

Lenhos fósseis da sub-bacia de Tucano Central, Bahia, Brasil

Lila Carolina Camilo Jorge^{1*}

Luciana Witovisk²

Marcelo de Araújo Carvalho²

¹ Bolsita do CNPq.

¹ Aluna de Graduação da Universidade Santa Úrsula, Rua Fernando Ferrari, 75 – Botafogo, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *E-mail: lila_carolina_255@hotmail.com

¹ ² Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Departamento de Geologia e Paleontologia, Laboratório de Paleoecologia Vegetal, Quinta da Boa Vista, s/n – São Cristóvão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil – CEP: 20940-040.

RESUMO

Os estudos das paleofloras lenhosas para o Mesozóico brasileiro são comuns para o Triássico do Rio Grande do Sul. O mesmo não ocorre para os depósitos do nordeste do país, o que acarreta em um hiato de conhecimento acerca da evolução das paleofloras brasileiras. Este trabalho apresenta as primeiras análises de madeiras fósseis provenientes dos jazigos juro-cretácicos da sub-bacia de Tucano Central (Bahia). Esta tem amplo registro de madeira fóssil que permanece sem análises paleobotânicas. Assim, este estudo tem por objetivos analisar a preservação das características anatômicas das madeiras e, se possível, identificar o material e testar a hipótese de que os fósseis são da família Araucariaceae. Os fósseis foram incluídos em blocos de resina polidos e observados sob luz refletida com fluorescência. As análises demonstraram que há intensa degradação dos tecidos xilemáticos e a preservação se deu por mosaicos, típica de fósseis depositados em ambiente fluvial de alta energia. Devido à má preservação, não foi possível concluir a qual família gimnospérmica os fósseis pertencem, mas podem ser das famílias Podocarpaceae, Taxodiaceae ou Cupressaceae. Pelas características das pontuações das paredes radiais das traqueídes, foi possível descartar a hipótese de que sejam pertencentes à família Araucariaceae (gênero *Agathoxylon*).

Palavras-chave: Paleobotânica, brasileira, madeira fóssil, Bacia de Tucano, Jurássico, Cretáceo.

ABSTRACT

The studies about Brazilian Mesozoic woody-paleofloras are common for the Triassic of Rio Grande do Sul. The same is not true for the deposits of northeastern, which results in a gap of knowledge about the evolution of Brazilian paleofloras. In this paper we present the first analyzes of fossil woods from the Jurassic - Cretaceous deposits of central Tucano sub-basin (Bahia), which offers extensive records of fossil wood that remains without palaeobotanical study. This study aims to analyze the preservation of anatomical characteristics of wood and, if possible, identify the material and test the hypothesis that fossils are related to the Araucariaceae family. The fossils were embedded in resin polished blocks and observed under reflected light and fluorescence. The analysis showed that xilematic tissues is poorly preserved and the preservation occurred by mosaics, typical of fossils deposited in fluvial environments with high energy. Due to poor preservation, it was not possible to conclude the unique gymnosperm family wich the fossils are related, but it can be related to Podocarpaceae, Taxodiaceae or Cupressaceae families. Observing the characteristics of the pits of the radial walls of tracheids, it is possible reject the hypothesis that they are related to the Araucariaceae family (genus *Agathoxylon*).

Keywords: Brazilian Paleobotany, wood fossil, Tucano Basin, Jurassic, Cretaceous.

INTRODUÇÃO

Os órgãos vegetais lenhosos são os que melhor se preservam no registro fossilífero, devido à sua resistência. A madeira fóssil, quando bem preservada, pode fornecer desde dados taxonômicos à paleoclimáticos e tafonômicos. Assim é possível reunir dados tanto do paleoambiente de vida da planta, como do ambiente de deposição e dos processos envolvidos em sua fossilização (Taylor et al. 2009; Maniero, 1961).

No Brasil, os registros amplamente estudados para o Mesozóico são os do Triássico do Rio Grande do Sul (Guerra-Sommer & Cazzulo-Klepzig, 2000; Pires et al. 2011). O mesmo não ocorre para o Jurássico e Cretáceo brasileiros. As raras ocorrências, muitas vezes apenas uma amostra, de lenhos fósseis juro-cretácicas registram-se nas bacias de Tucano, Jatobá (Formação Aliança) e Araripe (Formação Missão Velha), no entanto estas madeiras não foram estudadas (Carvalho, 2004).

As paleofloras lenhosas triássicas (Bacia do Paraná) apresentam importantes registros de gimnospermas, inclusive com a ampla preservação de florestas petrificadas do Rio Grande do Sul, com a presença de Gynkgophyta, atualmente restritas à China (Bardola et al. 2009). Acompanhando a tendência mundial, a diversidade de gimnospermas diminuiu drasticamente desde então e, atualmente, as coníferas nativas restringem-se aos gêneros *Podocarpus* (Podocarpaceae) e *Araucaria* (Araucariaceae) (Barth, 1962). Contudo, a carência de estudos sobre as madeiras fósseis do Jurássico-Cretáceo colaboram para o hiato de conhecimento acerca da evolução das paleofloras brasileiras.

Neste cenário, o estudo das madeiras fósseis da Bacia de Tucano torna-se muito importante, pois ocorrem em grande quantidade, nunca foram estudadas e podem colaborar na compreensão da evolução das florestas do Brasil, ao longo do tempo geológico (Silva, 2010).

Este estudo, por ser o primeiro com abordagem paleobotânica, tem por objetivos analisar o modo de preservação das madeiras, a qualidade da preservação das características anatômicas e, por fim, a identificação taxonômica do material. Ainda, testa-se a hipótese de Magnavita et al. (2003), que sugere – mesmo sem um estudo anatômico – que os lenhos fósseis da Bacia de Tucano pertencem à família Araucariaceae (gênero *Agathoxylon*).

Área de estudo

A Bacia do Tucano localiza-se no município de Canudos (Estado da Bahia), sob as coordenadas 010° 1' 56.28" S e 038° 58' 50.88" O (Formação Sergi - CC-97), 010° 0' 59.36" S e 038° 55' 7.32" O (Formação São Sebastião - CC-47) e 010° 1' 53.62" S e 038° 56' 30.12" O (Formação São Sebastião CC-78) (Silva, 2010) (Fig. 1).

Atualmente, a área é o bioma caatinga. O clima é árido a semi-árido com temperatura média entre 20,7 a 27,1°C. A precipitação média anual é de 300 - 800 mm, sem uma estação chuvosa definida. O clima é mais úmido a leste da bacia, com precipitação média anual de 800 a 1100 mm (Cardoso e Queiroz, 2007).

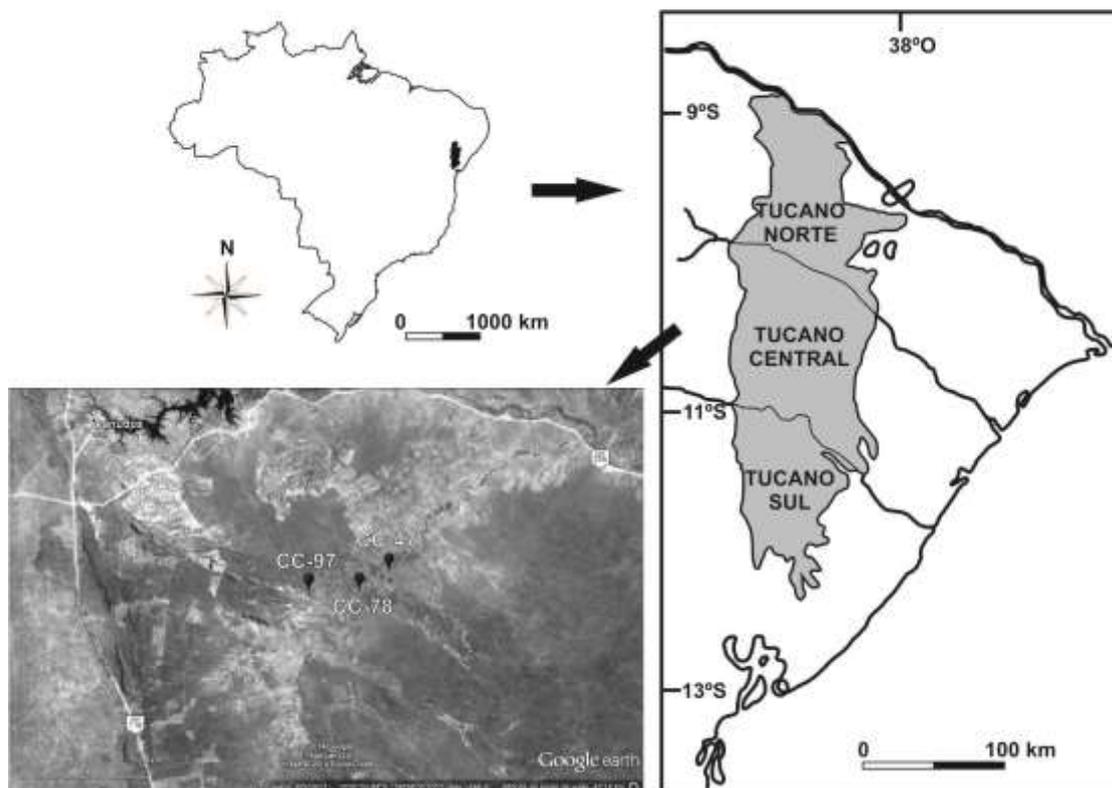


Figura 1: Delimitação geográfica da Bacia de Tucano Central, localizada no município de Canudos (Bahia) e dos pontos de coleta dos fósseis analisados neste estudo.

Contexto Geológico

A Formação Sergi, com idade atribuída ao Jurássico Superior (em Ma), é constituída por arenitos finos a conglomeráticos com estratificação cruzada acanalada, intercalações de folhelho e conglomerado, depositados em um sistema fluvial entrelaçado com retrabalhamento eólico (Silva, 2010). Nesta formação, a localidade CC-97, situada em um morro na caatinga, sem estrada de acesso, é composta por arenitos e arenitos conglomeráticos com conteúdo fossilífero restrito a vegetais lenhosos (Silva, 2010).

A Formação São Sebastião, com idade inferida para o Cretáceo Inferior (Berriasiano ao Aptiano; Ma), é caracterizada por arenitos grossos, amarelo-avermelhados, com intercalações de argilitos siltíticos, interpretados como de origem fluvial (Silva, 2010). Nesta formação, a localidade CC-47 está situada em afloramento de encosta de morro, com litologia caracterizada por quartzo-arenito fino com mica e pouca matriz, com estratificação cruzada acanalada, por vezes convoluta. Há presença incipiente de pavimento de grânulos na base, a quantidade de argila varia, apresentando porções com maior quantidade de matriz argilosa e camadas de siltito, alternadas com o arenito muito fino com estratificação plano-paralela. Observa-se uma gradação inversa incipiente no afloramento (Silva, 2010). Na localidade CC-78, a litologia na base de encosta de morro trata-se de camada de arenito arcoseano fino, com mica branca, óxidos e matriz argilosa, de estrutura sigmoidal; seguida de camadas de folhelhos rosa acastanhados e verde acinzentados intercalados, com espessura entre um e dois metros. Acima ocorre arenito fino com níveis fossilíferos (vegetais, icnofósseis e fragmentos de conchas), estes níveis têm entre 10 e 30 centímetros de espessura em meio a um depósito de 1,50 a 2 metros de espessura. Ascendendo, a granulometria do arenito fica

mais grossa até chegar a um arenito cascalhoso no topo do morro, o conteúdo fossilífero é composto além dos lenhos, de possíveis sementes e por peixes Actinopterygii (Osteichthyes), e peixes *Lepidotes* sp. (Osteichthyes, Actinopterygii, Semionotiformes) (Silva, 2010).

MATERIAL E MÉTODOS

Os fósseis foram coletados por Dr. Rafael Costa da Silva em maio de 2010, durante a efetivação do Projeto Bacia do Tucano Central – parte II, folhas Caimbé e Jeremoabo, de responsabilidade da CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Os mesmos permanecem depositados na coleção do CPRM.

Para este estudo foram cedidos cinco amostras de troncos fossilizados da Coleção do CPRM, variando de 7 a 10 centímetros de comprimento, conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 1: Fósseis analisados neste trabalho, indicando o número de tombo na Coleção do CPRM, seus dados biométricos e a formação de origem.

Nº Coleção CPRM	Comprimento	Largura	Formação
CC – 47	7 cm	12 cm	São Sebastião
CC - 78 (C)	10 cm	14 cm	São Sebastião
CC - 97 (6)	7 cm	11 cm	Sergi
CC - 97 (23)	10 cm	8 cm	Sergi
CC - 97 (28)	9 cm	15 cm	Sergi

Primeiramente, os fósseis foram seccionados em serra diamantada e polidos, visando uma primeira análise macroscópica.

Para as análises anatômicas, o preparo das amostras seguiu o método descrito por Witovisk et al. (2013), que consiste na inclusão do material em blocos de resina polidos, com a posterior observação em microscópio óptico de luz refletida sob imersão, luz branca e azul/ultravioleta incidente (fluorescência). A observação foi realizada em microscópio Zeiss Axioskop, as fotomicrografias foram obtidas utilizando a câmera Zeiss AxioCam e o programa de captura de imagens AxioVision 4.8. Todo o procedimento foi realizado no Laboratório de Palinofácies e Fácies Orgânica do Instituto de Geologia, UFRJ.

As descrições anatômicas dos exemplares contemplam caracteres qualitativos e quantitativos, seguindo as normas internacionais, estabelecidas pela Associação Internacional de Anatomistas de Madeira (Richter et al. 2004) e por Philippe e Bamford (2008).

RESULTADOS

Dados tafonômicos

Externamente, todas as amostras apresentam coloração avermelhada e mantém o aspecto de troncos. Ao serem seccionadas e observadas, a olho nu e sob estereomicroscópio, foi possível constatar que apenas as amostras CC – 78(C) e CC – 97(28) apresentam textura lenhosa (aparente preservação dos tecidos xilêmáticos). As demais amostras estão bastante alteradas.

Em geral, houve a preservação por mosaicos. Ou seja, regiões com preservação diferencial (Fig. 2).

A amostra CC – 78(C) apresenta textura lenhosa, a maior parte do tecido está petrificado, há pequenas ilhas de carbonificação dispersas no lenho, acompanhando o sentido dos raios xilemáticos. Já na amostra CC – 47 predominam as áreas com precipitação de óxido de ferro, no sentido dos raios xilemáticos. As ilhas de madeira petrificada ocupam áreas menores, com pouca preservação da textura lenhosa.

A amostra CC – 97(6) apresenta alto grau de alteração, houve a perda total da textura lenhosa, há uma ampla região petrificada circundada por áreas com precipitação de óxido de ferro.

Na amostra CC – 97(23) há a preservação em camadas, porém houve a perda da textura lenhosa. A partir da região central petrificada, há uma camada com precipitação de óxido de ferro, seguida por outra, intensamente carbonificada, envolvida por uma região petrificada.

Já a amostra CC – 97(28) também está alterada, com manutenção da textura lenhosa na região petrificada. Há uma região com precipitação de óxido de ferro na porção mais externa da amostra, seguida por áreas carbonificadas e, ao centro, a região petrificada.

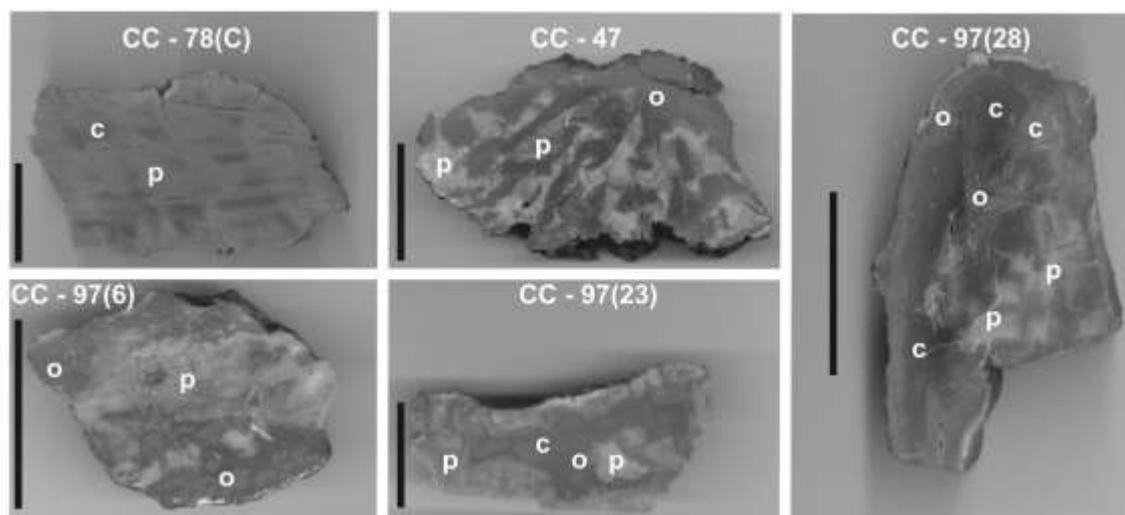


Figura 2: Análise macroscópica - seções transversais das madeiras fósseis, evidenciando a preservação em mosaico. Legenda: c – área carbonificada; o – área com precipitação de óxido de ferro; p – área petrificada. Escala = 5 cm.

Dados anatômicos

A partir da observação microscópica, foi possível constatar que a preservação de estruturas celulares ocorreu apenas nas regiões petrificadas das amostras CC – 78(C) e CC – 97(28).

A amostra CC – 78(C) apresenta lenho picnoxílico, amedulado. Está bastante degradada. Não houve preservação das células de parênquima axial. Os raios parenquimáticos apresentam-se muito degradados, não há preservação das pontoações dos campos de cruzamento. Apenas as traqueídes estão bem preservadas e as pontoações das paredes radiais são areoladas, circulares, uni e bisseriadas, exclusivamente opostas e com alta contiguidade (Fig. 3).

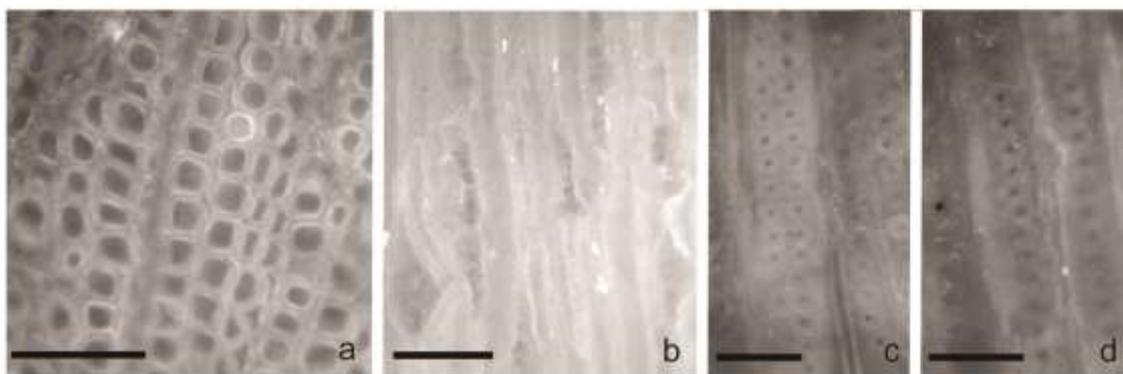


Figura 3: Amostra CC – 78(C). (a) Seção transversal, evidenciando as traqueídes petrificadas. Escala = 200 μ m. (b) Seção longitudinal tangencial com detalhe para os raios parenquimáticos mal preservados. Escala = 200 μ m. (c, d) Seção longitudinal radial evidenciando as pontoações bisseriadas exclusivamente opostas (c) e unisseriadas (d). Escala = 50 μ m.

A madeira da amostra CC – 97 (28) também é picnoxílica. Não houve a preservação das células de parênquima axial. Contudo, os raios parenquimáticos estão parcialmente preservados, foram observados poucos campos de cruzamento preservados. As pontoações tem arranjo oposto a alterno e ocorrem até cinco por campo de cruzamento, não é possível definir se são cupressóides ou araucarióides pela degradação das bordas. As traqueídes apresentam baixa preservação. Há poucas pontoações das paredes radiais preservadas, estas são areoladas, circulares, exclusivamente unisseriadas com alta contiguidade (Fig. 4).

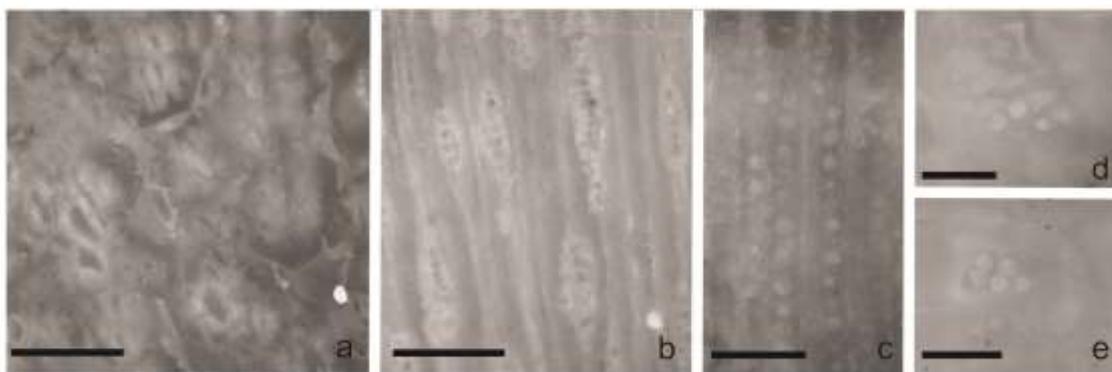


Figura 4: Amostra CC – 97(28). (a) Seção transversal, má preservação do tecido xilemático, ilhotas de traqueídes degradadas petrificadas. Escala = 200 μ m. (b) Seção longitudinal tangencial com detalhe para os raios parenquimáticos moderadamente preservados. Escala = 200 μ m. (c, d, e) Seção longitudinal radial evidenciando as pontoações exclusivamente unisseriadas (c). Escala = 50 μ m. (d, e) Pontoações dos campos de cruzamento sem preservação de aréola. Escala = 20 μ m.

DISCUSSÃO

Análise tafonômica

Pelas dimensões dos fósseis e por estarem desarticulados, evidencia-se que sofreram transporte compõe uma assembleia fóssil alóctone. Ainda, através da

análise macroscópica, constatou-se que estão petrificados por sílica e impregnados por óxido de ferro; o que reflete seu soterramento em um ambiente fluvial de alta energia, que é corroborado pelas características sedimentológicas da região (Silva, 2010).

As amostras apresentam alto grau de degradação e três encontram-se com perda total das características anatômicas. Segundo Bolzon et al. (2004) a preservação em mosaico é típica de um ambiente de sedimentação com nível de água variável, possibilitando a degradação do tecido xilemático anterior à preservação. Ainda, a grande alteração dos tecidos também se deve ao crescimento dos minerais no interior das células, seguido por sucessivas etapas distintas de recristalização, o que indica um ambiente de deposição dinâmico e instável.

Análise anatômica

O guia para descrição de madeiras gimnospermas (Richter et al. 2004) contempla caracteres qualitativos e quantitativos. Para os últimos, foram padronizadas coletas de 25 medidas aleatórias por caractere, para se ter desvio padrão baixo. Porém, no caso de madeiras fósseis, muitas vezes é impossível alcançar este padrão, pela ausência de caracteres preservados. No caso do material deste trabalho, apenas duas amostras permaneceram parcialmente preservadas e o grau de alteração das estruturas celulares não permite análise quantitativa. Por isso, as descrições são apenas qualitativas.

A amostra CC – 78(C) apresenta má preservação dos tecidos xilemáticos. De todas as características anatômicas necessárias para a identificação (Richter et al. 2004), houve apenas a preservação das pontoações das paredes radiais das traqueídes. Estas, por serem exclusivamente opostas e contíguas, caracterizam madeiras das famílias Podocarpaceae, Taxodiaceae, Cupressaceae e Pinaceae.

Como a família Pinaceae apresenta registro fóssil apenas para o Hemisfério Norte (Philippe & Bamford, 2008), exclui-se esta possibilidade. Há ocorrências para o Mesozóico do Gondwana de lenhos das três famílias prováveis – Podocarpaceae, Cupressaceae e Taxodiaceae – mas, não há preservação dos raios parenquimáticos, tampouco das pontoações dos campos de cruzamento para que seja possível a determinação da família.

Porém, com base nas pontoações exclusivamente opostas e contíguas nas paredes radiais das traqueídes, exclui-se para esta amostra a possibilidade de pertencer à família Araucariaceae (gênero *Agathoxylon*), como o hipotetizado por Magnavita et al. (2003). As principais características das madeiras desta família são as pontoações das paredes radiais das traqueídes exclusivamente alternas, bi- ou multisseriadas e as pontoações araucarióides nos campos de cruzamento (Richter et al. 2004).

A amostra CC – 97(28) também apresenta má preservação dos tecidos xilemáticos, porém os raios parenquimáticos estão ligeiramente melhor preservados que a amostra CC – 78(C). Foi possível observar vestígios das pontoações em alguns campos de cruzamento, ocorrem entre 3 e 5, podem ser opostas e alternas. Isto poderia caracterizar pontoações araucarióides (Richter et al. 2004), mas não houve a preservação da auréola, tampouco dos limites poligonais. Também podem tratar-se de pontoações cupressóides e podocarpóides mal preservadas. Além disso, as pontoações exclusivamente unisseriadas com alta contiguidade nas paredes radiais das traqueídes

não são características da família Araucariaceae, o que aumentam as possibilidades da madeira pertencer às famílias Cupressaceae ou Podocarpaceae.

Devido à grande degradação dos tecidos e alteração anatômica causada pela petrificação e sucessivas recristalizações dos minerais, aliada à exclusão da possibilidade das amostras parcialmente preservadas, pertencerem à família Araucariaceae, é pouco provável que seja possível a identificação das madeiras desta formação a nível genérico. Por isso, é importante que as análises da assembleia de lenhos fósseis da Bacia de Tucano prossigam. Há muitos fósseis coletados e é preciso buscar por fragmentos com características anatômicas preservadas para realmente identificar as famílias gimnospermicas presentes nestas paleofloras brasileiras.

CONCLUSÃO

Embora os resultados permaneçam inconclusivos, pela má preservação dos fósseis, as madeiras com pontoações preservadas indicam que as amostras, não pertencem à família Araucariaceae. Portanto, a hipótese de Magnavita et al. (2003) – que as madeiras fósseis da Bacia de Tucano pertencem ao gênero *Agathoxylon* – não foi corroborada.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi apoiado por uma bolsa de Apoio Técnico do CNPq para L. C. C. Jorge o qual é profundamente agradecida. Nós gostaríamos de expressar o nosso agradecimento ao Dr. Rafael Costa da Silva (CPRM) por nos ceder as amostras para o presente estudo. Parte do estudo foi também apoiado pelo CNPq através da Bolsa de Produtividade à M. A. Carvalho. Agradecemos ao Laboratório de Palinofácies e Fácies Orgânicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro (LAFO/UFRJ).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bardola TP, Schmidt I, Guerra-Sommer M, Schultz C. Lenhos de Ginkgophyta em florestas petrificadas no Triássico Superior sul-rio-grandense, Brasil. *Rev Bras Paleontol* 2009; 12: 139-148.
- Barth OM. Catálogo sistemático dos pólenes das plantas arbóreas do Brasil meridional (Parte complementar: Coniferales). Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz; 1962. p. 199-213.
- Bolzon RT, Silva, JLS, Machado, LG. Fossildiagênese de lenhos do Mesozóico do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev Bras Paleontol* 2004; 7 (2): 103-110.
- Cardoso DBOS, Queiroz LP. Diversidade de Leguminosae nas caatingas de Tucano, Bahia: Implicações para a fitogeografia do semi-árido do Nordeste do Brasil. *Rodriguésia* 2007; 58 (2): 379-391.
- Carvalho IS. Paleontologia. Rio de Janeiro: Interciência; 2004. 90p.
- Google Inc. Google Earth. Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO. U.S. Dept of State Geographer. [acesso em]. Disponível em: <https://www.google.com/earth/>
- Guerra-Sommer M, Cazzulo-Klepzig M. The Triassic Taphoflora of Paraná Basin, South Brazil: an overview. *Rev Bras Geociênc* 2000; 30 (3): 481-485.
- Magnavita L, Destro N, Carvalho MSS, Milhomem OS, Souza-Lima W. Bacias Sedimentares Brasileira: Bacia de Tucano. *Phoenix* 2003; 5 (52): 1-9.
- Maniero J. Madeiras fósseis. Técnica e Estudo. *Separata Rev Ciênc Cult* 1961; 2 (4): 21-22.

Philippe M, Bamford MK. A key to morphogenera used for Mesozoic conifer-like woods. *Rev Palaeobot Palyno* 2008; 148: 184-207.

Pires EF, Guerra-Sommer M, Scherer CMS, Santos AR, Cardoso E. Early Cretaceous coniferous woods from a paleoerg (Paraná Basin, Brazil). *J S Am Earth Sci* 2011; 32: 96 e 109.

Richter HG, Grosser D, Heinz I, Gasson PE. International Association of Wood Anatomists. IAWA List of Microscopic Features for Softwood Identification. *IAWA J* 2004; 25 (1): 1-70.

Silva RC. Paleontologia. Análise das Ocorrências Fossilíferas da Bacia do Tucano Central nas Folhas Caimbé e Jeremoabo, Estado da Bahia - Projeto Bacia do Tucano Central – Parte II, folhas Caimbé e Jeremoabo. CPRM Relatório Temático –, 20p. 2010.

Taylor TN, Taylor EL, Kings M. *Paleobotany: The Biology and Evolution of Fossil Plants*. Academic Press. 2009.

Witovisk L, Mendonça JO, Barbosa TS, Ramos RR, Carvalho MA. Preparing Blocks of Fossil Woods for Fluorescence Microscopy. *IAWA J* 2013; 35: 31-34.