

EL PÉRMICO - TRIÁSICO DE LA CUENCA DE PARANÁ EN BRASIL Y URUGUAY: UNA APROXIMACIÓN A LA SISTEMATIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA

Gerardo VEROSLAVSKY

Matías SOTO

José Alexandre J. PERINOTTO

RESUMEN

Los depósitos continentales de las cuencas de Paraná, Chaco-Paraná y Norte (Brasil, Argentina y Uruguay), acumulados desde finales del Pérmico hasta la extrusión de los enormes volúmenes de lava en el Cretácico Temprano, se encuentran íntimamente ligados a una nueva configuración paleogeográfica asociada a los procesos geológicos del margen sudoccidental de Gondwana. Esto dio lugar a la implantación de una progresiva continentalización de esos ámbitos de cuenca que albergó depósitos eólicos y fluviales, subordinadamente lacustres, esencialmente siliciclásticos, que se fueron sucediendo a lo largo de ese tiempo. En la región riograndense-uruguaya afloran gran parte de esos registros continentales donde sus similitudes litológicas, las dificultades para la lectura de discordancias y la falta de horizontes de correlación con significación cronológica constituyen parte de las causas de muchas concepciones conflictivas sobre la estratigrafía del área. El trabajo realizado partió de una revisión amplia de la literatura geológica sobre la evolución histórica de las diferentes propuestas de ordenamiento espacial y temporal de las rocas sedimentarias comprendidas entre la Formación Rio do Rasto y los basaltos de Serra Geral. Esta revisión fue acompañada de trabajos de campo orientados, en particular, a revisar las características litológicas y distribución de las formaciones Buena Vista (Pérmico Superior) y Sanga do Cabral (Triásico Inferior) exclusivamente en superficie, con el objetivo último de ajustar la cartografía geológica en el área de la frontera terrestre brasileña-uruguaya. Adicionalmente, se discuten aspectos relacionados al apartamiento de las buenas prácticas estratigráficas como la mezcla de criterios de lito-bio-cronocorrelación y la proliferación innecesaria de nombres, así como la importancia y significación que tiene la aplicación de técnicas y procedimientos estratigráficos correctas en la discusión sobre el uso y protección del Sistema Acuífero Guaraní, recurso hídrico compartido entre ambos países.

Palabras clave: Formación Buena Vista; Formación Sanga do Cabral; Estratigrafía; Frontera riograndense-uruguaya.

ABSTRACT

THE PERMIAN - TRIASSIC IN THE PARANÁ BASIN IN BRAZIL AND URUGUAY: AN APPROACH TO STRATIGRAPHIC SYSTEMATIZATION. The continental deposits of the Paraná, Chaco-Paraná, and Norte basins (Brazil, Argentina, and Uruguay), accumulated from the end of the Permian until the extrusion of the enormous volumes of lava in the Early Cretaceous, are intimately linked to the new paleogeographic configuration associated with the geological processes of the southwestern margin of Gondwana. This fact led to the implementation of a progressive continentalization of these basin areas that housed essentially siliciclastic deposits of aeolian, fluvial, and subordinately lacustrine origin, which followed one another throughout that time. In the Uruguay - Rio Grande do Sul/Brazil region, a large part of these continental records crop out. Their lithological similarities, the

difficulties in recognizing unconformities, and the lack of marker horizons are part of the causes of many conflicting conceptions about the area's stratigraphy. The work was based on a broad review of the geological literature on the historical evolution of the different proposals addressing the spatial and temporal arrangement of the sedimentary rocks developed between the Rio do Rasto Formation and the Serra Geral basalts. This review was accompanied by fieldwork aimed, in particular, at reviewing the lithological characteristics and distribution of the Buena Vista (Upper Permian) and Sanga do Cabral (Lower Triassic) formations exclusively on the surface, with the ultimate goal of adjusting the geological cartography in the area of the Uruguayan-Brazilian border. In addition, aspects related to the departure from good stratigraphic practices are discussed, such as the mixture of litho-bio-chrono correlation criteria and the unnecessary proliferation of names, as well as the importance of the application of correct stratigraphic techniques and procedures in the discussion on the use and protection of the Guarani Aquifer System, a water resource shared between the two countries.

Keywords: Buena Vista Formation; Sanga do Cabral Formation; Stratigraphy; Uruguay-Brazil border.

1 INTRODUCCIÓN

En este trabajo se realiza una revisión sobre los principales aspectos estratigráficos de los registros del Pérmico Superior y Triásico de la Cuenca de Paraná, con particular énfasis en las “Areniscas de Buena Vista” (FALCONER 1937) y la Formación Sanga do Cabral (ANDREIS *et al.* 1980). Estas dos unidades afloran en la región sur de Rio Grande do Sul/Brasil y norte de Uruguay formando parte del relleno vulcano-sedimentario paleo-mesozoico del extenso ámbito de sedimentación gondwánica que integran las denominadas cuencas de Paraná, Chaco-Paraná y Norte (MILANI 1997). Otras unidades que se asignan al Triásico, y aún al Jurásico de la Cuenca de Paraná, fueron incluidas en la revisión a efectos de contextualizar el origen y evolución de algunos de los aspectos y propuestas estratigráficas discutidas.

Los trabajos de campo en las formaciones Buena Vista y Sanga do Cabral se restringieron al área aflorante que se desarrolla a ambos lados de la frontera terrestre de Brasil y Uruguay y zonas próximas adyacentes. Estas unidades se extienden desde Rio Grande do Sul, contorneando el Arco de Rio Grande, hasta casi el borde sur de la cuenca en Uruguay (Figura 1). Cabe señalar que estas formaciones son reconocidas también en regiones del subsuelo argentino, brasileño y uruguayo (PADULA & MINGRAMM 1968, RUSSO *et al.* 1979, CHEBLI *et al.* 1989, ZALAN *et al.* 1990, FRANÇA *et al.* 1995, MILANI 1997, DE SANTA

ANA *et al.* 2006, DE PAULA E SILVA *et al.* 2023, SCHERER *et al.* 2023).

Las formaciones Buena Vista y Sanga do Cabral pasaron por un largo periplo en cuanto a sus definiciones, alcances, relaciones estratigráficas, contenido fosilífero y asignación temporal. Los términos litológicos y límites estratigráficos que agruparon estas unidades fueron motivo de largas discusiones, controversias y conflictos entre los grupos de investigación geológica de la Cuenca de Paraná. Las mismas no quedaron restringidas a la región meridional de la cuenca, sino que, por el contrario, varios aspectos conflictivos se extendieron hasta su región septentrional, en los estados de São Paulo y Paraná.

Más allá de otras causas que se abordan aquí con el objetivo de entender los problemas estratigráficos relacionados a estas unidades, se ha constatado que buena parte de las discusiones tienen como telón de fondo un manejo inadecuado de los principios y procedimientos consagrados para la denominada “estratigrafía de las unidades formales”. Particularmente, aquellos relacionados a los criterios que deben primar en la definición, revisión, redefinición, eliminación, establecimiento de límites y uso de nombres para las unidades litobio y cronoestratigráficas. La situación se vuelve más compleja cuando estos criterios se mezclaron en la correlación geológica de unidades que se desarrollan en regiones distantes de la cuenca.

La correlación geológica puede estar basada en diferentes atributos (litológicos, fósiles, edad), pero los límites y alcances que se pueden establecer

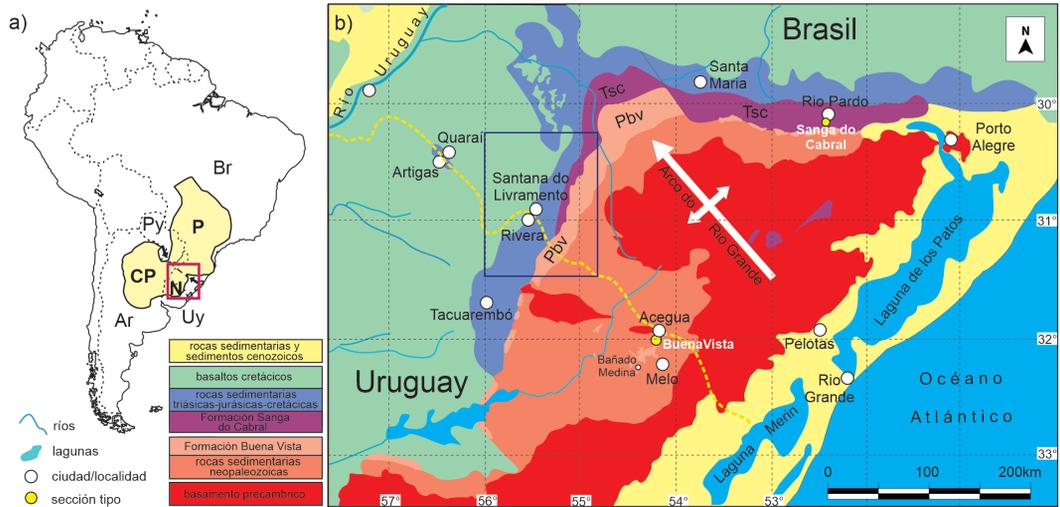


FIGURA 1 – Mapa general de ubicación: a) situación de las cuencas de Paraná (P), Chaco-Paraná (CP) y Norte (N); b) área de afloramiento de las sucesiones paleozoicas y mesozoicas en Brasil (Rio Grande do Sul) y Uruguay, separando a las formaciones Buena Vista (Pérmico) y Sanga do Cabral (Triásico Inferior) a partir de HORN et al. (2022) y VEROSLAVSKY et al. (2024). El recuadro azul indica el área de estudio.

FIGURE 1 – General location map: a) situation of the Paraná (P), Chaco-Paraná (CP) and Norte (N) basins; b) outcrop area of the Paleozoic and Mesozoic successions in Brazil (Rio Grande do Sul) and Uruguay, separating the Buena Vista (Permian) and Sanga do Cabral (Lower Triassic) formations from HORN et al. (2022) and VEROSLAVSKY et al. (2024). The blue box indicates the study area.

cuando se aplican estos diferentes criterios no necesariamente se corresponden entre sí. Un criterio básico es el que establece que una unidad litoestratigráfica debe ser distinguida y delimitada con base en sus características litológicas y por sus relaciones estratigráficas con las unidades adyacentes. Esto se traduce en que, si en un cuerpo rocoso su identidad litológica y relaciones con las unidades adyacentes se mantienen, la unidad continúa válida independientemente de sus fósiles (bioestratigrafía) y tiempo (cronoestratigrafía). Sin embargo, cuando las unidades lito-bio y cronoestratigráficas no se utilizan correctamente, ocurren confusiones e inconsistencias en las columnas estratigráficas y mapas geológicos de una región, lo que en parte explica la “colcha de retazos” que durante décadas caracterizó a la estratigrafía y los mapas geológicos del borde sur de la Cuenca de Paraná.

Esta contribución se apoya y justifica en sucesivos aportes realizados a la estratigrafía de la región brasileña-uruguaya de la cuenca por, entre otros, SCHERER & LAVINA (2006), SCHERER et al. (2000, 2021), DE SANTA ANA et al. (2006), PEREA et al. (2009), HOLZ et al. (2010), SOARES et al. (2014), DO AMARANTE et al. (2019), REIS et al. (2019),

VEROSLAVSKY et al. (2021, 2024), HORN et al. (2022), DE PAULA E SILVA et al. (2023) y SCHERER et al. (2023). Estos han permitido, a lo largo de sucesivas aproximaciones, lograr un mejor entendimiento y una mayor racionalidad al ordenamiento de la columna estratigráfica de la cuenca. Algunos aspectos conflictivos del registro sedimentario que representa el pasaje del Pérmico al Triásico en esta región fueron motivo de análisis y consideraciones diversas (entre otros, BORTULUZZI 1974, HORBACH et al. 1986, LAVINA et al. 1993, SOARES & ASSINE 1992, LAVINA & SCHERER 1997, FACCINI 1989, DE SANTA ANA & VEROSLAVSKY 2003, SOARES et al. 2008, SOARES et al. 2014).

SCHERER et al. (2021, 2023) incluyeron en la columna estratigráfica brasileña de la Cuenca de Paraná a la Formación Buena Vista, adoptando la redefinición propuesta en Uruguay por DE SANTA ANA et al. (2006) y, a su vez, contemplando las consideraciones realizadas por, entre otros, SOARES et al. (2008) y SOARES et al. (2014). Esa propuesta fue una contribución relevante que se basa en el reconocimiento de la continuidad física de las unidades para su correlación, la aplicación del criterio de prioridad, así como el de relación entre nombres y límites políticos (IUGS 1976,

CNNE 2024). HORN *et al.* (2022) incluyeron a la Formación Buena Vista en el mapa geológico de la Cuenca de Paraná para la región brasileña.

A efectos de entender la historia de la evolución geológica de la cuenca, de las unidades que la componen y considerar las diferentes visiones que se sucedieron, fue necesario analizar las propuestas estratigráficas desde su formulación original. La revisión comprendió al conjunto de rocas sedimentarias comprendidas entre las *camadas “vermelhas” do Rio do Rasto* y las *rochas eruptivas da Serra Geral* (WHITE 1908). Aunque ese intervalo rocoso pueda parecer demasiado amplio, se entendió necesario para lograr entender y explicar algunos de los encuentros y desencuentros de la estratigrafía de la cuenca.

El otro objetivo de este trabajo fue conciliar los límites geológicos de las unidades litoestratigráficas a lo largo de la frontera terrestre entre Brasil y Uruguay (“corredor internacional”) para lo que se realizaron relevamientos de campo que concluyeron con la elaboración de un mapa geológico a escala 1:1.000.000 que ajustó la distribución espacial de las formaciones Sanga do Cabral y Buena Vista en el área de estudio.

2 CONTEXTO GEOLÓGICO

Los depósitos continentales de las cuencas de Paraná, Norte y Chaco-Paraná, acumulados desde finales del Pérmico hasta la extrusión de los enormes volúmenes de lava en el Cretácico Temprano, se encuentran íntimamente ligados a la formación del supercontinente Pangea (*e.g.* ASSINE *et al.* 2004). Es bajo ese contexto que se desarrolla una nueva configuración paleogeográfica asociada a los procesos geológicos que transcurrieron en el margen sudoccidental de Gondwana Occidental (COBBOLD *et al.* 1986, ZALÁN *et al.* 1990, MILANI & RAMOS 1998). Estos incluyeron la instalación del Orógeno de Gondwanides (COBBOLD *et al.* 1986, ROSSELLO *et al.* 1997, PÁNGARO *et al.* 2015) situado al Sur de la Provincia de Buenos Aires (Figura 2) que, entre otras consecuencias, trae consigo la modificación drástica del escenario paleogeográfico restringiendo las antiguas conexiones marinas paleozoicas, acelerando la subsidencia y dando lugar a la implantación de una progresiva continentalización de esos ámbitos de sedimentación (MILANI 1997, LIMARINO *et al.* 1999).

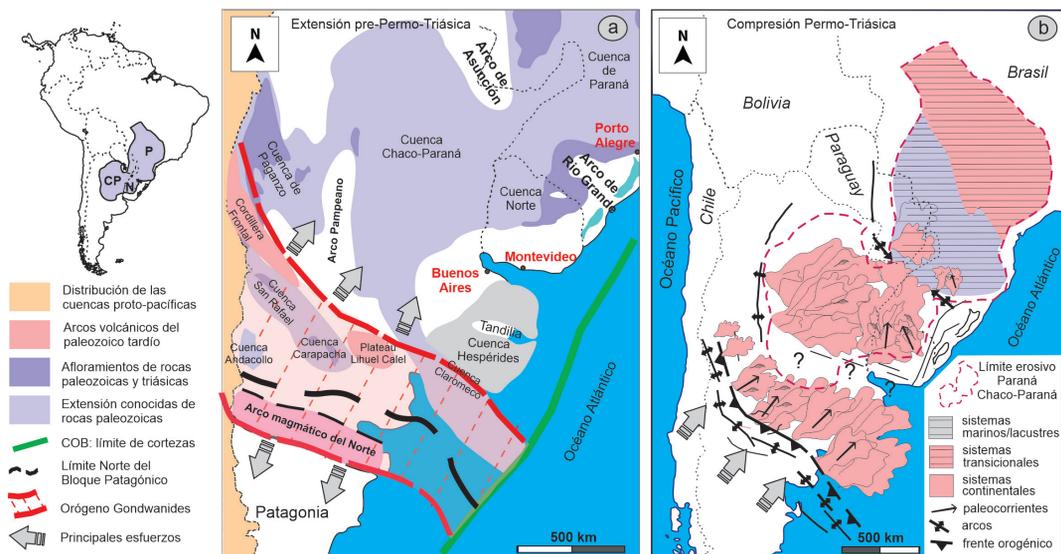


FIGURA 2 – Contexto geotectónico regional, distribución de las cuencas y rasgos paleogeográficos de la región meridional de América del Sur; a) final del Pérmico, b) Pérmico-Triásico (tomado y modificado de ROSSELLO *et al.* 1997, LIMARINO *et al.* 1999, GASTMANS *et al.* 2012, PÁNGARO *et al.* 2015, ALESSANDRETTI *et al.* 2016 y KERN *et al.* 2021)

FIGURE 2 – Regional geotectonic context, distribution of basins and paleogeographic features of the southern region of South America: a) end of the Permian, b) Permian-Triassic (modified and simplified from ROSSELLO *et al.* 1997, LIMARINO *et al.* 1999, GASTMANS *et al.* 2012, PÁNGARO *et al.* 2015, ALESSANDRETTI *et al.* 2016 and KERN *et al.* 2021).

El extenso mar epicontinental (“mar Palermo o Irati-Whitehill”) que dominó la evolución de las cuencas Paraná, Norte y Chaco-Paraná durante el Pérmico (PERINOTTO 1992, BASTOS et al. 2021), fue reduciéndose hasta extinguirse bajo el control que propició el levantamiento de áreas cratónicas en el margen sudoccidental gondwánico (MILANI & RAMOS 1998). Estas nuevas áreas de aporte serían las responsables del importante influjo sedimentario clástico que colmatarán el antiguo ámbito marino hacia finales del Pérmico (ALESSANDRETTI et al. 2016, KERN et al. 2021).

Estas cuencas pasaron a ser palco de una gran sedimentación continental, esencialmente siliciclástica, de naturaleza fluvial y eólica, cuyos registros quedarán preservados por el magmatismo Serra Geral (MILANI 1997; CHEBLI et al. 1999; SCHERER et al. 2021, 2023; VEROSLAVSKY et al. 2021). HARRINGTON (1962) y MILANI & DE WIT (2008), entre otros, sugirieron que estas pudieron estar conectadas con otras cuencas adyacentes a través de un corredor submeridional (Figura 2) o, inclusive, con las cuencas de Claromecó y Hespérides que se desarrollan en tierra firme y costa afuera de la Provincia de Buenos Aires (PÁNGARO et al. 2015).

La evolución de esta región de Gondwana Occidental atravesó, desde finales del Pérmico hasta el Cretácico, un momento particular donde, como rasgo sobresaliente, se destaca la instalación de sucesivos “paleodesiertos” que, en forma aproximada, ocuparán en ese lapso casi el mismo ámbito geográfico de sedimentación (ASSINE et al. 2004). Las formaciones Buena Vista y Sanga do Cabral representan parte de esos registros continentales, separados por una discordancia labrada desde finales del Pérmico hasta el inicio del Triásico, superficie que estaría asociada a los levantamientos e interrupciones sedimentarias originadas por los eventos tectónicos que transcurren en el margen gondwánico (SCHERER et al. 2021).

La Formación Buena Vista es entendida aquí como fue redefinida por DE SANTA ANA et al. (2006). Reúne a las areniscas continentales, finas a medias, cuarzo-feldespáticas, de tonalidades rojizas, amarronadas a blanquecinas, con estratificación cruzada de gran porte y alto ángulo como estructura sedimentaria típica, e intercalaciones de areniscas y areniscas conglomerádicas, con subordinados niveles de pelitas asociados. Esta unidad fue depositada esencialmente por la acción eólica y episodios fluviales. DE SANTA ANA et al. (2006) dividen a esta unidad en dos miembros: Colonia Orozco y

Cerro Conventos. Sus relaciones estratigráficas son de continuidad con concordancia con la Formación Yaguari. La Formación Yaguari es considerada aquí equivalente a la Formación Rio do Rasto. En territorio uruguayo, las relaciones estratigráficas entre las formaciones Buena Vista y Rio do Rasto se expresan a través de contactos horizontales y cambios laterales de facies (FALCONER 1937, ELIZALDE et al. 1970, FERRANDO & ANDREIS 1989, GOSO et al. 2001, DE SANTA ANA et al. 2006). Esas relaciones también son reconocidas son reconocidas en territorio brasileño (LAVINA 1991, LAVINA & SCHERER 1997, MILANI et al. 2007, SOARES et al. 2008, HOLZ et al. 2010, SOARES et al. 2014). En territorio uruguayo, localmente y asociada a altos estructurales, la Formación Buena Vista se apoya directamente sobre basamento cristalino (e.g. alrededores de Manuel Diaz, departamento de Rivera) y rocas carboníferas (e.g. pozos Achar E-1 y Quintana E-1, departamentos de Tacuarembó y Salto, respectivamente).

La Formación Sanga do Cabral es entendida aquí bajo la redefinición de LAVINA & SCHERER (1997) y SCHERER et al. (2000, 2021). Reúne a una sucesión de areniscas medias a gruesas, pelitas y arcillitas rojizas depositadas por sistemas fluviales que se distribuyen a lo largo de una franja de afloramientos en los municipios de Rio Pardo, São Pedro do Sul y Santana do Livramento de Rio Grande do Sul. Esos autores describen la presencia de algunos paquetes de pelitas y arcillitas lacustres que se intercalan a los fluviales, así como la presencia de episodios sedimentarios que denotan procesos de retrabajo eólico. El contenido fosilífero permite su asignación en el Triásico Temprano a partir de los trabajos de LAVINA (1983), LAVINA & BARBERENA (1985) y BARBERENA et al. (1985). Sus relaciones estratigráficas son de discordancia con la infrayacente Formación Buena Vista (SCHERER et al. 2023), y de discordancia con las suprayacentes formaciones Santa María (DELANEY & GOÑI 1963, SCHERER et al. 2000) y Guará (LAVINA & SCHERER 1997; SCHERER et al. 2021, 2023).

3 METODOLOGIA

La revisión de antecedentes consistió en el análisis de las principales contribuciones sobre el registro sedimentario comprendido entre la Formación Rio do Rasto y la Formación Serra Geral (equivalente a la Formación Arapey) enfocada, con mayor énfasis, a la región meridional de la Cuenca

de Paraná. Los trabajos consultados se citan en la bibliografía. Adicionalmente, se revisaron otras contribuciones sobre la geología de la cuenca con el objetivo de visualizar cuáles eran las columnas estratigráficas locales y/o subregionales que las diferentes síntesis regionales adoptaban. En ese sentido, fueron consultados: WHITE (1908), WALTHER (1919), DU TOIT (1927), WINDHAUSEN (1931), GORDON JR. (1947), SANDFORD & LANGE (1960), NORTHFLEET et al. (1969), SCHNEIDER et al. (1974), RUSSO et al. (1979), FULFARO et al. (1982), PEZZI & MOZETIC (1989), CHEBLI et al. (1989, 1999), BOSSI & NAVARRO (1988), ZALÁN et al. (1990), FRANÇA et al. (1995), MILANI (1997), MILANI et al. (1994, 1998, 2007), DE SANTA ANA et al. (2006) y SOARES et al. (2014).

A efectos de comparar e ilustrar los diferentes criterios estratigráficos adoptados en los trabajos cartográficos fueron consultados los siguientes mapas geológicos: i) del Estado de Rio Grande do Sul (CARRARO et al. 1974, HORBACH et al. 1986, SANTOS et al. 1989, WILDNER et al. 2006); ii) de la República Oriental del Uruguay (LAMBERT 1941, SERRA et al. 1946, CAORSI & GOÑI 1958, BOSSI et al. 1975, PRECIOZZI et al. 1985, BOSSI & FERRANDO 2001); iii) de América del Sur elaborado con la participación de los servicios geológicos de Argentina, Brasil y Uruguay (CGMW-ASGMI 2011); y iv) de la Cuenca de Paraná en territorio brasileño (HORN et al. 2022).

Los relevamientos geológicos con el objetivo del reconocimiento de las unidades litoestratigráficas se realizaron durante tres campañas de campo y consistieron en el levantamiento de transectas a lo largo de las principales rutas y caminos secundarios del área de estudio (Figura 1). Se relevaron aproximadamente 80 km del camino de la Cuchilla de Santa Ana (“Corredor Internacional”) desde las ciudades de Rivera – Santana do Livramento hasta Puntas del Yaguarí, Escuela Rural N°65 (Uruguay), contando con el auxilio de la información de transectas, perfiles y mapas geológicos realizados por PYT CONSULTORA (2007). Adicionalmente, se visitaron otros afloramientos referidos en la bibliografía como representativos de secciones de las formaciones Buena Vista y Sanga do Cabral fuera del área estudio. El mapa geológico se realizó a partir de los datos de campo recogidos que permitieron pequeños ajustes de los mapas geológicos de CGMW-ASGMI (2011), HORN

et al. (2022) y VEROSLAVSKY et al. (2024). Se utilizaron como apoyo imágenes satelitales y fotografías aéreas exclusivamente de la zona de la frontera.

4 RESULTADOS

4.1 Revisión de antecedentes

El primer mojón en la estratigrafía de la Cuenca de Paraná es la columna de WHITE (1908), levantada a lo largo de la *Serra do Rio do Rastro* (Tabla 1). OLIVEIRA (1929) introdujo modificaciones reasignando la denominación de *Grês de Botucatu* (GONZAGA DE CAMPOS 1899) a las areniscas de São Bento (Tabla 1). A su vez, subdividió los estratos de Rio do Rasto, de base a techo, en: estratos de Terezina (*Pachycardia*); estratos de Serrinha (*Cuspidaria*, *Myophoria*); y estratos de Santa Maria (con árboles petrificados y reptiles: *Erythrosuchus*, *Cephalonia*, rincosaurios).

MORAES REGO (1930) describe con mayor detalle la presencia de maderas petrificadas y rincosaurios en las “*camadas de Santa Maria*”, otorgándoles una extensión que luego GORDON JR. (1947) restringe a Rio Grande do Sul utilizando, por primera vez, la denominación Formación Santa Maria (KISCHLAT 2018). GORDON JR. (1947) también define una discordancia entre la Formación Santa Maria y la Formación Rio do Rasto, separada en los miembros Serrinha y Morro Pelado, criterio que adoptan la mayoría de los autores modernos (ORLANDI FILHO et al. 2006).

En Uruguay, FALCONER (1937) realiza la primera propuesta que se diferencia de WHITE (1908). FALCONER (1931) había definido a las “Areniscas de Tacuarembó” como la sucesión comprendida entre las rocas eruptivas de Serra Geral y apoyadas en discordancia sobre las rocas sedimentarias agrupadas en Estrada Nova. FALCONER (1937) separó de las “Areniscas de Tacuarembó” a las “Areniscas de Buena Vista”, en la que reúne a una sucesión de areniscas rojizas pérmicas, con estratificación cruzada marcada, que se desarrollan en la localidad homónima del departamento de Cerro Largo, extremo norte de Uruguay y muy próximo a Brasil (Figura 1, Tabla 1).

Los aportes de FALCONER (1937), con vigencia hasta la actualidad, fueron: i) agrupar a las “Areniscas de Buena Vista” y situarlas en el Pérmico por sus relaciones estratigráficas con la Formación Estrada Nova; ii) redefinir el alcance de las suprayacentes “Areniscas de Tacuarembó”,

TABLA 1 – Columnas estratigráficas del intervalo sedimentario comprendido entre la Formación Rio do Rasto y los basaltos de la Formación Serra Geral en el sur de la Cuenca de Paraná, Brasil y Uruguay desde WHITE (1908) hasta finales de la década de 1960. Se señalan en rojo las contribuciones que incluyeron un mapa geológico.

TABLE 1 – Stratigraphic columns of the sedimentary interval between the Rio do Rasto Formation and the basalts of the Serra Geral Formation in the south of the Paraná Basin, Brazil and Uruguay from WHITE (1908) to the end of the 1960s. Contributions that included a geological map are indicated in red.

	WHITE (1908) <i>Santa Catarina</i>	OLIVEIRA (1918) <i>Rio Grande do Sul</i>	WALTHER (1919) <i>Uruguay</i>	OLIVEIRA (1929) <i>Rio Grande do Sul</i>	HUENE & STAHLCKER (1931) <i>Rio Grande do Sul</i>
Cretácico					
Jurásico					
Triásico	<i>Se. São Bento</i> Eruptivas Serra Geral Grês de Sao Bento Camadas vermelhas do Rio do Rasto	<i>Se. São Bento</i> Eruptivas Serra Geral Arenito Botucatu	Rocas eruptivas de Serra Geral Arenisca de Botucatu Estratos de Rio do Rasto	<i>Se. São Bento</i> Eruptivas Serra Geral Arenito Botucatu Camadas Santa Maria Camadas Serrinha Camadas Terezina	Eruptivas Serra Geral Arenito Botucatu con fósiles sin fósiles
	<i>Se. Passa Dois</i> Calcário Rocinha Xistos cinzentos da Estrada Nova	<i>Se. Passa Dois</i> S. Rio do Rasto Calcário Rocinha Grupo Estrada Nova	Estratos de Estrada Nova y Caliza de Rocinha	<i>Se. Passa Dois</i> Calcário Rocinha Grupo Estrada Nova	Grupo Estrada Nova Superior Grupo Estrada Nova Inferior
Pérmico					
	FALCONER (1937) <i>Uruguay</i>	GORDON JR (1947) <i>Rio Grande do Sul</i>	LAMBERT (1941) <i>Uruguay</i>	BEURLEN et al. (1955) <i>Rio Grande do Sul</i>	CAORSI & GOÑI (1958) <i>Uruguay</i>
Cretácico					
Jurásico					
Triásico	Basaltos Serra Geral Areniscas de Tacuarembó (Botucatu?)	Formação Serra Geral Formação Botucatu Formação Santa Maria	Volcánicas Serra Geral Areniscas de Tacuarembó	Derrame da Serra Geral Arenitos Botucatu Camadas Santa Maria	Lavas de Arapey Areniscas de Tacuarembó
	Areniscas de Buena Vista Estratos de Estrada Nova	Formação Rio do Rasto Membro Morro Pelado Membro Serrinha	Estratos de Estrada Nova incluyendo a las Areniscas de Buena Vista	Grupo Estrada Nova	Areniscas de Buena Vista Areniscas arcillosas y arcillas de Yaguari
Pérmico					

incluyendo en éstas últimas a los términos arenosos que afloran a lo largo de la Cuchilla del Ombú (departamento de Tacuarembó); y iii) establecer las relaciones de discordancia entre las “Areniscas de Buena Vista” y las “Areniscas de Tacuarembó”.

A partir de la década de 1940, los términos “Buena Vista” y “Tacuarembó” se consagran en la literatura geológica uruguaya y serán utilizados en Argentina para describir las unidades arenosas que infrayacen a los basaltos de Serra Geral de la Cuenca Chaco-Paraná: por ejemplo, en los pozos perforados en las décadas de 1960 y 1970: Nogoyá 1962; Mariano Boedo x-1 1963; Las Breñas x-1 1966; Árbol Blanco 1966; Camilo Aldao 1976; Saira 1977 (Figura 3).

Los mapas geológicos uruguayos (LAMBERT 1941, SERRA et al. 1946, CAORSI & GOÑI 1958) utilizaron el criterio de FALCONER (1937) para ordenar las unidades comprendidas entre Estrada Nova y los basaltos de Serra Geral. SERRA et al. (1946) posicionan, por primera vez, a las Areniscas de Buena Vista en el Triásico, asociándolas

lateralmente a las pelitas y arcillitas abigarradas de “Teresina”. CAORSI & GOÑI (1958) reasignan a las Areniscas de Buena Vista al Pérmico Tardío (Tabla 1) y no aceptaron la correlación geológica sugerida por el geólogo Octavio Barbosa entre las capas de Santa Maria y las Areniscas de Buena Vista.

DELANEY & GOÑI (1963) introducen nuevos conceptos en la estratigrafía de Gondwana de Rio Grande do Sul al separar las *camadas de Santa Maria* en dos unidades (BORTOLUZZI 1974). En la base, definen a la Formación Rio do Pardo, la que reúne a areniscas y pelitas depositadas por sistemas fluviales y, hacia el techo, la Formación Santa Maria constituida por pelitas y arcillitas fosilíferas asociadas a episodios lacustres (Tabla 2). La definición de la Formación Rio Pardo, y su posterior suerte en la estratigrafía es de interés para comprender algunas idas y vueltas de las unidades pérmicas y triásicas. Cabe adelantar que, la actual definición dada a la Formación Sanga

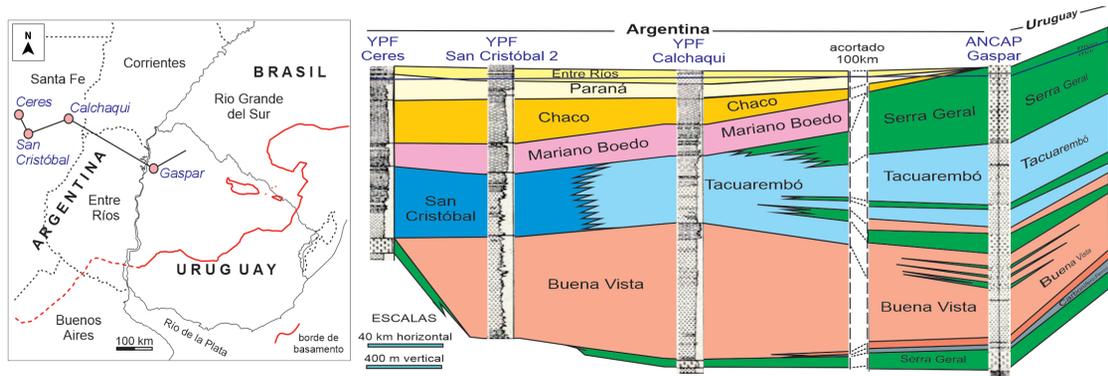


FIGURA 3 – Configuración geológica del subsuelo de las cuencas Chaco-Paraná en Argentina y Norte en Uruguay que muestra el uso de las formaciones Buena Vista y Tacuarembó para describir las sucesiones arenosas infrabasálticas (modificado de PADULA & MINGRAMM 1968).

FIGURE 3 – Geological configuration of the subsurface of the Chaco-Paraná Basin in Argentina and Norte Basin in Uruguay, showing the use of the Buena Vista and Tacuarembó formations to describe the infrabasaltic sandy successions (modified from PADULA & MINGRAMM 1968).

TABLA 2 – Algunas columnas estratigráficas propuestas para el intervalo rocoso comprendido entre la Formación Rio do Rasto y los basaltos de la Formación Serra Geral en el sur de la Cuenca de Paraná (Brasil y Uruguay) desde inicios de la década de 1960 hasta finales de la década de 1980. Se señalan en rojo las contribuciones que incluyeron un mapa geológico.

TABLE 2 – Some stratigraphic columns proposed for the rock interval between the Rio do Rasto Formation and the basalts of the Serra Geral Formation in the south of the Paraná Basin (Brazil and Uruguay) from the beginning of the 1960s to the end of the 1980s. Contributions that included a geological map are indicated in red.

	DELANEY & GOÑI (1963) <i>Rio Grande do Sul</i>	BOSSI (1966) <i>Uruguay</i>	BORTOLUZZI & BARBERENA (1967) <i>Rio Grande do Sul</i>	GAMERMANN (1973) CARRARO <i>et al.</i> (1974) <i>Rio Grande do Sul</i>	BORTOLUZZI (1974) <i>Rio Grande do Sul</i>
Cretácico	Basaltos Serra Geral	Formación Arapey	Formação Serra Geral	Formação Serra Geral	Formação Serra Geral
Jurásico	Arenito Botucatu	Formación Tacuarembó	Arenito Botucatu	Formação Botucatu	Formação Botucatu s.s Caturrita
Triásico	Formação Santa Maria <i>Membro Superior</i> <i>Membro Inferior</i>		Formação Santa Maria <i>Membro Superior</i> <i>Membro Inferior</i>	Formação Rosario do Sul <i>f. Santa Maria</i> <i>f. fluviales</i>	Formação Santa Maria <i>Passo das Tropas</i> Formação Rosario do Sul
Permiano	Grupo Estrada Nova	Formación Yaguari	Formação Rio do Rasto Grupo Estrada Nova	Formação Estrada Nova	Grupo Passa Dois
	BOSSI <i>et al.</i> (1975) PRECIOZZI <i>et al.</i> (1985) <i>Uruguay</i>	SOARES (1975) <i>São Paulo</i>	ANDREIS <i>et al.</i> (1980) <i>Rio Grande do Sul</i>	FERRANDO <i>et al.</i> (1987) <i>Uruguay</i>	SANTOS <i>et al.</i> (1989) <i>Rio Grande do Sul</i>
Cretácico	Formación Arapey	Formação Serra Geral	Formação Serra Geral	Formação Arapey Formación Rivera	Formação Serra Geral
Jurásico	<i>Superior</i>	Formação Botucatu	Formação Botucatu	Formación Tacuarembó	Formação Botucatu
Triásico	Formación Tacuarembó <i>Inferior</i>	Formação Piramboia	Grupo Rosario do Sul Fm. Santa Maria <i>Passo das Tropas</i> Fm. Sanga do Cabral	Formación Cuchilla Ombú	Formação Santa Maria Formação Rosario do Sul
Permiano	Formación Yaguari	Formação Estrada Nova	Grupo Passa Dois	Formación Buena Vista Formación Yaguari	Formação Rio do Rasto

do Cabral es similar a la dada por DELANEY & GOÑI (1963) para la Formación Rio Pardo.

El esquema propuesto por DELANEY & GOÑI (1963) fue aceptado por BORTOLUZZI & BARBERENA (1967) y TOMASI (1973), a pesar que los primeros consideraron a la Formación Rio Pardo como parte de la Formación Rio do Rasto y, por lo tanto, de edad Pérmico (ANDREIS et al. 1980). JABUR (1985) señala que ese criterio litoestratigráfico no será muy diferente al propuesto por GAMERMANN (1973). A inicios de la década de 1960, al aparecer las primeras dataciones absolutas de los basaltos de Serra Geral que recopilan AMARAL et al. (1966), se produce un reordenamiento temporal de las unidades sedimentarias infrayacentes (Tabla 2).

A partir de BOSSI (1966), la Formación Buena Vista pasó a ser objeto de discusiones y tuvo detractores y defensores en la geología uruguaya. Aún entre estos últimos, existían criterios estratigráficos diferentes en relación a su asignación temporal condicionados por los hallazgos fosilíferos en la Formación Sanga do Cabral. Algunos autores eliminaron esta unidad al considerarla subsumida dentro de la Formación Yaguarí (BOSSI 1966, ELIZALDE et al. 1970, BOSSI et al. 1975, PRECIOZZI et al. 1985, PIÑEIRO et al. 2022). Otros incluyeron en la columna de la Cuenca Norte a la Formación Buena Vista con diferentes alcances estratigráficos (FERRANDO & ANDREIS 1986, FERRANDO et al. 1987, BOSSI & NAVARRO 1988, DE SANTA ANA 1989, BOSSI & FERRANDO 2001, GOSO et al. 2001, DE SANTA ANA et al. 2006).

En Rio Grande do Sul, GAMMERMAN (1973) designa a toda la sucesión sedimentaria que ocurre entre las formaciones Estrada Nova y Botucatu como Formación Rosário do Sul (Tabla 2) y toma como sección tipo a las litologías que se desarrollan, en dirección E a W, a lo largo de la BR-290. De esta forma, GAMMERMAN (*op. cit.*) reunió en la Formación Rosário do Sul a: i) los estratos de Rio do Rasto (WHITE 1908); ii) los estratos de Santa Maria (OLIVEIRA 1929, MORAES REGO 1930); y iii) la Formación Rio Pardo (DELANEY & GOÑI 1963). El mapa geológico del Estado de Rio Grande do Sul (CARRARO et al. 1974) adopta el criterio de GAMMERMAN (1973).

Cabe traer acá, por su significación en esta revisión, que las rocas sedimentarias mesozoicas en la Cuenca de Paraná fueron objeto de estudios desde finales del Siglo XIX. GONZAGA DE

CAMPOS (1889) utilizó el término “Botucatu” para reunir a toda la unidad arenosa con estratificación cruzada de media a gran porte (*sets* > 1 m de espesor), infrayacente o intercaladas a los basaltos que ocurren en la *Serra de Botucatu* (SOARES 1973). El término “*Camadas Pirambóia*” lo introduce PACHECHO (1927 *apud* MATOS 1995) para referirse a las arcillitas, limolitas y areniscas arcillosas aflorantes en los alrededores del municipio de Pirambóia, y de “*Grês Pirambóia*” a la sección arenosa basal asignada al Triásico del Estado de São Paulo (MATOS 1995).

SANDFORD & LANGE (1960), en un estudio regional de la Cuenca de Paraná, reconocen la existencia de una unidad litoestratigráfica intercalada entre las formaciones Botucatu y Santa Maria, la que denominan Formación Pirambóia, mostrando su ocurrencia en los estados de São Paulo y Paraná. Estas litologías habían sido descritas por WASHBURNE (1930) y será SOARES (1973, 1975) quien establecerá los aspectos estratigráficos más relevantes de la Formación Pirambóia en el Estado de São Paulo, entre otros, su posición estratigráfica por encima de la discordancia permotriásica (Figura 4).

BORTOLUZZI (1974) restringe la Formación Rosário do Sul a los términos sedimentarios que se sitúan entre la Formación Estrada Nova y la Formación Santa Maria. Esta última se asignó al Triásico Tardío a partir de los hallazgos fosilíferos de GORDON JR. & BROWN (1952) y PINTO (1956). BORTOLUZZI (1974), además de reestablecer a la Formación Santa Maria con sus miembros Passo das Tropas y Alemoa, define al Miembro Caturrita pero que asocia a la base de la Formación Botucatu.

SOARES (1975), como señalado, es responsable por la subdivisión formal del conjunto de areniscas mesozoicas prevolcánicas de la Cuenca de Paraná en las formaciones Pirambóia (basal) y Botucatu (superior) a las que consideró, desde el punto de vista ambiental, como predominantemente fluvial y predominantemente eólica, respectivamente (CAETANO-CHANG & WU 2003). La sección tipo de la Formación Pirambóia (figura 4) fue levantada por SOARES (1975) a lo largo de la ruta Marechal Rondon en el Estado de São Paulo, señalando su ocurrencia a lo largo de una franja de afloramientos que se extienden desde el límite entre los estados de Minas Gerais y São Paulo hasta Paraná. Trabajos geológicos posteriores mostraron una mayor predominancia de depósitos eólicos en la sedimentación de la Formación



Figura 4 – a) Discordancia entre la Formación Pirambóia y la Formación Corumbataí que se observa a lo largo de la ruta Castelo Branco (SP-280) en el Estado de São Paulo (PYT CONSULTORA 2007) y b) Sección tipo de la Formación Pirambóia propuesta por SOARES (1975) para el Grupo São Bento.

Figure 4 – a) Unconformity between Pirambóia Formation (Triassic-Jurassic) and Corumbataí Formation (Permian) as observed along Castelo Branco Road (SP-280), São Paulo State (PYT CONSULTORA 2007) and b) Pirambóia Formation type section proposed by SOARES (1975) for the São Bento Group.

Pirambóia, donde asociaciones de facies de dunas, interdunas y sábanas de arena son recortadas por facies de canales fluviales (CAETANO-CHANG 1997, ASSINE *et al.* 2004). SOARES *et al.* (2014) señalan semejanzas litológicas y estratigráficas de la Formación Pirambóia con la Formación Guará de Rio Grande do Sul y, a esta última, REIS *et al.* (2019) y DE PAULA E SILVA *et al.* (2023) extendieron su desarrollo hasta la región septentrional de la cuenca, en los estados de Paraná y São Paulo.

La asignación temporal de la Formación Pirambóia es motivo de debate (*e.g.* GIANNINI *et al.* 2004, SOARES *et al.* 2008). SOARES (1975) estableció como más probable la edad Triásico Medio a Jurásico Temprano. SOARES *et al.* (2014) posicionan la unidad en el Jurásico y reseñan evidencias estratigráficas que invalidan a aquellas concepciones que sostienen un pasaje transicional e interdigitado de la Formación Pirambóia con la Formación Corumbataí (Figura 4). CABRAL (2011) describe una asociación de conchóstracos compatibles con una edad Jurásico Medio mientras que CHRISTOFOLETTI *et al.* (2021) interpretan estructuras de deformación como icnitas de grandes dinosaurios, soportando una edad pos-triásica.

ANDREIS *et al.* (1980) proponen una nueva subdivisión estratigráfica para el Triásico de Rio Grande do Sul sobre la base del mapa de la Hoja Rio Pardo (SH-22-H-IV-3). Estos autores definen el Grupo Rosário do Sul constituido, de base a techo, por las formaciones: Sanga do Cabral – ex Rio Pardo de DELANEY & GOÑI (1963) + ex Rosário do Sul *s.s.* de BORTOLUZZI (1974) –; Santa Maria, con los miembros Passo das Tropas e Alemoa *sensu* BORTOLUZZI (1974); y Caturrita, ex miembro de la Formación Botucatu *sensu* BORTOLUZZI (1974). ANDREIS *et al.* (1980) asignaron un espesor total de 286 m para el Grupo Rosário do Sul (Formación Sanga do Cabral 126 m, Formación Santa Maria 100 m, Formación Caturrita 60 m). La Formación Sanga do Cabral fue correlacionada por ANDREIS *et al.* (1980) dada la continuidad en el territorio uruguayo con las formaciones Buena Vista y/o Yaguari.

Las formaciones Santa Maria y Caturrita están consolidadas como unidades del Triásico Medio – Superior en sucesivas columnas estratigráficas (SCHERER *et al.* 2000) las que, a su vez, están cartografiadas en los últimos mapas geológicos de la cuenca (WILDNER *et al.* 2006, CGMW-ASGMI 2011, HORN *et al.* 2022). Su asignación temporal está dada por su contenido paleontológico y edades

absolutas (SCHERER et al. 2021) y, en particular, la significación de la paleofauna y paleoflora presente hacen de este registro una referencia mundial (ver BENTON 1993). Su distribución espacial y geometría depositacional refleja la propia naturaleza de su acumulación, en fosas tectónicas de tipo rift de orientación ESE-WNW, asociadas a esfuerzos extensionales ocurridos en Gondwana durante este lapso (ZERFASS et al. 2003, 2004).

LAVINA & BARBERENA (1985) describen fragmentos esqueléticos de anfibios Lydekkerinidae y Rhitidosteidae que encuentran en un corte de la vía férrea a unos 15 km de la Estación Dilermando de Aguiar (al oeste de la ciudad de Santa Maria) en afloramientos que asignan a la Formación Sanga do Cabral. Estos hallazgos permitieron a esos autores establecer una correlación con la paleoherpetofauna encontrada en la Zona de *Lystrosaurus* (África del Sur), posicionada en el Triásico Inferior, dándole un carácter cronoestratigráfico a la unidad. Los hallazgos fosilíferos de, entre otros, LAVINA & BARBERENA (1985), ABDALA et al. (2002), DIAS-DA-SILVA et al. (2006), DA-ROSA et al. (2009) se encuentran en litologías de la Formación Sanga do Cabral con el alcance dado por LAVINA & SCHERER (1997).

HORBACH et al. (1986) realizan una revisión de la estratigrafía riograndense y, en particular, analizan los alcances dados a las unidades permotriásicas, así como las relaciones estratigráficas sugeridas y/o descritas en los trabajos previos. En ese sentido, resulta evidente para esos autores que la Formación Rosário do Sul reúne a todas las litologías comprendidas entre la Formación Rio do Rasto y la Formación Botucatu, inclusive a las rocas sedimentarias que actualmente se integran la Formación Guará (Jurásico Superior).

SOARES & ASSINE (1992) realizan un abordaje crítico de la bibliografía existente sobre las rocas sedimentarias triásicas y jurásicas de la Cuenca de Paraná, con énfasis en las relaciones de contacto que se observan en la secuencia pensilvaniana-eotriásica y su equivalencia con otras unidades en las regiones aflorantes del norte y sur de la cuenca. Litoestratigráficamente, esos autores señalan la presencia de un hiato entre las formaciones Santa Maria y Sanga do Cabral que abarca el Triásico medio, por lo que proponen que el Grupo Rosário do Sul de ANDREIS et al. (1980) no se mantenga. SOARES & ASSINE (1992) sostienen también que debe ser sustraída la porción arenosa basal y, como para tal sección

litológica ya fueron propuestas las denominaciones Rio Pardo (DELANEY & GOÑI 1963), Rosário do Sul (GAMMERMAN 1973) y Sanga do Cabral (ANDREIS et al. 1980) consideran que, por el criterio de prioridad, se debe mantener la Formación Rio Pardo.

La influencia de criterios bioestratigráficos y cronoestratigráficos que se mezclan con los aspectos litoestratigráficos en relación a la amplitud de términos litológicos que reúne la Formación Sanga do Cabral bajo la definición de ANDREIS et al. (1980) generaron una discusión que se extenderá por varios años. LAVINA et al. (1993) establecerán una correlación entre la sección inferior (facies eólicas) de la Formación Sanga do Cabral y la Formación Pirambóia de SOARES (1975), proponiendo dos alternativas: diacronismo entre esas sucesiones, o que la edad de la Formación Pirambóia estuviera comprendida en el intervalo permo-triásico.

LAVINA & FACCINI (1993) propusieron que esa sucesión arenosa eólica se la denominara Formación Pirambóia en Rio Grande do Sul por lo que, bajo esa concepción, las formaciones Rio do Rasto y Pirambóia corresponden a una variación lateral y vertical de facies (SCHERER et al. 2000). Nótese que esto había sido reconocido por MENDES (1954) con respecto a las relaciones estratigráficas entre las formaciones Rio do Rasto y Buena Vista descritas por FALCONER (1937). Por otro lado, la definición de la Formación Pirambóia *sensu* LAVINA & FACCINI (1993) acaba restringiendo a la Formación Sanga do Cabral a la sucesión fluvial compuesta por areniscas, areniscas conglomerádicas y pelitas, lo que se asemeja a la Formación Rio Pardo de DELANEY & GOÑI (1963). Esa concepción litoestratigráfica es adoptada en el último mapa geológico de Rio Grande do Sul (WILDNER et al. 2006), donde se observa que extensas áreas son cartografiadas bajo las denominaciones de formaciones Pirambóia y Sanga do Cabral en las regiones central y sur del estado.

Los trabajos paleontológicos en el territorio uruguayo ubican la presencia de moluscos, crustáceos, ostrácodos y restos de peces en la Formación Yaguarí (PIÑEIRO & UBILLA 2003), en tanto que se ha reportado para la Formación Buena Vista una asociación fosilífera representada por anfibios, reptiles y otros tetrápodos (MARSICANO et al. 2000; PIÑEIRO 2004; PIÑEIRO et al. 2007a, b, 2012). La revisión realizada en relación a la asignación de algunos hallazgos

fósiles en la Formación Buena Vista podría ser, en algunos casos dudosa, con excepción de los restos fósiles hallados en niveles de intraconglomerados en los alrededores de la Colonia Orozco (departamento de Cerro Largo). Al respecto se señala que si bien la existencia de un pasaje lateral entre la Formación Rio do Rasto/Yaguari y Buena Vista tienen la mayor aceptación (e.g. FALCONER 1937; BOSSI 1966; ELIZALDE *et al.* 1970; GOSO *et al.* 2001; FERRANDO & ANDREIS 1986, 1989; DE SANTA ANA *et al.* 2006) no siempre los geólogos han aplicado los mismos criterios litoestratigráficos para establecimiento de los límites de cada unidad (ver GOSO *et al.* 2001).

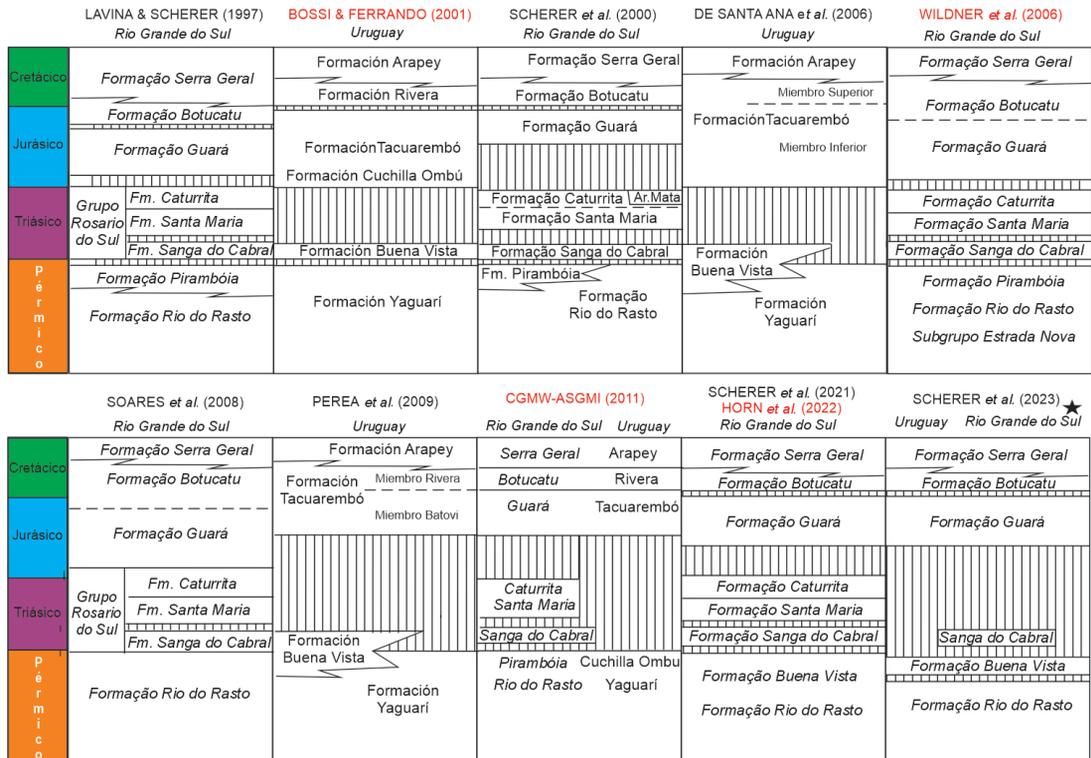
BOSSI & FERRANDO (2001) adoptan para el mapa geológico de Uruguay las propuestas de FERRANDO *et al.* (1987) con modificaciones. FERRANDO *et al.* (op.cit.) habían dado para la Formación Buena Vista una edad Triásico Temprano, al correlacionarla con la Formación Sanga do Cabral en base a los fósiles encontrados

por LAVINA (1983). Al mismo tiempo, FERRANDO *et al.* (1987) propusieron la creación de una nueva unidad, la Formación Cuchilla Ombú, asignada al Triásico Medio – Tardío, para reunir a una sucesión de areniscas eólicas que se desarrollan entre la Formación Buena Vista (discordancia) y la Formación Tacuarembó. BOSSI & FERRANDO (2001) modifican parcialmente ese esquema colocando, de base a tope: a la Formación Yaguari en el final del Pérmico Tardío; en discordancia a la Formación Buena Vista en el Triásico Temprano; a la Formación Cuchilla Ombú en el Jurásico Temprano (Tabla 3).

Las dificultades para consagrar las diferentes propuestas litoestratigráficas se ven reflejadas en los sucesivos mapas geológicos en la frontera uruguayo-brasileña, los que nunca lograron establecer correspondencia entre el registro sedimentario comprendido entre las formaciones Serra Geral y Rio do Rasto (Figura 5). El mapa geológico de Rio Grande do Sul de SANTOS *et al.* (1989) no separó

TABLE 3 – Algunas columnas estratigráficas propuestas para el intervalo rocoso comprendido entre la Formación Rio do Rasto y los basaltos de la Formación Serra Geral en el sur de la Cuenca de Paraná (Brasil y Uruguay) desde 1989 hasta la actualidad. Se señalan en rojo las contribuciones que incluyeron un mapa geológico.

TABLE 3 – Some stratigraphic columns proposed for the rock interval between the Rio do Rasto Formation and the basalts of the Serra Geral Formation in the south of the Paraná Basin (Brazil and Uruguay) from 1989 to the present. Contributions that include a geological map are marked in red.



a la Formación Sanga do Cabral propuesta por ANDREIS et al. (1980), y continúan cartografiando a la Formación Rosário do Sul (GAMERMANN 1973) para reunir a todo el paquete sedimentario entre las formaciones Rio do Rasto y Serra Geral (Figura 4). Los mapas geológicos de WILDNER et al. (2006) y CGMW-ASGMI (2011) separan a la Formación Sanga do Cabral (Tabla 3) y la Formación Pirambóia, ambas bajo las definiciones litoestratigráficas propuestas por LAVINA & SCHERER (1997).

Las ocurrencias de las areniscas consideradas como pertenecientes a la Formación Pirambóia por LAVINA et al. (1993) y MILANI et al. (1998) en Rio Grande do Sul fueron objeto de revisión y reinterpretación por SOARES et al. (2014) cuyos resultados componen un escenario claro, demostrando que esas areniscas rojizas, pérmicas y eólicas con ocurrencia típica en el suroeste de Rio Grande do Sul (Rosário do Sul y Cacequi) constituyen una unidad no correlacionable con la Formación Pirambóia. CHRISTOFOLETTI et al. (2021) también consideran que esas mismas

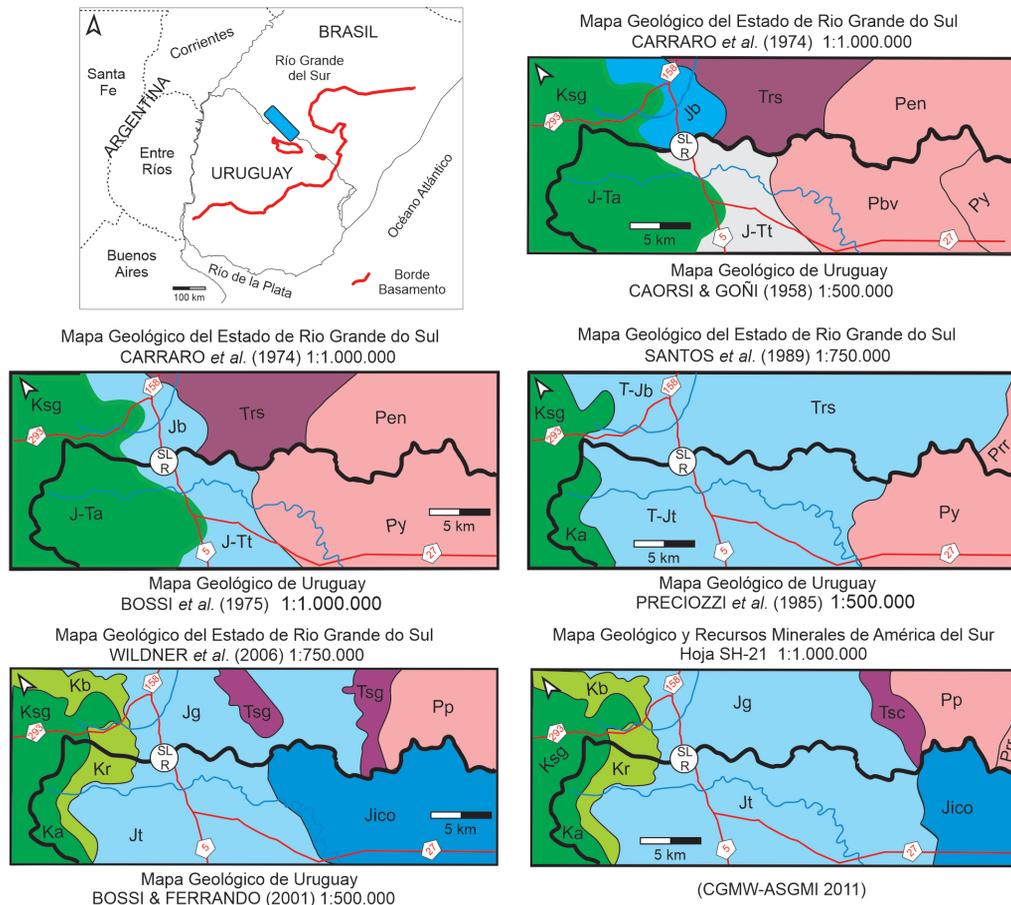


FIGURA 5 – Evolución de la cartografía geológica de la región riograndense-uruguaya mostrando los diferentes criterios litoestratigráficos para agrupar a las unidades. Referencias: Brasil; Ksg = Serra Geral, Jb = Botucatu, Trs = Rosário do Sul, Pen = Estrada Nova, Prr = Rio do Rasto, Tsg = Sanga do Cabral, Pp = Pirambóia. Uruguay; J-Ta = Arapey, J-Tt = Tacuarembó, Pbv = Buena Vista, Tco = Cuchilla Ombú, Py = Yaguari, Kr = Rivera. SLR, ciudades de Santana do Livramento y Rivera. Los colores de las unidades son los sugeridos por COHEN et al. (2013) y respetan la asignación temporal original dada por los autores a cada unidad litoestratigráfica.

FIGURE 5 – Evolution of the geological cartography of the Brazil (Rio Grande do Sul)-Uruguay region showing the different lithostratigraphic criteria to group the units. References: Brazil – Ksg = Serra Geral, Jb = Botucatu, Trs = Rosário do Sul, Pen = Estrada Nova, Prr = Rio do Rasto, Tsg = Sanga do Cabral, Pp = Pirambóia. Uruguay – J-Ta = Arapey, J-Tt = Tacuarembó, Pbv = Buena Vista, Tco = Cuchilla Ombú, Py = Yaguari, Kr = Rivera. SLR, cities of Santana do Livramento and Rivera. The colors of the units are those suggested by COHEN et al. (2013) and respect the original temporal assignment given by the authors to each lithostratigraphic unit.

areniscas eólicas señaladas como “Pirambóia” en Rio Grande do Sul no son correlacionables con las areniscas de la Formación Pirambóia de los estados de Paraná y São Paulo. SOARES *et al.* (2014) advierten también que las eolianitas que reúne la Formación Cuchilla Ombú (FERRANDO & ANDREIS 1986), interna o en la base de la Formación Buena Vista, constituyen un registro de un evento que no se correlaciona con la Formación Pirambóia.

Por último, SCHERER *et al.* (2023) proponen que la Formación Buena Vista se apoya en discordancia sobre la Formación Rio do Rasto sobre la base de análisis de diagráfias de pozos y algunos testigos de perforación en el subsuelo del territorio uruguayo, a partir de la descripción de contactos abruptos y erosivos

que asocian a depósitos fluviales de la base de la unidad (Tabla 3). Cabe señalar que la interpretación litoestratigráfica de la sección permo-triásica en los pozos de la Cuenca Norte a la que se refieren esos autores es muy diferente a las que, para ese mismo intervalo, proponen MILANI (1997), DE SANTA ANA (2004) y DE PAULA E SILVA *et al.* (2023).

4.2 Mapa geológico

En base a los levantamientos geológicos de superficie, con auxilio de la cartografía precedente, se elaboró el mapa geológico del área de estudio (Figura 6), acompañado de un corte geológico a lo largo del “corredor internacional” Brasil-Uruguay hasta el pozo Quintana E-1, en el departamento de Salto (Figura 7).

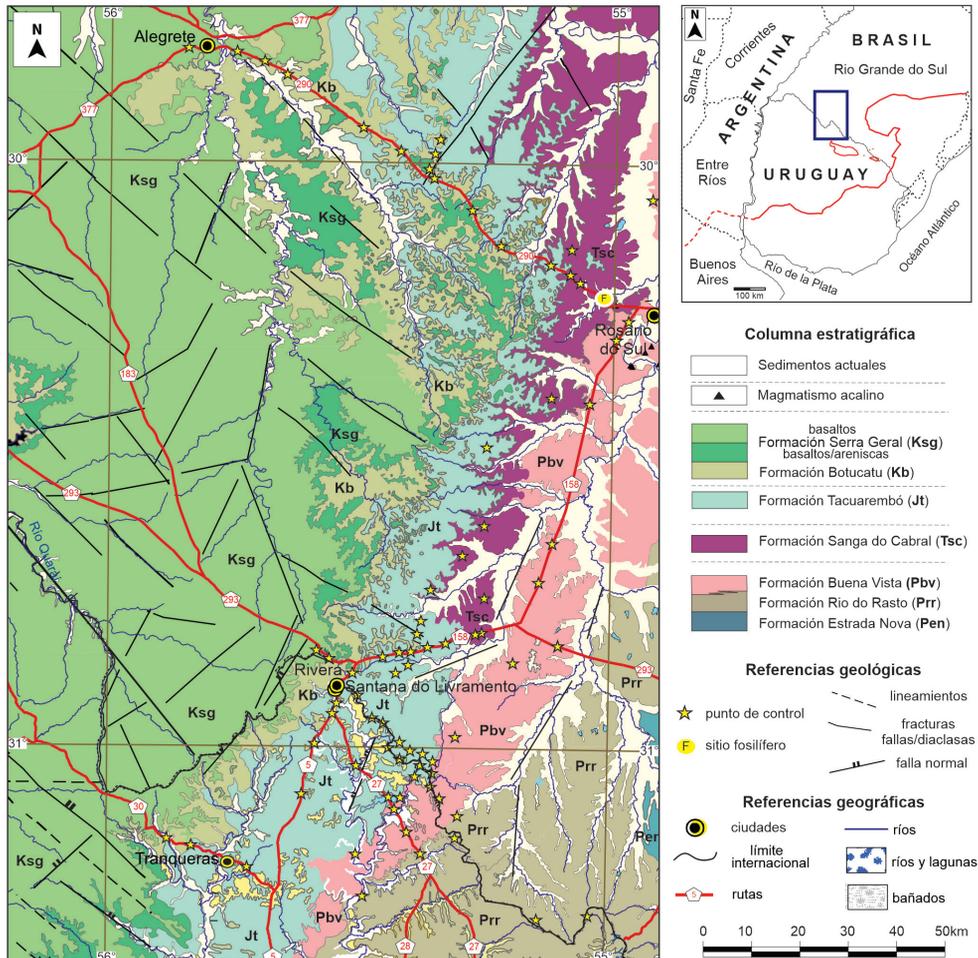


FIGURA 6 – Mapa geológico del área de estudio basado en la compilación de los mapas de PYT CONSULTORA (2007), CGMW-ASGMI (2011), HORN *et al.* (2022) y VEROSLAVSKY *et al.* (2024).

FIGURE 6 – Geological map of the study area based on the compilation of the maps of PYT CONSULTORA (2007), CGMW-ASGMI (2011), HORN *et al.* (2022) and VEROSLAVSKY *et al.* (2024).

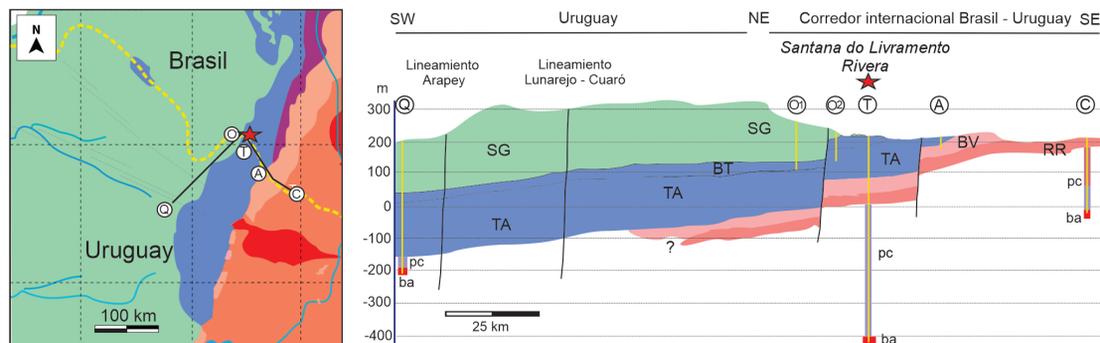


FIGURA 7 – Sección geológica esquemática a lo largo del corredor internacional hasta el pozo Quintana E-1 (modificada de VEROSLAVSKY et al. 2024). SG = Serra Geral; BT = Botucatu; TA = Tacuarembó; BV = Buena Vista; RR = Rio do Rasto; pc = rocas sedimentarias permo-carboníferas; ba = Basamento precámbrico. Q = pozo Quintana E-1; O = pozo OSE; T = pozo Termas de Cuñapirú; A = pozo de agua; C = pozo Cerrillada. Por colores de las unidades, ver Figura 1.

FIGURE 7 – Schematic geological cross-section along the “international corridor” to the Quintana E-1 well. SG = Serra Geral; BT = Botucatu; TA = Tacuarembó; BV = Buena Vista; RR = Rio do Rasto; pc = permo-carboniferous sedimentary rocks; ba = Precambrian basement. Q = Quintana E-1 well; O = OSE well; T = Termas de Cuñapirú well; A = water well; C = Cerrillada well. For unit colours, see Figure 1.

4.3 Reconocimiento de las formaciones Buena Vista y Sanga do Cabral

Se describen para el área de estudio exclusivamente los rasgos geológicos fundamentales de las formaciones Buena Vista y Sanga do Cabral. Ambas unidades se reconocieron a lo largo de una extensa área de afloramientos, cuya distribución espacial está controlada fuertemente por la dirección NNE (Figura 6). Fueron levantadas observaciones en sitios que fuera del área de estudio para apreciar los rasgos más representativos de cada una de las unidades. En Brasil, en relación a la Formación Sanga do Cabral, a lo largo de la BR-471 al Sur de la ciudad de Rio Pardo y la BR-287 al Oeste de São Pedro do Sul. En Uruguay, en relación a la Formación Buena Vista, las rutas 7, 8 y 26 en los alrededores de la ciudad de Melo, la localidad de Buena Vista y la ciudad fronteriza de Aceguá.

La Formación Buena Vista está constituida por areniscas medias a finas, de buena a moderada selección, rojizas a blanquecinas (afectadas por procesos de decoloración), cuarzo-feldespáticas, con estratificación cruzada de gran porte y alto ángulo, tabular planar y tangencial, como las estructuras sedimentarias más representativas (Figuras 8 y 9). Ocasionalmente, aparecen niveles de areniscas y areniscas conglomerádicas, en su mayoría con intraclastos pelíticos, con

estratificación cruzada y horizontal plano-paralela, asociadas a niveles con geometrías acanaladas, y niveles pelíticos rojos, masivos a laminados. En el área de estudio, la potencia de esta unidad no superaría los 60 m, correspondiendo predominantemente el denominado Miembro Cerro Conventos (DE SANTA ANA et al. 2006).

La Formación Buena Vista es interpretada como depósitos eólicos, a los que se asocian subordinadamente episodios fluviales que recortan y retrabajan los anteriores. Se expresa como una extensa franja continua desde el departamento de Tacuarembó hasta la región de Rosário do Sul, para luego adquirir la configuración espacial que se muestra en la figura 1. Hacia la base, exhibe un pasaje transicional con la Formación Rio do Rasto, mostrando también contactos netos horizontales. Hacia el techo, de discordancia con la Formación Tacuarembó (DE SANTA ANA & VEROSLAVSKY 2003, VEROSLAVSKY et al. 2024) y, en territorio brasileño, con la Formación Sanga do Cabral (SCHERER et al. 2021, 2023). El pasaje transicional entre las formaciones Buena Vista y Rio do Rasto se verifican a lo largo del “corredor internacional”, en Paso Ataques sobre ruta 27, departamento de Rivera, y en los alrededores de las localidades de Buena Vista, Nando y el arroyo Cerro Conventos, departamento de Cerro Largo.

La Formación Sanga do Cabral está constituida, en el área de estudio, por

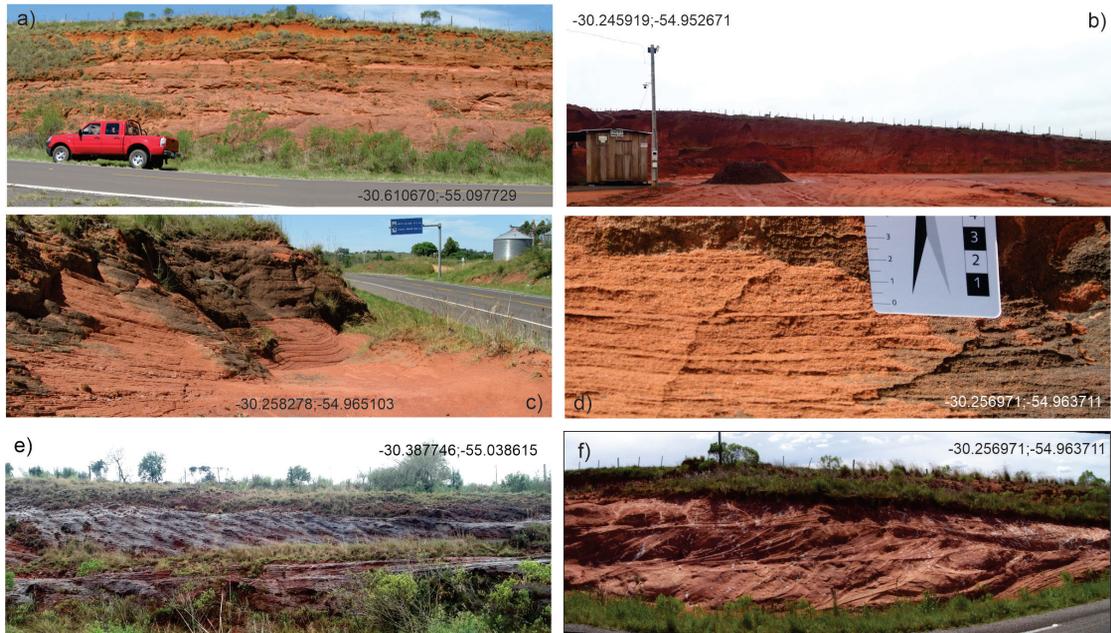


FIGURA 8 – La Formación Buena Vista (Pérmico Superior) en la región sur de Rio Grande do Sul: a), b), c), d) y e) afloramientos de la sucesión de estratos arenosos, medios a finos, con estratificación cruzada tabular planar y tangencial, de alto ángulo y gran porte, de origen eólico, a los que se le intercalan algunos niveles y estratos de areniscas, areniscas conglomerádicas y pelitas arcillosas que aparecen por varios kilómetros sobre la BR-158 (tramo Santana do Livramento- Rosário do Sul; f) areniscas eólicas con estratificación cruzada tangencial que se suceden a lo largo de la RS-640 al sureste de São Vicente do Sul.

FIGURE 8 – The Buena Vista Formation (Upper Permian) in the southern region of Rio Grande do Sul: a), b), c), d) and e) outcrops of the succession of strata of medium to fine-grained sand, with high angle and large scale, planar and tangential cross-bedding, of aeolian origin, to which are interspersed some levels and strata of sandstone, conglomeratic sandstone and clayey pelites that appear for several kilometers on the BR-158 (Santana do Livramento-Rosário section do Sul; f) eolian sandstones with tangential cross-bedding that occur along the RS-640 southeast of São Vicente do Sul.

areniscas medias a finas, con moderada a buena selección, de tonalidades ocre, de composición cuarzo-feldespática y presencia de micas, con predominancia de estratificación horizontal plano-paralela, marcas de óndulas, con intercalaciones de niveles lentiformes de conglomerados intraformacionales (intraclastos de pelitas arcillosas y areniscas) y niveles delgados de pelitas arenosas y arcillitas. Esta unidad sólo ocurre en territorio brasileño, donde se apoya en discordancia sobre los depósitos eólicos de la Formación Buena Vista tal como señalado por SCHERER et al. (2021). Hacia el techo, las relaciones son de discordancia con los depósitos fluviales de la Formación Guará, relaciones que, por ejemplo, fueron observadas a lo largo de caminos vecinales en los alrededores de la localidad de Palomas, Municipio de Santana do Livramento. Los espesores de la unidad parecen estar próximos a 50 - 70 m, mostrando un

progresivo adelgazamiento de Norte a Sur hasta desaparecer al Sur de la localidad de Palomas (Figuras 5, 10). Al igual que SCHERER et al. (2021) y otros autores, se interpreta a esta unidad como depositada por sistemas fluviales arenosos someros, a los que se le sobreponen depósitos eólicos.

5 DISCUSIÓN

La columna de WHITE (1908) marcó el inicio de un proceso de definiciones, redefiniciones, argumentaciones y contraargumentaciones estratigráficas entre los geólogos que estudiaron la Cuenca de Paraná que se prolongaron durante mucho tiempo (MILANI 1997). En la región riograndense-uruguaya de la cuenca ese proceso tuvo ribetes excepcionales.

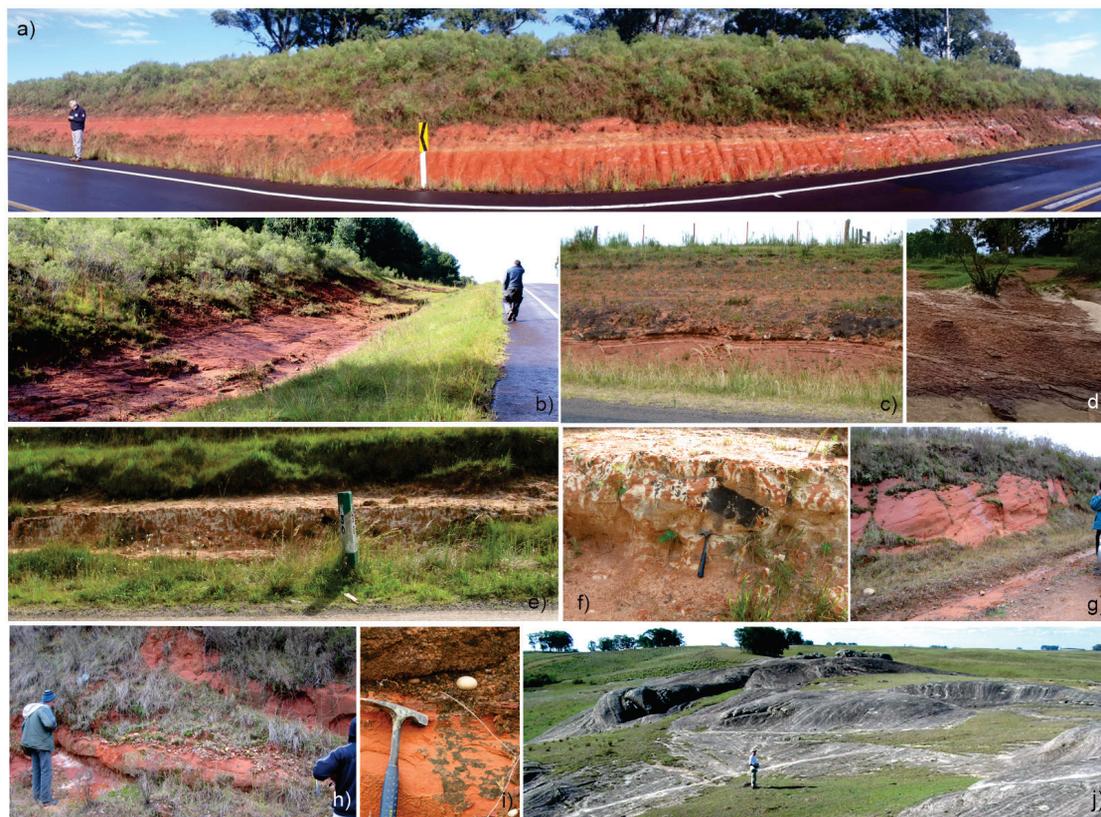


FIGURA 9 – Algunos afloramientos representativos de la Formación Buena Vista (Pérmico Superior) correspondientes al área de estudio y otras localidades próximas en el territorio uruguayo. a, b) y c) afloramientos representativos de la unidad sobre la ruta 27 en el tramo comprendido entre La Manguera y Cerro Chato que muestran el contacto con la Formación Yaguari e inclusive en c) exhibe una suave deformación de ambas unidades, mientras que en b) se muestran las típicas areniscas eólicas con estratificación cruzada ($x = -31.08177$; $y = -55.440963$) próximas al contacto con la Formación Tacuarembó (PYT CONSULTORA 2007, DO AMARANTE et al. 2019); d) areniscas con estratificación cruzada tangencial sobre el río Tacuarembó; e y f) vista general y detalle de areniscas con tonalidades y bioturbaciones similares a las que se reconocen en Río Grande do Sul (ver figura 6 f). g, h) e i) areniscas fluviales (Miembro Colonia Orozco) y, j) eólicas (Miembro Cerro Conventos) en las exposiciones del departamento de Cerro Largo.

FIGURE 9 – Some representative outcrops of the Buena Vista Formation (Upper Permian) corresponding to the study area and other nearby locations in Uruguayan territory. a, b) and c) representative outcrops of the unit on Route 27 in the section between La Manguera and Cerro Chato that show contact with the Yaguari Formation and even in c) exhibits a gentle deformation of both units, while in b) the typical aeolian sandstones with cross stratification ($x = -31.08177$; $y = -55.440963$) are shown close to the contact between the Tacuarembó Formation (PYT CONSULTORA 2007, DO AMARANTE et al. 2019); d) sandstones with tangential cross-bedding on the Tacuarembó River; e and f) general view and detail of sandstones with tones and bioturbations similar to those recognized in Río Grande do Sul (see figure 6 f). g, h) and i) fluvial sandstones (Colonia Orozco Member) and j) aeolian sandstones (Cerro Conventos Member) in the exposures of the Cerro Largo department.

Las sucesivas propuestas para ordenar ese registro tuvieron varias causas. Una está estrechamente relacionada en el avance del conocimiento en los campos de la sedimentología, estratigrafía, tectónica, geocronología y paleontología que se sucedió durante muchas décadas, lo que justifica muchas veces las revisiones, redefiniciones y otros cambios en la nomenclatura estratigráfica. Las primeras unidades

surgieron al inicio naturalmente, porque muchas unidades litológicas presentes en la columna de White variaban espacialmente drásticamente o, en otros casos, no estaban presentes a lo largo de la *Serra do Rio do Rastro*.

Sin embargo, no siempre la aparición de nuevas unidades estratigráficas fue justificada y, cuando a veces así ocurría, no siempre siguieron todos los procedimientos estratigráficos consagrados por la



FIGURA 10 – Algunos afloramientos de la Formación Sanga do Cabral (Triásico Inferior) que se desarrollan exclusivamente en territorio brasileño y no se continúan, al menos en superficie, en territorio uruguayo. a), b), c) d) y e) corresponden a areniscas finas a medias, con matriz arcillosa asociados a niveles estratiformes y lentiformes asociados a lentes de areniscas gruesas a medias y conglomerádicos (intraclastos pelíticos y arcillosos d2) que se interpretan como depósitos fluviales de planicies arenosas. f) y g) corresponden a secciones representativas de la unidad donde se observan areniscas finas a medias, amarronadas a rojizas, con estratificación horizontal, delgados lentes que se desarrollan fuera del área de estudio (alrededores de São Pedro do Sul y Rio Pardo).

FIGURE 10 – Some outcrops of the Sanga do Cabral Formation (Lower Triassic) that develop exclusively in Brazilian territory and do not continue (at least in surface) in Uruguayan territory. a), b), c) d) and e) correspond to fine to medium sandstones, with a clay matrix associated with stratiform and lentiform levels associated with lenses of thick to medium sandstones and conglomeratic (pelitic and clay intraclasts d2) that are interpreted as deposits rivers of sandy plains. f) and g) correspond to representative sections of the unit where fine to medium, brownish to reddish sandstones are observed, with horizontal bedding, thin lenses that develop outside the study area (around São Pedro do Sul and Rio Pardo).

comunidad geológica en las guías internacionales y códigos estratigráficos (IUGS 1976, CNNE 2024). Algunas nuevas unidades, o redefiniciones de unidades preexistentes, estuvieron marcadas por observaciones parciales o locales de la geología de la cuenca, y otras, por la propia complejidad para ordenar espacial y temporalmente registros sedimentarios que presentan algunas similitudes. Al respecto, cabe señalar que, en su gran mayoría,

se trata de la superposición en un mismo espacio geográfico de registros rocosos de naturaleza continental (*red beds*), esencialmente siliciclásticos y depositados por sistemas fluviales y eólicos. Esto ofrece una dificultad objetiva en el campo para distinguir atributos litológicos y relaciones estratigráficas.

No menos cierto es que, a veces, algunas de las unidades propuestas estuvieron condicionadas

o influenciadas por una historia geológica pretendida, o modelos a seguir por diferentes grupos de investigación y escuelas de geología. Este condicionamiento previo a la hora de la definición de una unidad litoestratigráfica lesiona uno de los principios básicos de la estratigrafía: la independencia que deben tener las unidades litoestratigráficas en su formulación (definición, redefinición, revisión) de sus contenidos fosilíferos, edades o interpretaciones ambientales (CNNE 2024).

Se trae aquí la reflexión de MIALL (1984) cuando señala que existe aún una mayor confusión en el ordenamiento de las unidades estratigráficas cuando se constata que geólogos de estados y países distintos aplican o atribuyen nombres diferentes a edades geológicas correspondientes al mismo conjunto de rocas. Ese autor advierte que esto, finalmente, se traslada a las columnas estratigráficas que acaban reflejando una diversidad de propuestas innecesarias que van acompañadas de la proliferación de nombres, nuevas definiciones, redefiniciones y supresiones de unidades. Seguramente, la frase atribuida al geólogo Paul Krynine al referirse a la estratigrafía como “*the triumph of nomenclature over facts and common sense*” (FOLK & FERM 1966), se deba más a los aspectos antes señalados y no tanto a una mala predisposición de aquel por la Estratigrafía.

Un ejemplo de lo anterior fue y continúa siendo la innecesaria proliferación de nombres en la geología uruguaya. Algunos autores introdujeron cambios en el nomenclátor estratigráfico de la Cuenca de Paraná violando el criterio de prioridad y el criterio entre nombres y límites políticos. Un traspie conceptual que aún la geología uruguaya no logra revertir. Surgieron así denominaciones aberrantes como, entre otras: Formación Arapey, en sustitución de la Formación Serra Geral; Formación Yaguarí, en sustitución de la Formación Rio do Rasto; o Formación Mangrullo en sustitución de la Formación Irati.

Otro ejemplo del apartamiento de las reglas de la estratigrafía resulta en el periplo sufrido por el término “Pirambóia” en la región riograndense de la Cuenca de Paraná. Como señalado, la Formación Pirambóia fue unidad formalizada en el Estado de São Paulo para reunir rocas sedimentarias continentales mesozoicas que se desarrollan por encima de la discordancia permo-triásica (SOARES 1975). Sin embargo, en Rio Grande do Sul, el término “Pirambóia” fue utilizado formalmente, desde finales de la década de 1990, para reunir a

una sucesión de rocas sedimentarias esencialmente eólicas que, aceptando rasgos litológicos similares a su “homónima”, se definía situada por debajo de aquella discordancia. Bajo esa concepción fue cartografiado en mapas geológicos del Estado de Rio Grande do Sul, entendiéndose que esas unidades podían tener nombres idénticos cuando, en realidad, esa posición estratigráfica relativa mostraba que eran rocas que formaban parte del relleno de cuencas diferentes.

A partir de la década de 1970, el panorama estratigráfico del Pérmico y Triásico de la Cuenca de Paraná configuró una “colcha de retazos”, en particular, cuando se observan los mapas geológicos producidos en el área fronteriza entre Uruguay y Brasil (Tabla 3, Figura 4). A pesar de algún intento de compatibilizar una correlación litoestratigráfica a lo largo del “corredor internacional” (FACCINI & NOVATSKI 1992).

Algunos ejemplos pueden dar una real dimensión de los desencuentros cartográficos a lo largo de la frontera brasileña-uruguaya. Alcanza con comparar el mapa geológico de Uruguay de BOSSI & FERRANDO (2001) y el último mapa geológico del Estado de Rio Grande do Sul (WILDNER et al. 2006). La Formación Cuchilla Ombú (de edad triásica o jurásica según el autor que se considere) pasa en “continuidad lateral”, a lo largo de la frontera, a las formaciones “Pirambóia” (pérmica), Sanga do Cabral (triásica) y Guará (jurásica). Otro ejemplo es el Mapa Geológico y de Recursos Minerales de América del Sur – Hoja SH21 (CGMW-ASGMI 2011) elaborado por los servicios geológicos de ambos países. En este mapa, la Formación Cuchilla Ombú pasa a través de la frontera en continuidad con las formaciones Pirambóia y Rio do Rasto (Figura 4), mientras que la distribución de la Formación Sanga do Cabral, al no encontrar su equivalente en territorio uruguayo desaparece, exactamente, en el límite político establecido en el Tratado de Límites entre el Brasil y la República Oriental del Uruguay de 1851.

La aplicación de criterios litoestratigráficos basados exclusivamente en atributos litológicos y la observación de las relaciones estratigráficas con las rocas adyacentes, son el motivo de la vigencia de la propuesta de FALCONER (1937). MENDES (1954) reconoció en ese autor al primer geólogo en verificar la variabilidad espacial de las unidades que se corresponden a la Serie Passa Dois en territorio uruguayo. La redefinición de la Formación Buena Vista (*sensu* DE SANTA ANA et al. 2006) sobre la propuesta de FALCONER (1937) y su aceptación

en la columna brasileña de la Cuenca de Paraná (SCHERER *et al.* 2021), son avances significativos en la estratigrafía de la cuenca.

Aquí se sostiene que, coincidiendo con la mayoría de los autores citados, sobre la base de las relaciones estratigráficas que exhiben las formaciones Buena Vista y Rio do Rasto, sumadas a las edades absolutas de la Formación Rio do Rasto y la discordancia que separa a la Formación Buena Vista de la Formación Sanga do Cabral (Triásico Inferior), son elementos suficientes para apoyar que la depositación de la Formación Buena Vista transcurrió exclusivamente durante el Pérmico.

Las relaciones laterales entre las areniscas cólicas de la Formación Buena Vista y las pelitas y areniscas finas varicolores de la Formación Rio do Rasto fueron reconocidas en el territorio uruguayo por, entre otros, FALCONER (1937), CAORSI & GOÑI (1958), FERRANDO & ANDREIS (1990), GOSO *et al.* (2001), DE SANTA ANA *et al.* (2006). En territorio brasileño, ese pasaje fue descrito también por varios autores, entre otros, LAVINA *et al.* (1993), LAVINA & SCHERER (1997), SCHERER *et al.* (2000), SOARES *et al.* (2008) y SOARES *et al.* (2014). En particular, estos últimos autores sostuvieron que, precisamente, esas relaciones estratigráficas mostraban la unidad constituida por areniscas cólicas pérmicas en la región suroeste de Rio Grande do Sul no admitía correlación con la Formación Pirambóia.

En la región de estudio, la edad de la Formación Rio do Rasto (como señalado, equivalente a “Yaguari”) está sustentada en dataciones U-Pb (ROCHA-CAMPOS *et al.* 2019): 267.8 ±4.6 Ma en las bentonitas de Bañado de Medina (ruta 7, Departamento de Cerro Largo); y 257.5 ±6.9 Ma en cenizas volcánicas intercaladas a los depósitos fluvio-deltaicos de la localidad de Aceguá, frontera entre Brasil-Uruguay. La primera edad, corresponde a los niveles de bentonita incluidos en litologías correspondientes al Miembro Serrinha. La segunda edad, corresponde a cenizas intercaladas a litologías del Miembro Morro Pelado (ROCHA-CAMPOS *et al.* 2019). Las superficies de contacto neto horizontal descritas por SCHERER *et al.* (2023) entre las formaciones Rio do Rasto y Buena Vista, a partir del estudio de diagrfías y en testigos del pozo Cerro Padilla (Uruguay) fueron señaladas como una disconformidad intrapérmica. Aquí se entiende que ese tipo de contacto puede ser explicado como generado por la propia dinámica y variaciones en los procesos sedimentarios actuantes dentro de un mismo cortejo sedimentario,

originando interrupciones sedimentarias de orden menor (diastemas).

Las relaciones estratigráficas entre la Formación Buena Vista y la Formación Sanga do Cabral (SOARES *et al.* 2014, SCHERER *et al.* 2021, SCHERER *et al.* 2023) son un elemento más para entender que resulta más probable que la sedimentación de la primera ocurra durante el Pérmico. La Formación Sanga do Cabral (*sensu* LAVINA & SCHERER 1997) es indudablemente Triásico Temprano ((LAVINA & BARBERENA 1985, BARBERENA *et al.* 1985, DIAS-DA-SILVA *et al.* 2017), como demuestra la presencia de taxones exclusivamente triásicos (*Procolophon* y ?*Tanystropheidae*; DIAS-DA-SILVA *et al.* 2017, DE OLIVEIRA *et al.* 2018) y las relaciones filogenéticas del capitosauroide *Tomeia* (ELTINK *et al.* 2016).

Las formaciones Sanga do Cabral y Buena Vista comparten, a grandes rasgos, taxones a nivel familiar, pero no específico ni genérico, como señalaran ERNESTO *et al.* (2020). El contenido fosilífero de la Formación Buena Vista (*sensu* FALCONER 1937) fue variablemente considerado como indicativo de una edad Pérmico Tardío o Pérmico Tardío-Triásico Temprano (e.g. PIÑEIRO *et al.* 2003, 2004, 2007a, 2012). No obstante, una reevaluación de la evidencia (DIAS-DA-SILVA *et al.* 2017 y referencias allí citadas) no encontró taxones incuestionablemente pérmicos. Los autores sostienen que las relaciones filogenéticas del procolofónido *Pintosaurus* y del temnospóndilo *Arachana* son más consistentes con una edad triásica, mientras que otros restos no aportaban a la discusión, ya fuera por su pobre estado de preservación (Dvinosauria-Tupilakosauridae) o por sus relaciones filogenéticas ambiguas (caso del temnospóndilo *Uruiella*). Son necesarios nuevos hallazgos para terminar de dilucidar la edad más probable de la asociación fosilífero de la Formación Buena Vista.

Litoestratigráficamente, la Formación Sanga do Cabral sufrió varios desencuentros desde su definición por ANDREIS *et al.* (1980) hasta su redefinición de LAVINA & SCHERER (1997). En esa historia, vale resaltar que DELANEY & GOÑI (1963) hicieron un primer aporte a la sistemática estratigráfica de esos registros cuando definieron la Formación Rio Pardo. Más allá de algún aspecto formal que criticaron ANDREIS *et al.* (1980) en su definición, fueron DELANEY & GOÑI (1963) los que distinguieron atributos litológicos expresivos que permitían su diferenciación con las unidades

adyacentes, a pesar que no lograron caracterizar las principales discontinuidades estratigráficas. La redefinición de la Formación Sanga do Cabral propuesta por LAVINA & SCHERER (1997) tiene casi el mismo alcance litológico dado a la Formación Rio Pardo por DELANEY & GOÑI (1963), lo que refuerza aún más la propuesta de SOARES & ASSINE (1992) sobre el restablecimiento de la denominación original de ese conjunto de rocas y, por consiguiente, la eliminación de la Formación Sanga do Cabral de la nomenclatura estratigráfica de la cuenca.

Una situación similar a la anterior ocurre con GAMMERMAN (1973) en la definición de la Formación Rosário do Sul. Este autor acabó agrupando una sucesión sedimentaria que, si bien resultaba operativa desde el punto vista cartográfico en el Estado de Rio Grande do Sul, no menos cierto es que geólogos anteriores habían mostrado la posibilidad de separar de ese amplio conjunto rocoso, otras unidades que lograban tener identidades litológicas objetivas plausibles de ser cartografiadas, inclusive distinguiendo la existencia de discontinuidades estratigráficas expresivas. La idea de un pasaje transicional del Pérmico al Triásico en la región meridional de la Cuenca de Paraná que se plasmaban varias columnas estratigráficas (Tablas 2 y 3) tiene su origen, en parte, en ese super agrupamiento de sucesiones sedimentarias (ver, entre otros, BORTOLUZZI (1974), FERREIRA et al. (1978), HORBACH et al. (1986), DE SANTA ANA (1989), MILANI et al. (1994, 1998) y DE SANTA ANA et al. (2006).

Ese pasaje transicional permo-triásico en la cuenca tomaría aún más fuerza con los hallazgos de tetrápodos triásicos de LAVINA (1983), LAVINA & BARBERENA (1985) y BARBERENA et al. (1985) en la Formación Sanga do Cabral (*sensu* ANDREIS et al. 1980). A su vez, esa concepción se trasladaba a la región uruguaya cuando se correlacionaba aquella unidad en el sentido amplio del agrupamiento dado en su definición original para la Formación Sanga do Cabral con la Formación Buena Vista. Las contribuciones de los últimos años que se reseñaron cerraron la posibilidad de ese carácter transicional, a las que se suman las aportaciones de la geocronología (ROCHA-CAMPOS et al. 2019) y el paleomagnetismo (ERNESTO et al. 2020).

Por último, cabe incluir a modo de reflexión que la Estratigrafía tiene aplicaciones más allá de la búsqueda de las relaciones espaciales y

temporales de los cuerpos rocosos. Los mapas geológicos confeccionados a partir de unidades litoestratigráficas siguen teniendo vigencia no sólo con fines científicos, sino que constituyen muchas veces el soporte para la elaboración de otro conjunto de mapas temáticos útiles para la sociedad. Los mapas hidrogeológicos son un ejemplo. En ese sentido, durante las reuniones técnicas realizadas en el marco del Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní (2006-2007), se produjeron debates y discusiones entre los geólogos participantes sobre muchos de los aspectos aquí tratados. En el fondo, por detrás de esa discusión estaba, nada más y nada menos, que la propia extensión y geometría del sistema acuífero donde la cuestión estratigráfica imponía una definición precisa de sus unidades constituyentes (ver SOARES et al. 2008).

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Formación Buena Vista (FALCONER 1937, DE SANTA ANA et al. 2006) constituye una unidad pérmica, eólica y fluvial que, a lo largo de una extensa franja de afloramientos de la región riograndense-uruguaya, exhibe una marcada identidad litológica y muestra relaciones de continuidad lateral con la Formación Rio do Rasto. En territorio brasileño, esta unidad infrayace en discordancia a la Formación Sanga do Cabral (LAVINA & SCHERER 1997) y las formaciones jurásicas (equivalentes) Tacuarembó y Guará en Uruguay y Brasil, respectivamente. El servicio geológico uruguayo debería revisar su cartografía geológica, entendiéndose aquí que el criterio litoestratigráfico adoptado por HORN et al. (2022) para la Formación Buena Vista y las unidades que representan el Pérmico – Triásico en la cuenca son acertados.

La Formación Sanga do Cabral (LAVINA & SCHERER 1997) constituye una unidad esencialmente fluvial, con episodios lacustres y eólicos asociados, que sólo se ha reconocido en superficie en el Estado de Rio Grande do Sul. Su pertenencia al Grupo Rosário do Sul debería ser revisada dadas las relaciones estratigráficas a las que refieren la literatura geológica para con las formaciones Santa Maria y Caturrita. Esa revisión fue propuesta por SOARES & ASSINE (1992) ajustándose a las recomendaciones que surgen en la estratigrafía de las unidades formales de

no reunir en un Grupo a unidades formacionales separadas por discordancias. Esos autores también proponen que se restablezca la denominación de Formación Rio Pardo, en sustitución del término “Sanga do Cabral”, aplicando el criterio de prioridad. Aquí se entiende que ese criterio debe primar aun reconociéndose que existe esa denominación en una unidad metasedimentaria proterozoica en el Estado de Bahia.

La revisión de las unidades litoestratigráficas de la Cuenca de Paraná, intentando respetar los consensos de logrados por la comunidad geológica, constituye una necesidad y una oportunidad para demostrar madurez científica y técnica de los diferentes grupos de investigación geológica que trabajan en esta amplia región sudamericana. La inclusión reciente de la Formación Buena Vista en la columna brasileña de la Cuenca de Paraná es un buen precedente que puede motivar a esa necesaria revisión de las unidades litoestratigráficas de la cuenca (Figura 11).

En ese sentido, a partir de la revisión presentada para el intervalo comprendido entre las “camadas “vermelhas” de Rio do Rasto” y las rocas “eruptivas de Serra Geral”, se sostiene que la columna estratigráfica de la Cuenca de Paraná que más se ajusta a una sistematización del conocimiento histórico y a los procedimientos estratigráficos consagrados,

debería estar compuesta, de base a techo, por las formaciones: Rio do Rasto (Corumbataí en la región septentrional), Buena Vista, Rio Pardo, Santa Maria, Caturrita, Pirambóia, Tacuarembó, Botucatu y Serra Geral.

El análisis realizado mostró que, en buena parte, el apartamiento de los procedimientos al momento de la elaboración de columnas estratigráficas y mapas geológicos de la Cuenca de Paraná, acaban generando distorsiones que tienen implicancias directas en áreas aplicadas que resultan de gran importancia e interés para la sociedad como, por ejemplo, en los recursos hídricos subterráneos transfronterizos que comparten Brasil y Uruguay.

7 AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los colegas Roberto Kirchheim y Michel Godoy del Servicio Geológico del Brasil (CPRM) por el suministro de varios mapas y materiales históricos que fueron de gran utilidad. A los geólogos Héctor de Santa Ana y Ethel Morales, que acompañaron algunos trabajos de campo y discusiones. A los tres revisores anónimos que contribuyeron significativamente a mejorar, fortalecer y enriquecer el contenido de este artículo.

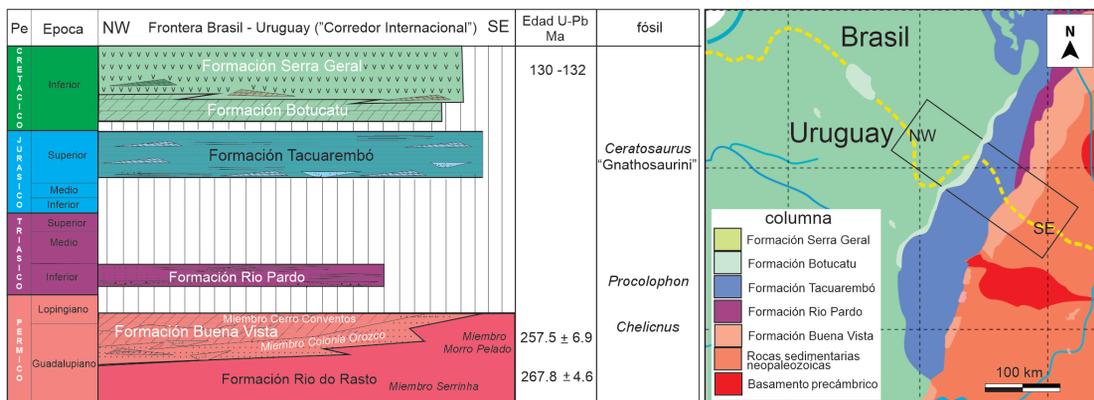


FIGURA 11 – Propuesta de columna estratigráfica para la región aflorante de la frontera brasileña-uruguaya. Aquí se comparte la propuesta de SOARES & ASSINE (1992) para incluir a la Formación Rio Pardo de DELANEY & GOÑI (1963) en sustitución de la Formación Sanga do Cabral de ANDREIS *et al.* (1980) y LAVINA & SCHERER (1997). Se indican dataciones radimétricas (ROCHA CAMPOS *et al.* 2019) y fósiles con significación bioestratigráfica (LAVINA 1983; FRANCISCHINI *et al.* 2018; SOTO *et al.* 2020, 2021).

FIGURE 11 – Proposed stratigraphic column for the outcropping region of the Brazilian-Uruguayan border. Here we share the proposal of SOARES & ASSINE (1992) to re-include the Rio Pardo Formation of DELANEY & GOÑI (1963) to replace the Sanga do Cabral Formation of ANDREIS *et al.* (1980) and LAVINA & SCHERER (1997). Radiometric (ROCHA CAMPOS *et al.* 2019) and fossil data with biostratigraphic significance (LAVINA 1983; FRANCISCHINI *et al.* 2018; SOTO *et al.* 2020, 2021) are indicated.

8 REFERENCIAS

- ABDALA, F.; DIAS-DA-SILVA, S.; CISNEROS, J.C. 2002. First record of non-mammalian cynodonts (Therapsida) in the Sanga do Cabral Formation (Early Triassic) of southern Brazil. *Palaeontologia africana*, 38: 93–98.
- ALESSANDRETTI, L.; MACHADO, R.; WARREN, L.V.; ASSINE, M.I.; LANA, C. 2016. From source-to-sink: the Late Permian SW Gondwana paleogeography and sedimentary dispersión unraveled by multiproxy analysis. *Journal of South American Earth Sciences*, 70: 368–382. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2016.06.007>
- AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K.; REYNOLDS, J.H. 1966. Potassium-argon dates of basaltic rocks from Southern Brazil. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 30(2): 159–189. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(66\)90105-0](https://doi.org/10.1016/0016-7037(66)90105-0)
- ANDREIS, R.R.; BOSSI, G.E.; MONTARDO, D.K. 1980. O Grupo Rosário do Sul (Triássico) no Rio Grande do Sul - Brasil. In: SBG, CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Camboriú, *Anais*, 2: 659–673.
- ASSINE, M.L.; PIRANHA, J.M.; CARNEIRO, C.D.R. 2004. Os paleodesertos Pirambóia e Botucatu. In: V. Mantesso-Neto, A. Bartorelli, C.D.R. Carneiro, B.B. Brito-neves (eds.). *Geologia do Continente Sul-Americano – Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo, BECA, p. 77–92.
- BARBERENA, M.C.; ARAÚJO, D.C.; LAVINA, E.L. 1985. Late Permian and Triassic tetrapods of Southern Brazil. *National Geographic Research*, 1: 5–20.
- BASTOS, L.P.H.; RODRIGUES, R.; PEREIRA, E.; BERGAMASCHI, S.; ALFERES, C.L.F.; AUGLAND, L.E.; DOMEIER, M.; PLANKE, S.; SVENSEN, H.H. 2021. The birth and demise of the vast epicontinental Permian Irati-Whitehill sea: Evidence from organic geochemistry, geochronology, and paleogeography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 562: 110103. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2020.110103>
- BENTON, M. 1993. Four feet on the ground. In: S.J. Gould (ed.) *The Book of Life*. New York, W.W. Norton & Company Inc., p. 79–126.
- BEURLEN, K.; SENNA SOBRINHO, M.; MARTINS E. 1955. Formações Gondwânicas do Rio Grande do Sul. *Boletim do Museu Nacional*, 22: 1–55
- BORTOLUZZI, C.A. 1974. Contribuição à geologia da região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas em Geociências*, 4(4): 1–101. <https://doi.org/10.22456/1807-9806.21834>
- BORTOLUZZI, C.A.; BARBERENA, M.C. 1967. The Santa Maria Beds in Rio Grande Do Sul (Brazil). In: J.J. Bigarella, R.D. Becker, I.D. Pinto (eds.) *Problems in Brazilian Gondwana Geology*, Curitiba, CNPq, p. 169–195.
- BOSSI, J. 1966. *Geología del Uruguay*. Colección Ciencias, Departamento de Publicaciones, Universidad de la República, 2^{da} edición, Montevideo, 457 p.
- BOSSI, J.; FERRANDO, L. 2001. *Memoria Explicativa de la Carta Geológica del Uruguay, escala 1:500.000*. Geoeditores, Montevideo, Versión CD-ROM.
- BOSSI, J.; NAVARRO, R. 1988. *Geología del Uruguay*. Departamento de Publicaciones, Universidad de la República, 3^a edición, Montevideo, 2 tomos, 966 p.
- BOSSI, J.; FERRANDO, L.A.; FERNÁNDEZ, A.; ELIZALDE, G.; MORALES, H.; LEDESMA, J.; CARBALLO, E.; MEDINA, E.; FORD, I.; MONTAÑA, J. 1975. *Carta Geológica del Uruguay, escala 1/1.000.000*. Montevideo.
- CABRAL, M.V.B. 2011. *Conchostráceos jurássicos das formações Pirambóia e Caturrita (Bacia do Paraná)*. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Dissertação de Mestrado, 132 p.
- CAETANO-CHANG, M.R. 1997. *A Formação Pirambóia no centro-leste do Estado de São*

- Paulo. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Tese de Livre Docência), 196 p.
- CAETANO-CHANG, M.R.; WU, F.T. 2003. Diagênese de arenitos da formação pirambóia no Centro-Leste Paulista. *Geociências*, 22: 33–39,
- CAORSI, J.H.; GOÑI, J.C. 1958. Geología uruguaya. *Boletín del Instituto de Geología del Uruguay*, 37: 1–73.
- CARRARO, C.C.; GAMERMANN, N.; EICK, N.C.; BORTOLUZZI, C.A.; JOST, H.; PINTO, I.F. 1974. *Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Sul, a escala 1:1.000.000*. Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- CGMW-ASGMI – COMMISSION FOR THE GEOLOGICAL MAP OF WORLD-ASSOCIAÇÃO DE SERVIÇOS DE GEOLOGIA E MINERAÇÃO IBERO-AMERICANOS. 2011. *Mapa Geológico y de Recursos Minerales de América del Sur (SIG - América del Sur), Hoja SH21 Concordia-Uruguaiana-Arapey (Ar, Br, Uy), escala 1: 1.000.000*. Comisión para el Mapa Geológico del Mundo (CGMW) y Asociación de Servicios Geológicos y Mineros Iberoamericanos (ASGMI), SEGEMAR Argentina, CPRM Brasil, DINAMIGE Uruguay.
- CHEBLI, G.A.; TOFALO, O.; TURAZZINI, G.E.. 1989. Mesopotamia. In: W. Chebli & L. Spalletti (eds), *Cuencas Sedimentarias Argentinas*, Universidad de Tucumán, Tucumán, Serie Correlación Geológica nº 6, p. 79–100.
- CHEBLI, G.; MOZETIC, M.E.; ROSSELLO, E.A.; BUHLER, M. 1999. Cuencas sedimentarias de la llanura Chaco-paranaense. In: R. Caminos (ed.) *Geología Regional Argentina*. Secretaría de Minería de la Nación, SEGEMAR, Buenos Aires, cap. 20: 627–644.
- CHRISTOFOLETTI, B.; PEIXOTO, B.C.P.M.; WARREN, L.V.; INGLEZ, L.; FERNANDES, M.A.; ALESSANDRETTI, L.; PERINOTTO, J.J.; SIMÕES, M.G.; ASSINE, M.L. 2021. Dinos among the dunes: Dinoturbation in the Pirambóia Formation (Paraná Basin), São Paulo State and comments on cross-section tracks. *Journal of South American Earth Sciences*, 109: 103252. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103252>
- CNNE – COMISIÓN NORTEAMERICANA DE NOMENCLATURA ESTRATIGRÁFICA. 2024. Código Estratigráfico Norteamericano. Comité *ad hoc*: F. Núñez-Useche, L.R. Bernal Rodríguez, M. Castro Mora, R.A. López-Doncel, I. López-Palomino, V. Mesa, W. Ramos Collorana. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 76(1): A240124. <https://doi.org/10.18268/BSGM2024v76n1a240124>
- COBBOLD, P.R.; MASSABIE, A.C.; ROSSELLO, E.A. 1986. Hercynian wrenching and thrusting in the Sierras Australes foldbelt, Argentina. *Hercynica*, 2: 135–148.
- COHEN, K.M.; FINNEY, S.C.; GIBBARD, P.L.; FAN, J.X. 2013. The ICS International Chronostratigraphic Chart. *Episodes*, 36: 199–204. <https://doi.org/10.18814/epiiugs/2013/v36i3/002>
- DA-ROSA, A.A.; PIÑEIRO, G.; DIAS-DASILVA, S.; CISNEROS, J.C.; FELTRIN, F.F.; WITECK-NETO, L. 2009. “Sítio Bica São Tomé”, um novo sítio fossilífero para o Triássico Inferior do sul do Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 12: 67–76. <http://dx.doi.org/10.4072/rbp.2009.1.06>
- DE OLIVEIRA, T.M.; OLIVEIRA, D.; SCHULTZ, C.L.; KERBER, L.; PINHEIRO, F.L. 2018. Tanystropheid archosauromorphs in the Lower Triassic of Gondwana. *Acta Palaeontologica Polonica*, 63(4): 713–723. <http://dx.doi.org/10.4202/app.00489.2018>
- DE PAULA E SILVA, F.; CAETANO-CHANG, M.R.; CHANG, H.K. 2023. Stratigraphy of the middle Triassic-lower Cretaceous succession in the Paraná and Uruguayan Chaco-Paraná Basins—An overview based on subsurface data. *Journal of South American Earth Sciences*, 130: 104567, <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104567>

- DE SANTA ANA, H. 1989. Consideraciones tectónicas y deposicionales de la Cuenca Norte uruguaya. *Boletín Técnico de ARPEL*, 18(4): 319–339.
- DE SANTA ANA, H. 2004. *Análise Tectono–estratigráfica das Seqüências Permotriássica e Jurocretácea da Bacia Chacoparanense Uruguiaia (“Cuenca Norte”)*. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Tese de Doutorado, 274 p.
- DE SANTA ANA, H.; VEROSLAVSKY, G. 2003. La tectosecuencia volcanosedimentaria de la Cuenca Norte de Uruguay, edad Jurásico-Cretácico Temprano. In: G. Veroslavsky, M. Ubilla, S. Martínez (eds.), *Cuencas Sedimentarias de Uruguay: Geología, Paleontología y recursos naturales – Mesozoico*. DIRAC – Facultad de Ciencias, Montevideo, p. 51–74.
- DE SANTA ANA, H., GOSO, C., DANERS, G. 2006. Cuenca Norte: estratigrafía del carbonífero - Pérmico. In: G. Veroslavsky, M. Ubilla & S. Martínez, S. (eds.), *Cuencas Sedimentarias de Uruguay: geología, paleontología y recursos naturales - Paleozoico*. DIRAC - Facultad de Ciencias, Montevideo, p. 147–207.
- DELANEY, P.J.V.; GOÑI, J. 1963. Correlação preliminar entre as formações gondwânicas do Uruguai e Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletim Paranaense de Geografia*, 8: 3–21.
- DIAS-DA-SILVA, S.; MODESTO, S.P.; SCHULTZ, C.L. 2006. New material of Procolophon (Parareptilia: Procolophonoidea) from the Lower Triassic of Brazil, with remarks on the ages of the Sanga do Cabral and Buena Vista formations of South America. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 43(11): 1695–1693. <https://doi.org/10.1139/e06-043>
- DIAS-DA-SILVA, S.; PINHEIRO, F.L.; DA-ROSA, A.A.S.; MARTINELLI, A.G.; SCHULTZ, C.L. SILVA-NEVES, E. MODESTO, S.P. 2017. Biostratigraphic reappraisal of the Lower Triassic Sanga do Cabral Supersequence from South America, with a description of new material attributable to the parareptile genus Procolophon. *Journal of South American Earth Sciences*, 79: 281–296. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.07.012>
- DO AMARANTE, F.B.; SCHERER, C.M.S.; GOSO, C.A.; DOS REIS, A.D.; MESA, C.; SOTO, M. 2019. Fluvial-eolian deposits of the Tacuarembó formation (Norte Basin – Uruguay): depositional models and stratigraphic succession. *Journal of South American Earth Sciences*, 90: 355–376. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.12.024>
- DU TOIT, A.L. 1927. *A Geological Comparison of South America with South Africa*. Carnegie Institution of Washington, Washington, 158 p.
- ELIZALDE, G.; EUGUI, W.; VERDESIO, J.; STAPFF, M.; TELLECHEA, J. 1970. *Carta Geológica del Uruguay a escala 1:100.000, Segmento Aceguá, Sector XXX*. Departamento de Publicaciones de la Universidad de la República, Montevideo, Boletín 3, p. 127.
- ELTINK, E.; DA-ROSA, A.A.; DIAS-DA-SILVA, S. 2016. A capitosauroid from the Lower Triassic of South America (Sanga do Cabral Supersequence: Paraná Basin), its phylogenetic relationships and biostratigraphic implications. *Historical Biology*, 29: 863–874. <https://doi.org/10.1080/08912963.2016.1255736>
- ERNESTO, M.; NÚÑEZ, P.; XAVIER, P.; SANCHEZ, L.; SCHULTZ, C.; PIÑEIRO, G. 2020. Age constraints on the Paleozoic Yaguarí-Buena Vista succession from Uruguay: paleomagnetic and paleontologic information. *Journal of South American Earth Sciences*, 98: 102489. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102489>
- FACCINI, U.F. 1989. *O permo-triássico do Rio Grande do Sul: uma análise sob o ponto de vista das seqüências deposicionais*. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Dissertação de Mestrado, 121 p.
- FACCINI, U.F.; NOVATSKI, C.H. 1992. Corredor internacional Brasil – Uruguai (trecho

- Cerrillada Rivera): faciologia e correlações. *Acta Geologica Leopoldensia*, 36: 139–140.
- FALCONER, J.D. 1931. Terrenos Gondwánicos del Departamento de Tacuarembó. *Boletín del Instituto de Geología y Perforaciones*, 15: 1–17.
- FALCONER, J.D. 1937. La Formación Gondwana en el Nordeste del Uruguay con especial referencia a los terrenos eogondwánicos. *Boletín del Instituto de Geología y Perforaciones*, 23: 1–113.
- FERRANDO, L.; ANDREIS, R.R. 1986. Nueva estratigrafía en el Gondwana de Uruguay. In: ARPEL, CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDROCARBUROS, 1, Buenos Aires, *Actas V*, 1: 295–322.
- FERRANDO, L.; ANDREIS, R.R. 1989. *Carta Geológica del Uruguay – Hoja D15 Melo, escala 1:100.000*. DINAMIGE–Facultad de Agronomía–Facultad de Humanidades y Ciencias, Montevideo.
- FERRANDO, L.; ANDREIS, R.R. 1990. Una nueva localidad de la Formación Melo A° Seco (Depto. de Rivera, Uruguay): litofacies e interpretación paleoambiental preliminar. In: Annual Meeting of the Working Group Project n° 211, IUGS–UNESCO, p. 69–71.
- FERRANDO, L.; ANDREIS, R.R.; MONTAÑA, J.R. 1987. Estratigrafía del Triásico – Jurásico uruguayo en la Cuenca de Paraná. In: SBG, SIMPOSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, *Atas*, 1: 373–378.
- FERREIRA, J.A.F.; SÜFFERT, T.; SANTOS, A.P. 1978. Projeto carvão no Rio Grande do Sul. Relatório final. Porto Alegre, CPRM, 16, v.1 e 2. <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/9709>
- FOLK, R.L.; FERM, J.C. 1966. A portrait of Paul D. Krynine. *Journal of Sedimentary Petrology*, 36: 851–863.
- FRANÇA, A.B.; MILANI, E.J.; SCHNEIDER, R.L.; LÓPEZ-PAULSEN, O.; LÓPEZ, M.J.; SUÁREZ-SORUCO, R.; DE SANTA ANA, H.; WEINS, F.; FERREIRO, O.; ROSSELLO, E.A.; BIANUCCI, H.A.; ARAMAYO-FLORES, R.F.; VISTALLI, M.C.; FERNÁNDEZ-SEVESO, F.A.; FUENZALIDA, R.P.; MÚÑOZ, N. 1995. Phanerozoic correlation in southern south America. In: A.J. Tankard, R. Suárez-Soruco, H.J. Welsink (eds.) *Petroleum Basins of South America*. American Association of Petroleum Geologists Memoir, 62: 129–161.
- FRANCISCHINI, H.; DENTZIEN-DIAS, P.; LUCAS, S.G.; SCHULTZ, C.L. 2018. Tetrapod tracks in Permo–Triassic eolian beds of southern Brazil (Paraná Basin). *PeerJ*, 6: e4764. <https://doi.org/10.7717/peerj.4764>
- FULFARO, V.J.; SAAD, A.R.; SANTOS, M.V.; VIANNA, R.B. 1982. Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, 12: 590–610.
- GAMERMANN, N. 1973. Formação Rosário do Sul. *Pesquisas em Geociências*, 2(2): 25–36. <https://doi.org/10.22456/1807-9806.21859>
- GASTMANS, D.; VEROSLAVSKY, G.; KIANG CHANG, H.; CAETANO-CHANG, M.R.; NOGUEIRA PRESSINOTTI, M.M. 2012. Modelo hidrogeológico conceptual del Sistema Acuífero Guaraní (SAG): una herramienta para la gestión. *Boletín Geológico y Minero*, 123(3): 249–265.
- GIANNINI, P.C.F.; SAWAKUCHI, A.O.; FERNANDES, L.A.; DONATTI, L.M. 2004. Paleoventos e Paleocorrientes Subaquosas do Sistema Depositional Pirambóia nos Estados de Sao Paulo e Paraná, Bacia do Paraná: estudo baseado em análise estatística de dados azimutais. *Revista Brasileira de Geociências*, 34: 282–292.
- GONZAGA DE CAMPOS, L.F. 1889. Seção geológica. In: O.A. Derby (ed.). *Relatorio apresentado á Assembléia Provincial de Sao Paulo*. Comissao Geográfica e Geológica da Provincia de São Paulo, São Paulo: 3–4.
- GORDON JR., M. 1947. Classification of the Gondwanic Rocks of Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul. Divisão de Geologia e Mineralogia do Departamento Nacional de Produção Mineral, *Notas preliminares e estudos*, 38: 1–19.

- GORDON JR., M.; BROWN, R.W. 1952. Plantas triássicas do Sul do Brasil. Divisão de Geologia e Mineralogia do Departamento Nacional de Produção Mineral, *Notas preliminares e estudos*, n° 54.
- GOSO, C.; PIÑEIRO, G.; DE SANTA ANA, H.; ROJAS, A.; VERDE, M.; ALVES, C. 2001. Caracterización estratigráfica de los depósitos continentales cuspidales neopérmicos (Formaciones Yaguari y Buena Vista) en el borde oriental de la Cuenca Norte Uruguaya. In: SUG - XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE GEOLOGÍA y III CONGRESO URUGUAYO DE GEOLOGÍA, Montevideo, *Actas*, CD-ROM.
- HARRINGTON, H.J. 1962. Paleogeographic development of South America. *Bulletin of American Association of Petroleum Geologists*, 46(10): 1773–1814.
- HOLZ, M.; FRANÇA, A.B.; SOUZA, P.A.; IANNUZZI, R.; ROHN, R. 2010. A stratigraphic chart of the late Carboniferous/Permian succession of the eastern border of the Paraná Basin, Brazil, South America. *Journal of South American Earth Sciences*, 29: 381–399. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.04.004>
- HORBACH, R.; KUCK, L.; MARIMON, R.G.; MOREIRA, H.L.; FUCK, G.F.; MOREIRA, M.L.O.; MARIMON, M.P.C.; PIRES, J.L.; VIVIAN, O.; DE ALMEIDA E MARINHO, D.; TEIXEIRA, W. 1986. Geologia. In: *Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e 51.22 Lagoa Mirim; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra*. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 33: 29–312.
- HORN, B.L.D.; OLIVEIRA, A.A.; SIMÕES, M.S.; BESSER, M.L.; ARAÚJO, L.L. 2022. *Projeto Geologia e Potencial Mineral da Bacia do Paraná. Mapa geológico escala 1:1.000.000*. SGB/CPRM, Porto Alegre.
- HUENE, F.V.; STAHLCKER, R. 1931. Observações geológicas no Rio Grande do Sul. *Boletim do Instituto de Ciências Naturais da Universidade de Santa Maria*, 3: 3–99.
- IUGS – INTERNATIONAL UNION OF GEOLOGICAL SCIENCES. 1976. *International Stratigraphic Guide: Classification, Terminology and Procedure*. H.D. Hedberg (ed.), IUGS Commission of Stratigraphy, Wiley Interscience Publication, New York, 200 p.
- JABUR, I.C. 1985. O Grupo São Bento no Rio Grande do Sul. *Boletim de Geografia (UEM)*, 3: 109–152.
- KERN, H.P.; LAVINA, E.L.; PAIM, P.S.; GIRELLI, T.J.; LANA, C. 2021. Evolution of the southern Paraná Basin during the Late Permian and its relation to the Gondwanides. *Sedimentary Geology*, 415: 105808. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2020.105808>
- KISCHLAT, E.E. 2018. Uma nova hipótese de empilhamento para a Formação Santa Maria (Triássico) na região da cidade de Santa Maria (RS). *Informe Técnico CPRM*, 12. <http://doi.org/10.29396/itcprm.2018.12>
- LAMBERT, R. 1941. Estado actual de nuestros conocimientos sobre la geología de la República Oriental del Uruguay. *Boletín del Instituto Geológico del Uruguay*, 29: 1–89.
- LAVINA, E.L. 1983. *Procolophon pricei* sp. n., um novo réptil procolofonídeo do Triássico do Rio Grande do Sul. *Iheringia (Série Geologia)*, 9: 51–78.
- LAVINA, E.L. 1991. *Geologia sedimentar e paleogeografia do neopermiano e eotriássico (Intervalo Kazaniano-Scitiano) da Bacia do Paraná*. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Tese de Doutorado em Geociências, 332 p.
- LAVINA, E.L.; BARBERENA, M. C. 1985. Anfíbios ritidosteídeos e lidekkerinídeos da Formação Sanga do Cabral (Triássico Inferior do Rio, Grande do Sul) - Implicações bioestratigráficas e geocronológicas. *Iheringia (Série Geologia)*, 10: 19–27.
- LAVINA, E.L.; FACCINI, U.F. 1993. Formações Pirambóia e Sanga do Cabral: um episódio de desertificação da Bacia do Paraná ao final do Permiano? In: SIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO

- PARANÁ, 1, Rio Claro, UNESP, *Boletim de Resumos Expandidos*: 94–95.
- LAVINA, E.L.; SCHERER, C.M.S. 1997. Formações Pirambóia e Sanga do Cabral: um episódio de desertificação na Bacia do Paraná ao final do Permiano? *In*: SBG – Simpósio de Cronoestratigrafia da Bacia do Paraná, Rio de Janeiro. *Boletim de Resumos Expandidos* 1: 94–95.
- LAVINA, E.; FACCINI, U.F.; RIBEIRO, H.J.P. 1993. A Formação Pirambóia (Permo-Triássico) no Estado do Rio Grande do Sul. *Acta Geologica Leopoldensia*, 16(38): 179–197.
- LIMARINO, C.O.; MASSABIE, A.; ROSSELLO, E.A.; LÓPEZ-GAMUNDÍ, O.; PAGE, R.; JALFIN, G. 1999. El Paleozoico de Ventania, Patagonia e Islas Malvinas. *In*: R. Caminos (ed.) *Geología Regional Argentina*. Secretaría de Minería de la Nación, SEGEMAR, Buenos Aires, Cap. 13: 319–347.
- MARSICANO, C.; PEREA, D.; UBILLA, M. 2000. A new temnospondyl amphibian from the Lower Triassic of South America. *Alcheringa*, 24: 119–123. <https://doi.org/10.1080/03115510008619528>
- MATOS, S.L.F. 1995. *O contato entre o Grupo Passa Dois e a Formação Pirambóia na borda leste da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tesis de Maestría, 120 p.
- MENDES, J.C. 1954. *Contribuição à estratigrafia da série Passa Dois no Estado do Paraná*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, 1–119 (Boletim, 175, Geologia, 10).
- MIALL, A.D. 1984. *Principles of Sedimentary Basin Analysis*. Springer-Verlag, Berlin, 490 p.
- MILANI, E.J. 1997. *Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana Sul-ocidental*. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Tese de Doutorado, 255 p.
- MILANI, E.J.; DE WIT, M.J. 2008. Correlations between the classic Paraná and Cape - Karoo sequences of South America and southern Africa and their basin infills flanking the Gondwanides: du Toit revisited. *In*: R.J. Pankhurst, R.A.J. Trouw, B.B. Brito Neves, M.J. De Wit, M. J. (eds.) *Pre-Cenozoic correlations across the South Atlantic region*, Special Publications, Geological Society, London, 294, p. 319–342.
- MILANI, E.J.; RAMOS, V.A. 1998. Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, 28(4): 473–484.
- MILANI, E.J.; FRANÇA, A.B.; SCHNEIDER, R.L. 1994. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 8(1): 69–82.
- MILANI, E.J.; FACCINI, U.F.; SCHERER, C.M.S.; ARAUJO, L.M.; CUPERTINO, J.A. 1998. Sequences and stratigraphic hierarchy of the Paraná Basin (Ordovician to Cretaceous), Southern Brazil. *Boletim do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, Série Científica* (29): 125–173.
- MILANI, E.J.; MELO, J.H.G.; SOUZA, P.A.; FERNANDES, L.A.; FRANÇA, A.B. 2007. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 15(2): 265–287.
- MORAES REGO, L.F. 1930. A geologia do petróleo no Estado de São Paulo. *Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico*, 46: 1–110.
- NORTHFLEET, A.M.; MEDEIROS, R.A.; MUHLMAN, H. 1969. Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. *Boletim Técnico da Petrobras*, 12: 291–346.
- OLIVEIRA, E.P. 1918. *Regiões Carboníferas dos Estados do Sul*. Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, 125 p.
- OLIVEIRA, E.P. 1929. Geologia histórica do Brasil (Columna geológica organizado de acordo com os estudos feitos até 31 de

- dezembro de 1928). *Divisão de Geologia e Mineralogia, Serviço de informações do Ministerio da Agricultura*, Rio de Janeiro, 6 p.
- ORLANDIFILHO, V.; KREBS, A.S.J.; GIFFONI, L.E. 2006. White Column, Serra do Rio do Rastro, SC - Classic Geologic Section of the Gondwana Continent in Brazil. *In*: M. Winge, C. Schobbenhaus, M. Berbert-Born, E.T. Queiroz, D.A. Campos, C.R.G. Souza, A.C. Fernandes (eds.) *Geological and Palaeontological Sites of Brazil*, p. 71–86. <https://sigep.eco.br/sitio024/sitio024english.pdf>
- PADULA, E.; MINGRAMM, A. 1968. Estratigrafía, distribución y cuadro geotectónico-sedimentario en el subsuelo de la Llanura Chaco-Paranense. *In*: JORNADAS GEOLÓGICAS ARGENTINAS, 3, Buenos Aires, *Actas*, 1: 291–331.
- PÁNGARO, F.; RAMOS, V.A.; PAZOS, P.J. 2015. The Hesperides basin: a continental-scale upper Palaeozoic to Triassic basin in southern Gondwana. *Basin Research*, 54: 1–27. <https://doi.org/10.1111/bre.12126>
- PEREA, D.; SOTO, M.; VEROSLAVSKY, G.; MARTÍNEZ, S.; UBILLA, M. 2009. A Late Jurassic fossil assemblage in Gondwana: Biostratigraphy and correlations of the Tacuarembó Formation, Parana Basin, Uruguay. *Journal of South American Earth Sciences*, 28: 168–179. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.03.009>
- PERINOTTO, J.A.J. 1992. *Análise estratigráfica da Formação Palermo (P) na Bacia do Paraná, Brasil*. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Tese Doutorado em Geociências, 2 v., 126 p.
- PEZZI, E.E.; MOZETIC, M.E. 1989. Cuencas Sedimentarias de la Región Chacoparanense. *In*: W. Chebli & L. Spalletti (eds.) *Cuencas Sedimentarias Argentinas*, Universidad de Tucumán, Tucumán Serie, Correlación Geológica, nº 6, p. 65–78.
- PIÑEIRO, G. 2004. *Paleofaunas del Pérmico y Permo-Triásico de Uruguay: Bioestratigrafía, Paleobiogeografía y Sistemática*. PEDECIBA - Universidad de la República, Montevideo, Tesis de Doctorado, 215 p.
- PIÑEIRO, G.; UBILLA, M. 2003. Unidades Pérmico-Triásicas en la Cuenca Norte: paleontología y ambientes. *In*: G. Veroslavsky, M. Ubilla, S. Martínez (eds.) *Cuencas Sedimentarias de Uruguay: Geología, Paleontología y recursos naturales – Mesozoico*. DIRAC – Facultad de Ciencias, Montevideo p. 33–49.
- PIÑEIRO, G.; VERDE, M.; UBILLA, M.; FERIGOLO, J. 2003. First basal synapsids (“pelycosaurs”) from the Upper Permian-Lower Triassic of Uruguay, South America. *Journal of Paleontology*, 77: 389–392. [https://doi.org/10.1666/0022-3360\(2003\)0772.0.CO;2](https://doi.org/10.1666/0022-3360(2003)0772.0.CO;2)
- PIÑEIRO, G.; ROJAS, A.; UBILLA, M. 2004. A new procolophonoid (Reptilia: parareptilia) from the Upper Permian of Uruguay. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 24: 814–821. [http://doi.org/10.1671/0272-4634\(2004\)024\[0814:ANPRPF\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1671/0272-4634(2004)024[0814:ANPRPF]2.0.CO;2)
- PIÑEIRO, G.; MARSICANO, C.; LORENZO, N. 2007a. A new temnospondyl from the Permo-Triassic Buena Vista formation of Uruguay. *Palaeontology*, 50: 627–640. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4983.2007.00645.x>
- PIÑEIRO, G.; MARSICANO, C.; GOSO, C.; MOROSI, E. 2007b. Temnospondyl diversity of the Permian-Triassic Colonia Orozco local fauna (Buena Vista formation) of Uruguay. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 10: 169–180. <http://dx.doi.org/10.4072/rbp.2007.3.04>
- PIÑEIRO, G.; RAMOS, A.; MARSICANO, C. 2012. A rhinesuchid-like temnospondyl from the Permo-Triassic of Uruguay. *Comptes Rendus Palevol*, 11: 65–78. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2011.07.007>
- PIÑEIRO, G.; MARCHETTI, L.; MÁRMOL, S.; CELIO, A.; XAVIER, P.; FRANCIA, M.; SCHULTZ, C. 2022. Enigmatic wood and first evidence of tetrapods in the Yaguari Formation (Middle-Late Permian), Uruguay.

- Agrociencia Uruguay*, 26 (NE1): 504. <https://doi.org/10.31285/AGRO.26.504>
- PINTO, I.D. 1956. Artrópodos da Formação Santa Maria (Triássico Superior) do Rio Grande do Sul, com notícias sobre alguns restos vegetais. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 5(1):75–87.
- PRECIOZZI, F.; SPOTURNO, J.; HEINZEN, W.; ROSSI P. 1985. *Carta geológica del Uruguay, escala 1:500.000*. Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE), Montevideo, 90 p.
- PYT CONSULTORA, 2007. *Informe Final de Relevamientos Geológicos*. Buenos Aires, 93 p. (Relatorio Técnico del Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní – PSAG).
- REIS, A.D.; SCHERER, C.M.S.; AMARANTE, F.B.; ROSSETTI, M.M.M.; KIFUMBI, C.; DE SOUZA, E.G.; FERRONATTO, J.P.F.; OWEN, A. 2019. Sedimentology of the proximal portion of a large-scale, Upper Jurassic fluvial-aeolian system in Paraná Basin, southwestern Gondwana. *Journal of South American Earth Sciences*, 95: 102248. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102248>
- ROCHA-CAMPOS, A.C.; BASEI, M.A.S.; NUTMAN, A.P.; SANTOS, P.R.; PASSARELLI, C.R.; CANILE, F.M.; ROSA, O.C.R.; FERNANDES, M.T.; DE SANTA ANA, H.; VEROSLAVSKY, G. 2019. U-Pb zircon dating of ash fall deposits from the Paleozoic Paraná basin of Brazil and Uruguay: a reevaluation of the stratigraphic correlations. *Journal of Geology*, 127: 19. <https://doi.org/10.1086/701254>
- ROSSELLO, E.A.; MASSABIE, A.C.; LÓPEZ-GAMUNDÍ, O.R.; COBBOLD, P.R.; GAPAIS, D. 1997. Late Paleozoic transpression in Buenos Aires and northeast Patagonia ranges, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 10: 389–402. [https://doi.org/10.1016/S0895-9811\(97\)00028-X](https://doi.org/10.1016/S0895-9811(97)00028-X)
- RUSSO, A.; FERELLO, R.; CHEBLI, G. 1979. Llanura Chaco Pampeana. In: SIMPOSIO DE GEOLOGÍA REGIONAL ARGENTINA, 2, Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, *Actas*, 1: 139–183.
- SANFORD, R.M.; LANGE, F.N. 1960. Basin study approach oil evaluation of Paraná miogeosyncline of South Brazil. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 44(8): 1316–1370. <https://doi.org/10.1306/0BDA61AF-16BD-11D7-8645000102C1865D>
- SANTOS, E.L.; RAMGRAB, G.E.; MACIEL, L.A.; MOSMANN, R. 1989. *Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul, escala 1: 1.000.000*. 1º Distrito Regional, DNPM, Brasília.
- SCHERER, C.M.S.; FACCINI, U.F.; LAVINA, E.L. 2000. Arcabouço Estratigráfico do Mesozoico da Bacia do Paraná. In: M. Holz & L.F. DeRos (eds.) *Geologia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre*. Centro de Investigação do Gondwana/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 335–354.
- SCHERER, C.M.S.; LAVINA, E.L. 2006. Stratigraphic evolution of a fluvial-aeolian succession: the example of the upper Jurassic - Lower Cretaceous Guará and Botucatu formations, Paraná Basin, southernmost Brazil. *Gondwana Research*, 9(4): 475–484. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2005.12.002>
- SCHERER, C.M.S.; LAVINA, E.L.; DOS REIS, A.; HORN, B.L. 2021. Estratigrafia da sucessão sedimentar mesozoica da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul. In: A. Ritter, C. Jelinek & C.A. Sommer (org.) *Contribuições à Geologia do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. Porto Alegre, Compasso Lugar-Cultura, p. 289–304.
- SCHERER, C.M.S.; DOS REIS, A.; HORN, B.L.D.; BERTOLINI, G.; LAVINA, E.L., KIFUMBI, C.; GOSO, C. 2023. The stratigraphic puzzle of the permo-mesozoic southwestern Gondwana: The Paraná Basin record in geotectonic and palaeoclimatic context. *Earth-Science Reviews*, 240: 104397. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104397>
- SCHNEIDER, R.L.; MUHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A.;

- DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A.A. 1974. Revisão estratiográfica da Bacia do Paraná. *In: SBG, CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 28, Porto Alegre, *Anais*, 1: 41–65.
- SERRA, N.; CAORSI, J.; BONFIGLIO, R. 1946. *Mapa Geológico de la República Oriental del Uruguay, a escala 1: 750.000*. Instituto Geológico del Uruguay, Imprenta Nacional, Montevideo.
- SOARES, P.C. 1973. *O mesozóico gondwânico no estado de São Paulo*. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, Rio Claro, Tese de Doutorado, 152 p.
- SOARES, P.C. 1975. Divisão estratiográfica do Mesozóico do Estado do São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, 5: 229–251. http://bjg.siteoficial.ws/1975/n4/5_4_1975-21-43.pdf
- SOARES, P.C.; ASSINE, M.L. 1992. A sequência Triássico-Jurássica da Bacia do Paraná. *Acta Geologica Leopoldensia*, 36: 137–139.
- SOARES, A.P.; SOARES, P.C.; HOLZ, M. 2008. Correlações estratiográficas conflitantes no limite permo-triássico no sul da Bacia do Paraná: o contato entre duas seqüências e implicações na configuração espacial do Aquífero Guarani. *Pesquisas em Geociências*, 35(2): 115–133. <https://doi.org/10.22456/1807-9806.17942>
- SOARES, P.C.; SOARES, A.P.; BETTÚ, D.F. 2014. Formação da sequência triássico-jurássica na Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 22(1): 135–160. <https://bgp.petrobras.com.br/bgp/article/view/46>
- SOTO, M.; TORIÑO, P.; PEREA, D. 2020. *Ceratosaurus* (Theropoda, Ceratosauria) teeth from the Tacuarembó Formation (Late Jurassic, Uruguay). *Journal of South American Earth Sciences*, 103: 102781. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102781>
- SOTO, M.; MONTENEGRO, F.; MESA, V.; PEREA, D. 2021. A new ctenochasmatid (Pterosauria, Pterodactyloidea) from the late Jurassic of Uruguay. *Journal of South American Earth Sciences*, 111: 103472. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103472>
- TOMMASI, E. 1973. Geologia do Flanco Sudeste da Bacia do Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. *In: SBG, CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 27, Aracaju, *Anais*, 3: 179–188.
- VEROSLAVSKY, G.; ROSSELLO, E.A.; LÓPEZ-GAMUNDÍ, O.; DE SANTA ANA, H.; ASSINE, M.L.; MARMISOLLE, J.; PERINOTTO, A.J. 2021. Late Paleozoic tectono-sedimentary evolution of eastern Chaco-Paraná Basin (Uruguay, Brazil, Argentina and Paraguay). *Journal of South American Earth Sciences*, 106: 102991. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102991>
- VEROSLAVSKY, G.; SOTO, M.; MESA, V.; MANGANELLI, A. 2024. Geología del Sistema Acuífero Guaraní en el área de afloramiento: formaciones Tacuarembó y Rivera (Cuenca Norte, Uruguay). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 81(2). <https://revista.geologica.org.ar/raga/article/view/1741/1712>
- WALTHER, K. 1919. Líneas fundamentales de la estructura geológica de la República Oriental del Uruguay. *Revista del Instituto Nacional de Agronomía*, 3: 1–186.
- WASHBURNE, C.W. 1930. Petroleum geology of the state of São Paulo. *Boletim do Instituto Geográfico e Geológico*, 22: 1–282.
- WHITE, I.C. 1908. *Final Report Presented to H. Ex. Dr. Lauro Severiano Müller, Minister of Industry, Highways and Public Works. Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brazil*. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, XXVII, 617 p.
- WILDNER, W.; RAMGRAB, G.E.; LOPES, R.C.; IGLESIAS, C.M.F. (coords). 2006. *Mapa Geológico do Rio Grande do Sul, a escala 1:750 000*. CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Porto Alegre. Disponível em <https://www.arcgis.com/home/webscene/viewer.html?layers=e9393fe10f084ce5991d6cb4062bb843>
- WINDHAUSEN, A. 1931. *Geología Argentina: Geología Histórica y Regional del Territorio*

Argentino (2^{da} parte). Ed. Peuser, Buenos Aires, 645 p.

ZALÁN, P.V.; WOLFF, S.; ASTOLFI, M.A.M.; VIEIRA, I.S.; CONCEIÇÃO, J.C.J.; APPI, V.T.; NETO, E.V.S.; CERQUEIRA, J.R.; MARQUES, A. 1990. The Paraná Basin, Brazil. *In*: M.W. Leighton, D.R. Kolata, D.F. Oltz, J.J. Eidell (eds.) *Interior cratonic basins*. American Association of Petroleum Geologist Memoir, 51: 681–708.

ZERFASS, H.; LAVINA, E.L.C.; 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. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(02\)00397-4](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(02)00397-4)

ZERFASS, H.; CHEMALE JR., F.; SCHULTZ, C. L.; LAVINA, E.L.C. 2004. Tectonics and sedimentation in South America during Triassic. *Sedimentary Geology*, 166: 265–292. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2003.12.008>

Direcciones de los autores:

Gerardo Veroslavsky* ( 0000-0002-9121-4666) y Matías Soto ( 0000-0002-5062-0916) – Instituto de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de la República - PEDECIBA Geociencias, Iguá 4025, CP 11.400, Montevideo, Uruguay. E-mails: gerardo@fcien.edu.uy, msoto@fcien.edu.uy

José Alexandre de Jesus Perinotto ( 0000-0001-7255-422X) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho (UNESP), Campus Rio Claro, Avenida 24-A, 1515, Bela Vista, CEP 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil. E-mail: alexandre.perinotto@unesp.br

*Autor corresponsal

Manuscrito presentado el 30 de mayo de 2024, aceptado el 20 de agosto de 2024.

