



Paleodest

Paleontologia em Destaque, v. 36, n. 75, p. 62-72, 2021
e-ISSN 1807-2550 – Sociedade Brasileira de Paleontologia

REDESCOBERTA DO AFLORAMENTO CERRO CHATO, UM IMPORTANTE SÍTIO FOSSILÍFERO PARA O PERMIANO DA BACIA DO PARANÁ

JOSEANE SALAU FERRAZ¹ 
KARINE POHLMANN BULSING¹ 
JOSELINE MANFROI^{2,3,4} 
MARGOT GUERRA-SOMMER³ 
ANDRÉ JASPER⁴ 
FELIPE L. PINHEIRO^{1*} 

¹Laboratório de Paleobiologia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brasil.

²Laboratório de Paleobiologia da Antártica e Patagônia, Instituto Antártico Chileno (INACH), Punta Arenas, Chile.

³Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁴Laboratório de Paleobotânica e Evolução de Biomas, Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES), Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil.

joseaneferraz98@gmail.com; felipepinheiro@unipampa.edu.br; karine-pohlmann@hotmail.com; joselinemanfroi@universo.univates.br; margot.sommer@ufrgs.br; ajasper@univates.br

Autor correspondente: felipepinheiro@unipampa.edu.br

doi: 10.4072/paleodest.2021.36.75.04

Recebido em: 22/11/2021
Aceito em: 02/02/2022



Ferraz et al., 2021. *Paleontologia em Destaque*, v. 36, n. 75, p. 69, Figura 5B.

REDESCOBERTA DO AFLORAMENTO CERRO CHATO, UM IMPORTANTE SÍTIO FOSSILÍFERO PARA O PERMIANO DA BACIA DO PARANÁ

JOSEANE SALAU FERRAZ¹ 

KARINE POHLMANN BULSING¹ 

JOSELINE MANFROI^{2,3,4} 

MARGOT GUERRA-SOMMER³ 

ANDRÉ JASPER⁴ 

FELIPE L. PINHEIRO^{1*} 

¹Laboratório de Paleobiologia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brasil.

²Laboratório de Paleobiologia da Antártica e Patagônia, Instituto Antártico Chileno (INACH), Punta Arenas, Chile.

³Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁴Laboratório de Paleobotânica e Evolução de Biomas, Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES), Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil.

joseaneferraz98@gmail.com; felipepinheiro@unipampa.edu.br; karine-pohlmann@hotmail.com, joselinemanfroi@universo.univates.br, margot.sommer@ufrgs.br, ajasper@univates.br

Autor correspondente: felipepinheiro@unipampa.edu.br

RESUMO

O afloramento Cerro Chato, município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, é um importante sítio fossilífero para a compreensão das mudanças ambientais que ocorreram ao longo do passado geológico, em particular durante a maturidade do período Permiano, culminando na maior extinção em massa já registrada. Os níveis deposicionais do afloramento Cerro Chato resguardam um conteúdo fossilífero ímpar, documentando uma associação abundante de fósseis de origem vegetal e animal. A tafloflora preservada em seus depósitos caracteriza um importante estágio evolutivo da flora que habitava ambientes associados a corpos lacustres e lagunares, que se desenvolveram durante a continentalização dos sistemas deposicionais da Bacia do Paraná. O presente trabalho aborda a redescoberta deste importante sítio fossilífero, que permaneceu com sua localização geográfica desconhecida por décadas, impossibilitando estudos e a devida proteção do afloramento. Neste sentido, o afloramento Cerro Chato é reapresentado à comunidade científica (como também, ao público geral), a partir da apresentação de sua localização e contexto geológico, além da descoberta de níveis fossilíferos inéditos. Deste modo, contribuímos com a ampliação dos dados paleontológicos registrados para esta localidade e com a preservação deste importante sítio fossilífero brasileiro.

Palavras-chave: Permiano, Gondwana, Formação Rio do Rasto, Tafloflora.

ABSTRACT

The Rediscovery of the Cerro Chato Outcrop, an Important Permian Fossil Site of the Paraná Basin. The Cerro Chato outcrop, Dom Pedrito municipality, Rio Grande do Sul (Brazil), represents an important fossil site for the understanding of the environmental changes that occurred throughout the end of the Paleozoic, culminating in the largest extinction event recorded thus far. The sedimentary beds of the Cerro Chato outcrop yield a unique fossil content, documenting a rich association of plants and fish remains. The taphoflora preserved in the outcrop documents an important evolutionary stage of the flora that inhabited lacustrine and lagoon environments during the continentalization of Paraná Basin depositional systems. Here we address the rediscovery of this important fossil site, whose geographic location was unknown for decades, preventing scientific research and the duly preservation of the outcrop. In this sense, the Cerro Chato outcrop is re-introduced to the scientific community and general public through revealing its precise location, its geological context and the discovery of completely new fossiliferous levels. Our work contributes to the expansion of paleontological data recorded for this location and the furtherance of the preservation of this important Brazilian paleontological site.

Keywords: Permian, Gondwana, Rio do Rasto Formation, Taphoflora.

INTRODUÇÃO

Historicamente, depósitos fossilíferos localizados no estado do Rio Grande do Sul se destacam pela abundância e diversidade de organismos que habitaram a região ao longo do tempo geológico, especialmente no que diz respeito a depósitos fossilíferos de idade permo-triássica. Na região central do estado, onde se localiza o município de Santa Maria, é registrada uma das mais importantes concentrações de vertebrados fósseis triássicos do mundo (Schultz *et al.*, 2020). Já alguns municípios vizinhos, tais como Mata e São Pedro do Sul, são conhecidos por revelar lenhos fossilizados, muitos de grande porte, eventualmente encontrados em posição de crescimento (Minello, 1995), sendo que Mata é considerada um dos mais importantes sítios paleobotânicos da América do Sul (Guerra-Sommer & Scherer, 2000).

Em nível global, a extinção que encerra o período Permiano (~298 Ma - 254 Ma) marca o desaparecimento de mais de 90% das espécies viventes (Benton & Harper, 1997), sendo reconhecida como a maior extinção em massa do registro geológico. Os eventos que resultaram nessa extinção ainda seguem em debate, porém, as hipóteses melhor sustentadas incluem mudanças ambientais, climáticas e paleogeográficas, episódios de anoxia nos oceanos, aquecimento global, vulcanismo e possíveis impactos extraterrestres. Uma provável combinação de vários destes fatores atingiu severamente os ambientes marinhos e terrestres (Yin *et al.*, 2007).

Dado que os processos que desencadearam essa importante extinção, bem como a resposta das biotas ao evento, ainda não são inteiramente compreendidos, os estudos em regiões onde afloram rochas do período Permiano são uma promissora oportunidade para o resgate de dados sobre este intervalo particular da história da vida na terra, bem como para a compreensão da biologia dos organismos que foram dizimados ou que sobreviveram à extinção. Neste contexto, depósitos fossilíferos de preservação excepcional e grande representatividade biótica são particularmente interessantes.

O sítio fossilífero Cerro Chato, localizado na região Sul do Brasil (Bacia do Paraná), foi nomeado e descrito em 1951 pelos pesquisadores Emmanoel A. Martins e Mariano Sena-Sobrinho, revelando, já naquele momento, uma concentração excepcional de registros paleobotânicos do período Permiano. Apesar de seu conteúdo fossilífero ímpar, informações sobre sua localização foram perdidas na década de 1970, o que se atribui às limitadas referências geográficas de então e ao desuso de estradas vicinais que possibilitavam o acesso à localidade. Ao curso das décadas que se seguiram, inúmeras tentativas infrutíferas foram realizadas com o objetivo de localizar o afloramento, que permaneceu oculto por cerca de 50 anos. Ainda assim, espécimes coletados durante as primeiras prospecções possibilitaram investigações parciais da assembleia fóssil preservada no afloramento, resultando na publicação de trabalhos científicos (Herbst, 1986; Guerra-Sommer *et al.*, 1995; Guerra-Sommer & Cazzulo-Klepzig, 2000).

O sítio paleontológico Cerro Chato foi finalmente localizado no ano de 2019 e, desde então, intensas prospecções foram realizadas por nossa equipe, retomando a possibilidade do desenvolvimento de novas pesquisas científicas na localidade (Figura 1). Nesta contribuição, apresentamos uma reintrodução do afloramento Cerro Chato no âmbito paleontológico, revelando sua localização, descrevendo seu contexto geológico, relatando a descoberta de novos níveis fossilíferos e ampliando os dados já registrados sobre a paleobiota da localidade. Manifestamos, aqui, a importância da preservação e reconhecimento deste importante sítio fossilífero, igualmente relevante para a esfera científica e para a comunidade regional. Optamos por apresentar a redescoberta do afloramento Cerro Chato em língua portuguesa, ampliando o alcance das informações aqui apresentadas em território brasileiro.

CONTEXTO GEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO

O município de Dom Pedrito está localizado na porção sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, possuindo uma extensão territorial de 5.192 km² (IBGE, 2020). Dispõe, como limites geopolíticos: ao norte, os municípios de Rosário do Sul e Lavras do Sul; ao sul, a República do Uruguai e município de Bagé; a leste, os municípios de Lavras do Sul e Bagé e, a oeste, o município de Santana do Livramento.

Dom Pedrito está situado na bacia intracratônica do Paraná, importante unidade sedimentar com cerca de 1.500.000 km² de área, a maior parte dela situada em território brasileiro (Milani *et al.*, 2007). O preenchimento sedimentar da Bacia do Paraná é dividido em seis supersequências deposicionais, sendo que o afloramento Cerro Chato remete à Supersequência Gondwana I, compreendendo unidades depositadas entre o período Carbonífero e o Eotriássico (Milani *et al.*, 2007).

São reconhecidas, para o território do Rio Grande do Sul, cinco unidades geomorfológicas: Planalto Uruguaio Sul-Rio-Grandense, Planalto Meridional, Cuesta de Haedo, Planície Costeira e Depressão Periférica (Müller Filho, 1970). A Depressão Periférica, onde se situa a área de estudo, está justaposta entre o Planalto Uruguaio Sul-Rio-Grandense e



Figura 1. Fotografias do afloramento Cerro Chato, evidenciando o nível fossilífero calcário aflorante na superfície; **A)** Fotografia publicada em Martins e Sena-Sobrinho (1951), anunciando a descoberta do sítio fossilífero; **B)** Fotografia atual, após a redescoberta da localidade.

Figure 1. Photographs of the Cerro Chato outcrop indicating the calcareous fossiliferous level that crops out on the surface; **A)** Photograph published by Martins and Sena-Sobrinho (1951), announcing the discovery of the fossiliferous outcrop; **B)** Photograph taken by the authors after the rediscovery of the site.

o Planalto Meridional, possuindo forma de arco e terrenos com colinas côncavo-convexas ou de topo plano, além de relevos tabulares variando entre 100 e 200 m de altitude (Suertegaray, 1996). Esta unidade geomorfológica teve sua gênese relacionada ao processo de circundesnudação, ocasionando a formação de patamares de erosão deprimidos e periféricos, que se localizam nas bordas da Bacia do Paraná (Ab'Saber, 1949).

Neste sentido, de acordo com Sena-Sobrinho (1959), é possível subdividir geologicamente o município de Dom Pedrito em três principais regiões (Figura 2). A região I é caracterizada por formações graníticas claras a rosáceas, com diques de pegmatito, xistos diversos e *gneiss* injetado de idade Pré-Cambriana. A região II possui a maior abrangência territorial, correspondendo aos depósitos sedimentares permianos, com arenitos finos avermelhados, amarelados e cinzentos do Grupo Itararé, além de folhelhos amarelados, folhelhos betuminosos e calcários fossilíferos, com registro de *Mesosaurus*, correspondentes à Formação Irati. Também estão preservados calcários claros e finos compactados com restos vegetais, arenitos e folhelhos vermelhos e rosáceos da Formação Rio do Rasto. Por fim, a região III corresponde a depósitos triássicos, com rochas efusivas de diabásio e dacitos em diques (Martins & Sena-Sobrinho, 1951; Sena-Sobrinho, 1959).

O afloramento Cerro Chato está localizado, mais especificamente, em depósitos correspondentes à metade/final do período Permiano (Formação Rio do Rasto). Esta formação apresenta elevada complexidade faciológica, compreendendo

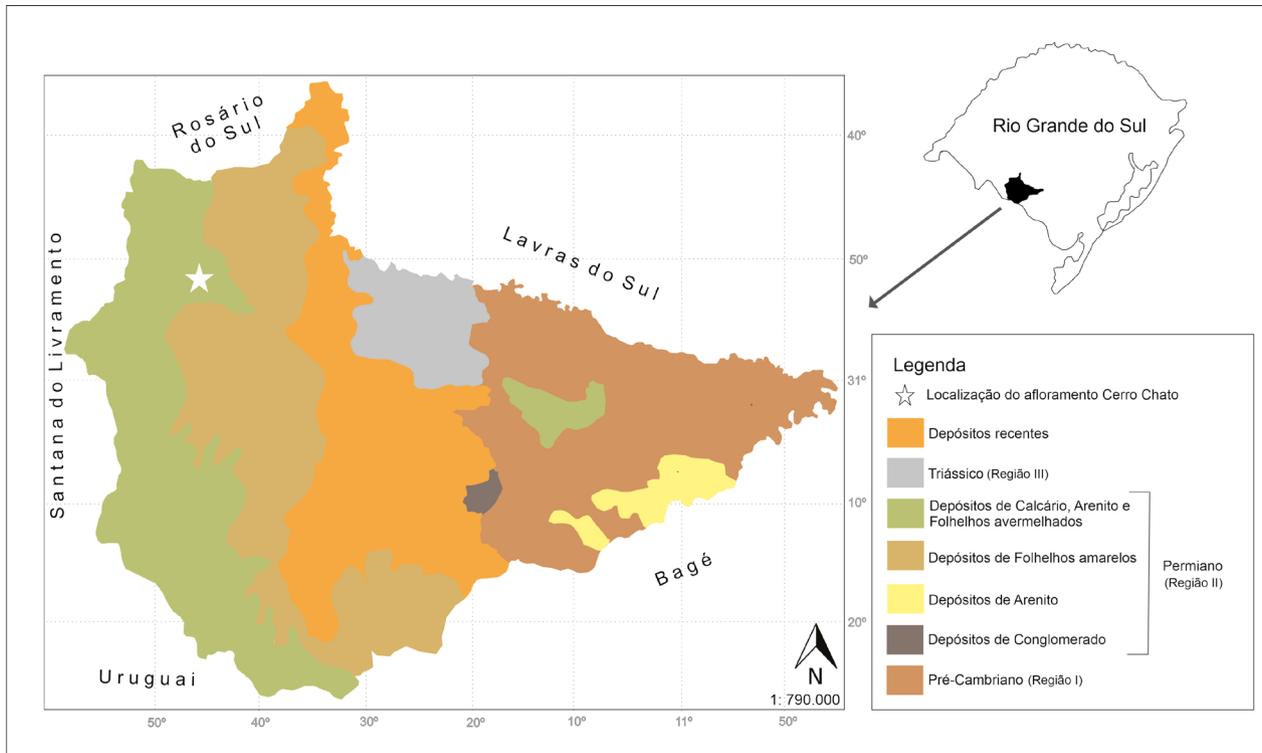


Figura 2. Mapa simplificado da Geologia do Município de Dom Pedrito e indicação da localização do afloramento Cerro Chato. (Adaptado de Sena-Sobrinho, 1959).

Figure 2. Simplified geological map of Dom Pedrito municipality and localization of the Cerro Chato outcrop. (modified from Sena-Sobrinho, 1959).

tanto ambientes marinhos rasos quanto sistemas deposicionais que testemunham uma transição entre depósitos de planície costeira até uma característica sedimentação flúvio-deltaica (Aboarrage & Lopes, 1986).

O afloramento Cerro Chato está localizado a noroeste da cidade de Dom Pedrito, coordenadas geográficas 30° 53' 16" S 54° 54' 50" O, e se situa sobre uma meseta de aproximadamente 190 metros de altitude. Seu conjunto litológico se resume, basicamente, em duas fácies distintas. A fácies superior se caracteriza por deposição plano-paralela de calcário cinza claro, com conteúdo fóssilífero em seu topo, possuindo aproximadamente 80 centímetros de espessura. Esta camada está sobreposta e sotoposta à segunda fácies litológica, correspondendo à deposição lenticular de folhelho síltico em tons avermelhados, arroxeados e esverdeados (Figura 3).

Ambas as fácies preservam conteúdo fóssilífero. Ainda assim, o nível fóssilífero descrito por Martins & Sena-Sobrinho (1951) corresponde apenas aos depósitos de calcário aflorantes em meio à vegetação rasteira. Este nível apresenta importantes registros paleobotânicos, sendo a origem do holótipo da licófito *Cyclodendron dolianiti* (Herbst, 1986), também com a presença de *Glossopteris* sp. e *Lycopodiopsis derbyi* (Martins & Sena-Sobrinho, 1951), dentre outros registros paleobotânicos (Beurlen *et al.*, 1955; Sommer & Trindade, 1966). As novas prospecções aqui relatadas resgataram fitofósseis inéditos para este nível deposicional, assim como elementos faunísticos sem precedentes no afloramento.

A fácies correspondente aos depósitos de folhelhos revelou uma rica e abundante tafloflora, preservada ao longo de uma surpreendente amplitude de níveis deposicionais. Fósseis recuperados nesta fácies comumente apresentam excelente estado de preservação, sendo comuns os fragmentos de vertebrados, por ora representados por escamas e ossos fragmentários de peixes (Figura 3).

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas quatro expedições ao afloramento Cerro Chato após sua localização geográfica ter sido novamente revelada. A primeira delas foi realizada, no ano de 2019, por pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), indicada pelo Ministério Público do estado do Rio Grande do Sul a pedido dos atuais proprietários da área,

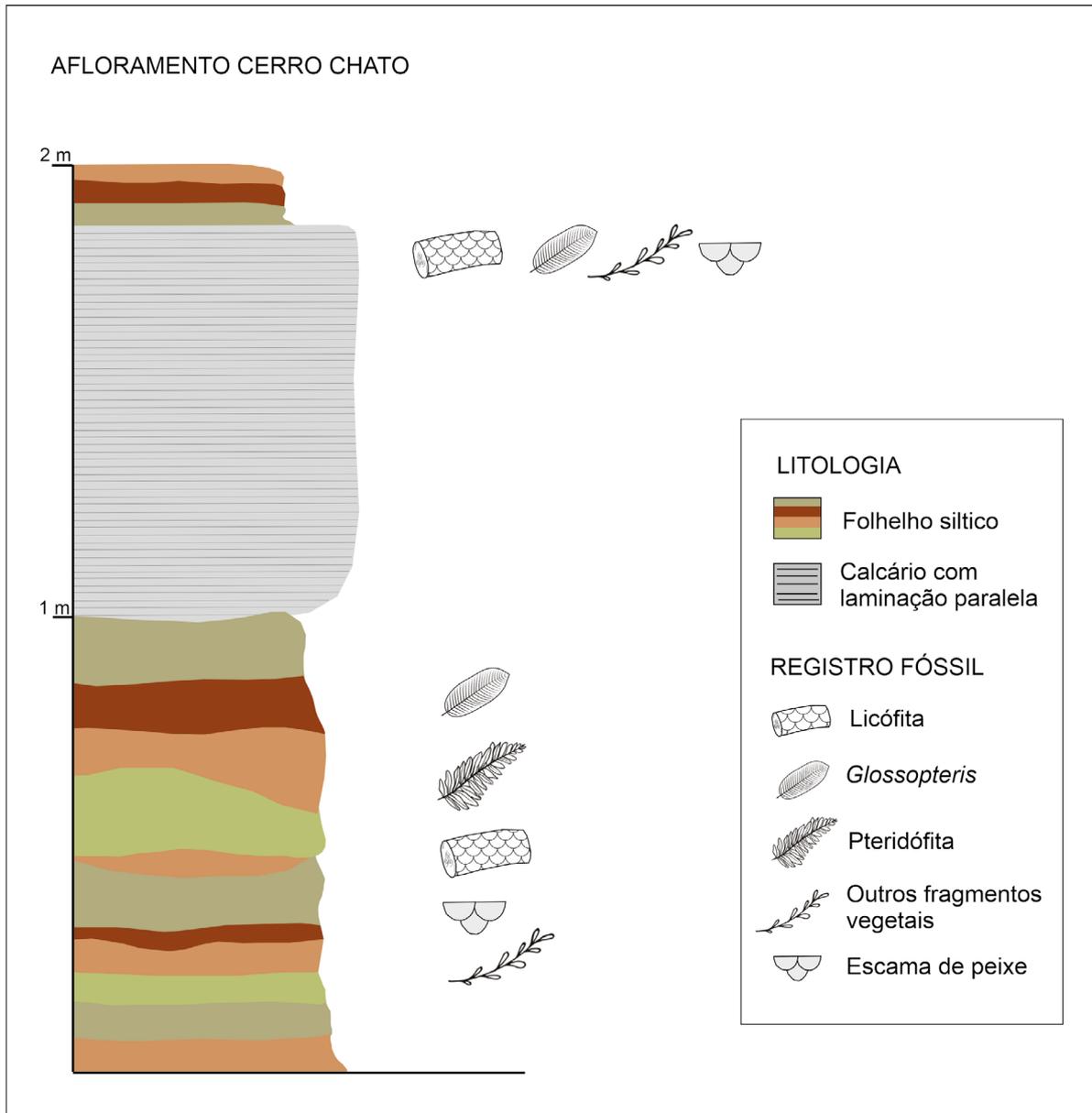


Figura 3. Perfil estratigráfico do afloramento Cerro Chato, evidenciado os diferentes níveis fossilíferos e macrofósseis já recuperados.

Figure 3. Stratigraphic profile of the Cerro Chato outcrop, indicating the different fossiliferous levels and macrofossils recovered thus far.

com o intuito de reconhecimento e determinação da preservação do sítio, tanto para o desenvolvimento de pesquisas científicas quanto para o resguardo do patrimônio fossilífero associado. Posteriormente, nos anos de 2020 e 2021, pesquisadores da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), em colaboração com pesquisadores da Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES), realizaram três expedições com o objetivo de avaliar o contexto geológico e coletar material paleontológico.

Durante as atividades de campo, além do uso das ferramentas corriqueiras para prospecção de macrofósseis, utilizou-se também uma retroescavadeira Randon, cedida pela Prefeitura Municipal de Dom Pedrito, e uma serra STIHL modelo TS 420, equipamento pertencente ao Laboratório de Paleobiologia da UNIPAMPA. Com o uso da retroescavadeira, foi aberta uma trincheira com profundidade de 1,80 m, que serviu para a avaliação do perfil geológico do afloramento e acesso a variados níveis fossilíferos. O uso da serra STIHL TS 420 permitiu o escalonamento dos níveis deposicionais, através de cortes em quadrantes, com o objetivo de viabilizar e otimizar as coletas dos fósseis melhor preservados (Figura 4).

Neste sentido, além da coleta de material fóssilífero no nível superficialmente aflorante, também foi possível a identificação de novos níveis fóssilíferos, com o resgate de macrofósseis em excelente estado de preservação por todo o perfil geológico. As amostras coletadas foram devidamente tombadas e acondicionadas na coleção paleontológica do Laboratório de Paleobiologia da UNIPAMPA. Dentre os macrofósseis prospectados no afloramento Cerro Chato, aqueles ainda obscurecidos por sedimento passaram por preparação mecânica mediante a utilização de martelos pneumáticos Paleotools modelo MicroJack 1 e, posteriormente, foram fotografados com câmera Canon modelo EOS Rebel SL3 para melhor visualização e identificação das estruturas morfoanatômicas. A taxonomia e a paleoecologia destes espécimes serão objeto de estudo de trabalhos vindouros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O termo Rio do Rasto foi utilizado por White (1908) para caracterizar feições litológicas de cor avermelhada expostas no município de São Joaquim, Santa Catarina. Posteriormente, Gordon (1947) elevou tais sequências à categoria de formação (*i.e.*, Formação Rio do Rasto). De idade Guadalupiana (Francischini *et al.*, 2018), a Formação Rio do Rasto possui contato transicional com a Formação Teresina, que lhe é precedente, apresentando também contato discordante com a Formação Botucatu, sobrejacente. A Formação Rio do Rasto é subdividida em dois membros, Serrinha e Morro Pelado, que apresentam contato concordante e gradacional (Gordon, 1947).

O Membro Serrinha é caracterizado por arenitos finos bem selecionados, intercalados por siltitos e argilitos com coloração esverdeada, amarronzada e avermelhada (aproximando-se do bordô). Apresenta, por vezes, lentes ou horizontes de calcário (Rosa Filho *et al.*, 2011). A coloração progressivamente mais avermelhada do Membro Serrinha indica condições ambientais progressivamente mais oxidantes em direção ao topo desta unidade (Aboarrage & Lopes, 1986). As camadas de arenito podem ser maciças ou apresentar laminação cruzada. Já as camadas de silito e argilito demonstram laminação plano-paralela e exibem desagregação bastante desenvolvida (Gordon, 1947). O Membro Morro Pelado caracteriza-se por depósitos lenticulares de arenitos finos de coloração avermelhada, intercalados por siltitos e argilitos de coloração arroxeada, variando também nas colorações amarela, branca e verde. Estruturas sedimentares incluem estratificação cruzada acanalada, laminação cruzada e plano-paralela, com camadas deposicionais tabulares ou sigmoidais (Gordon, 1947).

O sistema que originou os depósitos e feições geológicas da Formação Rio do Rasto é complexo, o que é demonstrado pela variação faciológica da unidade. Trata-se de um ambiente marinho raso (na base), que documenta uma marcada transição a depósitos de planície costeira, representada pelo Membro Serrinha, passando à sedimentação flúvio-deltaica, representada pelo Membro Morro Pelado. Esta acentuada progressão ambiental reflete um característico intervalo de aridização, bem documentado em depósitos permianos do sul do Brasil (Milani, 2007).

O conteúdo fóssilífero da Formação Rio do Rasto testemunha essa evolução paleoambiental, através do registro de invertebrados (*e.g.*, Reed, 1929; Carvalho, 1937; Ferreira-Oliveira, 2007), vertebrados (*e.g.*, Barberena *et al.*, 1985; Richter & Langer, 1998; Figueiredo *et al.*, 2012; Boos *et al.*, 2016; Pauliv *et al.*, 2017), e icnofósseis (Dentzien-Dias *et al.*, 2012). De grande relevância para a reconstrução de ambientes pretéritos, a Formação Rio do Rasto guarda um importante registro de fitofósseis, representados por vegetais com características predominantemente higrófilas e mesófilas (Rohn, 1988). Destaca-se a preservação de impressões de Pteridophyta: *Pecopteris* sp. (*e.g.*, Klepzig, 1978; Rohn & Rösler, 1986), *Schizoneura* sp. (*e.g.*, Cazzulo-Klepzig, 1978; Cazzulo-Klepzig & Correia, 1981), *Dichophyllites* sp. (Bortoluzzi, 1975; Rohn, 1988), *Paracalamites* sp. (Bortoluzzi, 1975; Rösler & Rohn, 1984), *Dizeugotheca* sp. (*e.g.*, Cazzulo-Klepzig, 1978; Rohn & Rösler, 1986); Sphenophyta: *Shenophyllum* sp. (*e.g.*, Rohn & Rösler, 1984; Iannuzzi, 2010); *Lycopsidea*: *Cyclodendron* sp. (Herbst, 1986), *Lycopodiopsis* sp. (*e.g.*, Martins & Sena-Sobrinho, 1951; Spiekermann *et al.*, 2021) e Pteridospermatophyta, Glossopteridales: *Glossopteris* sp. (*e.g.*, Mendes, 1954; Cazzulo-Klepzig, 1978; Rohn *et al.*, 1984; Rohn, 1989; Iannuzzi, 2010).

Neste sentido, apesar de Martins e Sena-Sobrinho (1951) terem atribuído o afloramento Cerro Chato ao Subgrupo Estrada Nova, dados geológicos e paleontológicos recuperados durante as coletas recentes, tais como o registro de fronde completa de *Pecopteris* sp. (Ferraz *et al.*, 2021), impressões foliares de *Glossopteris* sp., caules de *Paracalamites* sp. e um abundante testemunho de caules, bases caulinares e microfílos de *Lycopodiopsis* sp. associados a litologia descrita para o afloramento Cerro Chato (Figura 03), permitem a correspondência do preenchimento sedimentar do sítio à Formação Rio do Rasto.



Figura 4. Etapas da realização da coleta do material fóssilífero. **A)** Prospecção de fósseis na fácies de calcário consolidado exposta ao nível do solo; **B)** remoção de camada de solo e abertura de trincheira com uso de retroescavadeira em ponto específico do afloramento com ausência de camada calcária; **C)** Realização de cortes em quadrantes na fácies síltica do afloramento com o auxílio de motosserra; **D)** execução de quadrantes de forma repetida e escalonada ao longo do afloramento, possibilitando uma coleta estratigraficamente controlada e eficiente; **E)** Prospecção de material fóssilífero ao longo das distintas camadas do afloramento; **F)** Obtenção de medidas e imagens dos fósseis encontrados como, por exemplo, uma licófitas de dimensões expressivas (>1 m).

Figure 4. Different stages of our collection efforts. **A;** Fossil prospection on the consolidated limestone facies that crops out at ground level; **B)** Removal of soil and opening of a trench using a backhoe where the limestone layer is absent; **C)** Quadrant cuts in the silty facies of the outcrop with the aid of a chainsaw; **D)** Execution of quadrants repeatedly and staggered along the outcrop, enabling a stratigraphically controlled and efficient collection; **E)** Prospecting for fossiliferous material along the distinct layers of the outcrop; **F)** Measurements and *in situ* image acquisition of fossils, as an example of lycophytes with considerable dimensions (>1 m).

Adicionalmente, a fácies correspondente aos depósitos de folhelhos silticos revelou-se ainda mais promissora do que aquela descrita por Martins e Sena-Sobrinho (1951). Tais camadas demonstraram apresentar o registro de novos microfósseis de licófitas, pteridófitas, e esfenófitas, assim como escamas de peixes (Figura 5). Neste nível, o registro fóssilífero apresenta-se ao longo de toda a sequência deposicional, e surpreende pela detalhada preservação dos espécimes, associados provavelmente a um ambiente de baixa energia (Figura 6).

Apesar de distante por décadas do olhar científico, o afloramento Cerro Chato encontra-se em bom estado de preservação. Posteriormente à sua redescoberta, seguindo a determinação dos paleontólogos envolvidos na prospecção do material fóssilífero, os proprietários da área realizaram o cercamento e sinalização do sítio, visando minimizar sua degradação. Desta forma, a comunhão de esforços oriundos da iniciativa privada, poder público e instituições de pesquisa é altamente eficaz no avanço do conhecimento científico. Ademais, tais esforços têm elevado impacto no desenvolvimento regional, estimulando o turismo científico e a valorização do geopatrimônio, a exemplo de municípios gaúchos como

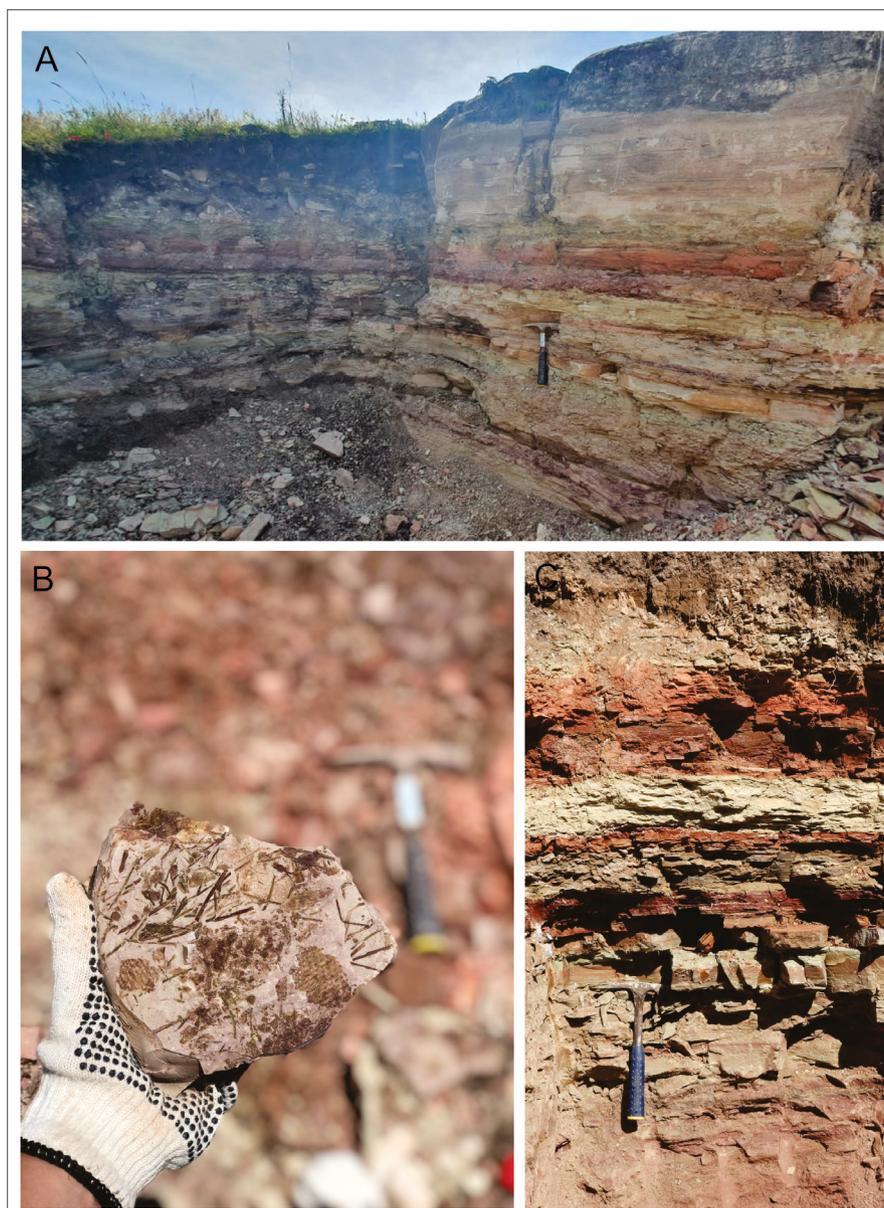


Figura 5. A) Vista geral dos novos níveis fóssilíferos do afloramento Cerro Chato; B) Fotografia em campo demonstrando a abundância dos fósseis preservados; C; Detalhe dos níveis de siltito de onde provém grande parte das coletas.

Figure 5. A) Overview of the new fossiliferous levels of Cerro Chato outcrop; B) Field photography demonstrating the abundance and preservation mode of fossils; C; Silt layers from where most specimens were collected.

Mata, São Pedro do Sul e São João do Polésine (Guerra-Sommer & Scherer, 2000; Carvalho & Da Rosa, 2008). Neste sentido, ressalta-se a importância da popularização do conhecimento científico, com o objetivo de fomentar a proteção e preservação do sítio fossilífero Cerro Chato, assim como de outros afloramentos localizados no território brasileiro.

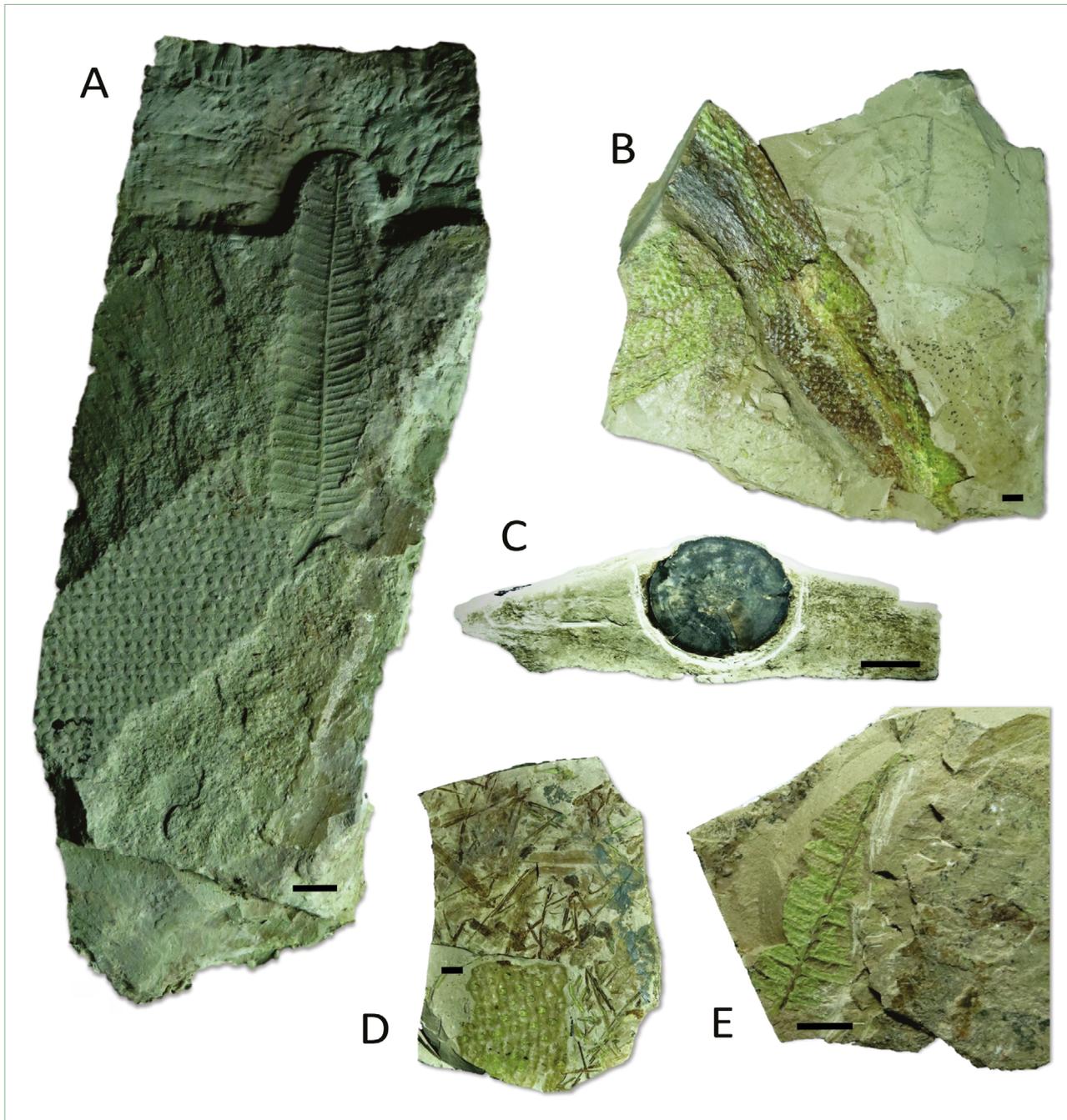


Figura 6. Exemplos de fitofósseis coletados no afloramento Cerro Chato. Fósseis coletados na fácies silteca do afloramento, com exceção do lenho (C), coletado na fácies calcária. Escala = 1 cm.; **A)** *Pecopteris* sp. e *Lycopodiopsis* sp. preservadas em associação; **B)** Licófito com almofadas foliares preservadas; **C)** Lenho silicificado em corte transversal; **D)** Diversos fragmentos de fitofósseis, principalmente microfilos e caules de licófitas; **E)** pteridófito com pinas e pínulas preservadas.

Figure 6. Fossil plants collected in the Cerro Chato outcrop. Specimens from the silty facies of the outcrop, with the exception of the wood fragment (C), which was collected in the limestone layer. Scale bar = 1 cm. **A)** *Pecopteris* sp. and *Lycopodiopsis* sp. preserved in association; **B)** Lycophyte with preserved leaf bases; **C)** Silicified wood in cross section; **D)** several fragments of fossil plants, mainly microphylls and stems of lycophytes; **E)** Pteridophyte with preserved pinnae and pinnules.

CONCLUSÃO

O afloramento Cerro Chato representa um importante sítio fossilífero para compreensão das mudanças ambientais que ocorreram durante o Permiano na Bacia do Paraná. O sítio resguarda um conteúdo fossilífero ímpar, documentando uma abundante associação de fósseis representativos da flora que habitava as adjacências de sistemas lacustres e lagunares no curso da continentalização dos sistemas deposicionais no Gondwana.

Aqui revelamos não apenas a localização geográfica do afloramento, informação por décadas obscura, como também exploramos seu contexto geológico e deposicional, o que possibilitou sua inserção na Formação Rio do Rasto. Novos esforços de coleta resultaram na recuperação de fósseis inéditos para a localidade (que serão abordados em trabalhos futuros), contribuindo para a taxonomia, paleoecologia e paleobiogeografia de diferentes grupos biológicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio e suporte fornecidos pela Prefeitura Municipal de Dom Pedrito e a família Goulart durante a realização dos trabalhos de campo. Agradecemos também ao Professor Dr. Rualdo Menegat pelo auxílio na localização e georreferenciamento da área de estudo, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (UNIPAMPA) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) Edital 07/2021 - Programa Pesquisador Gaúcho – PqG, pelo apoio à pesquisa. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- Aboarrage, A.M. & Lopes, R.C. 1986. Projeto A Borda Leste da Bacia do Paraná: integração geológica e avaliação econômica. Porto Alegre, Departamento Nacional de Produção Mineral/Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Relatório final, volume 18)..
- Ab'Saber, A.N. 1949. Regiões de circundescudação pós-cretácea no Planalto Brasileiro. *Boletim Paulista de Geografia*, **1**:3-21.
- Barberena, C.; Araújo, C. & Lavina, L. 1985. Late Permian and Triassic tetrapods of southern Brazil. *National Geographic Research*, **1**:5-20.
- Benton, M.J. & Harper, D.A.T. 1997. *Basic Palaeontology*. 1ª ed. England, Addison Wesley Longman, Essex, 360 p.
- Beurlen K.; Martins, E. & Sena-Sobrinho, M. 1955. Formações gondwânicas do Rio Grande do Sul. *Boletim do Museu Nacional*, nova série, *Geologia*, **22**:1-57.
- Boos, A.D.S.; Kammerer, C.F.; Schultz, C.L.; Soares, M.B. & Ilha, A.L.R. 2016. A New Dicynodont (Therapsida: Anomodontia) from the Permian of Southern Brazil and Its Implications for Bidental Origin. *PLoS One*, **11**: 1-21. doi:10.1371/journal.pone.0155000
- Bortoluzzi, C.A. 1975. Étude de quelques empreintes de la flore gonwanienne du Brésil, Reims, France, In: CONGRÈS NATIONAL SOCIÉTÉS SAVANTES, 95, 1975, Actes, France, p.171-187.
- Carvalho, P.F. 1937. Estado do Paraná. Departamento Nacional de Produção Mineral/Serviço Geológico e Mineralógico, DNPM/SGM. Relatório Anual do Diretório: 49-62.
- Carvalho, I.S. & Da Rosa, A.A.S. 2008. Paleontological tourism in Brazil: Examples and discussion. *Arquivos do Museu Nacional*, **66**:271-283.
- Cazzulo-Klepzig, M.C. & Correia, N.R. 1981. Contribuição ao estudo da Taoflora permiana no membro Serrinha na Serra do Cadeado, Estado do Paraná, Brasil. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGIA, 1, 1981. Porto Alegre, p. 233-247.
- Cazzulo-Klepzig, M.C. 1978. Estudo da taoflora do Membro Morro Pelado na sua localidade-tipo. Pesquisas, Porto Alegre, **11**:225-303.
- Dentzien-Dias, P.C.; Figueiredo, A.E.Q.; Horn, B.; Cisneros, J.C. & Schultz, C.L. 2012. Paleobiology of a unique vertebrate coprolites concentration from Rio do Rasto Formation (Middle/Upper Permian), Paraná Basin, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **40**:53-62. doi:10.1016/j.jsames.2012.09.008
- Ferraz, J.S.; Manfroi, J.; Jasper, A. & Pinheiro, F.L. 2021. Evidência de Pecopteris sp. nos depósitos da Formação Rio do Rasto, Permiano do Rio Grande do Sul, Brasil. In: ENCONTRO DE BOTÂNICOS DA REGIÃO SUL DO BRASIL, 1, 2021. Anais, Lajeado, UNIVATES, p. 113.
- Ferreira-Oliveira, L.G. 2007. Conchostráceos permianos da Bacia do Paraná: taxonomia, evolução, bioestratigrafia e paleobiogeografia. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Tese de Doutorado, 241 p..
- Figueiredo, A.E.Q.; Schultz, C.L. & Dentzien-Dias, P.C. 2012. Considerações sobre a paleoictiofauna da Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Permiano Superior, Rio Grande do Sul. Paleontologia em Destaque, Edição Especial do SBPV, p. 124.
- Francischini, H.; Dentzien-Dias, P.C.; Guerra-Sommer, M.; Menegat, R.; Santos, J.O.S.; Manfroi, J. & Schultz, C.L. 2018. A middle Permian (Roadian) lungfish aestivation burrow from the Rio do Rasto Formation (Paraná Basin, Brazil) and associated U-Pb dating. *Palaos*, **33**: 69-84. doi:10.2110/palo.2017.050
- Gordon Jr., M. 1947. Classificação das formações Gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Notas Preliminares e Estudos, DNPM/DGM, Rio de Janeiro, 38:1-20.
- Guerra-Sommer, M. & Cazzulo-Klepzig, M. 2000. As Floras Gondwânicas do Paleozóico Superior do Rio Grande do Sul. In: M. Holz & L.F. de Ros (eds.) Paleontologia do Rio Grande do Sul, Centro de Investigações do Gondwana/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 67-84.

- Guerra-Sommer, M. & Scherer, C.M.S. 2000. Middle-Late Triassic petrified forests from Mata Sandstone at Rio Grande do Sul State, BR: a preliminary geological, taphonomic and biostratigraphic setting. *Geociências*, **5** (nº especial):117-120.
- Guerra-Sommer, M.; Marques Toigo, M. & Cazzulo Klepzig, M. 1995. Paleoclimatic implication of Lycophyta in the Gondwana of Southern Brazil. *Pesquisas*, **22**: 21- 31.
- Herbst, R. 1986. *Cyclodendron cf. leslii* (sew.) (Lycopodopsidaceae, Lycopsideae) del pérmico de Paraguay y Uruguay. *Facena* 6:33-36.
- Iannuzzi, R. 2010. The flora of Early Permian coal measures from the Paraná Basin in Brazil: a review. *International Journal of Coal Geology*. **83**:229–247. doi.org/10.1016/j.coal.2010.05.009
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2020. Censo Brasileiro de 2019. Rio de Janeiro.
- Martins, E.A. & Sena-Sobrinho, M. 1951. *Lycopodiopsis derby* (Renault) e *Glossopteris* sp. na Estrada Nova (Permo-Triássico) do Rio Grande do Sul. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **2**:323-326.
- Mendes, J.C. 1954. Contribuição a estratigrafia da Série Passa Dois no Estado do Paraná. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciência e Letras, série Geologia*, **175**(10), 119 p.
- Milani, E.J.; Melo, J.H.G.; Souza, P.A.; Fernandes, L.A. & França, A.B. 2007. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **15**:265-287.
- Minello, L.F. 1995. As “florestas petrificadas” da região de Santa Maria: histórico, legislação e destinação. *Revista Ciência & Ambiente*, **10**:49-61.
- Müller Filho, I.L. 1970. Notas para o estudo da Geomorfologia do Estado do Rio Grande do Sul. Brasil. Publicação Especial, n.1, Santa Maria, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria, 34p.
- Pauliv, V.; Martinelli, G.; Francischini, H.; Dentzien-Dias, P.C.; Soares, M.B.; Schultz, C.L. & Ribeiro, A.M. 2017. The first Western Gondwanan species of *Triodus Jordan* 1849: A new Xenacanthiformes (Chondrichthyes) from the late Paleozoic of Southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **80**:482-493. doi:10.1016/j.jsames.2017.09.007
- Reed, F.R.C. 1929. Novos fósseis phyllopodos do Brasil. Serviço Geológico e Mineral do Brasil, 21 p. (Boletim 34).
- Richer, M. & Langer, M. 1998. Fish remains from the Upper Permian Rio do Rasto Formation (Paraná Basin) of southern Brazil. *Journal of African Earth Sciences*, **27**: 158-158.
- Rohn, R.O. 1989. Novas ocorrências de *Glossopteris* na Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior). *Boletim IG-USP*, **7**:101-125.
- Rohn, R.O. 1988. Bioestratigrafia e paleoambientes da Formação Rio do Rasto na borda leste da Bacia do Paraná (Permiano Superior, estado do Paraná). Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 111 p.
- Rohn, R.O. 1984. Paleontologia da Formação Rio do Rasto. In: Rösler, O. Revisão de tópicos de geologia e paleontologia da Bacia do Paraná e seu embasamento. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia, Rio de Janeiro, 2:1026-1207.
- Rohn, R.O & Rösler, R. 1986. Pteridófitas pecopteróides da Formação Rio do Rasto no estado do Paraná e da Formação Estrada Nova de São Paulo (Bacia do Paraná, Permiano Superior). *Boletim IG-USP*. Instituto de Geociências, **17**:57-76.
- Rosa Filho, E.; Hindi, E.C.; Mantovani, L.E. & Bittencourt, A.V.L. 2010. As águas subterrâneas no Estado do Paraná. Curitiba: Editora Maxi Gráfica, 145 p.
- Rösler, R. & Rohn, R.O. 1984. Sphenophyllum paranaense (Sphenophyta) da Formação Rio do Rasto de Dorizon, Estado do Paraná. *Boletim IG-USP*, **15**: 97-104.
- Schultz, C.L.; Martinelli, A.G.; Soares, M.B.; Pinheiro, F.L.; Kerber, L.; Horn, B.L.D.; Pretto, F.A.; Müller, R.T. & Melo, T.P. 2020. Triassic faunal successions of the Paraná Basin, southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **104**: 102846. doi:10.1016/j.jsames.2020.102846
- Sena-Sobrinho, M. 1959. Geologia do Município de Dom Pedrito. Estudos Regionais, DNPM p. 18-30.
- Sommer, F. & Trindade, N. 1966. Lycopodiales do Gondwana brasileiro- Ministério de Minas e Energia, Divisão de Geologia e Mineralogia, DNPM, Rio de Janeiro, 31 p. (Boletim 230).
- Spiekermann, R.; Jasper, A.; Guerra-Sommer, M.; Ricardi-Branco, F. S.; Faria, R.S & Uhl, D. 2021. Permian Lycopods from Brazil. In: R. Iannuzzi; R. Rößler & L. Kunzmann (eds.) *Brazilian Paleofloras*, Springer, 1-29.
- Suertegaray, D.M.A. 1996. Rio Grande do Sul: Morfogênese da Paisagem Questões para a Sala de Aula. *Boletim Gaúcho de Geografia*, **21**:117-132.
- White, I.C. 1908. Relatório final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil. Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Produção Mineral, Parte I, p. 1-300; Parte II p. 301-617. (Ed. Fac-similar de 1988).
- Yin, H.; Feng, Q.; Lai, X.; Baud, A. & Tong, J. 2007. The protracted Permo-Triassic crisis and multi-episode extinction around the Permian-Triassic boundary. *Global and Planetary Change*, **55**: 1-20. doi:10.1016/j.gloplacha.2006.06.005