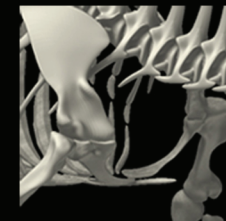
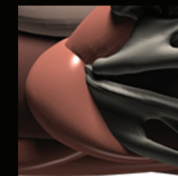
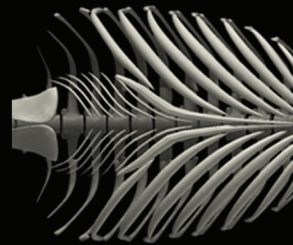
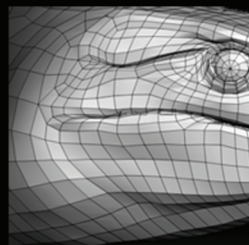
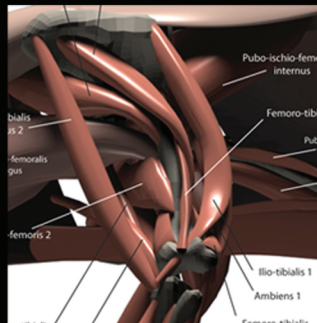
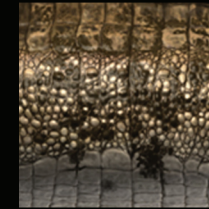
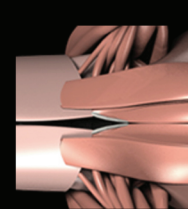


# A Intervenção do **Design** na Paleontologia

Rodolfo Nogueira Soares Ribeiro



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" - UNESP**  
**Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - FAAC**  
**Campus Bauru**

**Rodolfo Nogueira Soares Ribeiro**

## **A INTERVENÇÃO DO DESIGN NA PALEONTOLOGIA**

Projeto de Conclusão de Curso de Desenho Industrial com habilitação em Programação Visual, do Campus de Bauru – UNESP, realizado pelo Discente **Rodolfo Nogueira Soares Ribeiro - RA 532215** - sob orientação do Prof. Dr. Milton Koji Nakata.

Orientador: Prof. Dr. Milton Koji Nakata

Bauru, 2009

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Renato Pirani Ghilardi pelo pensamento aberto à interdisciplinaridade, confiança depositada em mim, disponibilidade e orientação.

Ao Prof. Dr. Milton Koji Nakata pela atenção, paciência e orientação.

À todos os Professores que direta ou indiretamente me ensinaram muito.

Ao geólogo Luiz Carlos Borges Ribeiro pela disponibilização do material fóssil do holótipo alvo de reconstituição neste estudo.

Ao Prof. Dr. Augusto Abe pela disponibilização de aligátor para dissecação.

À Felipe Elias pela contribuição no desenvolvimento do *Briefing* no pré-projeto.

À FAPESP pelo apoio e incentivo através de concessão de Bolsa de Iniciação Científica.

Aos meus amigos de Padoca pela paciência e abrigo.

Aos meus grandes amigos irmãos Cláudio Kajimoto e Cláudia Daher pela inenarrável ajuda e companheirismo.

À tia Vânia Elizabete Nogueira e Avó Odete Lemes Nogueira pelo incentivo, ajuda e carinho.

À minha menina Renata Maciel Côrtes pela atenção, paciência, cumplicidade e amor.

Ao meu pai Melânio Soares Ribeiro Neto pelo financiamento, orientação, credibilidade e amor.

À minha mãe Míriam Isabel Nogueira pela garra, atenção, pela saudade, pela presença mesmo à distância, compreensão e amor.

# SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>2</b>
Paleoarte	3
<b>PROPOSTA DE TRABALHO</b>	<b>7</b>
<b>CARACTERÍSTICAS DE <i>U. terrificus</i></b>	<b>7</b>
Material fóssil	7
Filogenia	8
Sistemática paleontológica	8
<b>BRIEFING</b>	<b>9</b>
Contexto Morfo-anatômico	9
Endoesqueleto	9
Esqueleto axial	10
Musculatura	10
Locomoção	11
Tegumento	12
Sistema sensorial	14
Olhos	14

<b>Ouvidos</b>	<b>15</b>
<b>Narinas</b>	<b>15</b>
<b>Cavidade oral</b>	<b>15</b>
<b>Palato e língua</b>	<b>15</b>
<b>Dentição</b>	<b>17</b>
<b>Contexto paleobiológico</b>	<b>17</b>
<b>Fisiologia</b>	<b>17</b>
<b>Comportamento</b>	<b>18</b>
<b>Comportamento alimentar</b>	<b>18</b>
<b>Comportamento social e sexual</b>	<b>19</b>
<b>Desenvolvimento ontogenético</b>	<b>20</b>
<b>Vocalização</b>	<b>21</b>
<b>Contexto paleoambiental e paleoecológico</b>	<b>21</b>
<b>Paleobiota associada</b>	<b>23</b>
<b>RECONSTRUÇÃO ESQUELETAL E MIOLÓGICA</b>	<b>23</b>
<b>Paleoreconstrução esquelética</b>	<b>23</b>
<b>Modelização digital do esqueleto</b>	<b>25</b>
<b>Óssos dos membros</b>	<b>25</b>
<b>Vértebras e costelas</b>	<b>26</b>
<b>Osteodermos</b>	<b>26</b>
<b>Crânio</b>	<b>27</b>
<b>Dentes</b>	<b>27</b>
<b>Proporção e posicionamento dos elementos ósseos</b>	<b>27</b>
<b>Paleoreconstituição muscular</b>	<b>27</b>

<b>MODELAGEM DIGITAL DA APARÊNCIA EXTERNA DE <i>U. terrificus</i></b>	<b>28</b>
<b>Construção da malha poligonal</b>	<b>28</b>
<b>Detalhamento</b>	<b>31</b>
<b>Texturização</b>	<b>31</b>
<b>AMBIENTE DE <i>U. terrificus</i></b>	<b>32</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>33</b>
<b>CONCLUSÃO</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>42</b>

## RESUMO

Existem várias maneiras de se extrair informações do registro fóssil, porém não é possível observar o mundo outrora existente senão pela reconstituição através da arte aplicada a paleontologia. Sendo assim, a paleoarte é uma facilitadora fundamental do aprendizado e apreensão do processo de evolução do planeta. Para que seu objetivo - reconstituir o mais fidedignamente possível o passado extinto - seja alcançado com êxito, ela deve se utilizar dos conceitos, suportes e técnicas da arte em equilíbrio com as informações fornecidas pelas disciplinas de estudo do passado. Este trabalho conseguiu, pois, otimizar a representação de animais extintos através do uso das ferramentas de modelagem virtual. Foi desenvolvida e experimentada uma metodologia de reconstituição, para fins visuais, do passado geológico através da escultura digital de um indivíduo de *Uberabasuchus terrificus* Carvalho, Ribeiro & Ávila, 2004, bem como a retratação de seu ambiente contextualizador. Dividiu-se o processo de trabalho em quatro fases. Primeiramente foram selecionados e ordenados dados necessários à reconstituição, posteriormente o animal teve seu esqueleto e sua musculatura reconstruídos digitalmente, seguiu-se a escultura digital da pele do animal e por fim, a ilustração do ambiente com posterior inserção do modelo. O projeto tem caráter fortemente interdisciplinar nas áreas de Paleontologia, Evolução, Anatomia, Geologia, arte e Design.

## INTRODUÇÃO

Várias são as maneiras de se extrair informações do registro fóssil. A tafonomia (estudo das leis que regem o sepultamento e preservação do fóssil), por exemplo, é uma importante ferramenta na reconstituição paleoambiental uma vez que utiliza as informações presentes no fóssil como indicativos de seu hábito de vida pretérito (HOLZ & SIMÕES, 2002). Outro exemplo pode ser obtido pela análise morfofuncional dos fósseis que, a partir de sua autoecologia, podem nos dar informações sobre a mecânica dos organismos e conseqüente ambiente de vida dos mesmos (GHILARDI, 1999). Contudo, não são todas as feições biológicas de um organismo facilmente preservadas na rocha. Muitas informações sobre seus tecidos moles são perdidas devido aos processos preservacionais. Padrões etológicos como comportamento reprodutor ou mesmo alimentar são ainda mais complexos de se obter. Mesmo que se consigam todas as informações sobre a fauna e flora, e ecologia do passado geológico, este não é passível de visualização sem a reconstituição, ou tradução desses dados, através da arte aplicada à paleontologia. Esse passo seria essencialmente a transformação de conceitos em imagens reais visíveis (HOUAISS, 1999).

A paleoarte, como é chamada informalmente pelos seus praticantes, é uma facilitadora fundamental do aprendizado e apreensão do processo de evolução do planeta. É uma forma de representação da reconstituição de tempos passados e deve usar juntamente dados científicos e artísticos para recriar esses ambientes o mais fidedignamente possível. Design é arte aplicada a um objetivo claro e concreto, oferecer soluções (STRUNCK, 2001). É a junção do raciocínio lógico com os conceitos de estética e funcionalismo (MUNARI, 1989). Reconstituir, em vida, um animal extinto é, portanto, design aplicado às disciplinas de estudo do passado. É importante salientar que essa nova vertente do estudo paleontológico não é apenas a utilização da imaginação do artista ou designer na reconstituição dos fós-

seis, mas sim o conjunto da sensibilidade com a capacidade científica do mesmo, para uma reconstituição mais próxima possível da realidade outrora existente.

Dentre as ferramentas utilizadas para esse estudo, a escultura digital tem sido cada vez mais explorada. Simulando a realidade através de modelos tridimensionais virtuais, ela possibilita um dinamismo em relação a movimento, iluminação, textura e cor. Aplicada na reconstituição de seres fósseis, pode apresentar resultados bastante satisfatórios. Produções cinematográficas como a trilogia *Jurassic park* (1993, 1997, 2001), e as séries da rede televisiva inglesa BBC, *Walking with dinosaurs* (1999), *Walking with beasts* (2002), *Walking with Monsters* (2005) e *Walking with Cavemen* (2003), são ícones da aplicação da computação gráfica na reconstituição de animais fósseis. Essas e outras produções (e.g., *When Dinosaurs Roamed the Earth*, *The Truth about killer dinosaurs*) explicitam com êxito o que a combinação da ciência, arte e tecnologia, pode conseguir em relação ao assunto.

Na reconstituição de animais fósseis, a ciência necessita dos suportes (ver MUNARI, 1989) e técnicas da arte para se expressar. A arte neste caso torna-se dedutiva e incoerente sem as informações da ciência. Ambas, portanto, parecem manter uma relação de dependência mútua e intrínseca quando na execução da paleoarte. No Brasil, é perceptível uma grande carência de pesquisa científica, metodologia e disponibilidade técnica na confecção de esculturas ou ilustrações, digitais ou manuais, de animais extintos. Observam-se artistas, em sua maioria, não detendo informações suficientes, subsidiadas pela ciência, e não dominando a técnica e a sensibilidade, contida na arte, necessárias para uma representação realística do passado extinto. Como resultado, tem-se representações pobres na transmissão de informações, pois estas se expressam insatisfatoriamente através de uma habilidade artística e domínio técnico deficientes. E estas nada representam sem o conhecimento total do conteúdo da mensagem



que a ciência objetiva passar.

### Paleoarte

A importância das reconstituições fósseis na ciência e sociedade modernas é de indiscutível relevância pela possibilidade de estudos anatômicos mais detalhados dos organismos, assim como da melhor divulgação científica da paleontologia na sociedade sem a perda da proposta primeira da ciência que é a transmissão de dados mais fidedignos a realidade do organismo fóssil. Debus & Debus (2002) afirmam: “Se não pela ‘paleoarte’, a paleontologia seria bem menos popular hoje”. Existem trabalhos, em sua maioria de cunho divulgacional, tratando do processo de criação (p.ex. Paul, 2003a, 2003b; Czerkas, 1997a, 1997b). Porém ainda é relativamente muito pouco divulgado e discutido no meio acadêmico.

O francês Georges Cuvier foi o primeiro a dar passos para a reconstituição de animais extintos, em vários trabalhos no final do século XVIII e início do XIX, culminando no “*Discours Préliminaire a las Recherches sur les ossements fossiles de quadrupède*” (1992 [1812]) que já continha ilustrações (ver Figura 1) da musculatura do mamífero extinto *Anaplotherium* (Debus & Debus, 2002). O termo “paleoarte” derivou informalmente da definição de “*Paleoartist*” de Mark Hallet em 1986 (Debus & Debus, 2002). A “*Society of Vertebrate Paleontology*” define paleoarte: “Paleo arte é definida como a ilustração científica ou naturalista que tem como tema a paleontologia relativa a vertebrados fósseis.” (Debus & Debus, 2002). Debus & Debus (2002) definem pela primeira vez formalmente o termo “paleoartist” como “o artista (moderno) que cria reconstruções esqueléticas genuínas e/ou restaurações de animais pré-históricos, ou restaura a flora ou invertebrados fósseis, utilizando-se de procedimentos reconhecidos e aceitáveis.” Devido o termo paleoarte ser usado com frequência cada vez maior no Brasil para designar trabalhos sem estudo adequado para sua execução, Ghilardi *et al.* (2007) sugerem paleoarte como o “conjunto de técnicas ou modalidades

direcionadas à concepção de modelos estruturais de espécies fósseis, com finalidade acadêmica, didática ou apenas estética.” Debus & Debus (2002) chamam isso de “*paleoimagery*” (ou “paleoimageria” em português).

Além da confusão relativa a este termo, uma vasta nomenclatura é usada simultaneamente pelos praticantes para designar montagem de réplicas de esqueletos, desenhos e esculturas de seres extintos envolvendo ciência em maior e menor grau. Paleoilustração, paleorestauração, paleoreconstituição, paleoreconstrução são algumas das palavras que, em diferentes momentos e por diferentes artistas e paleontólogos, são faladas tendo o mesmo significado ou atribuídas de significado pessoal do falante. Ghilardi *et al.* (2007) propõem uma manutenção e convenção dos termos supracitados, além de propor uma nova palavra para expressar um ramo das artes aplicadas à paleontologia. Adotar-se-á tal nomenclatura neste trabalho por ser coerente e de certa forma pioneira em se tratando da interface arte-paleontologia.

Ghilardi *et al.* (2007) afirmam que se seguindo a definição semântica das palavras formadoras dos neologismos em pauta, o termo paleorestauração seria condizente se aplicado a “trabalhos direcionados a uma recuperação visual de estruturas deformadas por processos preservacionais”, ou seja, o trabalho realizando em um laboratório realocando fragmentos, colando e esculpindo partes destruídas, ou mesmo um trabalho de modelização de estruturas fósseis deficitárias. Paleoreconstrução poderia designar - considerando que reconstruir é “Reedificar; reorganizar; recompor” (Houaiss, 2001) - “representações que envolvam a organização estrutural de partes isoladas ou articuladas de um espécime fóssil completo, incluindo a tentativa de estabelecimento, dentro dos princípios biomecânicos e morfofuncionais, de uma postura articulada em vida.” Paleoreconstituição definiria “qualquer trabalho que exija a inclusão de parcelas da estrutura corpórea do espécime em estudo não preservadas no registro fóssil”, uma vez que reconstituir significa semanticamente refazer algo que não mais

existe (Houaiss, 2001).

Sendo assim, todos os termos apresentados seriam modalidades de artes (leia-se técnica e estética) utilizadas na representação da paleontologia para fins de visualização, ou seja, paleoarte.

Pelo fato de vários artistas passarem a usar o termo paleoarte para classificar seus trabalhos, mesmo estes não tendo um embasamento científico coerente, Ghilardi *et al.* (2007) optaram por criar um novo termo que designa “toda a tentativa de representação da aparência externa em vida de qualquer organismo fóssil envolvendo um estudo detalhado de técnicas, suportes e dados referentes à morfologia, fisiologia e ecologia do organismo”, como sendo “Paleodesign”. Tal termo, portanto, utilizar-se-ia das outras modalidades anteriormente discutidas, além do traquejo conceitual e ergonômico do design para recriar (solucionar) momentos (leia-se seres) extintos, sendo a tradução ou interface entre, de um lado, paleontologia, biologia, evolução e de outro a educação (de caráter público).

Paleodesign é então o melhor termo para nomear a metodologia desenvolvida e que foi experimentada durante a realização deste projeto.

A aceitação e utilização dos nomes propostos dependem da divulgação, porém esta está submetida obviamente à opinião e benefícios que os termos trarão ou não aos paleoartistas.

Os paleoartistas ao longo do tempo têm acesso à informações e técnicas diferentes. De acordo com os novos achados e novas conclusões o “traço” dos paleoartistas também se modifica. Talvez seja possível traçar padrões, a exemplo das escolas artísticas durante o século XX (Argan, 1993), analisando os trabalhos de paleoartistas pelo mundo e tempo. Por questões de foco e de tempo, não será feito tal levantamento neste trabalho. Porém em um apanhado geral, observa-se, por exemplo, que a partir do filme “*Jurassic Park*” (1993), a maneira de se representar dinossauros se modifica. O filme não foi apenas um marco na inovação tecnológica (Riertz, 2006), mas ditou e ainda dita design e estilo artístico de se reconstituir dinossauros.

O cenário nacional é relativamente pouco desenvolvido na área de reconstituição de seres extintos, porém já se apresentam artistas trabalhando com a paleoarte. Maurílio de Oliveira foi um dos pioneiros no Brasil começando em 1999 (Oliveira, comunicação pessoal). Os paleoartistas mais conhecidos (que possuem mais trabalhos divulgados) são Maurílio de Oliveira, Orlando Grilo, ambos no Rio de Janeiro, Ariel Milani, São Paulo, e Felipe Elias e Renata Cunha de Rio Claro. Maurílio trabalha para o “Museu Nacional” no Rio de Janeiro, realiza principalmente ilustrações com tinta acrílica e esculturas de isopor e massa epóxi. Seu traço é bastante singular e facilmente identificável com cores fortes e muitos detalhes (Mídia > Pasta Figuras > Figura 2). Orlando Grilo é relativamente novo na área, mas realiza projetos excepcionais também no “Museu Nacional”, além de esculturas e ilustrações, começa a desenvolver projetos no ambiente digital como estudos de biomecânica em softwares de modelagem digital (Grillo, 2007). Ariel Milani (Mídia > Pasta Figuras > Figura 3) retrata animais principalmente da Bacia Bauru. Seus trabalhos são geralmente em acrílica e também faz esculturas. Felipe Elias avança para o cenário digital, porém bidimensional, com técnicas que misturam esboços manuais com acabamento digital. Seu traço possui um direcionamento para a divulgação científica entre crianças e jovens com contornos fortes, anatomia bem trabalhada e expressão nos olhos. Geralmente usa animais desenhados sobre ambientes fotografados e desfocados (Mídia > Pasta Figuras > Figura 4). Renata Cunha trabalha principalmente com o lápis grafite, lápis de cor e tinta, mostrando um cuidado especial com a anatomia.

Todos os artistas apresentados sofrem influência de outros mais antigos e internacionais. Ariel Milani, por exemplo, mostram uma influência das ilustrações de Raul Martin, com fundos desfocados e o uso de aerógrafo com algum elemento em primeiro plano (um galho ou uma rocha, por exemplo) que serve para equilibrar a composição e estabelecer certa escala com o animal em foco.

No passado, muitos artistas contribuíram para o sucesso da paleontologia e ditaram a forma do mundo ver os dinossauros (Debus & Debus, 2002). O primeiro artista significativo a dedicar-se à paleoarte foi Benjamin Waterhouse Hawkins. Ele foi o responsável pelas esculturas em tamanho natural do famoso Iguanodonte exposto no “British Crystal Palace” na década de 1850, as estátuas contiuam de pé (Mídia > Pasta Figuras > Figura 5) (Paul, 2003b). Outro artista a fazer grande sucesso foi Charles Knight (1874-1953) que aparece início do Séc. XX. Este foi o primeiro a se especializar na reconstituição de seres extintos (Figura 6) (Debus & Debus, 2002). Em 1909 é apresentada a primeira animação da história, intitulada “*Gertie the Dinosaur*” (Mídia > Pasta Figuras > Figura 7), aos essa data uma série de filmes são feitos explorando o tema - “*Brute Force*” de D. W. Griffith (1910); “*Dinosaur and the Missing Link*” (1914); “*The Ghost of Slumber Mountain*” (1919); “*The Lost World*” (1925) baseado na obra de Arthur Conan Doyle; “*Creation*” (1931) e em 1933 Willis O’Brien faz a animação stop motion de *King Kong* (Paul, 2003b; Debus & Debus, 2002). A Grande Depressão limitou os projetos envolvendo dinossauros, depois a II Guerra Mundial e só em 1960 é que viu-se um retorno dos filmes exibindo dinossauros (Paul, 2003b).

No mundo existem atualmente milhares de paleoartistas. Objetivando a construção do arcabouço conceitual e informativo da situação da arte usada como ferramenta da paleontologia (durante o primeiro mês de desenvolvimento deste projeto), foi feito um levantamento, ainda que superficial, de alguns dos paleoartistas que mais divulgam suas obras. Raúl Martín (Raúl Martín, Paleontological Illustration, 2007) é um deles, seu conhecimento de anatomia e iluminação é avançado (Mídia > Pasta Figuras > Figura 8). Ilustrou trabalhos como “*Dinosaurs – A Natural History*” (Barrett, 2002). Carlos Papolio da Argentina é outro paleoartista (Mídia > Pasta Figuras > Figura 9) com várias publicações de divulgação científica como “*Animais Prehistóricos de America del Sur*” (Papolio, 2004), trabalhou com ilustrações e esculturas manuais e no momento parte para o campo

da ilustração e modelização computacional (Papolio, comunicação pessoal). Outros grandes artistas que merecem destaque são Todd Marshall (Marshall’s art, 2007) (Mídia > Pasta Figuras > Figura 10), dos Estados Unidos, Douglas Henderson (Earth History Illustrations, 1999), James Gurney, autor e ilustrador da série de livros “*Dinotopia*” (Dinotopia, 2007) (Mídia > Pasta Figuras > Figura 11), Dan Lorusso (The Dinosaur Studio, 2005), Josef Moravec (Dinosaur Corporation, 1998), William Stout (The Worlds of William Stouts, 2007), Luis V. Rey (Luis V. Rey’s Art Gallery Dinosaurs and Paleontology, 2007) (Mídia > Pasta Figuras > Figura 12), Tess Kassinger, Hobert Waters, Bruce Mohn e Paul Sorton (dinoart, 2007), Dougal Dixon (Dogal Dixon’s Dinosaurs, 2007), Mike Trcic (Mídia > Pasta Figuras > Figura 13), escultor do *Tiranosaurus rex* usado em “*Jurassic Park*” (Trc Studio, 2007), Dan Varner (The Dan Varner Paleo-Life Art Page, 2000), especializado na representação de seres marinhos.

Percebe-se uma tendência à formação de estúdios de arte e design estritamente voltados a Paleontologia. É o caso da “*CM Studio*” (Chalie McGrady Studio, 2006) (Mídia > Pasta Figuras > Figura 14), do “*Dinosaur Studio*” (The Dinosaur Studio, 2005), “*Dinosaur Corporation*” (Dinosaur Corporation, 1998) e Quondam de Carlos Papolio, por exemplo. No Brasil existe um estúdio de construção de réplicas esqueléticas, “*Magma Flow*” encabeçada por Cao. Há ainda trabalhos realizados pelo “*Museu Nacional*” no Rio de Janeiro que são feitos em conjunto por alguns artistas trabalhando fixamente. Mais comumente em território nacional é o fechamento de um contrato de prestação de serviço, ou seja, *free lancer*.

O uso cada vez maior da ferramenta digital é outra propensão dos paleoartistas. Está havendo uma substituição lenta, mas em ascendência exponencial, dos meios manuais para a ilustração e escultura digital. Isso se deve a facilidade de manipulação, dinamismo e velocidade da mídia, além da evolução estrondosa dos computadores pessoais (Hiertz, 2006). Hoje é possível fazer trabalhos semelhantes em método e acabamento à super-

produções como *“Walking with dinosaurs”* (2000) em casa por uma única pessoa o que há 10 anos era inviável. Artistas como Frank DeNota (Figura 15) (The Online Portfolio of Frank Denota, 2007) estão mudando o padrão de exigência da demanda por imagens de animais extintos. Projetos como *“O Rio Grande do Sul no Tempo dos Dinossauros”* (O Rio Grande do Sul no Tempo dos Dinossauros Disponível, 2006) mostram que esta não é uma realidade distante no Brasil. Segue abaixo exemplos de obras de alguns artistas nacionais e estrangeiros.

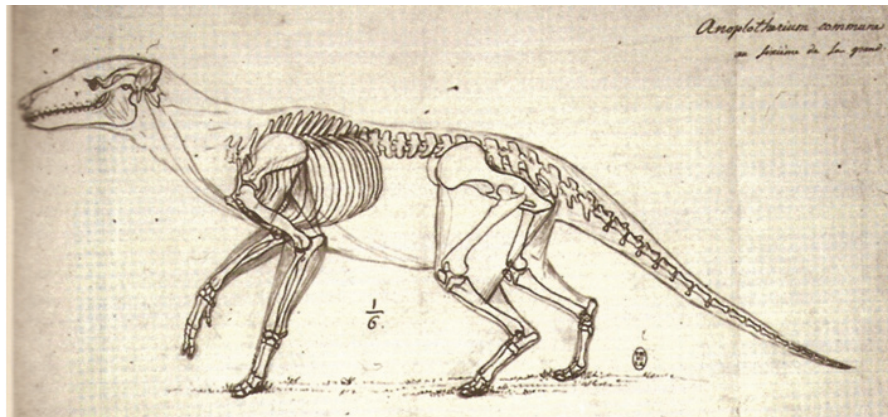


Figura 1: *Anoplotherium* de Georges Cuvier, início séc. XIX.



Fig. 12: Escultura digital de Frank Denota.  
Fonte: <[www.frankdenota.blackhydra.com](http://www.frankdenota.blackhydra.com)>



Figura 6: *Triceratops* e *Tyrannosaurus* de Charles Knight, início séc. XX

## PROPOSTA DE TRABALHO

A realização do trabalho se pautou em duas causas principais. A primeira é a função primordial que a paleoarte carrega de ser o único conjunto de linguagens, que permite a reconstituição da vida já extinta para fins visuais. A segunda é o deficiente exercício multidisciplinar executado na representação de animais extintos no Brasil.

A paleontologia como ciência que estuda a vida pretérita, não deve apenas desvendar o que ocorreu e de que forma ocorreu para manter essa informação restrita ao círculo acadêmico. É imprescindível que esse conhecimento abranja outras esferas da sociedade. Lógico que essa verticalização de conhecimento deve ser feita de forma “palatável” aos leigos do assunto. O design, sendo aplicado nesta área, tem um papel indispensável na educação, pois facilita a compreensão de todo o processo evolutivo.

Tendo em vista as responsabilidades citadas acima e sabendo que a paleoarte é formada essencialmente por arte e ciência com uma dependência mútua, é coerente afirmar que quanto maior o domínio de técnicas de representação e de métodos de investigação científica para adquirir maior quantidade de informações, mais didático e expressivo será a representação.

No Brasil, porém, observa-se uma acentuada falta de profissionalismo por parte dos praticantes. Em sua maioria, são pessoas com alguma habilidade para desenho, mas sem o estudo de técnicas e principalmente de pesquisa científica na área de paleontologia, ou são paleontólogos com alguma inclinação para a arte, tendo esta atividade como *hobby*, por exemplo. Como resultado, tem-se ilustrações ou esculturas, por vezes esquemáticas, por outras dedutivas e exageradas. Das duas maneiras, as representações são incompletas e assim insatisfatórias. Cabe aqui salientar que existem projetos sem precedentes sendo realizados no país, como “O Rio Grande do Sul no tempo dos Dinossauros” (SCHULTZ, 2006). Idealizado

pelos pesquisadores do Setor de Paleovertebrados do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia (Instituto de Geociências/UFRGS), o projeto consiste na reconstituição virtual dos paleovertebrados encontrados nesta região, apresentando resultados fidedignos ao hábito de vida dos animais. Projetos dessa envergadura explicitam a importância de estudos para uma relação de interdisciplinaridade eficiente. É preciso desenvolver métodos e experimentação de novas ferramentas e técnicas para aperfeiçoar as reconstituições de seres extintos pertencentes à fauna e flora Brasileira.

Este trabalho pretendeu, pois desenvolver e aplicar uma metodologia para a reconstituição em vida, para fins de visualização, de animais vertebrados extintos. Além de propor o uso de uma ferramenta pouco explorada na área e que pode oferecer bons resultados com imagens realísticas e dinamismo na criação: a modelagem virtual.

O objetivo específico é reconstituir, de maneira fiel, um exemplar de *Uberabassuchus terrificus* Carvalho, Ribeiro & Ávila, 2004, bem como seu ambiente, através de escultura digital e manipulação de imagens digitais, conciliando fundamentos do design, arte, biologia, geologia e paleontologia e computação gráfica.

## CARACTERÍSTICAS DE *U. terrificus*

### Material fóssil

*U. terrificus* Carvalho, Ribeiro & Ávila, 2004 foi encontrado nos sedimentos do Membro Serra da Galga, Formação Marília, Grupo Bauru, Bacia Bauru, no depósito da Serra do Veado, portanto, Cretáceo Superior (Campaniano – Maastrichtiano, Bertini *et al.*, 1993), em 2004 no Chamado Ponto 1 (Caieira) a 4 Km do distrito de Peirópolis no município de Uberaba, estado de Minas Gerais (Figura 16) (Carvalho *et al.*, 2004). As coordenadas são 19° 43' 24,6" S e 47° 44' 45,4" W. Está sob o número de tombo CPPLIP nº 630 e encontra-se exposto o “Museu dos Dinossauros” localizado em

Peirópolis.

O exemplar apresenta ótima preservação e articulação que se difere bastante de outros achados fósseis no local (Vasconcelos e Carvalho, 2006). Estão crânio e pós-crânio com esqueleto axial e apendicular quase completos.

Os elementos preservados são:

Crânio e mandíbula articulados (Figura 17)

Esqueleto axial: 17 vértebras (4 torácicas, 9 lombares e 4 caudais), nove costelas e 4 hemapófises.

Esqueleto apendicular: escápula direita, coracóide esquerdo e direito, úmero direito e esquerdo, rádio direito e esquerdo, ulna direita e esquerda, elementos carpais direitos (ulnar, radial, pisciforme, cinco metacarpos e 11 falanges), elementos carpais esquerdos (radial, ulnar, pisciforme muito erodido? - três metacarpos completos, carpal distal, um metacarpo muito fragmentado (I?) e 11 falanges).



Figura 16: *Uberabasuchus terrificus* no afloramento "Caieira" próximo ao município de Uberaba. Retirado de Vasconcelos, 2006.



Figura 17: Crânio de *Uberabasuchus terrificus*. Fotografia de Luiz Carlos B. Ribeiro.

Cintura Pélvica: porção mais lateroposterior do íleo (parcialmente imerso na matriz sedimentar) e os púbis direito e esquerdo.

8 fragmentos desarticulados possivelmente pertencentes a gastrália, além de 54 osteodermos articulados ao fóssil e 15 na matriz sedimentar adjacente ao mesmo (Mídia > Pasta Figuras > Figura 18).

## Filogenia

### Sistemática paleontológica

Crocodylomorpha Walker, 1970

Crocodyliformes Benton & Clark, 1988

Peirosauridae Gasparini, 1982

*Uberabasuchus* Carvalho, Ribeiro & Ávila, 2004

*Uberabasuchus terrificus* Carvalho, Ribeiro & Ávila, 2004

Carvalho *et al.*, (2004) atribuíram *Uberabasuchus* à tribo mahajangasuchini. Porém Carvalho *et al.* (2007) posteriormente, sugerem que caracteres do pós-crânio de *U. terrificus* mostram uma semelhança maior deste táxon

com Peirosaurus do que com *Mahanjagasuchus*. Este último apresentaria características intermediárias a Trematochampsidae e Peirosauridae (Carvalho *et al.*, 2007). Os táxons mais próximos respectivamente seriam então *Montealtosuchus arrudacamposi* Carvalho, Vasconcelos & Tavares, 2007 (Mídia > Pasta Figuras > Figura 19), *Peirosaurus tormini* Price, 1950, *Lomasuchus palpebrosus* Gasparini, Chiappe & Fernandes, 1991 (Mídia > Pasta Figuras > Figura 20) e *Mahanjagasuchus insignis* Buckley & Brochu, 1999 (Mídia > Pasta Figuras > Figura 21) e *Araripesuchus gomesii* Price, 1959; *A. wegneri* Buffetaut, 1981; *A. patagonicus* Ortega, Gasparini, Buscalioni & Calvo, 2000 (Mídia > Pasta Figuras > Figura 22). Essas sete espécies são importantes para a realização do trabalho, pois preenchem lacunas no que tange certos dados não preservados em *U. terrificus*.

## BRIEFING

A reconstituição do animal em vida depende de vários fatores como observação e estudo de fósseis assim como comparação do material com espécies viventes (princípio do atualismo).

Durante os estudos preliminares a esse projeto foram elaborados, com colaboração do biólogo e paleoartista Felipe Elias na época realizando pesquisa no IGCE da Unesp de Rio Claro, três quadros que mostram as principais características anatômicas e morfofuncionais a serem analisadas sobre o animal objeto de uma reconstituição visual, assim como seu ambiente e as relações animal/meio (Quadros 1, 2 e 3). Métodos para se conseguir resultados satisfatórios para cada item também são mostrados. Os quadros podem ser definidos como sendo um *briefing*. Este é um termo que designa a reunião de todos os dados necessários à execução bem sucedida de um projeto ou atividade (STRUNCK, 2001). O *briefing* é tentativa em qualquer estudo de paleoarte e demonstra a enorme quantidade de

informações necessárias para uma reconstituição fidedigna do organismo e seu meio.

Foram filtrados apenas os dados relevantes à aparência externa. Os elementos que fazem parte da anatomia e que porventura influenciam o volume, textura, comportamento de tecidos e hábitos foram também analisados.

A primeira fase referiu-se à procura e reunião da bibliografia referente à confecção do projeto durante os meses de Julho, Agosto e Setembro de 2007. A captação de referências bibliográficas fez-se utilizando a rede mundial de computadores, além da procura em bibliotecas e instituições especializadas (e.g., Museu de Peiropolis e Museu Nacional).

Durante os meses de Setembro e Outubro fizeram-se a leitura e marcação dos pontos importantes seguindo os quadros apresentados no projeto. Adicionalmente, algumas modificações nestes foram feitas visando apenas à crocodiliformes. Observaram-se várias vezes o fóssil exposto no “Museu dos Dinossauros”, no distrito de Peirópolis: 6 de julho; 20 de agosto de 2007; durante a “XV Semana dos Dinossauros” (17 à 21 de setembro de 2007), 14 de novembro de 2007 e 23 de janeiro de 2008 para obter dados osteológicos e anatômicos do animal. O exemplar se encontra protegido por uma redoma de vidro e sob luz relativamente fraca para decoração, o vidro, por ser muito pesado e o fóssil muito frágil, não pôde ser removido, o que dificulta a visualização de partes como palato e dentes, além de impedir uma fotografia de grande qualidade. Segue abaixo o detalhamento de cada ponto relevante à paleoreconstituição de *U. terrificus*.

### Contexto Morfo-anatômico

#### Endoesqueleto

É necessário para uma reconstituição da aparência externa em vida de um paleovertebrado, conhecer a biometria, a morfologia e a disposição exata funcional dos elementos esqueléticos. Esse é um dos motivos pelos

quais *U. terrificus* foi escolhido como alvo de experimentação da metodologia proposta já que seus elementos ósseos estão quase todos articulados em seus sítios funcionais, facilitando a reconstituição num momento de aprendizagem. Não cabe a este trabalho descrever suas peças ósseas, mas sim entender a relação entre elas, suas dimensões exatas e através dos ossos conhecer a disposição muscular para determinar o tamanho e volume do animal em vida. Por esse motivo os tópicos 1 e 2 serão melhor apresentados na segunda fase de execução do projeto.

Primeiramente buscaram-se os dados disponíveis na bibliografia dedicada diretamente ao *U. terrificus*, o que não era encontrado era investigado em táxons próximos (*Montealtosuchus arrudacamposi*, *Peirosaurus tormini*, *Lomasuchus palpebrosus*, *Mahanjagasuchus insignis*) e então crocodyliformes e depois esquamatatas atuais serviram de referência para aspectos não preservados. Dessa forma reuniu-se os dados sobre os caracteres necessários.

### Esqueleto axial

É determinante no comprimento do animal e distância de membros, além da silhueta do mesmo. O comprimento em vida foi estimado somando-se o comprimento do crânio com o de cada vértebra disponível, acrescido de ~2 mm responsáveis pela espessura do disco intervertebral (Richardson *et al.*, 2002). A série cervical, sacrum e as vértebras caudais não foram preservadas, excetuando as quatro caudais anteriores. Estas foram então, estimadas com base na média de vértebras de crocodyliformes proposto por Richardson *et al.* (2002) e comparando com o táxon *Araripesuchus*. Calculou-se o comprimento e a razão de diminuição do comprimento das vértebras caudais para estimar o comprimento total.

O conhecimento das dimensões e comportamento dos membros é imprescindível para se determinar altura e modo de locomoção do animal. Os membros posteriores não se preservaram, dessa forma usou-se ana-

logia com a proporção dos táxons próximos que preservaram tais peças: *Araripesuchus patagonicus* e *Mahanjagasuchus insignis* (para dimensões dos ossos ver: Mídia > Pasta Figuras > Figura 23).

### Musculatura

O sistema muscular esquelético é o mais importante para se determinar o volume de um animal extinto e, portanto, a aparência externa. Para tal é necessário que se descubra ou deduza a origem e inserção, as dimensões das mesmas e conclua-se o volume de cada músculo para que toda a sobreposição de carne resulte num volume o mais próximo à realidade. Neste trabalho não foi realizado um estudo detalhado da reconstituição miológica diretamente no fóssil em questão, pois não é o escopo principal do trabalho. Contudo, para reconstituir miologicamente o *U. terrificus* aplicou-se a musculatura de crocodyliformes atuais adaptando-a ao esqueleto do exemplar. Não se achou necessário a aplicação do método de inferência Extent Phylogenetic Bracket (Witmer, 1995) uma vez que existem táxons relativamente próximos ao animal. Foi usado como referência o Richardson *et al.* (2002), Frey *et al.* (1989), Schumacher *et al.* (1973), Romer (1985), Gasc (1981), Frey (1989) e Reese (2000).

Resumidamente, sobre a musculatura dos crocodyliformes recentes e de *U. terrificus*, pode-se dizer que provavelmente seriam a mesma em estruturas musculares e locais de origem e inserção, porém com diferenças de comprimento dos feixes, tamanho das áreas de origem e inserção.

Os crocodyliformes não possuem músculos que lhes permitam expressão facial, no crânio a pele é posicionada praticamente sobre os ossos, com exceção da região das pálpebras e narinas (Richardson *et al.*, 2002). Os principais músculos na região do crânio são: depressor mandibular, pterogóide rostral, pterogóide caudal, adutor externo mandibular, adutor externo intramandibular, adutor mandibular caudal, pseudotemporal e intermandibular (Richardson *et al.*, 2002). Eles têm origens na parte posterior



do crânio e se inserem na parte mais caudal e medial da mandíbula (Richardson *et al.*, 2002).

O volume da musculatura foi simulado empiricamente. Para tal observou-se crocodiliformes de tamanhos variados e levou-se em conta aspectos básicos como o caminho mínimo (*i.e.* retilíneo) de um músculo de um sítio à outro osso, por exemplo, é perceptível que ligando-se o *M. flexor-tibialis externus* de sua origem na porção posterior externa da crista ilíaca à cabeça da Tíbia em uma linha reta ter-se-ia a silhueta mínima do volume da extremidade posterior da coxa.

O sistema muscular axial se divide em dois grupos: musculatura epaxial (acima dos processos transversos e a princípio, extensores e estabilizadores que se estendem por todo o corpo da região occipital até o fim da cauda); musculatura hypaxial (abaixo dos processos transversos e funcionam como flexores, é bem desenvolvida no pescoço e cauda). O sistema epaxial possui três grupos de músculos paralelos: Transversospinalis (movimentos dorsoventrais); longissimus e iliocostalis (movimentos laterais). O sistema hypaxial é representado pelo longus colli (tem origem na parte caudal do crânio e termina na 6ª ou 7ª vertebra toraxica), quadratus lumborum (região caudal do tronco) e o ilioschiocaudalis e caudofemoral (os músculos mais importantes do sistema hypaxial que ficam na cauda) (Richardson *et al.*, 2002).

A região apendicular compreende vários músculos para prender os membros ao tronco, suportar o tronco e movimentar. Os músculos visualmente mais importantes, ou seja, aqueles mais externos que causaram o relevo embaixo da pele são:

Membros anteriores: trapesius, dorsal sculae, teres major, deltoides scapularis, triceps brachii, humeroradialis, ulnar, extensor comum distal (Richardson *et al.*, 2002);

Membros posteriores: extensor iliobtibialis, iliofibularis, externo tibial flexor, gastrocnemius, tibial (Richardson *et al.*, 2002).

Apresenta-se um quadro com a musculatura do membro anterior (Quadro 5) e posterior (Quadro 6) de crocodiliformes e dados como origem e inserção de cada feixe.

### Locomoção

Além de determinar o volume e contribuir substancialmente na massa do animal, a musculatura determina juntamente com o esqueleto o modo de locomoção, e a força do animal. A maneira como um animal se locomove define sua postura, o que é de importância impar na representação de um animal mesmo que seja em figura estática. Examinar osteologicamente a morfologia do ílio, dos ossos dos membros (principalmente posteriores) e dos ossos das patas, além das vértebras e distribuição de osteodermos é fundamental para inferir sobre movimentos de um crocodilo. Por varias características, *U. terrificus* foi considerado um animal cursorial (Vasconcelos, 2006; Carvalho *et al.*, 2004): características cranianas como narinas na porção mais anterior voltadas para frente e órbitas laterais, e pós-cranianas como falanges curtas, crista acetabular relativamente desenvolvida (serve de apoio vertical para a porção mais proximal do fêmur, o que indica fêmur mais aduzido ao plano sagital) (Vasconcelos, 2006), membros longos (indica maior capacidade de sustentação corpórea), espinhos neurais longos (confere maior área de inserção para os ligamentos supraespinhais e interlaminares e segundo Schwimmer [2002] espinhos longos oferecem maior sustentação durante a locomoção terrestre), além do sistema “Closed Bracing Sistem” (Hildebrand, 1985 apud Vasconcelos, 2006) ou sistema de sustentação fechado que se refere ao conjunto de ligamentos intravertebrais, intraosteodermis e entre osteodermos e vértebras juntamente com a musculatura dorsal e lateral do tórax (Vasconcelos, 2006), tal sistema promoveria uma leve flexão dorsal e reduziria a flexibilidade lateral da coluna vertebral, o que acarreta em maior “liberdade de movimento dos apêndices locomotores, especialmente os posteriores” (Vasconcelos, 2006), o

chamado deslocamento do tipo “limb driven” (deslocamento quase que totalmente feito pelos membros), apresentado pelas aves, crocodiliformes, testudinatas e alguns lacertília (Vasconcelos, 2006). Todas essas características indicam, portanto, que *U. terrificus* teria hábitos terrestres com uma postura mais ereta do que de crocodilos atuais em “high walk”, porém menos especializada do que as do *Rauisuchia* (Vasconcelos, 2006).

High walk é uma modalidade de andado em que o fêmur fica aduzido cerca de 30° do plano da cintura pélvica com deslocamento simétrico e andar plantígrado, é utilizado pelos crocodiliformes atuais para percorrer longas distancias. Neste, a cauda arrasta a ponta no chão e o ventre não encosta no chão como no “belly slide” (postura sprawling ou esparramada em que o crocodilo encosta o ventre no chão, projeta os membros lateralmente e se arrasta) (Vasconcelos, 2006).

*Rauisuchia* é um tipo de postura transicional entre o modo sprawling e o modo ereto (membros direcionados parasagitalmente ao corpo). É um dos dois tipos de postura proposta por Sennikov (1987) para um chamado transitional type (tipo transicional), o outro tipo seria “dorosuchid”. Haveria ainda segundo Sennikov (1987) o primitive type (semelhante ao sprawling) e o “advenced type”, que seria a postura adquirida por lagosuchideo, dinossaúria e aves .

Vasconcelos sugeriu para representar *Uberabasuchus terrificus* um posicionamento de membros aduzidos cerca de 40° do plano da cintura pélvica (entrevista em 6 de junho de 2007). *Uberabasuchus terrificus* teria andar plantígrado sempre em postura intermediária entre “high walk” e *rauisuchia*, “limb driven” com leve flexão dorsal, pescoço rígido (Vasconcelos, 2006), cauda baixa com deslocamento lateral acompanhando a contração do músculo caudofemoral, ou seja, quando a perna direita está, durante a passada, na frente da esquerda, a cauda se desloca para a direita (Reilly & Elias, 1998).

## Tegumento

Em uma reconstituição em vida, a pele é a interface realmente visível entre os dados paleontológicos sobre o animal e o espectador. Todo o resto do corpo, ou seja, as partes internas apenas indica a forma. O que é desenhado ou esculpido é o tegumento. Por apresentar uma série de características que colocam o *U. terrificus* como sendo pertencente aos crocodiliformes, instantaneamente é permitida a inferência de que ele pudesse ter o tegumento semelhante aos crocodiliformes atuais. A principal característica para tal sugestão são os osteodermos que sugerem a conformação da pele. Verdadeiramente a pele dos crocodilianos atuais é a referência mais plausível e acessível para se reconstituir o tegumento do *U. terrificus*. É preciso saber como seria o padrão de partições (escamas), a distribuição dos osteodermos, e a cor.

O táxon em estudo apresenta preservado no holótipo, 54 osteodermos articulados e 15 desarticulados (Vasconcelos, 2006). Todos eles possuem *pits* (cavidades pequenas e densas em número sobre a superfície osteodermal) pouco profundos e sem comunicação com distribuição muito densa (Vasconcelos, 2006). Os osteodermos são estruturas originadas da derme posicionadas sobre a epiderme e recobertas por queratina. Segundo Vasconcelos, (2006) foram identificados quatro tipos de osteodermos em *U. terrificus*:

**Morfotipo 1:** osteodermos retangulares, duas vezes mais largos que longos, pouco espessos com superfície dorsal um pouco convexa com uma quilha medial baixa, maior na região caudal do osteodermo (colina triangular) (Vasconcelos, 2006). Estão distribuídos ao longo do dorso do animal com uma fileira de cada lado. A porção posterior de cada osteodermo se articula sobrepondo a parte anterior do seguinte. Apesar de uma área de cobertura do animal grande, os osteodermos são pouco espessos, o que deixaria o animal mais leve em ambiente terrestre. Ao contrário dos crocodilos viventes, com hábitos aquáticos, *U. terrificus* possuía osteodermos

caudais com quilhas bem baixas não formando um remo como nas quilhas altas da região caudal dos crocodiliformes atuais, o que resultaria em uma cauda leve com seção cilíndrica, como de alguns lagartos atuais, o que seria mais um indicativo de hábitos cursoriais (Marinho *et al.*, 2006).

**Morfotipo 2:** distribui-se ao longo de uma fileira de cada lado do corpo lateralmente ao morfotipo 1, articulando-se com este na proporção de 1 para 1. Possuem a face medial e caudal retilíneas e a anterior e externa com aspecto circular formando uma face apenas. A quilha é mais elevada que o morfotipo 1, porém também na região medial a partir do segundo terço da superfície (Vasconcelos, 2006).

**Morfotipo 3:** são osteodermos subelíptico pequenos que se distribuem aleatoriamente nas laterais do corpo. Possuem cristas baixas e orientadas no sentido crânio cauda. Alguns foram encontrados associados às hemapófises (Vasconcelos, 2006).

**Morfotipo 4:** São os osteodermos que recobrem a parte ventral do animal. *U. terrificus* não preservou nenhum ou está ainda inscrito na matriz sedimentar. Será usado como referência para reconstituir essa porção, os padrões do Peirosauridae *Montealtosuchus arrudacamposi*.

O restante da superfície tegumentar deveria ser formada por várias escamas que variariam de forma quase totalmente redondas na parte dorsal próxima aos osteodermos do morfotipo 2 à formas retangulares na porção ventral como nos crocodilos atuais. As escamas deveriam ser mais arredondadas e menores quanto mais mobilidade exigisse a parte da superfície de alojamento. Pescoço e partes próximas às articulações dos membros provavelmente apresentariam escamas menores para facilitar a mobilidade da pele como é observado nos crocodilianos atuais.

Os crocodilos atuais apresentam na superfície da pele órgãos sen-

sitivos chamados “órgãos sensoriais intradermais” (OSI), eles se apresentam como pontos negros com leve relevo (Vasconcelos, 2006). Apesar de obscura, sua função provavelmente está ligada à percepção de oscilações no meio aquoso, como movimentações e temperatura (Richardson *et al.*, 2002). Aligatoriídeos atuais não apresentam os OSI pelo corpo, apenas nas narinas, em torno dos olhos, nas mandíbulas superior e inferior e até no palato (Crocodilian Biology Database, 2001). *U. terrificus* por ser considerado um animal de hábitos terrestres muito provavelmente não teria motivos para desenvolver ou manter OSI sem um meio que permitisse sentir as vibrações, a não ser se estes fossem vestigiais, derivados do grupo que dera origem. Os Peirosauridae derivam dos Notosuchídeos que em maioria apresentavam hábitos terrestres (Carvalho *et al.*, 2004). Segundo Parrish (1987), os crocodilomorfos mais primitivos como *Protosuchian*, *Sphenosuchians* e *Hallopus*, tinham a postura e andado eretos, indicadores de hábitos terrestres. A paleoreconstituição do *U. terrificus* foi feita, portanto, sem a presença dos OSIs. Para tal, tomou-se por base a pele dos aligatoriídeos neste ponto.

Outro parâmetro essencial para a representação do tegumento de *U. terrificus* é a coloração. Os crocodilídeos atuais em geral têm coloração escura esverdeada ou amarelada (Figura 24). Alguns com faixas negras e amarelas ou manchas arredondadas pretas, todos eles possuem a parte ventral creme ou amarelada. Possivelmente a coloração é devida seleção pelo habitat aquático e ribeirinho. Levando em consideração que *U. terrificus* deveria viver em um ambiente quente e semi-árido (Vasconcelos, 2006), foi feita uma busca por referências de animais que apresentassem analogia ambiental, comportamental e corporal. Verificou-se que os animais viventes com analogia ambiental e corpórea bastante comparável à *U. terrificus* são os esquamatos do gênero *Varanus*, como *Varanus komodoensis* (Figura 25) e *Varanos giaganteus* (Figura 26). Ambos apresentam hábitos terrestres em ambientes semi-áridos e dimensões corpóreas semelhantes



Figura 24: Detalhe do tegumento de crocodilo. Arquivo pessoal.



Figura 26: *Varanus giganteus*.  
Fonte: <mampam.50megs.com/monitors/perenty.html>



Figura 25: *Varanus komodoensis*.  
Fonte: <<http://reptilis.net>>

às inferidas para *U. terrificus* (Vasconcelos, 2006).

### Sistema sensorial

#### Olhos

Para se reconstituir o olho de *U. terrificus* é preciso conhecer o tamanho das órbitas, a proporção existente entre o tamanho da órbita e o tamanho do globo ocular, bem como o tamanho da área exposta do olho, ou seja, a abertura das pálpebras. É importante ainda saber a espessura da córnea, o formato da pupila e a cor da íris, além do funcionamento das pálpebras.

Foram usados como referência os olhos dos crocodiliformes atuais (Mídia > Pasta Figuras > Figura 27). Algumas informações relevantes para

uma representação visual do olho não puderam ser encontradas na literatura, com a necessidade, ainda, de estudos mais detalhados.

Os crocodilos atuais possuem duas pálpebras grossas e rígidas, ao piscar é a pálpebra inferior que se eleva de encontro à superior (Richardson *et al.*, 2002). Elas são pigmentadas no mesmo padrão de coloração do resto do crânio excetuando a borda (Reese, 2000). A pálpebra superior possui uma formação óssea. Faz-se presente a membrana nictante (terceira pálpebra) que ajuda na visão subaquática, esta é pigmentada na sua ponta, apresentando duas dobras, o restante de sua superfície é transparente (Reese, 2000).

Os músculos que movimentam os globos oculares são quatro *rectus* e dois *oblique*. Existe ainda um músculo *retractor oculi* que pode puxar o globo ocular para dentro da órbita (Richardson *et al.*, 2002).

A córnea possui grande área relativa ao globo como um todo. A pupila é em forma de corte, verticalizada. A íris geralmente apresenta coloração um pouco mais clara que a do resto do corpo com tons de amarelo a verde. Em uma parte específica da retina existe uma camada de cristais de guanina chamada *tapetum* que reflete a luz para a própria retina, o que aumenta a sensibilidade à baixa luminosidade durante a noite e é responsável pelo brilho característico esverdeado que se vê quando se ilumina diretamente o olho de um crocodilo. Algumas características como a espessura da córnea que influenciaria na aparência da íris e curvatura externa do olho, bem como a proporção da área aparente em relação ao tamanho da órbita ainda carecem de maiores estudos.

As órbitas de *U. terrificus* possuem cerca de 4 cm de diâmetro, são lateralmente direcionadas e possuem dois supraorbitais. Esta medida foi extrapolada por regra de três simples de figuras do crânio disponíveis em Carvalho *et al.* (2004).

#### **Ouvidos**

A parte do ouvido de real importância para este trabalho é o ouvido

externo. A conformação óssea de *U. terrificus* permite inferir sobre um ouvido externo semelhante aos de crocodilídeos atuais.

O ouvido externo dos crocodilos é constituído por duas abas de tegumento, uma superior, maior e uma inferior bem menor que funcionam exatamente como pálpebras (Reese, 2000) protegendo a parte interna do ouvido (Mídia > Pasta Figuras > Figura 28). Ambas têm origem no esquamosal. A aba superior se fecha contra a parte inferior formando uma abertura em forma de corte que parte do canto posterior do olho e se estende até o ângulo obtuso do esquamosal (Reese, 2000). A aba superior possui um núcleo fibroso denso (placa auricular) que se estende por toda sua extensão, existe um músculo, o *levator* e *depressor* que age rotacionando através de inserções neste núcleo (Richardson *et al.*, 2002).

Muito possivelmente o animal alvo de reconstituição aqui possuía ouvido externo semelhante ao de crocodiliformes vivos, porém acompanhando a morfologia do crânio daquele.

#### **Narinas**

*U. terrificus* apresenta narinas frontalmente direcionadas (Carvalho *et al.*, 2004). O osso rostral se projeta para frente e para baixo, é observável uma superfície sem a rugosidade característica do resto do crânio em torno das narinas externas o que possivelmente demonstra área de inserção muscular (Figura 29). Não são divididas por qualquer parede (Carvalho *et al.*, 2004), porém parece pouco aceitável ou viável um animal vivo apresentar narinas sem septo algum sendo possível de um lado observar através das narinas entre a premaxila e o rostral. O modelo de *U. terrificus* foi reconstituído, portanto, com uma divisão de tecido não ósseo entre as narinas.

#### **Cavidade oral**

##### **Palato e língua**

Os crocodilos modernos possuem a cavidade oral totalmente

adaptada ao meio aquoso. O palato e a língua formam em conjunto a válvula gular que sela a passagem de água enquanto o crocodilo está submerso mesmo com a boca aberta (Richardson *et al.*, 2002; Putteril & Soley, 2006). A língua é soldada ao assoalho da mandíbula, podendo levantar-se e se abaixar, mas não ser projetada, apenas a ponta não é preza (Reese, 2000). Tem superfície epitelial grossa e keratinizada de coloração creme amarelada ou ainda rosada (Putteril & Soley, 2006). Na parte posterior da língua existe a válvula basihyal, uma dobra membranosa sobre um núcleo cartilaginoso posicionado transversalmente à cavidade oral. Esta válvula gular ventral age juntamente (frontalmente) com a válvula gular dorsal ou válvula palatal protegendo a laringe e faringe da entrada de água (Putteril & Soley, 2006).



Figura 29: Detalhe da narina de *U. terrificus*.  
Fotografia de Luiz Carlos B. Ribeiro.



Figura 31: Válvula palatal de crocodilo. Arquivo pessoal.



Figura 32: Detalhe dos dentes anteriores de *U. terrificus*.  
Fotografia de Luiz Carlos B. Ribeiro.

O palato possui uma aparência uniforme e lisa, é densamente queratinizada. Na sua parte mais caudal, em frente à choana interna (abertura interna do sistema respiratório), existe uma dobra de tecido chamada em Richardson *et al.* (2002) de “palatal velum” e classificada por Putteril & Soley (2006) como válvula gular dorsal (Mídia > Pasta Figuras > Figura 30). A válvula se posiciona na frente da choana, inclinada caudalmente, apresenta uma retração central formando um nó e várias dobras de mucosa no sentido dorso-ventral (Putteril & Soley, 2006). Nos cantos da válvula gular, existem ainda pregas de tecido que ligam a válvula gular dorsal à ventral e estas duas ao canto da cavidade oral (Putteril & Soley, 2006).

O fóssil de *U. terrificus* não apresenta a região palatal preservada, porém tomando como referência *M. arrudacamposi* (Mídia > Pasta Figuras > Figura 19), pode-se fazer inferências acerca do palato e choana do primeiro. Esta é localizada medialmente aos palatinos e tem um tamanho avantajado se comparada com a choana interna de crocodiliformes viventes (Carvalho, *et al.*, 2007). Ponderando-se sobre tais diferenças e outras características que indicam hábitos cursoriais para o Peirosauridae (Carvalho *et al.*, 2004), conclui-se que provavelmente *U. terrificus* teria um palato diferente daqueles de neosuchia viventes. Adota-se aqui a dedução de que possivelmente *U. terrificus* possuiria esta válvula localizada mais adiante no palato se compara aos crocodilídeos atuais. Porém optou-se por não representar a porção ventral da válvula gular de núcleo cartilaginosa (Figura 31).

### Dentição

De acordo com Carvalho *et al.* (2004), *U. terrificus* apresenta cinco dentes na premaxila, dentes circulares que crescem no sentido da maxila. Os três primeiros são menores e mais juntos, os dois posteriores são maiores e mais espaçados, o quarto dente é o maior (~2 cm). Os quatro mais posteriores apresentam fina quilha serrilhada. Na maxila existem pelo menos 12 dentes apresentando heterodontia (diferença de dentes em um

mesmo animal). Os três primeiros são grandes e moderadamente comprimidos com a face lingual levemente aplainada e a labial convexa. A face posterior é serrilhada. O terceiro dente é o maior dos dentes superiores (~3 cm) (Figura 32). Os nove dentes mais caudais são menores, subcirculares e semelhantes entre si (Mídia > Pasta Figuras > Figura 33). As coroas são espatuladas ou globulares com serrilhas. Os dentes menores estão na parte posterior da maxila e o último fica na linha da fenestra anterorbital.

O número exato de dentes de *U. terrificus* não pode ser inferido com certeza por mandíbula e maxila estarem fusionadas cobrindo os dentes inferiores mais posteriores e pela impossibilidade de contagem adequada com crânio em mãos. Estipulou-se o número de dentes tomando como referência a inferência de Carvalho *et al.* (2004) e o holótipo de *Montealtosuchus arrudacamposi* Carvalho, Vasconcelos & Tavares, 2007

Mandíbula: De 11 a 12 dentes. Os quatro anteriores são os maiores. Os três primeiros do mesmo tamanho e o quarto dente apresentando-se como o maior dos dentes do dentário (não possui serrilhas). Os outros seis ou sete dentes mais caudais são semelhantes ao da maxila com coroa globular ou espatulada. Eles se encaixam aos dentes da maxila.

Um aspecto importante do ponto de vista artístico da reconstituição é a coloração dos dentes. Seguiu-se a coloração dos dentes de crocodiliformes viventes, razoavelmente cremes à ocre com a porção mais proximal escurecida de cor negra ou amarronzada devido a restos de comida acumulados.

A oclusão dentária de *U. terrificus* se assemelha a de aligatídeos atuais com os dentes mediais e posteriores sendo recobertos pelo limite do tegumento, não sendo vistos quando em vida com a boca fechada.

### Contexto paleobiológico

#### Fisiologia

Fisiologia neste tópico refere-se somente ao tipo de termorregula-

ção corpórea. Crocodilos, aligátores e gaviais atuais são ectotérmicos, ou seja, sua temperatura depende do meio e em última instância pode ser razoavelmente controlada por comportamentos (Richardson *et al.*, 2002) e por isso estão restritos a regiões com temperaturas médias acima de 14,2°C (Markwick, 1998). Segundo Richardson *et al.* (2002), a temperatura ideal para o desenvolvimento gira em torno de 25°C a 32°C. É parcimonioso dizer que *U. terrificus* muito provavelmente deveria apresentar ectotermia. Este dado implica em alguns aspectos comportamentais que podem influir diretamente em uma representação deste animal.

Richardson *et al.* (2002) afirmam que a proporção da massa e superfície, além do tamanho, ditam o modo de termorregulação dos crocodilos. Crocodilos grandes absorvem e perdem calor mais vagarosamente que crocodilos de pequena massa, o que confere mais estabilidade à temperatura corpórea (Richardson *et al.*, 2002). *U. terrificus* foi um animal de médio porte e com massa menor relativa à crocodilos atuais que tenham o mesmo comprimento, é plausível dizer assim, que ele ganharia e perderia calor mais facilmente.

Os crocodilídeos que ainda vivem regulam sua temperatura com várias estratégias como, por exemplo, entrar ou sair da água, expor seu exoesqueleto ao sol enquanto o corpo permanece submerso, abrir a boca apontando o focinho para o sol, o que segundo Richardson *et al.* (2002) faz com que o sol não se incida diretamente no cérebro, baixando sua temperatura, ou ainda expor o teto craniano perpendicularmente aos raios solares fazendo subir a temperatura no cérebro. Existe também a possibilidade de mudar a posição do corpo para incidir mais ou menos sol. Considerando *U. terrificus* como sendo ectotérmico, sabendo que ele possuía uma armadura dérmica bastante extensa e que viveu em ambiente quente árido (Fernandes, 2004), é possível representar, visualmente, o animal tomando sol estático com a boca aberta, por exemplo ou ainda, encostando o ventre no chão para absorver mais calor, entrando na água para esfriar ou re-

pousando sob a sombra de árvores. Um outro exemplo de situação e que pode ter sido uma das causas de sua preservação diferenciada dos outros achados no mesmo sítio (Vasconcelos & Carvalho, 2006) seria a construção de habitações. Estas poderiam ser simples escavações com soterramento parcial do animal para evitar dessecação e insolação (Cott, 1961; Campos *et al.*, 2003 *apud* Vasconcelos, 2006) ou ainda pequenas tocas escavadas em declives, barrancos ou emaranhado de raízes próximo a corpos aquosos (Brisbin *et al.*, 1982; Hagan *et al.*, 1983 *apud* Vasconcelos, 2006).

## **Comportamento**

### **Comportamento alimentar**

O hábito alimentar determina o que pode ser representado visualmente como alimento para o animal e como este o adquire. Tal comportamento pode ser inferido, analisando-se as características osteológicas do exemplar fóssil, principalmente o que tange a dentição, formato do crânio, inserções musculares da mandíbula, além de garras e pós-crânio em geral. Felizmente *U. terrificus* apresenta tais elementos, para serem analisados, preservados no achado de seu holótipo.

Os crocodiliformes atuais são caçadores de emboscada, desde seu nascimento ao fim da vida, apresentam estratégias de aquisição de alimentos semelhantes (Richardson *et al.*, 2002). Quando pequenos, se alimentam de insetos, aranhas e sapos. Adultos comem principalmente presas maiores como peixes, mamíferos, répteis e pássaros. Geralmente localizam a presa, se aproximam dela e apenas com um movimento de 45° da cabeça e a abertura e fechamento da boca, abocanham a caça. Quando o animal é muito grande para ser engolido, o crocodilo gira seu corpo em torno de seu próprio eixo arrancando pedaços ou sacudindo a cabeça no alto para os lados enquanto morde a presa. Eles não possuem dentes que possibilitem a mastigação, para engolir, movimentam a cabeça para a vertical e abrem e fecham a boca até que o pedaço esteja posicionado adjacente a



válvula palatal que se abre deixando passar o naco de carne (Richardson *et al.*, 2002).

Vasconcelos (2006) cita Buffetaut (1982) quando afirma que os dentes anteriores hipertrofiados, carenas serrilhadas e dentes posteriores baixos e abaulados de *U. terrificus* podem indicar hábitos necrófagos para este animal. Suas falanges ungueais apresentam-se estreitas lateromedialmente e com bordas ventrais laminadas, além de uma possível articulação lateral entre elas, formando uma ferramenta de corte (Vasconcelos *et al.*, 2004), o que corroboraria para a suposição de animal carniceiro oportunista que lacera tecidos não muito resistentes como a carcaça de um animal morto que poderia ser muito maior e mais ágil.

Outra característica relevante sobre a morfologia de *U. terrificus* é a dentição heterodôntica, um rostro relativamente alto e comprimido lateralmente e a linha da boca ondulada. Os dentes apresentando heterodontia e a mandíbula sendo ondulada como a de crocodilos atuais, podem significar segundo Lordansky (1973 *apud* Carvalho *et al.*, 2004) uma melhor capacidade de segurar a presa (relativamente grande) mais firmemente entre as mandíbulas. Buffetaut (1982 *apud* Carvalho *et al.*, 2004) sugere que o rostro comprimido lateralmente aumenta a resistência durante a mordida.

Avaliando tais dados é possível representar *U. terrificus* caçando filhotes (talvez de sua própria espécie), animais doentes, indivíduos de baixa mobilidade e porte pequeno como lacertílios, talvez anuros, peixes e lacrando cadáveres, podendo estes serem de animais maiores que o crocodiliforme em voga (Vasconcelos, 2006). Detendo de todas as características de animais terrestres que já foram apresentadas, é provavelmente incoerente ilustrar o animal caçando em ambiente aquático como os crocodilianos atuais. Talvez ele caçasse usando de emboscada, mas em terra, possivelmente escondido entre plantas rasteiras, imóvel esperando a presa.

### Comportamento social e sexual

Muito provavelmente em uma representação de um animal em seu ambiente, este animal estará envolvido em alguma situação. Determinar tal situação para um animal fóssil é de dificuldade impar. Inferir sobre hábitos locomotores, sociais, alimentares e reprodutivos é obrigatoriamente um dos passos da ilustração de um animal extinto contextualizado em seu possível ambiente. Para tal é necessária a observação e análise dos hábitos de animais vivos, além logicamente, do estudo osteológico e tafonômico do que foi preservado referente ao animal e ao ambiente sedimentar.

Os crocodilos e aligátors contemporâneos demonstram os mais complexos sinais de comportamento social e sexual entre os répteis (Garrick & Lang, 1977). Jacarés e crocodilos apresentam comportamento relativamente muito semelhante, sendo mais determinado pelo ambiente. A grande parte dos sinais de interação grupal acontece na água (Gans & Maderson, 1973), um fator que dificulta a inferência comportamental social para um animal extinto e predominantemente terrestre.

Garrick & Lang (1977), realizaram um estudo detalhado do comportamento pré-procura, coorte, cópula e cuidado com a prole. Crocodilianos apresentam vivência social variando de grandes a pequenos grupos sem organização complexa. Existe o macho alfa que geralmente é o maior e mais forte do grupo. Quando em ambiente e grupo determinado, há os machos e fêmeas territoriais. Na grande maioria se faz presente cuidado parental de fêmeas zelando pela prole (ninho e recém nascidos) e machos rondando para defesa de território contra machos não territoriais e predadores (Garrick & Lang, 1977). Os sinais sonoros e gestuais são variados e freqüentes, a maioria no meio aquático onde também ocorre a coorte e cópula.

Apesar de um pouco diferente entre as espécies analisadas por Garrick & Lang (1977), *Crocodylus niloticus* Laurenti, *Crocodylus acutus* Cuvier

e *Aligator missipiensis* Daudin, os comportamentos se assemelham em vários pontos, por exemplo, a corte é longa, geralmente durante de 6 a 8 semanas, o clímax do processo de sedução e cópula acontece geralmente um mês antes da postura dos ovos, a incubação leva de 7 a 12 semanas, existe o combate entre machos pela disputa de territórios e fêmeas, os machos defendem seu território de machos mas as fêmeas tem passagem livre. A forma com que ocorre a defesa de território, a aproximação de machos e fêmeas, os momentos antes da cópula e o cuidado com os ninhos se difere ligeiramente entre as espécies, porém de forma resumida envolvem sinais como emersão da cauda e cabeça sobre a água (*emergent tail arched posture*) demonstrando hostilidade de machos para machos não territoriais, combates mais ou menos violentos entre machos, sinais de submissão como o ato de levantar o rostró de machos não alfas para o macho dominante e de fêmeas para os machos (*snout lifting*), rosar, grunhir, assoviar (*hiss*), emitir sons de baixa frequência (*subaldible vibrations*), fazer jorrar água pelas narinas (*narial geysering*), bater as mandíbulas rapidamente emitindo um estampido em situações de combate (*jaw clap*), encher os pulmões e abrir a boca soltando um rosado baixo enquanto balança a cauda (*inflated posture*), levantar a cabeça e batê-la na água rapidamente (*headslaping*) são todos sinais vocais, posturais e de movimento observado nas três espécies analisadas por Garrick & Lang (1977) durante todo o processo de pré-cópula e cópula em si. Depois do pico de acasalamento, sinais menos violentos e mais de alerta são adotados evitando machucar fêmeas grávidas. Nos momentos precedentes ao acasalamento, eles circulam um em torno do outro, mergulham, encostam as cabeças e montam sobre o outro. A cópula acontece em águas rasas e dura de 2 a 4 minutos. Nas três espécies foi detectada defesa da área dos ninhos. No final do período de incubação dos ovos, os filhotes começam vocalizar de dentro dos ovos, é um sinal para que a mãe os desenterre e colocando o ovo na boca, delicadamente quebre a casca. Depois os filhotes são levados, dentro da boca da

mãe, para a água. A mãe “cuida” ou pelo menos se associa à prole durante muito tempo depois do nascimento chegando a 2 anos no *American alligator* (*Alligator mississippiensis*).

Garrick & Lang (1977), admitem o maior grau de vocalização dos aligátors analisadas e atribui como causa o ambiente mais fechado (pântano). Levanto em consideração que a maioria das manifestações acontece na água, parece coerente não aplicá-las aos *U. terrificus*. Uma vez este tendo hábitos essencialmente terrestres (Vasconcelos, 2006; Vasconcelos *et al.*, 2004), principalmente pela morfologia do crânio (narinas frontais e órbitas laterais), dificultaria ou no mínimo modificaria os sinais de convívio social e disputa sexual. Possivelmente o cortejamento dos indivíduos de *U. terrificus* ocorreria em terra. Uma vez que foi encontrado apenas um exemplar do animal alvo da reconstituição, não é possível afirmar com certeza hábitos gregários, porém se for possível extrapolar o convívio em grupos dos crocodiliformes atuais para mesoeucrocodylia, não seriam descartadas nas ilustrações, combates entre machos, o cuidado da fêmea com o ninho e filhotes, a existência de indivíduos territoriais e alfas e a maioria dos comportamentos referentes ao convívio em bando, mas com manifestações dos sinais diferentes. Talvez tenha sido possível (levando em consideração a morfologia das falanges ungueais de *U. terrificus*) a escavação e construção de ninhos como os crocodiliformes atuais, apesar de estes usarem predominantemente as patas traseiras para isso (Vasconcelos, 2006).

### **Desenvolvimento ontogenético**

O desenvolvimento ontogenético de um animal fóssil é de difícil análise (Vasconcelos & Carvalho, 2005). É importante conhecer como o animal era em seus diferentes estágios de desenvolvimento para representá-lo visualmente em alguns casos de exigência do projeto. Se o animal tem hábitos gregários, possivelmente no bando estariam indivíduos de diferentes estágios de desenvolvimento. Se uma das características mais marcantes

do animal é, por exemplo, o cuidado com os filhotes, para uma ilustração de divulgação é importante que esta evidencie tal característica sendo necessário o conhecimento da aparência externa do animal quando recém nascido.

Foi encontrado apenas um exemplar de *U. terrificus*, um indivíduo possivelmente adulto, o que impossibilita conhecer com exatidão sua aparência em diferentes fases da vida. Este trabalho não objetiva reconstituir *U. terrificus* recém nascido, por exemplo. Sendo assim não será dada, aqui, grande atenção aos padrões de desenvolvimento. É relevante dizer que, como exemplo, Mook (1921), Lordansky (1973), Dodson (1975) e Monteiro *et al.* (1997) analisam as modificações cranianas durante fases de desenvolvimento de crocodiliformes recentes. Monteiro *et al.* (1997) concluem que há um alongamento do crânio, expansão dorsoventral e compressão lateral.

Vasconcelos & Carvalho (2005), analisando o desenvolvimento de *Mariliasuchus amarali*, percebem que há um aumento relativo da distância entre as órbitas, um aumento da fenestra mandibular, um aumento na altura da mandíbula e uma diminuição das órbitas com um alongamento destas. Observando fotos de crocodiliformes atuais percebe-se que há um alongamento acentuado relativo do rostro com expansão dorsoventral. Há ainda a acentuação das curvaturas da linha da mandíbula (observação pessoal). Quando recém nascido, os olhos e ouvidos externos correspondem a cerca de 50% do comprimento do crânio e quando adulto esses elementos são 25% do comprimento total do crânio dependendo da espécie.

*U. terrificus* poderia ser ilustrado recém nascido com grandes olhos, rostro curto, mais baixos, olhos posicionados um pouco mais acima do crânio, mandíbula mais delicada, ondulação desta menos sinuosa, quase uma linha reta, ausência de dentes nos primeiros momentos e depois uma arcada com menos dentes, além de membros relativamente mais longos e corpo mais esguio, bem como uma coloração mais clara e com padrão de possíveis manchas mais evidente.

### Vocalização

Os sons emitidos por um animal extinto são de relevância em uma reconstituição se esta envolver a retratação dinâmica como em animações ou vídeos, ou ainda em “animatronics” como são chamados os robôs de animais. A proposta deste trabalho não envolve a criação de animações ou representação do *U. terrificus* em movimento. Porém como a modelização digital oferece a possibilidade de animação posterior à escultura discutir-se-ão sobre possíveis sons emitidos por *U. terrificus*.

Os répteis atuais em sua maioria emitem sons simples produzidos pela passagem de ar pela glote e sua cavidade oral além de vibrações de escamas e do corpo. Crocodilos produzem sons pela passagem de ar pela glote que se abre acima e em frente à cartilagem da tireóide. Projeções das cartilagens aritenóides formam uma dobra de tecido que simula cordas vocais. O ar sendo forçado por essa passagem gera sons que podem ser controlados até quanto à frequência, contraindo ou relaxando os músculos da glote, além de abrir ou fechar a válvula palatal. Existe vocalização mesmo pouco antes do nascimento. Crocodilos podem ainda emitir sons infrassônicos que são gerados por vibrações nas laterais do corpo. Adultos vocalizam menos frequentemente e com sons mais graves que jovens, geralmente associada ao cortejamento e defesa de território.

É praticamente impossível inferir com certeza sobre os sons emissores pelo crocodiliano extinto, é possível deduzir apenas que deveriam ser sons semelhantes aos de crocodilos atuais e emitidos provavelmente em situações também relacionadas. A morfologia da língua, palato e laringe poderiam modificar o timbre e a frequência. Para gerar tais sons, é recomendável que se ouçam vários tipos de vocalizações de crocodiliformes atuais.

### Contexto paleoambiental e paleoecológico

Quando na reconstituição de um ser, este está inserido em um

ambiente, devem-se compilar as informações necessárias à reconstituição correta da fauna concomitante, da cor e textura do solo, da possível vegetação, eventos relacionados à umidade (chuva, nuvens, neblina), possível presença de fontes aquosas e o relevo do local. A osteologia de um fóssil reflete o ambiente e o estudo do ambiente reciprocamente corrobora para os hábitos e aparência externa de um animal.

Os restos de *U. terrificus* foram encontrados em um afloramento da Formação Marília (ver Carvalho et al., 2004; Vasconcelos, 2006). Esta está inserida no pacote sedimentar do Grupo Bauru, Bacia Bauru. A Bacia Bauru abrange cerca de 370.000 km<sup>2</sup> ocupando parte do Planalto Ocidental de São Paulo, noroeste do Paraná, parte oriental do Mato Grosso do Sul, parte do Triângulo Mineiro (Minas Gerais), sul de Goiás e nordeste do Paraguai (Coimbra & Fernandes, 1995). Formou-se pelo acúmulo de rochas sedimentares continentais e vulcânicas entre o Turoniano e Maastrichtiano (93 à 65 Ma-milhões de anos) (Fernandes et al., 1992). A Bacia Bauru preencheu-se em clima semi-árido à árido, entre Aptiano e Maastrichtiano (121 à 65 Ma) e está dividida em Grupo Caiuá e Grupo Bauru (Fernandes & Coimbra, 2000). O primeiro ocorre na porção sudoeste da Bacia (Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul e nordeste do Paraguai) e está subdividido nas Formações Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio. O Grupo Bauru é composto pelas Formações Uberaba, Vale do Rio do Peixe, Araçatuba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília além dos Analcimitos Taiúva (rochas vulcânicas intercaladas na seqüência) (Fernandes, 2004). A Bacia Bauru se formou em três fases, a primeira ligada à semi-aridez (Formação Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio), a segunda caracterizada por depósitos fluviais e desérticos (Araçatuba, Vale do Rio do Peixe, São José do Rio Preto e Presidente Prudente) e a terceira fase dando origem às formações Marília e Uberaba em ambiente de sistemas aluviais e flúvio-eólicos (Fernandes, 1998).

Fazem parte da formação Marília, os membros Ponte Alta, Echaporã

e Serra da Galga (Barcelos & Suguio 1987). Deste último membro provém o achado de *U. terrificus*. Tal membro ocorre apenas no Triângulo Mineiro, têm espessura máxima de cerca de 110 m (Barbosa et al., 1970) e é composto por arenitos (estratificação cruzada tabular tangencial a base e acanalada, de médio a pequeno porte) imaturos (grossos a finos), intercalados por níveis conglomeráticos com cor amarelo pálido a avermelhado, além de lamitos de cor marrom, às vezes com clastos esparsos, imersos na matriz. Os clastos das litofácies são constituídos de quartzo, quartzito, calcedônia, nódulos carbonáticos remobilizados, arenitos, pelitos, fragmentos de basalto e ossos sustentados por matriz arenosa com pouca lama (alguns se apresentando como ventifactos). Parte dos arenitos é cimentada por carbonato (Fernandes, 2004). Percebe-se padrão *finning upward* de granulometria do sedimento da base para o topo (Fernandes, 1998). Apesar das diferenças causadas a coloração pela diagênese dos sedimentos, tal composição possivelmente conferiria cores de tons amarelados e marrons claros.

Segundo Fernandes (2004), o membro Serra da Galga formou-se em clima semi-árido, como depósito de leques aluviais medianos e distais, com sistemas fluviais entrelaçados associados, eventuais intercalações de depósitos de pequenas dunas eólicas e lagos de *playa lake*. Condicionantes paleogeográficos, como os altos topográficos derivados do soerguimento das bordas da Bacia Bauru e paleoclimatológicos (temperatura média anual às vezes 10° acima das atuais) (Goldberg & Garcia, 2000), permitem representar uma paisagem contextualizando *U. terrificus*, com solo e vegetação semi-áridos, muito sol, poucas nuvens (excetuando a estação de chuvas em que chuvas torrenciais provavelmente assolavam o Cretáceo superior do Triângulo Mineiro), com leques aluviais vindo de montanhas ao fundo (Mídia > Pasta Figuras > Figura 34).

### Paleobiota associada

A fauna associada ao momento de vida de um animal objeto de representação é imprescindível quando na reconstituição do paleoambiente. Muito provavelmente um animal não está sozinho se retratado em ângulo aberto mostrando grande parte do ambiente. É interessante que em segundo plano haja animais e vegetais ao redor, pois além de ser didático, é importante contextualizar a ilustração. É claro que a maior parte do que foi o Cretáceo de *U. terrificus* não se preservou.

A grande maioria do registro fossilífero da região está localizada justamente na Formação Marília (onde foi encontrado o *U. terrificus*) e Formação Adamantina (Vasconcelos, 2006). São registrados invertebrados, vertebrados, vegetais e icnofósseis (Fernandes & Coimbra, 1996).

Roxo, 1937; Price, 1945, 1950 e 1955; Mezzalana, 1974, 1989; Bertini *et al.*, 1993; Carvalho & Bertini, 1999; Dias-Brito *et al.*, 2001; Magalhães Ribeiro, 2002; Senra, 2002; Carvalho *et al.*, 2005; França & Langer, 2005. Todos estes autores contribuíram no estudo da paleobiota do Grupo Bauru. O quadro (Quadro 4) com toda a fauna e flora cretácea da região de Uberaba com base em Candeiro *et al.*, (2007 no prelo).

Maior ênfase foi dada, à fauna e flora do Membro Serra da Galga que refletem o mesmo tempo de deposição e condições ambientais que *U. terrificus* possui.

Após o estudo de cada aspecto determinante da provável aparência externa do crocodiliforme estudado, bem como um ambiente para interação com o mesmo, é apresentada uma síntese dos aspectos conclusivos dentro da organização proposta. (Quadros 1, 2 e 3).

## RECONSTRUÇÃO ESQUELETAL E MIOLÓGICA

### Paleoreconstrução esquelética

A segunda fase de execução do projeto consistiu na paleoreconstrução esquemática do esqueleto do animal fóssil com posterior inserção muscular.

O processo para se estimar a biometria de *U. terrificus* em vida se deu através de desenhos esquematizados do comprimento dos elementos ósseos representados por barras vetoriais no software de ilustração vetorial Corel Draw.

Vértebras cervicais, sacrais e caudais (excetuando-se as 4 primeiras) não se mostram conservadas em CPPLIP 630, sua morfologia e dimensões foram inferidas aplicando-se a proporção dos elementos correspondentes de *Araripesuchus gomesii* (Price, 1959), e comparando com crocodiliformes viventes através de fotografias e esquemas retirados da internet (CROCODILIAN, 2007) e de Richardson *et al.* (2002).

O crânio foi estimado extrapolando a indicação de escala apresentada na descrição de Carvalho *et al.* (2004), também calculada no Corel Draw.

A biometria da pata posterior de *U. terrificus* foi estimada pela proporção entre manus e pés de *Araripesuchus gomesii* (Price, 1959) aplicada em relação às dimensões da manus de *U. terrificus*. Para determinar a configuração e morfologia dos dígitos comparou-se também aos dígitos de crocodiliformes recentes.

As 4 primeiras hemapófises foram preservadas no holótipo e suas medidas retiradas de Vasconcellos (2006). As alturas dos arcos hemais mediais e posteriores foram deduzidas da razão de diminuição dos arcos de *Araripesuchus gomesii* (Price, 1959), e comparadas à *Baurusuchus salgadoensis* Carvalho, Nobre & Campos, 2005.

Em janeiro de 2008, visitou-se o Museu dos Dinossauros, em Peirópo-

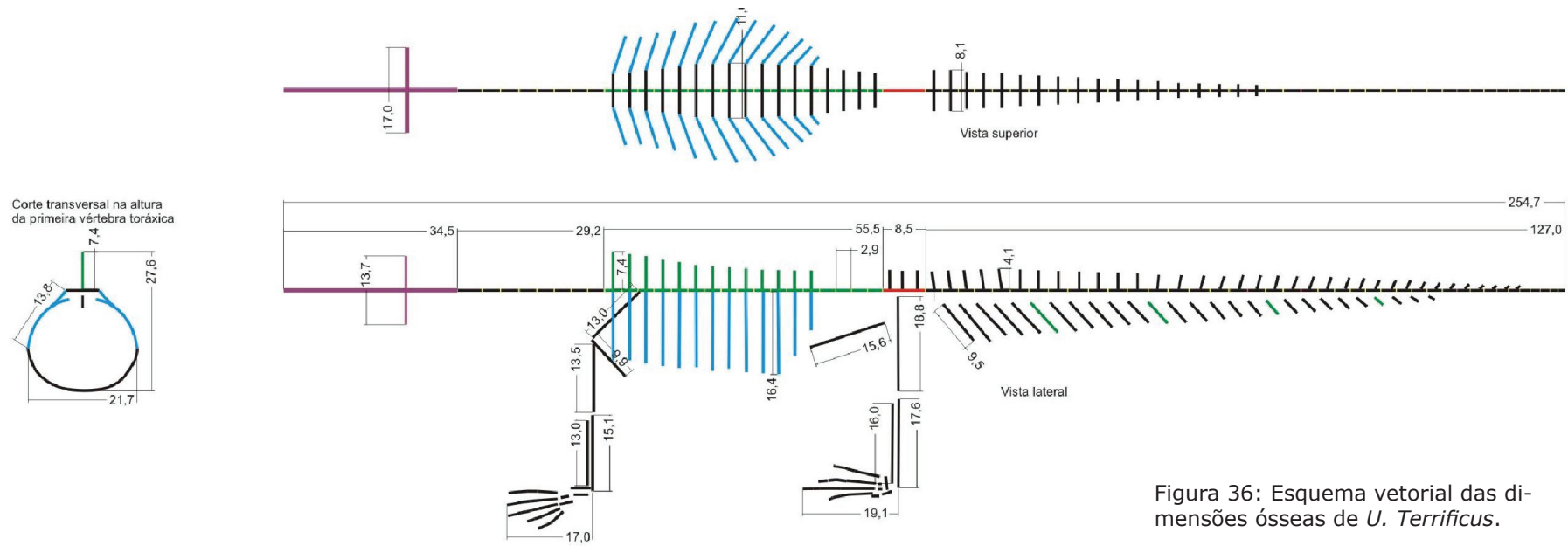


Figura 36: Esquema vetorial das dimensões ósseas de *U. Terrificus*.

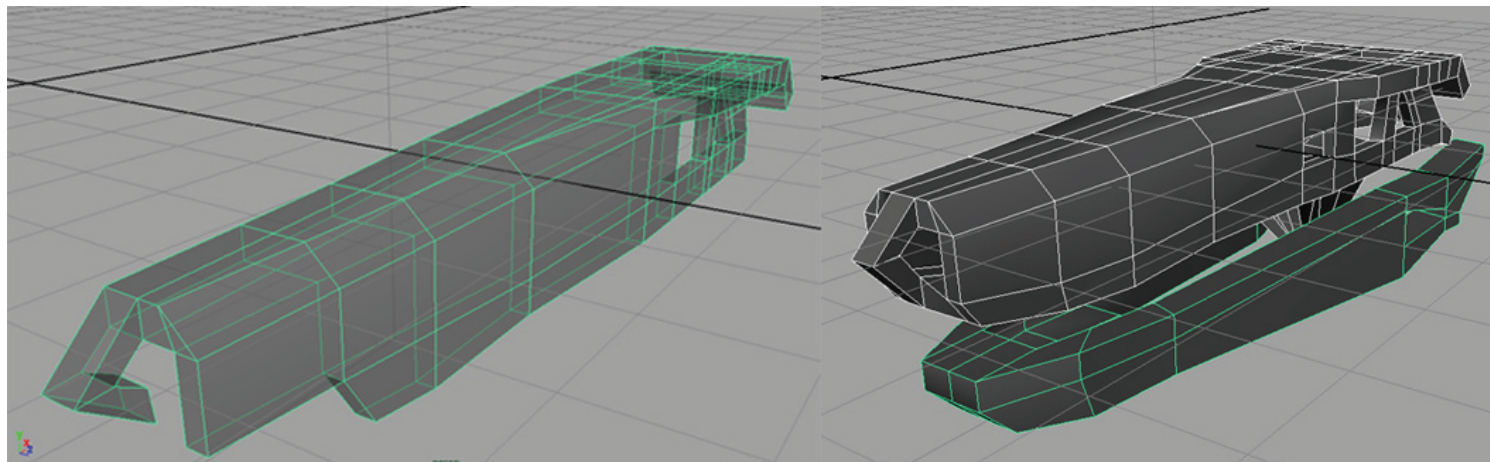


Figura 43: Malha poligonal para modelagem digital do crânio de *U. terrificus*.

lis, Minas Gerais para análise do holótipo de *U. terrificus*. Fotos de todas as peças e ângulos relevantes ao desenvolvimento do projeto foram registradas. Observou-se serem torácicas todas as 13 vértebras dorsais, não apresentando nenhuma lombar preservada.

Fizeram-se ilustrações rápidas para evidenciar aspectos não captados pelas fotografias, além de facilitar o entendimento e assimilação da anatomia do animal pelo bolsista. Fotos em posições ortogonais foram feitas, uma vez que estas permitem a observação mais adequada dos elementos (Mídia > Pasta Figuras > Figura 35).

A curvatura do pescoço foi inspirada nas radiografias mostradas em Richardson *et al.* (2002) de crocodilos atuais. Esta estava em conformação com a indicação da curvatura das primeiras dorsais.

Após estimativa da biometria das peças ósseas no software Corel Draw e representação de tais medidas por barras vetoriais de cada elemento (Figura 36), seguiu-se para a confecção das ilustrações do esqueleto.

### Modelização digital do esqueleto

A proposta inicial para a construção do esqueleto era realizar ilustrações com lápis grafite em papel utilizando técnicas simples de desenho, podendo as pranchas serem digitalizadas e tratadas para limpeza do traço e correções com softwares de tratamento fotográfico. Tal técnica seria de fácil acesso e razoavelmente satisfatória. No entanto, ponderando sobre as possibilidades do uso da modelagem digital e levando em consideração que a terceira fase do projeto (representação do animal) seria realizada através da escultura digital, optou-se pela paleorestauração e paleoreconstrução do esqueleto (Ghilardi *et al.*, 2007) inteiramente digital e tridimensional.

O processo mostrou-se mais demorado, porém com recursos maiores, como por exemplo, a atenção para a posição exata de cada peça no espaço, além de possibilitar a sobreposição de elementos como a mus-

culatura e até mesmo o *mesh* final (malha poligonal) do animal. Permitiu ainda vários ângulos de visualização e níveis de detalhamento.

### Óssos dos membros

Detalhes morfológicos foram dados principalmente ao esqueleto apendicular e ao crânio. Cada osso dos membros foi construído com a agregação de três esferas da ferramenta *Z sphere* do software *Z Brush* (Mídia > Pasta Figuras > Figura 37). Sobre as esferas, o programa gerou um envoltório poligonal fechado com 22 polígonos que forma proximamente a estrutura de cada osso longo e então fora dividido duas vezes, ou seja, o *mesh* passou a ter 352 polígonos, uma vez que cada divisão transforma cada polígono em quatro. Os ossos longos foram esculpidos através da deformação estratégica dos vértices de ligação dos polígonos. Os 352 polígonos de cada osso foram diferentemente distribuídos com maior densidade nas epífises e menor número de polígonos no corpo principal do osso. Tal distribuição possibilita menor exigência de hardware, uma vez que áreas menos detalhadas possuem menos polígonos.

Os elementos preservados em *U. terrificus* dos apêndices locomotores e cinturas (úmero, rádio e ulna, escápula e coracóide, púbis e ílio), foram esculpidos seguindo as figuras (fotos e ilustrações) de Vasconcelos (2006), bem como fotos captadas e desenhos feitos pelo aluno durante a visita ao Museu dos Dinossauros em Peirópolis, MG.

A paleorestauração das porções deficitárias por fatores preservacionais como, por exemplo, a epífise distal do coracóide, foi deduzida seguindo a tendência das linhas das silhuetas das partes que se preservaram e os trabalhos de Mook (1921) e Reese (1915). Buscou-se usar como referência táxons filogeneticamente próximos à *U. terrificus* que apresentam as estruturas que neste não se preservaram ou estão parcialmente ruídas como os membros posteriores.

A forma geral, bem como a proporção dos três ossos das pernas de

*U. terrificus* foram baseadas nas de *Mahajangasuchus insignis* (Mídia > Pasta Figuras > Figura 21) (Buckley & Brochu, 1999 e *Araripesuchus gomesii* (Mídia > Pasta Figuras > Figura 38) Price, 1959 extrapoladas de imagens retiradas respectivamente de Krause *et al.* (2006) e Hecht (1991).

### Vértebras e costelas

Não foi necessária a escultura detalhada das vértebras, hemapófises e costelas, uma vez que serviram apenas para construir a estrutura do crocodilomorfo. Tais elementos foram modelados no software *Maya*. Neste é possível coordenar além de vértices, também arestas e faces independentemente e em cada eixo com precisão. Tal disponibilidade permitiu criar vértebras, com 74 polígonos, apresentando todos os elementos anatômicos (espinho neural, zigapófises, processos transversos e centro). A partir de um modelo de vértebra básico foi possível, multiplicando-o e modificando cada estrutura individual, representar todas as vértebras (Mídia > Pasta Figuras > Figura 39). Os *meshs* das vértebras demonstravam, de forma simplificada, o comprimento e largura de cada vértebra, altura de cada espinho neural e tamanho dos processos transversos.

Através da manipulação de uma fotografia lateral das vértebras torácicas do holótipo de *U. terrificus*, inferiu-se uma possível curvatura lombar. Processo pelo qual usou-se o software de tratamento de imagens e ilustração Photoshop. Isolou-se cada vértebra torácica, posteriormente estas foram reposicionadas respeitando a articulação das zigapófises, e um espaço intervertebral de cerca de 2 - 3 mm correspondente ao disco intervertebral.

A morfologia das costelas cervicais foi baseada na de crocodiliformes viventes (Reese, 1915; Mook, 1921; Richardson *et al.*, 2002). Usou-se a proporção apresentada por Mook (1921) para se estimar o comprimento das costelas torácicas (Mídia > Pasta Figuras > Figura 40). A angulação das costelas em relação ao plano vertical das vértebras dorsais foi estimada

simulando-se o encaixe das costelas nas vértebras seguindo as dimensões das diapófises e parapófises das vértebras torácicas (Mídia > Pasta Figuras > Figura 41). Para inferência sobre o ângulo no sentido longitudinal, foi preciso ainda comparar à fotos de esqueletos de crocodiliformes recentes (Mídia > Pasta Figuras > Figura 42).

As costelas torácicas, esterno e gastrália, elementos não preservados no achado (com exceção de alguns elementos da gastrália, porém sem grande relevância para o estudo, devido sua dispersão), são de importância para se determinar a silhueta da porção inferior do animal, uma vez que o esterno se articula com o coracóide e a gastrália com o púbis. As referências usadas foram elementos correspondentes de crocodilos e aligátors viventes retiradas de Mook (1921) e Reese (1915) e fotografias retiradas da Internet.

### Osteodermos

Os osteodermos dorsais (morfotipo 1 e 2) de *U. terrificus* também foram representados esquematicamente na construção tridimensional do animal através da subdivisão e manipulação dos vértices de um cubo para cada morfotipo. Após modelagem de um exemplar de cada tipo e posicionamento correto entre si, estes foram agrupados e multiplicados 2 vezes para que se acertasse o imbricamento que *U. terrificus* apresentava em seus osteodermos - a extremidade posterior de cada osteodermo cobre a extremidade inferior da próxima placa posterior. O grupo de 4 osteodermos foram, então multiplicados 30 vezes e distribuídos ao longo do dorso desde a primeira vértebra cervical à última caudal. Todos os objetos foram posicionados em seus sítios funcionais: morfotipo 1 articulando-se com um espinho neural em sua extremidade cranial e com a extremidade caudal sobre o espinho neural da vértebra consecutiva mais posterior, seguido lateralmente do tipo arredondado (Salisbury & Frey, 2000 *apud* Vasconcelos, 2006). Ajustaram-se as dimensões da série observando a relação dos tama-



nhos dos osteodermos dorsais preservados e comparando o restante (não preservada) à crocodiliformes recentes, e à *Itasuchus gesuinoi* Price, 1955 e *Araripesuchus gomesii* (Hacht, 1991), animais filogeneticamente próximos à *U. terrificus*.

### **Crânio**

O crânio teve sua malha poligonal construída no software *Maya* através da extrusão de cubos. O método se mostrou mais satisfatório à este elemento que o processo de agregação de esferas (Z spheres), pois no programa Z Brush não é possível mesclar vértices e arestas, o que dificulta a modelagem de cavidades como fenestras. Fez-se uma metade do crânio, posteriormente esta foi duplicada e espelhada tendo seus vértices mediais mesclados, resultando em cerca de 400 polígonos (Figura 43). O crânio foi subdividido, passando a conter cerca de 1650 polígonos e exportado para o Z Brush. No ambiente deste programa, sobre uma composição de fotografias do crânio do *U. terrificus* de ângulos próximos aos ortográficos exatos, manipulou-se o objeto poligonal importado do pacote *Maya*.

As regiões palatal e posterior do crânio de *U. terrificus* não se preservaram inteiramente no holótipo e por isso foram baseadas nas de *Montealtosuchus arrudacamposi* Carvalho, Vasconcelos & Tavares, 2007, já que este é o mais próximo táxon encontrado até o momento Carvalho et al. (2007) a preservar tais elementos.

### **Dentes**

Para-se definir as dimensões dos dentes da espécie em estudo, utilizou-se o software de ilustração vetorial *Corel Draw*. Sobre fotografias escalonadas de *U. terrificus*, mediu-se com a ferramenta de cotas disponível no pacote, as dimensões dos dentes anteriores esquerdos e direitos e dois dentes do lado direito mais posteriores do peirosaurídeo. Levando-se em conta que as partes mais resistentes se preservam no registro fóssil (Holz

& Simões, 2002), como esmalte e dentina dos dentes, e sabendo que um dente de um crocodiliano apresenta uma camada bastante espessa de esmalte sobre a coroa do dente seguida mais internamente da dentina (Reese, 1915). Os dentes foram esculpido digitalmente por extrusão de cubos no software *Maya*, com malha poligonal mais densa na região das serrilhas.

### **Proporção e posicionamento dos elementos ósseos**

O esquema com as medidas dos elementos feitas anteriormente no software *Corel Draw*, foi aplicado como textura em um plano quadrado no software *Maya*. Um plano contendo a textura da vista lateral das medidas dos elementos foi colocado verticalmente e outro contendo as medidas dos elementos em vista superior foi disposto horizontalmente (Mídia > Pasta Figuras > Figura 41). Todos os meshes dos elementos ósseos previamente criados foram importados e abertos neste ambiente. Após regulagem das medidas seguindo o esquema vetorial, posicionaram-se as peças em seus sítios funcionais

### **Paleoreconstituição muscular**

Inferir sobre a aparência externa de um animal extinto exige a definição de seu volume e, portanto, a reconstituição miológica. Quando na análise de um animal que não mais apresenta exemplares viventes é preciso inferir feixes musculares a partir de marcas deixadas pelas conexões dos músculos aos ossos, comparando com animais viventes. Em alguns raros registros fósseis é possível a análise das fibras e até do volume muscular (Manning, 2008). *U. terrificus* apresenta uma ótima preservação (Carvalho et al., 2004), porém sem indícios de tecidos moles.

Utilizou-se como referência crocodiliformes viventes para se determinar a distribuição dos feixes musculares do holótipo em estudo. A proposta inicial do projeto era estimar a musculatura do animal através

de desenhos esquemáticos simplificados em vistas ortográficas básicas, usando técnicas como lápis grafite sobre papel com posterior digitalização. Tal proposta permitiria uma execução rápida, porém com nível de detalhamento baixo e aparência externa imprecisa. Com o aprendizado do aluno sobre ferramentas de escultura digital ao longo do tempo de execução do projeto, optou-se pela reconstituição miológica tridimensional virtual sobre o esqueleto modelado na etapa anterior.

A feitura virtual dos feixes musculares foi resultado da conciliação entre o que havia disponível na literatura com pequena inferência sobre marcas de inserções observadas no fóssil e o tempo relativamente pequeno dedicado à esta etapa.

A paleoreconstituição muscular apresentou uma considerável melhoria dos dados após visita ao Jacaresário da UNESP de Rio Claro com objetivo de dissecação de um exemplar de Jacaré do Pantanal – *Caiman latirostris* – de 67 cm de comprimento. Fotografias e ilustrações foram feitas da musculatura superficial do exemplar. Adultos e filhotes de jacarés vivos e um varanídeo - *Varanus exanthematicus* – foram fotografados e filmados para análise de padrões de distribuição de coloração e movimentos (Mídia > Pasta Figuras > Figura 45).

Feixes e volumes musculares foram criados sobre a malha poligonal do esqueleto dentro do ambiente virtual do software Maya. Para cada feixe era desenhada, através de curvas, a silhueta da origem e depois da inserção muscular, outras curvas eram construídas intermediando a origem e inserção, formando o caminho do feixe. Todas as curvas eram por fim conectadas formando um tubo constituído de NURBS. NURBS (Non-Uniform Rational B-splines) são superfícies curvas calculadas matematicamente que permitem geometria suave adequada para formas orgânicas tridimensionais (AUTODESK, 2008). Em alguns feixes (mais retilíneos) usou-se um cilindro básico gerado pelo programa, tal estrutura pode então ser deformada por seus vértices de controle para formar o

músculo. Mais atenção foi dada à musculatura dos membros, pescoço e cauda, uma vez que o tórax possui músculos pouco espessos que não influenciam significativamente na aparência externa.

O membro anterior foi o primeiro alvo de simulação do volume miológico. Tomou-se como referencia a descrição e nomenclatura de Meers (2003). Não se reconstituíram músculos dos dígitos por estes serem mais complexos que informativos sobre o volume dos dedos para este trabalho.

O desenho da musculatura da cintura pélvica, coxa e crura, fundamentou-se na descrição de Richardson et al. (2002), Haughton (1865), Gatesy (1997), Reese (1915) e Romer (1923a e b) e na observação de *Caiman latirostris* dissecado pelo aluno.

## MODELAGEM DIGITAL DA APARÊNCIA EXTERNA DE *U. terrificus*

### Construção da malha poligonal

Percebeu-se, após experimentações, que seria mais adequado modelar a malha básica de polígonos no software Maya que permitiria o detalhamento posterior no ambiente virtual do Z Brush. A técnica usada foi a extrusão de faces partindo-se de um volume primitivo (cubo), com posterior manipulação de vértices individuais (deslocamento e mesclagem) e criação de arestas manualmente. Para se chegar à uma conformação poligonal no software Maya que permitisse a criação do volume adequado, detalhamento necessário, e geração de níveis superiores de densidade poligonal pelo software Z Brush foram necessárias incitáveis tentativas e erros. A terceira fase de desenvolvimento do projeto foi formulada para três etapas: criação da malha poligonal do animal no software Maya, detalhamento da escultura no Z Brush e texturização e coloração dentro

do ambiente do mesmo.

Sobre o conjunto de objetos tridimensionais que formavam a paleoreconstrução do esqueleto e palereconstituição dos volumes musculares dentro do ambiente do *Maya*, criou-se um cubo que o programa disponibiliza como forma básica. Este foi dimensionado e posicionado na região da cintura pélvica, uma de suas faces foi extrudada e deslocada até a ponta da cauda, a face oposta sofreu o mesmo processo, porém em direção ao crânio, colocada na região da junção pescoço/crânio. Usando a ferramenta disponível no pacote do software *Maya* "*Insert Edge Loop Tool*", criou-se uma divisão medial longitudinal no sentido vertical, que colocou um conjunto de arestas partindo o objeto ao meio. Com a mesma ferramenta, agora na transversal, distribui-se "anéis" de arestas fracionando o objeto ao longo do que será o corpo do animal. Dois "anéis" para a região da cauda, dois para o abdome, dois para a região da cintura escapular e um dividindo a região do pescoço em duas. Durante o processo, os vértices eram ajustados para envolver o corpo do animal (Figura 46-A).

As laterais correspondentes às regiões das cinturas foram extrudadas e afastadas lateral e distalmente para formar os membros. As arestas superiores foram mescladas e as faces inferiores novamente extrudadas cinco vezes, os vértices foram ajustados ao longo do que representaria os membros (Figura 46-B) e articulações das patas. Manus e pés serão estruturados em um nível de detalhamento superior, explicado mais adiante.

Após construção dos membros, passou-se para o crânio. É preciso selecionar áreas que devem receber maior detalhamento. O crânio, em geral, é mais visado em um enquadramento fotográfico e também mais informativo, portanto exige malha poligonal mais densa para que seja viável um maior detalhamento. O polígono hexagonal que se formara na extremidade do objeto, referente ao pescoço, foi partido horizontalmente ao meio, por uma aresta criada utilizando a ferramenta "*Split Polygon Tool*".

Realizou-se a extrusão do hexágono duas vezes. Inseriram-se arestas circulando as faces extremas, uma série de três arestas acima das arestas medias e outras três abaixo. Os dois vértices mediais mais distais foram arrastados em sentido caudal, para formar a garganta, possibilitando ainda a divisão do crânio e mandíbula. Na linha vertical do crânio localizada na área dos pterigóides, ou seja, na região de separação do *mesh* em mandíbulas superior e inferior, formaram-se faces pentagonais, representando uma seção transversal do crânio naquela área. Estas faces foram extrudadas três vezes cada e posicionadas para formar o crânio e mandíbula (Figura 46-C).

Para se construir a região dos olhos, inseriram-se arestas formando um losango composto por quatro triângulos. O mesmo processo foi feito para as narinas (Figura 46-D). Em um passo posterior, a malha será subdividida e automaticamente tal distribuição triangular será substituída por tetrágonos que juntos formam uma área circular.

Acrescentaram-se alguns anéis de vértices na porção da cauda e abdome para possibilitar polígonos mais uniformes, o que na etapa de detalhamento no *ZBrush* permitirá, uma melhor distribuição das escamas. Nesta altura do processo de execução, trabalhar com a simetria bilateral se torna demorado no *Maya*. Optou-se por apagar a metade esquerda do *mesh* e modelar apenas a porção direita. Num estágio final esta será duplicada, invertida e terá seus vértices soldados.

A etapa seguinte constituiu-se em subdividir a metade direita do *mesh* representativo do corpo do animal, através do comando "*smooth*", em cerca de 600 polígonos resultando em uma malha composta apenas por tetrágonos e quatro vezes mais densa do que a anterior. Outras arestas foram adicionadas manualmente ao crânio para aumentar a densidade e delinear áreas como o pavilhão auditivo, palato, língua, parte inferior da mandíbula, osteodermos supraorbitais e pálpebras.

Seguidamente os dígitos foram esboçados. As quatro faces mais

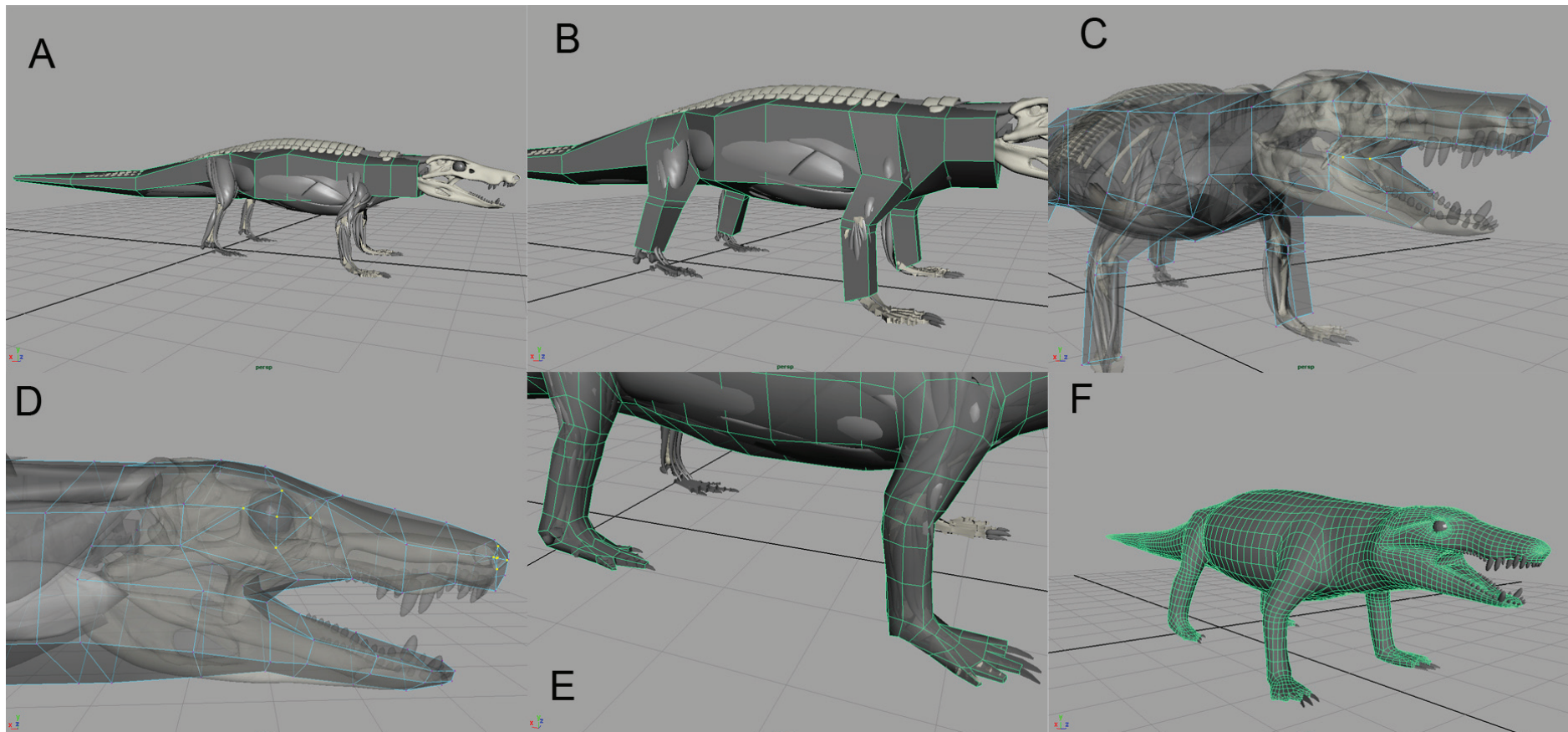


Figura 46: Construção da malha poligonal básica.

anteriores dos polígonos distais dos membros foram posicionadas voltadas para frente e por extrusão de cada face, conferiram-se prismas de base quadrangular para cada dígito. Para a pata anterior, uma das quatro faces foi ainda dividida em duas faces, uma vez que *U. terrificus* possuía 5 dígitos na manus (Figura 46-E).

Antes de se exportar o *mesh* para o detalhamento no programa *Z*

*Brush*, a metade direita do corpo já pré-modelado foi combinada com as falanges ungueais das patas, dentes do lado direito e uma esfera construída para representar o globo ocular direito. Através do comando "*Mirror Geometry*", todo o agrupamento foi duplicado, espelhado e os vértices da linha medial entre as porções direita e esquerda do *mesh* foram mesclados formando um objeto inteiro fechado juntamente aos anexos olhos, dentes

e garras. O objeto representando a forma externa do crocodilomorfo foi novamente separado no que seria a pele, os olhos, garras e dentes. As esferas poligonais que serviriam para representar os olhos tiveram sua malha simplificada, apagando faces internas ao crânio. A pele neste estágio apresentava algumas faces triangulares, já que manualmente foram desenhadas arestas no crânio e dígitos. Para que o software *Z Brush* gerasse uma malha mais suave, uma vez que este trabalha mais adequadamente com polígonos quadrangulares (observação pessoal) dentro do *Maya*, subdividiu-se o *mesh* mais uma vez o que gerou uma malha de aproximadamente 5800 polígonos (Figura 46-F), que foi juntamente aos olhos, dentes e garras exportada no formato de arquivo .obj para o software *Z Brush*.

### Detalhamento

Foi usada para a escultura dos detalhes e textura do modelo de *U. terrificus*, uma Mesa Digitalizadora (*tablet*) da marca “*Wacom*”, modelo “*Intuos 3*” de tamanho A5.

O *Z Brush* permite uma modelagem virtual bastante eficiente de formas orgânicas, pois imita o processo de escultura em massas argilosas, além de possibilitar a manipulação de vértices isolados. Duas vantagens do pacote são a pré-visualização do modelo com acabamento muito próximo da imagem renderizada final – dessa maneira, tem-se uma melhor noção dos pontos da malha a serem distorcidos, e apresenta bom desempenho mesmo calculando um número elevado de polígonos.

O modelo poligonal do *U. terrificus* foi importado como ferramenta para dentro do ambiente virtual do *Z Brush*. Neste, o objeto foi subdividido em 3 níveis, chegando à aproximadamente 153 000 polígonos para garantir o acréscimo adequado de volumes e detalhes da anatomia. Habilitou-se a opção *transform>z symmetry* fazendo com que todas as deformações de um lado do objeto sejam imediatamente repetidas do outro. Primeiramente atentou-se para os membros, principalmente patas.

Nelas foram acertados os tamanhos e morfologia dos dígitos e falanges ungueais. Fotografias de crocodiliformes recentes e do fóssil do holótipo foram novamente consultadas. Volumes musculares, posição da cauda e pescoço, garganta e língua tiveram seus volumes e posição acertados.

O segundo passo a ser dado na modelagem antes da texturização foi a marcação dos osteodermos. Primeiramente o *mesh* foi dividido em mais um nível atingindo cerca de 612 000 polígonos. Os polígonos representando as placas dermais criados na etapa anterior de construção do esqueleto dentro do *Maya* foram importados para o *Z Brush* como uma subtool - recurso disponibilizado pelo pacote 3.0 que permite a modelagem de objetos diferentes simultaneamente, podendo tornar visível ou invisível, editável ou não cada uma das partes. Habilitada a edição apenas da malha de polígonos sobre a qual se construía a pele do crocodilomorfo, porém com a outra subtool visível, marcou-se com uma deformação da normal dos polígonos no sentido proximal, cada junção de osteodermos ao longo da seção transversal inteira. Desenharam-se, a partir de tais marcações, as articulações entre os osteodermos do tipo 1 e 2.

### Texturização

Existem duas maneiras de se colorir um objeto no software *Z Brush*: uma delas é a aplicação de cor diretamente sobre os polígonos (*Poly Painting*), ou gerando um mapa de textura bidimensional que o computador coordena para “envelopar” o *mesh*.

Colorir com *Poly Painting* oferece a vantagem de mudança do ângulo de visão do objeto em tempo real, porém aplica uma cor homogênea para cada polígono. Já utilizando-se o recurso *Projection Master* é possível aplicar uma textura com vários pixels de cores diferentes a um mesmo polígono, uma vez que a cor é aplicada em uma figura bidimensional que envolve os polígonos. O último método apresenta a desvantagem de, uma vez habilitada a ferramenta, o objeto permanecer paralisado enquanto colore-

se o *mesh* até comandar ao programa a projeção dos pixels coloridos sobre a textura.

Optou-se pelo processo de texturização em que o objeto era pintado simultaneamente à deformação dos detalhes como escamas. Posteriormente a cor nos polígonos será transferida à um mapa de textura permitindo maior detalhamento.

Subdividiu-se o objeto em mais um nível chegando à aproximadamente 2 500 000 polígonos. Esta quantidade de superfícies deformáveis é suficiente para o detalhamento almejado.

Iniciou-se a confecção da textura pela aplicação de uma cor base sobre o objeto: bege amarronzado mais dorsalmente e branco na parte ventral do animal (Mídia > Pasta Figuras > Figura 47). As pálpebras foram parcialmente fechadas em uma posição neutra para possibilitar a texturização detalhada.

Para modelar simultaneamente à coloração, diminuiu-se a área de ação da ferramenta de deformação da malha, habilitam-se as opções *zadd* (acrescenta relevos aos polígonos) ou *zsub* (acrescenta vales) e *rgb* (permite o acréscimo de cor) e aplica-se com o cursor do mouse ou *tablet* o relevo e cor que se adequada a cada região.

Tomando como referência as fotos retiradas dos jacarés nwo Jacarés da UNESP de Rio Claro e imagens retiradas da internet (Crocodylian, 2007; Duiops, 2007; Naturefoto, 2008; National Geographic, 2008), esculpiram-se as escamas do crânio assim como a coloração básica das mesmas. Seguidamente texturizaram-se as patas dianteiras e depois osteodermos dorsais. Objetivando a modelagem e coloração da porção ventral do pescoço, garganta e queixo, desabilitou-se a opção de simetria bilateral para que a reconstituição aparentasse mais realismo. Por toda a superfície corpórea foram marcadas “linhas” (traços esculpido diretamente sobre a malha) que serviram de guia para a escultura dos padrões de escamas. Após texturização de toda a superfície da pele do

animal, incluindo língua e palato, os dentes foram coloridos e tiveram suas serrilhas esculpadas.

Posteriormente gerou-se uma textura de 4096 por 4096 pixels, aplicou-a sobre o objeto e através do comando *colorize to texture* transmitiu-se a cor dos polígonos à textura bidimensional. Dessa forma, detalhes específicos de cor puderam ser adicionados através do *plug-in Projection Master*. Neste estágio, os olhos foram coloridos tomando como referência crocodilos e aligatordões vivos. Optou-se pela construção de relevos e vales no globo representando a íris. Através desta técnica a luz influirá diretamente na íris proporcionando maior realismo (Mídia > Pasta Figuras > Figura 48). Em seguida, sobre todo o corpo, manchas foram estampadas e detalhes acrescentados com a finalidade de uma aparência realista e natural.

## AMBIENTE DE *U. terrificus*

A quarta e última fase do projeto compõe-se da geração das ilustrações finais de *U. terrificus* em seu provável ambiente de vida. O presente trabalho não trata especificamente dessa última fase, pois seria necessário o estudo das três fases anteriores de reconstituição aplicado à todos os organismos da fauna e flora contemporâneos ao animal em estudo. Dessa maneira prefere-se, aqui, inserir o organismo no seu provável biótopo de vida.

Gerou-se uma ilustração composta por elementos retirados de fotografias encontradas na Internet e que representaria as condições ambientais na época de vida de *U. terrificus*. Os elementos foram montados e manipulados no software de tratamento de imagens Photoshop. O modelo tridimensional de *U. terrificus* foi posicionado e iluminado em concordância aos elementos do ambiente, aplicou-se material adequado

ao modelo e o renderizou. A imagem foi inserida na paisagem.

Sobre uma imagem principal do deserto de Sossusvlei na Namíbia (flickr, acesso em novembro de 2008) (Mídia > Pasta Figuras > Figura 49), foram acrescentadas cicadáceas e podocarpáceas e araucariáceas através de ilustrações e fotografias (outdoors.webshots, acesso em novembro de 2008). A imagem apresenta um rio temporário e aspecto do solo em conformidade com as inferências sobre o provável ambiente de vida de *U. terrificus*. O céu foi manipulado e nuvens desenhadas. Arbustos foram excluídos através de clonagem de pixels e mudança manual da coloração destes. Dunas presentes na imagem original principal foram retiradas e um horizonte com tonalidades azuladas (simulando perspectiva tonal) foi desenhado no lugar antes ocupadas por aquelas.

Para ajudar na naturalidade e composição do ambiente contextualizador de *U. terrificus*, titanossauros tridimensionais previamente modelados no software *Z Brush* pelo aluno foram inseridos. Estes foram posicionados e iluminados em conformação ao ambiente e colocados ao fundo da paisagem. Mudanças por toda a área da imagem original foram aplicadas para um ambiente mais fidedigno (Mídia > Pasta Figuras > Figura 50).

O objeto tridimensional representando o Peirosaurideo modelado ao longo do projeto, teve seu corpo posicionado simulando uma caminhada através de um método de transposição disponibilizado pelo pacote *ZBrush*. Tal processo consiste no bloqueio de áreas estratégicas através de máscaras e rotação das áreas livres em torno dos eixos de articulações funcionais. Renderizou-se o *mesh - render* é a imagem bidimensional que softwares de modelagem geram como ilustração final, neste são calculados aspectos como iluminação, reflexão, sombras e cores da textura - de *U. terrificus* simulando a iluminação do ambiente ilustrado. Desenvolveu-se um *shader - material* que carrega características de absorção de luz pelos polígonos - que se adequasse a pele de crocodilianos viventes.

A imagem final do animal foi inserida na paisagem e características como reflexão do ambiente pelos olhos, sombra do corpo do animal sobre o chão e elementos da paisagem, bem como mudanças no contraste e cor da iluminação difusa foram acrescentadas à composição.

## RESULTADOS

*U. terrificus* revelou-se um animal de cerca de 2,5 m de comprimento, 0,5 m de altura (em *high walk*) e com um ventre de diâmetro aproximado de 35 cm levemente achatado dorso ventralmente (Figura 51). Para visualização dos ossos individuais dos membros consultar (Mídia > Pasta Figuras > Figura 52).

É perceptível no fóssil um deslocamento das zigapófizes das vértebras torácicas. Simulando-se a articulação em vida daquelas observou-se uma acentuada curvatura do dorso. Segundo Vasconcelos, a curvatura pode estar um pouco exagerada, talvez pela dessecação do corpo após a morte, o que aproximaria as vértebras revelando um espaço intervertebral menor do que realmente se mostraria em vida (comunicação pessoal). Sendo assim, seguiu-se tal curvatura, porém menos sinuosa, para dispor as vértebras torácicas e lombares do animal (Mídia > Pasta Figuras > Figura 53).

As costelas dorsais do holótipo de *U. terrificus* mostram-se retilíneas, levemente convexas em vista frontal, convexidade esta, acentuada na porção mais proximal. Tais características foram extrapoladas para as 13 costelas, já que o holótipo não apresenta todas as costelas preservadas e têm porções incrustadas na matriz sedimentar ou se mostram parcialmente danificadas.

Após observação da musculatura nos jacarés vivos e em dissecação, concluiu-se que reconstituir feixes musculares singulares para o objetivo deste trabalho tem pouca valia. Percebeu-se que a musculatura extrínseca da cintura peitoral, abdome e tórax é pouco espessa conferindo pequena

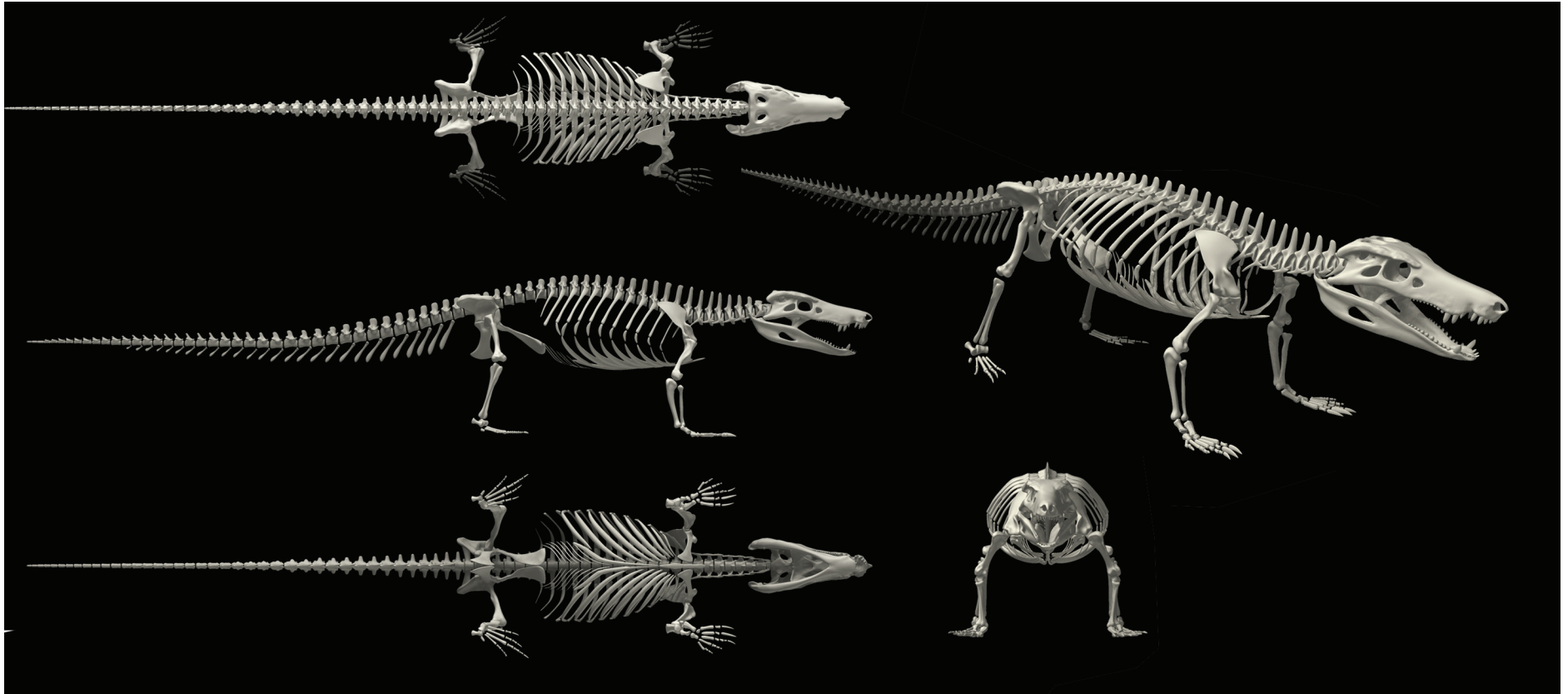


Figura 51: Reconstrução esquelética virtual tridimensional de *U. Terrificus*.

ou nenhuma influência no volume externo do animal. Foi possível inferir ainda que devido à espessura da pele e distribuição da musculatura, não se torna visível contrações dos musculares por baixo da pele em um animal vivo. Para um estudo de reconstituição da aparência externa em vida de um animal extinto, é talvez irrelevante pensar em feixes independentemente. É bastante recomendável, porém, avaliar e reconstituir volumes musculares levando em consideração grupos ou volumes. Obviamente para uma simulação de movimento, distribuição de massas, cálculo de momentos

de força, capacidade muscular (e.g. Rutchinson *et al.*, 2007; Motani, 2001), é fundamental a construção de toda a musculatura. O presente trabalho representa, assim, volumes constituídos por grupos musculares, exceto para a musculatura dos membros que tiveram seus feixes desenhados individualmente. Não se construiu virtualmente musculatura interna do abdome e nem víceras.

O volume da musculatura foi simulado empiricamente. Para tal observou-se crocodiliformes de tamanhos variados e levou-se em conta



aspectos básicos como o caminho mínimo (*i.e.* retilíneo) de um músculo de um sítio à outro ósseo, por exemplo, é perceptível que ligando-se o *M. flexor-tibialis externus* de sua origem na porção posterior externa da crista ilíaca à cabeça da Tíbia em uma linha reta ter-se-ia a silhueta mínima do volume da extremidade posterior da coxa. Segue o resultado da reconstituição muscular tridimensional (Figura 18).

A reconstituição da musculatura de *U. terrificus* é apresentada em Figura 54.

Observando-se aligatoriídeos e associando-se referências de crocodilos, constatou-se que há uma diferenciação no volume externo da perna visível sob a pele quando o animal se locomove. Ocorre um leve afundamento entre o grupo *Mm ilio-tibialis* e os feixes mais posteriores. Na parte inferior (medial) da coxa, é perceptível também um afundamento entre o *Mm ambiens* e *M femoro-tibialis internus* mais cranialmente e o grupo ventral de flexores da tíbia e *M pubo-ischio tibialis*. Este suave “vale” se estende para a parte da crura entre o *Gastrocnemius* e extensores dos

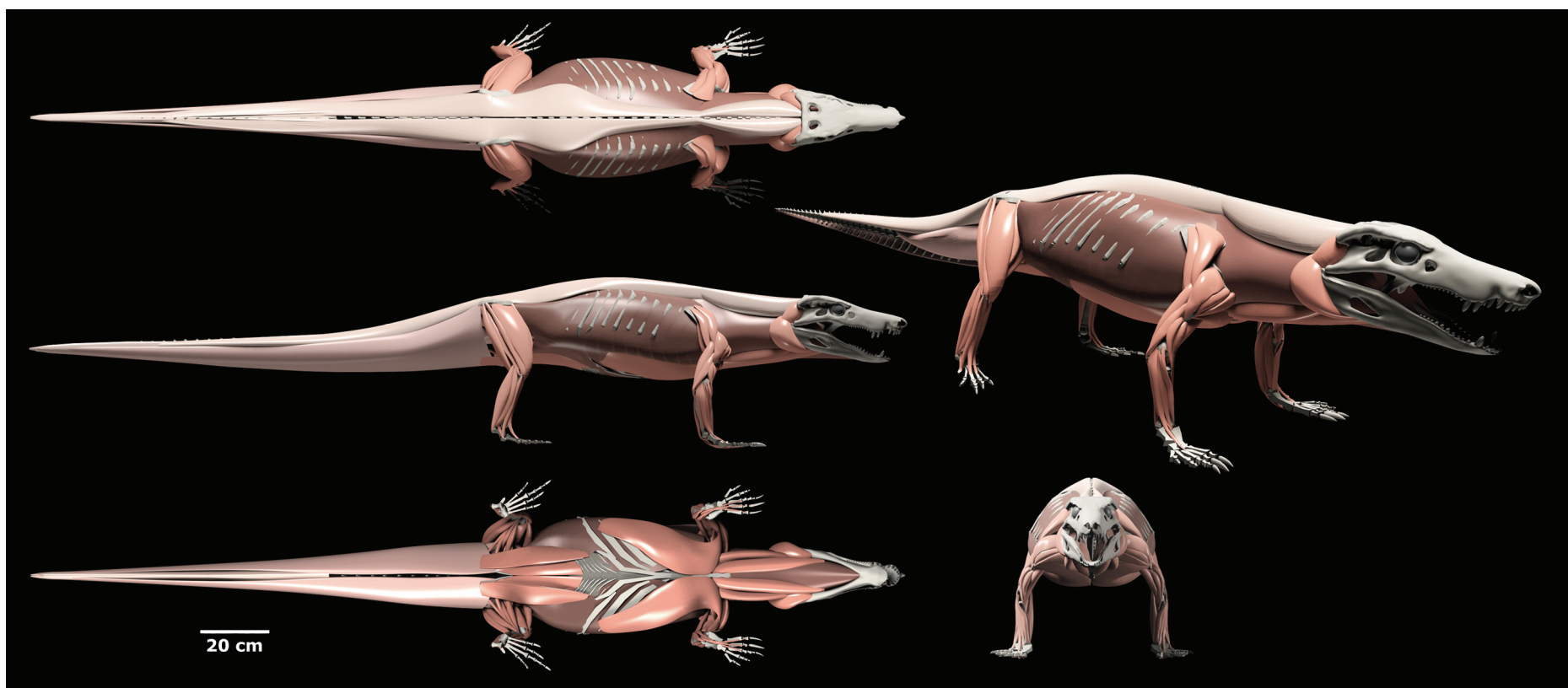


Figura 54: Reconstituição miológica virtual tridimensional de *U. terrificus*.

dígitos. O aspecto do restante da perna em um crocodiliforme é circular e homogêneo (Mídia > Pasta Figuras > Figura 55). Feixes, sítios de origem e inserção muscular da cintura pélvica e perna são elencados no Quadro 6.

Os músculos internos adutores da mandíbula não foram construídos junto ao modelo tridimensional do esqueleto e musculatura, já que não implicam em volumes na superfície externa do animal em vida. Na região da mandíbula e crânio apenas foram esquematizados os músculos *pterygoideus posterior* e o *depressor mandibulae* (Mídia > Pasta Figuras > Figura 56). Estes são, juntamente ao *adductor externus externus*, os únicos músculos a exercerem volume na aparência do crânio de crocodilianos. O *M. pterygoideus posterior* é a maior massa visível na porção posterior do crânio, tem sua origem no osso Pterigóide e se insere medialmente no angular/surangular e outra porção se projeta para o pescoço e se insere no processo retroarticular (Richardson *et al.*, 2002). O *M. depressor mandibulae* é o único abductor da mandíbula e tem sua origem na superfície occipital do crânio no osso esquelomaxilar e na extremidade posterior do teto do crânio e se insere no processo paraoccipital (Lordansky, 1964). O *M. adductor externus* é separável em três porções que implicam em volume externo visível entre o jugal e surangular.

A musculatura do pescoço foi sintetizada em quatro volumes principais perceptíveis quando observa-se a musculatura superficial de um crocodilo ou aligátor (Mídia > Pasta Figuras > Figura 56). Um volume superior que representa o pacote ao qual pertence os músculos *Occipital-cervicalis Medialis*, *Squamoso-cervicalis Medialis*, *Epistropheu-vertebralis*, *Collo-squamosus*, *Collo-occipitis* (Reese, 1915), todos se estendem sobre os processos transversos e lateralmente aos espinhos neurais das vértebras cervicais das primeiras dorsais à parte posterior do crânio. Um outro volume foi criado representando o músculo *Coraco-ceratoideus* (nomenclatura de Bronn, *apud* Reese) que se origina no coracóide e se estende até o hióide. Um terceiro tubo simboliza o músculo *Maxillo-coracoideus* que se estende

do hióide até a parte medial da borda superior do coracóide (Reese, 1915). O último pacote cervical engloba todo o restante dos músculos cervicais, traquéia e esôfago, se estende da porção anterior da mandíbula até a esterno inferiormente, escapula e extremidade inferior do *transversospinalis complex*.

Os músculos externos da região do tronco e abdome excetuando-se a musculatura epaxial e os feixes entre Púbis e Ísquio foram representados por um único volume com objetivo puramente estético, uma vez que a musculatura que o comporia é estreita e se mantém sobre as costelas não implicando em relevos significativos sob a pele. Apenas um volume foi aplicado sobre a porção superior do corpo, da primeira vértebra torácica à última caudal. Este representa a musculatura epaxial composta basicamente pelos músculos *Longissimus*, *Transversospinalis* e *Iliocostalis* (Richardson *et al.*, 2002). É observável uma diminuição no volume muscular do pacote no sentido cranial da primeira lombar para a última vértebra torácica. Um aspecto relevante a ser citado é a altura dos espinhos neurais das vértebras torácicas mais craniais e cervicais do *U. terrificus* em comparação às mesmas estruturas de crocodiliformes viventes. O primeiro os possui proporcionalmente mais elevadas, o que provavelmente conferiria um aspecto mais triangular a secção transversal do pescoço e porção mais anterior do tronco no animal em vida.

A reconstituição detalhada da musculatura dos membros anteriores é apresentada em (Mídia > Pasta Figuras > Figura 57).

Os músculos caudais *Ilioischio-caudalis* e *Coccygeo-femoralis brevis* e *longus* foram representados (Mídia > Pasta Figuras > Figura 58), pois compõem o volume dos dois terços inferiores da cauda (Quadro 6). Em *U. terrificus* esta deveria demonstrar um aspecto menos achatado latero-medialmente do que em formas anfíbias uma vez que seus osteodermos caudais não se projetariam para cima formando analogia à um leme (Marinho *et al.*, 2006). Outro dado que corrobora com o formato mais

circular da secção da cauda é a relação da largura entre as extremidades dos processos transversos (8 cm) e o somatório da altura das vértebras e hemapófises (~15 cm) preservadas no holótipo. Após acréscimo da musculatura hipoaxial, a cauda possivelmente chegaria a atingir mais de 15 cm de largura.

Os crocodiliformes vivos apresentam depósitos gordurosos que implicam em volume significativo sob a pele. Existem depósitos mais pronunciados proximalmente ao *M. pterygoideus posterior*; acima do *M. pectoralis*; sob o *M. ilio-ischio-caudalis*; e entre a musculatura ventral da cintura pélvica composta por *M. ischiopubis*, *M. ischiotruncus* e

*M. truncocaudalis* (Reese, 1915). Tais tecidos adiposos certamente implicam em aumento do volume aparente externo nestas áreas. Admite-se aqui a possibilidade de extrapolação desta inferência para o táxon extinto em estudo.

O fóssil de *U. terrificus* não apresenta a região palatal preservada, porém tomando como referência *M. arrudacamposi*, pode-se fazer inferências acerca do palato e choana do primeiro. Esta é localizada medialmente aos palatinos e tem um tamanho avantajado se comparada com a choana interna de crocodiliformes vivos (Carvalho, *et al.*, 2007). Ponderando-se sobre tais diferenças e outras características que indicam hábitos cursoriais para o Peirosauridae (Carvalho *et al.*, 2004), conclui-se que provavelmente *U. terrificus* teria um palato diferente daqueles de neosuchia vivos.

Frontalmente à choana interna existe uma dobra de tecido chamada em Richardson *et al.* (2002) de *palatal velum* e classificada por Putteril & Soley (2006) como válvula gular dorsal. Esta é inclinada caudalmente, apresenta uma retração central formando um nó e várias dobras de mucosa no sentido dorso-ventral (Putteril & Soley, 2006). Nos cantos da válvula gular, existem ainda pregas de tecido que ligam a válvula gular dorsal à ventral e estas duas ao canto da cavidade oral (Putteril & Soley,

2006). Adota-se aqui a dedução de que possivelmente *U. terrificus* possuiria esta válvula, porém localizada mais adiante no palato se compara aos crocodilídeos atuais. Porém optou-se por não representar a porção ventral da válvula gular de núcleo cartilaginosa (Mídia > Pasta Figuras > Figura 59). Em crocodilianos vivos, esta se projeta sobre a porção dorsal vedando a entrada de água.

Através da observação *in loco* de *U. terrificus* pôde ser notada uma diminuição dos osteodermos do morfotipo 2 em direção ao crânio formando um aflamento dos osteodermos dorsais anteriores ao pescoço (Mídia > Pasta Figuras > Figura 60). Tal fato poderia talvez indicar a presença de roseta nugal. Porém observando grupos filogeneticamente relacionados à *U. terrificus* que possuem osteodermos cervicais preservados como *Itasuchus* e *Araripesuchus*, percebe-se a diminuição nas dimensões dos osteodermos do tronco mais craniais seguido de uma série cervical contínua, ou seja, sem a roseta nugal e com largura das placas reduzindo-se cranialmente. Sendo assim talvez seja mais recomendada a representação de *U. terrificus* com série de osteodermos sobre a nuca contínua. Ocorre redução desproporcional entre os morfotipos 1 e 2. O último diminui-se significativamente nas três fileiras transversais mais craniais preservadas o que talvez permita o paleodesign do crocodilomorfo sem ossos dermais do morfotipo 2 sobre as vértebras cervicais.

Em crocodiliformes atuais é observável um padrão de distribuição das escamas ventrais em relação às placas dorsais (observação pessoal). Cada fileira transversal de escamas ventrais segue uma fileira de osteodermos dorsais. Se isto for aplicável a *U. terrificus* e aceitando que, assim como *Montealtosuchus*, teria osteodermos ventrais e estes seriam semelhantes aos do Peirosauridae citado, tem-se um indicativo de como se dispunham os osteodermos ventrais (Mídia > Pasta Figuras > Figura 61). Taxons como *Protosuchia* (Colbert & Mook, 1951), Aetosauria e *I. gesuinoi* que apresentam osteodermos ventrais abdominais com disposição semelhante aos de

*Montealtosuchus*, possuem adicionalmente placas ósseas articuladas na porção ventral da cauda ou até lateral e ventral como em *I. gesuino* (Marinho *et al.*, 2006). Parece ser indicável, portanto, o paleodesign de *U. terrificus* com extenso exoesqueleto composto por placas na porção ventral do abdome e cauda. Outro dado importante que pode sugerir a aparência das escamas laterais do corpo do *U. terrificus* são as dimensões e morfologia dos osteodermos do morfotipo 3. Alguns exemplares destes se conservaram no registro fóssil. Crocodiliformes atuais como o *Crocodylus porosus* apresentam osteodermos laterais, no tronco, ligeiramente maiores que as escamas que os circundam (Richardson *et al.*, 2002). Se isso for aplicável à *U. terrificus* torna-se possível afirmar que ele apresentaria escamas na porção lateral do tronco com cerca de 0,8 - 1,5 cm de diâmetro em média, uma vez que osteodermos preservados dessa região possuem de 1 à 2 cm de comprimento (Vasconcellos, 2006).

A coloração de *U. terrificus* foi inspirada nos lacertílios de hábitos terrestres e tamanhos relativos próximos do mesmo como *Varanus giganteus*, *Varanus komodoensis*, *Varanus gouldii* e *Tupinambis teguixin* (teju), além de padrões observados em todos os crocodiliformes recentes: veios entre escamas negros ou escuros, pigmentação escura sobre escamas constituídos por áreas bem delimitadas com pouco ou nenhum degrade. Reconstitui-se *U. terrificus* com coloração amarronzada na porção dorsal e creme ao longo da parte ventral do animal com manchas negras espalhadas sobre a superfície dorso lateral do corpo. O aspecto bege à marrom na porção mais dorsal corrobora à proteção contra o sol que também se observa em todos os animais referenciados acima, além de possivelmente ser camuflável no chão de seu ambiente de vida. Seguiu-se a coloração das garras, dentes, língua, palato e olho dos crocodilos e aligátors atuais (Figura 62 e Mídia > Pasta Figuras > Figura 63). Abaixo o resultado da ilustração de *U. terrificus* em seu provável ambiente de vida (Figura 64).



Figura 62: Reconstituição da aparência externa em vida de *U. terrificus*.

## CONCLUSÃO

Mitchel (1998) afirma que uma imagem de um dinossauro não é apenas uma forma de representação do conhecimento científico, mas ela é também uma chave para o pensamento científico e para a descoberta, uma construção teórica. O autor defende ainda que a paleontologia, talvez mais que qualquer outra ciência, necessita da arte para tornar real o que os cientistas concebem em suas mentes. Uma motivação mais óbvia para a exploração e desenvolvimento da paleoarte é a grande capacidade de transmissão de informações que a imagem possui. Ensinar dispondo-se de uma simulação da vida de um animal fóssil é no mínimo instigante e provedora de interesse por parte do aluno ou espectador.

O método desenvolvido e experimentado durante o projeto mostrou em sua conclusão, resultados bastante satisfatórios. Com a melhoria no desenvolvimento da tecnologia computacional e barateamento de hardware, a modelagem digital se torna cada vez mais acessível, de fácil manipulação e com resultados cada vez mais realísticos. Este projeto exprime a tendência futura de relações multidisciplinares.

Criar imagens de seres e cenários extintos não implica apenas em uma forma atraente de divulgação da ciência. Se gerado com rigor e método científico, o resultado da arte como ferramenta da paleontologia pode significar caminhos para novas descobertas e inferências sobre a paleobiologia. Design e Paleontologia podem juntos, representar um novo veículo de construção e disseminação de conhecimento.



## REFERÊNCIAS

- Argan, G. C. 1993. *Arte moderna: do iluminismo aos movimentos contemporâneos*. São Paulo: Companhia das Letras.
- AUTODESK, 2008. Maya documentation. Disponível em: <www.autodesk.com>. Acesso em dezembro de 2007.
- Baez, A.M.; Peri, S. 1989. *Baurubatrachus pricei*, nov. gen. et sp., un Anuro del Cretacico Superior de Minas Gerais, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 61: 447-458p.
- Barbosa O.; Braun O.P.G., Dylor R.C., Cunha C.A-B.R. 1970. Geologia da região do Triângulo Mineiro. *Boletim DGM/DNPM*, 136: I -140p.
- Barcelos J.H.&Suguio,K. 1987. Correlação e extensão das unidades litoestratigráficas do Grupo Bauru definida em território paulista, nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná. *Simpósio Regional de Geologia*, 6, Rio Claro. Atas, Rio Claro, Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo SP, 1: 313-321p.
- Barrett, p. 2002. *Dinossauros: Uma Historia Natural*. 1. ed. São Paulo: editora Martins Fontes, 192p.
- Bertini, R. J.; Marshal, L.G.; Gayet, V.M. & Brito, S. 1993. Vertebrate Fauna from Adamantina and Marília formations (Upper Bauru Group, Late Cretaceous, Brazil) in their stratigraphic and paleobiogeographic context. *Neues Jahrbuch Geologie Paläontologie, Abhandlung*, 188 (1): 71-101p.
- Bertini, R.J.; Santucci, R.M.; Ribeiro, L.C.B.; Arruda-Campos, A.C. 2000. Aeolosaurus (Sauropoda, Titanosauria) from Late Cretaceous of Brasil. *XVI Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados* (San Luis), Actas, 6p.
- Brisbin, L. Jr.; Standora, E. A. & Vargo, M. J. 1982. Body temperatures and behavior of the american alligators during cold winter weather. *The American Midland Naturalist*, 107(2): 209-218p.
- Buffetaut, E. 1982. Radiation évolutive, paléocologie et biogéographie des crocodyliens mésosuchiens. *Mém. Soc. Géol. France*, 142: 1-88p.
- Campos, D.A.; Kellner, A.W.A.; Bertini, R.J.; Santucci, R.M. 2005. On a titanosaurid (Dinosauria, Sauropoda) vertebral column from the Bauru Group, Late Cretaceous of Brazil. *Arquivos do Museu Nacional* 63(3): 565-593p.
- Campos, Z; Coutinho M.; Magnusson W. E. 2003. Terrestrial activity of Caiman in the Pantanal, Brazil. *Copeia*, 3: 628-634p.
- Candeiro, C. R. A.; Santos A. R., Bergqvist, L. P.; Ribeiro, L. C. B.; Apesteguía, S. 2007. The Late Cretaceous fauna and flora of the Uberaba area (Minas Gerais State, Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*. No prelo.
- Candeiro, C.R.A. 2002. *Dentes de Theropoda da Formação Marília (Santoniano-Maastrichtiano), Bacia Bauru, Região de Peirópolis, Uberaba, Minas Gerais, Brasil*. Dissertação de Mestrado - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 136 p.
- Candeiro, C.R.A.; Bergqvist, L.P.; Novas, F.E.; Currie, P.J. 2004a. Theropod teeth from the Marília Formation (Upper Maastrichtian), Minas Gerais State, Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology* 24 (Supplement 3), 43A.
- Candeiro, C.R.A.; Marinho, T.S.; Oliveira, E.C. 2004b. Distribuição geográfica dos dinossauros da Bacia Bauru (Cretáceo Superior). *Revista Sociedade & Natureza* 16(30), 33-55p.
- Carvalho, I. S. & Bertini, R. J. 1999. *Mariliasuchus*: um novo Crocodylomorpha (Notosuchia) do Cretáceo da Bacia Bauru, Brasil. *Geologia Colombiana*, Santa fé de Bogotá, 24: 83-105p.
- Carvalho, I. S.; Campos, A. C. A.; Nobre, P. H. 2005. *Baurusuchus salgadoensis*, a new Crocodylomorpha from the Bauru Basin (Cretaceous), Brazil. *Gondwana Research*, 8(1): 11-30.
- Carvalho, I. S.; Vasconcellos, F. M.; Tavares, S. A. S. 2007. *Montealtosuchus arrudacamposi*, a new peirosaurid crocodile (Mesoeucrocodylia) from the Late Cretaceous Adamantina Formation of Brazil. *Zootaxa* 1607: 35-46p.



- Carvalho, I.S.; Ribeiro, L.C.B. & Avilla, L.S. 2004. *Uberabasuchus terrificus* sp. nov. a new Crocodylomorpha from the Bauru Basin (Upper Cretaceous), Brazil. *Gondwana Research*, 7(4): 975-1002p.
- CHALIE MCGRADY STUDIO. 2006. Disponível em: <www.cmstudio.com>. Acesso em outubro de 2007.
- Coimbra, A.M.; Fernandes, L.A. 1995. Paleogeografia e Considerações Paleoecológicas Sobre a Bacia Bauru (Cretáceo Superior do Brasil). In *Congreso Argentino de Paleontologia y Bioestratigrafía*, 4, Trelew. Actas: Argentina, 1995, 85-90 p.
- Colbert, E.H. & Mook, C.C. 1951. The ancestral crocodylian *Protosuchus*. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 97: 149-182.
- Cott, H. B. 1961. Scientific results of an inquiry into the ecology and economic status of the Nile Crocodile (*Crocodilus niloticus*) in Uganda and Northern Rhodesia. *Transactions of the Zoological Society of London*, 29: 211-356p.
- CROCODYLIAN. Disponível em: <www.crocodylian.com>. Acesso em dezembro de 2007.
- Cuvier, G. (1992[1812]), *Discours Préliminaire a las Recherches sur les ossements fossiles de quadrapède*, Paris, Flammarion.
- Czerkas, S.J. (1997a). Reconstruction and Restoration. In *Encyclopedia of Dinosaurs* (J. Currie and K. Padian, Eds.), Academic Press, San Diego, California/London, UK, 627-629 p.
- Czerkas, S.J. (1997a). Skin. In *Encyclopedia of Dinosaurs* (J. Currie and K. Padian, Eds.), Academic Press, San Diego, California/London, UK, 669-675p.
- Debus, A. A. & Debus, D. E. 2002. *Paleoimagery: the evolution of dinosaurs in art*. McFarland & Company, Inc., Publishers. Carolina do Norte. Estados Unidos, 285p.
- Dias-Brito, D.; Musachio, E.A.; Castro, J.C.; Maranhão, M. S. S.; Suárez, J.M. & Rodrigues, R. 2001. Grupo Bauru: uma unidade continental do Cretáceo no Brasil - concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isótopos e estratigráficos. *Revue Paléobiologique*, Gêneve, 20(1): 245-304p.
- DINOART. 2007. Disponível em: <www.dinoart.com>. Acesso em julho de 2007.
- DINOSAUR CORPORATION, 1998. Disponível em: <www.prehistory.com>. Acesso em agosto de 2007.
- Dodson, P. 1975. Functional and ecological significance of relative growth in alligator. *Journal of Zoology, London*, 175: 315-355p.
- DOUGAL DIXON'S DINOSAURS. 2007. Disponível em: <www.dougal-dixon.co.uk>. Acesso em agosto de 2007.
- DOUGLAS HENDERSON, EARTH HISTORY ILLUSTRATIONS, 1999. Disponível em: <http://gallery.in-tch.com>. Acesso em outubro de 2007.
- DUIOPS. Disponível em: <www.duiops.net/seresvivos>. Acesso em dezembro de 2007.
- Estes, R., Price, L.I. 1973. Iguanid lizard from the Upper Cretaceous of Brazil. *Science* 180: 748-751p.
- Fernandes, L. A. & Coimbra, A. M. 1996. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil) *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 68(2): 195-205p.
- Fernandes, L. A. & Coimbra, A. M. 2000. Revisão estratigráfica da parte oriental da bacia Bauru, (Neocretáceo). *Revista Brasileira de Geociências*, 30(4): 717-728p.
- Fernandes, L. A. 1998. *Estratigrafia e evolução geológica da parte Oriental da Bacia Bauru (KS, Brasil)*. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 216p.
- Fernandes, L.A. (2004) Mapa litoestratigráfico da parte oriental da Bacia Bauru (PR, SP, MG), escala 1:1.000.000. *Boletim Paranaense de Geociências*, 55: 53-66p.
- Fernandes, L.A. and Coimbra, A.M. 1992. A cobertura cretácea suprabasáltica no Estado do Paraná e Pontal do Paranapanema. *Boletim de Resumos Expandidos do 37º Congresso Brasileiro de Geologia*, v. 2, p. 506-508.

- FLICKR. Disponível em <<http://www.flickr.com/photos/8518376@N03/523628447/>>. Acesso em novembro de 2008.
- França, M. A. G. de & Langer, M. C. 2005. A new freshwater turtle (Reptilia, Pleurodira, Podocnemidae) from the Upper Cretaceous (Maastrichtian) of Minas Gerais, Brazil. *Geodiversitas*, 27(3) : 391-411p.
- Frey, E., Riess, J. & Tarcitano, S. F., 1989. The axial tail musculature of recent crocodiles and its phyletic implications. *Amer. Zool.* 29: 857-62p.
- Gans, C.; Maderson, P. F. A. 1973. Sound Producing Mechanisms in Recent Reptiles: Review and Comment. *American Zoologist*, 13(4): 1195-1203p. Disponível em <<http://links.jstor.org/>>. Acesso em novembro de 2007.
- Garrick, L. D. and J. W. Lang. 1975. Alligator courtship. *Amer. Zool.* 15: 813p. (Abstr.)
- Gasc, J. P., 1981. Axial musculature. B Crocodilia. In *Biology of the Reptilia II* (Morphology F) ed C. Gans and T. S. Parson. Academic Press: Londres e Nova York 372-75p.
- Gasparini, Z., Chiappe, L.M. and Fernandez, M. 1991. A new Senonian peirosaurid (Crocodylomorpha) from Argentina and a synopsis of the South American Cretaceous crocodylians. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 11: 316-333.
- Gatesy, S. M. 1997. An electromyographical analysis of hindlimb function in *Alligator* during terrestrial locomotion. *Journal of Morphology*, 234, 197-212.
- Gayet, M., Brito, P.M., 1989. Ichtyofaune Nouvelle du Crétacé Supérieur du Groupe Bauru (États de São Paulo et Minas Gerais, Brésil). *Geobios* 22: 841-847p.
- Ghilardi, R. P.; Ribeiro, R. N. S.; Elias, F. A. Paleodesign: uma nova proposta metodológica e terminológica aplicada à reconstituição em vida de espécies fósseis. *Paleontologia: Cenários de vida*. In XX Congresso Brasileiro de Paleontologia. Rio de Janeiro: 2007, v. 2, p. 61-70.
- Goldberg, K. & Garcia, A.J.V. 2000. Palaeobiogeography of the Bauru Group, a dinosaur bearing Cretaceous unit, northeastern Paraná Basin, Brazil. *Cretaceous Research*, 21: 241- 54p.
- Gurney, J. 2007. *Dinotopia*. Disponível em: <[www.dinotopia.com](http://www.dinotopia.com)>. Acesso em agosto de 2007.
- Hagan, J. M.; Smithson, P. C. & Doerr, P. D. 1983. Behavioral response of the american alligator to freezing weather. *Journal of Herpetology*, 17(4): 402-404p.
- Haughton, S. 1865. On the muscular anatomy of the leg of the crocodile. *Ann. Mag. nat. Hist.* 16:326-331.
- Hecht, M. K. 1991. *Araripesuchus* Price, 1959. In: Maisey, J. G. (ed). *Santana Fossils: an illustrated atlas*. T. F. H. Publications Inc., New York, 342-347.
- Hellett, M. 1987. Bringing Dinosaurs to Life. In: Czerkas & Olson. *Dinosaurs Past and Present*, Seattle: Natural Museum of Los Angeles County e University of Washington Press, vol.1.
- Hiertz, J. G. L. 2006. *A popularização da Computação Gráfica e dos Atores Digitais*. Disponível em: <[www.ufscar.br](http://www.ufscar.br)>. Acesso em dezembro de 2006.
- Hildebrand, M. 1985. Walking and running. In: *Functional vertebrate morphology*. Hildebrand, M., Bramble, D. M., Liem, K. F. & Wake, D. B. (Eds). Cambridge, MA: Belknap Press. 38-57p.
- Holz, M. & SIMÕES, M. G. 2002. *Elementos fundamentais de tafonomia*. 1. (ed). Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 231p.
- Houaiss, A. 2001. *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*, 1ª ed., Rio de Janeiro, Objetiva, 3008p.
- Iordansky, N. N. 1964. The jaw muscles of the crocodiles and some relating structures of the crocodylian skull. *Anat. Auz. Bd. NNachdruck verboten*, 115: 256-280.
- Iordansky, N. N. 1973. The skull of the Crocodilia. In: *Gans & Parsons*, T.S. (Eds.), *Biology of the Reptilia*, 4. C., London and New York, Academic Press, 201-262 p.
- JURASSIC PARK. 1993. Direção de Steven Spielberg. Estúdio: Amblin Entertainment / Universal Pictures / WNET New York. Distribuição: Universal Pictures / UIP. 1 DVD (127 min). Closed-captioned, color, NTSC.

- Kellner, A.W.A., Campos, D.A., Trotta, M.N. 2005. Description of a titanosaurid Caudal series from the Bauru Group, late Cretaceous of Brazil. *Arquivos do Museu Nacional* 63(3): 529-564.
- Krause, D.W.; O'Connor, P. M.; Rogers, K. C.; Sampson, S. D.; Buckley, G. A. & Rogers, R. R. 2006. Late Cretaceous terrestrial vertebrates from Madagascar: Implications for Latin American Biogeography. *Annals of Missouri Botanic Garden*, 93: 178-208.
- Langer, M. C.; Abdala, N. F ; Richter, M.; Benton, M. J. (1999) A sauropodomorph dinosaur from the Upper Triassic (Carnian) of southern Brazil. *Comptes Rendus de L'Academie des Sciences. Serie II Fascicule A-Sciences de la Terre et des Planetes*, Paris, 329: 511-517p.
- Lorusso D. 2005. *The Dinosaur Studio*. Disponível em: <www.dinosaurstudio.com>. Acesso em agosto de 2007.
- LUIS V. REY'S ART GALLERY DINOSAURS AND PALEONTOLOGY, 2007. Disponível em: <www.luzreyn.ndtilda.co.uk>. Acesso em setembro de 2007.
- Magalhães Ribeiro, C.M. 2002. *Ovos e cascas de ovos de dinossauros da região de Uberaba, Minas Gerais (Formação Marília, Bacia Bauru, Cretáceo Superior)*. Rio de Janeiro, (Tese Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 199p.
- Magalhães-Ribeiro, C. M. 2002a. *Ovo e cascas de ovos de dinossauros da região de Uberaba, Minas Gerais (Formação Marília, Bacia Bauru, Cretáceo, Superior)*. (Tese de Doutorado), Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 205p.
- Magalhães-Ribeiro, C. M. 2002b. Ovo e fragmentos de cascas de ovos de dinossauros, provenientes da região de Peirópolis, Uberaba, Minas Gerais. *Arquivos do Museu Nacional*. 60: 223-228p.
- Manning, P. L. 2008. *Grave secrets of dinosaurs: soft tissues and hard science*. Washington: National Geographic Society, 316p.
- Marinho T. S.; Ribeiro L. C. B.; Carvalho I. S. 2006. Morfologia de Osteodermos de Crocodilomorfos do Sítio Paleontológico de Peirópolis (Bacia Bauru, Cretáceo Superior). *Anuário do Instituto de Geociências, UFRJ*. 29: 42-51p.
- Markwick, P. J. 1998 (a). Fossil crocodylians as indicators of Late Cretaceous and Cenozoic climates: implications for using palaeontological data in reconstructing palaeoclimate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 137: 205-271p.
- MARSHALL'S ART, 2007. Disponível em: <www.marshalls-art.com>. Acesso em setembro de 2007.
- Martin, R. 2007. Disponível em: <www.raulmartin.net>. Acesso em outubro de 2007.
- Meers, M. 2003. Crocodylian Forelimb Musculature and Its Relevance to Archosauria. *The Anatomical Record*. Baltimore Wiley-liss, Inc, 274A: 891-916.
- Mezzalana, S. 1974. Contribuição ao conhecimento da estratigrafia e paleontologia do arenito Bauru. In: *Instituto Geográfico e Geológico*, São Paulo, Boletim, 51: 163 p.
- Mezzalana, S. 1989. *Os fósseis do Estado de São Paulo*. Instituto Geológico. Serie Pesquisa. ed. 2, Governo do Estado de São Paulo, Secretária do Meio Ambiente, São Paulo. 136p. 13 est.
- Mitchell, W. J. T. 1998. *The Last Dinosaur Book: The life and Times of a Cultural Icon*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Monteiro, L. R., Cavalcanti, M. J., Sommer, H. J. S. 1997. Comparative Ontogenetic Shape Changes in the Skull of Caiman Species (Crocodylia, Alligatoridae). *Journal of Morphology*. 231: 53-62p.
- Mook, C. C. 1921. Notes on the postcarnial skeleton of Crocodylia. *Bulletin of American Museum of Natural History*, 44: 67-100p.
- Motani, R. 2001. Estimating body mass from silhouettes: testing the assumption of elliptical body cross-sections. *Paleobiology*. 27(4): 735-750.

- NATIONAL GEOGRAPHIC. Disponível em: <www.nationalgeographic.com>. Acesso em junho de 2008.
- NATUREFOTO. Disponível em: <www.naturefoto.cz>. Acesso em fevereiro de 2008.
- Novas, F.E., Borges Ribeiro, L.C., Carvalho, I.S. 2005. Maniraptoran theropod ungual from the Marília Formation (Upper Cretaceous), Brazil. *Revista del Museo Argentino Ciencias Naturales "Bernadino Rivadavia"* 7, 31–36p.
- OUTDOORS. WEBSHOT. Disponível em: <Shttp://outdoors.webshots.com/photo/2674576040029319295PYCCYW>. Acesso em novembro de 2008.
- Papolio, C. 2007. Quondam: ARTES VISUALES. Disponível em: <www.quondam.com.ar>. Acesso em novembro de 2007.
- Papolio, C., 2004. *Animais Prehistóricos de America del Sur*. Quondam, Argentina. 96p.
- Parrish, J. M. 1987. The origin of crocodylian locomotion. *Paleobiology*. 13: 396-414p.
- Paul, G. 2003a. Restoring the Life Appearances of Dinosaurs. In: Paul, G. (ed.). *The Scientific American Book of Dinosaurs*, New York, Byron Preiss, 78-106 p.
- Paul, G. 2003b. A Quick History of Dinosaur Art. In: Paul, G. (ed.). *The Scientific American Book of Dinosaurs*, New York, Byron Preiss, 107-112 p.
- Powell, J.E. 1986. *Revisión de los titanosáuridos de América del Sur*. (Dissertação de Doutorado), Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán. 340p.
- Powell, J.E., 1987. Morfologia del esqueleto axial de los dinosaurios titanosaurios (Saurischia, Sauropoda) del estado de Minas Gerais, Brasil. In *X Congresso Brasileiro de Paleontología*. Rio de Janeiro 1: 155-171p.
- Powell, J.E., 2003. *Revision of South American Titanosaurid dinosaurs: Palaeobiological, Palaeobiogeographical and Phylogenetic aspects*. Records of the Queen Victoria Museum, Melbourne 111, 173p.
- Price, L. I. 1950. On a new Crocodylia, Sphagesaurus from the cretaceous of the state of São Paulo, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 22(1): 77-83p.
- Price, L. I. 1955. Novos crocodilídeos dos arenitos da Série Bauru. Cretáceo do estado de Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 27(4): 487-498p.
- Price, L.I. 1945. A new reptile from the Cretaceous Brazil. *Notas preliminares e trabalhos da Divisão de Geologia e Mineralogia*, 25: 1-4p.
- Price, L.I. 1959. *Sobre um crocodilídeo notossúquio do Cretáceo brasileiro*. Divisão de Geologia e Mineralogia, Departamento Nacional da Produção Mineral (*Boletim nº. 188, Rio de Janeiro*), 55 p.
- Putteril, J. F. & Soley, J.T. 2006. Morphology of the Gular Valve of the Nile Crocodile, *Crocodylus niloticus* (Laurenti, 1768). *Journal of Morphology*, 267: 924-939.
- Reese, A. M. 1915. The alligator and its Allies. *Arment Biological Press*. ed. 2, 2000.
- Buckley, G.A. & Brochu, C.A. 1999. An enigmatic new crocodile from the Upper Cretaceous of Madagascar. *Special Papers in Palaeontology*, 60: 149-175.
- Reilly, S. M. & Elias, J. A. 1998. Locomotion in *Alligator mississippiensis*: kinematic effects of speed and posture and their relevance to the sprawling-to-erect paradigm. *Journal of Experimental Biology*, 201: 2559-2579p.
- Richardson, K.C.; Webb, G.J.W.; Manolis, S.C. 2002. *Crocodiles: Inside out. A guide to the crocodylians and their functional morphology*. Australia, Surrey Beatty and Sons. 172 p.
- Romer, A.S. 1923a. Crocodylian pelvic muscles and their avian and reptilian homologues. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 48:533–552.
- Romer, A.S. 1923b. The pelvic musculature of saurischian dinosaurs. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 48:605– 617.
- Romer, A.S. 1956. *The osteology of the reptiles*. Univ. Chicago Press, Chicago. 772 p.
- Roxo, M. G. O. 1937. Crocodylianos Fósseis do Brasil. *Serviço Geológico e Mineração*, Notas preliminares e Estudos, Rio de Janeiro, 14: 9-15p.

- Rutchinson, J. R.; Ng-Thow-Hing, V.; Anderson, F. C. 2007. A 3D interactive method for estimating body segmental parameters in animals: Application to the turning and running performance of *Tyrannosaurus rex*. *Journal of Theoretical Biology*, 246: 660–680.
- Salisbury, S. W. & Frey, E. 2000 A biomechanical transformational model for the evolution of semi-spheroidal articulations between adjoining vertebral bodies in crocodylians. In: *Crocodylian Biology and Evolution*, Ed. Gordon C. Grigg, Frank Seebacher & Craig E. Frankling. Surrey, Beatty and Sons, 377 p.
- Santucci, R.M. 2002. *Revisão dos titanosaurídeos do Cretáceo Superior do Brasil*. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 179p.
- Schultz, C. L. (coordenador geral) 2006. O Rio Grande do Sul no Tempo dos Dinossauros Disponível em: <www.ufgrs.br/geociencias/paleo/projeto2.htm>. Acesso em: dezembro 2006.
- Schumacher, G. H., 1973. Head muscles and hyolaryngeal skeleton of turtles and crocodylians. in *Biology of Reptilia*, Academic Press: Nova York. v. 4. 101-99 p.
- Schwimmer, D. R. 2002. King of the Crocodylians: The paleobiology of *Deinosuchus*. *Indiana University Press*. Bloomington and Indianapolis. 220p.
- Sennikov, A. G. 1987. Basic evolutionary lines of development of locomotor apparatus in archosaurs. *Paleontological Journal*, 4: 63-72p.
- Senra, M. C. E. 2002. *Malacofauna Dulciaquícola do Cretáceo do Brasil: Sistemática e análise paleoambiental*. Rio de Janeiro. (Tese Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 132 p.
- Senra, M.C.E., Silva-Silva, L.H., 1998. Presença de esporocarpos de pteridófitas na Formação Marília, Grupo Bauru, Cretáceo Superior de Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 70: 380- 381p.
- THE DAN VARNER PALEO-LIFE ART PAGE. 2000. Disponível em <www.oceansofkansas.com>. Acesso em agosto de 2007.
- THE ONLINE PORTIFOLIO OF FRANK DENOTA. Disponível em: <www.frankdenota.blackhydra.com>. Acesso em agosto de 2007.
- THE WORLDS OF WILLIAM STOUTS. 2007. Disponível em: <www.williamstout.com>. Acesso em setembro de 2007.
- TRCIC STUDIO. Disponível em: <www.trcicstudio.com>. Acesso em setembro de 2007.
- Vasconcellos, F. 2006. *Descrição do pós-crânio de Uberabasuchus terrificus Carvalho, Ribeiro & Avilla, (Crocodyliformes, Peirosauridae) do cretáceo superior da Bacia Bauru: Inferências morfofuncionais e paleoautoecológicas*. (Dissertação de Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Geologia, UFRJ, Rio de Janeiro.
- Vasconcellos, F. M. & Carvalho, I. S., 2005. Estágios de desenvolvimento de *Mariliasuchus amarali*, Crocodyliformes Mesoeucrocodylia da Formação Adamantina, Cretáceo Superior da Bacia Bauru, Brasil. *Anuário do instituto de Geociências*, 28: 49-69p.
- Vasconcellos, F. M.; Rocha-Barbosa, O. & Carvalho, I. S. 2004. Morfologia de garras de crocodylomorfos fósseis das encontradas nas formações Adamantina e Marília da Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). *Anuário do Instituto de Geociências*, 27: 55-65p.
- Vasconcellos, F.M. & Carvalho, I.S. 2006. Condicionante etológico na tafonomia de *Uberabasuchus terrificus* (Crocodyliformes, Peirosauridae) da Bacia Bauru (Cretáceo Superior). *Revista de Geociências UNESP*, 25(2): 225–230p.
- WALKING WITH DINOSAURS. 2000. Direção de Tim Háines, Jasper James. Estúdio: BBC Warner. Distribuição: 20<sup>th</sup> Century Fox Home Entertainment. 1 DVD (90 min). Closed-captioned, color, NTSC.
- Witmer, L. M. 1995. The extant phylogenetic bracket and the importance of reconstructing soft tissues in fossils. In *Functional morphology in vertebrate Paleontology* (ed. J. J. Thomason), Cambridge University Press. 19–33p.

**LAPALMA**  
LABORATÓRIO DE PALEONTOLOGIA  
DE MACROINVERTEBRADOS

**FAPESP**



faculdade de arquitetura, artes e comunicação



**unesp**   
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA