

Evidências de alterações ambientais abruptas na transição Pérmico-Triásico na Bacia Carbonífera de N'Condédzi (Moçambique)

Paulo Fernandes ^{1, 2}; Zélia Pereira ³; Torsten Vennemann ⁴; Márcia Mendes ³; Raul S. Jorge ^{5, 6}; Gilda Lopes ⁷; Luis Albardeiro ³; Eric Font ⁸; Thierry Adatte ⁹; João Marques ¹⁰

¹ Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro;

² Centro de Investigação Marinha e Ambiental - CIMA;

³ Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG); Rua da Amieira, Ap. 1089, 4466-901 S. Mamede Infesta;

⁴ Institute of Earth Surface Dynamics, University of Lausanne, Géopolis, 1015 Lausanne;

⁵ Universidade de Lisboa, Departamento de Ciências da Terra e Energia, Faculdade de Ciências; Ed. C6; Piso 4, 1749-016 Lisboa;

⁶ Instituto Dom Luiz;

⁷ Plants, Photosynthesis and Soil, School of Biosciences, University of Sheffield, Alfred Denny Buld., Western Bank, Sheffield S10 2TN;

⁸ Universidade de Coimbra, Departamento de geologia, Rua Sílvio Lima Universidade de Coimbra - Pólo I 3030-709 COIMBRA;

⁹ Institut of Earth Sciences, Géopolis, University of Lausanne, 1015 Lausanne, Switzerland;

¹⁰ Gondwana Empreendimentos e Consultorias, Rua 1.3335, No, 233. Bairro da COOP, Maputo.

Resumo

O limite Pérmico-Triásico (LPT) marca a crise biótica mais severa do Fanerozóico, associada a profundas perturbações ambientais e climáticas ligadas à Extinção do Pérmico-Triásico. Apresentamos os resultados de uma investigação multidisciplinar de alta resolução das alterações ambientais terrestres ao longo do LPT na Bacia Carbonífera de N'Condédzi, em Moçambique. Os dados obtidos do estudo da sondagem CIMT-014 integram palinostratigrafia, palinofácies, isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$) e carbono orgânico total (COT) para restringir a cronologia e a natureza das perturbações do ecossistema. Os depósitos do Pérmico Superior (Formação Matinde) registam ambientes de planície aluvial ricos em matéria orgânica e com presença de carvão, dominados por vegetação glossopterídea em condições climáticas húmidas. Estes depósitos são abruptamente sobrepostos por camadas de conglomerados e por estratos pobres em matéria orgânica da Formação Cádzi do Triássico Inferior, o que reflete uma mudança para sistemas fluviais de alta energia em condições áridas. Os dados palinológicos documentam uma transição rápida de uma flora diversificada, dominada por *Glossopteris*, para associações de baixa diversidade, dominadas por esporos, características de ecossistemas sob pressão ambiental. O registo de $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ mostra um declínio gradual durante o Pérmico Superior, seguido de uma excursão negativa significativa ($\sim 5,4\%$) no início do Triássico, que atinge um mínimo de $-30,4\%$. Esta excursão coincidiu com uma queda acentuada do COT e com uma grande alteração da flora, o que indica uma forte ligação entre a perturbação do ciclo do carbono exógeno e o colapso do ecossistema terrestre. O sinal isotópico indica uma entrada substancial de carbono enriquecido em ^{12}C no ciclo do carbono exógeno, o que é consistente com as emissões vulcânicas e com a desgaseificação termogénica de sedimentos (argilitos, evaporitos e carbonatos) associada às Traps Siberianas. A não coincidência estratigráfica entre o limite Pérmico-Triásico (PTB), definido palinologicamente, e a excursão negativa do $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ indica respostas terrestres assíncronas e/ou controlos deposicionais locais. Valores persistentemente baixos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ e o empobrecimento palinológico no Triássico Inferior indicam um stress ambiental prolongado e uma recuperação lenta do ecossistema. Este estudo fornece novas perspetivas sobre a sensibilidade do

ecossistema terrestre e a dinâmica do ciclo do carbono durante o LPT no Gondwana, enfatizando a importância combinada dos mecanismos de forçamento globais e regionais.

Agradecimentos

Este trabalho foi integralmente apoiado pelo projeto PALEOCLIMOZ (PTDC/CTA- GEO/30082/2017), financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), Portugal. Os autores agradecem, o financiamento concedido pela FCT aos projetos LA/P/0069/2020, atribuído ao Laboratório Associado ARNET, UIDP/00350/2020, atribuído ao CIMA da Universidade do Algarve. RJ agradece o financiamento da FCT, I. P./MCTES através de fundos nacionais (PIDDAC): LA/P/0068/2020 (<https://doi.org/10.54499/LA/P/0068/2020>), UID/50019/2025 (<https://doi.org/10.54499/UID/50019/2025>), UID/PRR/50019/2025 (<https://doi.org/10.54499/UID/PRR/50019/2025>) e UID/PRR2/50019/2025. Os autores gostariam de agradecer à Coal India Africana, Limitada e à Gondwana Empreendimentos e Consultorias, Limitada pelo acesso aos poços e pelas informações complementares. Agradecemos às técnicas da LNEG, Irene Sousa e Margarida Valente, o apoio laboratorial e a preparação das amostras. O P. Fernandes gostaria de agradecer especialmente à equipa da Gondwana do escritório de Tete, nomeadamente ao Alfredo Tembo, ao Tomé Eneia, ao Jorge Bettencourt e ao Humberto Lobo, pelo auxílio prestado nos últimos anos.