

Kaokoxylon zaleskyi (Sahni) Maheshwari en los niveles superiores de la Secuencia Santa Maria 2 (Formación Caturrita), Cuenca de Paraná, Brasil

Alexandra Crisafulli

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste. Avenida Libertad 5460, 3400 Corrientes, Argentina. alexandracrisafulli@hotmail.com

Tânia Lindner Dutra

Curso de Pós-Graduação em Geologia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Av. Unisinos, 950, Cristo Rei, 93022-000 São Leopoldo RS, Brasil. tdutra@unisinos.br

RESUMEN

Se describe *Kaokoxylon zaleskyi* un leño de conífera de la Cuenca de Paraná, que por la fauna asociada se considera del Triásico Superior. Fue obtenida de los niveles superiores de la secuencia de tercer orden (SSM2), previamente considerada como Formación Caturrita. El leño está asociado con una diversa megafloa de ramas de *Brachyphyllum* Brongniart y *Pagiophyllum* Heer, preservadas tridimensionalmente, impresiones de estructuras reproductivas y vegetativas de Bennettitales, hojas de *Podozamites* sp. y otras maderas que incluyen una Taxaceae y otras gimnospermas de afinidad incierta aún e inéditas. En la misma secuencia, que recubre areniscas fluviales con restos de vertebrados, se ha hallado un ala de insecto, conchostracos y escamas de peces. El complejo contexto tectónico de la porción central de Rio Grande do Sul y el particular carácter de la flora asociada, sin restos de *Dicroidium* Gothan, trae alguna incertidumbre sobre la edad de los niveles en esta área e incentiva la continuidad del estudio de esta paleoflora como modo de contribuir a la ordenación de los niveles del Mesozoico inferior y su correlación con los de otras áreas del Gondwana sud-occidental.

Palabras-clave: *Kaokoxylon zaleskyi*, Coniferales, Secuencia Santa Maria 2, Triásico Tardío, Brasil

ABSTRACT

KAOKOXYLON ZALESSKYI (SAHNI) MAHESHWARI IN THE UPPER LEVELS OF CATURRITA FORMATION, PARANÁ BASIN, SOUTHERN BRAZIL. *Kaokoxylon zaleskyi*, a conifer wood, is described from deposits of the Paraná Basin considered, by the associated fauna, of Late Triassic age. It was identified in the uppermost levels of a third-order sedimentary sequence (SSM2), previously included in the Caturrita Formation. The fossil wood was found in the base of a mudstone/siltstone interval which upper levels furnished a rich and diversified plant assemblage composed of shoots of a *Brachyphyllum* Brongniart and *Pagiophyllum* Heer, impressions of reproductive and vegetative structures of Bennettitales, isolated leaves of *Podozamites* sp., and other wood fragments that include a Taxaceae and other gymnosperms of unknown affinities. An insect wing, and many conchostraca and fish scale remains are also present in the same succession, which gradually covers fluvial sandstones bearing many important fossil vertebrate record. The complex tectonic context of the central Rio Grande do Sul State, the associated vertebrate fauna and the unique character of the associated flora, without *Dicroidium* Gothan representatives, bring some uncertainty about the age, but motivate the continuity of paleofloristic studies seeking for (i) the refinement of the stratigraphic framework of the Lower Mesozoic levels of the Paraná Basin, and (ii) its relation with other southwestern Gondwana areas.

Key words: *Kaokoxylon zaleskyi*, Coniferales, Santa Maria 2 Sequence, Upper Triassic, Brazil

INTRODUCCIÓN

Restos de leños petrificados de gran porte, de 1 a 1,2 m de diámetro son comunes en niveles atribuidos al Triásico Superior en el sur de Brasil. La falta de médula en la mayor parte de ellos, hacen poco precisa su identificación

taxonómica o bien, en general, se asignan las especies al morfogénero *Araucarioxylon* Kraus 1870 (Guerra-Sommer *et al.*, 2000), considerado ilegítimo por el principio de prioridad (art. 13) del ICBN (Philippe, 1993; ICBN, Greuter *et al.*, 1994), recientemente por ello, sinonimizado a *Agathoxylon*

Hartig 1848 (Bamford y Philippe, 2001). En general, los restos fueron encontrados redepositados en terrenos Pleistocenos y, más raramente en *in situ*, alóctonos, en los niveles arenosos y/o conglomerádicos originales. Estos depósitos, exclusivos del sur de Brasil (Figura 1), fueron atribuidos al tope

de la Formación Caturrita (Andreis *et al.*, 1980), y más recientemente, a la Secuencia III (Areniscas de Mata) de Faccini (1989) y/o Santa Maria 3 (SSM3) de Zerfass *et al.* (2003).

Hallazgos recientes en el tope de la secuencia inferior, Santa Maria 2 (SSM2 de Zerfass *et al.*, 2003), brindaron una mayor variedad de formas de leños de menores tamaños, depositadas autóctona- o paraúctonamente. La preservación de médula permitió que al menos uno de estos elementos fuera descrito como *Sommerxylon spiralosus* Pires y Guerra-Sommer (2004). En este taxón la médula es heterocelular, con células parenquimáticas y esclerenquimáticas, xilema primario endarco y secundario con dominancia de punteaduras areoladas uniseriadas, engrosamientos espiralados en las

paredes radiales de las traqueidas, radios leñosos homocelulares y ausencia de canales resiníferos y de parénquima axial, lo que hizo que fueran vinculados con alguna duda a las Taxaceae (Pires y Guerra-Sommer, 2004). En este trabajo se describe una forma diferente proveniente de los mismos niveles, y donde también los caracteres medulares están preservados permitiendo una más precisa asignación sistemática. Se realizan igualmente comparaciones con otras formas descriptas del Gondwana.

UBICACIÓN DE LOS NIVELES Y MARCO GEOLÓGICO

Los restos de leños aquí descritos provienen de una intercalación de lutitas finamente laminadas, de cerca de 2,80 m de espesor, expuesta en la Linha São Luiz,

municipio de Faxinal do Soturno, Rio Grande do Sul, Brasil (Figura 2), la misma sucesión que proveyó los restos de *S. spiralosus* Pires y Guerra-Sommer. Sugiere un depósito lacustre o de planicie de inundación, originado por suspensión e interrumpida ciclicamente por la acción de corrientes (Rubert y Schultz, 2004).

Estos depósitos finos recubren de modo gradacional areniscas finas, macizas, cálcicas, indicadoras de un ambiente de *crevasse splay*, sobre cuya superficie aparecen icnofósiles, marcas de raíces y las bases de los leños, que mantienen entre sí distancias regulares de entre 1,5 a 2 m. Algunos de éstos se prolongan verticalmente, cortando las capas basales de pelitas (Figura 3A), confirmando así un depósito autóctono. Otros fragmentos, como el aquí descrito, están inclinados o en posición horizontal en las capas y desaparecen hacia la porción superior de la sucesión, donde solo quedan preservadas las ramas.

A las pelitas se sobrepone una sucesión heterolítica de areniscas finas y pelitas tabulares, interpretadas como depósitos de roturas de diques marginales (Faccini, 1989; Zerfass *et al.*, 2003). Según Faccini (1989), en el contexto más amplio en que se insertan, los afloramientos del Faxinal do Soturno corresponderían a un sistema fluvial entrelazado, de bajo confinamiento. Los depósitos lacustres o de planicie de inundación cercanas a las partes externas de los canales, se habrían generado durante el desborde de los canales.

En anteriores oportunidades y según distintos puntos de vista, estos depósitos fueron atribuidos a diferentes unidades estratigráficas. Pero recientemente fueron incluidos en el tope de la SSM2 por Zerfass *et al.* (2003), atribuyéndole edad Noriana. Sin embargo, un gran número de fallas regionales dificulta la posibilidad de establecer correlaciones más precisas con otros afloramientos de Rio Grande do Sul (Zerfass *et al.* 2004; Da Rosa y Faccini, 2005). Además nuevas ocurrencias de plantas fósiles parecen sugerir la posibilidad de edades más jóvenes para la deposición (Bardoni y Dutra, 2009, Wilberger, 2009).

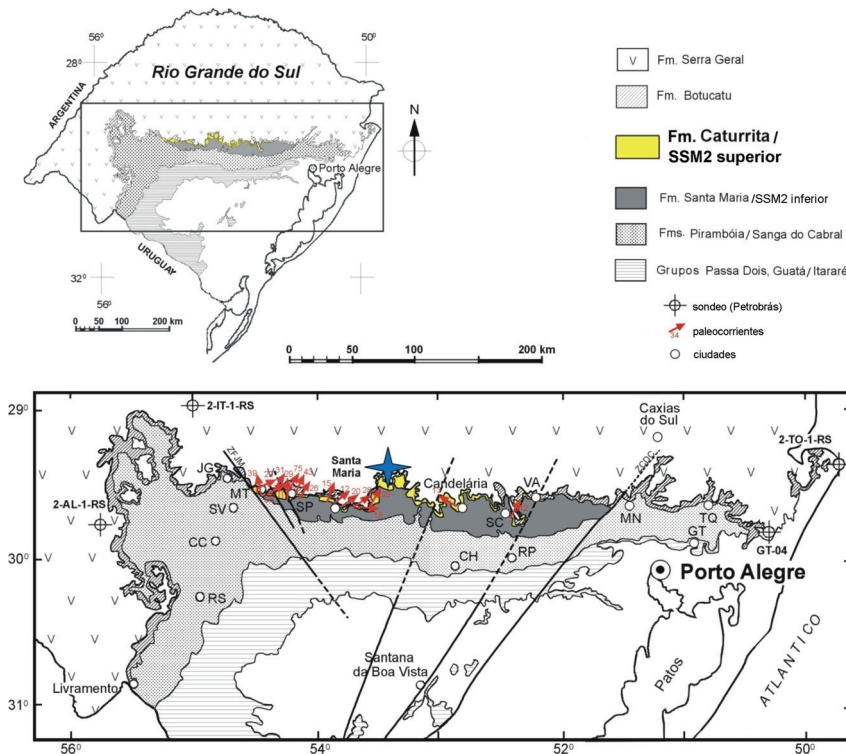


Figura 1. Distribución de las áreas con litologías atribuidas al Triásico en Rio Grande do Sul, destacando aquellas de la Formación Caturrita (modificado de Faccini, 1989 y datos de Zerfass *et al.*, 2003) y localización del área del Faxinal do Soturno (estrella azul).
Figure 1. Distribution of the areas with Triassic rocks in Rio Grande do Sul, indicating those from Caturrita Formation presented by Faccini (1989), with the correlation proposed by Zerfass *et al.* (2003) using Sequence Stratigraphy (SSM2), and the approximate location of Faxinal do Soturno locality (blue star).

El conjunto faunístico de vertebrados, muy variable para las distintas localidades, tampoco contribuye para establecer relaciones entre los distintos bloques tectónicos. La fauna está compuesta por formas variadas de reptiles, muchas exclusivas del sur de Brasil, con una mezcla de tipos neotriásicos característicos, y otros de carácter más avanzado. Se compone de tipos mamiferoideos, tecodontes y arcosaurios (Araújo y Gonzaga 1980; Barberena *et al.*, 1993), dinosaurios primitivos, procolofónidos, esfenodóntidos avanzados y microvertebrados representativos de cinodontes no mamiferoideos (Bonaparte y Sues, 2006; Bonaparte *et al.*, 2006; Schultz y Langer, 2007; Arantes *et al.*, 2009).

En la intercalación rítmica de limolitas y arcilitas, aparte de los leños, se encuentran abundantes ramas del tipo *Brachyphyllum* Brongniart y *Pagiophyllum* Heer, de preservación autigénica, hojas de *Podozamites* sp., caules de *Equisetites* sp., y porciones vegetativas y reproductivas relacionadas a las cycadeoideas, a veces preservando la tridimensionalidad y parte los tejidos originales, aún no formalmente descritas (Dutra y Crisafulli, 2002; Dutra y Faccini, 2002; Wilberger *et al.*, 2004; Dutra *et al.*, 2007; Bardoni Y Dutra, 2009). Hasta el presente no se identificó ningún resto de Corystospermales en este intervalo, pese a su abundancia en las capas subyacentes de la secuencia Santa María 1, correspondientes al Ladiniano (Guerra-Sommer *et al.*, 2000, Zeffass *et al.*, 2003), y en otras unidades triásicas del Gondwana (Stewart y Rothwell 1993; Anderson y Anderson, 1985, 2003). En estas mismas capas de lutitas aún se identificaron alas de insectos y conchostracos (Dutra y Faccini, 2002), escamas de peces e icnofósiles (Frigolo y Ribeiro 2001a, 2001b; Perez y Malabarba, 2002; Netto, 2007).

En este contexto, el estudio detallado de esta paleoflora, con un carácter diferente en comparación con las de los niveles más basales de SSM2 donde solamente aparecen los tetrápodos, y de SSM1, donde la flora es dominada por *Dicroidium* Gothan, podría contribuir



Figura 2. Vista general del afloramiento de la Linha São Luis en el Faxinal do Soturno, mostrando las areniscas macizas basales (A), los niveles con pelitas laminadas intercaladas, con restos de plantas (B) y la sucesión heterolítica en el tope (C). Troncos en posición de vida, verticales o con inclinación, se registran en las capas más inferiores de las pelitas y coinciden con marcas de raíces y áreas circulares dejadas por su parte basal en el tope de las areniscas macizas (flecha).

Figure 2. General view of the São Luis outcrop, at Faxinal do Soturno, showing the basal vertebrate faunal-bearing massive sandstones (A), the laminated silt levels with plant rests (B) and the heterolithic succession at the top (C). Vertical or inclined wood logs, in life position, are registered in the basal levels of the mud levels and roots and hollows left by its basal part are found impressed on the top of the massive sandstones (arrow).



Figura 3. Leños de *K. zaleskyi* en posición de vida en las capas basales del intervalo pelítico (A) y aspecto de su superficie externa (B).

Figure 3. Autochthonous fossil wood of *K. zaleskyi* (A) and its external morphology (B).

con más elementos al establecimiento de las edades.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ejemplar descrito corresponde a un fragmento de leño silicificado, de color claro y con regular estado de conservación de sus tejidos (Figura 3B). Para su estudio se realizaron “peels” con papel de acetato en las tres secciones correspondientes: transversal, longitudinal radial y tangencial. Las observaciones y fotografías se hicieron con fotomicroscopio Leitz (Orthomax-Ortholux) y lupa estereoscópica Leitz. Se realizó un promedio de 15 mediciones, citándose para las mismas, primero, el registro promedio y entre paréntesis los valores mínimos y máximos, respectivamente. No fue posible realizar más mediciones por un problema de preservación. La terminología utilizada corresponde al Glosario de Términos de la Asociación Internacional de Anatomistas de Maderas (IAWA, 2004), de García Esteban *et al.* (2002) y García Esteban *et al.* (2003). La clasificación supragenérica sigue las normas propuestas por Brands (1989-2005).

PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

División Tracheophyta Sinnot 1935 ex Cavaller-Smith 1998

Subdivisión Euphylllophytina Kenrick 1997

Clase Spermatopsida Serbet y Rothwell 1995

Orden Coniferales Engler 1897

Género *Kaokoxydon* Kräusel 1956

Especie tipo. *Kaokoxydon sclerosum* (Walton) Kräusel 1956

Kaokoxydon zalesskyi (Sahni)
Maheshwari 1967
(Figuras 4-7)

Basónimo

1932 *Dadoxydon zalesskyi* Sahni, en Sahni, *Records Geological Survey* 66(4):414-417, lám. 8, figs 23-24.

Sinonimia

1967 *Kaokoxydon zalesskyi* (Sahni) Maheshwari, en Maheshwari,

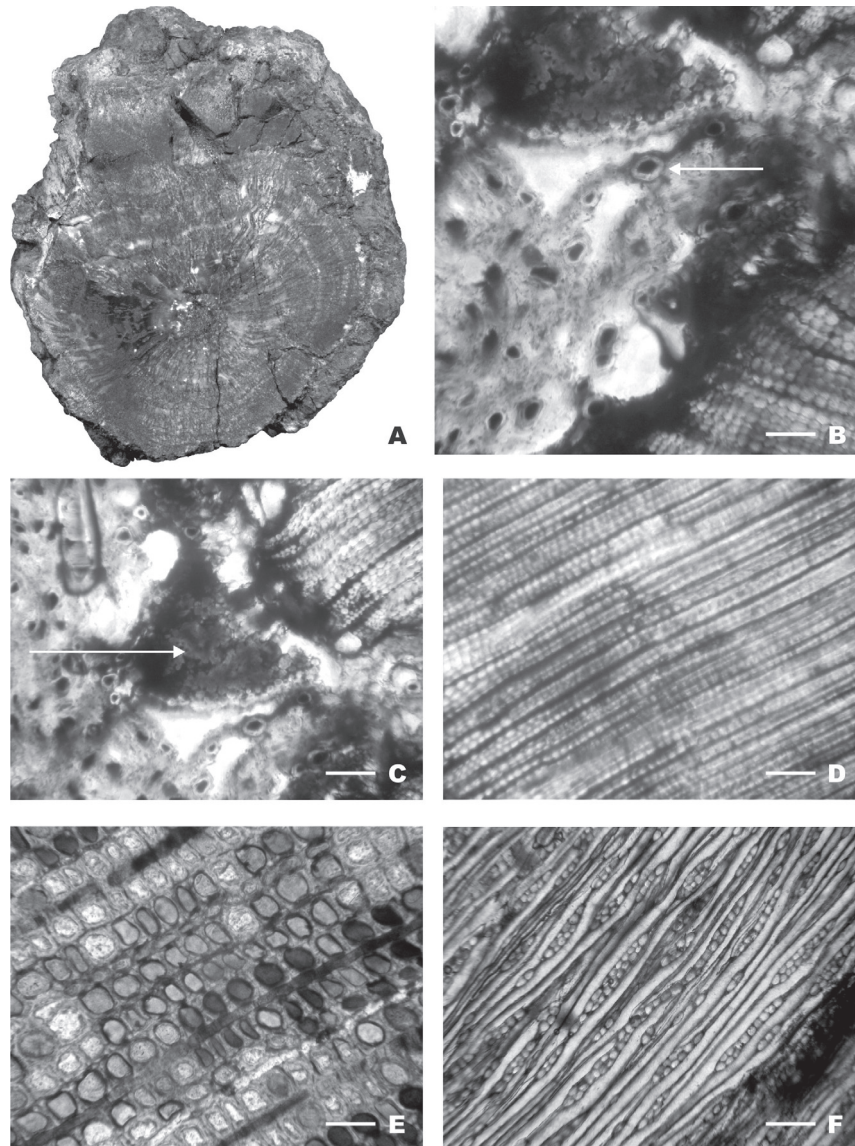


Figura 4. *Kaokoxydon zalesskyi* (ULVG 4507). A. Aspecto general del leño en el que se observa la región medular en el centro y el xilema secundario con anillos de crecimiento marcados (0,5x); B. Corte transversal (ULVG 4507-1,2), mostrando las células esclerenquimáticas (flecha); C. Células parenquimáticas de la médula, cuñas del xilema primario (flecha) y una porción del xilema secundario (ULVG 4507-1,2); D-E. Corte transversal con los traqueidas y radios leñosos del xilema secundario picnoxílico (ULVG 4507-3,4); F. Corte longitudinal tangencial con la distribución y frecuencia de los radios leñosos uniseriados y parcialmente biseriados (ULVG 4507-7). Escalas: B, E, F: 90 µm; C, D: 180 µm.

Figure 4. *Kaokoxydon zalesskyi* (ULVG 4507). A. General aspect of the wood showing the pith in the center and secondary woods with marked growth rings (0,5x); B. Transversal section (ULVG 4507-1, 2) showing the sclerenchymatic cells (arrow); C. parenchymatic cells in the pith, the wedge shaped of the primary xylem (arrow) and a portion of secondary wood (ULVG 4507-1, 2); D-E. Transversal section of the tracheids and rays of a picroxilic secondary wood (ULVG 4507-3, 4); F. Longitudinal tangential section and the distribution and frequency of uniseriate and uniseriate partially biseriate rays (ULVG 4507-7). Scale bars: B, E, F: 90 µm; C, D: 180 µm.

Palaeobotanist, **15**(3): 243-257, figs 2-3.

1997 *Kaokoxylozaleskyi* (Sahni) Maheshwari, en Herbst y Crisafulli, *Ameghiniana*, **34**(4):447-451, figs 2-3.

Material. ULVG 4507, preparados microscópicos: ULVG 4507-1, 4507-2, 4507-3, 4507-4, 4507-5, 4507-6, 4507-7.
Horizonte. Formación Caturrita (Andreis *et al.*, 1980), tope de la SSM2 de Zerfass *et al.* (2003).

Edad. Triásico Tardío (Zerfass *et al.*, 2003; Rubert y Schultz, 2004).

Localidad. Faxinal do Soturno, Rio Grande do Sul, Brasil.

Descripción. Ejemplar de leño picnoxfílico, homogéneo, mide 11 cm de diámetro mayor, 9 cm de diámetro menor y 13 cm de longitud, en el que se diferencian la médula, el xilema primario formando proyecciones cuneiformes y el xilema secundario con anillos de crecimiento marcados (Figuras 4B, 5). La médula pareciera haber sido originalmente circular por la disposición celular, viéndose aplastada por alguna distorsión sufrida. Mide 7 mm de diámetro mayor x 5 mm de diámetro menor. Es compacta, no tabicada y heterogénea. Presenta células parenquimáticas y esclerenquimáticas (Figura 5). Las células parenquimáticas tienen contorno circular, de 75 µm de diámetro radial (69 µm-8 µm) y 83 µm de diámetro tangencial (80 µm-85 µm). Las paredes son delgadas y no están punteadas. Las células esclerenquimáticas son poligonales, la mayoría pentagonales, en sección transversal, miden en promedio 40 µm (35 µm-56 µm) de diámetro radial y 42 µm (30 µm-49 µm) de diámetro tangencial. Algunas tienen paredes muy lameladas y miden 15 µm (13 µm-18 µm) de espesor. Las células esclerenquimáticas se encuentran, por lo general, aisladas en corte transversal. Se han contado unas pocas de ellas dispuestas en grupos y se encuentran próximas a las cuñas del xilema primario (Figuras 4B-C, 5). En sección longitudinal radial no forman bandas, ni presentan conexiones transversales. El xilema primario aparentemente forma

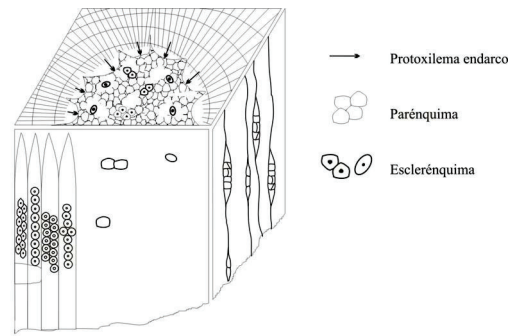


Figura 5. Bloque diagrama mostrando las características anatómicas principales en las tres secciones parcialmente modificado de Herbst y Crisafulli (1997).

Figure 5. Block diagram showing the main anatomical features of the three sections partially modified from Herbst and Crisafulli (1997).

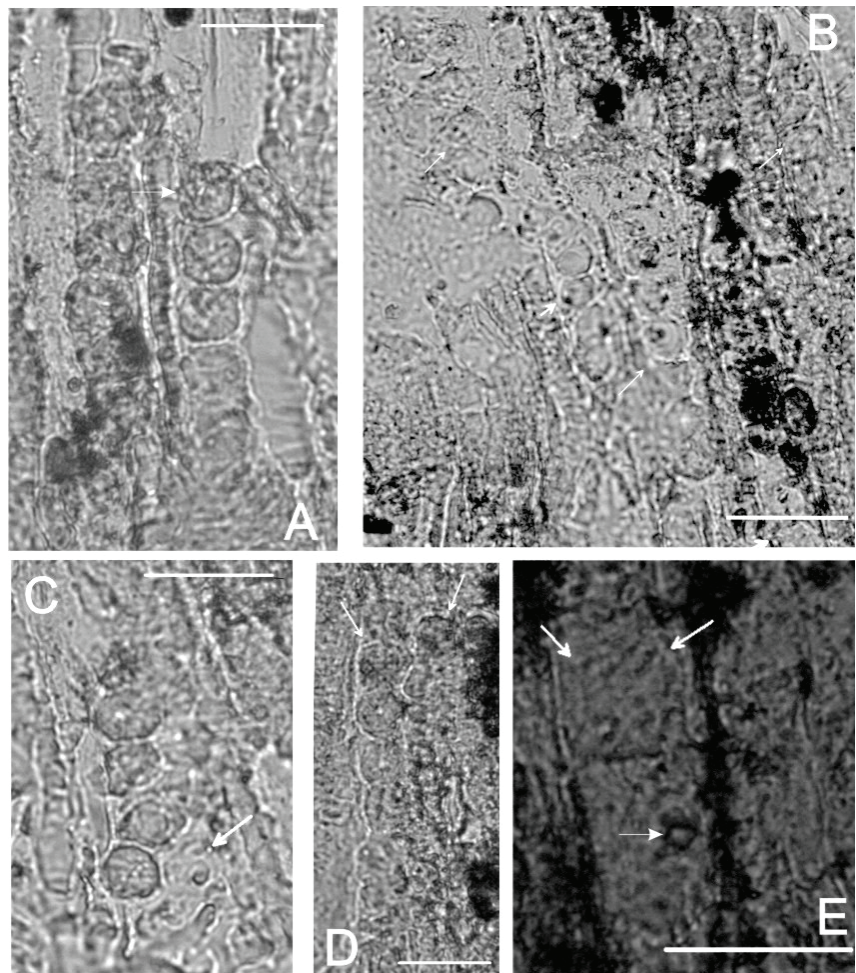


Figura 6. *Kaokoxylozaleskyi* (ULVG 4507, 5-6). Detalle de las punteaduras observadas en las paredes radiales de las traqueidas. A-B. Punteaduras radiales uniseriadas; C. Punteaduras radiales tipo mixto; D. Punteaduras radiales biseriadas; E. Punteaduras en los campos de cruzamiento. Escala: 30 µm.

Figure 6. *Kaokoxylozaleskyi* (ULVG 4507- 5, 6). Detail of pits observed on the radial tracheidal walls. A-B. Uniseriate radial pits; C. Mixed type radial pits; D. Biseriate radial pits; E. Pits on the cross-field. Scale bar: 30 µm.

proyecciones cuneiformes. En algunos fascículos xilemáticos se puede observar, aunque no nítidamente, el protoxilema endarco. Las traqueidas del metaxilema tienen contorno poligonal, miden 35 µm (28 µm-37 µm) de diámetro radial y 30 µm (32 µm-21 µm) de diámetro tangencial (Figuras 4B-C, 5). El xilema secundario presenta anillos de crecimiento marcados y *shearing-zones* (*sensu* Erasmus, 1976) (Figuras 4A, 5). Las traqueidas en sección transversal tienen contorno rectangular a cuadrangular. Miden en promedio 35 µm (30 µm-38 µm) de diámetro radial y 40 µm (33 µm-42 µm) de diámetro tangencial. Un promedio de 12 (6-17) traqueidas separan los radios entre sí en esta sección (Figuras 4D-E). El xilema secundario es de tipo araucarioide sin presentar engrosamientos helicoidales en las paredes de las traqueidas. En las paredes radiales se observan punteaduras uniseriadas, circulares, con la apertura circular de la aréola. Las punteaduras se disponen en forma contigua o espaciada, predominando las primeras. Miden aproximadamente 7,5 µm, siendo el

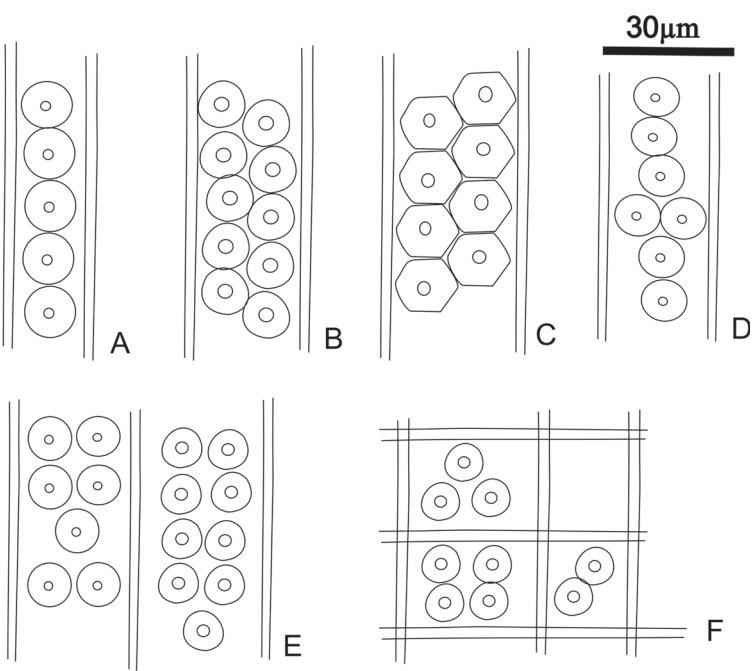


Figura 7. *Kaokoxylon zalesskyi* (ULVG 4507- 5,6). Representación del corte longitudinal radial mostrando las punteaduras biseriadas y mixtas en las paredes de las traqueidas del xilema secundario.
Figure 7. *Kaokoxylon zalesskyi* (ULVG 4507- 5, 6). Schematic representation of the longitudinal radial section with the biseriate and mixed pits on the tracheidal walls of the secondary wood.

Tabla 1. Cuadro de la distribución de las especies de Kaokoxylon parcialmente modificado de Herbst y Crisafulli (1997).
Table 1. Chart of the species distribution of Kaokoxylon species partially modified from Herbst and Crisafulli (1997).

Especies de Kaokoxylon	Médula		Procedencia		Edad	Referencia
	Características	Células esclerenquimáticas	Geográfica	Unidad estratigráfica		
K. reuningi	con canales secretores	cortas columnas en el borde de la médula	Kaokoveld, SW África	Dwika Superior, Sistema Karoo	Pérmico	Kräusel, 1956
K. durum	médula pentagonal	en grupos, de forma lenticular	Kaokoveld, SW África			
K. farleyense	médula octogonal	formando nidos esféricos con conexiones transversales	Farley, NSW, SE Australia	Ravensfield Sandstones	Pérmico Inferior	Maheshwari, 1972
K. pseudotrimedullaris	?	formando nidos	Maharashtra, India	Fm. Khamti	Pérmico Sup.	Prasad, 1982
K. rioclarense	circular, con ductos secretores dispersos	formando una vaina en la periferia de la medula en islotes asociados a células secretoras	Rio Claro, São Paulo, SE Brasil	Fm. Irati	Pérmico	Mussa, 1982
K. sclerosum	4 mm, con células secretoras	formando largas columnas	Namibia S África	Fm. Molteno	Triásico	Kräusel, 1956
K. zalesskyi	4-6 mm, lobulada	aisladas o formando pequeños grupos irregulares en toda la medula, sin conexiones	W Jamuria, Bengala, India	Kurmarpur Sandstone, Raniganj	Pérmico Sup.	Maheshwari, 1967
			S Brasil	Caturrita / Secuencia SM2 Superior	Triásico Sup.	Dutra y Crisafulli, 2002
			La Rioja, Argentina	La Antigua	Pérmico Sup.	Herbst y Crisafulli, 1997
Kaokoxylon sp.	-----	-----	Rio Chubut, Argentina	Cañadón Asfalto	Jurásico Medio	Gnaedinger y Cúneo, 2009

tamaño de la apertura de la aréola de 5 µm (Figuras 6A-B y 7A). También hay punteaduras biseriadas circulares y hexagonales, dispuestas en forma alterna, algunas opuestas y punteaduras mixtas en proporción mínima (Figuras 6C-D, 7B-C). Los campos de cruzamiento son araucarioides y no es posible observar las aréolas en todas las punteaduras (Figuras 6E, 7 F). El número de punteaduras varía de 1 a 4. En sección longitudinal tangencial, el sistema radial es homogéneo. Los radios son uniseriados, parcialmente biseriados y bajos. La altura promedio es de 2 (1-10) células (Figuras 4F, 5).

DISCUSIÓN

El análisis de las características anatómicas, principalmente de la médula, permite asignar este material al género *Kaokoxydon* Kräusel (1956). Este taxón agrupa a leños gimnospermicos del tipo *Araucarioxylon* (Lepekhina y Yatsenko, 1966) que presentan una médula heterogénea con células esclerenquimáticas. Con respecto a las especies conocidas de *Kaokoxydon*, el material aquí analizado es asignado a *Kaokoxydon zaleskyi* (Sahni) Maheshwari, el cual presenta xilema primario endarco, cuneiforme y xilema secundario picnoxílico, sin parénquima axial. Se establecieron comparaciones con *K. sclerosum* Kräusel (1956), *K. reuningi* Kräusel (1956), *K. farleyense* Maheshwari (1972), *K. durum* Kräusel (1956), *K. pseudotrimedullaris* Prasad (1982) y *K. rioclarense* Mussa (1982) distinguiéndose todas ellas, principalmente, por el contorno medular y por el tipo y disposición de las células esclerenquimáticas y su relación con el xilema primario, ya sea endarco o mesarco. Tales diferencias pueden observarse en la Tabla 1 que está modificada de la de Herbst y Crisafulli (1997), quienes identificaron a *Kaokoxydon zaleskyi* en el Pérmico Superior de la Formación La Antigua, en el Cerro Colorado de La Antigua, La Rioja, Argentina. Con referencia a la distinción de especies de *Kaokoxydon*,

Mussa (1982) hizo una disquisición con respecto a la ubicación de las células esclerenquimáticas y su relación con las cuñas del xilema primario, dividiéndolas en dos grupos. Así la especie *Kaokoxydon zaleskyi* formaría un grupo con *K. farleyense*, y *K. durum*, mientras que *K. sclerosum*, *K. reuningi* y *K. rioclarense* mostrarían un parentesco más cercano entre sí por el carácter de dichas cuñas xilemáticas. Es así que Mussa (1982) propone separar al grupo de “*Kaokoxydon zaleskyi*”, proponiendo tres alternativas, a saber: incluirlas en *Damudoxylon*, en *Brasilstiloxylon* o en un nuevo taxón. Sin embargo, no habiéndose pronunciado concretamente por alguna de ellas, aquí se propone seguir con el criterio sistemático original, que como se observa en la Tabla 1, es acorde a las características de este material. Otro taxón con notables afinidades a *Kaokoxydon* es *Scleromedulloxylon* Doubinger y Marguerier (1975) ya que también posee células escleróticas, pero tiene médula amplia, lagunar y con células resiníferas, que no se observan en *K. zaleskyi*. En cuanto a su asignación a nivel Orden, se sigue aquí la opinión de Herbst y Crisafulli (1997) que lo incluyen en Coniferales de acuerdo a las características anatómicas del leño secundario de “tipo *Araucarioxylon*”. Esta última comparación es expresada en Lepekhina (1972) y Prasad (1982, 1986). Estos autores describen las características del leño secundario de este morfogénero como compuesto de punteaduras uniseriadas, contiguas o espaciadas, punteaduras biseriadas circulares y hexagonales, dispuestas en forma alterna, opuesta y punteaduras uniseriadas y biseriadas. La especie tipo del género, *K. sclerosum*, es del Triásico, mientras que *K. zaleskyi* fue hallado en el Pérmico de la Formación Raniganj de la India y de la misma edad en Argentina (Formación La Antigua). Recientemente, Gnaedinger y Cúneo (2009) citan el hallazgo del género en el Jurásico Medio de la Formación Cañadón Asfalto en la provincia de Chubut, Argentina, ampliando así aún más su biocron. De esta manera su hallazgo en niveles

del Triásico, y asimismo del Jurásico, en Brasil, podría esperarse y explicar también su asociación con una fauna más avanzada, del Triásico más alto o base del Jurásico.

CONCLUSIONES

El presente estudio del fragmento de madera del Faxinal do Soturno, de la Cuenca de Paraná, permitió identificarlo como *Kaokoxydon zaleskyi*, una especie hasta ahora exclusiva del Pérmico; sin embargo el género tiene un biocron bastante más amplio, desde el Pérmico por lo menos hasta el Jurásico Medio. Los restos de la Taxaceae ya descrita (*S. spiralis*) y otras maderas asociadas, no estudiadas aún, parecen indicar una gran diversidad paleoxilológica, similar a la encontrada preservada como ramas y hojas en los mismos o cercanos niveles estratigráficos.

De esta manera, este estudio viene a completar algo más al conocimiento de una asociación plantífera del sur de Brasil, asociada por primera vez a la fauna de vertebrados y podrá contribuir a mejorar la ubicación cronológica de estos depósitos y su correlación con otros similares de esta parte del Gondwana.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras quieren expresar su sincero agradecimiento a R. Herbst por la lectura crítica del manuscrito y las sugerencias vertidas; a S. Gnaedinger por brindarnos la información sobre leños similares, del mismo género, del Jurásico de Argentina y a O. Revuelta y L. Sánchez Negrete, por la confección de las figuras. A la Fundação de Amparo a Pesquisa de Rio Grande do Sul (FAPERGS) por el apoyo a los trabajos en campo y a la Fundação Zoobotânica do RS, en la persona de J. Ferigollo, por el préstamo de algunas muestras fósiles. Hacen extensivo este sincero agradecimiento a la cuidadosa y esmerada labor de los revisores A. Artabe y S. Gnaedinger, quienes contribuyeron a mejorar la calidad de este trabajo.

REFERENCIAS

- ANDERSON, J.M.; ANDERSON, H.M. 1985. *Palaeoflora of Southern Africa: Prodrum of South African Megaflores Devonian to Lower Cretaceous*. Rotterdam, A.A. Balkema, 423 p.
- ANDERSON, J.M.; ANDERSON, H. 2003. *The heyday of gymnosperms: Systematic and biodiversity of the Late Triassic Molteno fructifications*. Strelitzia 15. Pretoria, National Botanical Institute, 398 p.
- ANDREIS, R.R.; BOSSI, G.E.; MONTARDO, D.K. 1980. O Grupo Rosário do Sul (Triássico) no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Camboriú, Brasil, *Anais*, 2:659-673.
- ARANTES, B. A.; SOARES, M.B.; SCHULTZ, C.L. 2009. *Clevosaurus brasiliensis* (Lepidosauria, Sphenodontia) do Triássico Superior do Rio Grande do Sul: anatomia pós-craniana e relações filogenéticas. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 12:43-54.
- ARAÚJO, D.C.; GONZAGA, T.D. 1980. Uma nova espécie de *Jachaleria* (Therapsida Dicynodontia) do Triássico do Brasil. In: CONGRESSO ARGENTINO DE PALEONTOLOGIA E BIOESTRATIGRAFIA, 2/CONGRESSO LATINO AMERICANO DE PALEONTOLOGIA, 1, Buenos Aires, Argentina, *Actas*, 1:159-174.
- BAMFORD, M.K.; PHILIPPE, M. 2001. Jurassic–Early Cretaceous Gondwanan homoxylous woods: A nomenclatural revision of the genera with taxonomic notes. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 113:287-297.
- BARBERENA, M.C.; FACCINI, U.F.; SCHERER, C.M.S. 1993. Situação atual e perspectivas da bioestratigrafia da Formação Santa Maria. In: SIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 1, Rio Claro, *Anais*, p. 100-101.
- BARDONI, R.; DUTRA, T.L. 2009. Record of Bennettitales “flowers” in the Lower Mesozoic beds from Southern Brazil. In: SIMPÓSIO ARGENTINO DE PALEOBOTÂNICA Y PALINOLOGÍA, 14, Mar del Plata, Argentina. *Resúmenes*. Disponível em <http://www.xivsapp.com.ar>; acesso em 30/10/2009.
- BONAPARTE, J.F.; BREA, G.; SCHULTZ, C.L.; MARTINELLI, A.G. 2006. A new specimen of *Guaiibasaurus candelariensis* (basal Saurischia). *Historical Biology*, 2006:1-10.
- BONAPARTE, J.F.; SUES, H.D. 2006. A new species of *Clevosaurus* (Lepidosauria: Rhynchocephalia) from the Upper Triassic of Rio Grande do Sul, Brazil. *Palaeontology*, 49:917-923.
- BRANDS, S.J. 1989-2005 (comp.). *Systema Naturae 2000*. Disponível em <http://sn2000.taxonomy.nl/>; acesso em 01/11/2009.
- DA ROSA, A.A.S.; FACCINI, U.F. 2005. Delimitação de blocos estruturais de diferentes escalas em seqüências mesozóicas do Estado do Rio Grande do Sul: implicações bioestratigráficas. *Gaea, Journal of Geoscience*, 1(1):16-23.
- DOUBINGER, J.; MARGUERIER, J. 1975. Paléoxylologie: Étude anatomique comparée de: *Scleromedulloydon aveyronense* nov. sp. du Permien de St. Affrique (Aveyron, France): Considérations taxonomiques et stratigraphiques. *Geobios*, 8:25-29.
- DUTRA, T.; CRISAFULLI, A. 2002. Primeiro registro de uma associação de lenhos e ramos de coníferas em níveis do final do Triássico Superior no Sul do Brasil (Bacia do Paraná, Formação Caturrita). In: CONGRESSO ARGENTINO DE PALEONTOLOGIA Y BIOESTRATIGRAFIA, 8, Corrientes, *Resúmenes*, p. 32.
- DUTRA, T.L.; FACCINI, U. 2002. First record of vegetative shoots of conifer associated to seed cone and wood in the Late Triassic of Southern Brazil. In: INTERNATIONAL PALEONTOLOGICAL CONGRESS, 1, Sidney, Geological Society of Australia, *Abstracts*, p. 203.
- DUTRA, T.L.; WILBERGER, T.P.; FACCINI, U.F. 2007. Contribuição à estratigrafia e paleoambiente do final do Triássico na Bacia do Paraná a partir dos níveis com flora a Formação Caturrita. In: SIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ – CRONOPAR, 4, 2007, Búzios, *Boletim de Resúmenes*, p. 22.
- ERASMUS, T. 1976. On the anatomy of *Dadoxylon arberi* Seward, with some remarks on the phylogenetical tendencies of its tracheid pits. *Palaeontologia Africana*, 19:127-133.
- FACCINI, U.F. 1989. *O permo-triássico do Rio Grande do Sul: uma análise sob o ponto de vista das seqüências deposicionais*. Porto Alegre, UFRGS, Dissertação de Mestrado, 121 p.
- FERIGOLO, J.; RIBEIRO, A.M. 2001a. Projeto Pró-Guaíba 2000: novos dados sobre o Triássico/Jurássico do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. In: REUNIÃO SOBRE EL TRIÁSSICO DEL CONO SUR, 4, 2001, San Luis, *Boletín de Resúmenes*, p. 9.
- FERIGOLO, J.; RIBEIRO, A.M. 2001b. Estudos sobre o Triássico/Jurássico do RS: o projeto Pró-Guaíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 17, Rio Branco, *Boletim de Resúmenes*, p. 170.
- GARCIA ESTEBAN, L.; DE PALACIOS DE PALACIOS, P.; GUINDEO CASASÚZ, A.; GARCIA ESTEBAN, L.Y.; LÁZARO DURÁN, I.; GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, L.; RODRIGUEZ SALVADOR, Y.; FERNÁNDEZ GARCÍA, S.; BOBADILLA MALDONADO, L.; CAMACHO ATALAYA, A. 2002. *Anatomía e identificación de maderas de coníferas a nivel de especies*. Fundación Conde del Valle de Salazar y Ediciones Mundi-Prensa, 421 p.
- GARCÍA ESTEBAN, L.; GUINDEO CASASÚZ, A.; PEREZA ORAMAS, C.; DE PALACIOS DE PALACIOS, P. 2003. *La madera y su anatomía*. Fundación Conde del Valle de Salazar y Ediciones Mundi-Prensa, 327 p.
- GNAEDINGER, S.; CÚNEO, R. 2009. Maderas de Gimnospermas de la Formación Cañadón Asfalto, Chubut, Argentina. In: Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, 14, Mar del Plata, Argentina. *Resúmenes*. Disponível em <http://www.xivsapp.com.ar>; acesso em 15/10/2009.
- GREUTER, W.; BARRIE, F.R.; BURDET, H.M.; CHALONER, W.G.; DEMOULIN, V.; HAWKSWORTH, D.L.; JORGENSEN, P.M.; NICOLSON, D.H.; SILVA, P. C.; TREHANE, P.; MC NEILL, J. 1994. International Code of Botanical Nomenclature (Tokyo Code) Adopted by the Fifteenth International Botanical Congress. Yokohama, August–September 1993. *Regnum Vegetabile*, 131:1-389.
- GUERRA-SOMMER, M.; CAZZULO-KLEPZING, M.; BOLZON, R.T.; ALVES, L.S.R.; IANNUZZI, R. 2000. As floras triássicas do Rio Grande do Sul: flora *Dicroidium* e flora *Araucarioxylon*. In: M. HOLZ; L.F. DE ROS (eds.), *Paleontologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, CIGO/UFRGS, p. 85-106.
- HERBST, R.; CRISAFULLI, A. 1997. *Kaokoxydon zaleskyi* (Sahni) Maheshwari (Coniferopsida), en el Pérmico Superior del cerro Colorado de la Antigua, La Rioja, Argentina. *Ameghiniana*, 34:447-451.
- IAWA COMMITTEE. 2004. List of microscopic features for softwood identification. *International Association Wood Anatomist Journal*, 25:1-70.
- KRÄUSEL, R. 1956. Der “Versteinerte Wald” in Kaokoveld, Südwest Afrika. *Senckbergiana Lethaea*, 37:411-445.
- LEPEKHINA, V. 1972. Woods of Palaeozoic pycnoxilic gymnosperm with special reference to North Eurasia representative. *Paleontographica Abteilung*, B 138:44-106.
- LEPEKHINA, V.; YATSENKO, A. 1966. Classification and nomenclature of woods of Palaeozoic pycnoxilic Plantas. *Taxon*, 15:66-70.
- MAHESHWARI, H. 1967. On some fossil woods from the Raniganj Coalfield, Bengal. In Studies in the *Glossopteris* flora of India. *The Palaeobotanist*, 15:243-257.
- MAHESHWARI, H. 1972. Permian woods from Antarctica and revision of some Lower Gondwana wood taxa. *Palaeontographica*, B138:1-43.
- MUSSA, D. 1982. *Lignitofloras permianas da Bacia do Paraná, Brasil (estados de São Paulo e Santa Catarina)*. São Paulo, USP, Tese de Doutorado, 445 p.
- NETTO, R.G. 2007. *Sklotihos*-dominated piperock in nonmarine environments: An example from the Triassic Caturrita Formation, southern Brazil. In: R.G. BROMLEY; L.A. BUATOIS; M.G. MÁNGANO; J.F. GENISE; R.N. MELCHOR (eds.), *Sediment-organism interactions: A multifaceted ichnology*. SEPM Special Publication 88, p. 107-122.
- PEREZ, P.A.; MALABARBA, M.C. 2002. A Triassic freshwater fish fauna from the Paraná Basin. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 4:27-34.
- PHILIPPE, M. 1993. Nomenclature générique des tracheidoxyles mesozoïques à champs araucarides. *Taxon*, 40:74-82.
- PIRES, E.F.; GUERRA-SOMMER, M. 2004. *Sommerxylon spiralis* from the Upper Triassic in southernmost Paraná Basin (Brazil): A new taxon with taxacean affinity. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 76(3):595-609.

- PRASAD, M. 1982. An annotated synopsis of Indian Palaeozoic gymnospermous woods. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **38**:119-156.
- PRASAD, M. 1986. Xylotaphoflora of the Kamthi Formation, India Lower Gondwana with remarks on the biostratigraphic importance of its taphoflora. *Palaeontographica*, **B 201**:111-134.
- RUBERT, R.R.; SCHULTZ, C.L. 2004. Um novo horizonte de correlação para o Triássico Superior do Rio Grande do Sul. *Pesquisas em Geociências*, **31**(1):71-88.
- SAHNI, B. 1932. *Dadoxylon zalesskyi*, a new species of Cordaitan tree from the Lower Gondwana of India. *Records Geological Survey*, **66**:414-429.
- SCHULTZ, C. L.; LANGER, M.C. 2007. Tetrápodes triássicos do Rio Grande do Sul, Brasil. In: I.S. CARVALHO (ed.), *Paleontologia: cenários de vida*. Interciência, p. 269-282.
- STEWART, W.; ROTHWELL, G. 1993. *Paleobotany and the evolution of plants*. Cambridge, Cambridge University Press, 521 p.
- WILBERGER, T.P. 2009. Record of *Pagiophyllum* Heer in the Lower Mesozoic red beds of Paraná Basin, Southern Brazil, based in epidermal anatomy. In: SIMPOSIO ARGENTINO DE PALEOBOTÁNICA Y PALINOLOGÍA, 14, Mar del Plata, Argentina. *Resúmenes*. Disponible en <http://www.xivisapp.com.ar>; acceso en 01/11/2009.
- WILBERGER, T.P.; DUTRA, T.L.; STRANZ, A.F. 2004. Ramos foliares do complexo *Pagiophyllum-Brachyphyllum-Cyparissidium* em níveis do Triássico Superior da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul - Brasil. In: REUNIÃO DE PALEOBOTÂNICOS E PALINÓLOGOS/ MEETING OF PALEOBOTANISTS AND PALINOLOGISTS, 11, Gramado, *Boletim de Resumos*, p. 154.
- ZERFASS, H.; LAVINA, E.L.; SCHULTZ, C.L.; GARCIA, A.J.V.; FACCINI, U.F.; CHEMALE Jr., F. 2003. Sequence stratigraphy of continental Triassic strata of Southernmost Brazil: a contribution to Southwestern Gondwana palaeogeography and palaeoclimate. *Sedimentary Geology*, **161**:85-105.
- ZERFASS, H.; CHEMALE Jr., F.; SCHULTZ, C.L.; LAVINA, E. 2004. Tectonics and sedimentation in southern South America during Triassic. *Sedimentary Geology*, **166**:265-292.

Submetido em: 01/08/2009

Aceito em: 03/11/2009