

É pau, é pedra

Plantas petrificadas revelam como era há quase 300 milhões de anos a paisagem onde agora ficam Tocantins e São Paulo

Maria Guimarães

Samambaias de 15 metros de altura ao longo dos rios e coníferas nas áreas mais secas. Em menor quantidade, plantas aparentadas às atuais cavalinhas (que se parecem com canudos verticais não mais longos do que 1,5 metro) nos dois ambientes. Era essa a vegetação de uma área próxima ao município de Filadélfia, no Tocantins, no início do Permiano, há quase 300 milhões de anos. Nesse período, os blocos que formam a América do Sul eram agrupados de modo bem diferente e estavam mais ao sul no planeta – a região onde está São Paulo, por exemplo, era coberta por geleiras. À medida que esses blocos migraram para regiões mais quentes da Terra, a flora pôde migrar. Mais próximo ao fim do Permiano, cerca de 270 milhões de anos atrás, já havia vegetação onde agora é o interior paulista.

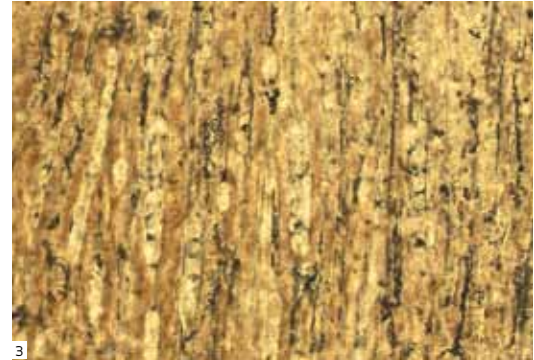
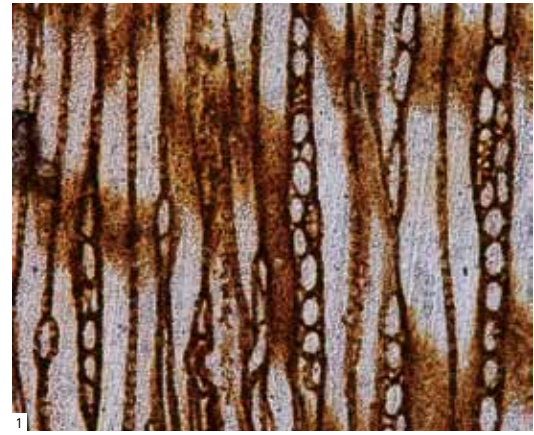
“Eu apostava que encontraria mais semelhanças entre os fósseis desse período encontrados na bacia do Parnaíba, no Nordeste, e os achados na bacia do Paraná, no Sudeste”, diz a paleobotânica Rosemarie Rohn Davies, da Universidade

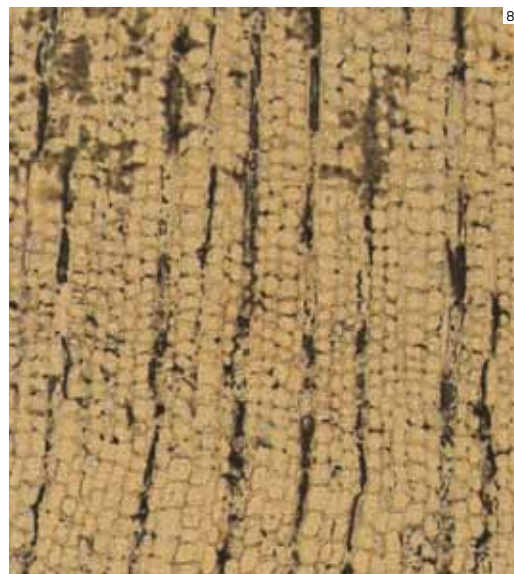
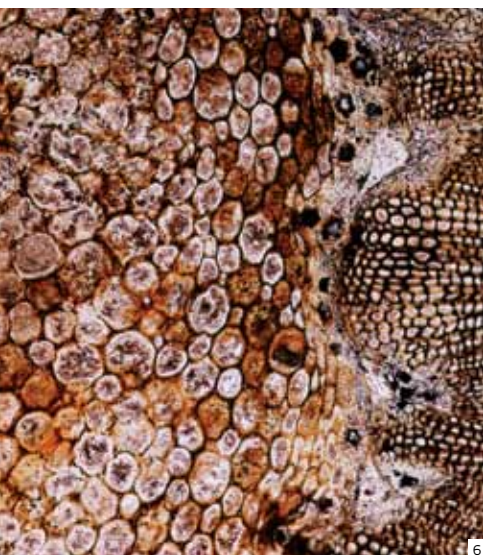
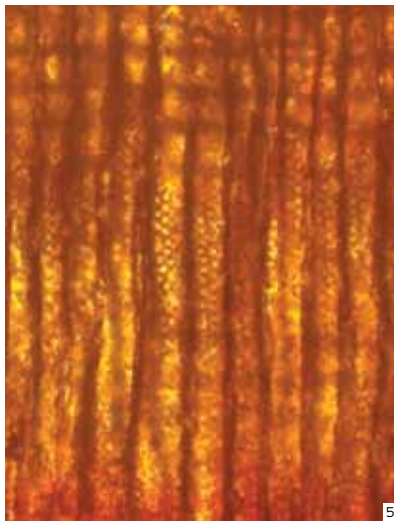
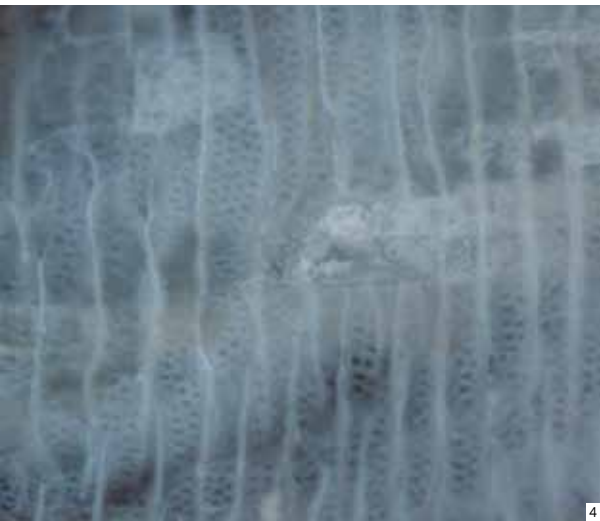
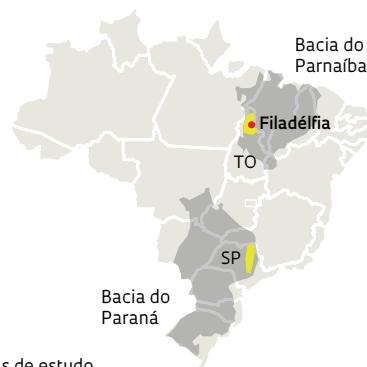
Estadual Paulista (Unesp) de Rio Claro. “Mas só as samambaias são parecidas.” Esse retrato de um passado distante é resultado do testemunho de troncos e folhas petrificadas, estudados pela equipe de Rosemarie e por pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), com financiamento da FAPESP, e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

A análise dos caules dessas samambaias gigantes, que ainda jazem quase inteiros no Monumento Natural das Árvores Petrificadas do Tocantins, e também de folhas que parecem rendas de pedra, foi tema do doutorado concluído em 2011 pela bióloga Tatiane Marinho Vieira Tavares, agora professora temporária na Universidade Federal do Tocantins, em Araguaína. Ela descreveu a anatomia e a morfologia desse material, que pertencia aos gêneros *Psaronius* e *Tietea* – este último também encontrado na bacia do Paraná, tema do mestrado da pesquisadora. Aparentemente, as samambaias conseguiram avançar do norte para o sul ao longo dos milhões de anos, à medida que o Gondwana, o supercontinente que

abrigava boa parte dos continentes hoje no hemisfério Sul, se deslocava para o norte e se tornava mais quente.

As folhas foram descritas como pertencentes a uma nova espécie por serem diferentes do que já se tinha visto, mas é impossível determinar com qual dos caules elas formavam uma planta viva. É que o conceito paleontológico de espécie é bem distinto daquele empregado na biologia, um foco de discussões infinitas entre especialistas. Como os paleontólogos em geral não têm como reunir as diferentes partes dos fósseis vegetais – raiz, caule, folhas etc. – no quebra-cabeça de uma mesma planta, é aceito que cada parte seja descrita como uma espécie diferente. No caso das samambaias fósseis do Tocantins, as folhas eram muito mais espessas do que as atuais, conforme mostra artigo em fase de publicação na *Review of Palaeobotany and Palynology*. “Essa característica tem tudo a ver com as condições ambientais”, explica a bióloga, que foi orientada por Rosemarie. “A lâmina foliar espessa protege as estruturas reprodutivas e evita a perda excessiva de água num ambiente





Os cortes para anatomia de fósseis de madeira são os mesmos usados no estudo de plantas atuais: um transversal (2, 6, 7, 8) e dois longitudinais, radial em direção à medula (4, 5) e paralelo à casca (1,3)

árido ou semiárido.” É surpreendente porque samambaias dependem de água pelo menos em algumas fases reprodutivas, e por isso são normalmente associadas a ambientes úmidos, mas o que permitia a subsistência dessas grandes árvores eram os cursos de água à margem dos quais elas cresciam.

Em meio às samambaias, mas não só, cresciam esfenófitas, hoje representadas apenas pelas cavalinhas e estudadas pelo ecólogo Rodrigo Neregato, que recentemente concluiu o doutorado com Rosemarie. Ele descreveu cinco espécies novas de *Arthropitys* e encontrou dois tipos distintos: um com uma medula bem grande, que sugere um habitat próximo à água, e outro com um caule mais suculento, que devia conferir às plantas uma estrutura mecânica adequada para a vida em solo firme, um pouco mais afastado dos rios.

NOVIDADE ANTIGA

As análises revelaram plantas bastante diferentes do que dizem os livros, a começar pela capacidade inesperada de viver em solo seco. Elas também parecem maiores do que se acredita. “Temos exemplares de 3 metros que não compreendem a planta completa”, explica Neregato. Mas o que ele antecipa causar mais surpresa são as raízes verticais, em vez do rizoma horizontal postulado para esse grupo de plantas. “Temos um exemplar com raiz conectada ao tronco, o único até agora conhecido”, comemora. Ele acredita que o padrão vale para as outras esfenófitas da época, melhorando a absorção de água e a fixação no solo instável. “Era um peso bastante grande, uma estrutura em T invertido não seria capaz de sustentá-lo.”

Longe dos rios a paisagem era dominada por gimnospermas, semelhantes aos

pinheiros atuais. Por causa dessa especialização ecológica, os fósseis petrificados dessas plantas são bem menos abundantes do que os de samambaias. A sílica dissolvida na água é a responsável por preservar as estruturas anatômicas em três dimensões. Quando a planta cai começa a se decompor, seus tecidos liberam gás carbônico que acidifica a água alcalina, precipitando a sílica que penetrou nas células vegetais. Mais longe dos rios, as coníferas tendiam a se decompor mais rapidamente e os fósseis são mais raros. Era por isso um grupo menos estudado, até que Rosemarie sugeriu à bióloga Francine Kurzawe, à época doutoranda no grupo de Roberto Iannuzzi na UFRGS, investigá-lo. “Na maior parte das vezes temos acesso apenas a fragmentos pequenos já muito rolados, com as camadas mais externas desgastadas”, conta Francine, atualmente pós-doutoranda na Universidade de Londres.

Em dois artigos publicados este mês na *Review of Palaeobotany and Palynology*, ela descreve uma série de novas espécies de coníferas, além de estruturas inusitadas. “A medula das gimnospermas fossilizadas tem canais que representam adaptação a um clima seco”, conta, corroborando as condições climáticas denunciadas pelas folhas das samambaias. Segundo ela, hoje esses canais só existem

A disposição dos fósseis vegetais permite reconstruir as características dos rios no Permiano

nas plantas jovens, que perdem a medula à medida que crescem. Os pinheiros adultos, com o tronco oco onde já houve medula, não têm esses canais especializados no armazenamento de água.

A flora estudada por Francine indica semelhanças entre a de Gondwana e a da Euramérica, atualmente a parte norte do planeta. “A região onde hoje fica o Tocantins estava no limite entre as duas regiões”, explica a bióloga. As gimnospermas dali parecem ter permanecido em latitudes caracterizadas por temperaturas mais amenas, sem migrarem ao sul. É o que indicam os fósseis, todos diferentes daqueles do Tocantins, encontrados em sete municípios no interior paulista

e estudados pelo paleobotânico Rafael Faria durante o doutorado na Unicamp, orientado por Fresia Ricardi-Branco.

Faria, agora professor na Pontifícia Universidade Católica de Campinas, estudou madeira petrificada – ou permineralizada, como preferem os especialistas – de plantas que viveram há cerca de 270 milhões de anos tanto ao microscópio tradicional como ao microscópio eletrônico de varredura, que lhe permitiu enxergar melhor as estruturas celulares. Ele defendeu o doutorado em abril, e a parte que descreve os fósseis mais bem preservados está em processo de publicação na *Review of Palaeobotany and Palynology*.

Uma surpresa foi identificar hifas de fungos em amostras que à primeira vista pareciam sujas. “É o primeiro registro de fungo fossilizado em madeira dessa época no Gondwana”, conta o pesquisador, que interpreta o achado como um indício de colapso do ecossistema. “É como se houvesse muita matéria orgânica para ser degradada, propiciando a proliferação dos fungos.”

ECOLOGIA FÓSSIL

O pesquisador de Campinas também descreveu um pouco da ecologia dessas plantas, a partir do estudo dos anéis de crescimento. Nas regiões temperadas as coníferas em geral produzem madeira com propriedades distintas conforme a estação: na primavera e no verão propicia o transporte de água para a copa (e portanto o crescimento), e no outono é mais centrada em sustentação. Ao comparar os anéis de crescimento dos fósseis aos das

Caules petrificados de conífera (esq.) e de samambaia: estrutura tridimensional é preciosa para paleobotânicos



Fileiras paralelas de fragmentos de caules fossilizados, no Tocantins, indicam o traçado dos rios do Permiano



espécies atuais, é possível inferir se as coníferas do Permiano perdiam ou não as folhas no inverno. As análises indicaram uma comunidade com predomínio de árvores perenes, que não se desfolhavam, sobretudo na Formação Teresina, cujos fósseis afloram em Angatuba, Conchas e Laras. A outra formação estudada por ele, Irati (em Piracicaba, Saltinho, Rio Claro e Santa Rosa de Viterbo), está em camadas um pouco mais profundas – mais antigas – e abrigava uma proporção maior de árvores decíduas, que perdiam as folhas no inverno. Para ele, essas observações corroboram dados anteriores indicando que, no Permiano, essa região do Brasil estava mais ao sul do que hoje.

A ecologia permiana no atual Tocantins foi o tema de doutorado de Robson Capretz sob orientação de Rosemarie em Rio Claro. Ecólogo, ele estudou os fósseis e sua disposição em uma área da bacia do Parnaíba e buscou reconstituir como seria a floresta por ali. “Me concentrei na ecologia dos fósseis, e não na anatomia”, especificou, distinguindo sua pesquisa daquela conduzida por seus colegas. As principais conclusões, segundo ele, indicam que a região era muito plana e tinha um regime de chuvas semelhante ao das monções da Índia, com temporais muito fortes que periodicamente interrompiam períodos de seca e cobriam a região com uma lâmina de água razoavelmente espessa. A enxurrada derrubava os caules, que eram transportados por curtas distâncias e terminavam alinhados na mesma direção e soterrados na areia, como mostram resultados publicados este mês na revista *Journal of South American Earth Sciences*. “Não sabemos qual era a frequência dessas chuvas”, conta Capretz, “no resto do tempo era quase desértico”.

A disposição dos fósseis vegetais permite reconstruir as características dos rios – se eram caudalosos ou lentos, estreitos ou largos, retos ou sinuosos. A descrição resultante contraria um quadro traçado por estudos geológicos, de que a região seria caracterizada por dunas semelhantes às que hoje se espalham nos Lençóis Maranhenses. “Mas não há

sambaias nos Lençóis Maranhenses”, lembra Capretz, que adota a máxima de que o presente é a chave do passado. Assim, seus resultados ajudaram Tatiane a interpretar o que viu em suas folhas fossilizadas.

Essa dinâmica das águas também é responsável pela deposição de sílica nos troncos, petrificando as sambaias. “Se não fossem submersas e soterradas rapidamente por areia, elas se decomporiam”, explica o ecólogo. Essas condições especiais tornam Tocantins muito importante para estudos paleontológicos. “Não existem muitas áreas com vegetais petrificados no país, por isso há poucos estudos desse tipo”, conta Capretz.

PASSADO NO PRESENTE

Rosemarie confirma que o clima é essencial para a boa preservação dos fósseis: quando a alternância de estações é muito marcada, aumenta a chance de ocorrer o tipo de fossilização encontrado no Tocantins, onde os troncos e folhas foram preservados em suas três dimensões. “Na bacia do Paraná os fósseis são bidimensionais”, lamenta, e isso dificulta a comparação entre as duas regiões.

Mas quem caminha com frequência e atenção pela terra seca do Monumento Natural das Árvores Petrificadas tem grandes chances de encontrar fósseis. Essa riqueza muitas vezes faz a alegria de quem vende fósseis, atividade proibida no Brasil. Por esse motivo, muito do trabalho sobre a flora fóssil brasileira foi feito na Alemanha, onde pesquisadores adquiriram material petrificado sem saber que a coleta havia sido irregular. Ao menos esse

material hoje está disponível aos brasileiros por meio da colaboração de Francine e do grupo de Rosemarie com Robert Noll e Ronny Rößler, este último diretor do Museu de Chemnitz, onde estão fósseis que evidenciam a semelhança da flora permiana do Tocantins e da Alemanha.

Os pesquisadores envolvidos no estudo das florestas petrificadas alertam que não só os comerciantes de fósseis são uma ameaça à preservação dessa história. A proteção excessiva, que impede acesso até mesmo aos especialistas, é sentida por eles como um entrave ao avanço do conhecimento. “Para estudar as gimnospermas é preciso coletar material e preparar lâminas para exame ao microscópio”, exemplifica Rosemarie, “é impossível identificar qualquer coisa a olho nu”. Rafael Faria, cuja área de estudo está fora de áreas de preservação, aposta na divulgação de seu trabalho para obter mais material. Já lhe aconteceu de receber ligações de fazendeiros do interior paulista oferecendo fragmentos de “pau-pedra” encontrados no chão. ■

Artigos científicos

CAPRETZ, R. L. & ROHN, R. Lower Permian stems as fluvial paleocurrent indicators of the Parnaíba Basin, northern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. v. 45, p. 69-82. ago. 2013.

KURZAWA, F. et al. New gymnospermous woods from the Permian of the Parnaíba Basin, Northeastern Brazil, Part I: *Ductoabietoxylon*, *Scleroabietoxylon* and *Parnaiboxylon*. *Review of Palaeobotany and Palynology*. v. 195, n. 1, p. 37-49. 16 ago. 2013.

KURZAWA, F. et al. New gymnospermous woods from the Permian of the Parnaíba Basin, Northeastern Brazil, Part II: *Damudoxylon*, *Kaokoxylon* and *Taeniopitys*. *Review of Palaeobotany and Palynology*. v. 195, n. 1, p. 50-64. 16 ago. 2013.