

# Uma nova jazida do Jurássico médio dominada por dinossáurios predadores

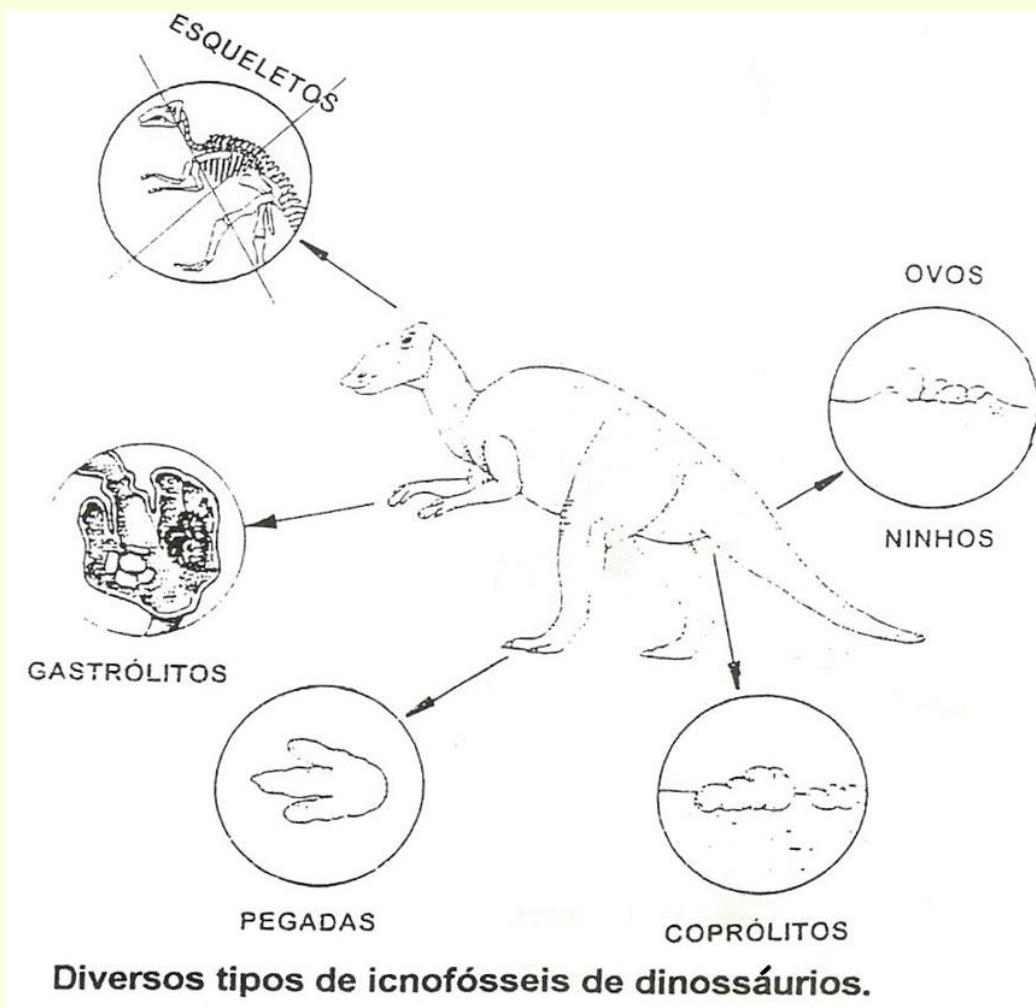


Tomás Alvim, Sofia Cruz, Rafael Canas

Abril de 2016



Desde há pelo menos 3500 milhões de anos que o nosso planeta é povoado por seres vivos. As provas da existência desses organismos são os vestígios que deixaram, os FÓSSEIS.

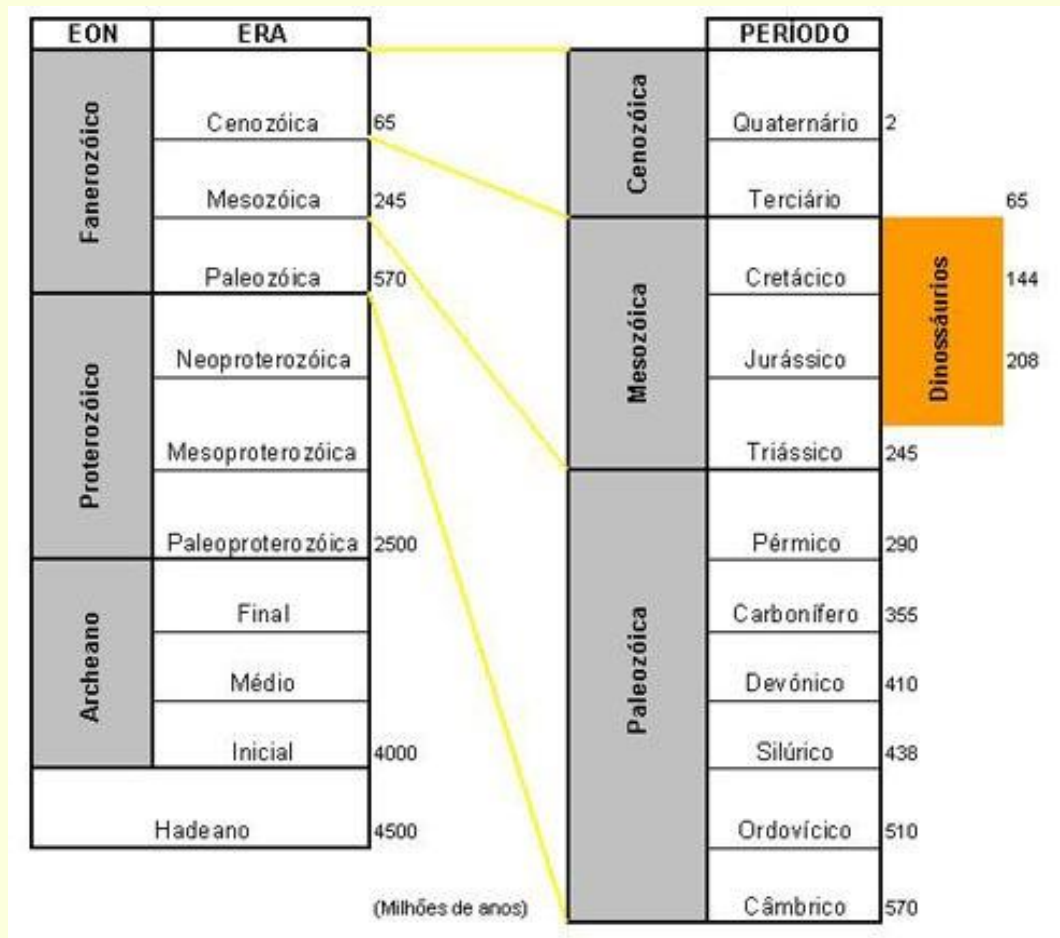


A PALEONTOLOGIA é a ciência que estuda a vida no passado, analisando tanto SOMATOFÓSSEIS (vestígios diretos dos organismos), como ICNOFÓSSEIS (vestígios das suas atividades) – rastos, tocas, ovos, coprólitos, gastrólitos, pegadas.

Este trabalho refere-se a icnofósseis, especificamente a pegadas de dinossáurios.

Mas o registo fóssil está longe de ser perfeito – para além de incompleto, apresenta distorções, devido a fatores geológicos, físicos, químicos e biológicos.

Os dinossáurios surgiram durante a Era Mesozóica, em meados do Triássico, e prosperaram e dominaram o mundo durante o Jurássico e o Cretácico.



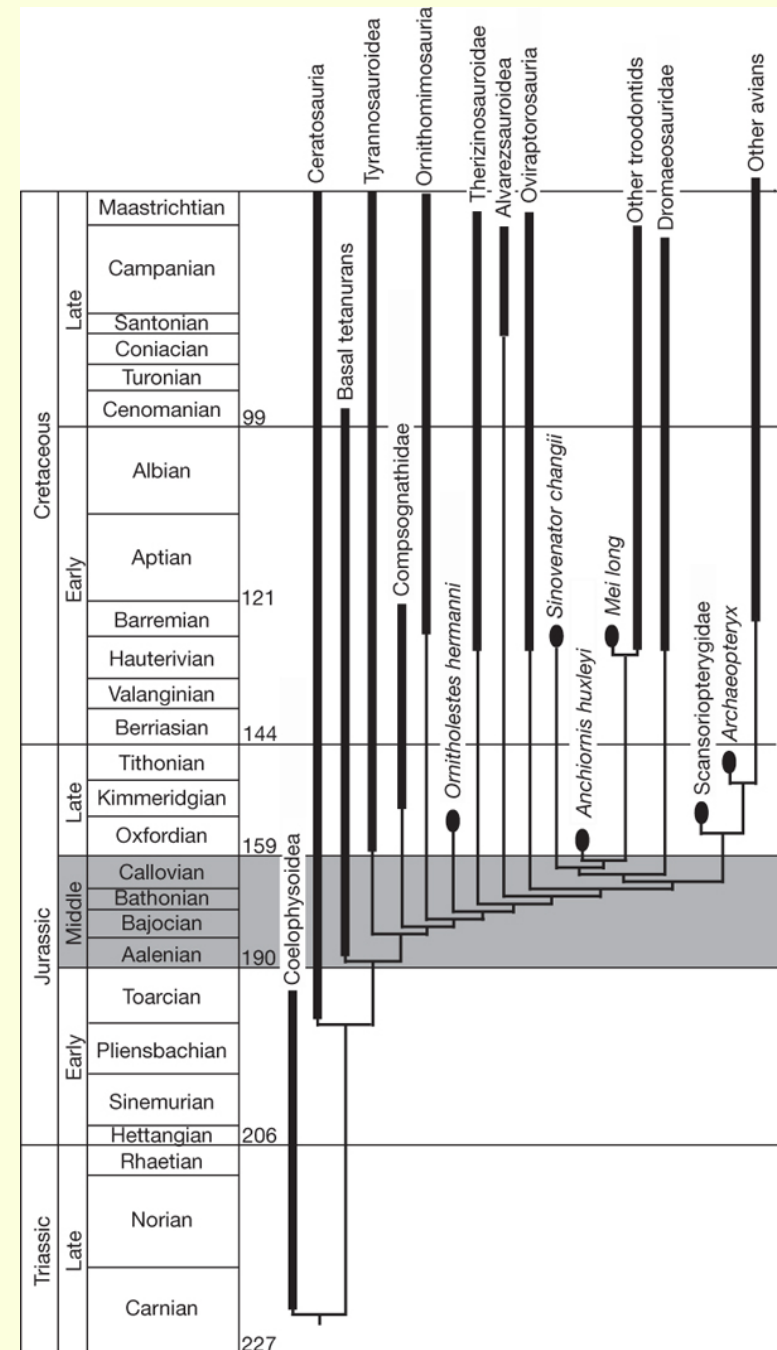
Esses 3 Períodos por sua vez são subdivididos em Épocas (como o Jurássico médio); e que cada uma dessas épocas é subdividida em idades, como o Bajociano e o Batoniano (duas das 4 idades do Jurássico médio).



E é precisamente o **Jurássico médio** um dos intervalos mais enigmáticos da evolução da vida na Terra.

Estes quase 30 milhões de anos são um intervalo de tempo dinâmico na evolução dos dinossáurios, especialmente no grupo dos terópodes, os dinossáurios carnívoros. Mas o seu registo fóssil correspondente é extremamente escasso a nível mundial.

Qualquer descoberta tem o potencial de permitir preencher lacunas evolucionárias que nos podem ajudar a compreender melhor como é que as faunas dinossaurianas mudaram neste intervalo de tempo crítico.





Em Portugal e até 1994, todas as evidências deixadas por dinossáurios – somatofósseis ou icnofósseis - datavam do Jurássico final ou de tempos posteriores.

Foi preciso esperar por 1994 para se reconhecer a presença de dinossáurios saurópodes - o grupo dominante dos herbívoros dos ecossistemas terrestres - no Jurássico médio, através das pistas encontradas na pedreira do galinha (Bairro), datada do limite Bajociano – Batoniano.





<http://www.simonstalenhag.se/>

A resposta surgiu em finais de 1997, com a descoberta por caçadores de 3 pegadas tridáctilas, que as encontraram a cerca de 3 km da pedreira do Galinha, entre as aldeias de Amoreira e Pedreira, a sudeste de Fátima, no flanco oriental da Serra de Aire.

Nessa altura os nossos colegas colocaram a questão – onde estão as evidências dos **predadores** destes gigantescos herbívoros?

JORNAL DE NOTÍCIAS segunda-feira, 2 de fevereiro de 1998 DE NORTE A SUL 33

## Fátima

# Caçadores alertam para mais pegadas

Marcas de dinossáurio foram encontradas a cerca de dois quilómetros da "pedreira da Galinha"

A final não são de Tiranossauro Rex as "novas" pegadas de dinossáurio encontradas a cerca de dois quilómetros da já famosa "pedreira do Galinha", no Bário, freguesia de Fátima.

Segundo afirmou ao JN o professor Galopim de Carvalho, um dos principais especialistas portugueses na matéria, nada menos de 100 milhões de anos separam a espécie do final do período Cretáceo popularizada pelo filme de Steven Spielberg daquela que foi responsável, muito tempo antes (no Jurássico Médio) por estas "novas" pegadas.

**Provas inconfundíveis**  
A descoberta foi feita por caçadores, há já alguns meses, numa zona de olival entre os lugares de Amoreira e do Bário.

Trata-se efectivamente de um carnívoro, conforme se pode comprovar pelas patas características e inconfundíveis. Neste

Até agora, porém, houvera alguma preocupação de manter a descoberta em segredo, até porque toda a gente se recorda do longo e complicado processo de salvaguarda da jazida existente na "pedreira do Galinha". Tanto quanto o JN conhece, pretendia-se evitar uma situação semelhante.

**Achado importante**  
O investigador salientou ao JN a grande importância deste achado: "Esta reconstrução da história da Terra vai sendo feita por pergaminhos que a gente vai encontrando, hoje aqui, amanhã ali, e a arte é tentar uni-los e dar-lhes uma sequência".

Galopim de Carvalho disse ainda: "Nós tínhamos já, naquela região, pegadas de saurópodes, que são aqueles grandes herbívoros de quatro patas, uma cauda comprida e cabecinha lá no fundo de um pescoço também muito comprido. São gigantes, os mais antigos herbívoros que se conhecem".

dessa altura, aproximadamente, as condições locais vêm demonstrar o que é normal: se havia herbívoros, haveria também quem os papasse..."

Salientando que a "pedreira do Galinha" é um local único no Mundo, Galopim de Carvalho defende uma rápida musealização da mesma, com as devidas indicações aos visitantes em relação a este trilha próximo.

Para a região, disse ainda, "vai ser mais um importante factor de desenvolvimento".

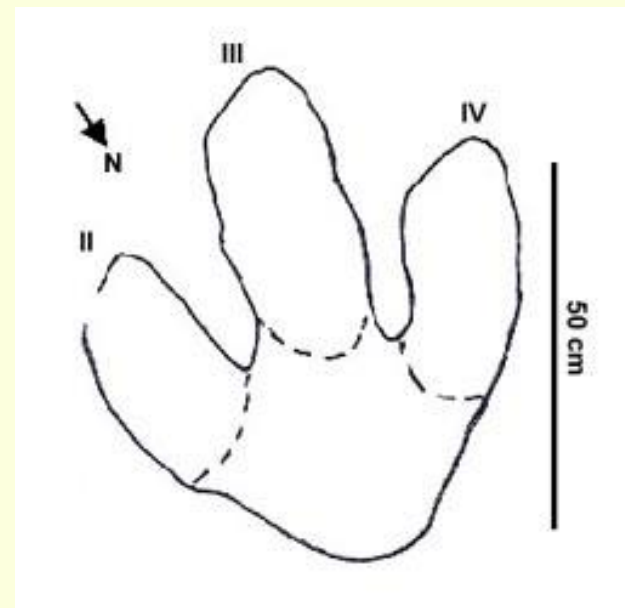
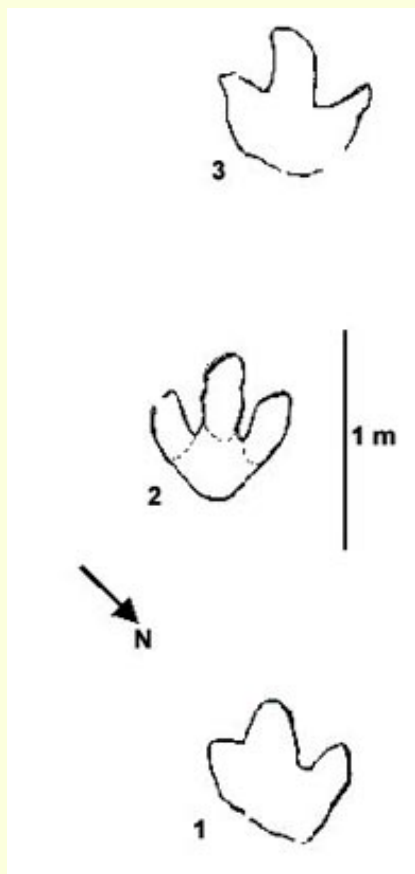
**Santuário científico**  
O historiador salientou que Portugal é, neste momento, um dos países reconhecidamente mais ricos neste tipo de vestígios de história natural, e que vai mesmo acolher, em Maio, um importante encontro internacional de paleobiologia dos dinossauros, que juntará especialistas de várias partes do Mundo. O objectivo primordial é chamar a atenção dos governantes para a necessidade urgente de salvaguarda e valori-



A pista (nº1) surge num estrato de calcário micrítico acinzentado, de planície litoral, do Bajociano - Batoniano.

O ângulo de passo ronda os 160º. A passada é de 3,23m, inferindo-se uma velocidade de progressão de 5,1 km/h.

As pegadas têm comprimento médio de 68,0 cm e largura média de 61,5 cm. Os 3 dígitos são alargados, robustos, terminando por impressões de garras estreitas e aguçadas, com curvatura sigmoidal.

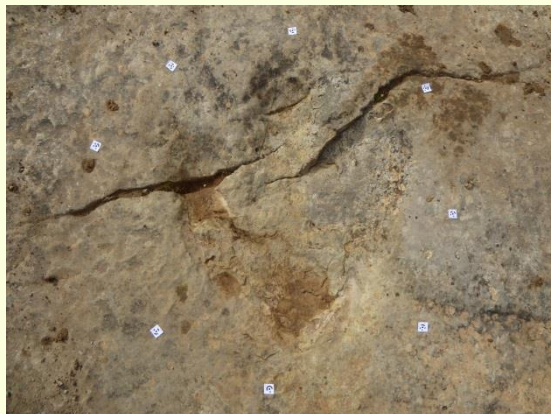


Pegada 2

Todas as características, desta amostra, como das outras que foram sendo descobertas (sempre preservadas como hiporrelevos côncavos), indicam que o autor terá sido um dinossáurio do grupo dos terópodes:



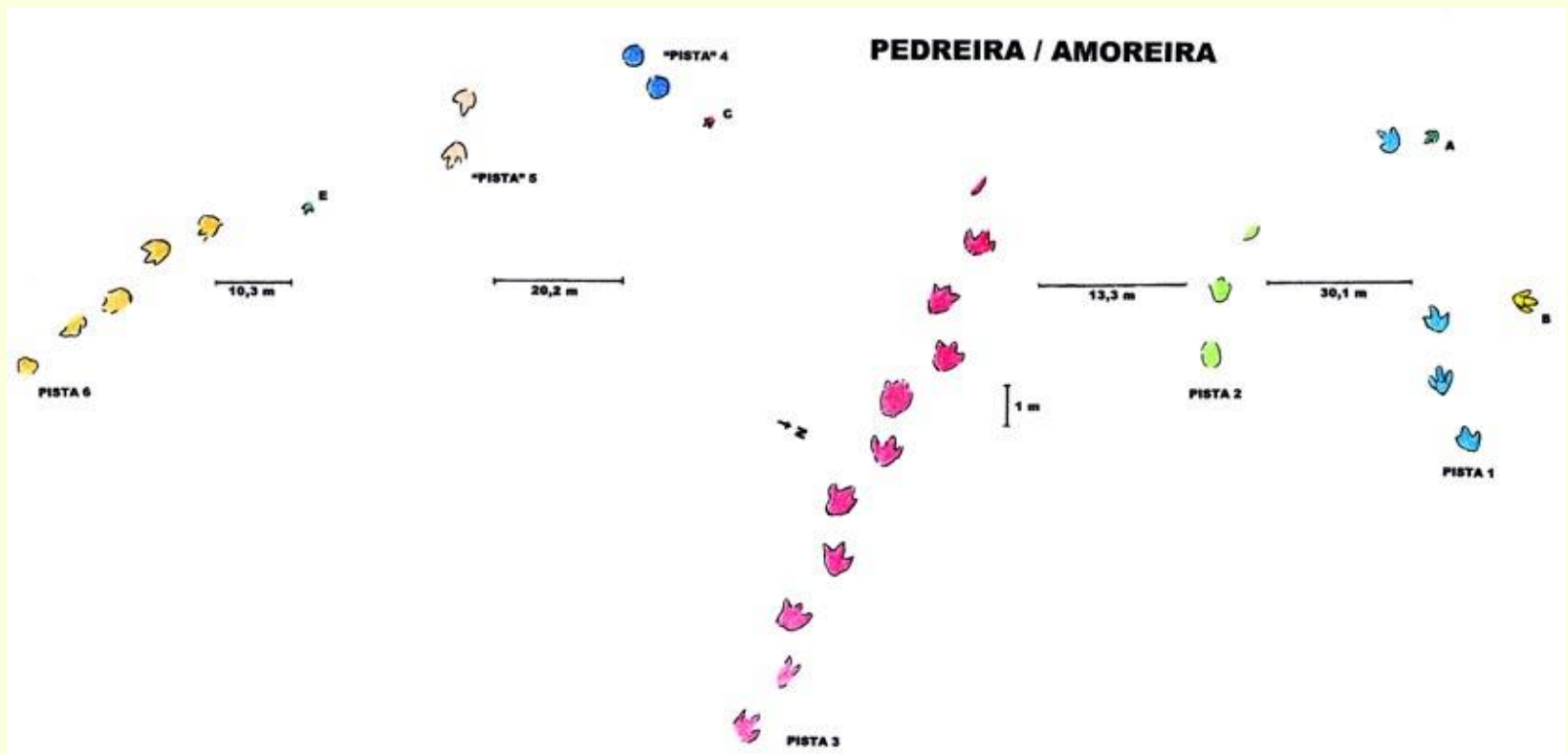
- . Integram pistas bípedes
- . Comprimento muito superior à largura
- . Dígito III substancialmente mais longo do que os dígitos II e IV
- . Impressões de garras terminais aguçadas e pontiagudas
- . Zona posterior com ligeira indentição, correspondendo ao dígito II
- . Impressão da garra do dígito III roda no sentido do interior da pista (rotação interna)







Os nossos colegas deslocaram-se em Março de 1998 ao local. E descobriram mais pegadas. Todas tridáctilas, algumas formando pistas. Limparam os terrenos (em propriedades contíguas), fotografaram as amostras, mapearam e passaram as pegadas e pistas para acetato. Assim, realizaram um mapa das pegadas e pistas descobertas.



Mapa das pegadas e pistas colocadas à vista pelos nossos colegas em várias saídas que fizeram em 1998.

Às 3 pegadas consecutivas descobertas pelos caçadores locais (pista 1), acrescentaram uma nova pegada.



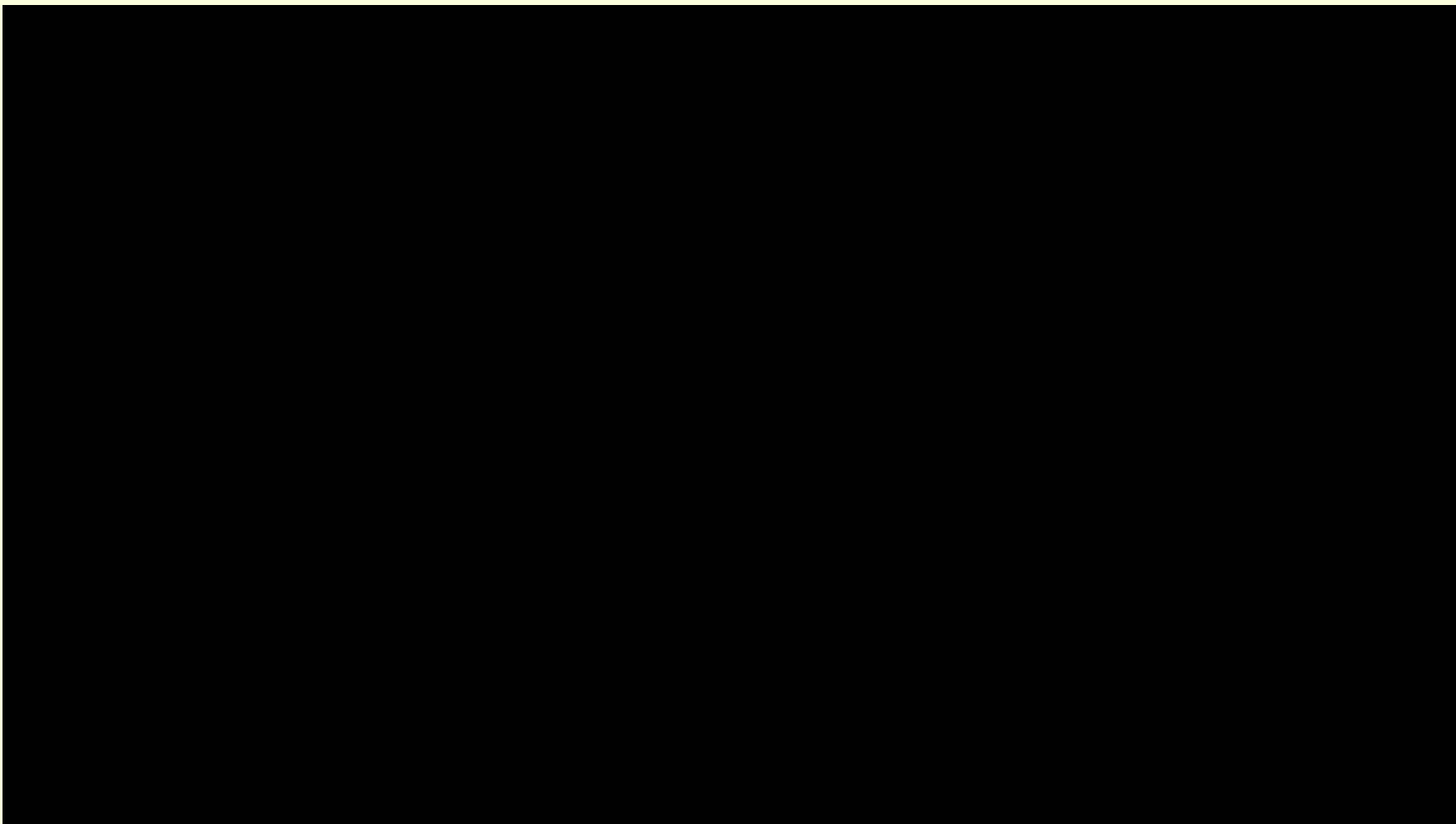




<http://tumblr.amnh.org/post/140653539659/the-next-time-you-dodge-a-pigeon-on-the-sidewalk>

Muitos comportamentos dos dinossáurios, como velocidade de deslocação, parada nupcial, formação de bandos, capacidade locomotora, comportamento de locomoção antálgico,..., só podem ser inferidos a partir do seu registo icnológico.

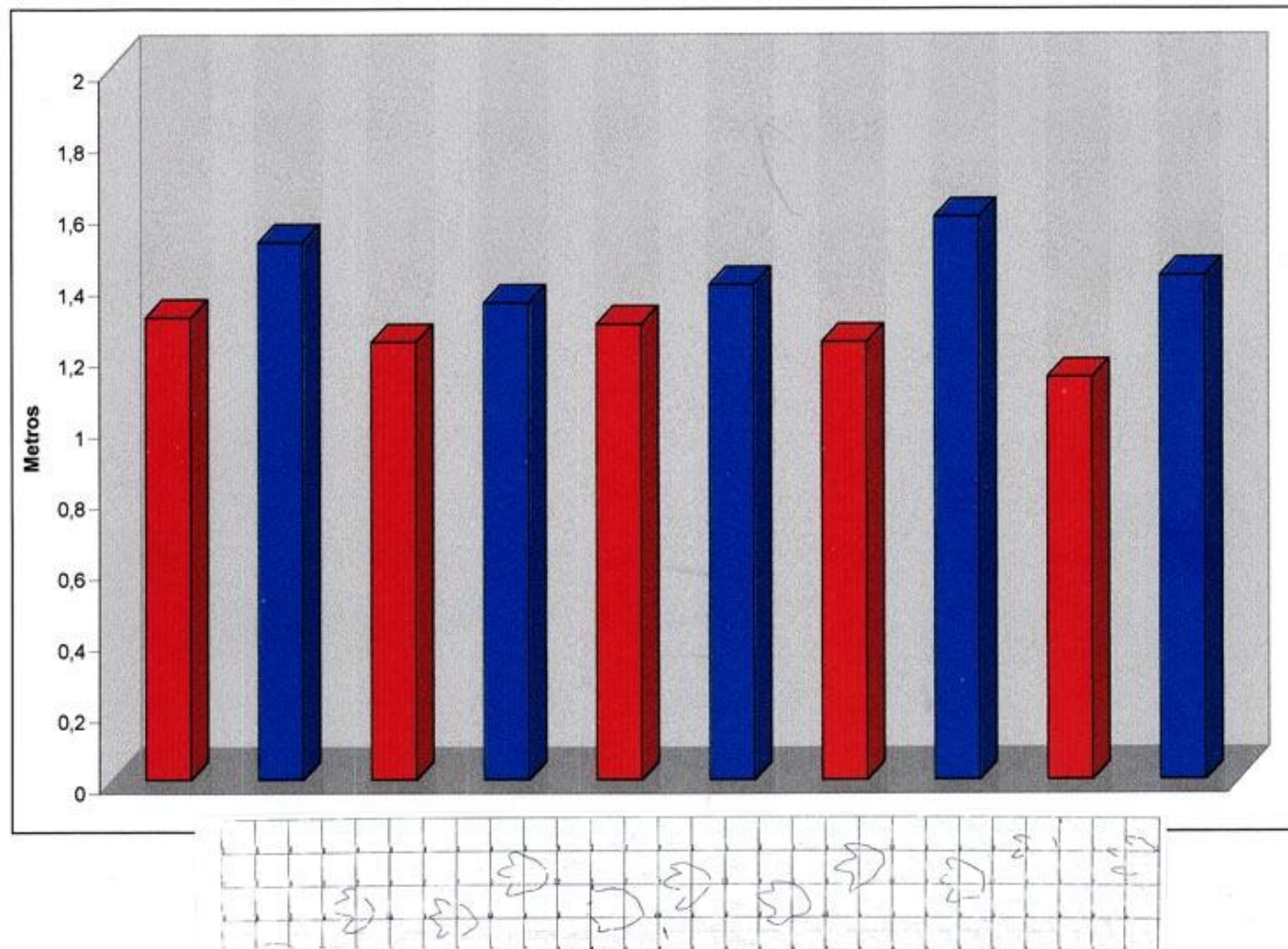
Analisando as aves atuais, o grupo dos dinossáurios terópodes que sobreviveu à extinção, podemos aprender mais sobre os seus antepassados mais longínquos.





A pista 3, integrando 11 pegadas consecutivas, de grandes dimensões (comprimento médio de 72 cm, para  $N = 7$ ) revela algumas particularidades:

- . Inclui das maiores pegadas de terópodes conhecidas para todo o Jurássico Médio a nível mundial
- . É formada por pegadas consecutivas em que os passos curtos e longos alternam sucessivamente (diferença entre passo curto e longo de 17%)



Quando este padrão se repete e é superior a 10% é conhecido por **coxeamento**. Como o passo mais curto é sempre o esquerdo, é inferido que o carnívoro teria alguma **deformidade no lado esquerdo**.



Como seria de esperar o predador progredia lentamente – 3,2 km/h.

E o ângulo de passo é também anormalmente baixo para um bípede – cerca de 135°.

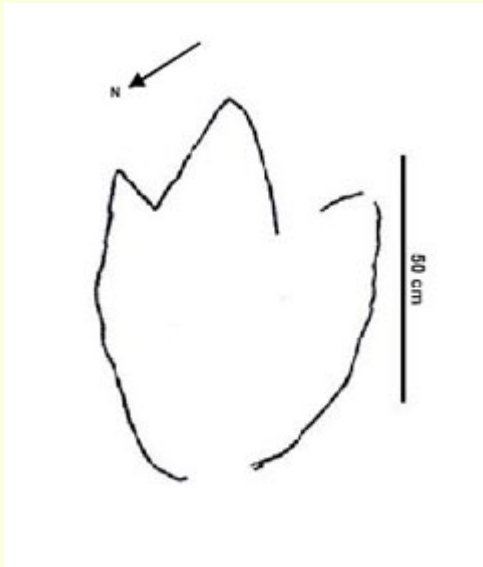


Um estilo de vida predador sugere que os terópodes estariam mais sujeitos a lesões nas extremidades dos autopodes.

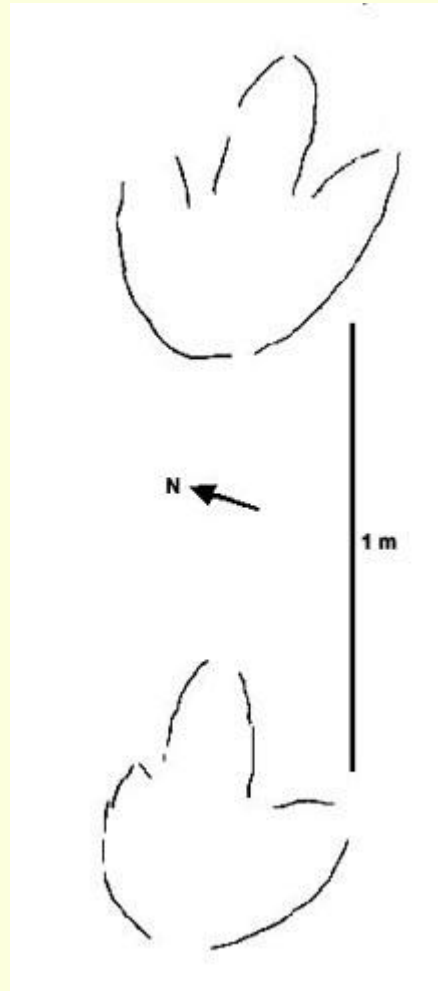
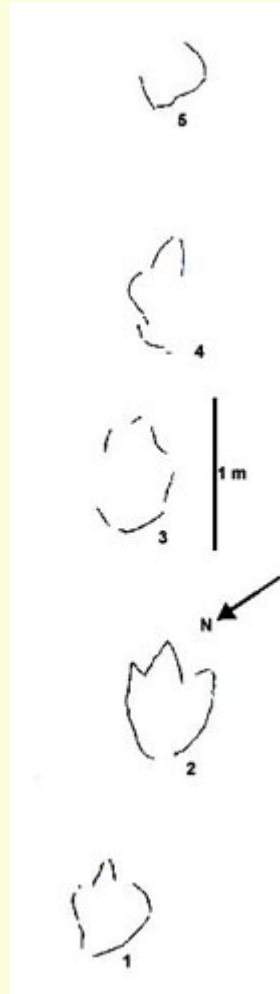
A má preservação destas pegadas impede que, através da fotogrametria, possamos inferir se o animal sofria de algum tipo de lesão no pé esquerdo ou icnopatologia: tumefação, fratura, luxação, curvatura extrema (a amputação consegue ser excluída).



As pegadas que integram as pistas 2 e 6, bem como as das “pistas” 4 e 5, apresentam todas grandes dimensões, tal como a pegada isolada B.



Pegada 2 da pista 6, com cerca de 77 cm de comprimento.



“Pista” 5



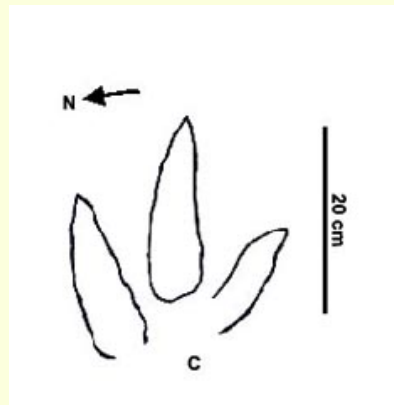
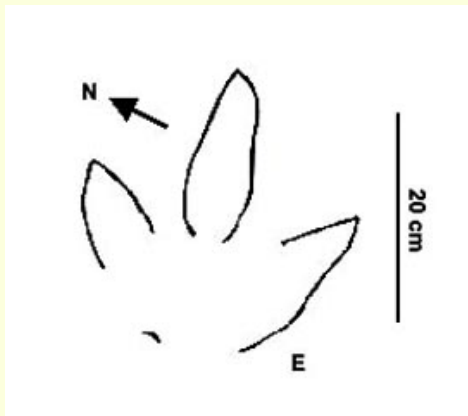
Pegada B

Mais tarde, descobriram algumas pegadas tridáctilas, de menores dimensões (comprimento máximo de 27 cm).

A razão média entre comprimento e largura, 1,09, é inferior à média da restante amostra. O ângulo de divergência dos dígitos II - IV é de  $70^\circ$ , superior ao da amostra de grandes pegadas. Os dígitos terminam por impressões de garras aguçadas.

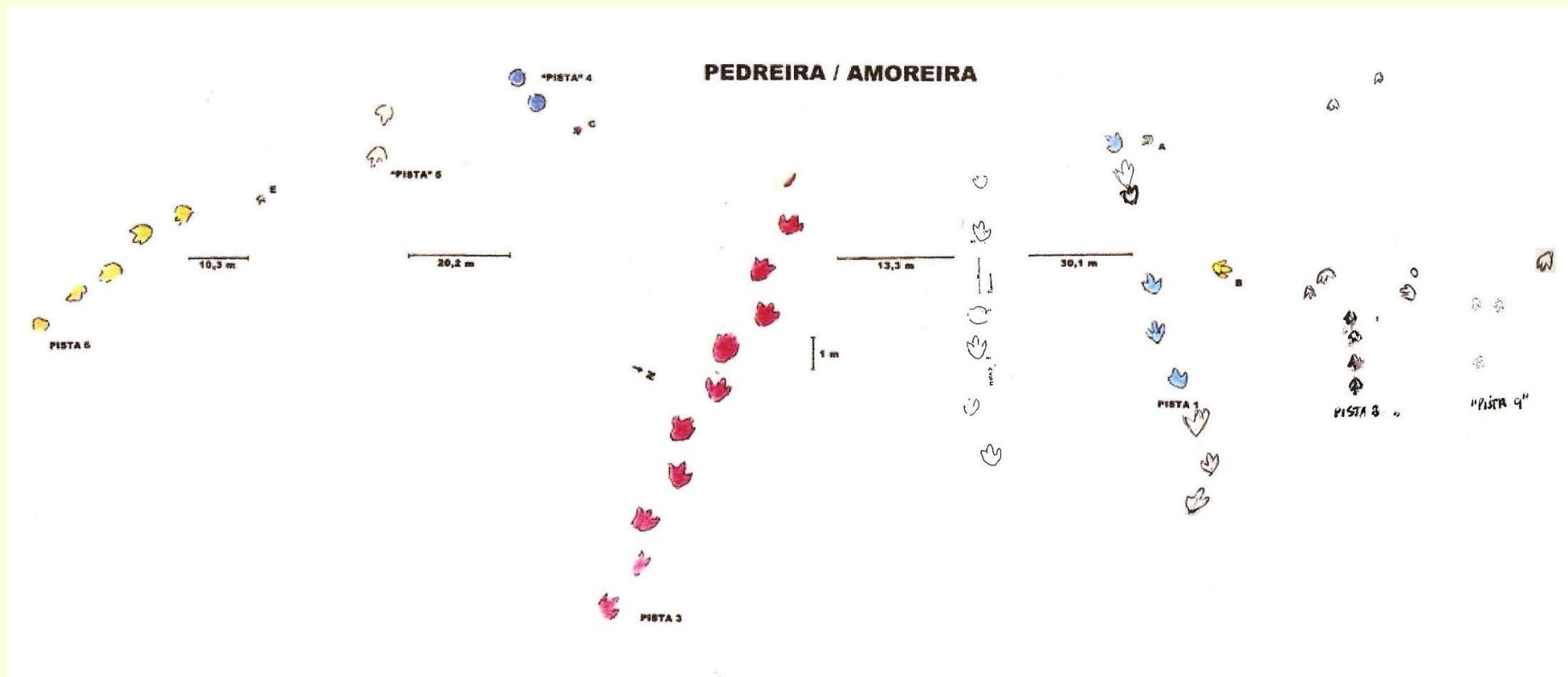


Sugerimos que, apesar de terem origem terópode, esta amostra deve representar carnívoros muito distintos dos que deixaram as grandes pegadas tridáctilas (e com altura de anca substancialmente inferior, rondando 1,2m).





Em 2015 e 2016 descobrimos novas pistas e pegadas.



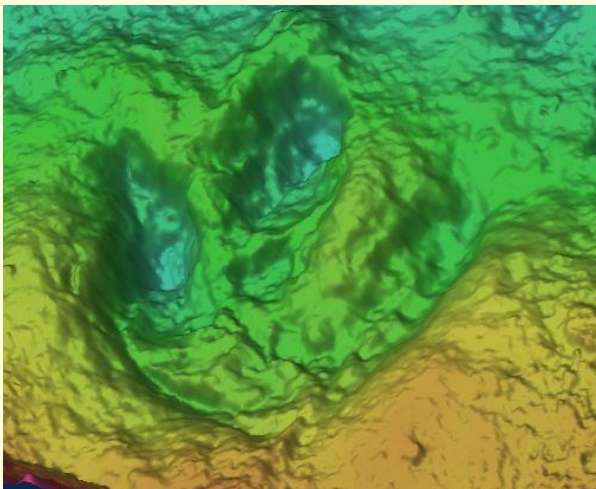
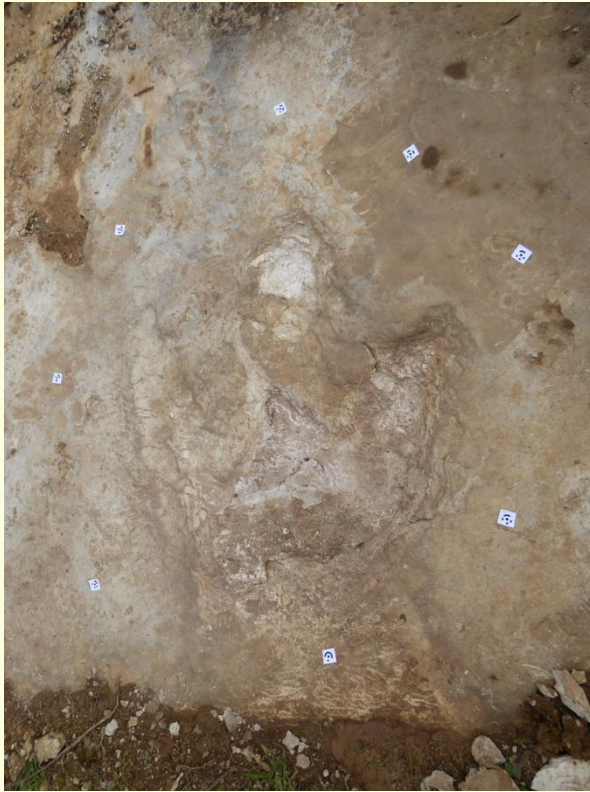
Mapa da jazida de Pedreira / Amoreira, incluindo as novas pegadas e pista descobertas em 2015 e 2016 (assinaladas a branco).

## FOTOGRAMETRIA DE PEGADAS

A fotogrametria, para além de permitir o arquivo e a visualização dos exemplares, fornece uma aproximação mais rigorosa ao material em estudo, bem como pormenores imprescindíveis que se podem revelar úteis em estudos futuros.

Por exemplo, permite a determinação das profundidades relativas dos dígitos e da almofada metatarsofalangeal. A azul está a região mais profunda, enquanto que a laranja está a zona mais elevada.

As condições do substrato pisado deviam estar muito próximo das ideais, já que a olho nú nem se observa o rebordo elevado em torno da pegada, provocado pelo impacto do pé, só visível nas pegadas a 3 dimensões.





# Procedimento

## 1 – Calibração

Inicialmente faz-se a calibração da máquina fotográfica que irá ser utilizada, tirando várias fotografias (imagem 1), de ângulos diferentes, a um padrão de símbolos (imagem 2)



Após a obtenção destas fotos, utiliza-se o programa Photomodeler (gratuito durante 10 dias) para se calcular a calibração da mesma.

A calibração é um repositório que o programa gera sobre os dados internos da câmara fotográfica, como a distorção da lente; a distância focal; a paralaxe; etc.

Esta calibração vai ajudar a calcular o modelo 3D final, já que ao ter os dados internos da máquina, não necessitamos de re-calcular estes dados através das novas fotos.

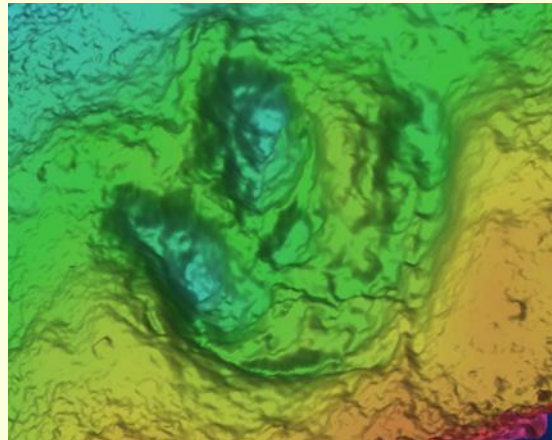
## 2 – Trabalho de campo

No campo, após limpar muito bem as pegadas, foram obtidas várias fotos (aproximadamente umas 20) de vários ângulos, utilizando 2 eixos em volta da pegada.



## 3 – Gabinete

Após efetuar o trabalho de campo, inseriram-se as fotos no programa photomodeler até criar a superfície tridimensional, como podemos ver na imagem:

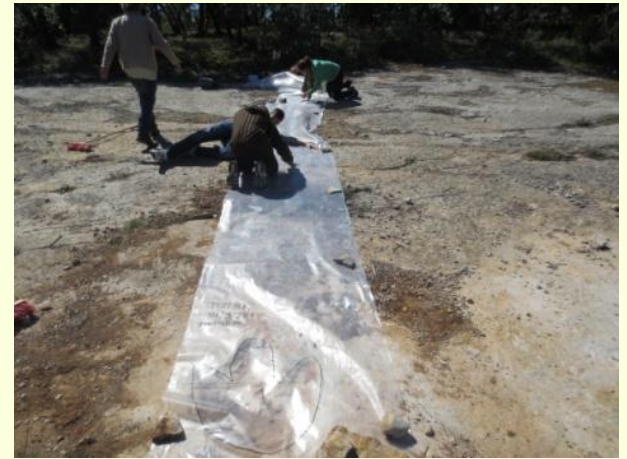




A pista 7 é formada por 3 pegadas com 67 cm de comprimento médio (x 4 = altura de anca = 2,7 m).

A passada é muito longa – 6,20 m.

A relação passada/altura da anca é de 2,3 - indica que o animal se deslocava rapidamente.

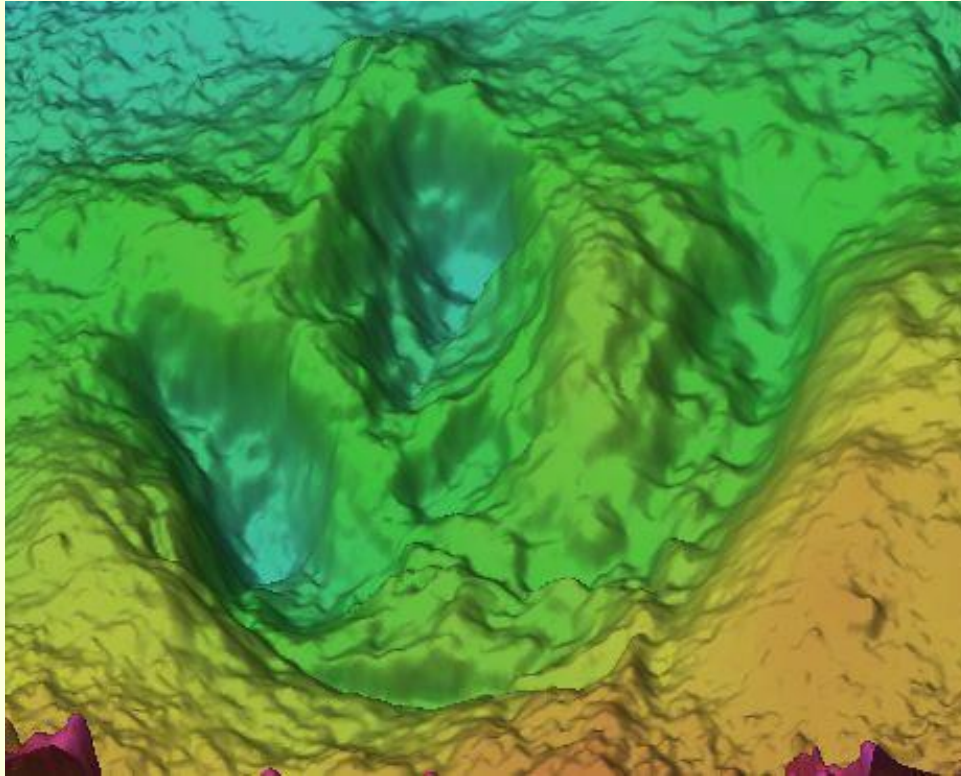
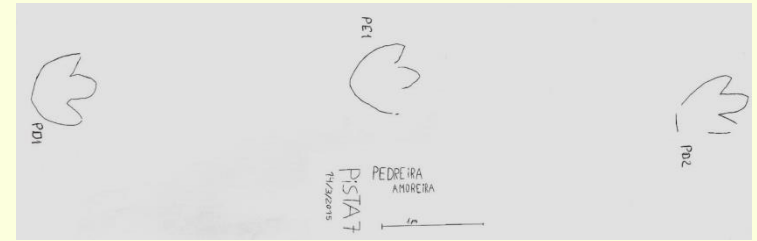


O ângulo de passo muito elevado ( $176^\circ$ ), colocando o pé à frente do pé, confirma que o bípede se deslocava de forma rápida. Tal como a posição da garra do dígito III, não apresentando rotação interna. Estas duas características indicam que os grandes terópodes conseguiam correr e que poderiam utilizar diferentes tipos de postura do membro posterior, para caminharem e para progredirem a maior velocidade.

Estimamos a velocidade de deslocação em cerca de **18,6 km/h!**



Para um dinossáurio de grandes dimensões (comprimento de pegada superior a 50 cm), é o segmento de pista conhecido que revela a passagem de um animal deslocando-se a maior velocidade a nível mundial.

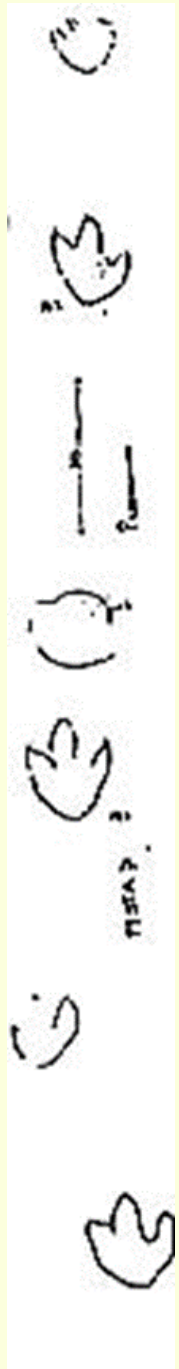


A fotogrametria comprova que o animal exercia a maior pressão nos dígitos II (mais interno) e III (central), voltando a sugerir velocidade elevada. Mostra também que, porque a zona posterior (que corresponde à pressão das extremidades dos dígitos e dos metatarsos) ainda está relativamente profunda – o carnívoro não tinha ainda alcançado a velocidade máxima de deslocação.

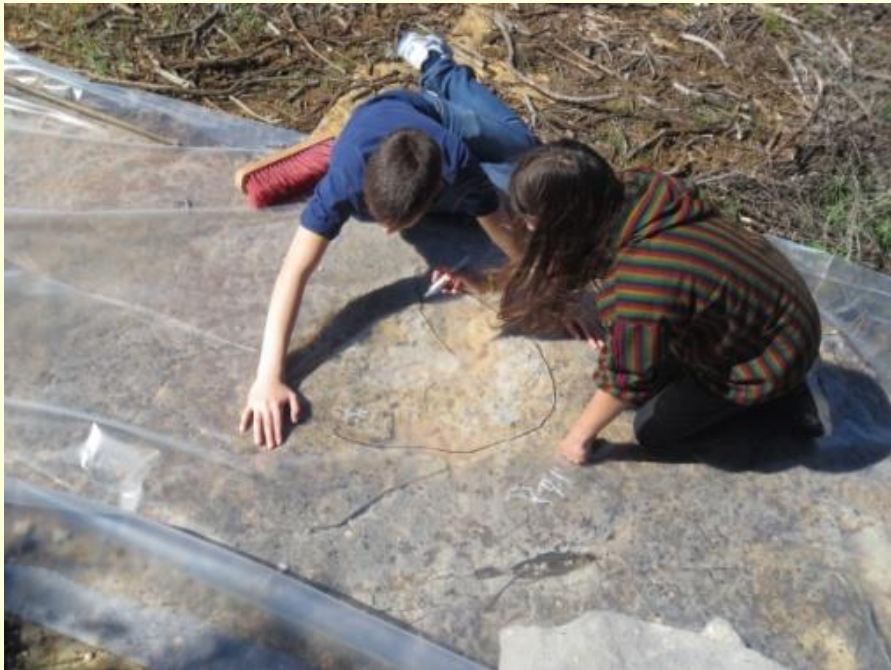


Entre as pegadas da pista 7 descobrimos duas outras pegadas tridáctilas e uma depressão que pode corresponder a uma pegada.  
Porque não devem fazer parte da pista 7?

- . Porque a sua dimensão é muito inferior (comprimento de 44 cm contra 67 cm).
- . Porque o seu modo de preservação é muito distinto, sugerindo que os dois bípedes passaram em alturas distintas.



Confirmámos que a pista 1  
integra mais pegadas (algumas  
ainda devem estar subterradas).





A última pista descoberta é formada por 4 pegadas consecutivas (pista 8). Este bípede, de dimensões médias (comprimento das pegadas de 44 cm) progredia a velocidade baixa, como é típico da grande maioria dos animais - cerca de 7,5 km/h.



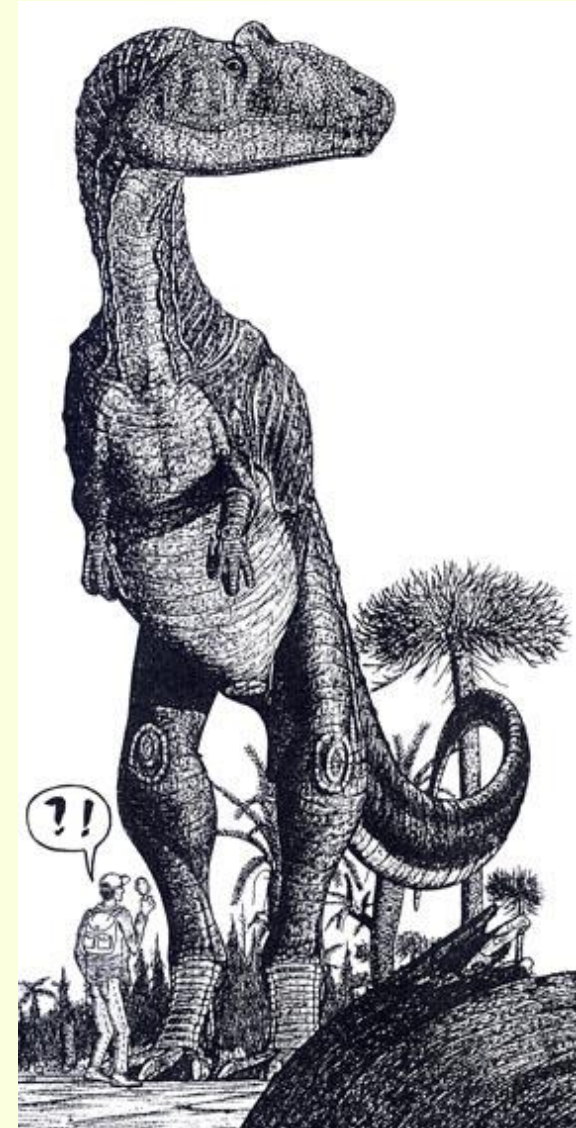
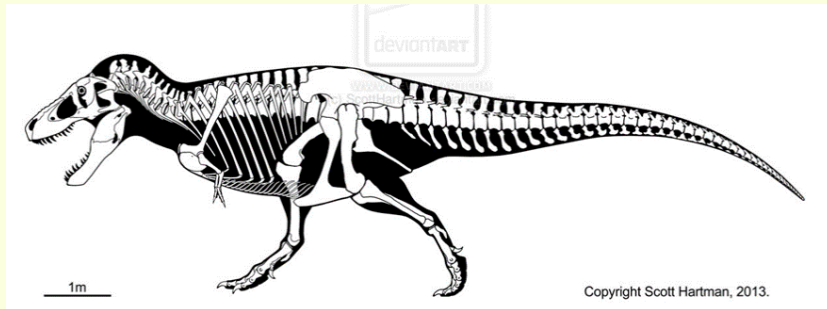
A remoção e limpeza de terras permitirá, muito seguramente, colocar à vista mais pegadas.



Confirmámos que a amostra de pegadas desta jazida inclui grandes exemplares, alcançando comprimentos que representam as maiores pegadas de predadores de todo o Jurássico a nível mundial.

Por ali passaram pelo menos 6 teropodes gigantescos - para pegadas com comprimento de 72 cm, a altura da anca rondaria os 3 metros!

O fémur destes teropodes alcançaria um comprimento de 1,3m (o fémur do maior *Tyrannosaurus rex* mede 1,38m).

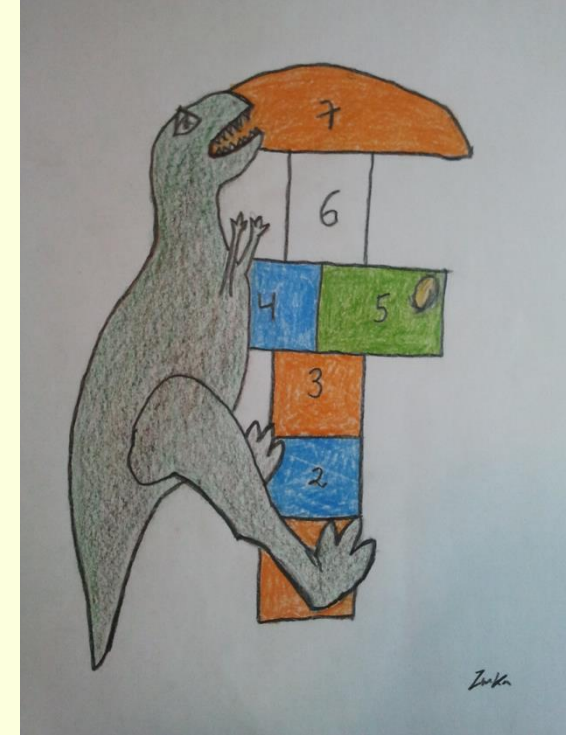




Descobrimos ainda pegadas de dimensões mais reduzidas (comprimento inferior a 30 cm), confirmando que esta amostra deve incluir dinossáurios carnívoros de dois tipos distintos, que coexistiram nestes habitats.







Duas pegadas tridáctilas de pequenas dimensões , colocadas em linha reta, estão separadas por cerca de 1,80 m.

A descoberta de uma terceira pegada fazendo parte dessa pista poderá revelar a passagem de um bípede deslocando-se a velocidade elevada.

As pegadas e pistas fósseis são a fonte abundante e exclusiva que confirmam a existência de dinossáurios no Jurássico médio em Portugal (e até na Iberia).

Esta nova jazida mostra a coexistência de pelo menos dois tipos distintos de predadores, permitindo inferir que viviam num ambiente não stressado, suportando alimento abundante .

O que também é sugerido pela presença de carnívoros de dimensões gigantescas, dos maiores teropodes de todos os tempos.

Estes grandes carnívoros revelam ainda comportamentos de que o registo fóssil é escasso:

- . deslocando-se a velocidade relativamente elevada para bípedes com dimensões enormes;
- . como grandes predadores poderiam sofrer lesões, implicando coxeamento



Sem qualquer osso!!!





Mais uma vez o que sabemos resulta de pegadas que a Terra foi capaz de guardar durante milhões de anos nas suas entranhas.

Uma memória da vida de animais vivos durante as suas atividades quotidianas que temos obrigação de fazer perdurar.



Agradecemos a todos os colegas do Grupo de Paleontologia que colaboraram neste projeto, incluindo o eng. Filipe Paulo, que nos incentivou na fotogrametria; à Direção do Agrupamento, que o financiou em parte; ao professor Luís Cunha; aos proprietários dos terrenos e ao Programa Ciência Viva.



## Imagens recolhidas por drone

