

# Ilustração Paleontológica

Vertebrados Fósseis do Jurássico Superior Português

---

**Ivan da Silva Gromicho**

Relatório de estágio para a obtenção do grau de mestre em Ilustração Científica

---



Instituto Superior de Educação e Ciências



Setembro de 2011

Instituto Superior de Educação e Ciências

**Ilustração Paleontológica**

Vertebrados Fósseis do Jurássico Superior Português

**Autor: Ivan da Silva Gromicho**

**Orientador: Dr. Francisco Ortega**

**Co-orientador: Pedro Salgado**

Setembro de 2011

Aos meus pais e avós...

## Agradecimentos

Para além do reforço da amizade como consequência da estadia, quero agradecer formalmente às pessoas directamente relacionadas na elaboração do Trabalho Final de Mestrado.

Em primeiro lugar quero agradecer ao orientador e co-orientador: Dr. Francisco Ortega e Dr. Pedro Salgado, a oportunidade de aprofundar conhecimentos *in situ* na linha da frente da investigação em Paleontologia, assim como a criação das condições favoráveis à realização do estágio. Agradeço em especial ao orientador a dedicação e o acompanhamento desde a ideia à conclusão de cada projeto, as reuniões semanais, e a abertura da possibilidade de repetir a experiência no futuro. Terei todo o gosto em avançar com os estudos nesta área, aprofundar os conhecimentos adquiridos e avançar para novas etapas.

Agradeço o acompanhamento e acolhimento ao Dr. José Luiz Sanz e às equipas de investigadores da Universidad Nacional de Educación a Distancia e do departamento de Paleontologia da Universidade Autónoma de Madrid, em particular ao Fernando Escasso e Adán Pérez García.

Um agradecimento especial ao Bruno Silva, presidente da Associação Leonel Trindade Sociedade de História Natural e também ao João Paulo e ao Samuel a ajuda com a fotografia.

Finalmente agradeço a todos os familiares e amigos que, embora à distância estiveram presentes. Benja, Marga e Ainhoa agradeço todo o apoio!

# Índice

<b>Resumo</b>	Pág. 6
<b>Introdução Geral</b>	Pág. 7
<b>Capítulo I - Diagramas de representação filogenética</b>	Pág. 9
- Introdução I	
- Materiais e Métodos I	
- Resultados e Discussão I	
- Conclusões I	
<b>Capítulo II - Ilustração clássica de descrição morfológica</b>	Pág. 16
- Introdução II	
- Materiais e Métodos II	
- Resultados e Discussão II	
- Conclusões II	
<b>Capítulo III - Infografia e reconstrução esquelética</b>	Pág. 23
- Introdução III	
- Materiais e Métodos III	
- Resultados e Discussão III	
- Conclusões III	
<b>Capítulo IV - Da reconstrução esquelética à representação em vida</b>	Pág. 31
- Introdução IV	
- Materiais e Métodos IV	
- Resultados e Discussão IV	
- Conclusões IV	
<b>Capítulo V - Reconstrução em vida</b>	Pág. 39
- Introdução V	
- Materiais e Métodos V	
- Resultados e Discussão V	
- Conclusões V	
<b>Capítulo VI - Reconstrução em vida (continuação)</b>	Pág. 49
- Introdução VI	
- Materiais e Métodos VI	
- Resultados e Discussão VI	
- Conclusões VI	
<b>Conclusão Geral</b>	Pág. 55
<b>Bibliografia</b>	Pág. 56
<b>Índice de Figuras</b>	Pág. 59

## Resumo

O trabalho final do mestrado em Ilustração Científica, consistiu na realização de um estágio académico de especialização em Ilustração Paleontológica nos laboratórios dos departamentos de paleontologia da *Universidad Nacional de Educación a Distancia* e *Universidad Autónoma de Madrid*. O principal objetivo desta estadia de nove meses foi aprofundar os conhecimentos, técnicas e preparação para o exercício da profissão de ilustrador científico em Paleontologia. O plano de trabalhos foi pensado de forma a abranger o máximo de ramos desta disciplina e a produção de imagens para publicação em cada âmbito abordado. Sob tutoria do orientador e investigadores da sua equipa, foram desenvolvidos seis projetos distintos cujo tema comum é a representação de vertebrados fósseis do jurássico superior português: dinosáurios e outros répteis contemporâneos.

O trabalho que aqui se apresenta trata-se do relatório final correspondente ao estágio realizado. Começa com uma introdução geral, onde se explicam os objetivos do estágio e a lógica do corpo do trabalho. Seguem-se seis capítulos correspondentes a cada projeto desenvolvido, organizados segundo uma lógica progressiva de filogenia, descrição morfológica, reconstrução musculoesquelética e, finalmente, a reconstrução em vida. No final apresenta-se uma conclusão, também de carácter geral, e a lista de bibliografia consultada e páginas web. Cada capítulo apresenta de forma específica: a introdução, materiais e métodos, resultados e discussão, e conclusões dos projetos. No DVD (anexo) colocaram-se as reproduções de todos os esboços, algumas fotografias relevantes, os desenhos preliminares, correções e as artes finais no formato em que foram planeadas.

## Summary

The final work for the master's degree in scientific illustration, involved an academic stage in Paleontological Illustration in the laboratories at the *Universidad Nacional de Educación a Distancia* and *Universidad Autónoma de Madrid*, Paleontology Departments. The main objective of this nine month period, was to go deeply into scientific knowledge and technical skills for the exercise of Paleointerpretation. The working plan was thought to explore as many branches as possible in this field of study and the production of images suitable for publication in each scope approached. Under the supervisor's tutorial and some researchers in his team, six separate projects were developed whose common theme was the representation of jurassic's fossil vertebrates in Portugal: dinosaurs and other contemporary reptiles.

The work being presented here is the final report corresponding to the stage performed. It begins with a general introduction, which explains the objectives of the work and his structure's logic. The following six chapters correspond to each project developed, organized according to a progressive approach in phylogeny, morphological description, skeletal and muscle reconstruction and, finally, life's reconstruction. In the end there is a conclusion, also in general nature, and the list of bibliography and web pages consulted. Each chapter presents in a specific way: introduction, materials and methods, results and discussion, and conclusions of the projects. The reproductions of all sketches, some relevant photographs, preliminary designs, corrections and final arts formatted according to the size they were planned, were placed in the annex DVD.

## Introdução Geral

O trabalho final de mestrado consistiu na realização de um estágio de especialização em Ilustração Paleontológica. Decorreu em Madrid e teve a duração de nove meses repartidos em três fases de: dois, três e quatro meses. No final de cada fase foi elaborado um relatório e feita uma exposição do trabalho desenvolvido.

Consoante as necessidades, os trabalhos realizaram-se no laboratório do departamento de Paleontologia da Universidad Autónoma de Madrid (UAM) e na Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), sendo esta última a entidade acolhedora oficial do estagiário, com a qual se assinou o protocolo de mobilidade. Nas fases em que foi necessário o contacto direto com os objetos de estudo, utilizou-se o laboratório da UAM, onde está armazenado o espólio. O trabalho desenvolvido foi supervisionado pelo Dr. Francisco Ortega, através de reuniões semanais, e à distância pelo Dr. Pedro Salgado, respectivamente orientador e coordenador do TFM.

O plano de trabalhos foi traçado em conjunto com os orientadores com o objectivo de abranger o máximo de ramos da Ilustração Paleontológica, estudando alguns vertebrados da era Mesozóica: dinossáurios e outros répteis contemporâneos. Engloba a introdução ao estudo filogenético, a ilustração clássica de restos fósseis, descrição morfológica, reconstituição de partes articuladas do esqueleto, reconstrução de músculos e outros tecidos até ao aspecto dos animais em vida. Os principais objetivos foram: aprofundar o conhecimento e a prática; desenvolver capacidades teóricas e técnicas, através da produção de material gráfico que seja útil à instituição de acolhimento e seus investigadores. A contribuição para o enriquecimento cultural e científico, através da realização de ilustrações fiáveis que permitam uma melhor comunicação entre cientistas e a divulgação para o público em geral.

A introdução específica de cada projeto será feita no início de cada capítulo. Será apresentada uma página com exemplos de outros autores relativos ao tema do capítulo. Todas as imagens estarão devidamente legendadas com o nome do autor e o *link* da página de onde foram retirados. Uma outra página será dedicada a contextualizar o caso de estudo, onde foi encontrado e de que restos se tratam. Neste caso, todos os objetos de estudo são restos de vertebrados fósseis pertencentes à coleção da Associação Leonel Trindade Sociedade de História Natural, de Torres Vedras. Os direitos de reprodução das imagens produzidas ao longo do estágio serão cedidos à ALTSHN para fins de divulgação da entidade.

Cronologicamente, os projetos foram executados na seguinte ordem: Projeto I - Cladograma; Projeto II - *Ceratosaurus*; Projeto III - *Dacentrurus*; Projeto IV - *Selenemys*; Projeto V - *Allosaurus* I e Projeto VI - *Allosaurus* II. A ordem de apresentação dos trabalhos foi alterada neste relatório de forma a seguir uma sequência lógica, considerando que para a realização de um determinado projeto devem-se considerar os aspectos do projeto anterior. Esta alteração não teve influência nos resultados uma vez que se tratam de projetos isolados, apenas relacionados tematicamente. O título dos capítulos trata-se do nome dos distintos ramos no âmbito da ilustração paleontológica, no qual se contextualiza cada projeto. Isto significa que o projeto é um exemplo de um trabalho desenvolvido nesse contexto e não pretende explicar exhaustivamente o ramo em si.

Abaixo segue-se a correspondência capítulo-projeto utilizada no relatório final e uma tabela marcando a cor-de-laranja a era, e período, a que correspondem todos os restos fósseis escolhidos : Mezozóica, Jurássico Superior Português.

Capítulo I - Diagramas de representação filogenética; corresponde ao Projeto “Cladograma”.

Capítulo II - Ilustração clássica de descrição morfológica; Projeto *Ceratosaurus*.

Capítulo III - Infografia e reconstrução esquelética; Projeto *Dacentrurus*.

Capítulo IV - Da reconstrução esquelética à representação em vida; Projeto *Allosaurus I*.

Capítulo V - Reconstrução em vida; Projeto *Selenemys*.

Capítulo VI - Reconstrução em vida (continuação); Projeto *Allosaurus II*.

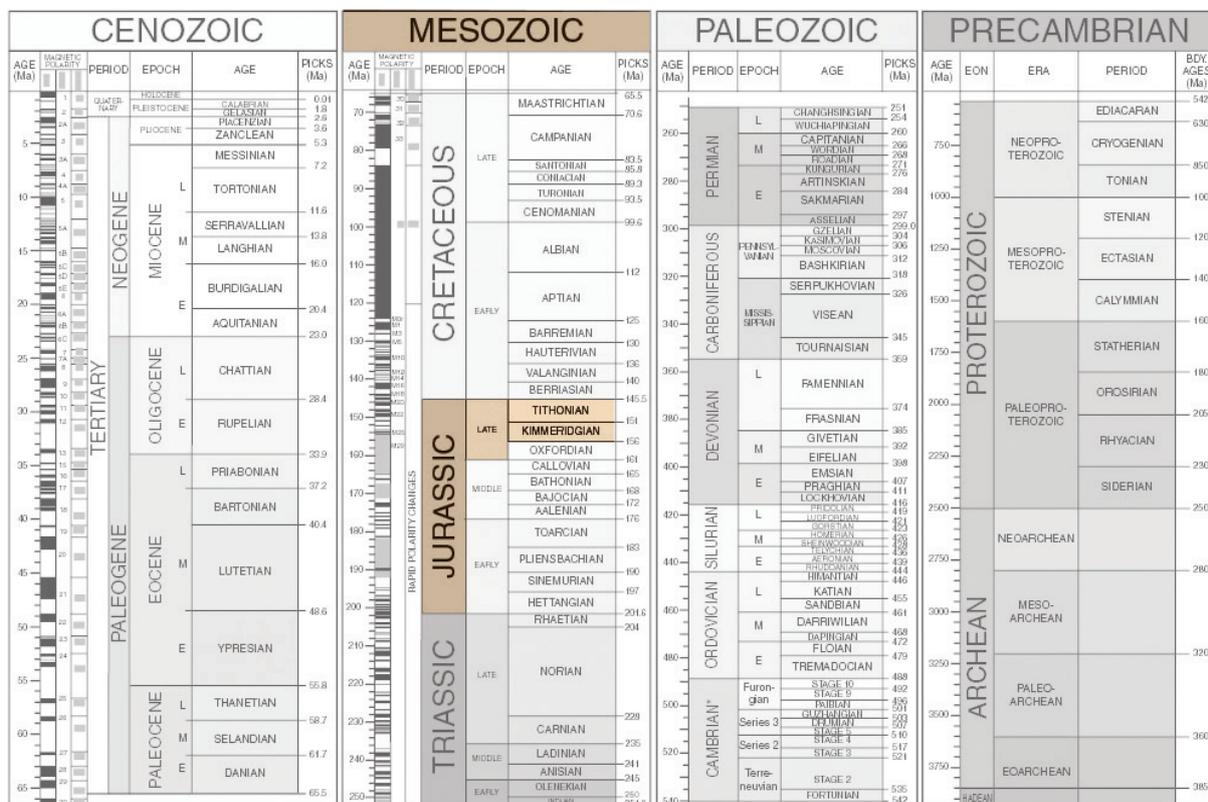


Figura 1 - Escala do tempo geológico. [www.quaternary.stratigraphy.org.uk](http://www.quaternary.stratigraphy.org.uk)

## Capítulo I - Diagramas de representação filogenética

### Ia - Introdução

Tal como acontece em Biologia, a sistemática filogenética ou cladística, é o método de tratamento de dados mais utilizado na Paleontologia de vertebrados atual. Através deste sistema formulam-se as hipóteses de relações genealógicas entre os diferentes grupos de organismos extintos. O que se obtém no presente são os restos fósseis destes seres, que sobreviveram ao longo de milhões de anos a variados factores biológicos e geológicos. Desde fragmentos, vértebras, ossos longos, fragmentos craniais, dentes, partes do esqueleto em conexão, esqueletos completos até animais mumificados que preservam parte dos tecidos moles. Quando estes restos se encontram bem preservados, são possíveis de estudar os seus diversos caracteres anatómicos. Primeiro seleccionam-se os membros que se pretendem organizar e faz-se uma lista dos caracteres a comparar. Atribui-se um código numérico a cada caracter presente em todos os membros eleitos e obtém-se uma lista que se introduz num programa de processamento de dados sob a forma de matriz. O software processa a informação e genera combinações possíveis de relação entre os indivíduos portadores desses caracteres. Neste caso, a tarefa do paleontólogo é analisar os resultados e decidir qual o mais coerente, eliminando todos os que não fazem sentido ou os que não são coerentes de acordo com o estudo.

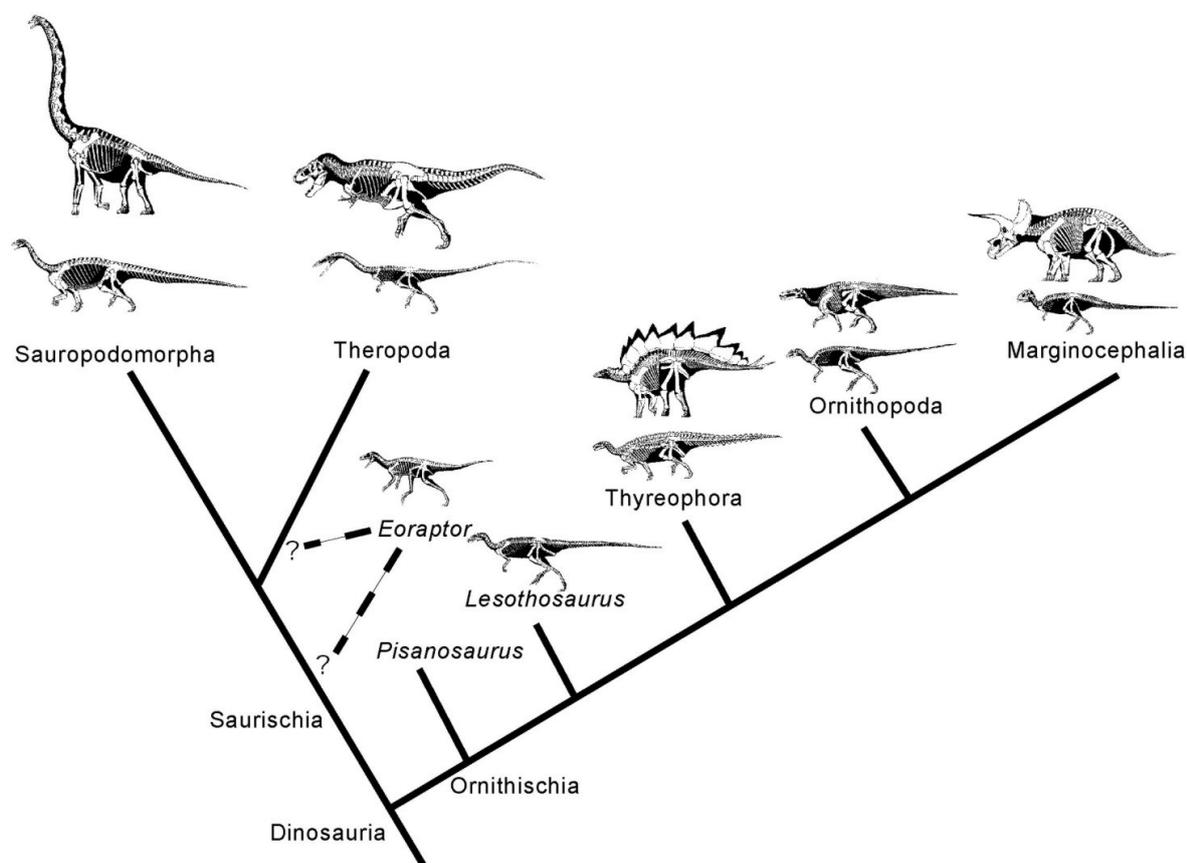


Figura 2 - Cladograma simplificado da super-ordem *Dinosauria*. [www.geol.umd.edu/~tholtz/G104/dinoclad](http://www.geol.umd.edu/~tholtz/G104/dinoclad)

O resultado gráfico deste estudo sistemático são diagramas que mostram as relações ancestrais entre os organismos sob a forma de árvores genealógicas, ou cladogramas. No caso da paleontologia de vertebrados, os cladogramas são gerados apenas a partir dos caracteres morfológicos e algumas hipóteses etológicas uma vez que não se aplica a genética devido à improbabilidade de encontrar ADN preservado nesses fósseis.

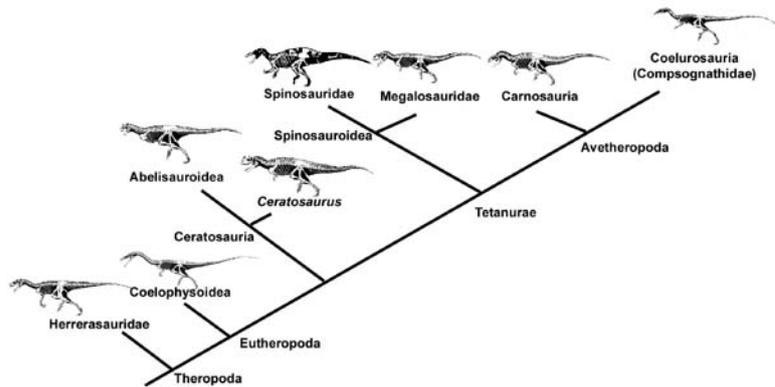


Figura 3 - Cladograma simples da sub-ordem *Theropoda*. [www.palaeo.gly.bris.ac.uk](http://www.palaeo.gly.bris.ac.uk)

A cladística caracteriza-se como um método hipotético dedutivo e rege-se segundo o *princípio de parsimonia*. Segundo este - a explicação mais simples é preferível às mais complexas, portanto a que requer menor número de mudanças evolutivas. O método cladístico segue um critério dinâmico e além de aceitar mudanças à medida que são feitas novas descobertas, dispõem os organismos de forma racional, optando por não assumir os resultados que não podem ser comprovados. Esta é uma das características que diferenciam a cladística de outros sistemas taxionômicos, como a fenética ou a sistemática ortodoxa.

O projeto “cladograma” trata-se de um exercício de introdução ao estudo sistemático dos dinossáurios e répteis conemporâneos da era Mesozóica. Através deste projeto pretende-se consolidar a sensibilidade de lidar com a representação esquelética, adquirir as bases científicas e conhecimentos gerais para a ilustração descritiva de ossos fósseis. Esses conhecimentos são: saber pesquisar e detectar bibliografia fiável; compreender a filosofia cladística; familiarização com a nomenclatura e métodos utilizados para a localização de um determinado indivíduo no seu respectivo ramo da árvore genealógica com base numa amostra específica e identificação dos caracteres anatómicos interessantes. Desta forma o projeto servirá de “ponte” para os seguintes projetos que partilhem objectivos de descrição osteológica.

Como objectivos específicos pretende-se estudar um conjunto de cinco grupos de terópodes a partir dos ossos dos membros posteriores; fémur; tíbia e fíbula. Procura-se identificar e representar o conjunto de ossos de cada espécime, salientando as respectivas sinapomorfias, numa prancha individual. Finalmente será construído um cladograma que ilustra a relação filogenética dos espécimes através dos ossos anteriormente nomeados.

## Ib - Materiais e Métodos

Primeiro, foram consultados numerosos artigos científicos e livros onde estão publicados estudos osteológicos e filogenéticos de dinossáurios terópodes, ou contendo capítulos dedicados a estes. A escolha dos espécimes foi planeada de forma a abranger cinco géneros distintos onde sejam óbvias as diferenças morfológicas. Portanto escolheram-se grupos desde as formas basais às mais evoluídas. Esta escolha foi também influenciada pelo detalhe das ilustrações encontradas. Como o objectivo foi representar apenas os ossos dos membros posteriores, especificamente: o fémur, tíbia e fibula, foram escolhidos os indivíduos melhor representados por esse conjunto de ossos.

As páginas com as ilustrações foram fotocopiadas e impressas em folhas A4. Algumas foram ampliadas e outras reduzidas, para que as imagens de todos os indivíduos ficassem à mesma escala. Transferiram-se aproximadamente cinquenta vistas.

A técnica utilizada foi grafite sobre draftex, primeiro transferindo os contornos localizando os caracteres anatómicos, depois, com lápis 2B, reforçando algumas zonas para sugerir um efeito de volume variando a espessura da linha, ficando assim com uma série de desenhos a linha-clara.

Em seguida todos os desenhos foram digitalizados a 300 *dpi*. Com o Adobe Photoshop, foi feita a limpeza, corte e gravação das vistas em separado. Cada uma foi aberta no Adobe Illustrator e vectorizada de forma automática, utilizando a ferramenta *auto-trace*, regulando as configurações até atingir o efeito desejado. A introdução de texto e os restantes elementos gráficos das pranchas e foram também executados neste programa.

Quanto ao cladograma, cada grupo foi colocado numa estrutura de ramos formando uma árvore genealógica marcando os nódulos correspondentes às mudanças evolutivas.

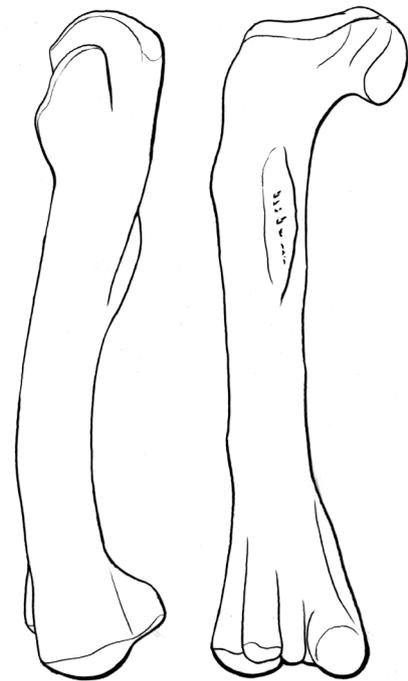


Figura 4 - Desenho das vistas a linha clara, grafite sobre poliéster.

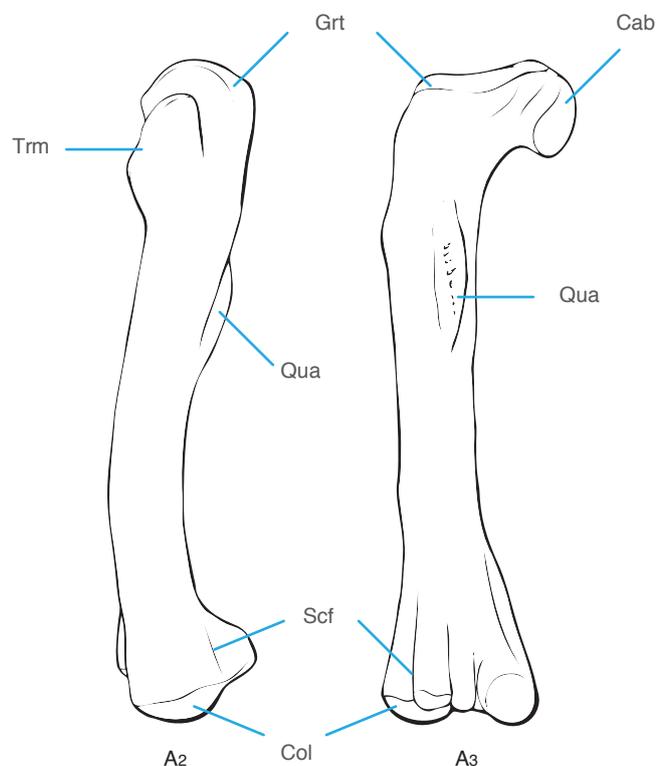


Figura 5 - Vectorização e marcação dos caracteres, Adobe Illustrator.

## Ic - Resultados e Discussão

As cinco espécies de terópode escolhidas para este projeto foram: *Herrerasaurus ischigualastensis*, *Allosaurus fragilis*, *Ceratosaurus dentisulcatus*, *Bambiraptor feinbergi* e *Masiakasaurus knopfleri*. Como resultados deste projeto apresentam-se duas das cinco pranchas descritivas dos caracteres osteológicos: *Allosaurus* e *Masiakasaurus*, com a respectiva legenda e explicação dos caracteres e o cladograma. As pranchas aqui apresentadas estão reduzidas de forma a caber na página e se poder apreciar o aspecto geral, portanto, podem não estar completamente legíveis na versão impressa. No DVD em anexo apresentam-se todas as pranchas nos formatos planejados: A4 para cada uma das cinco pranchas de caracteres e 50x50cm para o cladograma.

Como se observa na imagem abaixo, utilizaram-se siglas e linhas cyan para marcar os caracteres anatómicos comuns a todas as espécies. Para marcar as sinapomorfias utilizaram-se linhas a laranja e os códigos numéricos atribuídos por Matthew T. Carrano e Scott D. Sampson na publicação utilizada como referência para este estudo - *The Phylogeny of Ceratosauria*, 2008. No caso do *Allosaurus* representaram-se as vistas: craneal, lateral, caudal e medial do fêmur esquerdo; craneal, medial, lateral, proximal e distal da tíbia esquerda; e finalmente as vistas: craneal, medial, lateral e proximal da fibula esquerda.

O *Masiakasaurus* está representado pelo o fêmur e tíbia esquerdos em todas as vistas excepto a proximal e distal da tíbia.

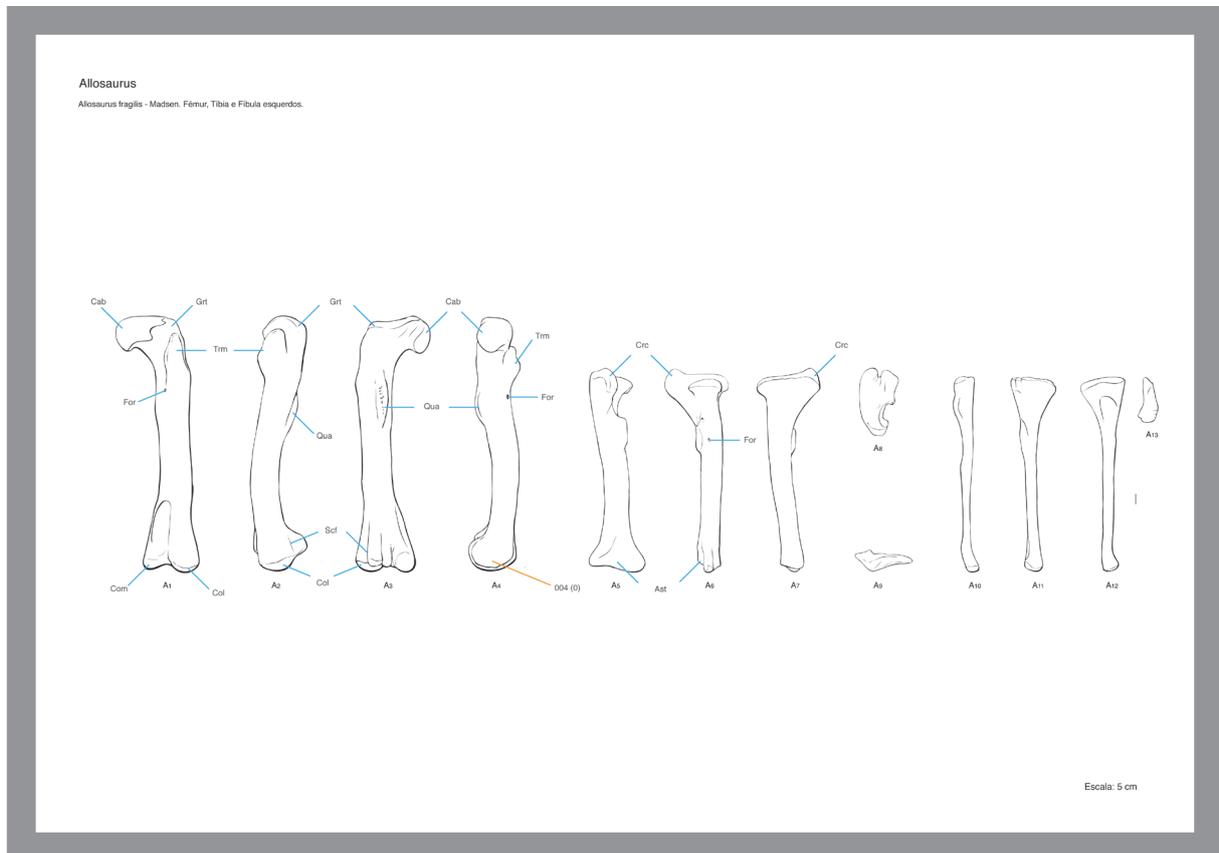


Figura 6 - *Allosaurus*, Prancha de descrição dos caracteres e sinapomorfias. Adobe Illustrator.

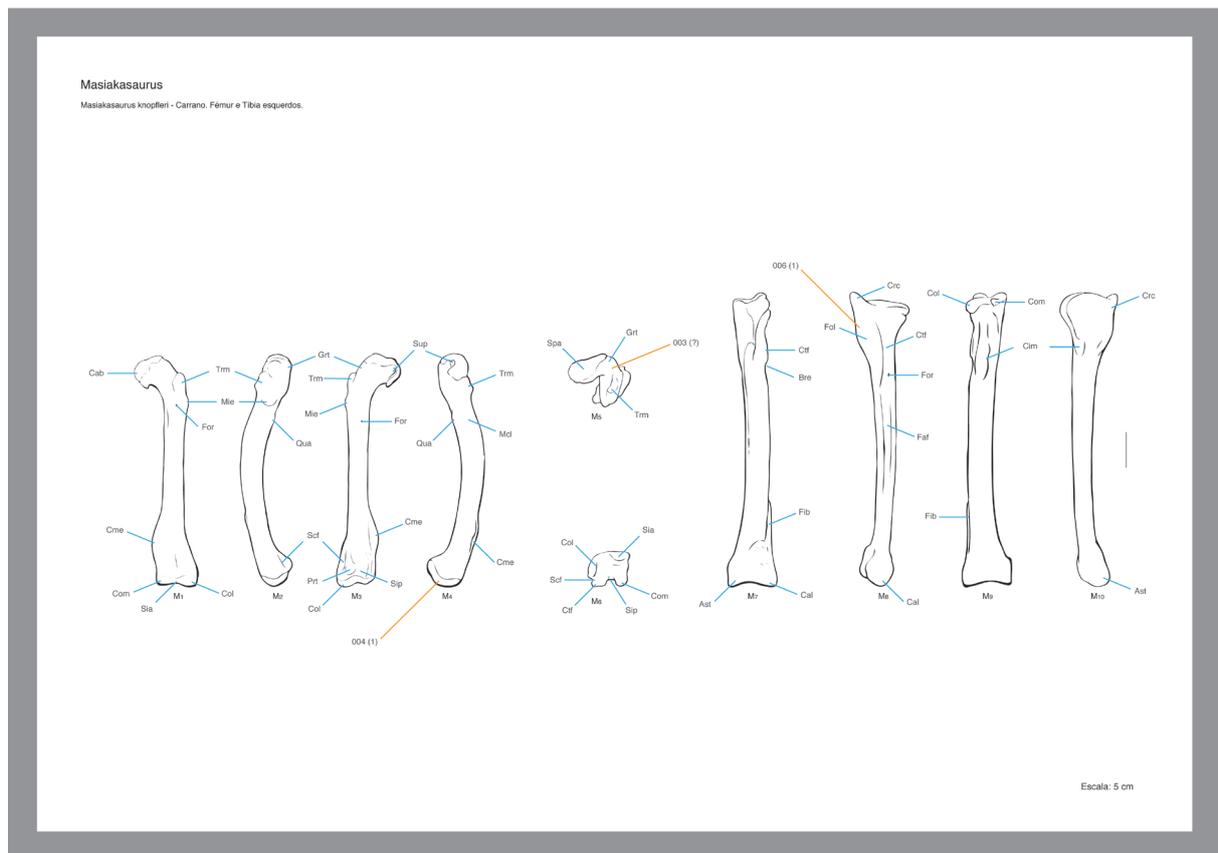


Figura 7 - *Masiakasaurus*. Prancha de descrição dos caracteres e sinapomorfias. Adobe Illustrator.

### Legenda das pranchas e cladograma:

#### Fémur

Prt - Processo tuberoso  
 Spp - Superfície popliteal  
 Scf - Sulco côndilo-fibular  
 Sup - Sulco proximal  
 Mcl - Fossa do músculo caudofemoral longus  
 Spa - Sulco proximal articular  
 Sip - Sulco Sulco intercôndilar posterior  
 Mie - Origem do músculo ílio-femural externo  
 Cme - Crista medio-condilar  
 Com - Côndilo medial  
 Col - Côndilo lateral  
 Sia - Sulco intercondilar anterior  
 Cab - Cabeça  
 Gtr - Grande trocanter  
 Trm - Trocanter menor  
 Qua - Quarto trocanter  
 For - Foramen

#### Tíbia

Pas - Processo ascendente  
 Ppf - Placa post-fibular  
 Com - Côndilo medial  
 Cim - Cicatriz muscular  
 Tub - Tuberosidade  
 Bfi - Bordo fibular  
 Pra - Projecção do astrágalo  
 Crc - Crista cnemial  
 Fol - Fossa lateral  
 For - Foramen  
 Faf - Faceta fibular  
 Col - Côndilo lateral  
 Ctf - Crista tíbio-fibular  
 Bre - Brecha  
 Fib - Fíbula  
 Ast - Astrágalo  
 Cal - Calcâneo

#### Fíbula

Bti - Crista tíbio-fibular

- 001 – Porções dos ossos dos membros: moderado a grácil (0), robusto (1).
- 002 – Dimorfismo na morfologia dos membros posteriores: ausente (0), presente (1).
- 003 – Morfologia da união do músculo anterolateral na parte proximal do fémur: Plataforma trocântérica contínua (0), trocanter menor distinto e vulto da união (1).
- 004 - Desenvolvimento do côndilo medial do fémur: arredondado (0), em crista (1), rebordo longo (2).
- 005 – Morfologia e orientação da crista tíbiofibular femural: estreita, longitudinal (0), largo, oblíquo (1).
- 006 – Expansão distal do processo cnemial da tíbia: ausente (0), presente (1).
- 007 – Forma da parte distal da tíbia na vista distal: arredondada (0), médio-lateralmente alargada (1).
- 008 – Desenvolvimento da fossa fibular no ponto medial da parte proximal: sulco posterior (0), fossa aberta posteriormente (1), fossa aberta medialmente (2).
- 009 – Tamanho do tubérculo iliofibular na fíbula: moderado (0), grande (1).

A partir das hipóteses formuladas no artigo anteriormente citado na página 12, colocaram-se as cinco espécies de terópode, representadas pelos zeugopodos, nos respectivos clados em relação filogenética.

A nível geral podemos observar que nas espécies mais evoluídas a tíbia é maior que o fémur e o tamanho dos espécimes é consideravelmente menor.

Normalmente este tipo de cladogramas é apresentado na vertical, colocando a raiz da árvore na base. Devido à disposição das vistas em série, obteve-se por construir o cladograma na horizontal de forma a facilitar a composição gráfica. O facto da raiz se encontrar à esquerda não altera a base científica do diagrama. A construção hexagonal dos ramos foi criada com o objectivo de abrir espaço e provocar um movimento a favor da leitura tradicional, da esquerda para a direita. Esta geometria, que procura uma estética agradável, permitiu também aproveitar os vértices extras para marcar os caracteres específicos dos géneros *Allosaurus* e *Masiakasaurus* além dos principais nódulos evolutivos correspondentes a um ancestral comum. Procurando uma coerência gráfica com as prancas mostradas anteriormente, utilizaram-se os mesmos tons cinza (50%) nas molduras da página e as cores (laranja e cyan).

Como se pode observar na base desta imagem criou-se uma janela de comparação onde se introduziu um sexto espécime. Trata-se de uma das fases do projeto que virá descrito no capítulo seguinte.

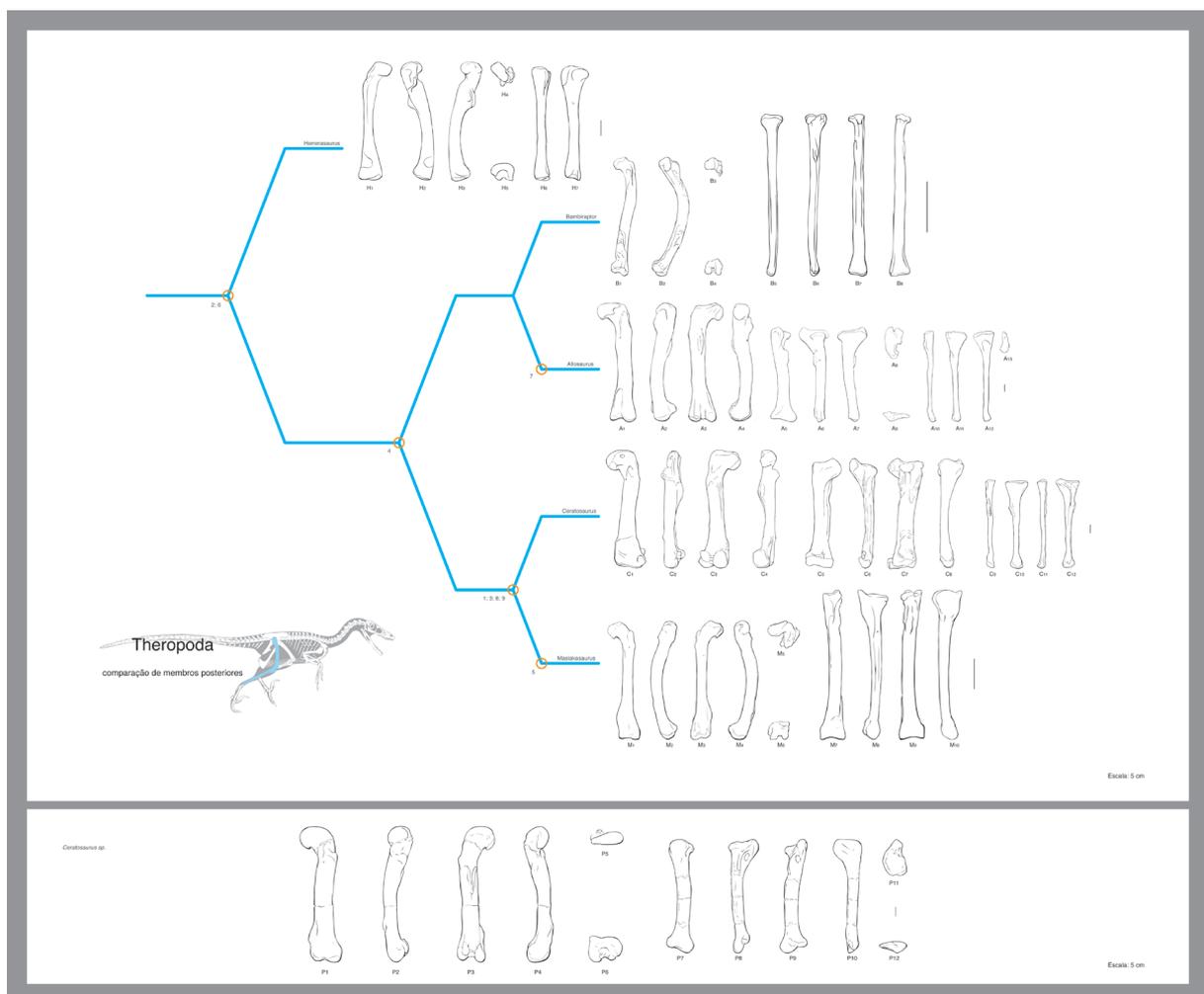


Figura 8 - Prancha do Cladograma. Adobe Illustrator. Terópode do logotipo: © Scott Hartman.

## Id - Conclusões

Através deste exercício de introdução ao estudo sistemático dos dinosáurios adquiriram-se bases científicas essenciais à execução de ilustrações descritivas de carácter esquemático. Compreendeu-se de forma geral como funciona o método cladístico e quais são os aspectos a ter em conta na organização filogenética das espécies estudadas. O carácter dinâmico adotado por este método atual e os princípios a que está vinculado provocaram uma mudança, a nível conceptual, na visão inicial da ilustração paleontológica. Por exemplo, se pretendemos representar um indivíduo do qual se desconhece uma determinada estrutura anatómica, recua-se na filogenia até chegar a um ancestral comum, do qual se conheça essa estrutura, e introduzem-se no indivíduo as mesmas características, assumindo um aspecto hipotético até que surjam novas evidências que completem o conhecimento do organismo. Finalmente foram interiorizados alguns princípios básicos de osteologia: a identificação dos caracteres anatómicos importantes para a comparação evolutiva e a nomenclatura atribuída a esses caracteres.

Uma vez que a textura dos ossos não constitui uma característica importante para este estudo, os objetos ilustrados: fêmures; tíbias e fíbulas, representam-se essencialmente pela forma geral e estruturas principais. Portanto, utiliza-se a linha-clara como forma de representação e exploram-se as capacidades de expressão da linha, variação da espessura, para sugerir volume e evidenciar as estruturas importantes.

A tecnologia utilizada, grafite sobre poliéster e vectorização automática, permite executar rapidamente as artes finais atingindo um aspecto idêntico à tinta-da-china. Como este tipo de trabalhos necessitam uma mecanização constante, deve ser planeado desde o início qual será a escala das artes finais e realizar todos os passos de cada ilustração de forma idêntica utilizando sempre a mesma espessura e dureza das minas.

## Capítulo II - Ilustração clássica de descrição morfológica

### IIa - Introdução

As ilustrações produzidas no final do século XIX, sob a orientação de Othniel Charles Marsh (1831-1899), constituem uma referência mundial de descrição morfológica de vertebrados fósseis.

Entre as centenas de artigos publicados por este paleontólogo norte americano, destacam-se as descrições exaustivas dos gêneros: *Triceratops*, *Stegosaurus*, *Ceratosaurus*, *Diplodocus*, *Apatosaurus* e *Camarasaurus*. Além sua importância científica, as publicações de Marsh eram famosas pelas interessantes litografias que acompanhavam os seus textos.

A cargo deste cientista foram produzidas aproximadamente 1250 ilustrações, em aguada a tinta-da-china, de crânios e material pós-cranial, e cerca de 20 reconstruções esqueléticas.

A maior parte dos apontamentos, desenhos preliminares, artes finais e litografias produzidas pelos ilustradores contratados por Marsh: Frederick Berger e Emil Crisand, encontram-se atualmente armazenadas no National Museum of Natural History. Algumas das melhores peças ocupam um lugar privilegiado na exposição permanente do museu. As litografias foram executadas por Crisand, a partir das aguadas a



Figura 9 - Placa dorsal de *Stegosaurus ungulatus*. Litografia de Emil Crisand. [www.flickr.com/photos/rynoceras](http://www.flickr.com/photos/rynoceras)



Figura 10 - Úmero de *Stegosaurus ungulatus*. Litografia de Emil Crisand. [www.farm6.static.flickr.com](http://www.farm6.static.flickr.com)

Berger, para serem reproduzidas em série e inseridas nos artigos de Marsh. Estas ilustrações clássicas marcaram um estilo e normas de representação que ainda são adotados nos dias de hoje. As imagens revelam um elevado rigor científico e mostram um domínio notável da técnica, características admiradas por diversos paleontólogos e ilustradores científicos de todo o mundo. Por esta razão os “Dinosaurios de Marsh” foram a principal fonte de inspiração do projeto apresentado neste segundo capítulo do relatório.

O objeto de estudo escolhido para este projeto trata-se de uma amostra fóssil pertencente à coleção da ALTSHN. Esta amostra consiste num fêmur esquerdo e tibia direita descobertos numa jazida da praia de Valmitão. Após o estudo do espólio por parte dos investigadores da associação, este exemplar foi publicado recentemente, identificando-se como sendo um elemento do género *Ceratosaurus*.

Os objetivos de carácter geral que se pretendem atingir com o projeto *Ceratosaurus* são: adquirir os conhecimentos teóricos e metodologias necessárias à produção de ilustrações clássicas de descrição morfológica de vertebrados fósseis. Procura-se desenvolver as capacidades de representação aplicando técnicas que permitam atingir resultados esteticamente e funcionalmente semelhantes às gravuras clássicas mencionadas na página anterior. Para todas as vistas dos ossos que compõem a amostra serão executados desenhos a linha clara e de tom contínuo, que resolvam com precisão a forma, volume e texturas relevantes dos objetos. Finalmente compuseram-se as vistas em duas pranchas, uma para cada osso, de acordo com as normas de publicação em artigos científicos.

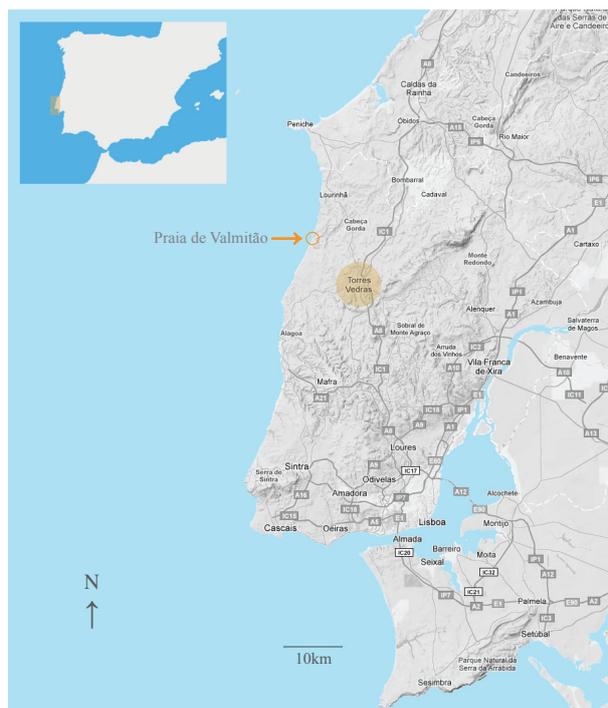


Figura 11 - Localização da jazida de valmitão.

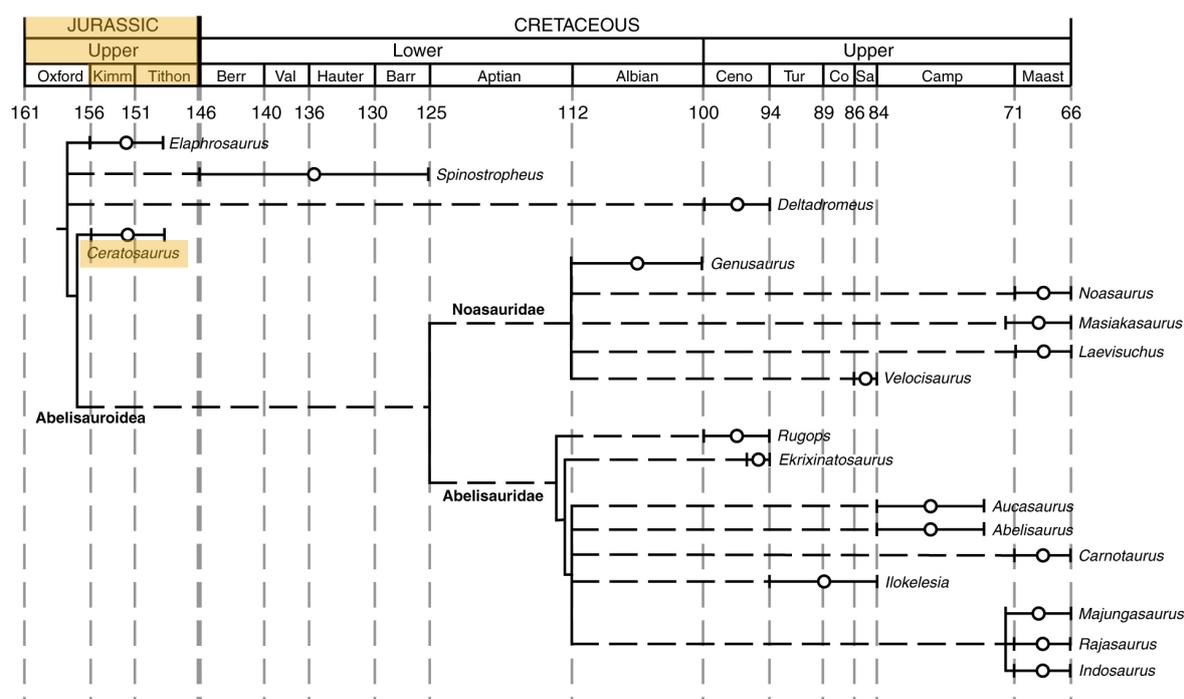


Figura 12 - Filogenia *Ceratosauria*, calibrada na escala do tempo geológico. Carrano & Sampson 2008.

## Ib - Materiais e Métodos

Inicialmente foi escolhida uma vista de um dos ossos: vista proximal lateral da tíbia. Esta foi representada em quatro técnicas distintas: linha-clara, linha-paralela, stippling e grafite. Para a elaboração deste exercício, primeiro foi impressa a fotografia correspondente à vista referida anteriormente. Sobre a fotografia foi feita a transferência dos contornos e estruturas principais do fóssil com lápis HB sobre papel vegetal sobre uma mesa de luz. Em seguida a fotografia foi dispensada e o desenho foi completado através da observação direta do objecto. Este desenho de linhas foi digitalizado para arquivo e transferido para um papel liso de 180g onde se con-

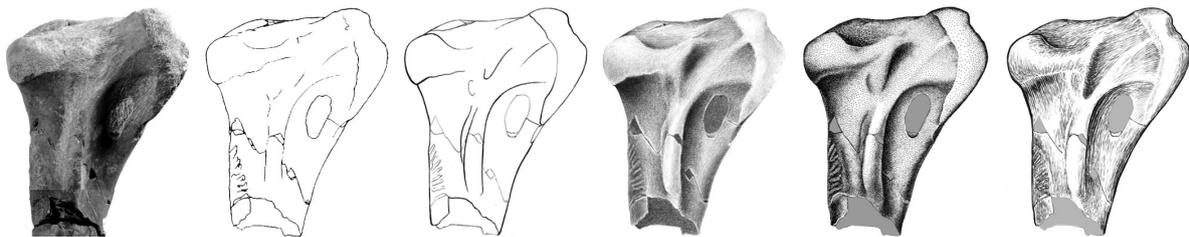


Figura 13 - Epífise da tíbia em vista lateral. Fotografia, preliminar, linha clara, grafite, *stippling* e linha-paralela.

struiu a ilustração a grafite. Esta imagem foi digitalizada e novamente impressa com opacidade reduzida a 50%, utilizando o Adobe Photoshop. Sobre a impressão foi construída a ilustração a stippling (aparo e tinta-da-china sobre draftex). O desenho a linha-clara e linha-paralela foram feitos utilizando o mesmo método e materiais. Na imagem acima pode-se observar cada uma das técnicas desde a fotografia até à ilustração a linha-paralela.

O projeto em si começa pelo estudo de observação, colagem provisória dos ossos fragmentados e sessão de fotografias da Tíbia e Fémur completos. Cada osso foi colocado e fotografado

à mesma escala nas suas seis vistas ortogonais. Para esse labor, montou-se um pequeno estúdio: uma placa de madeira lisa foi colocada no chão e nivelada, bem como o tripé e a câmara. Sobre a placa de madeira foram colocados os ossos, estes também nivelados segundo o eixo axial. A iluminação utilizada foi a clássica diagonal esquerda, ligeiramente difusa para atenuar brilhos. Um segundo foco foi colocado no sentido contrário mas num plano inferior fornecendo uma segunda luz rasante para acentuar o relevo. Todas as fotografias foram feitas de igual modo, utilizando a mesma distância focal e iluminação a fim de evitar diferenças e distorções. Estas foram impressas em papel fotográfico e transferiram-se todos os contornos principais e linhas que marcam os caracteres dos fósseis, como se fez no exercício das quatro técnicas, ficando assim com um mapa das principais estruturas a representar.



Figura 14 - Repetição da técnica a grafite.

Os esquemas preliminares foram digitalizados e preparados para realizar os desenhos a linha-clara. Imprimiram-se a uma escala menor compondo duas pranchas A4 com todas as vistas de cada osso, os desenhos foram feitos colocando uma folha de Draftex por cima dos preliminares e variando a grossura das linhas com uma lapiseira e mina de grafite 2b: 0.7 e 0,5mm.

Conforme foi descrito no capítulo anterior, os desenhos a linha-clara foram vectorizados e criou-se uma nova prancha de descrição de caracteres idêntica às do capítulo anterior. Este desenhos foram também montados no cladograma, na janela de comparação da base, isto permite comparar o novo caso de estudo com os restantes indivíduos já conhecidos.

O preliminar de cada vista foi impresso numa folha A4 de cartolina Bristol 250g, com uma opacidade reduzida a 20% e neste suporte construiu-se a arte final a lápis de grafite (5B, 2B, HB e 2H). Os desenhos foram digitalizados, limpos, reduzidos e compostos nas pranchas finais.

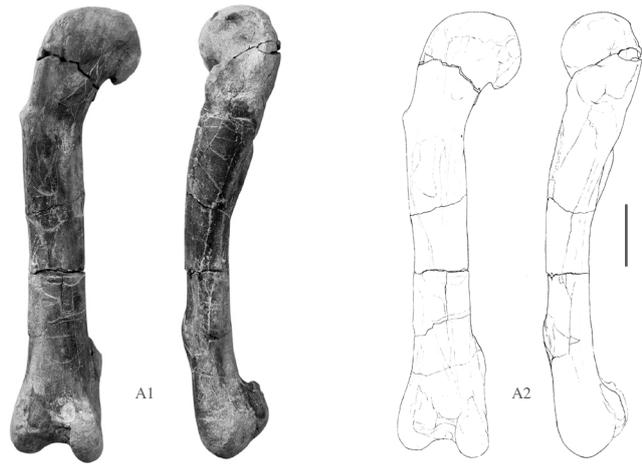


Figura 15 - Fotografias do fémur de *Ceratosaurus* (A1); Esquemas preliminares (A2).

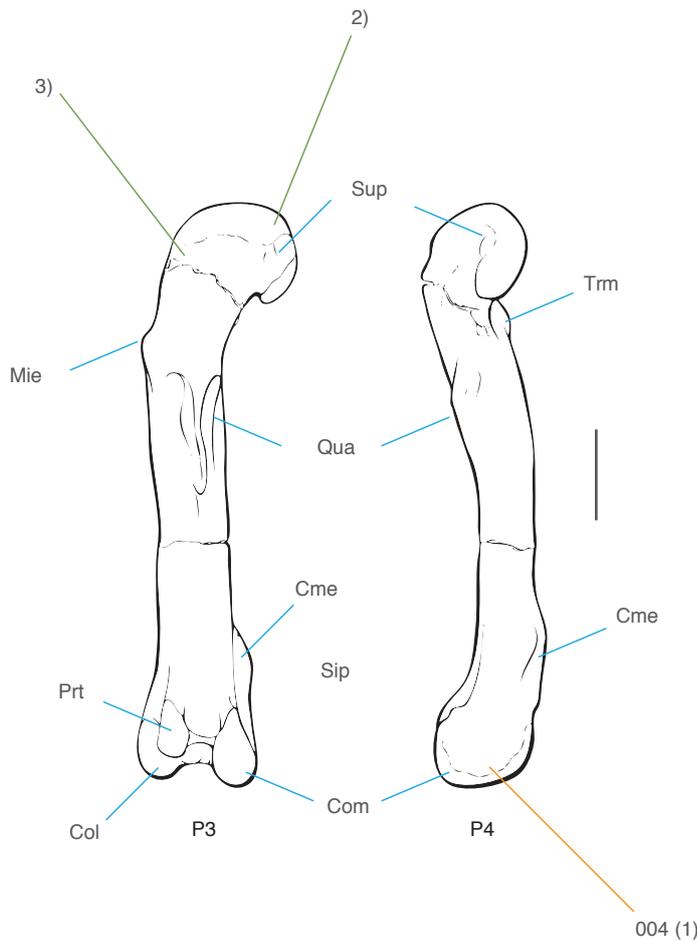


Figura 16 - Marcação de caracteres e sinapomorfias. Adobe Illustrator.

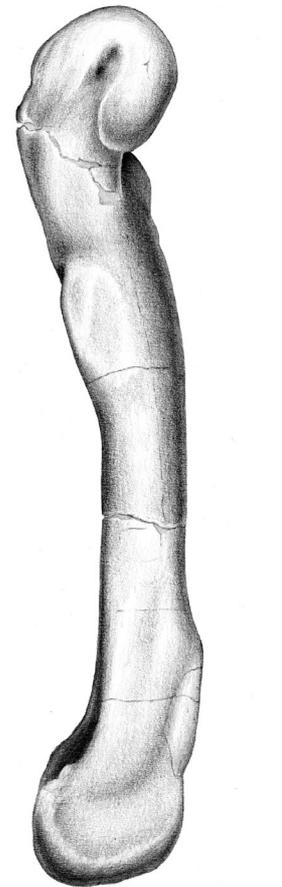
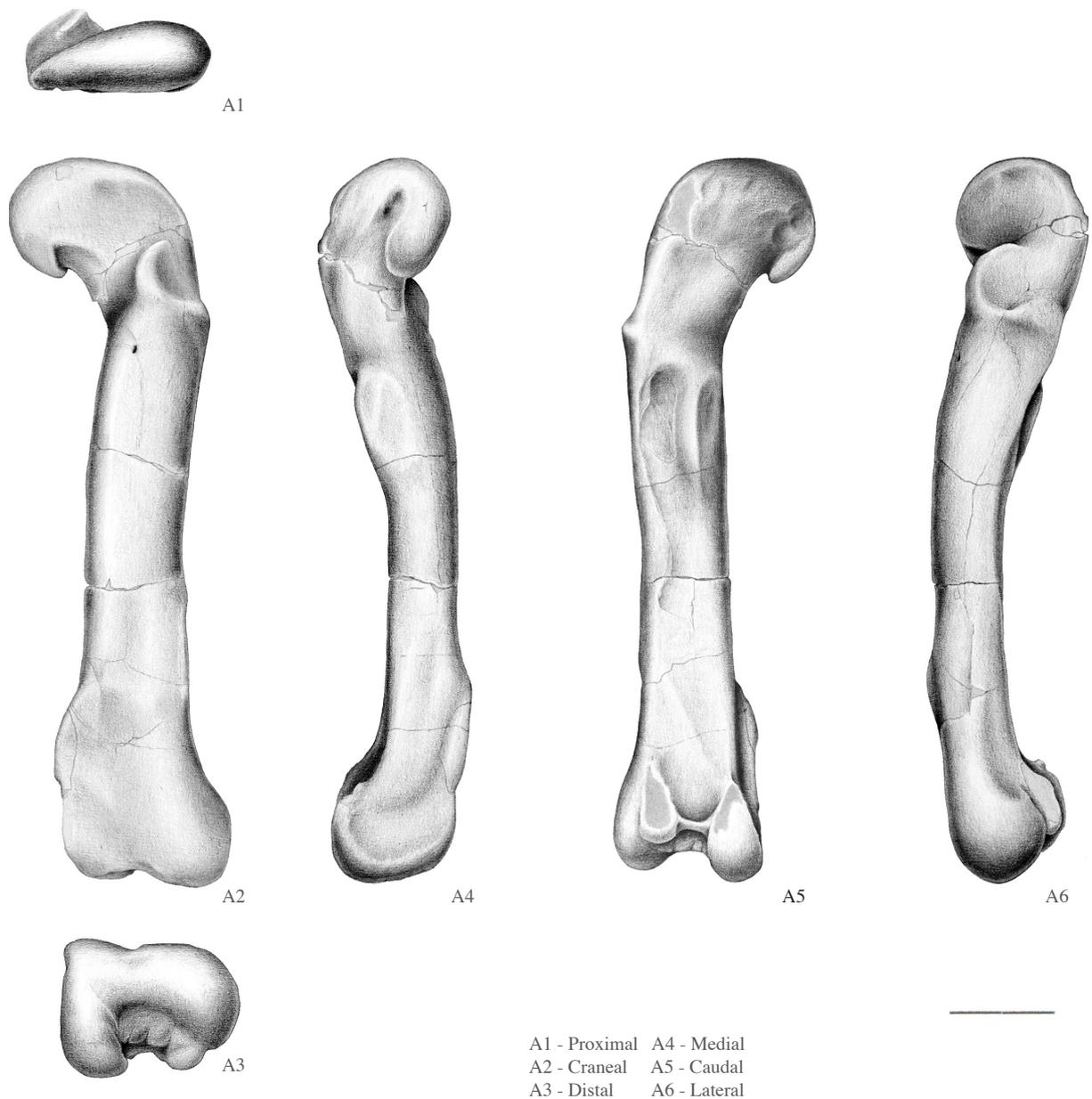


Figura 17 - Fémur vista medial, desenho tonal.

## IIc - Resultados e Discussão

A prancha esquemática de descrição morfológica, e a respectiva legenda, estão gravadas no DVD, no formato que foi planeada (A4). Aqui apresentam-se as duas pranchas finais deste projeto.

Neste caso, os desenhos, além de representarem as deformações naturais dos fósseis e todos os caracteres anatómicos gerais, evidenciam também algumas das características que permitem confirmar o género do animal e localizá-lo filogeneticamente. Grande parte da textura foi omitida e foi dado maior ênfase à volumetria do objecto em geral e das zonas importantes. Neste caso, as pranchas assemelham-se ao estilo clássico das gravuras do séc. XIX apresentadas na introdução.



**Figura 18** - Prancha do fêmur. Grafite sobre papel e composição com Adobe Photoshop.

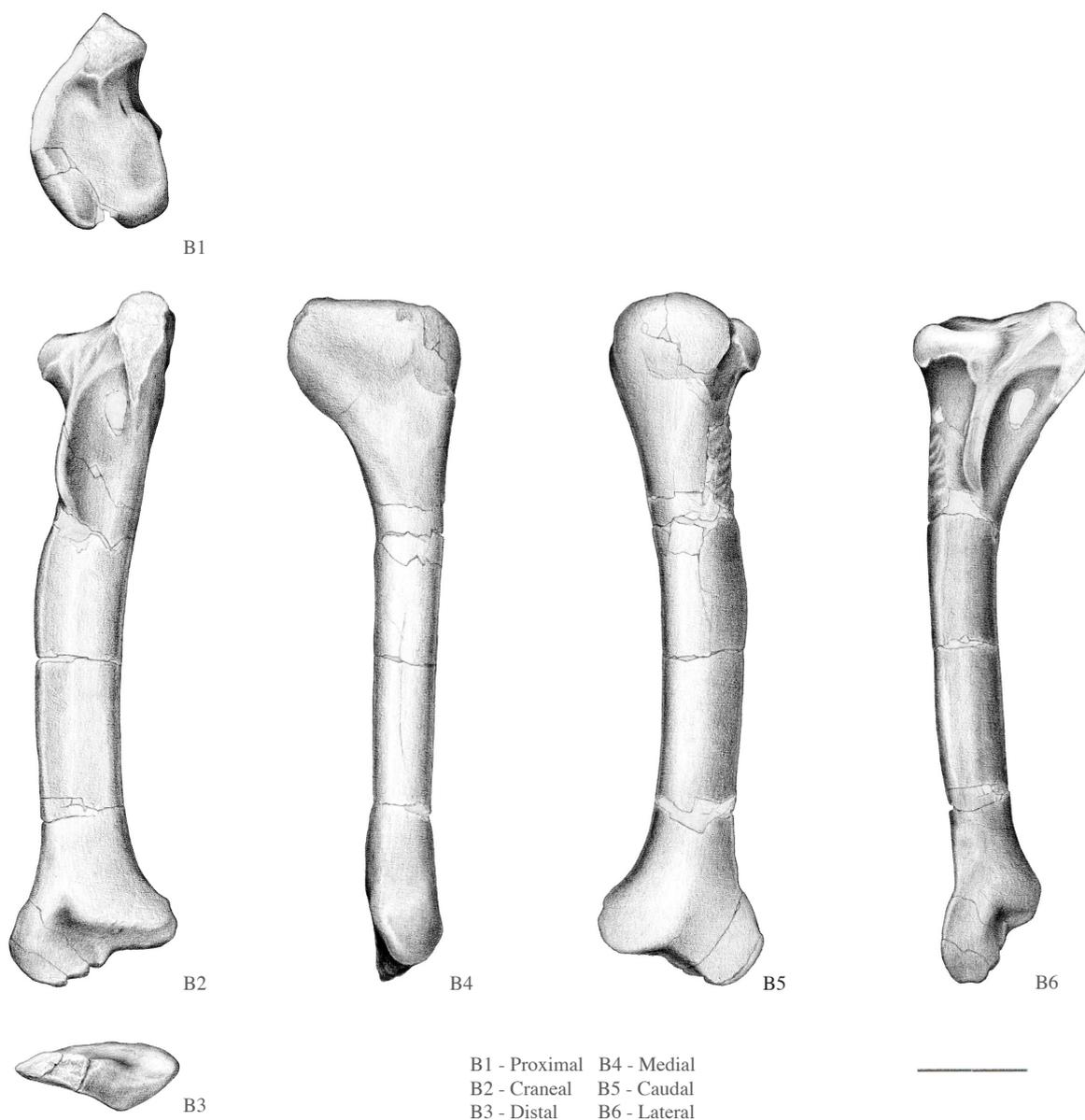


Figura 19 - Prancha da tíbia. Grafite sobre papel e composição com Adobe Photoshop.

A lista que se segue foi retirada do artigo que serviu de base para a realização deste trabalho e enumera os caracteres relevantes deste indivíduo: 1) fêmur com a extremidade proximal comprimida anteroposteriormente; 2) cabeça femural dirigida anteromedial e ventralmente relativamente à diáfise; 3) fêmur com uma superfície de inserção muscular em forma de impressão digital na superfície anterior do trocanter maior; 4) trocanter menor curto distoproximalmente (extremidade dorsal encontra-se significativamente abaixo do trocanter maior); 5) cresta do trocanter bem desenvolvida na extremidade proximal do fêmur; 6) fêmur com a cresta mediodistal curta distoproximalmente (comprimento menor do que 1/4 do comprimento da diáfise); 7) tíbia com a cresta cnemial que se projeta dorsalmente bem acima do nível dos côndilos medial e lateral; 8) tíbia com uma fossa lateral bem desenvolvida na extremidade proximal e delimitada por uma projeção que se desenvolve entre as crestas cnemial e fibular; 9) ectocôndilo (=côndilo lateral) não se encontra separado do corpo principal da extremidade proximal da tíbia; 10) proceso ascendente do astrágalo curto distoproximalmente (inferido pela curta superfície da tíbia que representa a zona de suporte para este processo).

## IId - Conclusões

O exercício das quatro técnicas serviu para expor aos especialistas quatro soluções gráficas distintas, permitindo assim chegar à conclusão sobre qual a técnica que melhor cumpre a função destas ilustrações: comunicar as características dos ossos que levam os paleontólogos a confirmar este espécime como pertencente ao grupo *Ceratosaurus*.

Foi notória a importância da comunicação cientista-ilustrador. Realmente é indispensável um acompanhamento por parte do especialista para que os trabalhos sejam planeados e executados para se cumprir os objectivos.

Normalmente, nos artigos científicos que se publicam atualmente em paleontologia de vertebrados, são apresentadas fotografias e desenhos de linhas simples de interpretação dos objectos. Com este trabalho constatou-se que, através da volumetria resolvida nas ilustrações em tom contínuo, se consegue transmitir informação que completa a interpretação dos objectos e que de outra forma não seriam perceptíveis nas fotografias.

Foram adquiridos os conhecimentos teóricos e metodologias necessárias à execução de ilustrações clássicas de descrição morfológica de vertebrados fósseis, de forma que no futuro poder-se-á produzir trabalho neste ramo específico da ilustração paleontológica. Também se consolidaram as capacidades técnicas tradicionais de representação.

Hoje em dia, este tipo de representações clássicas são pouco frequentes na linha de investigação da paleontologia. Existe uma tendência a substituírem-se os desenhos tonais pelas fotografias.

## Capítulo III - Infografia e reconstrução esquelética

### IIIa - Introdução

Atualmente, no universo das publicações científicas da paleontologia de vertebrados, a maioria dos autores utiliza os esquemas de interpretação e as infografias para ilustrar as suas descobertas ou explicar hipóteses. Normalmente apresentam-se fotografias de uma ou mais vistas das peças importantes, que contêm a informação relevante ao estudo, e colocam-se os desenhos do lado direito de forma a completar a informação contida na fotografia. Nalguns casos, simplesmente marcam-se sobre a fotografia, com linhas de cor viva, os contornos das zonas que se pretendem destacar. Noutros, partes do objeto ou peças completas são representadas a linha pelos contornos principais e escrevem-se os nomes das

estruturas no espaço vazio dentro e fora do desenho. Outros autores optam por colocar desenhos mais elaborados a linha-clara, onde a variação da espessura da linha permite exprimir as formas com clareza, distinguir planos e sugerir volumes. São criados padrões que representam determinadas superfícies, segundo normas internacionais e, inclusive, reconstroem-se algumas zonas deformadas ou inexistentes do fóssil. Estas ilustrações são um complemento importante na comunicação de resultados ou hipóteses. Por exemplo, na imagem acima à direita, podem-se observar com clareza as vértebras e restantes elementos que compõem o objeto. É possível identificar cada vértebra e como estas se relacionam. Alguns destes elementos são imperceptíveis na fotografia ou mesmo no fóssil original a olho nu, confundindo-se com a matriz que envolve o fóssil.

Outro tipo de imagens que são populares dentro desta comunidade científica são as reconstruções esqueléticas em que se dispõe o esqueleto do animal numa postura de aspecto vivo

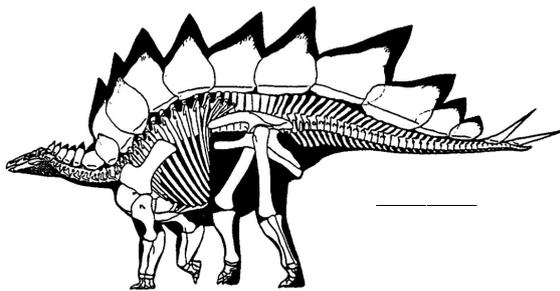


Figura 21 - Reconstrução esquelética de *Estegosaurus*. © Gregory Paul. [www.paleobiol.geoscienceworld.org](http://www.paleobiol.geoscienceworld.org)

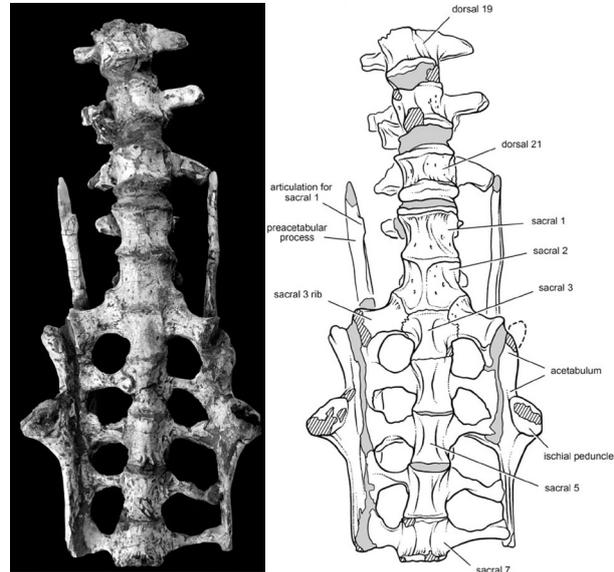


Figura 20 - *Psitacosaurus*, Conjunto do sacro. Paul Sereno 2007.

sobre uma silhueta a negro que representa os limites do corpo do animal. Este estilo foi criado por Gregory Scott Paul, ilustrador e investigador autónomo norte americano. Hoje em dia numerosos autores e ilustradores seguem este estilo. É comum o uso deste tipo de imagens hipotéticas para contextualizar anatomicamente os restos de um espécime descoberto ou representar diferentes indivíduos em esquemas.

O material elegido para a elaboração deste terceiro projeto também forma parte da coleção da ALTSHN de Torres Vedras. Entre todos os restos pós-craniais pertencentes a um dinosáurio do género *Dacentrurus*, a amostra selecionada está composta por elementos da articulação caudal do espécime: três espigões, um quarto incompleto e oito vértebras. A evidência de *Dacentrurus* em Portugal resume-se ao material desta coleção e de outro exemplar, composto essencialmente pela parte anterior do esqueleto, pertencente à coleção do Museu da Lourinhã.

O exercício de sintetizar a informação fornecida pelos fósseis, segundo os objetivos do cientista, e traduzi-la numa imagem didática, o desenvolvimento de capacidades técnicas de design gráfico e os conhecimentos gerais necessários à produção de reconstruções esqueléticas, formam parte dos objectivos gerais do trabalho relatado neste capítulo. Com a intenção de cumprir estes objectivos, planeou-se um série de exercícios específicos e a elaboração de duas pranchas finais. A primeira representará a articulação caudal dispondo os fósseis em conexão anatómica, e explicarão a hipótese de relação morfológica entre os espigões e vértebras.

Finalmente, toda a zona distal da cauda será reconstruída e todos os elementos serão representados como ossos orgânicos e não fósseis. Pretende-se que esta reconstrução seja esteticamente semelhante à criada por G. Paul.

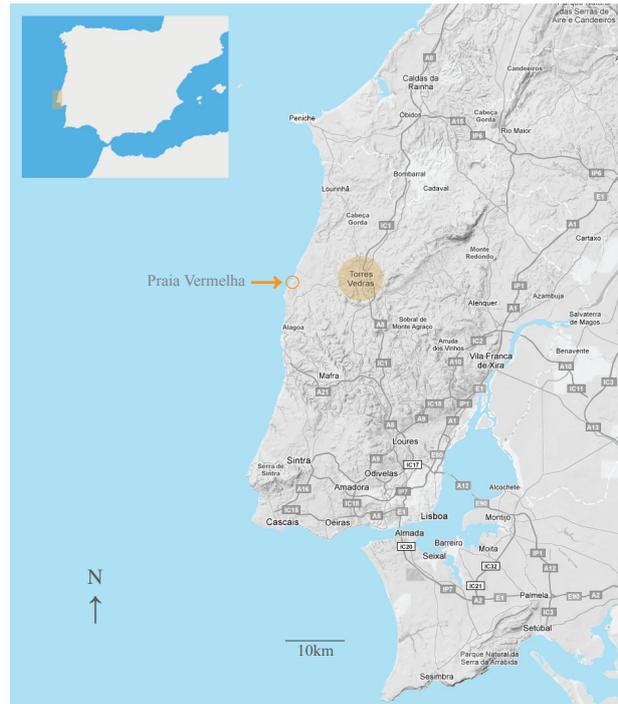


Figura 22 - Localização da jazida da praia vermelha.

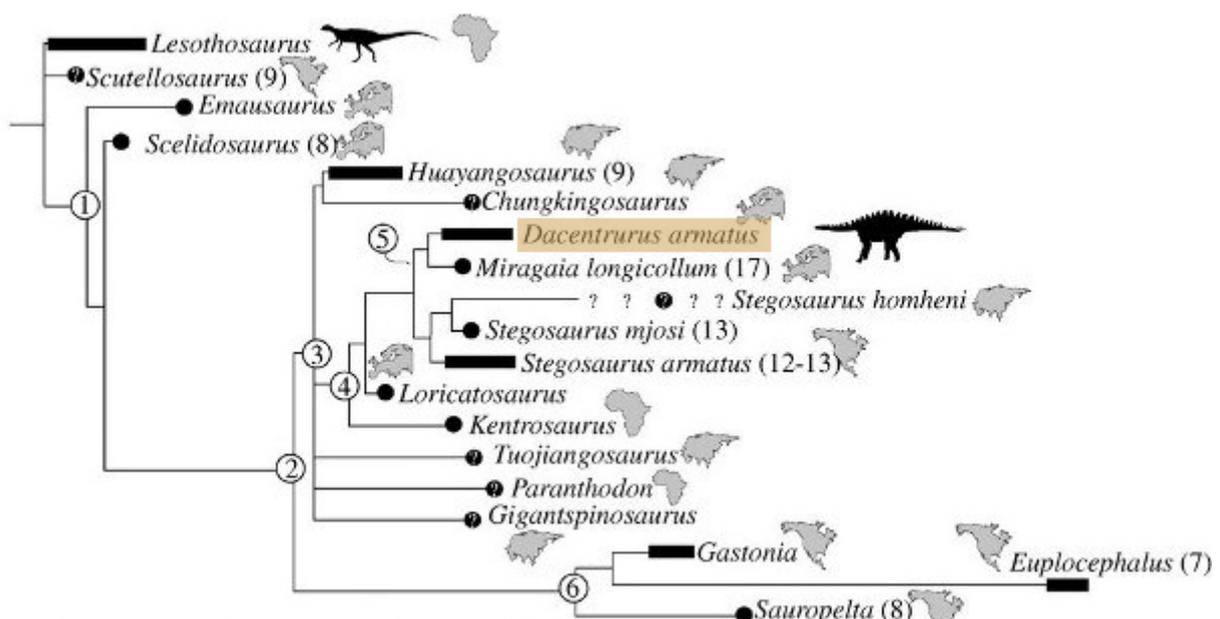


Figura 23 - Cladograma da sub-ordem *Thyreophora* com localização do *Dacentrurus*.

### IIIb - Materiais e Métodos

O espólio encontra-se em preparação e estudo nos laboratórios do departamento de paleontologia da Universidade Autónoma de Madrid. Neste local realizou-se todo o estudo preliminar do projeto.

A metodologia adotada para a realização deste trabalho foi idêntica à descrita no capítulo anterior correspondente ao projeto *Ceratosaurus*. Cada um dos ossos que compõem a amostra foi fotografado, com escala, individualmente em todas as vistas relevantes. Devido às dimensões dos espigões, estes foram fotografados a uma certa distância de forma a caberem no campo de visão da lente para se poder capturar a forma geral com o mínimo de distorção. Também se fotografaram detalhes para registo, das zonas que não se visualizam nas fotografias de menor escala. Selecionaram-se as fotografias que se iriam usar no decurso do trabalho e as restantes foram arquivadas. Imprimiram-se as imagens e fizeram-se as transferências utilizando papel vegetal. Todos os preliminares foram construídos sobre uma mesa de luz, utilizando as fotografias para registar de forma fiel todas as porporções e localização exacta dos caracteres e deformações gerais dos fósseis. Este registo foi constantemente retificado, observando e medindo directamente os objetos com a supervisão do paleontólogo. Realizaram-se aproximadamente trinta esquemas preliminares, um para cada vista dos espigões. Estes esquemas foram digitalizados, limpos e montados em pranchas, que são mostradas no DVD.

Os desenhos a linha-clara também foram executados de forma semelhante à do segundo

projeto. Imprimiram-se os desenhos preliminares a uma escala menor e colocou-se uma película de poliéster sobre cada conjunto de vistas. Sobre a película construíram-se as artes finais a linha-clara. Utilizaram-se duas lapiseiras (0.5 e 0.7) e mina 2b. Na figura ao lado esquerdo pode-se observar as três fases do processo correspondentes à vista lateral do espigão anterior esquerdo: Fotografia, desenho preliminar e desenho a linha-clara. Seguiu-se metodicamente o mesmo processo para cada uma das trinta vistas da amostra.



Figura 24 - Vista lateral do espigão anterior esquerdo do *Dacentrurus*: Fotografia (A1); Esquema preliminar (A2) e Desenho a linha-clara (A3).

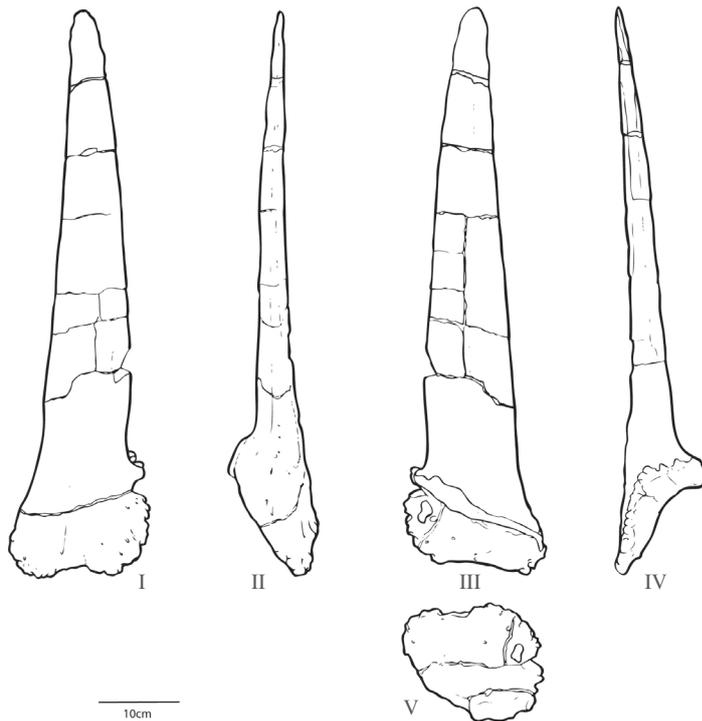


Figura 25 - Prancha a linha-clara do espigão anterior esquerdo: lateral (I); anterior (II); medial (III); posterior (IV) e distal (V).

cha, reservando espaços para a colocação dos elementos gráficos explicativos. Para definir a localização dos espigões e determinar entre que vértebras estariam encaixados, teve-se em conta estudos anteriores de exemplares de outros grupos, mas que se assemelham ao *Dacentrus*, dos quais se conhece a articulação da zona caudal.

Quanto à reconstrução da cauda completa, todos os elementos da amostra foram medidos, reconstruídos de forma esquemática e dispostos formando uma estrutura natural, considerando os objetos como ossos orgânicos. Foram executados diversos esboços até chegar a uma estrutura cientificamente satisfatória. A construção da arte final foi realizada em desenho vetorial no Illustrator, utilizando uma mesa digitalizadora. Primeiro colocou-se o esboço, como *template*, na área de trabalho com opacidade reduzida e sobre este traçaram-se todas as linhas utilizando a *pen tool*. Aumentou-se a espessura das linhas no *stroke*, agruparam-se e expandiram-se obtendo uma forma a cheio. Para criar efeitos de diferente espessura na forma foi utilizada a *direct selection tool* aumentando ou reduzindo a distância entre os contornos da forma.

Para esta reconstrução também foram consultados outros estudos de referência, onde se descrevem estruturas semelhantes de animais pertencentes a um grupo análogo e dos quais se conhece a cauda.

As ilustrações a linha-clara foram então digitalizadas. No Photoshop foram limpas, separaram-se do fundo branco e gravaram-se no formato PNG. A prancha final construiu-se no Illustrator, vectorizando todas as vistas de forma automática utilizando, de novo, a ferramenta *auto-trace*. Teve-se o cuidado de regular constantemente as propriedades desta ferramenta, sempre com o *preview* ativo, de forma ao aspecto final da vectorização obedecer fielmente à ilustração original.

Após este labor, procedeu-se à colocação de cada elemento em conexão anatômica. Dispuseram-se as diferentes vistas da cauda articulada na prancha,

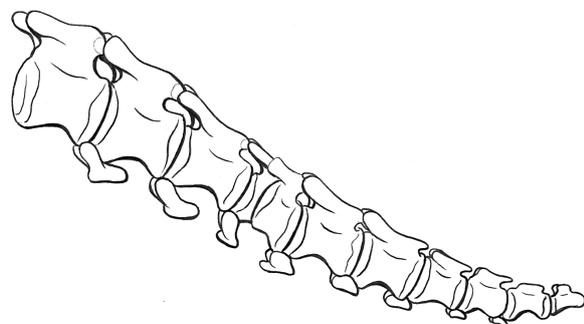


Figura 26 - Esboço para a reconstrução esquelética final.

### IIIc - Resultados e Discussão

Aqui apresentam-se as imagens isoladas que compõem as duas pranchas colocadas no anexo do relatório final. Estas ilustram uma hipótese de articulação dos espigões caudais e zona distal da coluna vertebral do *Dacentrurus*. Na primeira prancha, os espigões e vértebras fósseis apresentam-se tal qual estão preservados. Apesar de os fósseis apresentarem deformações relativamente à morfologia original dos ossos, tem-se uma ideia aproximada do que seria o aspeto do esqueleto em vida. Aqui o trabalho de reconstrução é essencialmente este: colocação dos ossos em conexão, restaurando de forma esquemática algumas zonas fraturadas para melhor compreensão anatómica. As áreas reconstruídas estão representadas a linha descontinua e preenchidas a cinza 10%.

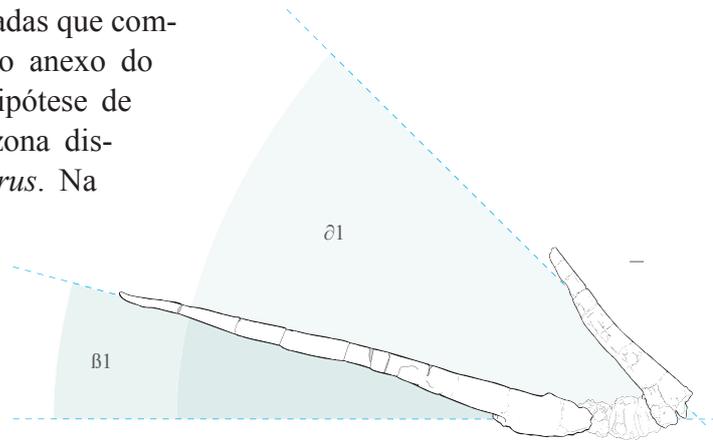
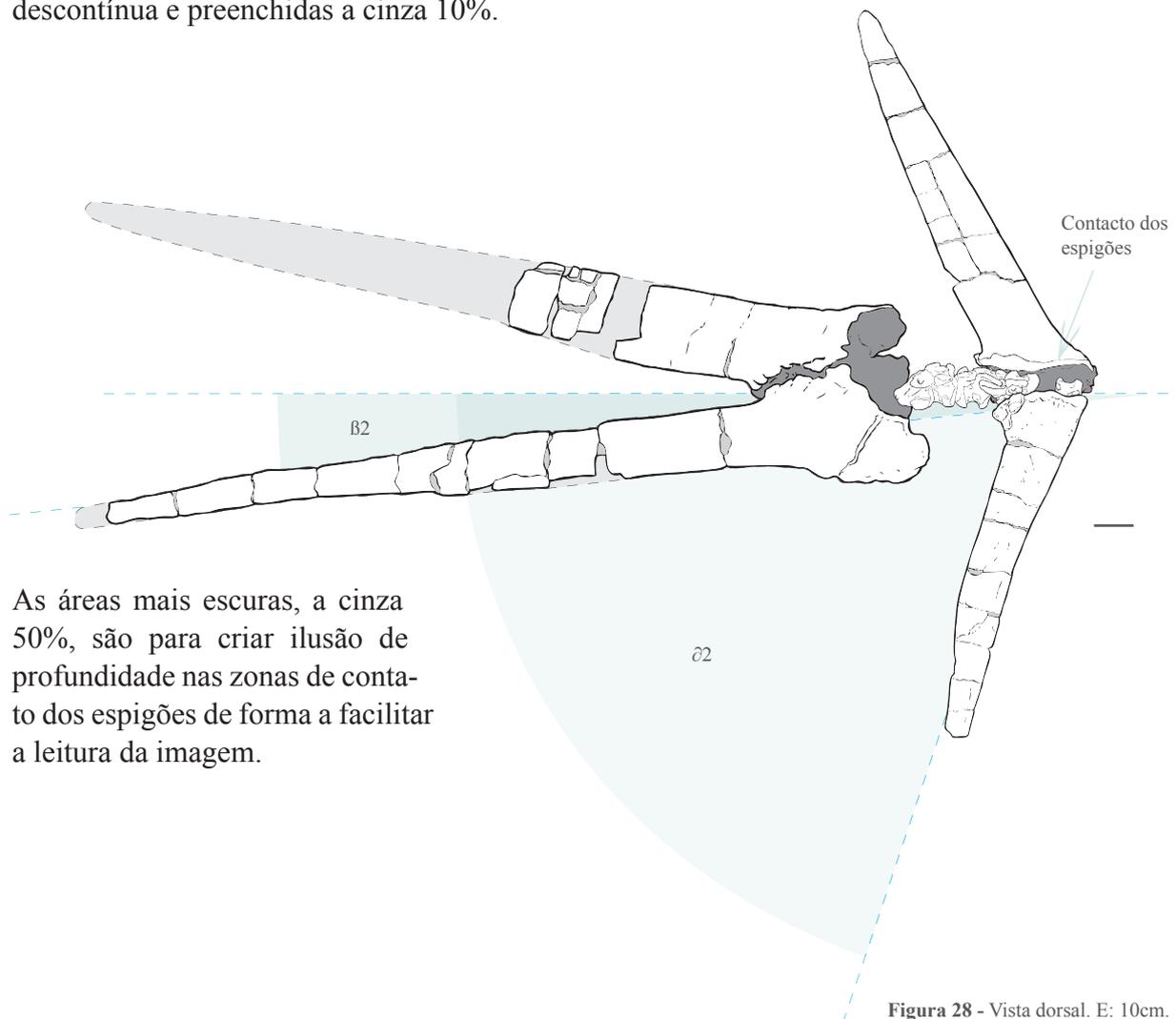


Figura 27 - Vista lateral da reconstrução da cauda. Escala 10cm.



As áreas mais escuras, a cinza 50%, são para criar ilusão de profundidade nas zonas de contacto dos espigões de forma a facilitar a leitura da imagem.

Figura 28 - Vista dorsal. E: 10cm.

Este exemplar conta com três vértebras distais fundidas e preservadas no interior do contato entre os espigões posteriores. Contando no sentido posterior-anterior, este conjunto apresenta vestígios do que seria uma quarta vértebra. Considerando as proporções, calcula-se que existiria uma quinta vértebra entre o conjunto posterior e o anterior e uma nona entre o anterior e a vértebra isolada, daí os dois espaços reservados.

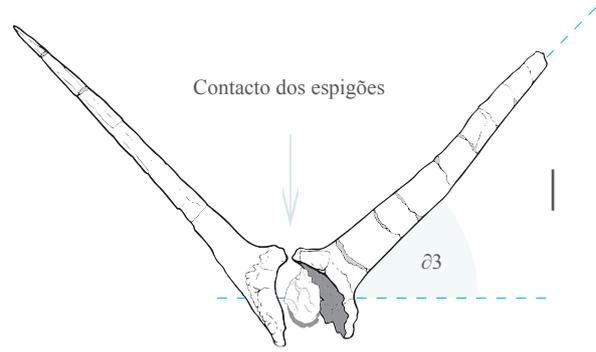


Figura 29 - Vista posterior. E: 10cm

Quanto à hipótese de orientação dos espigões em relação à coluna, calcula-se os seguintes ângulos:  $\partial 1$ ,  $\partial 2$ ,  $\partial 3$  para os espigões anteriores e  $\beta 1$ ,  $\beta 2$  para os posteriores. A vista posterior é a que melhor ilustra como se definem estes ângulos. O espigão anterior direito apresenta menor deformação na zona proximal. Portanto, este foi colocado de forma a abraçar a respectiva vértebra e contactar com o espigão oposto conforme indicado na figura 29. Na vista dorsal e lateral, os ângulos representados são a consequência directa da colocação anterior. Quanto aos espigões posteriores, está traçado um eixo que liga as vértebras mais distais, preservadas no interior do contacto entre os espigões, coincidindo com as proximais.

Uma característica peculiar desta estrutura caudal é a deformação que algumas vértebras apresentam no seu corpo. Como se pode ver na figura 30, a mesma vértebra apresenta num dos lados um corpo singular e do lado oposto um corpo duplo. Uma hipótese para a causa desta deformação seria a tensão acumulada na base dos espigões devido ao seu elevado peso.

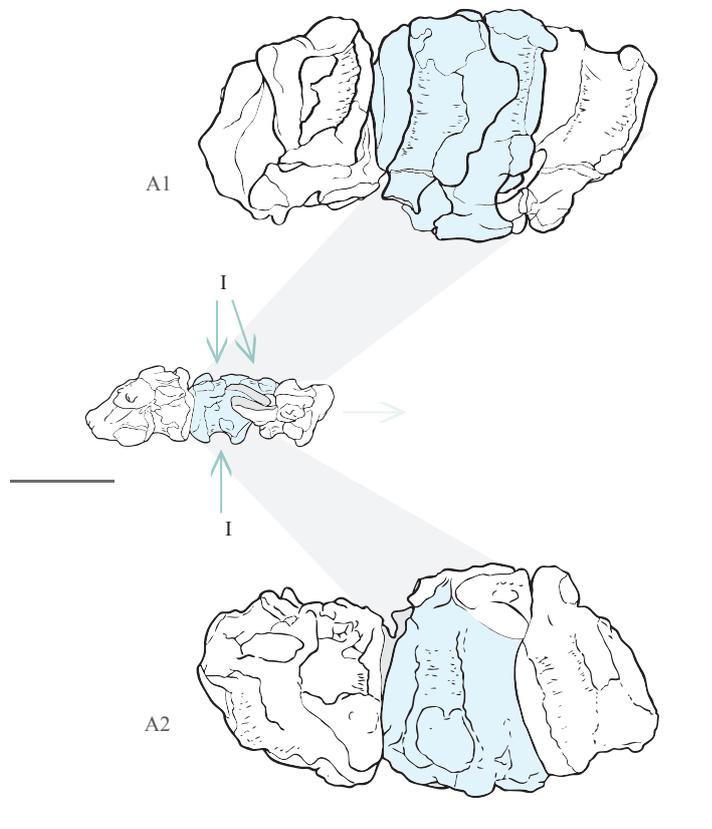
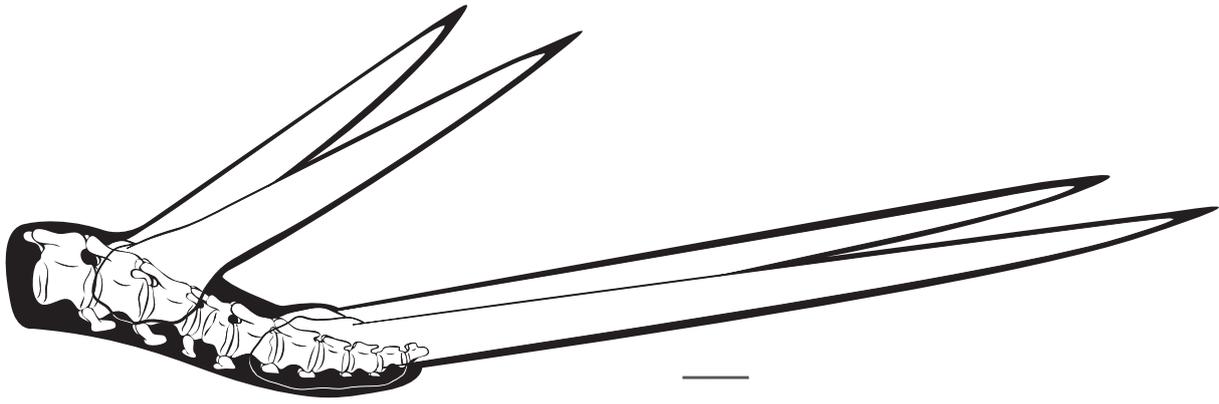


Figura 30 - Deformação da vértebra. E: 10cm.



**Figura 31** - Reconstrução esquelética. E: 10cm.

A segunda prancha ilustra a hipótese de reconstrução esquelética completa da zona estudada. Mostra-se um esquema da cauda ligeiramente em perspectiva, utilizando uma estética semelhante à clássica criada por Gregory Paul. Foram criadas transparências nas zonas de inserção dos espiões com as vértebras e reconstruída uma silhueta a negro que representa esquematicamente os contornos da carne e as camadas córneas dos espiões.

## IId - Conclusões

Através deste projeto, entrou-se no ramo da reconstrução esquelética da Ilustração Paleontológica. Até agora, os elementos de estudo foram observados e representados tal como ficaram depois de escavados e preparados em laboratório. Ilustraram-se os fósseis mantendo as deformações e fraturas, fruto dos diversos factores geológicos e biológicos. A principal diferença que marca este trabalho é que se passam a ter em conta as hipóteses de como seriam os ossos no animal em vida, reconstruindo-os individualmente, retificando as deformações e pensando como estes elementos individuais estariam articulados entre si formando uma estrutura natural.

Em trabalhos desta índole, além do acompanhamento de especialistas, é necessário conhecer aprofundadamente tanto o objeto de estudo como o máximo de exemplares que tenham sido descobertos noutros locais e que se assemelhem taxionomicamente ao espécime em estudo. Trata-se de representar uma hipótese somando um conjunto de informações, daí que existam diversos fatores a influenciar o resultado do trabalho. O estado em que foram encontrados e escavados os fósseis e a extração da matriz envolvente em laboratório são cruciais. Se os ossos estão bem preservados, podem examinar-se com facilidade as estruturas essenciais para a reconstrução. O número de indivíduos da mesma espécie que foram encontrados na jazida, ou noutras jazidas análogas do globo, é também um fator importante, pois, quantos mais fragmentos esqueléticos da mesma espécie existirem, melhor se completa o estudo combinando as características dos distintos indivíduos para formar um único que representa a espécie, tal como acontece na ilustração biológica, quando se combina informação de um conjunto de espécimes para representar um indivíduo.

Deve-se ter em conta que o trabalho de reconstrução é dinâmico, ou seja, o resultado de uma reconstrução estará sempre dependente da informação existente. Por essa razão, à medida que forem feitas novas descobertas, a informação atualizada pode provocar mudanças nas hipóteses anteriores e, como consequência, alterar as representações.

Como foi mostrado no relatório da fase anterior, foram feitos os desenhos preliminares de todas as vistas de cada elemento do conjunto de ossos utilizados neste projeto. Embora não se tenham utilizado todas estas vistas e se tenham simplificado estes desenhos na arte final, pode-se concluir que foi indispensável esse trabalho prévio de observação pormenorizada do espólio. Inevitavelmente, após esse estudo aprofundou-se o conhecimento de todos os espigões e vértebras, o que permitiu sintetizar a informação em desenhos didáticos de linha-clara, representando as estruturas principais e omitindo as que saturariam a imagem. Chegou-se à conclusão de que esta linha esquemática simples facilita a compreensão das hipóteses que se pretendem comunicar.

Verificou-se também que a cauda dos dinosáurios do género *Dacentrurus* seria uma estrutura rígida e pesada, com espigões de grandes dimensões (mais de um metro no caso dos espigões posteriores). As hipóteses para a função desta estrutura são essencialmente a constituição de uma arma de proteção contra predadores e luta rival de disputa sexual.

## Capítulo IV - Da reconstrução esquelética à representação em vida

### IVa - Introdução

Reconstruir o esqueleto completo de um dinosáurio, salvo em casos excepcionais de conservação dos restos, é uma tarefa complexa que combina estudos de anatomia comparada e biomecânica. Para que todos os ossos, que constituem o esqueleto do animal, formem uma estrutura natural e sejam colocados e orientados corretamente, necessita-se estudar aprofundadamente o espécime e os animais análogos. A localização de estruturas como o ouvido interno em crânios de animais extintos é importante na colocação da cabeça do animal em equilíbrio. A coluna vertebral e membros devem colocar-se em sintonia com esse equilíbrio. O movimento do animal é outro aspeto que não só depende da correcta colocação óssea mas também dos músculos. Tal como acontece nos vertebrados atuais, os ossos fossilizados também preservam inúmeras marcas dos diferentes tecidos moles reponsáveis pela biomecânica e fisiologia do organismo. A partir de estudos de anatomia comparada, na sua maioria com crocodilos e aves atuais, os paleontólogos formulam as hipóteses de reconstrução anatômica. A nomenclatura utilizada também é a que está atribuída aos arcosáurios.

O estudo dos tecidos moles: cartilagens; ligamentos; tendões; músculos; vasos sanguíneos; nervos; órgãos internos e tecidos adiposos, é uma parte imprescindível do processo para chegar ao aspecto em vida do organismo. Nalguns casos esta etapa é um fim em si e produzem-se imagens acabadas que ilustram hipóteses de reconstrução de determinadas estruturas ou organismos completos. Noutros casos apenas forma parte da pesquisa preliminar e as imagens resultantes, deste estudo, são esboços ou apontamentos, sendo que o objetivo principal é a reconstrução do animal em aspeto vivo.



Figura 32 - Esqueleto de *Dromaius* atual.

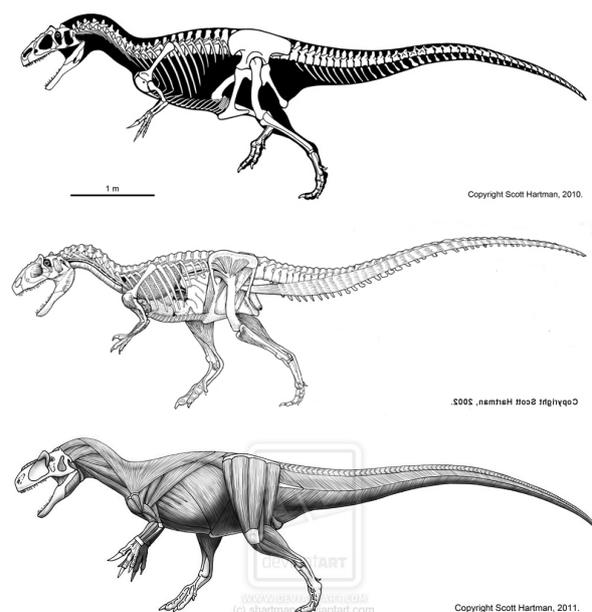


Figura 33 - Fases de reconstrução de um *Allosaurus*. [www.skeletaldrawing.com](http://www.skeletaldrawing.com). @Scott hartman



Figura 34 - Reconstrução de um *Allosaurus* em vida. [www.raulmartin.net](http://www.raulmartin.net). © Raúl Martín



## IVb - Materiais e Métodos

Primeiro estudaram-se individualmente todos os elementos da amostra. Consultaram-se artigos que descrevem restos semelhantes e definiram-se os objetivos do projeto. Propuseram-se que as técnicas, que se iriam aplicar na elaboração das artes finais, seriam a grafite e pintura digital. Decidiu-se o conjunto deveria ser representado em perspectiva a três quartos. Montou-se um pequeno estúdio de fotografia macro e cada osso foi fotografado, à mesma escala, em todas as vistas ortogonais.

Observaram-se diversas reconstruções esqueléticas de *Allosaurus* e esqueletos de aves atuais, especificamente as patas. Com base nestes exemplos e, com a ajuda de esponjas e plasticina, montaram-se os ossos fósseis formando a estrutura natural da pata e fotografou-se o conjunto. Além das vistas em perspectiva, no total obtiveram-se cerca de noventa e quatro imagens das vistas ortogonais, que mais tarde viriam a ser úteis na elaboração dos preliminares uma vez que o espólio não poderia ser transportado para o local de trabalho. Escolheu-se a melhor fotografia da vista em perspectiva, imprimiu-se e construiu-se



Figura 37 - Fotografia das falanges e metatarsos montados em articulação anatômica.

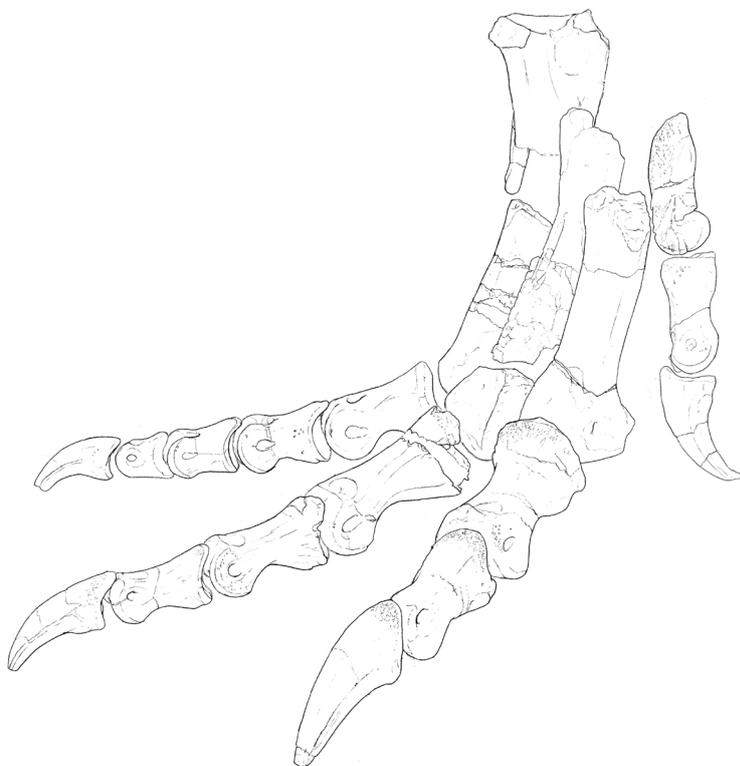


Figura 38 - Esquema preliminar final.

o esquema preliminar utilizando papel vegetal e lapiseira com mina 0.5 HB. Digitalizou-se o esquema e no photoshop introduziram-se os elementos em falta: o dedo I; a epífise fragmentada do metatarso III, e o quarto metatarso (apenas visível a zona distal). Estes desenhos também foram transferidos de fotografias do mesmo modo que conjunto anterior. Ainda neste programa, redefiniram-se as posições de cada osso, separando e inclinando as falanges, recuando os metatarsos I e III, e reajustando todos os elementos de forma a compor uma articulação harmoniosa.



Figura 39 - Início da dissecação de uma pata de *Gallus gallus* ♀

utilizadas na ilustração médica para a representação dos distintos tecidos. Para a elaboração deste trabalho fez-se uma dissecação simples de uma pata de *Gallus gallus* de forma a observar e estudar os tecidos internos: tendões; articulações; músculos e principais vasos sanguíneos. Analizou-se uma reconstrução de *Allosaurus* que ilustra a hipótese de articulação das falanges ungueais com a falange anterior e consultaram-se atlas de anatomia aviana, nas bibliotecas de biologia e veterinária da Universidad Complutense.

Finalmente, a reconstrução em aspecto de vida da pata, foi estudada com base em patas de membros atuais do género *Dromaius*. Recortaram-se zonas específicas de várias fotografias das patas, em perspetiva semelhante à do caso de estudo e no Photoshop montaram-se sobre a última reconstrução da pata do *Allosaurus*. Ajustou-se a forma das escamas ao volume dos dedos, com a ferramenta *transform*. Gravaram-se numa única *layer* todos os recortes e aplicou-se o filtro *stamp* de forma a obter apenas os contornos das escamas e as zonas de alto contraste. A arte final foi construída sobre a imagem anterior, pintando diretamente cada tom numa *layer* distinta, corrigindo a luz geral, os volumes e algumas formas das escamas.

Corrigido o esquema preliminar, imprimiu-se o desenho num papel *hotpressed* de 300g, com opacidade reduzida. Sobre este suporte executou-se o desenho tonal a grafite, evidenciando os volumes dos objetos.

Segue-se e a fase de reconstrução dos fósseis. Imprimiu-se a arte final a grafite e colocou-se, sobre esta, uma folha de papel vegetal para reconstruir a lápis as zonas inexistentes. Para este trabalho foi de novo consultada a bibliografia recomendada. Mediram-se todos os ossos do espólio e, comparando-os com as ilustrações publicadas por James H. Madsen em 1976, calcularam-se genericamente as formas dos ossos fraturados. No photoshop pintaram-se sobre o desenho tonal a lápis as zonas fracturadas.

Quanto à reconstrução dos tecidos moles, o desenho resultante da fase anterior foi impresso e mais uma vez elaborou-se um esquema preliminar em papel vegetal reconstruindo as articulações, tendões, principais músculos e vasos sanguíneos. Corrigiu-se o desenho, digitalizou-se, e no photoshop pintaram-se os tecidos moles, seguindo as colorações e texturas

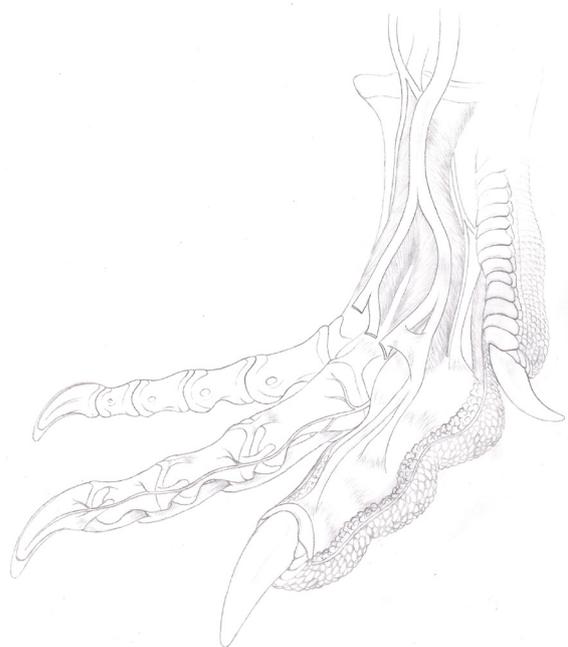


Figura 40 - Preliminar do esquema de tecidos moles da pata.

## IVc - Resultados e Discussão

Na primeira prancha deste projeto representam-se os distintos ossos fossilizados em articulação, formando uma estrutura aproximada à anatomia original da pata deste organismo. Grande parte da textura do fóssil foi omitida. Evidenciam-se os caracteres de interesse osteológico, as diferentes superfícies de contacto dos côndilos, os foramens principais, as zonas de inserção muscular e algumas marcas de isópteros que se alimentaram do cadáver.

Foram marcadas as fraturas principais para registar o aspecto sólido da rocha que constitui os fósseis. As falanges estão separadas de forma a reservar espaço para a reconstrução da cartilagem e apresentam uma ligeira inclinação devido às almofadas plantares que suportavam o peso do animal. Escolheu-se a perspetiva a três quartos com o objetivo de se poder observar os dedos em angulos distintos. O desenho tonal foi elaborado de forma mais simples que os apresentados no segundo capítulo. A arte final foi executada numa escala reduzida, em relação aos ossos originais, obrigando à representação genérica do conjunto sintetizando apenas a informação relevante ao trabalho de reconstrução.

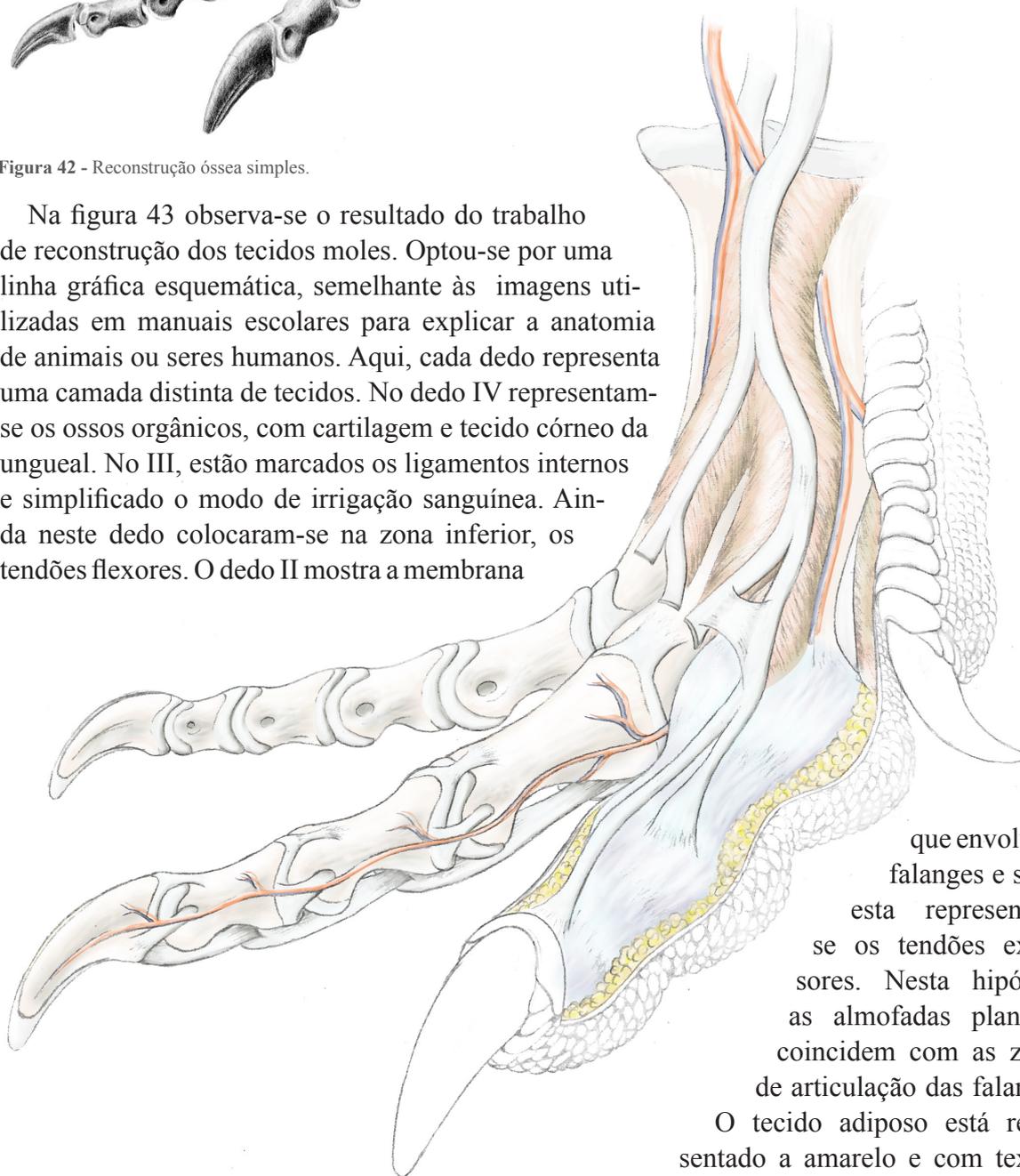


Figura 41 - Arte final da articulação dos fósseis.



Figura 42 - Reconstrução óssea simples.

Na figura 43 observa-se o resultado do trabalho de reconstrução dos tecidos moles. Optou-se por uma linha gráfica esquemática, semelhante às imagens utilizadas em manuais escolares para explicar a anatomia de animais ou seres humanos. Aqui, cada dedo representa uma camada distinta de tecidos. No dedo IV representam-se os ossos orgânicos, com cartilagem e tecido córneo da ungueal. No III, estão marcados os ligamentos internos e simplificado o modo de irrigação sanguínea. Ainda neste dedo colocaram-se na zona inferior, os tendões flexores. O dedo II mostra a membrana



que envolve as falanges e sobre esta representam-se os tendões extensores. Nesta hipótese, as almofadas plantares coincidem com as zonas de articulação das falanges.

O tecido adiposo está representado a amarelo e com textura granular. O dedo I mostra de forma simplificada como seria o padrão de escamas do revestimento exterior.

Figura 43 - Esquema de representação dos tecidos moles.

Finalmente, representa-se o revestimento exterior da pata. Composto por escamas de diferentes tamanhos e formas. Observa-se que existe sobreposição apenas no contacto entre as escamas de maiores dimensões, nas pregas e mudanças de plano. Nas restantes áreas as escamas estão individualizadas cobrindo a pele que se pintou num tom mais claro.



**Figura 44** - Arte final da reconstrução em vida.

## IVd - Conclusões

Este projeto serve de exemplo para mostrar os numerosos aspectos a ter em conta na reconstrução de um organismo extinto. Embora o objeto escolhido seja uma extremidade e não um conjunto da grande massa corporal do *Allosaurus*, este exercício serviu para tirar conclusões e projetar o trabalho em casos onde isso aconteça.

A deformação e fragmentação dos fósseis obriga ao estudo de exemplares semelhantes onde essas zonas tenham ficado preservadas. Na eventualidade de não existir registo fóssil deve-se recorrer aos princípios da cladística.

Como virá demonstrado no último capítulo, a existência de tecidos é o factor mais determinante para o cálculo da forma e volume que estes ocupariam e como cobririam o esqueleto do animal. Mesmo de forma genérica, a reconstrução dos músculos provoca alterações significativas na configuração do revestimento exterior. Representar a pele diretamente sobre os contornos ósseos é um erro comum, salvo em casos onde tal aconteça. É aconselhável considerar sempre que os grupos musculares são os responsáveis pela aparência externa do animal em termos de volume. Sendo o esqueleto o que define a postura. A exceção a esta regra, são as estruturas em que os tecidos moles formam camadas finas. Também nos casos em que seria especulativo colocar tecidos, deve-se representar apenas o que pode ser comprovado, optando por cobrir diretamente a estrutura óssea com o revestimento exterior. Portanto deve-se analisar individualmente cada caso e obedecer à evidência.

Nos capítulos seguintes serão abordados outros fatores que conduzem à reconstrução do aspecto vivo de vertebrados fósseis.

## Capítulo V - Reconstrução em vida

### Va - Introdução

Talvez a reconstrução em vida de vertebrados fósseis se possa considerar o ramo mais popular da ilustração paleontológica atual. Estas imagens aparecem em todo o tipo de meios de divulgação científica para o público em geral. Neste capítulo iremos debruçar-nos apenas sobre as reconstruções executadas com base em hipóteses e princípios científicos credíveis, não considerando as que possuem elevado carácter especulativo. Nas imagens que pretendemos abordar, as representações hipotéticas normalmente expõem apenas o que pode ser comprovado na evidência fóssil, optando por omitir estruturas, comportamentos ou características duvidosas.

Podem-se colocar “em cena”: um ou mais indivíduos de uma determinada espécie em atitudes naturais; introduzi-los num habitat coerente; relacioná-los com outras espécies contemporâneas; ou reconstruir uma paisagem e mostrar as relações ecológicas entre as diversas espécies de organismos animais e vegetais que coexistiam numa determinada zona geográfica.

Além da evidência fóssil são considerados elementos, análogos e coerentes com o espécime ou conjunto que se pretende representar, observáveis na natureza atual de forma a poder completar as reconstruções e adicionar características que favorecem o realismo. Um exemplo

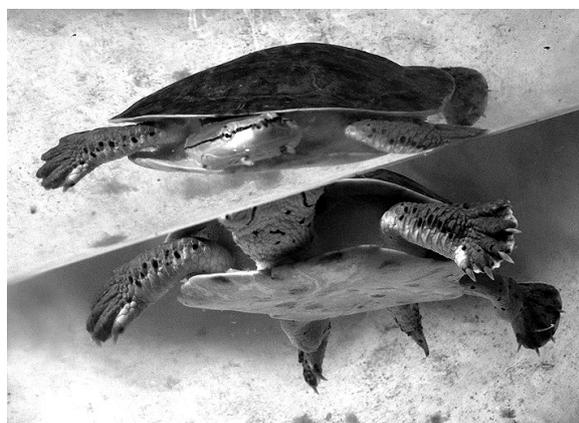


Figura 46 - Exemplo de um animal com pigmentação escura no dorso e clara no plano ventral. Fotografia de Adán García.



Figura 45 - Exemplo de uma reconstrução em vida de pequeno réptil extinto. [www.raul-martin.net](http://www.raul-martin.net)

concreto de um desses elementos é o padrão de pigmentação geral do corpo partilhado por inúmeras espécies atuais de répteis. Sobreretudo em espécies de costumes aquáticos, observa-se que possuem tonalidades mais escuras no dorso do que no plano ventral.

Segundo princípios ecológicos, a alimentação, o meio, as variações climáticas, parasitas e a reprodução seriam alguns fatores que influenciariam no comportamento desses seres extintos, logo, a natureza constitui a principal fonte de inspiração.

Durante uma campanha de escavação perto da praia de Santa Rita, nas margas correspondentes ao período Jurásico Superior (Kimerigiano/Titoniano) descobriram-se restos fósseis de uma carapaça de tartaruga.

Após a preparação e estudo em laboratório, chegou-se à conclusão que os restos pertenciam a um novo género e, portanto, uma nova espécie para a ciência: holótipo ALTSHN.066. Esta descoberta foi publicada no *Journal of Vertebrate Paleontology* e no congresso: *IX Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología* em Morella, Castellón, de 11 a 14 de Maio de 2011 e no livro aí lançado: *Viajando a tiempos pretéritos*. Neste congresso divulgou-se todo o processo desde a descoberta até à reconstrução do aspecto em vida desta tartaruga. As citações que acompanharão este capítulo provêm do livro mencionado, no qual estão publicadas fotografias de escavação e laboratório, esboços, preliminares e parte do desenho tonal a grafite da *Selenemys*. A arte final deste projeto encontra-se ainda reservada para nova publicação.

Como objectivo geral deste projeto temos: a realização de um trabalho de reconstrução paleontológica de forma a adquirir os conhecimentos essenciais e explorar as ferramentas que permitam a prática deste tipo de trabalhos. Trata-se de um exemplo concreto de como se pode reconstruir um animal extinto a partir dos seus restos fósseis. Tanto os objectivos como as técnicas variam de acordo com os exemplares, mas obedecem em regra geral à metodologia apresentada neste relatório. Quanto aos objectivos específicos temos: a elaboração de uma imagem

que representa o aspecto em vida da *Selenemys lusitanica*. Esta imagem deve comunicar de forma natural todas as características externas do animal que sejam interessantes do ponto de vista taxionómico e simular hipóteses comportamentais.

Desta forma, pretende-se que o trabalho cumpra duas funções básicas: ser fiável do ponto de vista científico e esteticamente atrativo ao público geral.

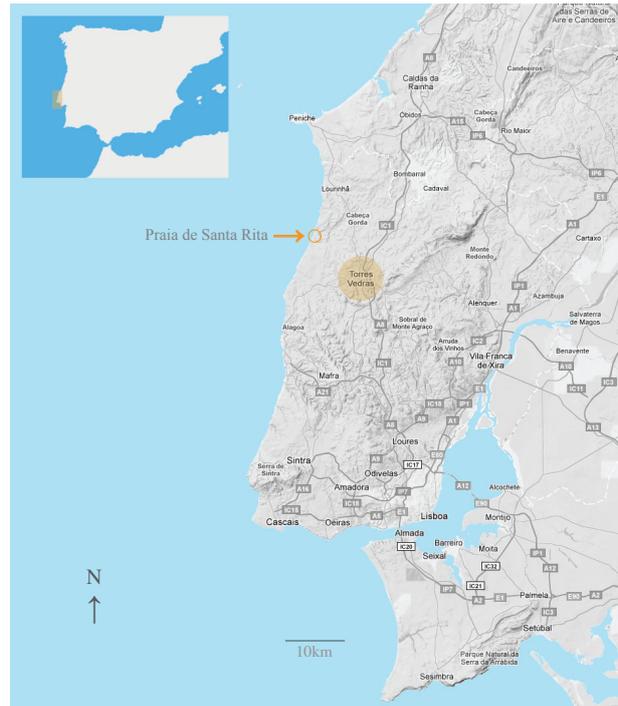


Figura 47 - Localização da Jazida da praia de Santa Rita.

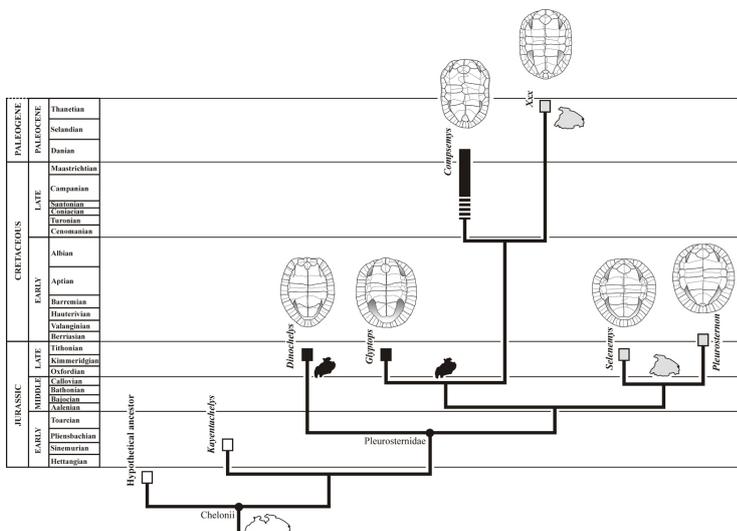
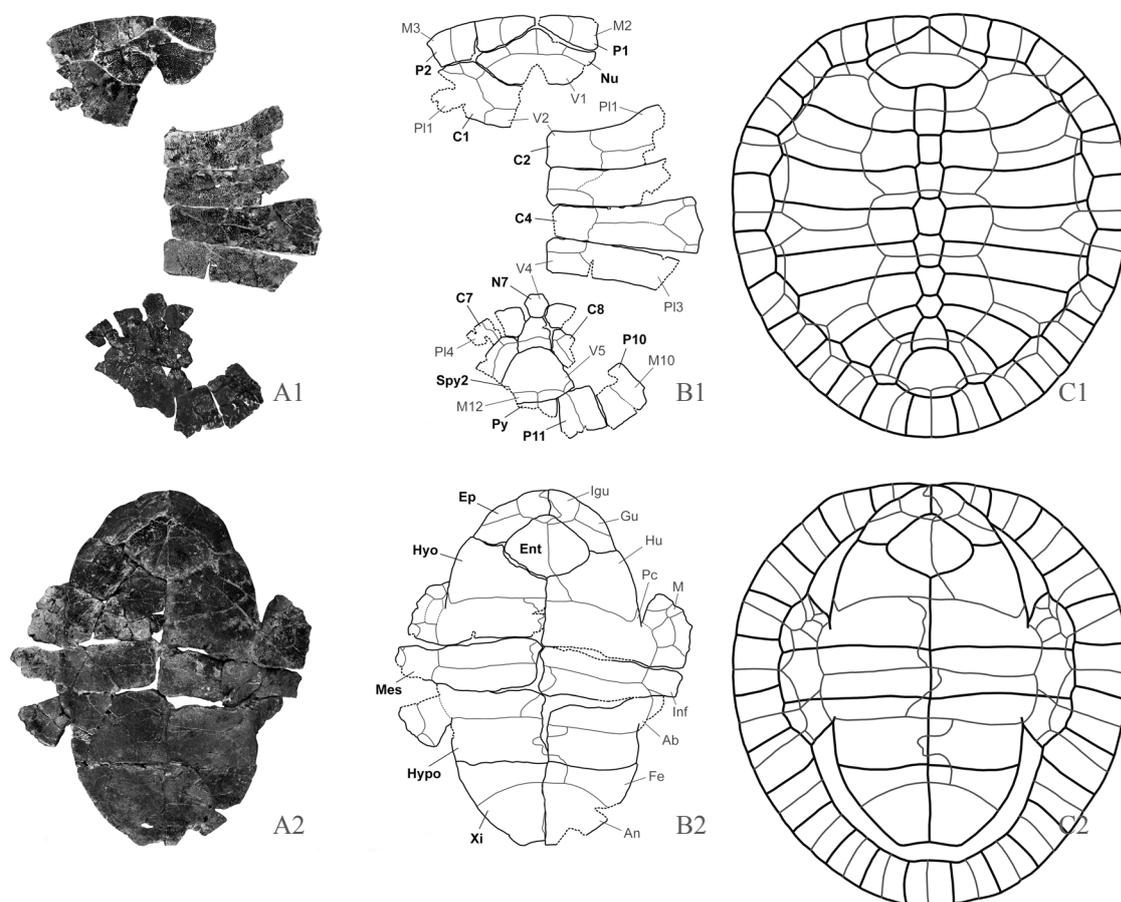


Figura 48 - Cladograma do grupo *Chelonia* com localização da *Selenemys*. © Adán García.

## Vb - Materiais e Métodos

Uma reunião com os Paleontólogos: Francisco Ortega (Orientador) e Adán García nos laboratórios do departamento de Paleontologia da Universidade Autónoma de Madrid marcou o início deste projeto. Nesta reunião foi desenvolvida a proposta de elaborar a reconstrução em vida do novo género de tartaruga *Selenemys lusitanica*. Discutiu-se qual a melhor forma de representar pictoricamente o aspecto em vida desta espécie de tartaruga e foram enumeradas todas as características anatómicas e hipóteses etológicas relevantes para este trabalho. Foi facilitado o acesso ao espólio, fornecidos materiais textuais e gráficos, fotografias do fóssil (A1 - carapaça, A2 - plastrão), os desenhos de interpretação (B1, B2) e a reconstrução esquemática (C1, C2), publicados no artigo do *Journal of Vertebrate Paleontology* 31(1):60-69, January 2011.



**Figura 49** - (A1, A2) fotografias, (B1, B2) desenhos de interpretação e (C1, C2) reconstrução esquemática da carapaça (A1, B1, C1) e plastrão (A2, B2, C2) da *Selenemys lusitanica*. © Adán García.

*El aspecto del caparazón de una tortuga viva viene definido por un patrón externo de escudos córneos. Los límites entre estos escudos quedan marcados, a modo de surcos, sobre las placas óseas que forman el esqueleto por lo que se puede inferir el número y morfología de éstos a partir de un caparazón fósil (Pérez-García 2011).*



Figura 50 - Grupo de emídeos *Trachemys scripta*

*En el caso de Selenemys, el grupo con representantes actuales que debe ser usado como referente es Pancryptodira, y dado que no existen actualmente representantes basales del grupo, el análisis comparativo debe ceñirse a los miembros del nodo Cryptodira. Por este motivo, y debido a la supuesta semejanza ecológica entre Pleurosternidae y Emydidae, es este grupo el que se utiliza fundamentalmente como referencia en los primeros pasos de la reconstrucción de Selenemys (Pérez-García 2011).*

Para melhor interiorização e formulação de ideias, foram realizadas várias deslocções a um pequeno lago urbano onde abundam os emídeos: *Trachemys scripta* (Tartarugas da Flórida). Aqui realizaram-se fotografias e esboços no caderno de campo de forma a estudar os modelos e trabalhar na composição.

Ao estudarem-se diferentes combinações de perspetiva e enquadramento, este trabalho permitiu desenvolver a ideia a nível conceptual e planear a melhor forma de expor a informação pretendida. Ficou definido que se iria representar um grupo de indivíduos aproveitando as distintas posturas, para se mostrar o máximo de caracteres identificativos da espécie. Quando se esboçou uma série de possibilidades, foi feita nova reunião e escolhido o esboço que melhor servia os objetivos.

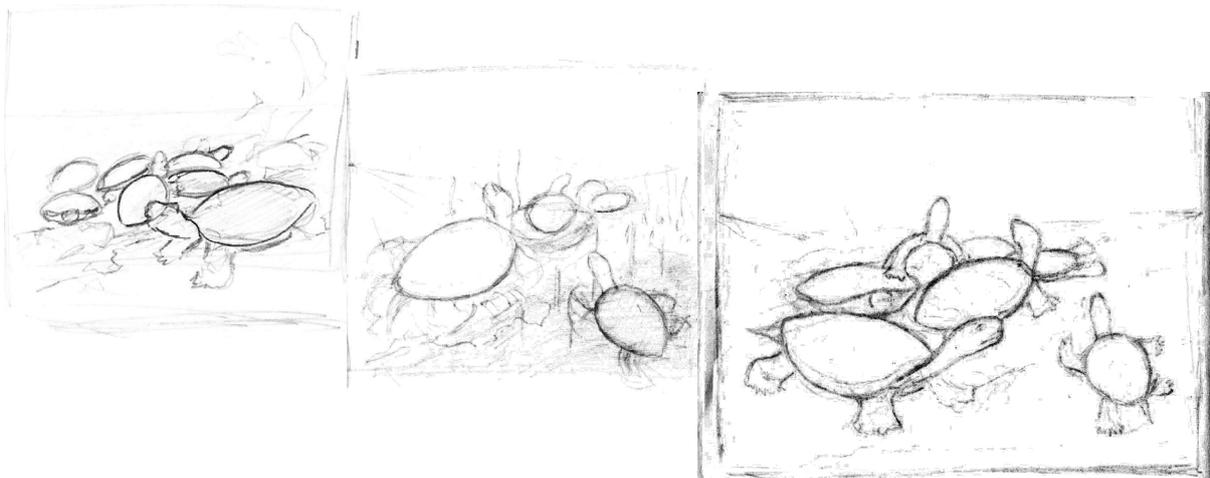


Figura 51 - Esboços do caderno de campo.

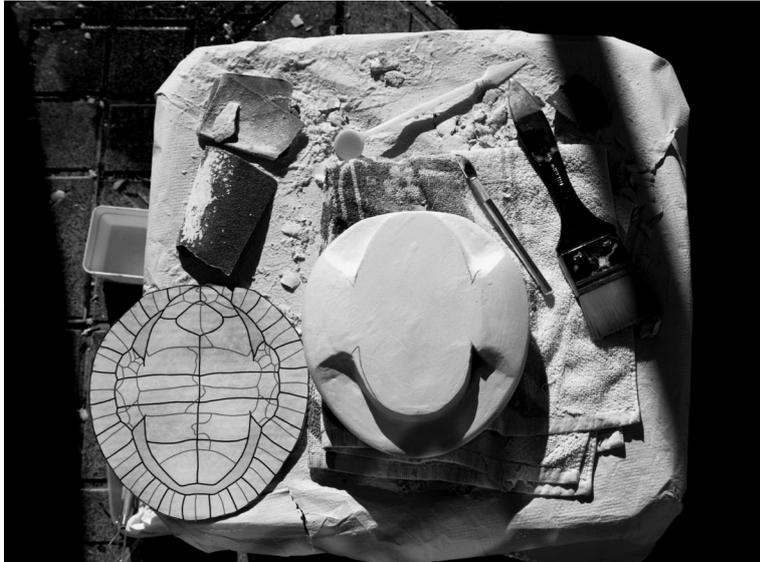
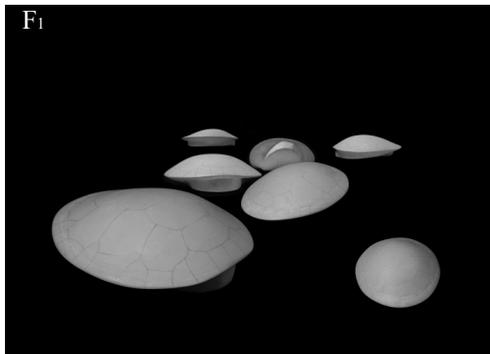


Figura 52 - Construção do modelo, vista ventral.

Em paralelo com o estudo de campo, construiu-se um modelo da carapaça em pasta de modelar, feito a partir dos desenhos de reconstituição mostrados anteriormente na figura 49: C1, C2 e tendo em conta os aspectos morfológicos mencionados no respectivo artigo. Ao longo da modelação a escultura sofreu diversas correções por parte dos especialistas até atingir um aspeto satisfatório.

Obteve-se um objeto tridimensional fiel ao fóssil, que permitiu estudar livremente a forma e o volume da carapaça e testar iluminações de diversos ângulos e pontos de vista distintos. Partindo do esboço anteriormente escolhido como base (figura 51), o modelo da carapaça foi iluminado e fotografado nas distintas vistas correspondentes, sempre com a mesma iluminação. Passaram-se estas fotografias para o computador onde se fez a montagem, no Photoshop, de uma única imagem definindo a escala, perspetiva e sobrepondo os indivíduos. Em seguida, foram recortadas e introduzidas as cabeças, membros e caudas de *Emys orbicularis* na carapaça obedecendo ao movimento de cada indivíduo. Procurando dar corpo à imagem, colocou-se um suporte rochoso e alguns espécimes de *Equizetum* para se criar um contexto natural coerente.



*Teniendo en cuenta los caracteres referentes a la morfología general del caparazón de Selenemys y concretamente a la de algunas de sus áreas (relación longitud/anchura de los lóbulos plastrales y morfología de éstos, presencia o ausencia de escotadura anal, o nugal, etc, la morfología, número y disposición de sus escudos córneos, y la altura estimada para el mismo, se construyó un caparazón tridimensional de Selenemys [...] (Pérez-García 2011).*

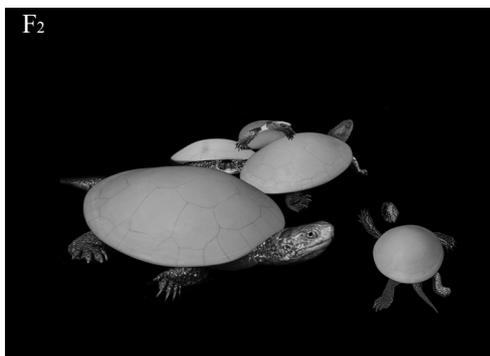


Figura 53 - Fases da fotomontagem para o preliminar.



As cabeças foram corrigidas recortando e imprimindo as zonas isoladamente, refazendo-as a lápis e montando-as novamente no esquema preliminar. Esta imagem foi enviada ao especialista e tal como na reunião anterior marcaram-se os aspetos a corrigir.

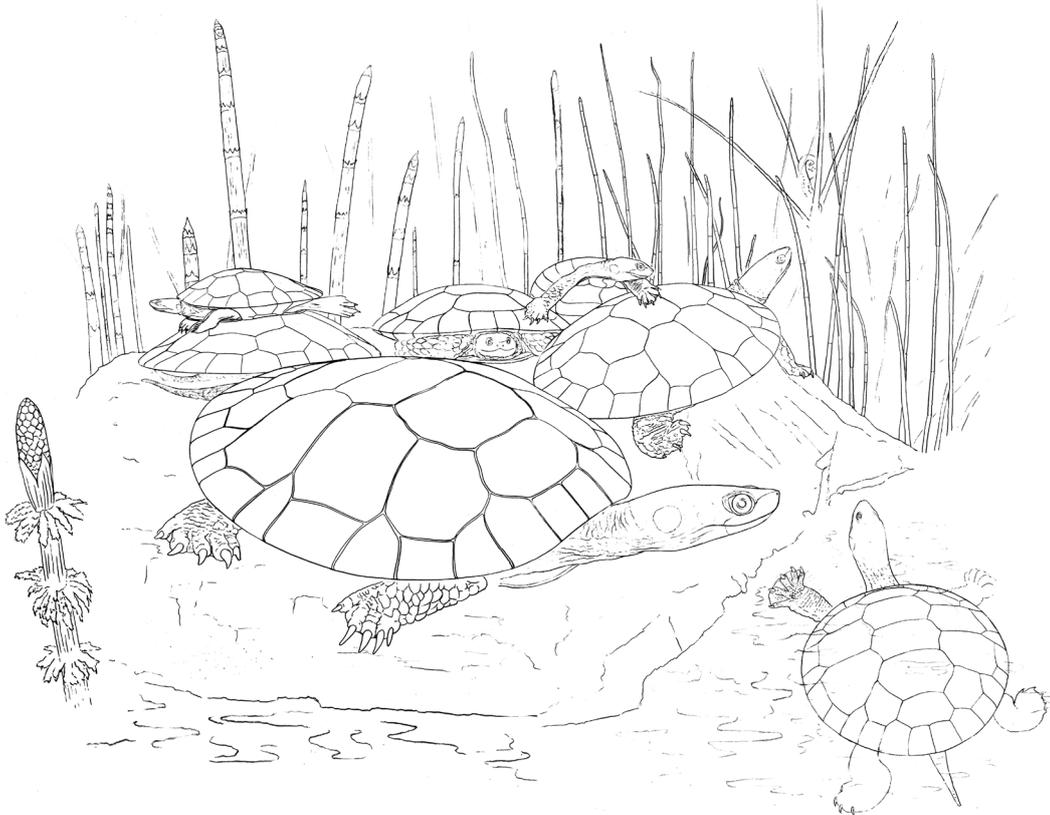


Figura 57 - Preliminar II.

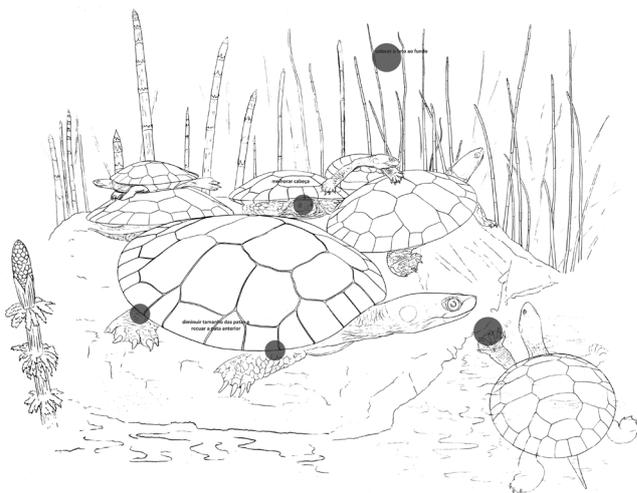


Figura 58 - Segunda revisão do preliminar.

Efetuada todas as correções, o desenho preliminar foi impresso em papel *hotpressed* de 300g, com a opacidade reduzida a 30% e sobre este foi construído o desenho tonal a grafite.

## Vc - Resultados e Discussão

Desde o início ficou decidido que a arte final deste projeto seria executada numa técnica mista: um desenho tonal a grafite e pintura digital com o Adobe Photoshop. O desenho em tom contínuo permitiu resolver a volumetria através do jogo de luz e sombra com a iluminação clássica de direção oblíqua esquerda. Trataram-se também as distintas texturas da carapaça, escamas dos animais, substrato rochoso e superfície da água. Nesta base monocromática reservaram-se algumas áreas a branco e tons claros, de forma a serem posteriormente trabalhadas com a cor.

*[...] se realizó un dibujo a grafito, tratando de dar volumen a los elementos representados y, por tanto, mayor realismo a la escena. Para ello se tuvieron en cuenta diversos aspectos morfológicos, como el patrón ornamental punteado en las placas, que debería manifestarse in vida debido al reducido espesor que generalmente presentan los escudos córneos de los grupos de quelonios dulceacuícolas actuales; el patrón de crecimiento de los escudos; o la longitud relativamente reducida de la parte de la cola que sobresale tras el caparazón, debido a la distancia relativamente grande del borde posterior del plastrón respecto al del espaldar [...]*  
(Pérez-García 2011)

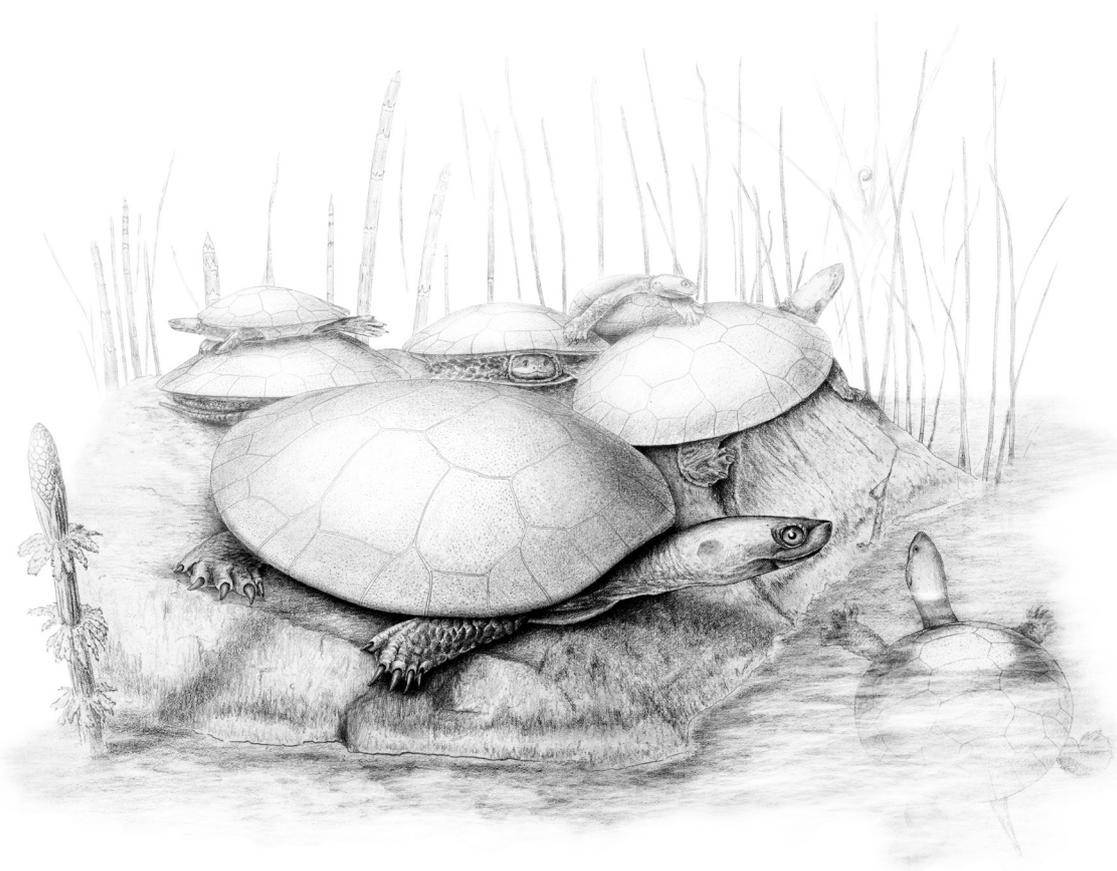


Figura 59 - Desenho tonal a grafite.

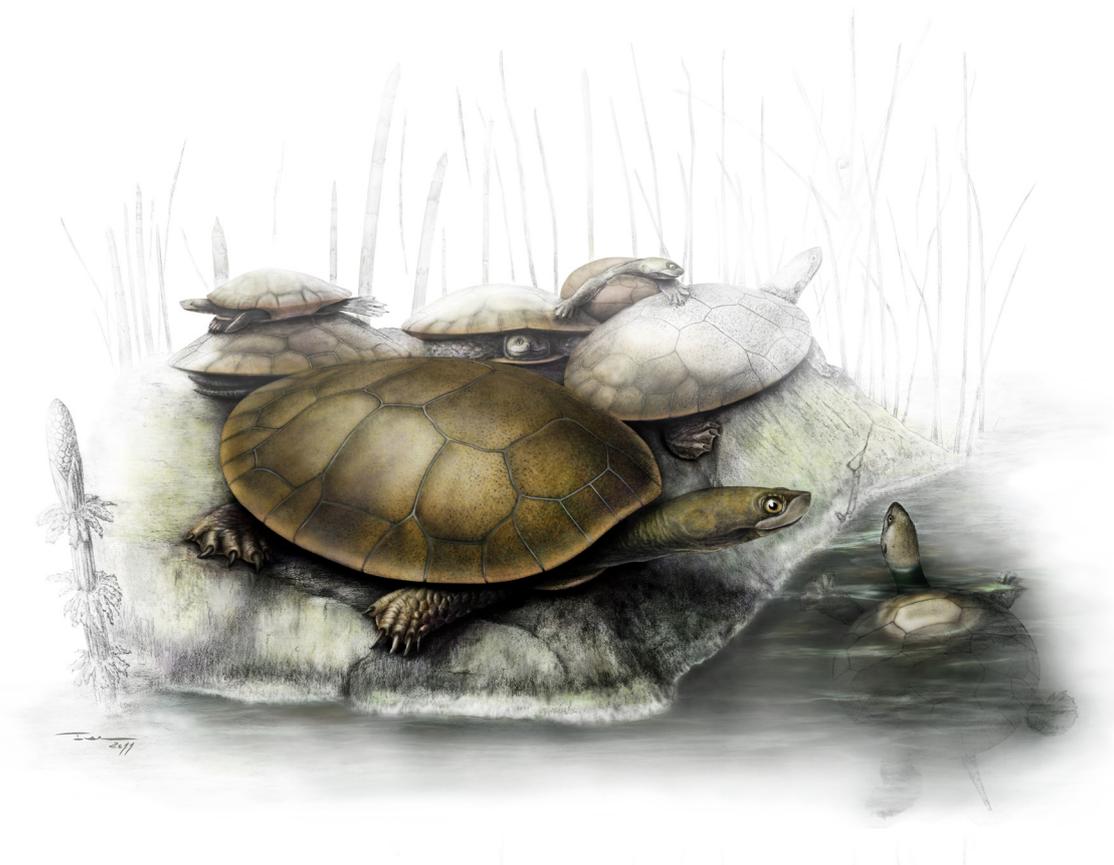


Figura 60 - Arte final.

Finalmente, o resultado deste projeto é uma imagem que ilustra um grupo constituído por sete indivíduos situados na margem de um rio com fraca energia. Todos os indivíduos representam atitudes coerentes com os emídeos atuais. Através desta imagem, podemos observar: como flutuam; movimentam os membros ao nadar; como os mais jovens sobem e permanecem sobre os adultos; como movimentam a cabeça e se recolhem para o interior da carapaça.

A nível taxionómico, através do que se encontra no primeiro plano em vista antero-lateral, observam-se grande parte dos caracteres que diagnosticam a espécie. Em combinação com os restantes indivíduos completa-se esta informação. Mostra-se o número de escudos da carapaça e os mais importantes do plastrão, as proporções do crânio e localização dos órgãos sensoriais, presença de um bico córneo, localização dos membros e caudas em relação à carapaça, o número de dedos terminando em garras e membranas interdigitais. Quanto ao padrão cromático geral, representaram-se os animais: escuros na zona dorsal e claros na ventral, tal como o exemplo mencionado na introdução. Quando o animal está submerso e visto de cima, a silhueta do animal dissipa-se na a escuridão do fundo e ao observá-lo de baixo o tom claro do plastrão confunde-se com a superfície. Este método de camuflagem, ajuda tanto as presas a passarem despercebidas, como os predadores a aproximarem-se de uma possível refeição sem serem detetados.

*[...] se obtuvo una ilustración que representa a un grupo de Selenemys que se considera adecuada tanto al conocimiento de la anatomía del taxón como de pautas de comportamiento inferidas para el grupo y el entorno ambiental más probable. En esta representación puede accederse el aspecto hipotético del taxón Selenemys lusitanica en perspectivas diferentes, identificándose individuos en reposo y otros en posiciones más dinámicas. (Pérez-García 2011).*

## Vd - Conclusões

Executar uma reconstrução paleoambiental é um desafio interessante que combina as hipóteses formuladas por um especialista e as capacidades conceptuais e técnicas do ilustrador. Este projeto é um exemplo de como se pode planear e construir uma imagem de reconstrução em vida a partir dos restos fósseis de um animal extinto.

Pode-se concluir que, neste ramo da ilustração paleontológica, é notória uma liberdade criativa acrescida por parte do ilustrador. No entanto, esta liberdade não deve ser sinónimo de especulação se o objectivo for comunicar ciência de forma coerente. Atualmente, sabe-se que o conhecimento destes seres é cada vez mais aproximado da realidade. Logo, a criatividade deve estar em sintonia com esse conhecimento e registá-lo de forma precisa. Ainda que existam aspectos que se consideram hipotéticos, como algumas cores, padrões e certos comportamentos dos animais, esses fazem sempre parte de hipóteses assumidas no presente que serão alteradas no futuro caso o conhecimento seja atualizado. É comum sentir um desconforto gerado pela dúvida se o que se representa seria real ou se se trata de especulação. No entanto, esse desconforto é reduzido se as imagens obedecerem às hipóteses e forem observarem segundo uma perspetiva dinâmica, aceitando que as ilustrações reúnem o conhecimento existente de uma determinada época, podendo sofrer modificações no futuro.

Partindo do geral para o particular existem diversos casos onde se podem necessitar de imagens deste tipo. Estes vão desde: ilustrar a síntese de todo um período geológico; representações do ecossistema de uma jazida até à focalização numa espécie em concreto inserida no seu habitat. O projeto VI é um exemplo deste último caso. Trata-se de uma paisagem que ilustra o conhecimento atual da espécie *Selenemys lusitânica*, e que foi cuidada de forma a ser esteticamente agradável onde são apresentados estes seres vivos de forma realista e natural. Portanto, por constituir uma harmonia entre ciência e arte, esta imagem satisfaz tanto o público especializado como o leigo curioso.

A nível técnico, neste projeto exploraram-se algumas possibilidades da pintura digital. Este tipo de pintura provou ser vantajoso em vários aspetos. A possibilidade de modelar cada tom numa capa separada (*layer*) permite testar as cores sem comprometer a pintura. Pode-se gravar progressivamente a arte final em diferentes ficheiros, voltando a um anterior se for necessária uma correção. É possível combinar técnicas distintas de pintura no mesmo trabalho, por exemplo, trabalhar a cor de forma opaca ou transparente em qualquer fase da ilustração e ainda aproveitar a textura dada pelo desenho a grafite sobre papel. Também estão disponíveis numerosas ferramentas de seleção, máscaras e efeitos que se podem aplicar à pintura. Estes vão desde texturas em zonas particulares até ao tratamento de imagem generalizado.

Para além do tempo e orçamento disponíveis, o resultado final do trabalho dependerá da forma como se pinta e se aplicam os efeitos. Podem-se obter resultados nas mais variadas linhas estéticas, desde o aspeto artificial esquemático até ao realismo orgânico.

*Actualmente las representaciones del aspecto en vida de vertebrados extintos son frecuentemente utilizadas, dado que, bien utilizados, son un potente vector para transmitir hipótesis científicas. Para su realización es importante tener en cuenta toda la información sedimentológica, sistemática, taxonómica, anatómica, funcional, paleoecológica y de cualquier otra índole que rodea al hallazgo, estudio e interpretación de los taxones analizados. (Pérez-García, 2011).*

## Capítulo VI - Reconstrução em vida (continuação)

### Via - Introdução



Figura 61 - Fóssil de *Sinosauropteryx*.  
[www.palaeo.gly.bris.ac.uk](http://www.palaeo.gly.bris.ac.uk)

Compararam-se os organelos com melanossomas análogos em animais atuais e chegou-se à hipótese de que o animal apresentaria, na cauda, bandas alternadas de laranja e branco.

Neste caso a evidência fóssil permite chegar a uma reconstrução hipotética do *Sinosauropteryx*, onde até a cor da cauda pode ser comprovada. À medida que forem feitas novas descobertas revolucionárias no mundo da paleontologia, poder-se-ão completar as ilustrações com mais informação, logo, mais aproximadas da realidade pretérita.

O *Sinosauropteryx* é um dos exemplos extremos de como se pode atingir um elevado conhecimento sobre um organismo extinto, através dos restos fossilizados. Normalmente, salvo em casos excepcionais, os espécimes são descobertos fragmentados e totalmente desprovidos de outros tecidos orgânicos.

Em janeiro de 2010 foi publicado um artigo na revista *Nature* que expõe ao mundo os primeiros indícios demonstráveis de coloração em dinossauros. Neste artigo apresenta-se a descoberta de dois tipos de melanossomas. Neste caso os organelos produtores de cor estão localizados na cauda do fóssil, nos restos das estruturas primitivas semelhantes às penas atuais. Até à data apenas se tinham detetado estes organelos em aves fósseis.



Figura 62 - Exemplo de uma reconstrução em vida de um outro terópode bem preservado - *hesperonychus*. [www.raul-martin.net](http://www.raul-martin.net). © Raúl Martín.

No capítulo anterior expôs-se um trabalho de reconstrução em vida, de um vertebrado fóssil, focalizado apenas no grupo de organismos estudados. Os restantes elementos da imagem: plantas, rocha e rio não representam interpretações de fósseis descobertos junto da *Selenemys*, nem os estudos geológicos do local, mas sim elementos que coexistiram na mesma época e que são coerentes com as descrições paleobiológicas da zona. Sendo assim, esses elementos, ainda que fundamentados servem apenas de adorno estético.

A principal diferença entre uma reconstrução de um animal em vida e uma reconstrução paleoambiental é o facto de que, na segunda, todos ou praticamente todos os organismos ilustrados são referentes ao registo fóssil estudado. Normalmente este tipo de imagens representa o conteúdo de uma determinada jazida ou reúne o conhecimento de um conjunto de jazidas contemporâneas. Além de se reconstruírem individualmente as espécies de plantas e animais encontrados na jazida, têm-se em conta os estudos sedimentológicos do terreno que permitem reconstruir também o clima e geologia.

No projeto que se apresenta neste capítulo, a imagem final trata de focalizar apenas o género *Allosaurus*. Tanto os animais como os elementos envolventes são interpretações do conhecimento geral sobre o período Jurássico europeu, e não representações de fósseis específicos.

Neste caso pretende-se aprofundar conhecimentos na produção de imagens para o público em geral. Além de transmitir alguma informação científica, pretende-se que a imagem possua uma forte componente estética, procurando o realismo. Como objetivos específicos, pretende-se criar uma única imagem a cores, que represente a comparação de proporções entre um membro juvenil e um adulto de *Allosaurus*, inseridos num habitat simples. A arte final será executada totalmente em pintura digital.

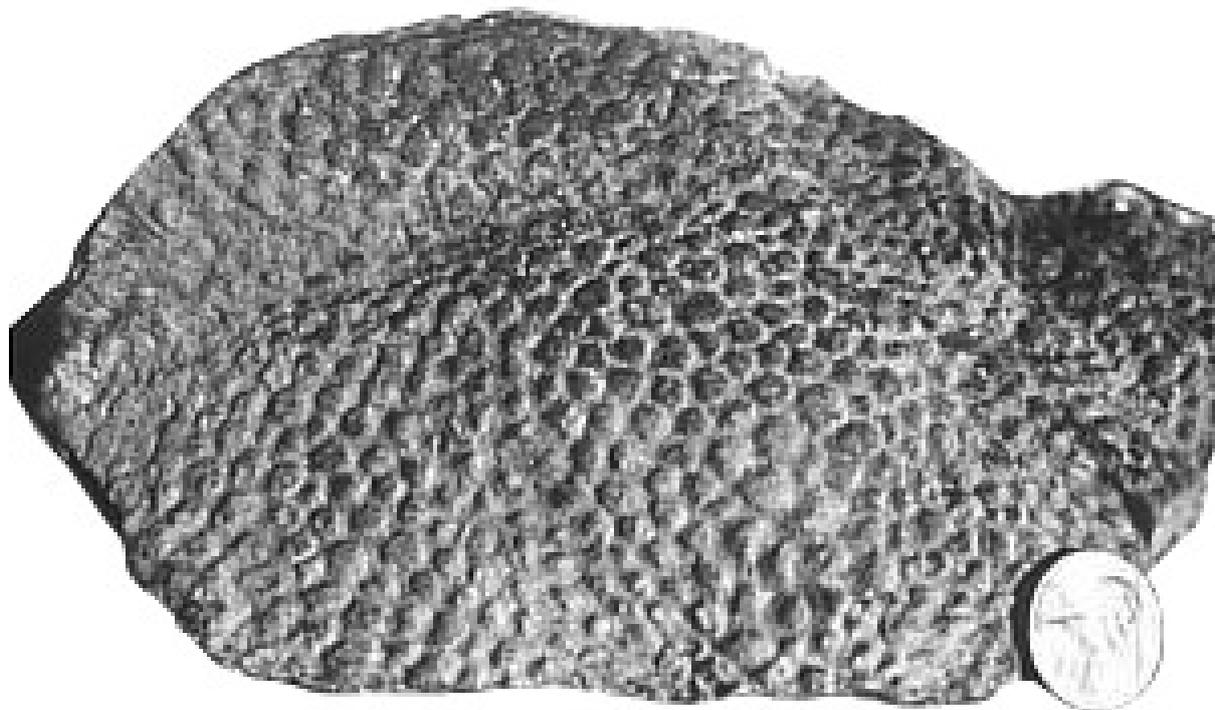


Figura 63 - Exemplo de um molde de escamas de dinosáurio fossilizado, *Hadrosáurio*. [www.alaskamuseum.org](http://www.alaskamuseum.org).

## VIIb - Materiais e Métodos

No início deste projeto discutiram-se uma série de parâmetros de carácter conceptual e funcional, antes de se iniciar o trabalho de pesquisa. Definiu-se que se iria construir uma só imagem e que esta teria de ter uma componente estética elevada para atrair o público em geral. Surgiu a ideia de representar um

espécime fêmea de *Allosaurus* junto à suas crias. Quanto à composição visualizou-se um plano contra-picado colocando uma das crias em primeiro plano, em vista lateral, perseguindo um insecto e a progenitora agachada ao fundo aparecendo por debaixo dessa cria.

Terminadas as questões conceptuais iniciou-se a pesquisa bibliográfica e imagiológica. Escolheu-se uma reconstrução esquelética de *Allosaurus* fiável e imprimiu-se em formato panorâmico. Mediram-se todas as estruturas principais do animal: cabeça, pescoço, coluna, cauda, membros e a cintura pélvica. Cortaram-se pedaços de arame com as medidas dessas estruturas e montou-se uma forma tridimensional que representaria o cerne do animal, entrelaçando o arame com o cuidado de não perder as medidas e manter as proporções do esqueleto. Completou-se a estrutura unindo com arame mais fino, e cubrindo com malha metálica os limites da caixa torácica e outras zonas volumosas correspondentes ao crânio, cochas, pés e mãos. Testaram-se variadas posturas aproveitando a flexibilidade do arame. Combinaram-se torções do pescoço, movimento da cauda e membros, tendo em conta o equilíbrio e biomecânica do animal. Ao estabelecer a postura desejada, aparafusou-se a estrutura a uma placa de mdf, fixando-a perto do centro gravítico, neste caso junto ao acetábulo púbico. Estudaram-se várias reconstruções musculoesqueléticas de *Allosaurus* e também de animais análogos: avestruzes e outras aves corredoras de grande porte. Procedeu-se ao enchimento dos principais grupos musculares com pasta de modelar. O enchimento foi progressivo e feito a partir do ponto de fixação. Foram feitas várias correções: cortando, lixando e adicionando mais pasta até concluir o modelo.

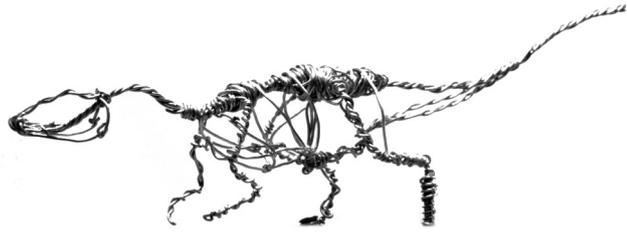


Figura 64 - Experiência de construção da estrutura interna para a construção dos modelos.

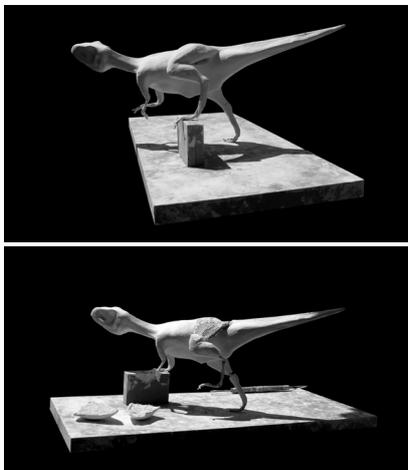


Figura 65 - Fase de correção do modelo.



Figura 66 - Conclusão do modelo de *Allosaurus* juvenil em pasta de modelar.

Com ambos os modelos concluídos procedeu-se ao estudo da luz sobre os objetos. Observaram-se os modelos com luz artificial de vários ângulos e focos, e também no exterior expostos à luz solar. Decidiu-se que se iriam fotografar sob condições de luz natural. Colocaram-se sobre uma base sólida e com um fundo de tom azul homogêneo, de forma a facilitar o trabalho posterior de limpeza no photoshop. Ao longo de várias fases do dia observaram-se e fotografaram-se os modelos, registando as variações de direção, intensidade e tonalidades da luz.



Figura 67 - Estudo de composição.

Concluído este estudo, colocaram-se os animais de acordo com a composição definida inicialmente e fotografaram-se nas condições de luz escolhidas: o amanhecer. Para completar o trabalho de pesquisa, visitou-se o jardim botânico de Madrid e fotografaram-se várias espécies de plantas que existiriam no jurássico, nomeadamente Coníferas, *Cedrus*, *Cycas* e Pteridófitas. Também foram fotografados diversos tipos de solo, raízes e manto orgânico.

No photoshop, retiraram-se os fundos azuis e bases de madeira das fotografias dos modelos e recortaram-se as árvores e plantas fotografados no jardim botânico. Criou-se um novo arquivo estabelecendo o formato final da imagem: 40x28cm a 300 *dpi*. Iniciou-se a foto-montagem, colocando cada elemento numa *layer* distinta e testando variadas combinações de vegetação e arranjo dos animais. Apresentaram-se algumas opções ao orientador e discutiu-se qual destas servia melhor os objetivos. Resolvidos os temas de composição, forma e volume dos animais, procedeu-se ao estudo da textura. Selecionaram-se diversas fotografias de répteis e aves atuais, que apresentam escamas análogas às descritas em espécies de dinossauros terópodes, e estudaram-se os padrões de disposição das escamas a longo do corpo dos animais. Progressivamente recortaram-se zonas específicas dos corpos dos répteis e aves, utilizando as diversas ferramentas de seleção do photoshop, e construiu-se a textura dos modelos. Para adaptar cada segmento ao modelo, este foi rodado, invertido, ampliado, reduzido ou distorcido com a ferramenta *transform*.

Em seguida gravaram-se todos os segmentos numa mesma *layer*, modificou-se para o modo *greyscale* e aumentou-se a exposição até se ficar apenas com os cortornos mais escuros das escamas. O mesmo processo foi utilizado para as texturas das árvores, plantas, libélula e solo. Gravaram-se os distintos planos e silhuetas dos animais em *layers* distintas e pintou-se toda a peça utilizando uma técnica semelhante à pintura acrílica.



Figura 68 - Fase inicial da pintura digital.

## Vic - Resultados e Discussão

O género *Allosaurus* está representado no registo fóssil de várias jazidas portuguesas e norte americanas, fator que reforça a teoria da deriva continental. Portanto é fácil encontrar publicações de confiança com estudos filogenéticos e reconstruções músculoesqueléticas. Este facto condicionou a escolha dos animais a representar porque permitiu acelerar o trabalho de pesquisa e centrar o esforço na reconstrução em vida.

O objetivo específico deste trabalho é mostrar as diferenças de proporção morfológica entre o animal adulto e o juvenil. Neste observa-se que as dimensões da cabeça e membros em relação ao corpo são maiores do que no adulto (característica observável em esqueletos fósseis de embriões). A forma arredondada da cabeça, a ausência de cristas pronunciadas e o movimento “desajeitado” do animal são outras diferenças que se podem observar. Junto à progenitora colocou-se uma segunda cria de forma a poder comparar as escalas e resolver o problema da distância em relação ao juvenil em primeiro plano.

Tal como se mencionou no capítulo IV as impressões descritas de escamas de dinosáurios terópodes apresentam geometria hexagonal e distribuição em fila por todo o corpo. Nos répteis utilizados para a construção da textura, as escamas apresentam fileiras e forma alongada. Por esse motivo deformaram-se todos os segmentos utilizados e na modelação pictórica redefiniram-se as formas de cada escama para corresponder às descrições. Quanto ao volume é possível verificar o conjunto os músculos é a principal estrutura que define os contornos do animal exceto nas zonas do crânio e extremidades dos membros.

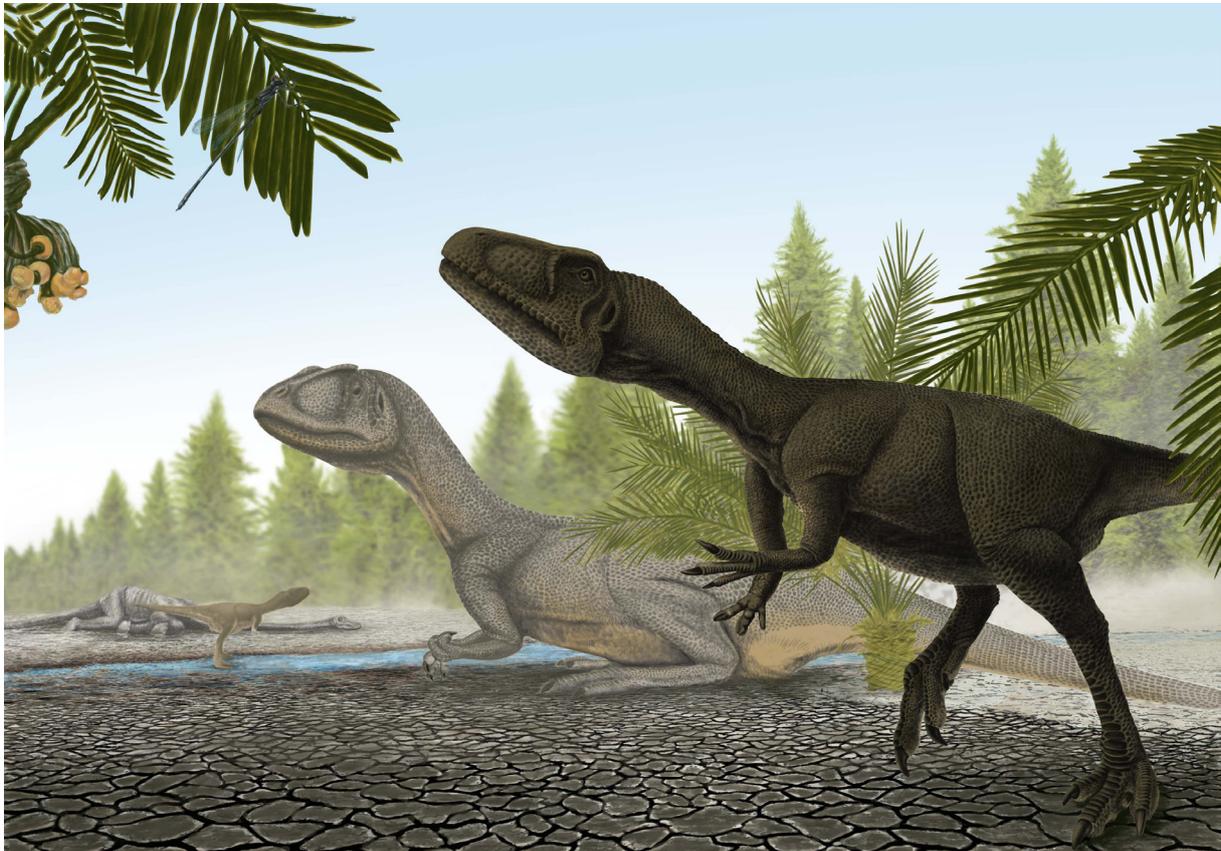


Figura 69 - Arte final.

## VId - Conclusões

Na reconstrução em vida de vertebrados fósseis, é imprescindível passar pelo estudo filogenético e trabalho prévio de reconstrução esquelética e muscular dos animais. Apenas desta forma o resultado estará fundamentado. Assim, conclui-se que o modelo escolhido para este exemplo de reconstrução em vida: o *Allosaurus*, foi apropriado, na medida em que as reconstruções que serviram de base no estudo preliminar sofreram inúmeras revisões ao longo do tempo e estão aceites pela comunidade científica.

Além da preocupação com as características morfológicas e etológicas dos animais existem outros aspetos a ter em consideração e alguns princípios básicos. A não ser que se trate de uma síntese, devem-se colocar na imagem apenas indivíduos pertencentes ao mesmo período geológico e distribuição geográfica. A geologia do terreno, o clima e as espécies vegetais também devem ser coerentes com as descrições publicadas.

Segundo os princípios da cladística é plausível assumir que o género *Allosaurus* apresentava cuidados parentais, uma vez que esse padrão de comportamento é observado atualmente nos crocodilos e arcosáurios, *clados* que partilharam um ancestral comum do grupo tetanurae, onde se coloca o *Allosaurus*.

Tal como se concluiu no capítulo V, quanto à tecnologia escolhida para a arte final deste trabalho, a pintura digital mostrou ser vantajosa em vários aspetos: a rapidez de execução; poder transportar e mostrar ao especialista a peça em fase de construção sem correr o risco de a danificar; ampliar, reduzir e rodar a imagem rapidamente; a capacidade de correção e modelação da cor em *layers*; a possibilidade de aplicar diferentes técnicas de pintura na mesma imagem, transparências e opacidades e de guardar por tempo indefinido os tons cromáticos aplicados; a aplicação de ferramentas de tratamento de imagem e poder guardar progressivamente em ficheiros os vários estágios da pintura.

A estética da peça depende da técnica utilizada, do tempo e orçamento disponíveis. Esta tecnologia permite tanto acabamentos artificiais e esquemáticos, como resultados que captam o aspeto orgânico e realista dos modelos.

O facto de se necessitar equipamento dispendioso, conhecimentos de software, adaptação às mesas digitalizadoras, não existir contacto direto com a peça, nem existir fisicamente um original, são alguns dos aspetos que podem tornar esta tecnologia menos apreciada.

As cores escolhidas são a característica menos comprovada da imagem, uma vez que, no caso dos dinosáurios deste género, não existe registo fóssil que descreva a coloração do revestimento exterior. Ainda assim seguiram-se princípios comentados no capítulo anterior, quanto às tonalidades mais escuras no dorso do que no ventre. No caso das plantas optou-se por pintar os *Cedrus* e *Cycas*, com as cores dos membros atuais, tal como o insecto.

## Conclusão

Os distintos ramos abordados são separados individualmente em distintos temas com a intenção de facilitar a visualização individual de cada um deles. Na realidade esta separação só faz sentido se o objetivo for elaborar ou analisar artes finais num determinado ramo. Chega-se à conclusão que para executar uma arte final num determinado ramo é necessário passar pelo estudo do ramo anterior, ou seja, se o objectivo for a produção de uma prancha onde se reconstroem os músculos de um determinado membro, é necessário o ilustrador ter estudado como se apresenta o esqueleto completo e por sua vez que características filogenéticas possuem esses restos. Portanto, deve-se seguir este caminho lógico. Isto não significa que o ilustrador tenha de produzir material gráfico, de carácter final, em cada uma das etapas até chegar por exemplo a uma reconstrução paleoambiental. Significa apenas que devem ser feita uma sequência de estudos até lá chegar.

Portanto, deve-se considerar cada caso individualmente. A escolha das tecnologias e técnicas utilizadas na execução das artes finais, deve ser aplicada de acordo com os objectivos estipulados pelo autor ou pelo cliente. Por exemplo, em certos casos é preferível a linha-clara para representar esquematicamente uma reconstrução em vida ou construir um cladograma colocando em cada ramo imagens elaboradas de dinossáurios. A questão é optar por uma estética que esteja em sintonia com os objetivos.

Embora na maioria dos casos exista preferência por encomendar trabalhos a artistas especializados num determinado tema, dos quais já se conhecem os resultados e a sua marca, numa determinada linha gráfica em se tenha destacado e se sinta cómodo, o ilustrador atual, numa fase de entrada no mercado, deve estar atualizado. Deve ser flexível quanto ao tema e desenvolver linhas gráficas distintas de forma a ser versátil e possuir capacidade de resposta a novas oportunidades de trabalho a fim de poder descobrir qual o seu ponto forte e estilo. No caso de ilustração profissional, além da necessidade de dominar o máximo possível de tecnologias e conseguir produzir trabalhos apreciados, o resultado do trabalho é proporcional ao tempo e orçamentos disponíveis. À medida que aumenta o tempo e orçamento, aumenta a dedicação e como consequência a arte final pode ser mais ou menos elaborada.

É também aconselhada a formação académica, ou semelhante, na área científica a que o ilustrador se dedica, neste caso a Paleontologia. Isto irá facilitar a compreensão das propostas apresentadas e a comunicação com os especialistas ou outras entidades. Também se criará autonomia, permitindo o desenvolvimento de projetos pessoais consistentes.

No caso da ilustração paleontológica, esta deve acompanhar as necessidades da ciência à qual está vinculada: a Paleontologia. Naturalmente esta ciência evolui e as áreas de investigação adquirem novas necessidades a nível de comunicação visual. Isto significa que, se o ilustrador pretende acompanhar a linha da frente da investigação científica e responder às suas exigências, este deve estar atualizado e interessado em desenvolver novos conhecimentos teóricos e técnicos. Um exemplo atual é o caso da utilização da modelação, renderização e animação digital em três dimensões combinadas com as técnicas de imagiologia tomográfica, por exemplo, os trabalhos recentes de Whitmer. Isto não deve significar que as demais técnicas caiam em desuso e sejam substituídas por esta tecnologia mas sim considerar esta oportunidade como uma porta aberta a mais uma ferramenta de comunicação visual para satisfazer as necessidades da ciência.

A nível pessoal, além de sentir necessidade de aprofundar todas tecnologias e técnicas abordadas neste estágio e entrar na etapa seguinte de reconstrução paleoambiental, sinto necessidade de aprender as tecnologias de modelação e animação em 3D.

## Bibliografia

BARRET, Paul M. ; RAYFIELD, Emily J. - **Ecological and evolutionary implications of dinosaur feeding behaviour**. Elsevier Ltd, 2006.

BENSON, Roger B. J. - **A description of Megalosaurus bucklandii (Dinosauria: Theropoda) from the Bathonian of the UK and the relationships of Middle Jurassic theropods**. Linnean Society, 2009.

BENSON, Roger B. J.; XING, Xu -**The anatomy and systematic position of the theropod dinosaur Chilantaisaurus tashuikouensis Hu, 1964 from the Early Cretaceous of Alanshan, People's Republic of China**. Cambridge university press, 2008.

CABALLERO, Emilio J. López; SUÁREZ, Gonzalo Pérez - **Metodos de analisis en la reconstrucion filogenetica**. Alcalá de Henares, Madrid: Universidad de Alcalá, 1999.

DEBELMAS, Jaques; MASCLE, Georges - **As Grandes Estruturas Geológicas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2002. [389]. (Manuais Universitários). ISBN 972-31-0972-7.

ESTRELA, Edite (org.) - **Saber Escrever: Uma Tese e Outros Textos**. [5ª ed.]. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 2006. ISBN 978-972-20-3173-8.

EDWARDS, B. - **The new drawing on the Right Side of the Brain**. New York: Penguin Putnam Inc., 1999. ISBN - 1-58542-195-2.

EDWARDS, B. - **Color: A course in mastering the art of mixing colors**. New York: Penguin Putnam Inc., 2004. ISBN 1-58542-199-5.

FASTOVSKY, David E.; WEISHAMPEL, David B.; SIBBIK, John - **Dinosaurs: A Concise Natural History**. Cambridge: University Press, 2009. ISBN-13 978-0-511-47941-0.

GELLER, Judith B. (org.) - **O Corpo Humano: como nunca o viu**. Atlanta, Geórgia: Premier Exhibitions, Inc., 2007. [63]. Publicação em conjunto com a exposição Bodies the Exhibition. ISBN 0-9771661-0-4.

GHETIE, V. - **atlas de ANATOMIA de las AVES DOMESTICAS**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1981. ISBN 84-283-1138-2.

GROTZINGER, John (org.) - **Understanding Earth**. [5ª ed.]. New York: W. H. Freeman and Company, 2007. [579]. ISBN 0-7167-6682-5.

GURNEY, James - **Color and Light: A guide for the realist painter**. Kansas City, Sydney, London: Andrews McMeel Publishing, LLC, 2010. ISBN 978-0-7407-9771-2.

HUTCHINSON, John R. - **The evolution of pelvic osteology and soft tissues on the line to extant birds (Neornithes)**. Berkeley: University of California, 2001.

HODGES, Elaine R. S. (org.) - **The Guild Handbook of Scientific Illustration**. [2<sup>a</sup> ed.]. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2003. [623]. ISBN 0-471-36011-2.

LANGER, C. Max; BENTON, Michael J. - **Early Dinosaurs: A Phylogenetic Study**. United Kingdom, The Natural History Museum. 2006.

MALAFAIA, Elizabete; ORTEGA, Francisco; ESCASO, Frenando; DANTAS, Pedro; SILVA, Bruno - **Nova evidência de Ceratosaurus (Theropoda, Ceratosauria) no Jurássico Superior da Bacia Lusitânica (Portugal)**.

MADSEN, Welles - **Ceratosaurus a Revised Osteology**. Utah Geological Survey, 2000. ISBN 1-55791-380-3.

MADSEN, Welles - **Allosaurus fragilis a Revised Osteology**. Utah Geological Survey. 1993.

MAHONEY, Roy (org.) - **Laboratory Techniques in Zoology**. [2<sup>a</sup> ed.]. London: Butterworth & Co Ltd, 1973. [518]. ISBN 0-408-70467-5.

MALLISON, Heinrich - **CAD assessment of the posture and range of motion of *Kentrosaurus aethiopicus***. Swiss Geological Society, 2010.

MASSIORINI, Manfredo - **Ver pelo Desenho: aspectos técnicos, cognitivos, comunicativos**. Lisboa: Edições 70, 1996. [201]. ISBN 972-44-0716-0.

MATEUS, Amílcar - **Fundamentos de Zoologia Sistemática**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1989. [305]. (Manuais Universitários). ISBN 972-31-0506-3.

MATEUS, Octávio; ANTUNES, Miguel Telles - **Dinosaurs of Portugal**. Editorial Board, 2003.

MATTHEW, T. Carrano; SCOTT, D. Sampson - **The Phylogeny of Ceratosauria**. 2008. *Journal of Systematic Palaeontology* 6 (2): 183–236.

MATTHEW, T. Carrano; SCOTT, D. Sampson; CATHERINE, A. Forster - **The Osteology of *Masiakasaurus knopfleri***. Society of Vertebrate Paleontology, 2002.

PARRAMÓN, José M. - **A perspectiva na Arte**. Lisboa: Editorial Presença, 1994. [112]. (Desenhar e Pintar). ISBN 972-23-1789-X.

PÉREZ GARCIA, Adán (org.) - **Viajando a MUNDOS PRETÉRITOS**. Ayuntamiento de Morella, 2011.

PÉREZ GARCIA, Adán (org.) - ***Plesiochelys* sp. (Testudines, Eucryptodira) de la Fm. Freixial (Jurássico Superior) en Ulsa (Torres Vedras, Portugal)**. *Palaeontologica Nova*. SEPAZ 2008.

PÉREZ-GARCÍA, Adán; ORTEGA, Francisco - *Selenemys lusitanica*, gen. et sp. nov., a new pleurosternid turtle (Testudines: Paracryptodira) from the Upper Jurassic of Portugal. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 31: 1, 60 — 69.

SAINZ, José Luis - **CAZADORES DE DRAGONES: HISTORIA DEL DESCUBRIMIENTO E INVESTIGACIÓN DE LOS DINOSAURIOS**. Barcelona: Ariel, S.A., 2007. ISBN 978-84-344-5316-9

SPENCER, G. Lucas (org.) - **GLYPTOPS (TESTUDINES, PLEUROSTERNIDAE) FROM THE UPPER JURASSIC MORRISON FORMATION, NEW MEXICO**. Foster, J.R. and Lucas, S.G., eds., 2006, *Paleontology and Geology of the Upper Jurassic Morrison Formation*. New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin 36.

SZUNYOGHY, András; FEHÉR, Gyorgy - **ESCUELA DE DIBUJO DE ANATOMIA**. Barcelona: LocTeam, S.L. 2006. ISBN 3-8331-2528-4.

WEISHAMPEL, David B.; DODSON, Peter; OSMÓLSK, Halszka - **The Dinosauria**. University of California Press, 2004. ISBN 0-520-24209-2.

WITHFIELD, Philip - **História Natural da Evolução**. [ 2222<sup>a</sup> ed.]. Lisboa / São Paulo: Editorial Verbo, 1994. [220]. ISBN 972-22-1424-1530104.

WITMER, Lawrence M. (org.) - **CRANIAL OSTEOLOGY OF A JUVENILE SPECIMEN OF TARBOSAURUS BATAAR (THEROPODA, TYRANNOSAURIDAE) FROM THE NEMEGT FORMATION (UPPER CRETACEOUS) OF BUGIN TSAV, MONGOLIA**. 2011. *Journal of Vertebrate Paleontology* 31(3):497–517.

*Gaya: revista de geociências*. A. M. Galopim de Carvalho. MNHN da Universidade de Lisboa. Nº 15. Lisboa: Ciência Gráfica, Artes Gráficas, Lda. (1998). Tema deste número: “Aspects of Theropod paleobiology”. ISSN 0871-5424.

*Paleohusitana: revista de paleontologia e paleoecologia*. Francisco Ortega Coloma. ALT – Sociedade de História Natural. Nº 1. Torres Vedras: A3/ Artes Gráficas, Lda. (2009). Contém as actas do VII Encontro de Jovens Investigadores em Paleontologia. ISSN 1647-2756.

*Paleontology: The cranial morphology of a new lower cretaceous turtle from southern England*. Jeanne Evans. Nº 18. (1975).

*Super Interessante: Pterossauros os pioneiros da aviação*. Carlos Madeira. All Media Edições, Publicidade e Distribuição, Lda. Nº121. Lisboa: VASP Distribuição de Publicações, Lda. (2008). ISSN 5-601753-002096.

*The anatomical record: The Paranasal Sinuses: The last frontier in craniofacial Biology*. Lawrence M. Whitmer. Vol. 291, Nº 11. Athens, Ohio: Ohio University. (2008).

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> - Tabela da escala do tempo geológico. —————	Pág. 8
<b>Figura 2</b> - Cladograma simplificado da super-ordem <i>Dinosauria</i> . —————	Pág. 9
<b>Figura 3</b> - Cladograma simples da sub-ordem <i>Theropoda</i> . —————	Pág. 10
<b>Figura 4</b> - Desenho das vistas a linha clara, projeto cladograma. —————	Pág. 11
<b>Figura 5</b> - Vetorização e marcação dos caracteres, projeto cladograma. —————	Pág. 11
<b>Figura 6</b> - Prancha 1 de descrição dos caracteres e sinapomorfias, projeto cladograma. —————	Pág. 12
<b>Figura 7</b> - Prancha 2 de descrição dos caracteres e sinapomorfias, projeto cladograma. —————	Pág. 13
<b>Figura 8</b> - Prancha final do projeto Cladograma. —————	Pág. 14
<b>Figura 9</b> - Placa dorsal de <i>Stegosaurus unguatus</i> . Litografia de Emil Crisand. —————	Pág. 16
<b>Figura 10</b> - Húmero de <i>Stegosaurus unguatus</i> . Litografia de Emil Crisand. —————	Pág. 16
<b>Figura 11</b> - Mapa de Localização da jazida de valmitão, projeto <i>Ceratosaurus</i> . —————	Pág. 17
<b>Figura 12</b> - Cladograma da Filogenia do grupo Ceratosauria. —————	Pág. 17
<b>Figura 13</b> - Epífise da tíbia em vista lateral, exercício de quatro técnicas, projeto <i>Ceratosaurus</i> . ———	Pág. 18
<b>Figura 14</b> - Exercício de quatro técnicas, repetição da técnica a grafite, projeto <i>Ceratosaurus</i> . ———	Pág. 18
<b>Figura 15</b> - Fotografias do fêmur de <i>Ceratosaurus</i> e Esquemas preliminares. —————	Pág. 19
<b>Figura 16</b> - Marcação de caracteres e sinapomorfias, desenho vectorial, projeto <i>Ceratosaurus</i> . ———	Pág. 19
<b>Figura 17</b> - Desenho tonal do Fêmur em vista medial, projeto <i>Ceratosaurus</i> . —————	Pág. 19
<b>Figura 18</b> - Prancha do fêmur, projeto <i>Ceratosaurus</i> . —————	Pág. 20
<b>Figura 19</b> - Prancha da tíbia, projeto <i>Ceratosaurus</i> . —————	Pág. 21
<b>Figura 20</b> - Conjunto do sacro, <i>Psitacosaurus</i> de Paul Sereno, projeto <i>Dacentrurus</i> . —————	Pág. 23
<b>Figura 21</b> - Reconstrução esquelética de <i>Estegosaurus</i> de Gregory Paul, projeto <i>Dacentrurus</i> . ———	Pág. 23
<b>Figura 22</b> - Mapa de Localização da jazida da praia vermelha, projeto <i>Dacentrurus</i> . —————	Pág. 24
<b>Figura 23</b> - Cladograma da sub-ordem <i>Thyreophora</i> , projeto <i>Dacentrurus</i> . —————	Pág. 24
<b>Figura 24</b> - Vista lateral do espigão anterior esquerdo, processo, projeto <i>Dacentrurus</i> . —————	Pág. 25
<b>Figura 25</b> - Prancha a linha-clara do espigão anterior esquerdo, projeto <i>Dacentrurus</i> . —————	Pág. 26
<b>Figura 26</b> - Esboço para a reconstrução esquelética final da cauda, projeto <i>Dacentrurus</i> . —————	Pág. 26
<b>Figura 27</b> - Vista lateral da reconstrução da cauda, projeto <i>Dacentrurus</i> . —————	Pág. 27
<b>Figura 28</b> - Vista dorsal da reconstrução da cauda, projeto <i>Dacentrurus</i> . —————	Pág. 27
<b>Figura 29</b> - Vista posterior da reconstrução da cauda, projeto <i>Dacentrurus</i> . —————	Pág. 28
<b>Figura 30</b> - Esquema da Deformação da vértebra caudal. —————	Pág. 28
<b>Figura 31</b> - Prancha da Reconstrução esquelética da cauda do <i>Dacentrurus</i> . —————	Pág. 29
<b>Figura 32</b> - Fotografia de um Esqueleto de <i>Dromaius</i> atual. —————	Pág. 31
<b>Figura 33</b> - Fases de reconstrução de um <i>Allosaurus</i> , de Scott Hartman. —————	Pág. 31
<b>Figura 34</b> - Reconstrução de um <i>Allosaurus</i> em vida, de Raúl Martín. —————	Pág. 31
<b>Figura 35</b> - Mapa de Localização da jazida de cambelas, projeto <i>Allosaurus I</i> . —————	Pág. 32
<b>Figura 36</b> - Cladograma <i>Dinosauria</i> , projeto <i>Allosaurus I</i> . —————	Pág. 32
<b>Figura 37</b> - Fotografia das falanges e metatarsos, projeto <i>Allosaurus I</i> . —————	Pág. 33
<b>Figura 38</b> - Esquema preliminar final, projeto <i>Allosaurus I</i> . —————	Pág. 33
<b>Figura 39</b> - Fotografia do início da dissecação de uma pata de <i>Gallus gallus</i> ♀. —————	Pág. 34
<b>Figura 40</b> - Preliminar para o esquema de tecidos moles da pata, projeto <i>Allosaurus I</i> . —————	Pág. 34
<b>Figura 41</b> - Arte final da articulação dos fósseis da pata, projeto <i>Allosaurus I</i> . —————	Pág. 35
<b>Figura 42</b> - Reconstrução óssea simples, projeto <i>Allosaurus I</i> . —————	Pág. 36
<b>Figura 43</b> - Esquema de representação dos tecidos moles, projeto <i>Allosaurus I</i> . —————	Pág. 36
<b>Figura 44</b> - Arte final da Reconstrução em vida, projeto <i>Allosaurus I</i> . —————	Pág. 37

<b>Figura 45</b> - Exemplo de uma reconstrução em vida de pequeno réptil extinto, de Raúl Martín. ———	Pág. 39
<b>Figura 46</b> - Exemplo de um animal com coloração escura no dorso e clara no plano ventral. ———	Pág. 39
<b>Figura 47</b> - Localização da Jazida da praia de Santa Rita, projeto <i>Selenemys</i> . ———	Pág. 40
<b>Figura 48</b> - Cladograma do grupo <i>Chelonia</i> , projeto <i>Selenemys</i> . ———	Pág. 40
<b>Figura 49</b> - Fotografias, desenhos de interpretação e reconstrução dos restos da <i>Selenemys</i> . ———	Pág. 41
<b>Figura 50</b> - Fotografia de um grupo de emídeos atuais: <i>Trachemys scripta</i> , projeto <i>Selenemys</i> . ———	Pág. 42
<b>Figura 51</b> - Esboços do caderno de campo, projeto <i>Selenemys</i> . ———	Pág. 42
<b>Figura 52</b> - Fotografia da construção do modelo em pasta de modelar, projeto <i>Selenemys</i> . ———	Pág. 43
<b>Figura 53</b> - Fases da fotomontagem para o preliminar, projeto <i>Selenemys</i> . ———	Pág. 43
<b>Figura 54</b> - Preliminar I, projeto <i>Selenemys</i> . ———	Pág. 44
<b>Figura 55</b> - Vistas dorsal e lateral dos Crânios de <i>Emys</i> e <i>Mesochelys</i> , projeto <i>Selenemys</i> . ———	Pág. 44
<b>Figura 56</b> - Imagen dos aspectos a corrigir no preliminar I, projeto <i>Selenemys</i> . ———	Pág. 44
<b>Figura 57</b> - Preliminar II, projeto <i>Selenemys</i> . ———	Pág. 45
<b>Figura 58</b> - Imagem da Segunda revisão do preliminar II, projeto <i>Selenemys</i> . ———	Pág. 45
<b>Figura 59</b> - Desenho tonal a grafite, projeto <i>Selenemys</i> . ———	Pág. 46
<b>Figura 60</b> - Arte final, projeto <i>Selenemys</i> . ———	Pág. 47
<b>Figura 61</b> - Fotografia de um Fóssil de <i>Sinosauroptryx</i> . ———	Pág. 49
<b>Figura 62</b> - Exemplo de uma reconstrução em vida do <i>hesperonychus</i> , de Raúl Martín. ———	Pág. 49
<b>Figura 63</b> - Exemplo de um molde de escamas de dinosáurio fossilizado. ———	Pág. 50
<b>Figura 64</b> - Fotografia da estrutura para a construção dos modelos, projeto <i>Allosaurus II</i> . ———	Pág. 51
<b>Figura 65</b> - Fase de correção do modelo, projeto <i>Allosaurus II</i> . ———	Pág. 51
<b>Figura 66</b> - Fotografia do modelo de <i>Allosaurus</i> juvenil, concluído. ———	Pág. 51
<b>Figura 67</b> - Exemplo de um dos estudos de composição, projeto <i>Allosaurus II</i> . ———	Pág. 52
<b>Figura 68</b> - Fase inicial da pintura digital, projeto <i>Allosaurus II</i> . ———	Pág. 52
<b>Figura 69</b> - Arte final, projeto <i>Allosaurus II</i> . ———	Pág. 53