The Clean Paper

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Um registo fóssil do Novo México complica o último capítulo dos dinossauros

Um estudo da Science redatou o Membro Naashoibito, no Novo México, para as últimas centenas de milhares de anos antes do impacto do asteroide. Isso importa porque grande parte da melhor evidência sobre os dinossauros do fim do Cretácico vem de regiões mais a norte. O novo registo meridional sugere que o oeste da América do Norte ainda tinha faunas de dinossauros regionalmente distintas perto do fim, e não uma única comunidade uniforme e em declínio. Não demonstra que todos os ecossistemas de dinossauros no mundo prosperassem até ao impacto; mostra por que um registo fóssil regional pode tornar uma história global demasiado lisa.

Written by Cinzia Vaglio · Cross-checked by Lucio Vaglio and Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Lucio Vaglio and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Late-surviving New Mexican dinosaurs illuminate high end-Cretaceous diversity and provinciality*, Andrew G. Flynn, Stephen L. Brusatte, Alfio Alessandro Chiarenza, Jorge Garcia-Giron, Adam J. Davis, C. Will Fenley IV, Caitlin E. Leslie, Ross Secord, Sarah Shelley, Anne Weil, Matthew T. Heizler, Thomas E. Williamson, and Daniel J. Peppe, Science 390, 400-404 (2025) · DOI: 10.1126/science.adw3282

Uma testemunha do sul perto do fim

A história dos últimos dinossauros é muitas vezes contada através das Grandes Planícies do norte: Montana, as Dakotas, o mundo de Hell Creek. Esse registo é suficientemente bom para se ter tornado familiar, e a familiaridade tem uma maneira de se fazer passar por completude. Os fósseis não estão distribuídos uniformemente porque a história não teve a gentileza de se arquivar para nós.

Um novo artigo na *Science* acrescenta uma testemunha do sul. Os autores estudaram o Membro Naashoibito, na Bacia de San Juan, no Novo México, uma unidade rochosa fossilífera cuja idade é discutida há décadas. Se estes fósseis fossem mais antigos, diriam pouco sobre os momentos finais antes do impacto do asteroide. Se fossem do Cretácico muito tardio, teriam grande importância.

A resposta do artigo é a segunda. Com nova geocronologia e magnetostratigrafia, a equipa argumenta que os principais horizontes com dinossauros do Membro Naashoibito ficam a cerca de **340 000 anos** do limite Cretácico-Paleogénico. Isso coloca os dinossauros do Novo México suficientemente perto do fim para contribuírem para uma antiga pergunta: os dinossauros já estavam num longo declínio, ou muitos ecossistemas ainda mantinham diversidade regional quando chegou o impacto?

A resposta cuidadosa não é «os dinossauros estavam todos ótimos e depois, bum». A frase tem bom ritmo e maus modos. A resposta melhor é mais estreita e mais útil: no oeste da América do Norte, um registo meridional bem datado apoia a imagem de faunas de dinossauros tardias que continuavam regionalmente distintas, e não de uma única comunidade de baixa diversidade a desaparecer por toda a parte ao mesmo tempo.

É suficiente. Não precisa de um chapéu mais vistoso.

Bisti/De-Na-Zin Wilderness, no Novo México, uma paisagem de badlands na região mais ampla da Bacia de San Juan. A imagem é contexto, não evidência do artigo da Science: o argumento do estudo assenta em estratos fossilíferos datados, não na paisagem.

Bob Wick / BLM California CC BY 2.0

O que significa aqui «a menos de 340 000 anos»?

O impacto do asteroide e o limite Cretácico-Paleogénico são datados de cerca de **66,052 milhões de anos**. A pergunta é onde se encontram as rochas fossilíferas relativamente a essa linha.

Os autores não dataram diretamente os ossos de dinossauro e deram o assunto por encerrado. Datam grãos de minerais vulcânicos, sobretudo sanidina, de arenitos na secção de Naashoibito através de **geocronologia $^{40}Ar/^{39}Ar$**, e combinaram essas idades com **magnetostratigrafia**: o registo das inversões do campo magnético terrestre preservado nas rochas.

A versão curta: uma amostra fornece uma idade máxima de deposição de **66,87 ± 0,04 milhões de anos**, outra amostra fossilífera fornece **66,38 ± 0,08 milhões de anos**, e o padrão magnético coloca a parte superior da secção no último intervalo de polaridade invertida do Cretácico. Em conjunto, estas restrições colocam os principais horizontes com dinossauros muito perto do limite. É um relógio geológico, não um cronómetro, mas é suficientemente preciso para mudar o argumento.

O que fizeram os autores

A equipa combinou dois tipos de trabalho que precisam um do outro. Primeiro, restringiu melhor a idade do Membro Naashoibito. A unidade encontra-se acima de rochas campanianas mais antigas e abaixo de rochas do Paleocénico inicial, mas a sua idade exata tem sido contestada: algumas interpretações anteriores colocavam-na há cerca de 70–69 milhões de anos, outras defendiam uma idade do Cretácico terminal e algumas alegações chegaram a empurrar partes do registo para o Paleocénico. Os autores mediram secções, recolheram amostras em locais com dinossauros, dataram grãos detríticos de sanidina com métodos $^{40}Ar/^{39}Ar$ e ligaram a secção a intervalos conhecidos de polaridade magnética.

Segundo, perguntaram como era a fauna no seu contexto. Reuniram dados de ocorrências de vertebrados terrestres e de água doce no oeste da América do Norte ao longo do Campaniano, Maastrichtiano e Paleocénico inicial, e depois usaram métodos ecológicos e biogeográficos para testar se as faunas eram regionais ou uniformes. A palavra-chave é **provincialidade**: se diferentes regiões tinham comunidades distintas, em vez dos mesmos animais por toda a parte.

Isto importa porque uma versão da história tardia dos dinossauros diz que o oeste da América do Norte se tornou mais homogéneo no Maastrichtiano, com menos diferenças regionais e uma fauna mais cosmopolita. É fácil imaginar um sistema mais uniforme e de menor diversidade como já vulnerável antes do asteroide. Um sistema regionalmente estruturado conta uma história diferente.

O que encontraram

A datação é o ponto de articulação. Duas amostras fossilíferas de Naashoibito fornecem restrições do Maastrichtiano tardio. Uma amostra de arenito, H08-Sand-08, deu uma idade máxima de deposição de **66,87 ± 0,04 milhões de anos**. Uma amostra do «34-Bone Site», que contém um esqueleto parcial de um hadrossauro lambeossaurino, deu uma idade máxima de deposição de **66,38 ± 0,08 milhões de anos**. Combinando estes dados com o registo de polaridade magnética, os autores colocam os principais horizontes com dinossauros de Naashoibito a cerca de **340 000 anos** do limite K-Pg.

Isso torna o registo da Bacia de San Juan amplamente contemporâneo das faunas de Hell Creek, mais conhecidas e situadas mais a norte. Também separa os dinossauros de Naashoibito da fauna de Nacimiento do Paleocénico inicial por cerca de **700 000 anos**, o que importa porque ninguém quer colocar por engano dinossauros não avianos do lado errado do limite de extinção. Seria desarrumado — e também estaria errado.

O resultado ecológico é a outra metade. Ao longo dos intervalos do Cretácico terminal que analisaram, os autores encontraram evidência de **duas bioprovíncias** no oeste da América do Norte. Quando analisados isoladamente, os dinossauros separaram-se em duas bioprovíncias em todos os intervalos de tempo do Cretácico terminal incluídos no estudo. O artigo argumenta que estas diferenças regionais não colapsaram simplesmente numa única fauna uniforme antes do impacto do asteroide.

O motor não era apenas uma linha desenhada de norte a sul. As análises apontam para a **temperatura**

como o principal fator que moldava essas bioprovíncias no Cretácico, com a geografia a desempenhar um papel secundário. Regiões mais quentes do sul podem ter favorecido alguns animais, como saurópodes, enquanto regiões mais frias do norte favoreciam outros, como hadrossaurinos. O ponto não é que cada província fosse mais saudável do que todas as outras. É que o mapa do Cretácico terminal ainda tinha estrutura.

O que isto *não* demonstra

- **Não** prova que os dinossauros de todo o planeta estivessem a prosperar até ao impacto do asteroide. Os autores são explícitos: esta continua a ser sobretudo uma imagem norte-americana.
- **Não** apaga evidência de declínio em determinados grupos, regiões ou análises. Contraria uma história continental excessivamente lisa, não todas as versões possíveis de stress antes da extinção.
- **Não** mostra que o asteroide fosse pouco importante. O impacto continua a ser o grande acontecimento do limite; este artigo pergunta que tipo de ecossistemas foram atingidos.
- **Não** transforma o Novo México numa janela perfeita para o planeta inteiro. Acrescenta um ponto de dados meridional que faltava num registo dominado por locais do norte.
- **Não** torna «a prosperar até ao impacto» uma manchete segura. Essa é a versão mais ampla da afirmação, não o resultado na sua forma mais limpa.

Quão forte é a evidência?

Para a idade dos horizontes com dinossauros de Naashoibito, a evidência no texto principal é suficientemente forte para importar. Os autores combinam idades radioisotópicas de grãos detríticos de sanidina com magnetostratigrafia, e as datas-chave alinham-se com uma interpretação de Cretácico terminal. O artigo lida diretamente com a controvérsia mais antiga sobre se estes fósseis eram muito mais antigos, do Cretácico terminal ou até do Paleocénico.

Há ainda uma ressalva técnica. A geocronologia detalhada, a interpretação magnética e as tabelas de dados estão nos materiais suplementares da *Science*. O artigo principal fornece as afirmações e números necessários, mas uma revisão final para publicação deve verificar o suplemento antes de tratar todos os detalhes metodológicos como encerrados.

Para a afirmação ecológica mais ampla, a evidência é sugestiva e útil, mas mais dependente do modelo. Os autores utilizam conjuntos de ocorrências, agrupamento e reamostragem para inferir bioprovíncias. São ferramentas adequadas à pergunta, mas o resultado depende também da amostragem fóssil, atribuições taxonómicas, divisão temporal e forma como as ausências são tratadas. O registo fóssil são dados com dentes em falta.

A leitura mais segura deve, por isso, ser dividida: o registo do Novo México é um registo meridional real e importante do Cretácico terminal; a conclusão de que o oeste da América do Norte manteve estrutura faunística regional perto do fim é bem sustentada pelas análises dos autores; o salto daí

para a saúde global dos dinossauros deve ser evitado.

Porque importa

O velho debate sobre o declínio dos dinossauros não é apenas sobre dinossauros. É sobre quanto peso um registo fóssil consegue suportar.

Se o melhor registo do fim do Cretácico vem das Grandes Planícies do norte, é tentador deixar esse registo representar o continente e depois deixar o continente representar o mundo. É eficiente. É também assim que um padrão regional se transforma numa história global apanhando o elevador sem bilhete.

O resultado do Novo México torna a história menos lisa. Diz: olhem para sul. Aqui está uma unidade com dinossauros próxima do limite. Aqui estão faunas que não duplicam simplesmente as do norte. Aqui está evidência de que a temperatura e a ecologia regional continuavam a importar perto do fim.

Isso não torna o asteroide menos catastrófico. Se alguma coisa, torna a catástrofe mais nítida. O impacto não chegou no fim de um único ecossistema simplificado. Atingiu um conjunto de mundos regionais que ainda tinham as suas próprias disposições.

Há ainda uma lição mais discreta no artigo. Uma boa datação muda a narrativa. Um conjunto fóssil sem idade segura pode tornar-se um boato com ossos. Coloque-se no ponto certo do relógio e os mesmos fósseis transformam-se em evidência.

Resumo claro

Um estudo publicado na *Science* reexamina o Membro Naashoibito no Novo México, uma unidade com dinossauros cuja idade é debatida há muito. Usando datação $^{40}Ar/^{39}Ar$ de sanidina detrítica e magnetostratigrafia, os autores restringem os principais horizontes fossilíferos a cerca de 340 000 anos do limite Cretácico-Paleogénico, colocando-os entre os últimos dinossauros não avianos conhecidos da América do Norte e tornando-os amplamente contemporâneos das faunas de Hell Creek mais a norte. Depois usam análises ecológicas e biogeográficas das ocorrências de vertebrados do oeste da América do Norte para argumentar que as faunas do Cretácico terminal mantinham estrutura regional: os dinossauros separavam-se em duas bioprovíncias e a temperatura parece ter sido um dos principais motores dessas diferenças. O resultado contraria a ideia de uma única fauna de dinossauros de baixa diversidade, uniforme em todo o continente e em declínio generalizado antes do impacto. Não demonstra saúde global dos dinossauros, não resolve todos os debates sobre declínio e não mostra que todos os dinossauros prosperavam até ao fim. Mostra que um registo meridional melhor datado torna a história final da América do Norte mais regional, estruturada e menos lisa.

Verificação sem exageros

O que o artigo mostra: Os horizontes com dinossauros do Membro Naashoibito, no Novo México, são do Cretácico terminal, provavelmente a cerca de 340 000 anos do limite K-Pg, e o registo de vertebrados do oeste da América do Norte apoia a persistência de bioprovíncias regionais perto do fim.

O que é plausível, mas não está demonstrado: Que muitos ecossistemas de dinossauros ainda fossem robustos pouco antes do impacto; que a temperatura tenha ajudado a manter mundos faunísticos distintos a norte e a sul; que a antiga ideia de um simples declínio continental seja demasiado lisa.

O que não mostra: Que os dinossauros prosperassem em toda a parte; que nenhum grupo ou região estivesse em declínio; que o asteroide não fosse o principal gatilho da extinção; que o Novo México, por si só, reescreva o fim global do Cretácico.

Principais limitações: Registo fóssil regional; análise de provincialidade dependente do modelo; enviesamentos de amostragem fóssil; a geocronologia e os métodos de ocorrência detalhados ainda devem ser verificados numa passagem final contra os materiais suplementares da *Science*.

Quanta confiança deve ter um leitor geral? Elevada de que o Novo México fornece agora um importante registo meridional do Cretácico terminal. Boa de que o oeste da América do Norte manteve estrutura faunística regional perto do fim. Baixa de que isto possa ser comprimido em «os dinossauros estavam bem em toda a parte até ao asteroide». O verdadeiro resultado é melhor: o último capítulo não era uma única história plana à escala do continente.

Fontes

Flynn et al., Late-surviving New Mexican dinosaurs illuminate high end-Cretaceous diversity and provinciality, Science 390, 400-404 (2025)
https://doi.org/10.1126/science.adw3282