontoações raiovasculares similares às vasculares em forma e tamanho. **Parênquima axial:** apotraqueal difuso e em agregados e paratraqueal escasso. **Raios:** 3-4-seriados, constituídos por células procumbentes com muitas camadas marginais de células eretas e/ou quadradas; segmentos multisseriados mais largos do que as extremidades unisseriadas; 9(6-11) raios/mm. **Fibras:** septadas, pontoações com aréolas distintas presentes nas paredes radial e tangencial, parede celular muito fina. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** cristais prismáticos no parênquima axial e em células eretas ou quadradas dos raios (CG118).

Myrrhinium atropurpureum Schott (Figura 10)

Nome vulgar: murtilho, carrapato, carrapatinho, pau-escuro, pau-ferro (Lorenzi 2008).

Material examinado: **BRASIL:** RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Barra Falsa. C. Giongo, A. Ávila et al., 85 (27.VIII.11); **BRASIL:** RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Eco Museu da Picada. C. Giongo, A. Ávila et al., 12 (21.IX.09).

Camadas de crescimento: limites distintos, definidos por fibras dos lenhos inicial e tardio bem diferenciadas e por faixas de vasos maiores e mais frequentes no início do crescimento. **Vasos:** difusos, dispersos, em padrão diagonal a radial, exclusivamente solitários; diâmetro tangencial 42,6(35-60) μm , contorno circular a oval; 74(53-89) vasos/ mm^2 . Tiloses raras. Placas perfuradas simples, transversais a levemente oblíquas. Pontoações vasculares alternas, guarnecidas, diâmetro da abertura 1,5(1-3) μm . Pontoações raiovasculares similares às vasculares em forma e tamanho. **Parênquima axial:** apotraqueal difuso e em agregados. **Raios:** 2-(3)-seriados, constituídos por células procumbentes no corpo com muitas camadas marginais de células

eretas e/ou quadradas; segmentos multisseriados mais largos que as extremidades unisseriadas; 9(7-13) raios/mm. **Fibras:** não septadas, com pontoações simples a levemente areoladas, parede celular muito fina. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** cristais prismáticos abundantes em células eretas ou quadradas dos raios.

Nyctaginaceae

Guapira opposita (Vell.) Reitz (Figura 11)

Nome vulgar: maria-mole, maria-faceira, joão-mole (Backes e Irgang 2009).

Material examinado: BRASIL: RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Eco Museu da Picada. C. Giongo, A. Ávila et al., 22 (8.XII.09); BRASIL: RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Barra Falsa. C. Giongo, A. Ávila et al., 91 (11.XI.11).

Camadas de crescimento: limites ausentes ou indistintos. **Vasos:** difusos, dispersos, solitários (27,4%) e múltiplos de 2 (27,3%), 3 (17,8%), 4 (14,2%), 5 (10,8%) e 7 (1,3%); diâmetro tangencial 50,6(40-65) μm , contorno circular a oval, às vezes angulares; 25(16-36) vasos/ mm^2 . Tiloses frequentes. Placas perfuradas simples, oblíquas. Pontoações intervasculares alternas, às vezes transicionais, não guarnecidas; diâmetro da abertura 2(2-2) μm , diâmetro da câmara 4,8(3,5-6) μm . Pontoações raiovasculares similares às intervasculares em forma e tamanho. **Parênquima axial:** paratraqueal escasso. **Raios:** 1-2-seriados, raro 3-seriados, constituídos por células procumbentes, eretas e quadradas misturadas; 5(4-6) raios/mm. **Fibras:** não septadas, com pontoações simples a levemente areoladas, parede celular muito fina. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** cristais prismáticos no floema (CG22). **Variantes cambiais:** floema incluso, difuso.

Rubiaceae

Randia ferox (Cham. & Schltdl.) DC. (Figura 12)

Nome vulgar: angélica, limoeiro, limoeiro-do-mato (Reitz et al. 1988).

Material examinado: BRASIL: RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Eco Museu da Picada. C. Giongo, A. Ávila et al., 16 (16.X.09); BRASIL: RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Eco Museu da Picada. C. Giongo, A. Ávila et al., 66 (6.XI.10).

Camadas de crescimento: limites ausentes ou indistintos. **Vasos:** difusos, dispersos, solitários (72,1%) e múltiplos de 2 (22,2%) e 3 (5,7%); diâmetro tangencial 35,6(25-45) μm , contorno angular; 99(70-112) vasos/ mm^2 . Tiloses frequentes. Placas perfuradas simples, oblíquas. Pontoações intervasculares alternas, guarnecidas; diâmetro da abertura 2,5(2-4) μm . Pontoações raiovasculares similares às intervasculares em forma e tamanho. **Parênquima axial:** ausente ou muito raro. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células

procumbentes e muitas camadas marginais de células eretas e quadradas; 8(6-10) raios/mm; presença de raios fusionados. **Fibras:** não septadas, pontoações com aréolas distintas, parede celular muito fina. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** ausentes.

Salicaceae

Casearia sylvestris Sw. (Figura 13)

Nome vulgar: chá-de-bugre, guaçatunga, erva-de-bugre, carvalinho, porangaba, varre-forro, cafezeiro-do-mato, erva-da-pontada (Reitz et al. 1988; Backes e Irgang 2009).

Material examinado: BRASIL: RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Eco Museu da Picada. C. Giongo, A. Ávila et al., 29 (18.XII.09); **BRASIL:** RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Barra Falsa. C. Giongo, A. Ávila et al., 88 (15.X.11).

Camadas de crescimento: limites distintos, definidos por faixas de vasos maiores e mais frequentes no início do crescimento. **Vasos:** difusos, dispersos, solitários (19,6%) e múltiplos de 2 (36,7%), 3 (19,5%), 4 (10,0%), 5 (7,1%), 6 (3,5%), 7 (1,1%) e 8 (0,8%); diâmetro tangencial 41,2(30-55) μm , contorno circular a oval; 146(126-194) vasos/ mm^2 . Tiloses raras. Placas perfuradas simples, oblíquas. Pontoações intervasculares alternas, não guarnecidas; diâmetro da abertura 1(1-1) μm , diâmetro da câmara 2,7(2-3) μm . Pontoações raiovasculares similares às intervasculares em forma e tamanho. **Parênquima axial:** ausente ou muito raro. **Raios:** 2-3-seriados, raro 4-seriados, constituídos por células procumbentes, eretas e quadradas misturadas; 9(7-10) raios/mm; raios fusionados frequentes. **Fibras:** não septadas, com pontoações simples a levemente areoladas, parede celular muito fina. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** cristais prismáticos nos raios, em células eretas ou quadradas.

Sapotaceae

Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk. (Figura 14)

Nome vulgar: aguái, aguái-vermelho, aranhão; batinga-branca, guatambu-de-leite, laranjeira-do-mato, laranjeira-brava (Reitz et al. 1988; Backes e Irgang 2009).

Material examinado: BRASIL: RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Eco Museu da Picada. C. Giongo, A. Ávila et al., 24 (8.XII.09); **BRASIL:** RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande, Barra Falsa. C. Giongo, A. Ávila et al., 93 (19.XI.11).

Camadas de crescimento: limites distintos, definidos por fibras dos lenhos inicial e tardio bem diferenciadas. **Vasos:** difusos, em padrão diagonal a radial, solitários (24,7%) e múltiplos de 2 (3,8%), 3 (21,7%), 4 (12,0%), 5 (3,3%), 6 (2,4%), 7 (2,8%) e 8 (0,7%); diâmetro tangencial 66,2(50-95) μm , contorno circular a oval; 50(19-100) vasos/ mm^2 . Tiloses raras. Placas perfuradas simples, oblíquas. Pontoações intervasculares alternas, não guarnecidas; diâmetro da abertura 2(2-2) μm , diâmetro da câmara 5(4-7) μm . Pontoações raiovasculares

maiores do que as intervasculares, com bordas aparentemente simples, arredondadas. **Parênquima axial:** em linhas e bandas estreitas de até 3 células. **Raios:** 2-seriados, constituídos por células procumbentes com mais de 10 camadas marginais de células eretas e quadradas misturadas; 11(9-16) raios/mm; raios fusionados com segmento multisseriado e unisseriado da mesma largura frequentes. **Fibras:** não septadas, com pontoações simples a levemente areoladas, parede celular muito fina. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** corpos silicosos abundantes, presentes em células de raio e de parênquima axial.

DISCUSSÃO

O processo de carbonização provoca mudanças que afetam distintamente alguns tecidos da madeira, podendo alterar ligeiramente medidas como o diâmetro tangencial e a frequência dos vasos, altura dos raios e o tamanho das pontoações (PRIOR E GASSON, 1993; GONÇALVES et al. 2012). Nas espécies estudadas, por exemplo, verificamos a uniformização das paredes celulares, o que tornou impossível obter a medida da câmara das pontoações na maioria dos indivíduos, exceto em *I. dumosa* (CG69), *G. opposita* (CG22), *C. marginatum* (CG24) e *C. sylvestris* (CG29 e CG88). Estas mudanças, porém, não alteram a estrutura do lenho, uma vez que são circunscritas ao nível celular.

A formação de fendas radiais e rachaduras transversais e longitudinais no lenho são comuns nas amostras. As rachaduras podem ocorrer ainda no processo de secagem da madeira, ou durante a carbonização, neste último caso, devido à liberação violenta de gases, podendo provocar também fendas radiais (PINTO e JUNIOR, 2010; THÉRY-PARISOT e HENRY, 2012). As fendas provocadas durante a carbonização estão mais relacionadas com a quantidade de água no lenho do que com a temperatura, porém, se a madeira estiver úmida, o aumento da temperatura de carbonização fará com que as fendas sejam mais frequentes (THÉRY-PARISOT e HENRY, 2012). Embora fendas e rachaduras de modo geral não prejudiquem a observação e descrição da anatomia, para obtenção de amostras nítidas para a coleção de referência, recomenda-se que o lenho esteja seco.

Nas amostras aqui analisadas a perda de massa foi bastante similar entre os espécimens, com uma perda média de 65% (63-69%). Esta perda está diretamente relacionada com a degradação térmica dos polímeros da madeira na medida em que a temperatura aumenta, sendo em geral de cerca de 70% em relação à massa original (FIGUEROA e MORAES, 2009). A contração do lenho foi maior no plano tangencial (18% [0-32%]) do que no longitudinal (12% [6-24%]). Esta diferença é explicada pelo processo de transformação da madeira em carvão, onde ocorre um achatamento das fibras e da parede dos vasos (MCGINNES et al, 1971; PRIOR e GASSON, 1993). Esta contração não ocorre em proporções iguais no lenho, sendo a tendência ocorrer maior contração no plano tangencial, paralelamente às fibras e aos vasos, e menor no plano longitudinal.

De maneira geral as características anatômicas dos espécimens estudados estão de acordo com as descrições para as famílias e gêneros já publicados (RECORD E HESS, 1943; METCALFE E CHALK, 1950; DÉTIENNE E JACQUET, 1983). Há acordo também com as descrições das espécies cuja anatomia do lenho foi previamente estudada: *Lithraea brasiliensis*, *Schinus polygamus*, *Ilex dumosa* (MARCHIORI et al. 2011), *Ocotea pulchella* (MARCHIORI et al. 2009; GUIMARÃES 2012), *Myrcia palustris* e *Myrrinium atropurpureum* (MARCHIORI et al. 2011), *Guapira opposita* (BARROS et al. 2001), *Randia ferox* (MARCHIORI et al. 2010), *Casearia sylvestris* (MARCHIORI et al. 2011) e *Chrysophyllum marginatum* (COSTA, 2006).

Em todas as espécies verificamos que o diâmetro dos vasos é menor no carvão se comparado com as descrições já existentes de madeiras não carbonizadas, sendo cerca de 9% menor em *L. brasiliensis*, *S. polygamus* e *I. dumosa*; 27% a 47% em *O. pulchella*; 5% em *M. palustris*; 17% em *M. atropurpureum*; 33% em *G. opposita*; 29% a 38% em *R. ferox*; 18% em *C. sylvestris* e 19% em *C. marginatum* (dados da anatomia do lenho de Marchiori et al. 2009, 2010, 2011 e Marchiori e Santos 2011). Da mesma forma, as pontoações intervasculares são frequentemente menores do que o descrito na literatura, nos casos em que foi possível medir a câmara das pontoações.

A frequência dos vasos obtida para o carvão foi sempre maior do que nas madeiras previamente descritas, sendo cerca de 10% a 30% mais frequentes em *L. brasiliensis*; 33% em *I. dumosa*; 67% em *O. pulchella*; 30% a 50% em *M. palustris*; 8% a 40% em *M. atropurpureum*; 45% a 60% em *G. opposita*; 40% em *R. ferox* e cerca de 70% em *C. marginatum*.

Em relação à frequência dos raios, por outro lado, observou-se forte variação. Em alguns casos a frequência dos raios no carvão foi semelhante ao previamente descrito para a madeira (e.g. *Schinus polygamus* – MARCHIORI et al. 2011); em alguns casos foi maior do que nas madeiras previamente descritas em até 25 % (*Lithraea brasiliensis*, *Ocotea pulchella* – MARCHIORI et al. 2011; GUIMARÃES, 2012); e em outros foi menor em até 125 % (*Myrcia palustris*, *Casearia sylvestris* – MARCHIORI E SANTOS, 2011; MARCHIORI et al. 2011).

Gonçalves (2010) e Gonçalves et al. (2012) analisando espécies do cerrado, verificaram a redução do diâmetro dos vasos em 70% do material analisado, o aumento da frequência dos vasos e o aumento da frequência dos raios na maioria dos indivíduos. Estas diferenças podem ser explicadas pela contração e perda de massa da madeira devidas à carbonização, no entanto, não se pode descartar o fato de que variações intraespecíficas e ecológicas também podem estar envolvidas.

CONCLUSÃO

Os resultados apresentados neste trabalho demonstraram que a anatomia do carvão permanece bastante preservada após carbonização, apesar de haver variações anisotrópicas. A estrutura anatômica da madeira se preserva bastante bem quando carbonizada a 400 °C, ocorrendo apenas algumas variações

morfométricas, além da fusão das duplas paredes celulares. Estas variações provocaram pequenas mudanças no diâmetro e frequência dos vasos e na frequência dos raios e no tamanho das pontoações. A realização de estudos comparativos das mesmas amostras de madeira e carvão é importante para verificar com mais precisão as variações morfométricas. No entanto, a ocorrência destas alterações não afeta a qualidade do carvão e não interfere na correta identificação dos taxa.

A descrição da anatomia do carvão das espécies apresentadas neste trabalho constitui o primeiro esforço para o desenvolvimento da Antracologia no Rio Grande do Sul. Embora a identificação de carvões arqueológicos possa ser realizada a partir de catálogos, lâminas de madeira, ou atlas de anatomia, a comparação de carvões arqueológicos com madeiras carbonizadas de uma coleção e com descrições de anatomia do lenho carbonizado torna a identificação mais segura e mais viável.

Esperamos com este trabalho tornar acessíveis as descrições da anatomia do carvão das espécies nativas aqui apresentadas, incentivar a realização de estudos da anatomia do carvão e a criação de novas coleções de referência, contribuindo para o avanço da Antracologia na região Sul. Não obstante o enfoque arqueobotânico e paleoecológico, esperamos com este trabalho contribuir também para o conhecimento taxonômico das espécies nativas, ainda pouco conhecidas no Brasil, assim como com a identificação de madeiras nativas sujeitas à exploração ilegal, tão importante para as Ciências Florestais.

Agradecimentos

Artigo elaborado a partir de uma monografia de graduação do curso de Bacharelado em Arqueologia da Universidade Federal do Rio Grande, sob a orientação das Profas. Claudia Giongo e Rita Scheel-Ybert. Pesquisa desenvolvida com Bolsa de Iniciação Científica do CNPq. Processo n°: 126109/2009-5. R. Scheel-Ybert é pesquisadora do CNPq. Os autores agradecem a dois revisores anônimos que muito contribuíram para a melhoria da qualidade deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, Alisson Rangel. *Anatomia comparada do lenho e do carvão aplicada na identificação de 75 espécies da floresta Amazônica, no estado do Pará, Brasil*. 249 p. (Dissertação de Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.
- ÁVILA, André. *Anatomia do Lenho Carbonizado de 10 Espécies Nativas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul como Subsídio a Pesquisas Arqueobotânicas e Paleoecológicas*. Monografia não publicada. Graduação em Arqueologia, Instituto de Ciências Humanas e da Informação, Universidade Federal do Rio Grande, Brasil, 130 p. 2013.
- BACHELET, Caroline.; SCHEEL-YBERT, Rita. Landscape and firewood selection in the Santa Elina rock shelter (Mato Grosso, Brazil) during the Holocene. *Quaternary International*, No prelo, 2016.
- BACKES, Paulo; IRGANG, Bruno Edgar. *Arvores do Sul: guia de identificação e interesse ecológico*. (2ª. Ed.), Porto Alegre: Paisagens do Sul, 2009.
- BARROS, Cláudia Franca; CALLADO, Cátia H.; MARCON, Micheline L.; COSTA, Cecília. G.; CUNHA, M. da.; LIMA, Helena R. P.; MARQUETTE, Osnir. *Madeiras da mata atlântica: anatomia do lenho de espécies ocorrentes nos remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro*. Vol. 2. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2001.
- BIANCHINI, Gina Faraco.; SCHEEL-YBERT, Rita. Plants in a funerary context at the Jabuticabeira-II shellmound (Santa Catarina, Brazil) – feasting or ritual offerings? In: *Wood and charcoal: evidence for human and natural history*. 1, Ed.Valencia, *Sagvntvm Extra*. p. 253-258, 2012.
- BUCHMANN, Francisco Sekiguchi de Carvalho.; CARON, Felipe.; LOPES, Renato Pereira.; UGRI, André.; LIMA, Leonardo Gonçalves de. Panorama Geológico da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. IN: *Quaternário do Rio Grande do Sul: integrando conhecimentos*. RIBEIRO, Ana Maria; BAUERMANN, Soraia Girardi; SCHERER, Carolina Saldanha (orgs.). Porto Alegre, Monografias da Sociedade Brasileira de Paleontologia. p. 35-56, 2009.
- COSTA, Adriana Donizetti Carvalho. *Anatomia da madeira em Sapotaceae*. (Tese de Doutorado), Universidade de São Paulo, Brasil. 95p. 2006.
- DÉTIENNE, Pierre.; JACQUET, Paulette. *Atlas d'identification des bois de l'amazonie et des régions voisines*. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-sur-Marne, 640p. 1983.
- FIGUEROA, Manuel Jesús Manriquez.; MORAES, Poliana Dias de. Comportamento da madeira a temperaturas elevadas. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 9, n. 4, p. 157-174. 2009.
- GIONGO, Cláudia. *Coleções de Referência e Estudos Florísticos Associados à Pesquisa Arqueológica na Planície Costeira do Extremo Sul do Brasil*. (Projeto de Pesquisa), Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande/RS. 8p. 2009.

- GONÇALVES, Thaís A. P. Contribuição ao conhecimento da anatomia da madeira das famílias: Anacardiaceae, Annonaceae, Aquifoliaceae, Apocynaceae e Araliaceae, através de amostras carbonizadas do lenho de espécies brasileiras. Monografia não publicada. Curso de Engenharia Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ. 116 p. 2006.
- GONÇALVES, Thaís A. P. Anatomia do lenho e do carvão de espécies arbóreas do cerrado no estado de São Paulo, Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) UNESP. Botucatu. 113 p. 2010.
- GONÇALVES, Thaís A. P.; MARCATI, Carmen Regina; SCHEEL-YBERT, Rita. The effect of carbonization on wood structure of *Dalbergia violacea*, *Stryphnodendron polyphyllum*, *Tapirira guianensis*, *Vochysia tucanorum*, and *Pouteria torta* from the Brazilian Cerrado. *IAWA Journal*, Vol. 33 (1), p. 73-90, 2012.
- GONÇALVES, Thaís A. P.; SCHEEL-YBERT, Rita. Charcoal anatomy of Brazilian species. I. Anacardiaceae. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* (Impresso), 2016.
- GUIMARÃES, Felipe Bernardino. Anatomia do lenho de árvores de espécies de canela, *Ocotea* Aubl. e *Nectandra* Rol. Ex. Rottb. (Lauraceae) ocorrentes no Estado de Santa Catarina. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. 114p. 2012.
- IAWA COMMITTEE. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. Wheeler, Elisabeth A.; Baas, Pieter.; Gasson, Peter E. (eds.). *IAWA Bulletin*, v.10, n.3, p.219-332, 1989.
- LORENZI, Harri. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. Vol. 1. (5ª ed.): Nova Odessa, Instituto Plantarum, São Paulo, 2008.
- MACHADO, Nilce Inês; ÁVILA, André; CHIVITZ, Cíntia da Cruz.; LASMAR, Guilherme Dias.; SILVA, Karina Costa Rego.; GIONGO, Cláudia. Arqueobotânica no Ecomuseu da Picada [Rio Grande (RS)]: iniciando a coleção de referência de frutos e sementes. IN: BARCELOS, Arthur Henrique Franco; PARELLADA, Cláudia Inês; CAMPOS, Juliano Bitencourt. *Arqueologia no Sul do Brasil*. Criciúma: UNESC, 2011, p. 245-263.
- MARCHIORI, José Newton Cardoso. *Elementos de dendrologia*. Santa Maria, UFSM, 163p., 1995.
- MARCHIORI, José Newton Cardoso; MUÑIZ, Graciela Inês Bolzon de; SANTOS, Sidinei Rodrigues dos. *Madeiras do Rio Grande do Sul: descrição microscópica de 33 espécies nativas*. Vol. 1, [S. n.], Santa Maria, 80p., 2009.
- MARCHIORI, José Newton Cardoso; MUÑIZ, Graciela Inês Bolzon de; SANTOS, Sidinei Rodrigues dos. *Madeiras do Rio Grande do Sul: descrição microscópica de 35 espécies nativas*. Vol. 2, Anatterra, Santa Maria, 80p., 2010.
- MARCHIORI, José Newton Cardoso; MUÑIZ, Graciela Inês Bolzon de; SANTOS, Sidinei Rodrigues dos. *Madeiras do Rio Grande do Sul: descrição microscópica de 34 espécies nativas*. Vol. 3, Anatterra, Santa Maria, 80p., 2011.
- MARCHIORI, José Newton Cardoso; & SANTOS, Sidinei Rodrigues dos. *Madeiras do Rio Grande do Sul: descrição microscópica de 34 Mirtáceas nativas*. Vol. 4, Anatterra, Santa Maria, 80p., 2011.

- MCGINNES, Edgar Allen Jr., KANDEEL, ElSayed Aziz Ezzat., SZOPA, Paul S. Some structural changes observed in the transformation of wood into charcoal. *Wood and Fiber*, 3 (2), p. 77-83, 1971.
- METCALFE, Charles Russell; CHALK, Laurence. *Anatomy of the dicotyledons: Leaves stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses*. Vol. I. Clarendon Press, Oxford. 1500 p., 1950.
- PINTO, Edna Moura; JUNIOR, Carlito Calil. O comportamento da madeira exposta ao fogo. *Anais do XII Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira (EBRAMEM)*, Lavras, MG: Revista da Madeira (REMADE). 9 p., 2010.
- PIQUÉ I HUERTA, Raquel. Los carbones y las maderas de contextos arqueológicos y el paleoambiente. In: *Ecosistemas* 15 (1), p. 31-38, 2006.
- PRIOR, Juliet. & GASSON, Peter. Anatomical changes on charring six African hardwoods. *IAWA Journal*, v. 14 (1): 77-86, 1993.
- RECORD, Samuel James; HESS Robert William. *Timbers of the New World*. Yale: Univ. Press, N. Haven. 1943.
- REITZ, Raulino; KLEIN, Roberto M.; REIS, Ademir. *Projeto Madeira do Rio Grande do Sul*. SUDESUL-HBR. Porto Alegre: CORAG, 1988.
- RUAS, Marie-Pierre; BOUBY, Laurence. Carbonisation, conservation et déformation des restes carpologiques. IN: *Taphonomie des résidus organiques brûlés et des structures de combustion en milieu archeologique (actes de la table ronde, 27-29 mai 2008, CEPAM)*. *P@leoetnologie/ 2010.2, Revue bilingue de Pré-histoire*, 2010.
- SCHEEL, Rita; GASPAR, Maria Dulce; YBERT, Jean-Pierre. A anatomia dos carvões pré-históricos. *Arqueologia encontra respostas em restos de fogueiras e incêndios florestais*. *Revista Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, 21 (122), p. 66-69, 1996.
- SCHEEL-YBERT, Rita. *Stabilité de l'écosystème sur le littoral sud-est du Brésil à l'Holocène supérieur (5500 – 1400 ans BP) – les pêcheurs-cueilleurs-chasseurs et le milieu végétal: apports de l'anthracologie*. (Tese de Doutorado em Biologia e Ecologia de Populações) Université de Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, França. Vol. I. 257 p., 1998.
- SCHEEL-YBERT, Rita. Vegetation stability in the southeastern Brazilian coastal area from 5500-1400 14C yr BP deduced from charcoal analysis. *Review of Paleobotany and Palynology*, v. 110, p. 111-138, 2000.
- SCHEEL-YBERT, Rita. Vegetation stability in the Brazilian littoral during the Late Holocene: anthracological evidence. *Revista Pesquisas em Geociências*, v. 28, n. 2, p. 315-323, 2001.
- SCHEEL-YBERT, Rita; CARVALHO, Marcelo A.; MOURA, Regiane Priscila Oliveira; GONÇALVES, Thaís A. P.; SCHEEL, Mario; YBERT, Jean-Pierre. Coleções de referência e banco de dados de estruturas vegetais: Subsídios para estudos paleoecológicos e paleoetnobotânicos. *Arquivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, v. 64, n. 3. p. 255-266, 2006.
- SCHEEL-YBERT, Rita; BIANCHINI, Gina Franco; De BLASIS, Paulo. Registro de mangue em um sambaqui de pequeno porte do litoral sul de Santa Catarina, Brasil, a cerca de 4900 anos cal BP, e considerações

- sobre o processo de ocupação do sítio Encantada-III. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, São Paulo, V. 19. p. 103-118, 2009a.
- SCHEEL-YBERT, Rita; EGGERS, Sabine; WESOLOWSKI, Veronica; PETRONILHO, Cecília C; BOYADJIAN, Célia H. C.; GASPAR, Maria Dulce; TENÓRIO, Maria Cristina; DEBLASIS, Paulo. Subsistence and lifeway of coastal Brazilian moundbuilders. *Treballs D'Arqueologia*. v.7, p. 37-53, 2009b.
- SCHEEL-YBERT, Rita. Anthrakos: an internet-accessible computer-aided key for charcoal identification. *Anais do Encontro Pan-Americano do IAWA*, Recife, 2012.
- SCHEEL-YBERT, Rita. Preliminary data on nonwood plant remains at sambaquis from the Southern and Southeastern Brazilian coast: Considerations on diet, ritual, and site particularities. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano – Series Especiales*. Nº1 (1). ISSN 2362-1958, Buenos Aires, 2013.
- SCHEEL-YBERT, Rita. Landscape and Use of Plants by Southern and Southeastern Brazilian Shell Mound Builders IN: *The Cultural Dynamics of Shell-matrix sites*. 1 ed. Albuquerque: University of New Mexico Press. p. 289-300, 2014.
- SCHEEL-YBERT, Rita.; BOYADJIAN, Célia H. C.; MATEUS, Jorge; PARANAGUÁ, Yann. Los sistemas Anthrakos y Phytos: Propuesta de creación de bancos de datos en línea. IN: *Taller Micro paleoetnobotánica: Relevancia de una red interdisciplinaria de investigaciones en fitolitos y almidones*. La Paloma, Uruguay, 2014a.
- SCHEEL-YBERT, Rita; BEAUCLAIR, Mariana; BUARQUE, Angela. The Forest People: Landscape and firewood use in the Araruama region (Southeastern Brazil) during the late Holocene. *Vegetation History and Archaeobotany*., v.23, p. 97 - 111, 2014b.
- SCHEEL-YBERT, Rita Charcoal Collections of the World. *IAWA Journal*. No prelo, 2016.
- SCHMITZ, Pedro Ignácio; NAUE, Guilherme; BECKER, Itala Irene Basile. Os aterros dos campos do Sul: a Tradição Vieira. IN: *Pré-história do Rio Grande do Sul* (Documento 5). Instituto Anchieta de Pesquisas, São Leopoldo, RS, Brasil, 2006.
- SOBRAL, Marcos; JARENKOW, João André; BRACK, Paulo; IRGANG, Bruno; LAROCCHA, João; RODRIGUES, Rodrigo S. *Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil*. São Carlos: RiMA/Novo Ambiente, 2006.
- THÉRY-PARISOT, Isabelle; HENRY, Auréade. Seasoned or green? Radial cracks analysis as a method for identifying the use of green wood as fuel in archaeological charcoal. *Journal of Archaeological Science*, V, 39, p. 381-388, 2012.
- VIEIRA, Eurípides Falcão; RANGEL, Susana Regina Salum. *Rio Grande do Sul: geografia física e vegetação*. Porto Alegre, Editora Sagra, 184p, 1984.
- WAECHTER, Jorge Luiz. *Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil*. Comun. Mus. Ci. PUCRS, sér. Bot., 33, p. 49-68, 1985.

WAECHTER, Jorge Luiz. Comunidades vegetais das restingas do Rio Grande do Sul. IN: *Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira* (S. Watanabe, coord.), Águas de Lindóia, v. 3, p. 228-248, 1990.

ANEXOS

Tabela 1: Diâmetro, comprimento e massa de cada amostra antes e após a carbonização em 400 °C durante 40 min, seguidas da respectiva variação em porcentagem.

Espécie	N° de Coletor	Diâmetro (cm)			Comprimento (cm)			Massa (g)		
		Antes da queima	Após a queima	Variação (%)	Antes da queima	Após a queima	Variação (%)	Antes da queima	Após a queima	Variação (%)
<i>Lithraea brasiliensis</i>	CG98	4,03	3,08	24	9,00	8,00	11	75,43	24,79	67
	CG102	4,04	3,08	24	12,00	10,06	16	102,58	34,92	66
<i>Schinus polygamus</i>	CG52	4,01	3,08	23	11,01	10,06	9	115,19	36,06	69
	CG90	5,05	4,08	19	13,03	11,08	15	166,89	57,50	66
<i>Ilex dumosa</i>	CG69	4,04	3,08	24	10,00	8,80	12	82,20	27,37	67
	CG17	3,02	2,08	31	10,07	9,04	10	52,64	16,88	68
<i>Ocotea pulchella</i>	CG74	3,03	2,07	32	14,01	13,02	7	66,51	24,44	63
	CG109	4,01	3,06	24	17,05	16,00	6	160,43	55,62	65
<i>Myrcia palustris</i>	CG31	3,09	3,04	2	12,00	9,07	24	104,20	37,27	64
	CG118	4,02	3,40	15	13,03	11,08	15	103,42	33,21	68
<i>Myrrhinium atropurpureum</i>	CG85	4,03	3,02	25	14,03	12,80	9	158,30	58,27	63
	CG12	3,08	3,00	3	11,00	9,50	14	76,93	26,10	66
<i>Guapira opposita</i>	CG22	3,04	2,80	8	12,03	10,02	17	38,86	13,45	65
	CG91	4,02	3,06	24	13,03	12,03	8	77,53	26,14	66
<i>Randia ferox</i>	CG16	4,05	3,03	25	9,00	8,02	11	98,69	34,47	65
	CG66	2,80	2,50	11	11,03	9,06	18	57,40	20,90	64
<i>Casearia sylvestris</i>	CG29	4,03	4,03	0	13,03	11,08	15	129,61	42,74	67
	CG88	3,09	3,05	1	12,03	10,09	16	81,17	27,21	66
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	CG24	3,04	2,08	32	15,00	13,05	13	82,15	29,87	63
	CG93	6,00	5,00	17	14,00	12,80	9	177,64	63,17	64

Tabela 2: Características anatômicas do carvão de cada indivíduo analisado, por espécie estudada.

Espécie	Nº de Coletor	Diâmetro tangencial dos vasos (µm)	Frequência dos vasos (mm ²)	Tiloses	Diâmetro tangencial da abertura das pontoações (µm)	Diâmetro tangencial da câmara das pontoações (µm)	Elementos secretores	Diâmetro dos canais radiais (µm)	Largura dos raios (nº de células)	Frequência dos raios (mm)	Inclusões minerais	Espessamentos espiralados	Pontoações intervasculares	Pontoações raiovasculares	Parênquima axial
<i>Lithraea brasiliensis</i>	CG98	50(30-70)	100(83-137)	+	3,2(2-4)	0	-	-	2-3	12(10-14)	+	+	N	1	2(3)
	CG102	70(50-90)	80(57-82)	+	3,2(2-4)	0	-	-	2-3	12(8-15)	+	+			
<i>Schinus polygamus</i>	CG52	30(20-40)	276(202-323)	+	3,2(2-4)	0	+	28(20-35)	2-3	14(12-16)	+	+	N	1	2
	CG90	40(30-60)	257(171-388)	+	3,2(2-4)	0	+	57(30-80)	2-3	13(10-15)	+	+			
<i>Ilex dumosa</i>	CG69	35(20-50)	198(73-136)	+	2,2(2-4)	4,4(3-6)	-	-	8-10	6(4-8)	+	+	N	2	4
	CG17	30(20-40)	190(133-213)	+	3,8(2-6)	0	-	-	8-10	6(4-7)	+	+			
<i>Ocotea pulchella</i>	CG74	85(60-110)	37(24-43)	+	1,6(1-2)	0	+	-	2-3(1)	9(4-13)	-	-	N	1	2/*
	CG109	70(50-100)	35(27-45)	+	2,4(2-4)	0	+	-	2-3(1)	10(8-12)	-	-			
<i>Myrcia palustris</i>	CG31	55(40-70)	90(64-105)	-	3,4(2-4)	0	-	-	3-4	8(6-9)	+	-	S	2	2/4
	CG118	60(50-70)	65(51-75)	-	3,2(2-4)	0	-	-	3-4	9(6-12)	+	-			
<i>Myrrhinium atropurpureum</i>	CG85	35(30-60)	92(62-99)	(+)	1,6(1-2)	0	-	-	2(3)	9(6-12)	+	-	S	2	4
	CG12	45(40-60)	60(44-78)	(+)	1,4(1-2)	0	-	-	2(3)	10(7-13)	+	-			
<i>Guapira opposita</i>	CG22	50(40-70)	30(20-37)	+	2(2-2)	4,7(2-6)	-	-	1-2(3)	5(4-6)	+	-	N	2	2
	CG91	50(40-60)	20(12-34)	+	4,8(4-6)	0	-	-	1-2(3)	4(3-5)	+	-			
<i>Randia ferox</i>	CG16	30(20-40)	134(93-154)	+	2,8(2-4)	0	-	-	2-3	8(6-10)	-	-	S	2	1
	CG66	40(30-50)	64(48-69)	+	2,2(2-4)	0	-	-	2-3	8(6-9)	-	-			
<i>Casearia sylvestris</i>	CG29	35(30-50)	140(120-189)	(+)	1(1-1)	2,7(2-3)	-	-	2-3(4)	9(7-11)	+	-	N	2	1
	CG88	45(30-60)	153(132-198)	(+)	1,7(1-2)	2,7(2-3)	-	-	2-3(4)	9(7-10)	+	-			
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	CG24	65(50-90)	58(14-132)	(+)	2(2-2)	5,2(4-6)	-	-	2	11(7-15)	+	-	N	1	5/6
	CG93	65(50-100)	42(24-65)	(+)	4,8(4-6)	0	-	-	2	13(9-16)	+	-			

+: presente; (+): raro; -: ausente; 0: câmara indistinta; S: guarnecidas; N: não guarnecidas;

Parênquima axial: 1: ausente ou muito raro; 2: paratraqueal escasso; 3: vasicêntrico; 4: difuso e em agregados; 5: linhas unicelulares; 6: bandas estreitas de até 3 células; *: pouco distinto.

Pontoações raiovasculares: 1: similares às intervasculares em forma e tamanho; 2: maiores que as intervasculares, com bordas aparentemente simples, arredondadas.

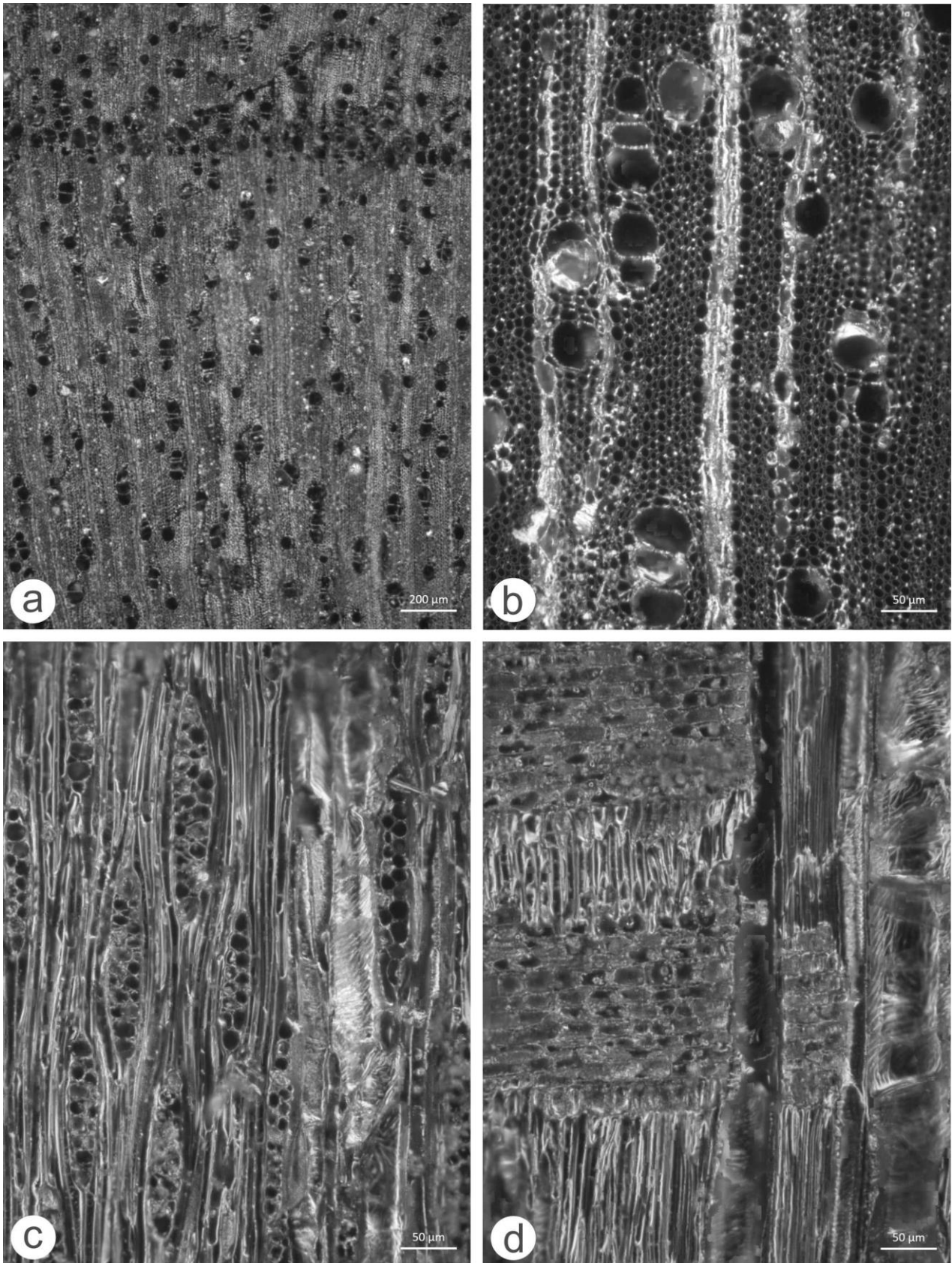


Figura 5: Micrografias de *Lithraea brasiliensis*, **(a)** anel de crescimento distinto por faixas de vasos maiores e mais frequentes no início do crescimento constituindo anel semi-poroso; **(b)** vasos solitários e múltiplos de até 9, mais frequentemente 2 e 3; **(c)** raios 2-3-seriados, raramente 1-seriado; **(d)** raios constituídos por células procumbentes com 1 a 3 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas.

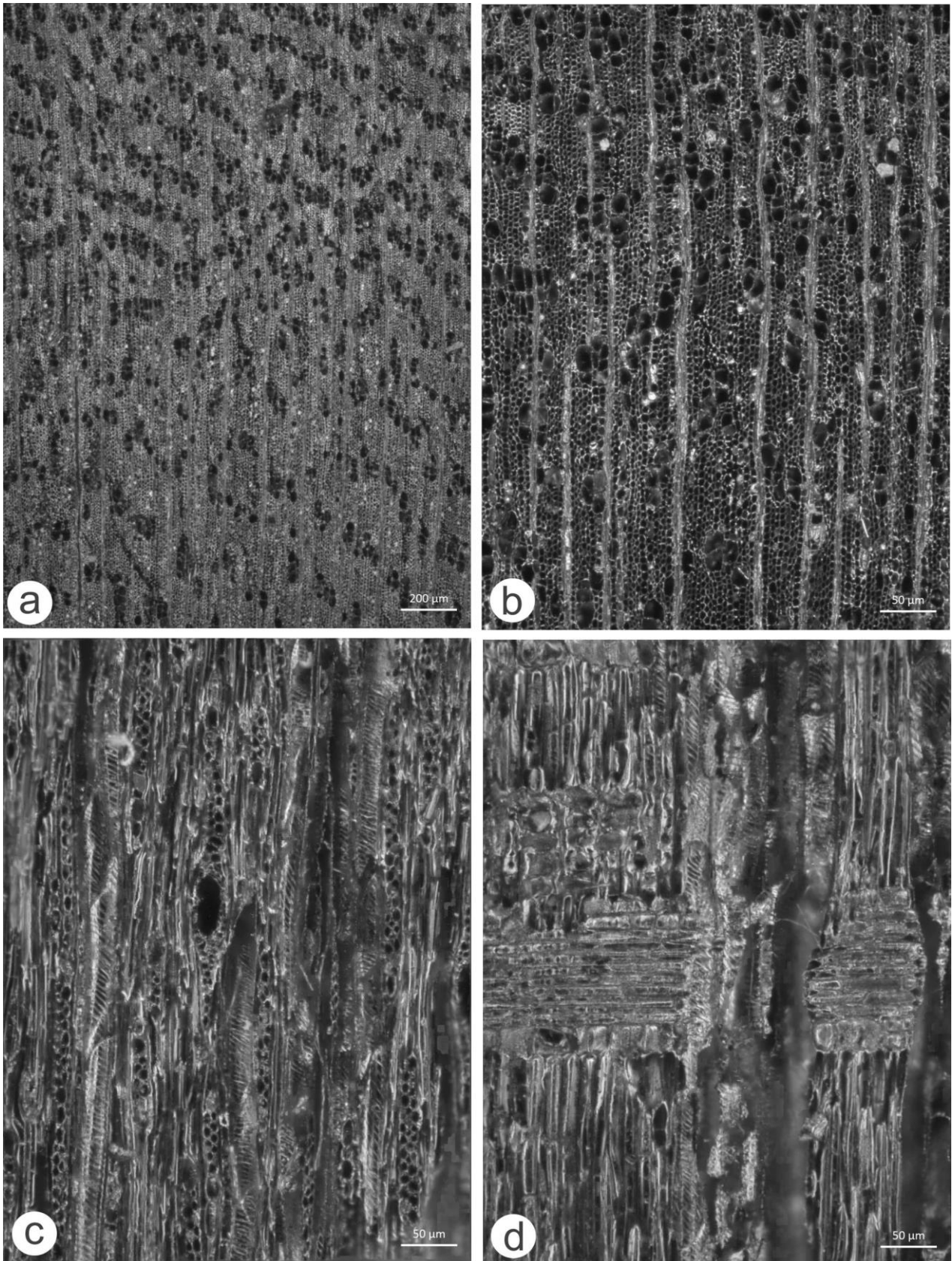


Figura 6: Micrografias de *Schinus polygamus*, (a) anel de crescimento pouco distinto, evidenciado por faixas de vasos mais frequentes no início do crescimento; (a-b) vasos difusos, dispersos ou tendendo a um padrão diagonal/dendrítico; (c) raios 2-3-seriados com canais radiais; (d) raios sub-homogêneos constituídos por células procumbentes com 1 camada marginal de células eretas e/ou quadradas.

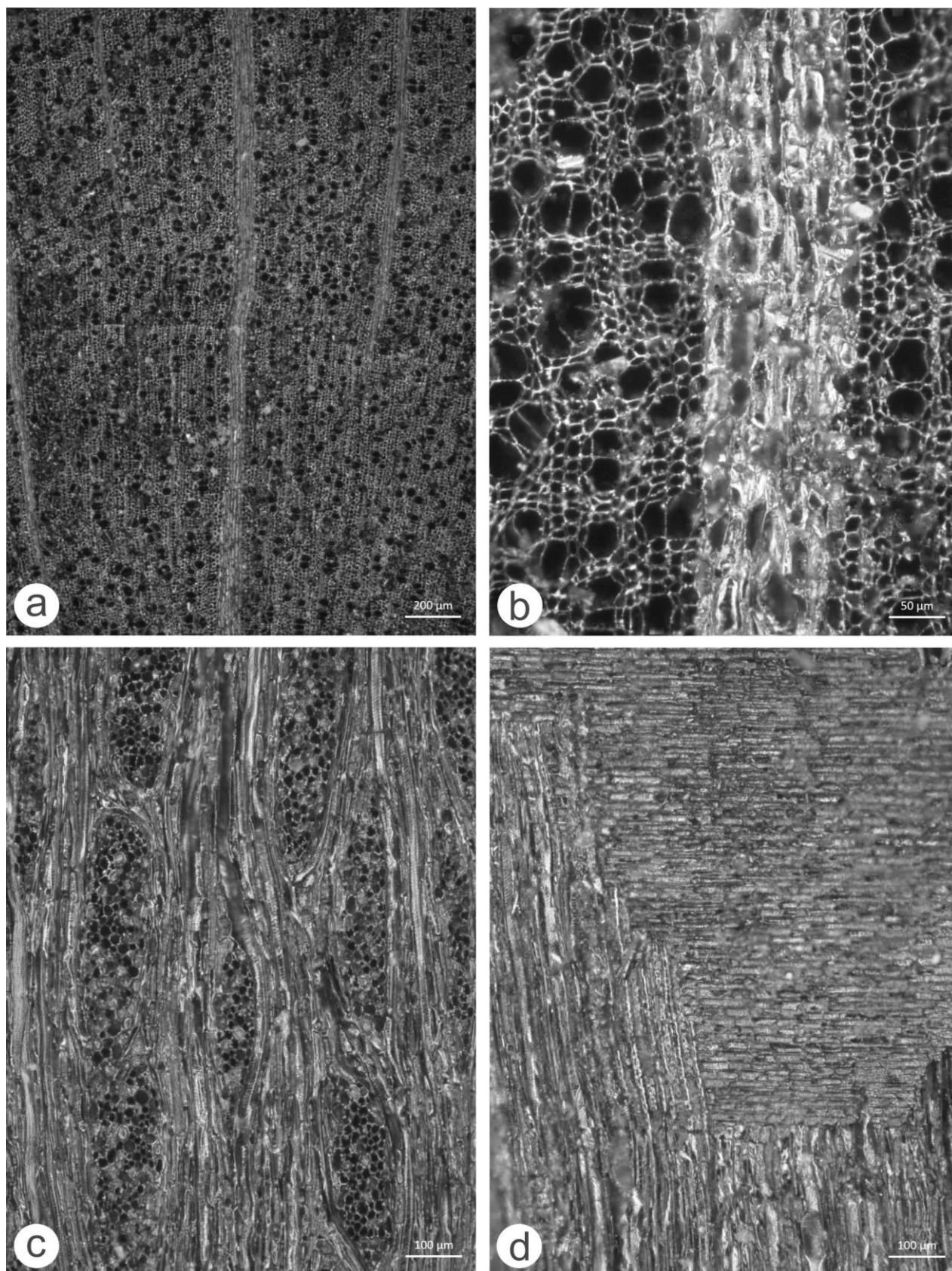


Figura 7: Micrografias de *Ilex dumosa*, **(a)** anel de crescimento com limites definidos por fibras dos lenhos inicial e tardio bem diferenciadas; **(b)** vasos difusos, dispersos, solitários e múltiplos de até 7, contorno angular, raios mais largos do que o diâmetro dos vasos; **(c)** raios de dois tamanhos distintos, 8-10-seriados e unisseriados; **(d)** raios constituídos por células procumbentes no centro com 4 a 6 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas.

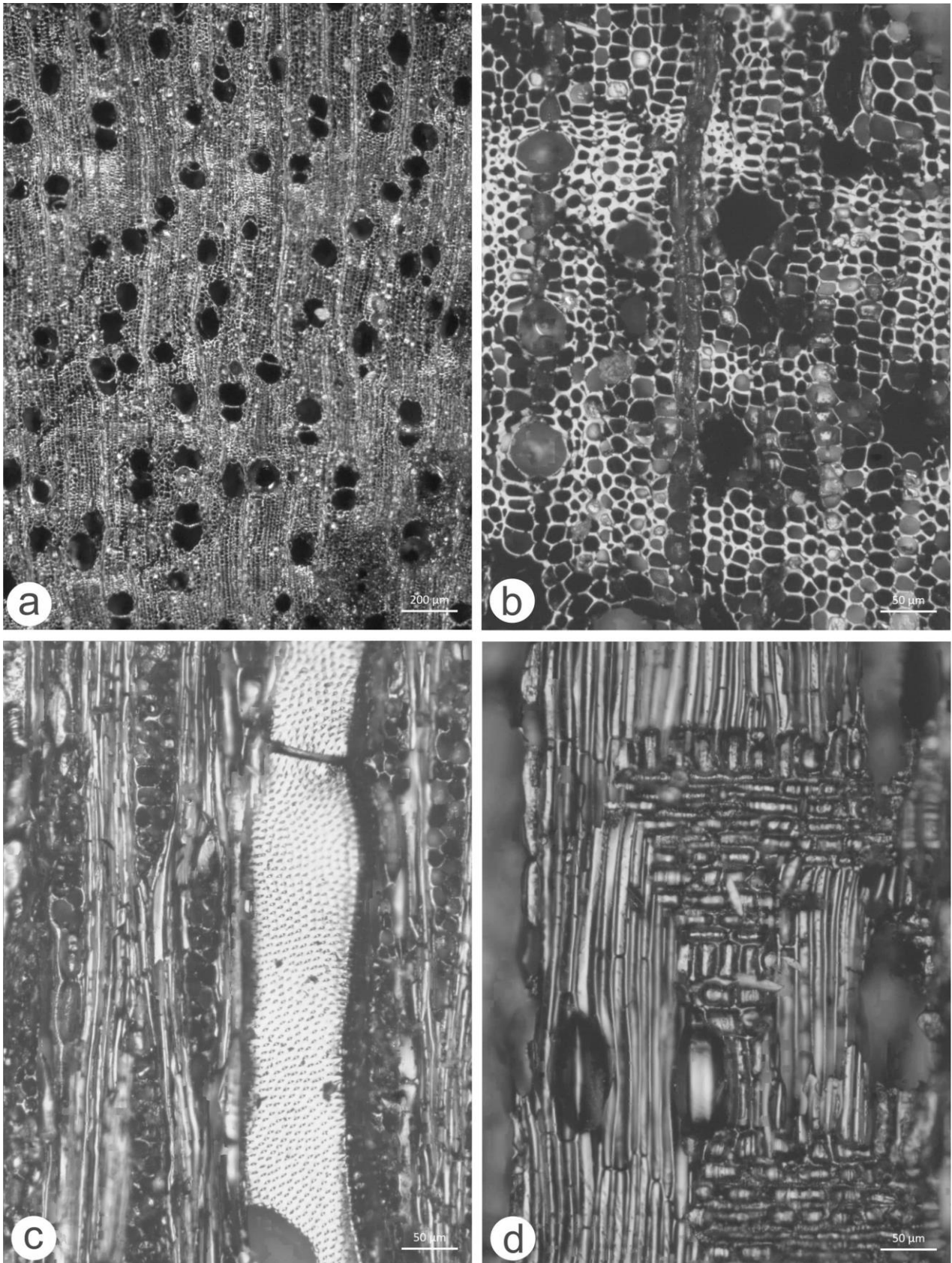


Figura 8: Micrografias de *Ocotea pulchella*, **(a)** anel de crescimento com limites pouco distintos por fibras dos lenhos inicial e tardio diferenciadas; **(b)** vasos difusos, dispersos, solitários e múltiplos de 2 até 5, contorno circular a oval; **(c)** raios 2-3 seriados, raro 1-seriado; **(d)** raios sub-homôgneos, constituídos por células procumbentes com 1 camada marginal de células eretas e/ou quadradas, células oleíferas associadas aos raios.

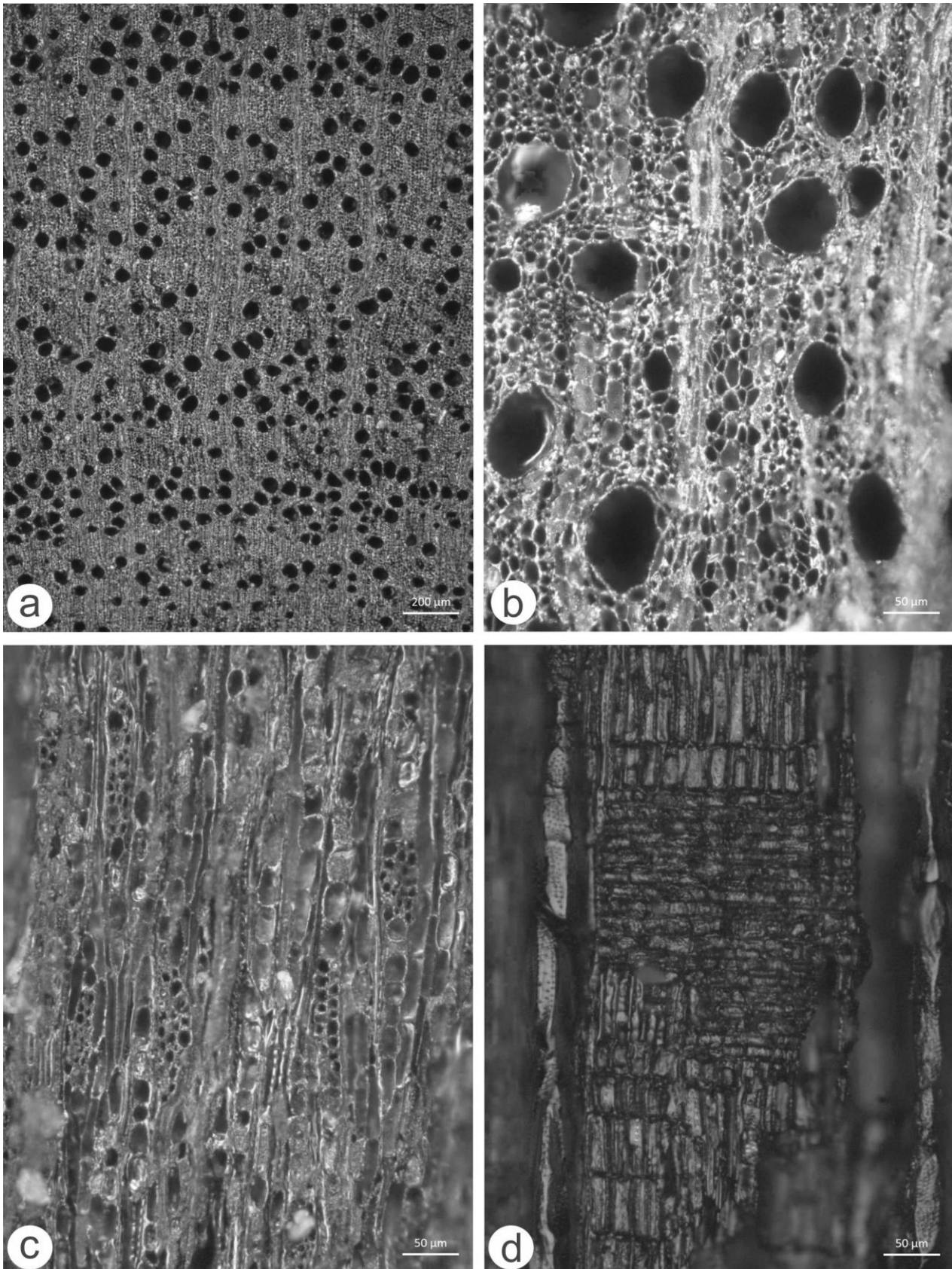


Figura 9: Micrografias de *Myrcia palustris*, **(a)** anel de crescimento com limites distintos por faixas de vasos maiores e mais frequentes no início do crescimento; **(b)** vasos difusos, em padrão diagonal a radial, exclusivamente solitários com raros múltiplos de 2, contorno circular a oval; **(c)** raios 3-4-seriados com segmentos multisseriados mais longos do que as extremidades unisseriadas; **(d)** raios constituídos por células procumbentes com muitas camadas marginais de células eretas e/ou quadradas.

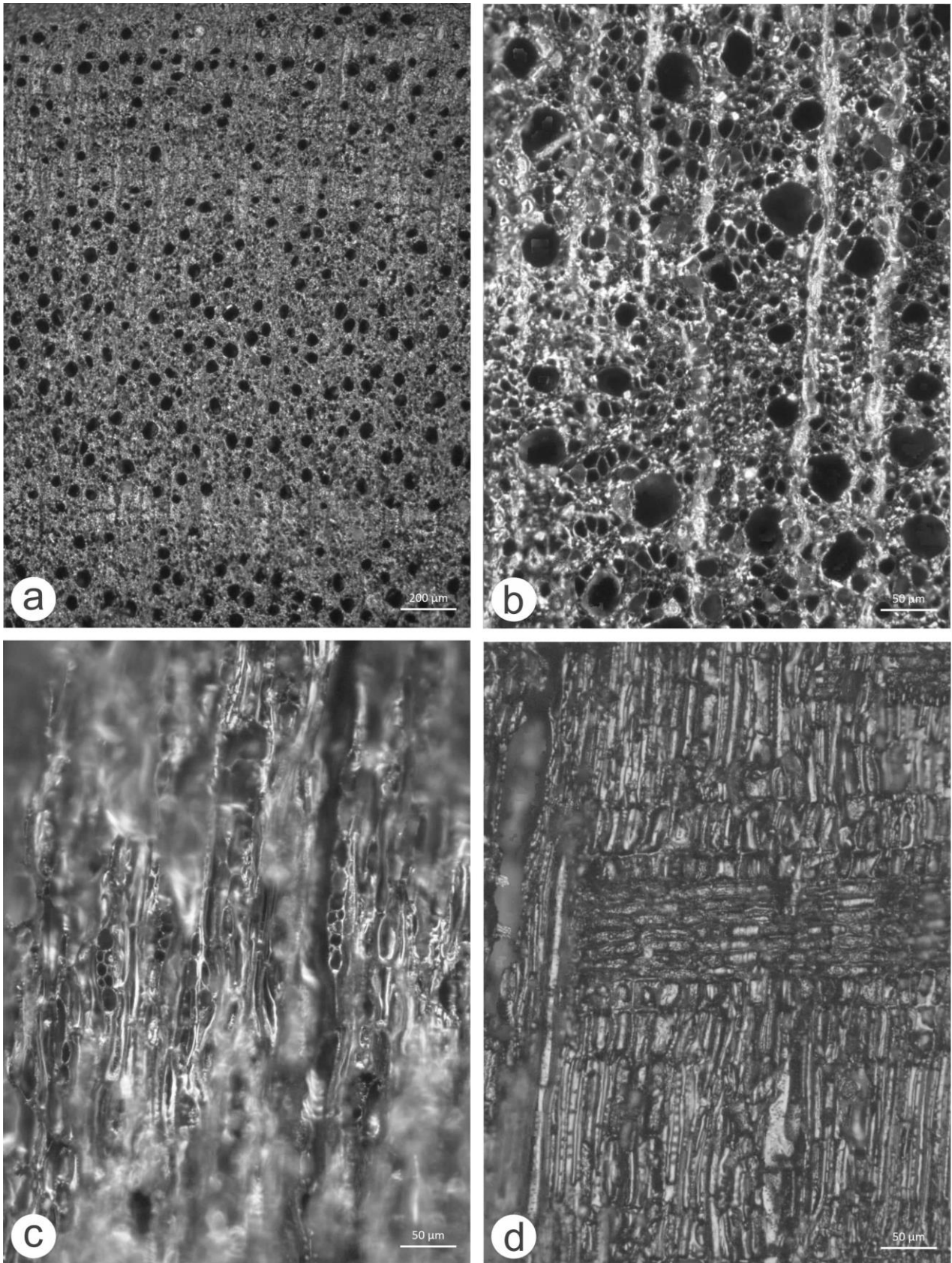


Figura 10: Micrografias de *Myrrhinium atropurpureum*, **(a)** anel de crescimento com limites distintos por fibras dos lenhos inicial e tardio bem diferenciadas e por faixas de vasos maiores e mais frequentes no início do crescimento; **(b)** vasos difusos, dispersos, em padrão diagonal a radial, exclusivamente solitários, contorno circular a oval; **(c)** raios 2-(3)-seriados com segmentos multisseriados mais longos que as extremidades unisseriadas; **(d)** raios constituídos por células procumbentes no corpo com muitas camadas marginais de células eretas e/ou quadradas.

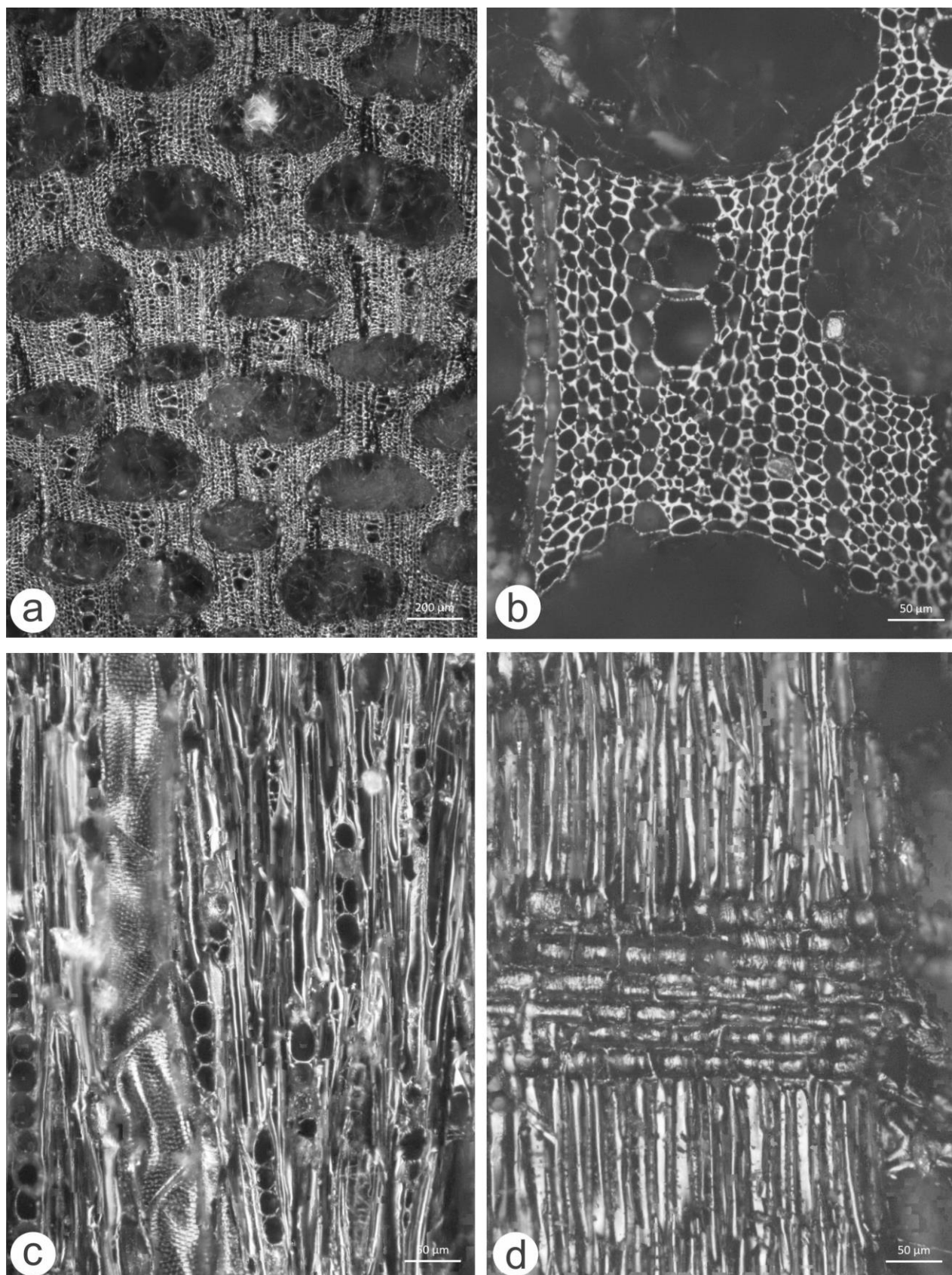


Figura 11: Micrografias de *Guapira opposita*, **(a)** anel de crescimento com limites ausentes ou indistintos, floema incluso difuso; **(b)** vasos difusos, dispersos, solitários e múltiplos de 2 até 7, contorno circular a oval, às vezes angulares; **(c)** raios 1 e 2-seriados, raro 3-seriados; **(d)** raios constituídos por células procumbentes, eretas e quadradas misturadas.

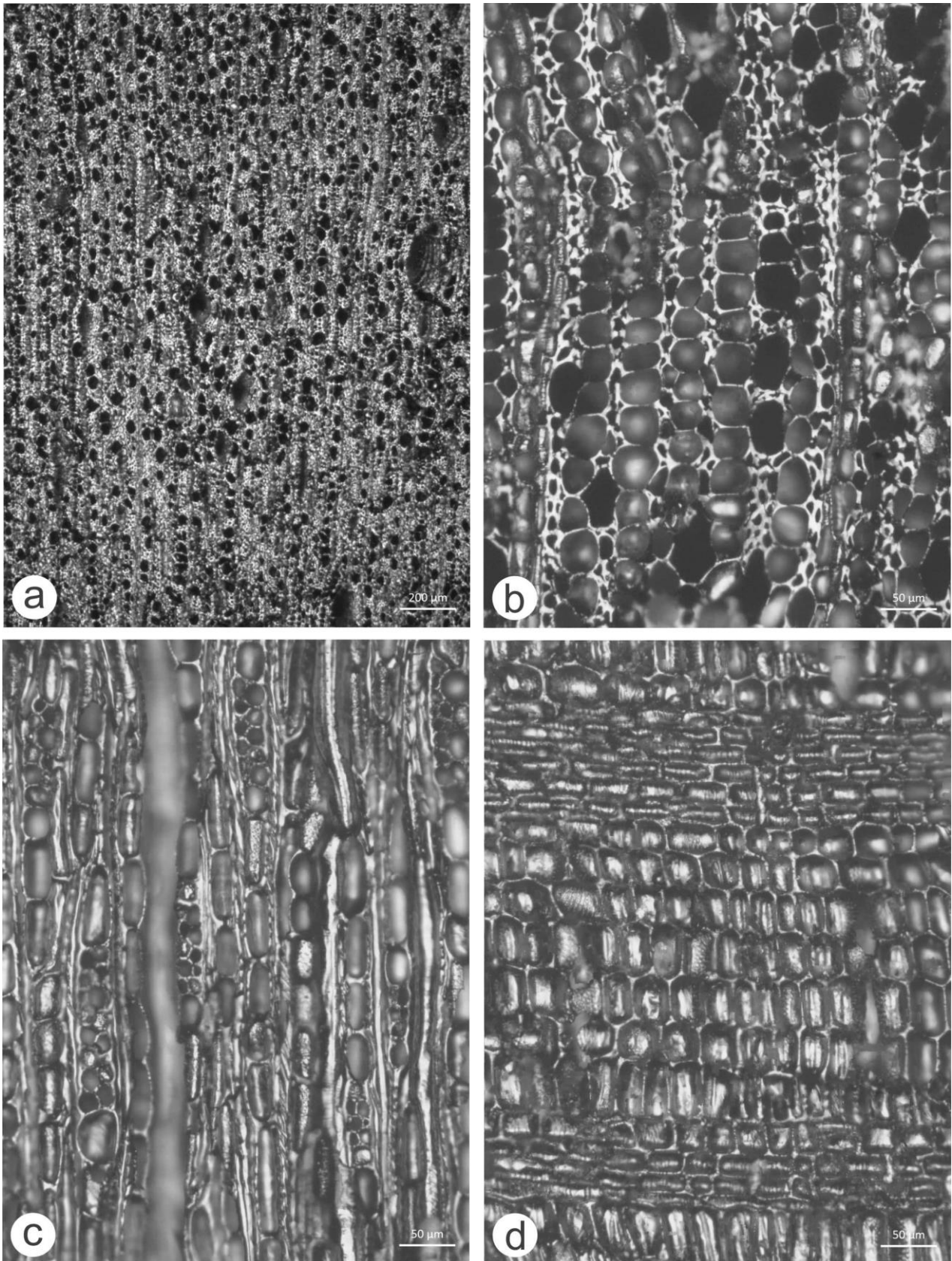


Figura 12: Micrografias de *Randia ferox*, (a) anel de crescimento com limites ausentes ou indistintos; (b) vasos difusos, dispersos, solitários e múltiplos de 2 e 3, contorno angular; (c) raios 2-3-seriados; (d) raios constituídos por células procumbentes, e muitas camadas marginais de células eretas e quadradas misturadas, presença de raios axialmente fusionados.

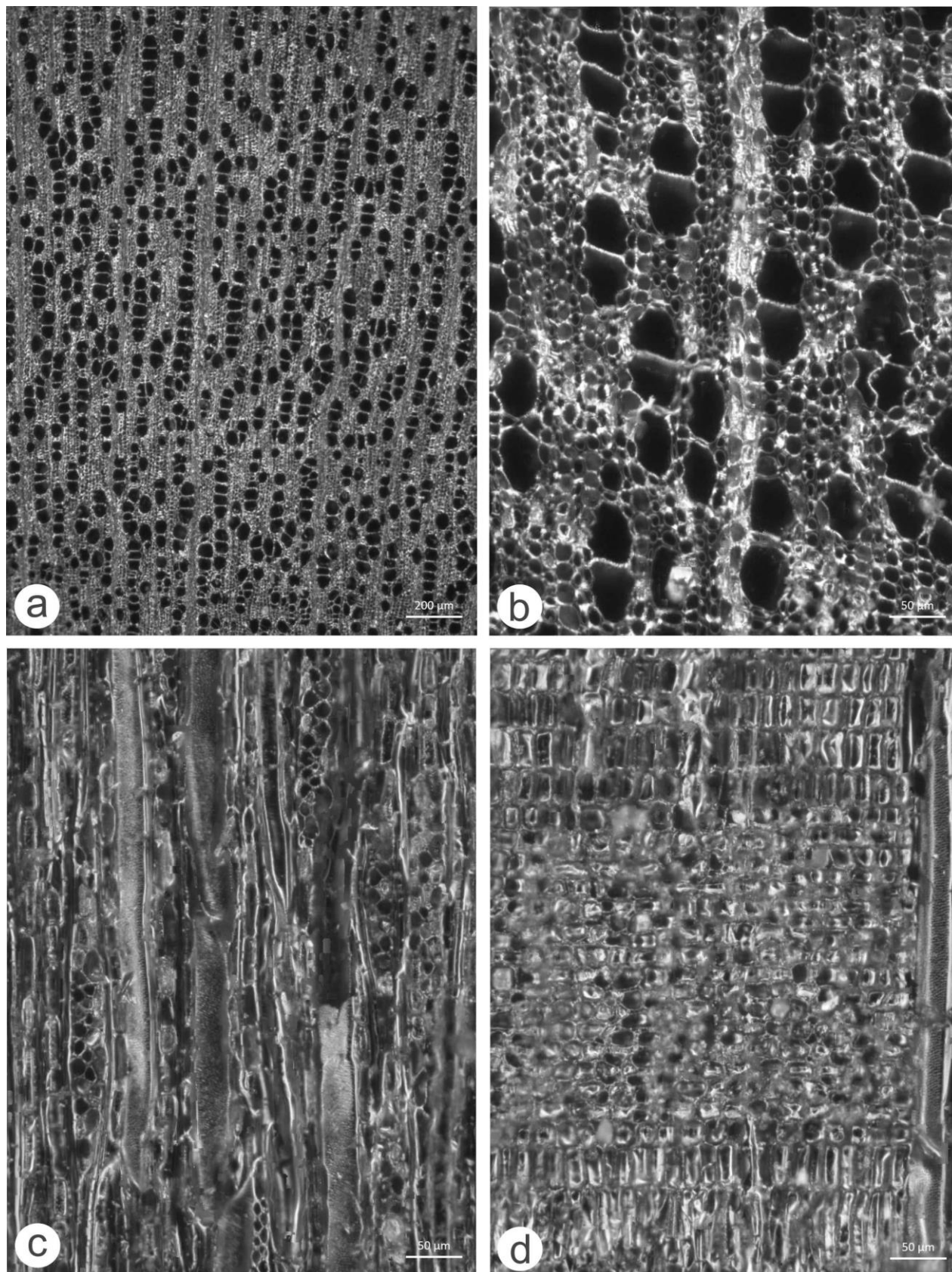


Figura 13: Micrografias de *Casearia sylvestris*, (a) anel de crescimento com limites definidos por faixas de vasos maiores e mais frequentes no início do crescimento.; (b) vasos difusos, dispersos, solitários e múltiplos de até 8, múltiplos de 2 e 3 mais frequentes; (c) raios 2-3-seriados; (d) raios constituídos por células procumbentes, eretas e quadradas misturadas.

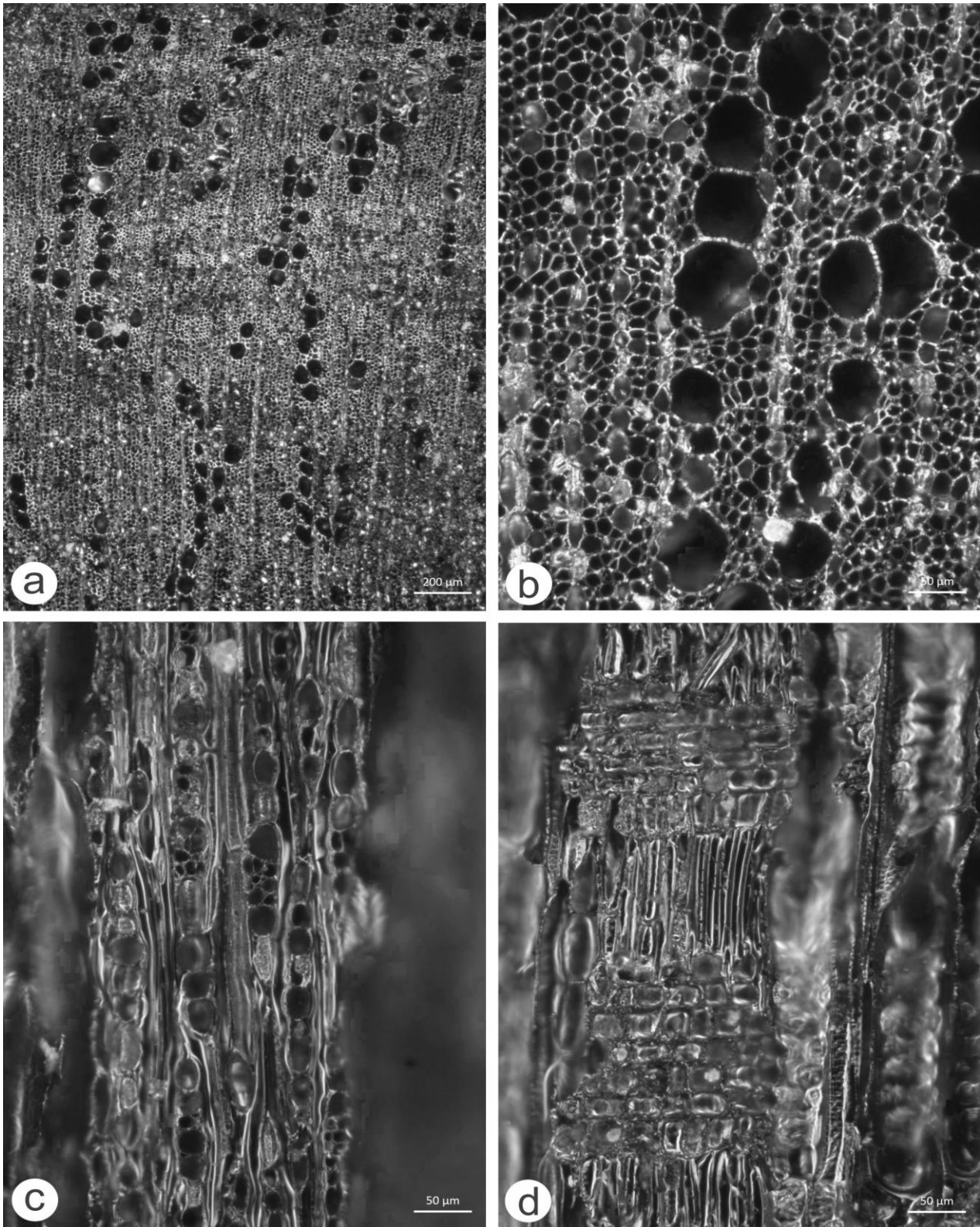


Figura 14: Micrografias de *Chrysophyllum marginatum*, **(a)** anel de crescimento com limites definidos por fibras dos lenhos inicial e tardio bem diferenciadas, vasos difusos, em padrão diagonal a radial; **(b)** vasos solitários e múltiplos de até 8, múltiplos de 3 mais frequentes; **(c)** raios bisseriados, às vezes fusionados com segmento multisseriado e unisseriado da mesma largura; **(d)** raios constituídos por células procumbentes com mais de 10 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas.