

Tanques Fossilíferos de Itapipoca, CE

Bebedouros e cemitérios de megafauna pré-histórica

SIGEP 014

Celso Lira Ximenes¹

OS TANQUES NATURAIS de Itapipoca, no Estado do Ceará, formam a maior concentração deste tipo de depósito fossilífero no Nordeste do Brasil, representativos do Pleistoceno tardio–Holoceno inicial. Foi nesse município, em 1961, que se realizou a primeira escavação profissional, com sistemática científica, em jazigos paleontológicos desta natureza, por pesquisadores do Museu Nacional do Rio de Janeiro. Desde aquela época até hoje já foram identificados mais de 50 tanques no território de Itapipoca, muitos ainda intocados, distribuídos em cinco conjuntos principais (sítios paleontológicos). Alguns deles já forneceram milhares de ossos e dentes fossilizados de animais da megafauna pleistocênica e espécies associadas (pequenos animais), já tendo sido identificados 27 táxons até o presente. Todo o material fossilífero coletado compõe uma fabulosa coleção paleontológica com aproximadamente 8.000 peças, a maior parte depositada no Museu de Pré-história de Itapipoca – MUPHI e uma menor parte no Museu Nacional. Paralelamente, esses depósitos fornecem elementos geológicos (sedimentos) que podem contribuir com os estudos paleoambientais da época da extinção da megafauna.

Palavras-chave: Quaternário; Pleistoceno; Megafauna; Tanques Naturais; Itapipoca; Ceará

Fossiliferous Tanks of Itapipoca, State of Ceará, Brazil – Drinking fountains and cemeteries of prehistoric megafauna

The natural tanks of Itapipoca, in the State of Ceará, Brazil, form the largest concentration of this kind of fossiliferous deposit in Northeastern Brazil, representatives of the late Pleistocene–early Holocene. It was in that municipality, in 1961, held the first excavation work, with systematic scientific, in palaeontological deposits of this nature, by researchers from the National Museum of Rio de Janeiro. Since that time until today have been identified more than 50 tanks in the territory of Itapipoca, many still untouched, divided into five main sets (palaeontological sites). Some of them have supplied thousands of fossilized bones and teeth of pleistocenic megafauna animals and related species (small animals), having already been identified 27 taxa up to the present moment. The whole collected fossil material composes a fabulous paleontological collection with approximately 8,000 pieces, most part deposited at the Museum of Prehistory of Itapipoca – MUPHI and a minor part at the National Museum of Rio de Janeiro, Brazil.

Key words: Quaternary; Pleistocene; Megafauna; Natural Tanks; Itapipoca; Ceará

INTRODUÇÃO

Os tanques fossilíferos são depressões naturais que se formam na superfície de rochas cristalinas de idade pré-cambriana, sendo de ocorrência muito comum na Região Nordeste do Brasil (Fig. 1). Bigarella *et al.* (1994) destacam que alguns termos encontrados na literatura, como depressões de intemperismo, panelas de intemperismo, marmitas (caldeirões), cacimbas e gnamas, têm sido utilizados para se referirem a essas feições.

Entretanto, Oliveira (1989) alerta que os tanques, as cacimbas e os caldeirões são feições topográficas de origens diferentes, portanto sendo coisas distintas e têm que ser tratados como tal, mesmo que tenham sido bastante divulgados na literatura geológica e paleontológica. No caso das cacimbas, estas são feições artificiais, produto de trabalho humano, que consistem em um buraco cavado no sedimento até atingir o nível de água subterrânea. Destaca ainda que o termo “Formação Cacimbas” usado para os tanques como unidade formal não deve ser utilizado como uma unidade litoestratigráfica, por não preencher os requisitos para tal.

Ximenes (2003) registra que tais depressões em Itapipoca possuem tamanhos variados e formato, em geral, elipsoidal, mas podem ser também circulares e até de formatos irregulares e que sua gênese está ligada a processos intempéricos. São estruturas geomorfológicas peculiares que, sazonalmente, acumulam águas pluviais e em vários pontos do município estão associados a pequenos *inselbergs*, de grande beleza cênica (Fig. 2a). O espaço gerado (Fig 2b) é preenchido por sedimentos de idade quaternária (Fig. 2c) e, freqüentemente, há camadas fossilíferas preservadas, contendo restos de vertebrados, principalmente de representantes dos grandes mamíferos extintos da chamada megafauna pleistocênica (Fig. 3), mas também há restos de pequenos mamíferos, répteis, aves, conchas de gastrópodes e vegetais. Para efeito de individualização de uma área de tanques em particular, por ter boa representatividade e oferecer as melhores condições para preservação, foi escolhido o **Sítio Paleontológico Lajinhas**, o maior conjunto desses jazigos fossilíferos em Itapipoca.

LOCALIZAÇÃO

O Sítio Paleontológico Lajinhas está situado na parte centro-oeste do território do Município de Itapipoca, CE (Fig. 4). Cartograficamente, está inse-

rido na Folha Itapipoca (SA.24-Y-D-II) do DSG (Ministério do Exército), escala 1:100.000, nas seguintes coordenadas: 03°25'18" S e 39°41'39" W. O acesso ao sítio a partir de Fortaleza, capital cearense, é feito pela rodovia federal BR-222, até a cidade de Umirim, e daí pela rodovia estadual CE-354 até a cidade de Itapipoca, totalizando um percurso de 130 km. O acesso a partir da sede municipal é feito pela CE-354 em direção a Amontada, por 12 km, até a entrada para a localidade de Lagoa das Carnaúbas, à direita. Deste ponto, segue-se em estrada carroçal por mais 1,5 km até o primeiro povoado, onde há uma bifurcação, na qual se deve seguir à direita por mais 2,5 km, até o local chamado Cajazeiras.

HISTÓRICO

O primeiro registro científico de megafauna em Itapipoca foi feito por Paula Couto (1961) e Souza Cunha (1961), que relatam a expedição do Museu Nacional do Rio de Janeiro ao Estado do Ceará, com objetivo específico de realizar escavações paleontológicas em tanques daquela região, o que acabou ocorrendo em duas unidades do Sítio Paleontológico João Cativo. Paula Couto (1962) divulga as primeiras análises daquela escavação, juntamente com outra, a do Município de Taperoá, PB, identificando, preliminarmente, a presença de mamíferos fósseis dos grupos Marsupialia, Xenarthra, Artiodactyla, Perissodactyla, Proboscidea e Carnivora, além de aves e répteis indeterminados. O resultado do estudo do material coletado em João Cativo é descrito mais detalhadamente por Paula Couto (1980), que registra 24 táxons, entre mamíferos, répteis e aves, com destaque para um novo gênero e nova espécie de preguiça terrícola da Família Megalonychidae, o *Xenocnus cearensis*, considerada, até o momento, como endêmica do Nordeste do Brasil.

Uma nova descoberta de fósseis nos tanques de Itapipoca foi documentada por Bonfim Júnior (1984), que registra o Sítio Paleontológico Pedra d'Água, o qual possui um dos maiores jazigos fossilíferos já descobertos na região, com destaque para nova ocorrência da preguiça terrícola gigante do gênero *Erethotherium* e de mastodonte do gênero *Haplomastodon* (= *Stegomastodon*) no Estado do Ceará.

Ainda com material de João Cativo, Gomide *et al.* (1987) analisam fósseis do felídeo *Smilodon populator* (tigre dentes-de-sabre). Um estudo mais minucioso dos fósseis daquele sítio é feito por Gomide



Figura 1 - Tanque natural do Sítio Paleontológico Lajinhas, durante a estação seca do ano. A parte mais clara marca o nível das águas pluviais acumuladas durante a estação chuvosa. Foto: C. L. Ximenes, 2007.

Figure 1 - Natural tank of the Lajinhas Paleontological Site, during the dry season of the year. The clearest part marks the level of rainwater accumulated during the rainy season. Photo by C. L. Ximenes, 2007.

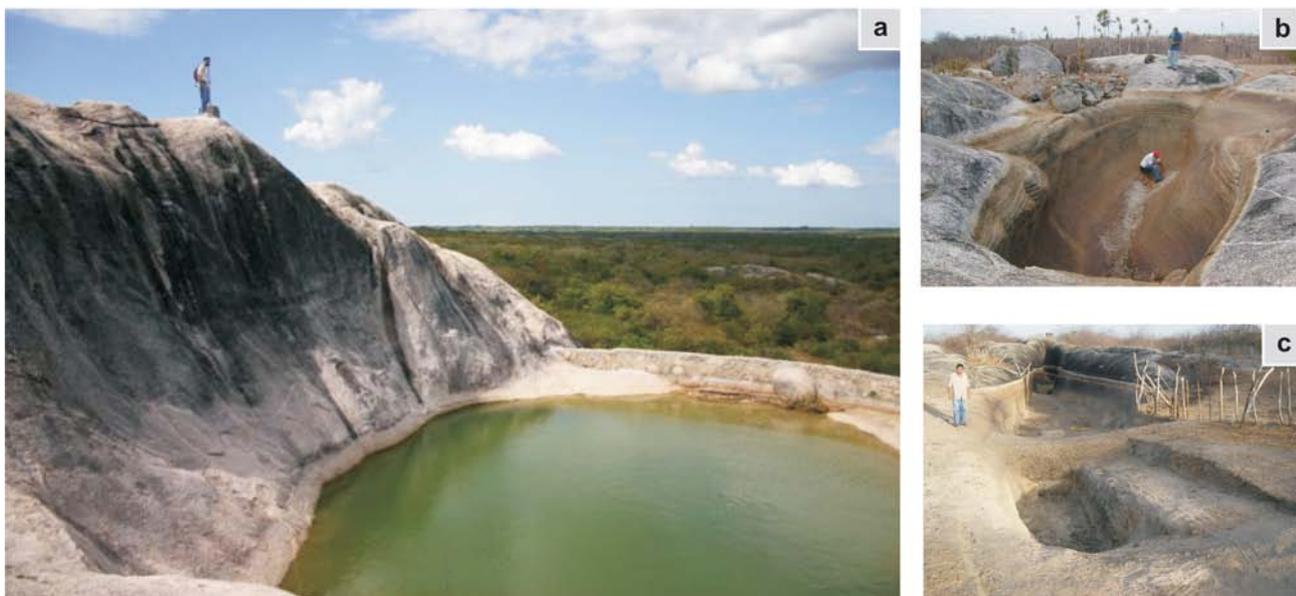


Figura 2 - (a) Tanque natural associado à *inselberg* na localidade de Pedra d'Água, em Itapipoca; **(b)** espaço gerado em um tanque; **(c)** preenchimento sedimentar em um tanque. Fotos: Fábio Arruda, 2005 (a) e C. L. Ximenes, 2007 e 2006 (b e c).

Figure 2 - (a) Natural tank associated a *inselberg* in locality Pedra d'Água, in Itapipoca. **(b)** space created in a tank; **(c)** sedimentation in a tank. Photos by Fábio Arruda, 2005 (a) and C. L. Ximenes, 2007 e 2006 (b and c).



Figura 3 - Fósseis de megafauna no sedimento de um tanque em Itapipoca. Foto C. L. Ximenes, 2006.

Figure 3 - Megafauna fossils in the sediment of a tank in Itapipoca. Photo by C. L. Ximenes, 2006.

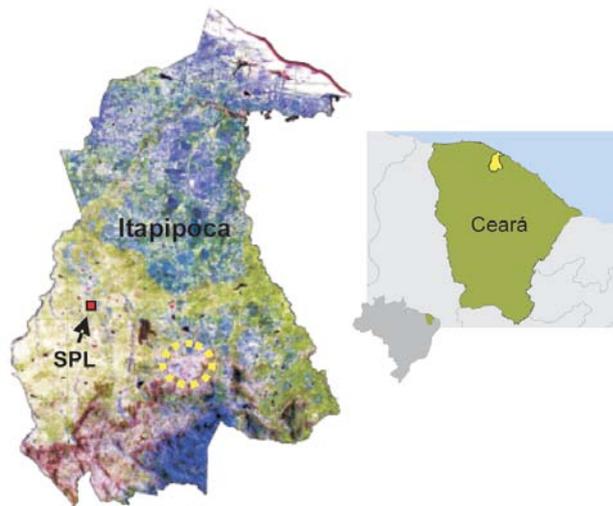


Figura 4 - Localização do Sítio Paleontológico Lajinhas (SPL) na carta-imagem do Município de Itapipoca, obtida pelo satélite Landsat 7 ETM (adaptado de Ipece, 2008). O círculo pontilhado amarelo delimita a sede municipal.

Figure 4 - Localization of the Lajinhas Paleontological Site (SPL) in image of the Municipality of Itapipoca, obtained by satellite Landsat 7 ETM (adapted of Ipece, 2008). The yellow dotted circle delimit the city of Itapipoca.

(1989), que descreve 563 peças esqueléticas e dentárias, identifica a presença de 16 táxons na paleofauna de Itapipoca e faz uma análise paleoambiental da região. Posteriormente, Magalhães *et al.* (1992) fazem uma análise comparativa de fósseis de cervídeos encontrados em quatro estados do Nordeste (Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco), entre eles exemplares de Itapipoca.

A partir de 1989, pesquisas sistemáticas sobre mamíferos fósseis do Ceará, conduzidas por uma equipe do Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal do Ceará, mapearam as ocorrências de megafauna no estado, com ênfase em prospecções na região de Itapipoca (Ximenes, 1993). As explorações no município, neste projeto, possibilitaram uma melhor compreensão sobre os fatores geológicos e geomorfológicos que atuam na gênese dos tanques e a descoberta do Sítio Paleontológico Lagoa do Osso, no Município de Tururu, vizinho a Itapipoca, em ambiente sedimentar lacustre (Ximenes, 1996).

Uma nova fase de explorações se iniciou a partir de 2000 e mais quatro sítios fossilíferos foram registrados em Itapipoca: Santa Rita, Coelho, Lajinhas e Jirau, sendo o primeiro em ambiente sedimentar fluvial. Ximenes (2003), trabalhando nos três últimos sítios descobertos, registra a coleta de uma grande

quantidade de material paleontológico e propõe uma metodologia de resgate de fósseis dos tanques e seu posterior aproveitamento como micro-reservatórios alternativos de água para o semi-árido brasileiro.

Em 2005 foi criado o Museu de Pré-história de Itapipoca – MUPHI, vinculado à Prefeitura Municipal de Itapipoca, e todas as atividades de pesquisa e conservação do patrimônio paleontológico da região passaram a ser feitas por esta instituição. Desde então, uma coleção científica, composta por fósseis, rochas, minerais, além de artefatos arqueológicos, foi formada e um programa permanente de divulgação científica e educação patrimonial passou a levar informações à população local e aos visitantes.

DESCRIÇÃO DO SÍTIO

Aspectos geográficos

O Sítio Paleontológico Lajinhas distribuiu-se por uma área de aproximadamente 2 km², no ambiente natural denominado, por Oliveira *et al.* (2007), de Depressão Semi-árida de Itapipoca, conhecido, informalmente, como Sertão. Geomorfologicamente está inserido no domínio da Depressão Sertaneja (Fig. 5), unidade morfo-estrutural marcada pela primazia de topografias planas ou levemente onduladas, em níveis altimétricos inferiores a 400 m, elaboradas sob condições climáticas semi-áridas (Souza, 1988), durante o Pleistoceno médio e superior (Moreira & Gatto, 1981).

A paisagem local é dominada pelos chamados lajedados, ou lajedados, como são popularmente conhecidos (Fig. 6), que correspondem a afloramentos de rocha sã na superfície do solo, constituindo uma área de extensão variada (Guerra, 1993). Estas formas residuais são testemunhos dos eventos erosivos diferenciais que dissecaram as rochas cristalinas que ocorrem em todo o Estado do Ceará, num forte processo de aplainamento (Souza, 1988).

Segundo a caracterização de Oliveira (1998), hidrograficamente a área onde se encontra o Sítio Lajinhas está no contexto da Sub-bacia do Rio Cruxati, a qual faz parte da Bacia Hidrográfica do Litoral. A vegetação predominante é composta por espécies do bioma caatinga, de porte arbustivo e arbóreo, com ocorrências ciliares de matas de carnaúba (*Copernicia prunifera*). O regime pluviométrico é bastante irregular, com uma média anual de 1.078 mm (numa série entre 1974 e 1997), concentrando cerca de 91% desse total entre os meses de janeiro a maio. Os solos,

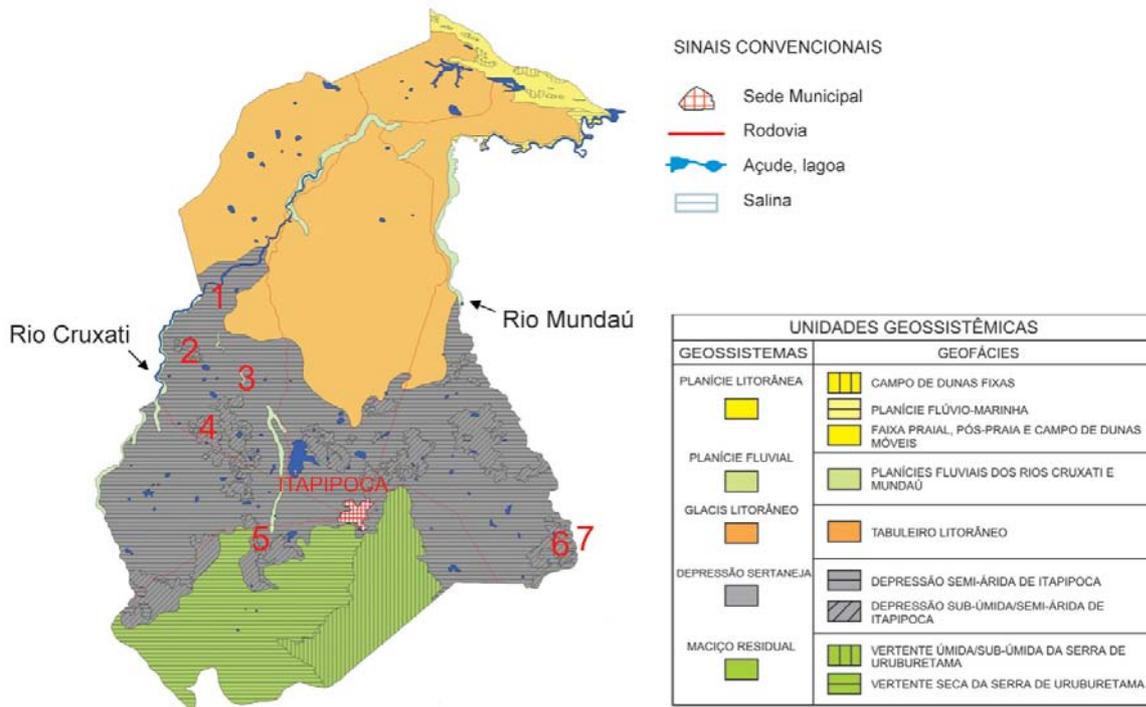


Figura 5 - Unidades Geossistêmicas de Itaipoca. A área em cinza é a Depressão Sertaneja, onde se formam os tanques naturais. Os números representam os sítios paleontológicos conhecidos: (1) Santa Rita; (2) Jirau; (3) Coelho; (4) Lajinhas; (5) João Cativo; (6) Pedra d'Água; (7) Lagoa do Osso, no Município de Tururu (adaptado de Oliveira *et al.*, 2007).

Figure 5 - Geosystems Units of Itaipoca. The area in gray is the "Depressão Sertaneja", where form the natural tanks. The numbers represent the paleontological sites known: (1) Santa Rita; (2) Jirau; (3) Coelho; (4) Lajinhas; (5) João Cativo; (6) Pedra d'Água; (7) Lagoa do Osso, in Municipality of Tururu (adapted of Oliveira *et al.*, 2007).



Figura 6 - Parte dos lajedos que predominam na paisagem do Sítio Paleontológico Lajinhas. Foto: C. L. Ximenes, 2002.

Figure 6 - Part of "lajedos" that predominate in the landscape of the Lajinhas Paleontological Site. Photo by C. L. Ximenes, 2002.

de acordo com Oliveira *et al.* (2007), são uma associação de Argissolos Vermelho-Amarelos, Planossolos Háplicos, Plintossolos Argilúvicos, Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos e Planossolos Nátricos.

Dentro do perímetro do sítio paleontológico ocorrem dezenas de tanques naturais. Os maiores possuem dimensões que variam entre 10 e 20 m de comprimento, 3 a 4 m de largura e profundidades de até 6 m. Alguns já foram escavados e tiveram resgatados seu conteúdo fóssilífero, servindo hoje como cisternas naturais de águas pluviais, porém ainda há muitos outros em estado intocado (Ximenes, 2003).

Paleontologia

Os fósseis de vertebrados coletados nas diversas campanhas de escavação já realizadas na região de Itapipoca são representados, na grande maioria, por ossos cranianos e pós-cranianos, a maior parte fragmentada, bem como por osteodermos e dentes isola-

dos, eventualmente encaixados em fragmentos de mandíbulas ou maxilas, sendo raras as peças esqueléticas inteiras ou articuladas (Fig. 7).

A razão de predominarem peças ósseas fragmentadas no interior dos tanques, bem como ausência de esqueletos completos, deve-se, seguramente, aos processos tafonômicos. Os eventos que se seguem após a morte dos animais, como a ação de carniceiros e a dinâmica hidráulica do processo de transporte e deposição do material esquelético, são determinantes para este fato. Paula Couto (1980) disserta que os tanques naturais devem ter servido de bebedouros naturais para os grandes animais e que os restos mortais podem ter ido parar no interior dos mesmos, ou por caírem, na tentativa de terem acesso à água, ou por morrerem nas proximidades e chuvas torrenciais, caídas posteriormente, terem arrastado os ossos desses esqueletos para o fundo das depressões, juntamente com material sedimentar proveniente do intemperismo das rochas cristalinas regionais.

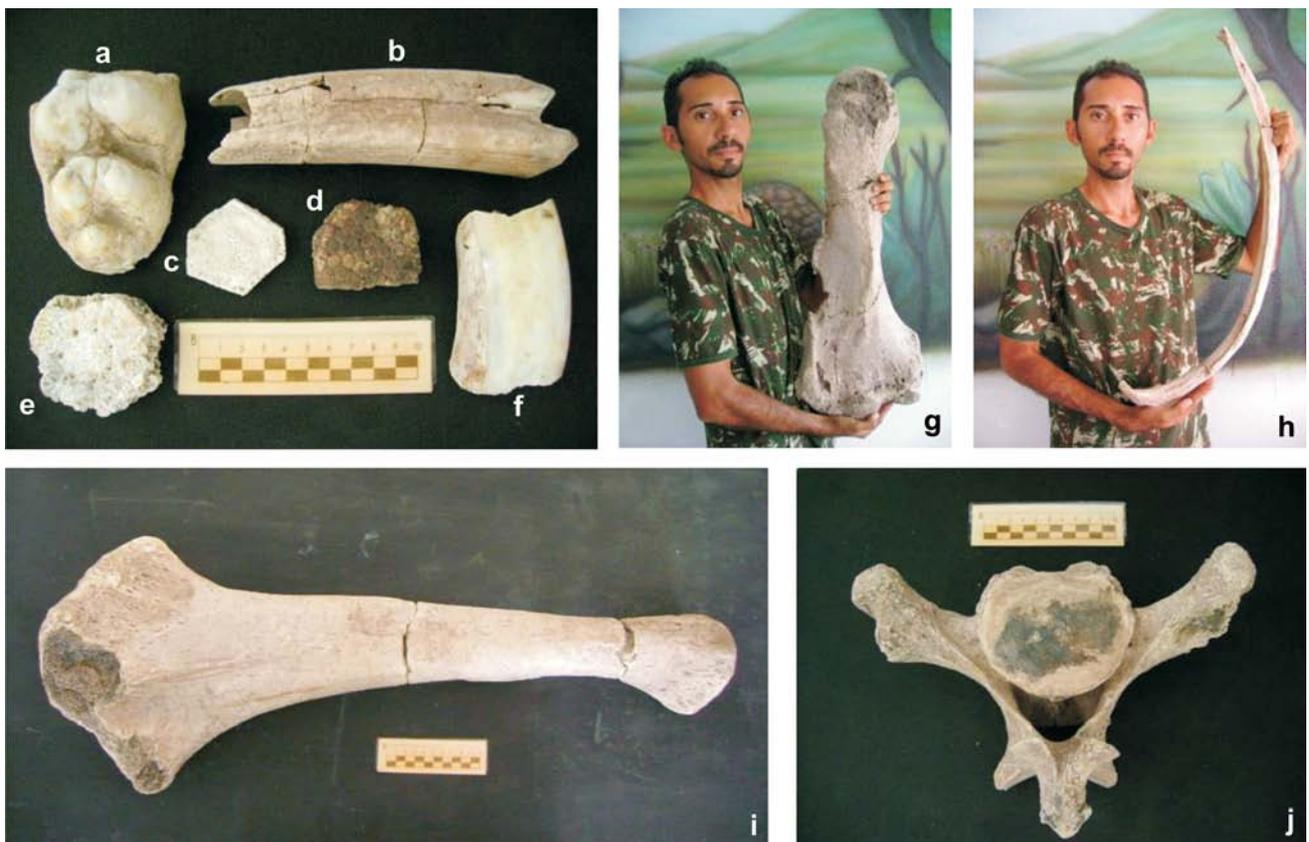


Figura 7 - Fósseis da megafauna de Itapipoca, coleção MUPHI: (a) dente de *S. waringi*; (b) dente de *E. laurillardii*; (c) osteodermo de Dasipodidae; (d) osteodermo de *Panochtus*; (e) osteodermo de *Glyptodon*; (f) dente de Toxodontidae; (g, h, i, j) respectivamente: úmero, costela, ulna e vértebra de *E. laurillardii*. Fotos: C. L. Ximenes, 2008.

Figure 7 - Fossils of the megafauna of Itapipoca, MUPHI collection: (a) tooth of *S. waringi*; (b) tooth of *E. laurillardii*; (c) isolated scutes of Dasipodidae; (d) isolated scutes of *Panochtus*; (e) isolated scutes of *Glyptodon*; (f) tooth of Toxodontidae; (g, h, i, j) respectively: humerus, rib, ulna and vertebra of *E. laurillardii*. Photos by C. L. Ximenes, 2008.

A paleomastofauna da região de Itapipoca compreende espécies de pequeno, médio e grande porte, algumas ainda viventes, composta pelos táxons listados na Fig. 8, segundo Paula Couto (1980), Gomide (1989) e Ximenes (2006). Completam a paleofauna local alguns répteis indeterminados (ordens Chelonia, Crocodylia e Squamata, das sub-ordens Lacertilia e Serpentes) e aves (gênero *Rhea* e superordem Neognathae indet.).

Esta paleofauna apresenta composição taxonômica similar a de outros depósitos quaternários do Brasil, principalmente da Região Nordeste. Bergqvist *et al.* (1997) fazem um estudo comparativo das faunas locais de mamíferos de três sítios paleontológicos do tipo tanque (Itapipoca, no Ceará, e Taperoá e Campina Grande, na Paraíba) e concluem que a de Itapipoca é a mais diversificada e com maior número de representantes recentes dentro da mesma categoria genérica (cinco). Os autores interpretam que essa alta diversidade pode estar relacionada a condições ambientais mais favoráveis (está mais próxima da linha do Equador) ou a melhores condições de fossilização.

Bergqvist *et al.* (1997) afirmam que a estrutura das comunidades estudadas se caracteriza por um predomínio de formas herbívoras, principalmente animais de grande porte, e com a presença de três espécies de carnívoros. As espécies com correspondentes recentes foram divididas em pastador (*E. (A.) neogaeus* e *O. bezoarticus*), podador (*M. Gouazoubira*) e herbívoro-onívoro (*T. Pecari*). Os autores concluem que a presença de animais grandes e animais corredores e a ausência de animais de *habitats* úmidos sugerem um paleoambiente ao redor dos tanques com cobertura vegetal do tipo savana. Esse ecossistema, típico da África, é comparado com frequência ao cerrado que ocorre na América do Sul.

Esta interpretação é concordante com o modelo proposto por Cartelle (1999) para o final do Pleistoceno e início do Holoceno da região intertropical do Brasil não amazônico, que acredita que, durante aquele período, o cerrado teria ocupado a maior parte da área conhecida como caatinga, a qual naquele tempo era reduzida a *habitats* isolados, e justifica sua conclusão pela ausência de formas xeromórficas endêmicas na fauna atual de mamíferos do Brasil.

Ordem	Família	Gênero (Subgênero)/ Espécie	Denominação não científica	Descrição sumária
Pilosa	Megatheriidae	<i>Eremotherium laurillardi</i>	Eremotério	Preguiça terrícola gigante, de até 5 t.
"	Mylodontidae	<i>Scelidodon (= Catonix) cuvieri</i>	Catônix	Preguiça terrícola média, de até 500 kg.
"	"	<i>Glossotherium</i> sp.	Glossotério	Preguiça terrícola média, de até 500 kg.
"	Megalonychidae	<i>Nothrotherium maquinense</i>	Notrotério	Pequena preguiça terrícola, de até 50 kg.
"	"	<i>Xenocnus cearensis</i>	Xenocnus	Pequena preguiça terrícola, de até 50 kg.
Cingulata	Glyptodontidae	<i>Glyptodon clavipes</i>	Gliptodonte	Animal encouraçado, de porte gigante.
"	"	<i>Panochthus</i> sp.	Gliptodonte	Animal encouraçado, de porte gigante.
"	Dasypodidae	<i>Holmesina paulacoutoi</i>	Pampatério	Um tatu gigante, encouraçado.
Notoungulata	Toxodontidae	<i>Toxodon platensis</i>	Toxodonte	Animal de grande porte, de até 2 t.
Liptopterna	Macraucheniiidae	Indeterminado (inédito)	Macrauquênia	Semelhante a um camelo, com tromba.
Proboscidea	Gomphotheriidae	<i>Stegomastodon waringi</i>	Mastodonte	Parente extinto dos atuais elefantes.
Perissodactyla	Equidae	<i>Hippidion principale</i>	Cavalo fóssil	Pequeno cavalo extinto.
"	"	<i>Equus (Amerhippus) neogaeus</i>	Cavalo fóssil	Pequeno cavalo extinto.
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu pecari*</i>	Queixada	Um tipo de "porco" selvagem.
"	Camelidae	<i>Palaeolama major</i>	Paleolhama	Um tipo de lhama extinta.
"	Cervidae	<i>Mazama gouazoubira*</i>	Veado catíngueiro	Pequeno cervídeo de <i>habitats</i> florestais.
"	"	<i>Ozotoceros bezoarticus*</i>	Veado campeiro	Pequeno cervídeo do cerrado.
Carnívora	Canidae	<i>Cerdocyon thous*</i>	Raposa	Pequeno canídeo do cerrado e caatinga.
"	"	<i>Protocyon troglodytes</i>	Cão das cavernas	Pequeno cachorro selvagem.
"	Felidae	<i>Smilodon populator</i>	Tigre dentes-de-sabre	Grande felino, com presas de 30 cm.
"	"	<i>Felis</i> sp.*	"Gato-do-mato"	Pequeno felino.

Figura 8 - Mamíferos da paleofauna de Itapipoca. (*) Táxons ainda viventes no Brasil.

Figure 8 - Mammals of the paleofauna of Itapipoca. (*) Taxa still living in Brazil.

O bioma caatinga ocupa hoje a maior parte do Nordeste e uma pequena parte do norte do Estado de Minas Gerais. Considerando que os grandes mamíferos extintos eram adaptados às áreas abertas, o Nordeste brasileiro durante o Pleistoceno deve ter sido bastante atrativo para esses animais. De fato, a megafauna ocupou praticamente toda essa região, como mostram as centenas de jazigos paleontológicos que ocorrem, principalmente, nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, o que comprova a presença bem estabelecida dos grandes mamíferos e pode mostrar, inclusive, possíveis rotas migratórias por estes territórios (Viana *et al.*, 2007).

Sobre a idade dos fósseis, ainda não foi feita nenhuma datação absoluta com material de Itapipoca. Aliás, no Brasil ainda são raras as investigações geocronológicas com restos de megafauna. Dados recentes, pelo método de Ressonância do Spin Eletrônico (ESR), são apresentados por Kinoshita *et al.* (2005) em duas amostras de dentes de *Haplomastodon* (= *Stegomastodon*) e uma de *Xenorhinotherium* (macrauquênia) do Estado da Paraíba, revelando idades entre 30 ± 5 ka e 39 ± 9 ka, o que confirma a presença destas espécies no Pleistoceno tardio da região Nordeste. Faure *et al.* (1999) apresentam duas datações por Carbono 14 de concentrações de matéria orgânica associada a uma assembléia de mamíferos da megafauna e do recente do Estado do Piauí, obtendo idades de 8.490 ± 120 BP e 6.890 ± 60 BP, indicando a sobrevivência de alguns gêneros de megafauna (*Propraopus*, *Hoplophorus*, *Glyptodon*, *Equus* e *Pala-eolama*) até o Holoceno.

Entretanto, idades mais antigas para megafauna do Nordeste têm sido obtidas em materiais de cavernas do Estado da Bahia, pelo método da série do urânio, não diretamente de fósseis, mas de calcita de espeleotemas sobrepondo restos fossilizados, dando idades mínimas para os mesmos, algumas com mais de 200.000 anos antes do presente (Auler *et al.*, 2006), o que estende o range da megafauna até o Pleistoceno médio.

Em algum momento da história geológica recente essa fascinante fauna de gigantes desapareceu de toda a América do Sul. Não há um consenso sobre a real causa e várias hipóteses para tentar explicar o fenômeno já foram propostas por diversos autores. No entanto, é certo que seja qual for a causa, ela interferiu no equilíbrio das condições de vida das espécies. Cartelle (1999), ao tratar da questão das

extinções, defende que a principal causa foi o clima e que possivelmente havia uma relação entre estiação e redução de produtividade vegetal, reduzindo as chances de sobrevivência dos grandes mamíferos pastadores, com conseqüências negativas para a sua estratégia reprodutiva, sendo que a fauna endêmica de áreas abertas do cerrado foi a mais prejudicada, tendo experimentado a maior taxa de extinção.

SINOPSE SOBRE A ORIGEM, EVOLUÇÃO GEOLÓGICA E IMPORTÂNCIA DO SÍTIO

As rochas cristalinas nas quais se formaram os tanques do Sítio Paleontológico Lajinhas são representadas, segundo Nascimento (2006), por biotita gnaisse com hornblenda e por granodioritos, ambas de coloração acinzentada, compostas, macroscopicamente, por quartzo, plagioclásio e biotita, apresentando estruturas de processos dúcteis e rúpteis e situadas, geocronologicamente, no Paleoproterozóico.

Muitos autores que já realizaram trabalhos paleontológicos em tanques naturais têm citado que a gênese dos mesmos estaria ligada a processos erosivos fluviais, através de turbilhonamento em redemoinhos de águas que carrearam fragmentos de rochas, produzindo atrito sobre o cristalino, porém sem nenhuma base em estudos específicos.

Oliveira & Hackspacher (1989) e Oliveira *et al.* (1989), estudando tanques no Estado do Rio Grande do Norte, após observações de caráter sedimentológico, geomorfológico, estrutural e geofísico (eletroresistividade e sísmica rasa de refração), concluíram que os tanques nos locais estudados se formaram pela erosão produzida ao longo das fraturas por meio de ação física e química e que os sedimentos em seu interior não são de origem fluvial e sim de processos não convencionais de sedimentação, muito localizados, sendo parte resultantes do intemperismo físico e químico das rochas subjacentes e parte carregadas para o interior dos tanques através de águas pluviais durante as estações chuvosas e também pela ação eólica, durante as estações secas.

Bigarella *et al.* (1994) afirmam que numa superfície plana de rocha cristalina, determinados pontos, com ou sem diáclases, podem sofrer maior ação da umidade, originando pequenas depressões muito rasas (poças) que evoluem em formas embaciadas de larguras e profundidades progressivamente maiores. Nas poças acumula-se periodicamente água, a qual,

na presença de restos orgânicos, atua na alteração dos silicatos, principalmente feldspatos. Com o aumento da profundidade, a água com ácidos orgânicos passa a atuar por tempo cada vez maior. Nas paredes da depressão verifica-se uma ação corrosiva de solapamento que faz com que a reação química atue lateralmente para o interior da rocha, originando uma forma de bacia com bordas negativas, assumindo dimensões cada vez maiores e mantendo no seu interior a água.

Seguindo a linha de interpretação dos referidos autores, um modelo de gênese e desenvolvimento dos tanques naturais de Itapipoca é apresentado por Ximenes (1996), que destaca que na formação dos mesmos há controle de ordens litológica, geomorfológica e estrutural. O controle litológico é determinado pelas rochas de constituição granítica que ocorrem na região, pelo fato de que, na sua composição, haver grandes percentuais de feldspatos e micas, mais susceptíveis à ação do intemperismo químico provocado pela água que se acumula no interior dos tanques. Como controle geomorfológico o autor observa que as depressões ocorrem freqüentemente em campos de *inselbergs*. Por fim, o controle estrutural é dado pela presença de diáclases e esfoliações na rocha granítica, as quais possibilitam a percolação de água, proporcionando as condições para a alteração

da rocha, tendo como consequência o alargamento das fraturas.

Estes três fatores em conjunto são os responsáveis pela existência dos tanques naturais, num processo muito lento. A partir deles, Ximenes (1996) propôs seis estágios de desenvolvimento das depressões, observados em Itapipoca (Fig. 9):

a) *Estágio inicial*: dissociação dos minerais da rocha granítica a partir de uma diáclase, gerando várias aberturas ao longo da mesma;

b) *Estágio de alargamento*: o intemperismo químico agindo na esfoliação da rocha faz com que as pequenas aberturas aumentem na largura, tomando uma forma elipsoidal;

c) *Estágio de expansão*: as diversas aberturas ao longo da diáclase se unem e aumentam a depressão no comprimento, mas mantendo-a ainda muito rasa;

d) *Estágio de aprofundamento*: a depressão passa por nova etapa dos processos anteriores que agirão no fundo da mesma, tornando-a cada vez mais profunda;

e) *Estágio de maturidade*: a depressão se tornou profunda o suficiente para permitir a deposição de fósseis. Suas formas mais comuns são: arredondada, elipsoidal, alongada ou irregular. Podem ainda ser totalmente fechadas ou abertas em uma das extremidades;



Figura 9 - Estágios de desenvolvimento propostos para os tanques naturais de Itapipoca (Ximenes, 1996): **(a)** Inicial; **(b)** Alargamento; **(c)** Expansão; **(d)** Aprofundamento; **(e)** Maturidade; **(f)** Avançado. Fotos: C.L.Ximenes, 1996, 1995 (d) e 1993 (e).

Figure 9 - Development stages proposed for the natural tanks of Itapipoca (Ximenes, 1996): **(a)** Initial; **(b)** Enlargement **(c)** Expansion **(d)** Deepening **(e)** Maturity **(f)** Advanced. Photos by C. L. Ximenes, 1996, 1995 (d) e 1993 (e).

f) *Estágio avançado*: nesta fase a depressão alcança grandes dimensões. É possível que, com a continuidade dos processos, ela evolua para uma lagoa.

Paula Couto (1980) afirma que a ação erosiva das águas meteóricas sobre os tanques foi muito efetiva durante o Pleistoceno final ao Sub-Recente na região Nordeste, coincidindo com as mudanças climáticas de condições úmidas para secas ocorridas entre o final do Pleistoceno e o começo do Holoceno, com a conseqüente extinção das ricas savanas pleistocênicas e da correspondente fauna de vertebrados. Para este autor, os tanques foram os últimos bebedouros naturais na região durante aquela fase de mudanças climáticas, constituindo-se em pontos naturais de convergência, ao mesmo tempo, dos vertebrados da rica fauna daquela época.

Os processos de preenchimento sedimentar dos tanques não podem ser generalizados para toda a área de ocorrência dos mesmos (região Nordeste), contudo, parece haver um padrão de elementos sedimentares, da base para o topo. Mabesoone *et al.* (1990), estudando tanques no Estado do Rio Grande do Norte, observam que os mesmos, independente de conterem ou não fósseis, possuem um preenchimento sedimentar uniforme e seu acamamento mostra uma nítida divisão em três unidades bem dis-

nosa grossa até fina, que pelo aspecto trata-se de material granítico, intemperizado mais por processos físicos do que químicos; b) uma intermediária, que mostra uma granulação variada, indo de pequenos seixos e grânulos até areia fina e, em muitos casos, uma matriz de silte e argila, podendo ocorrer também alguma matéria orgânica. É nessa camada onde são encontrados os ossos e dentes fossilizados. Possivelmente esse material, inclusive os fósseis, foi trazido por escoamentos em lençol, após uma forte precipitação pluvial, como uma enxurrada; c) uma superior, onde o sedimento volta a mostrar traços mais claros de intemperismo físico, principalmente das rochas nas quais os tanques se formaram. Por se encontrar na superfície, o material deve ter sofrido também algum intemperismo químico, dado o aumento da porcentagem de argila. Em alguns tanques é possível ocorrer um processo inicial de pedogênese.

Ao analisar a grande concentração de depósitos fossilíferos, o farto material paleontológico resgatado e a boa representatividade de espécies de paleomamíferos (Fig. 10), Ximenes (2006) denomina a área compreendida entre as sub-bacias hídricas dos rios Cruxati e Mundaú, em Itapipoca, como “Vale da Megafauna”. Este autor observa que o contexto hidro-

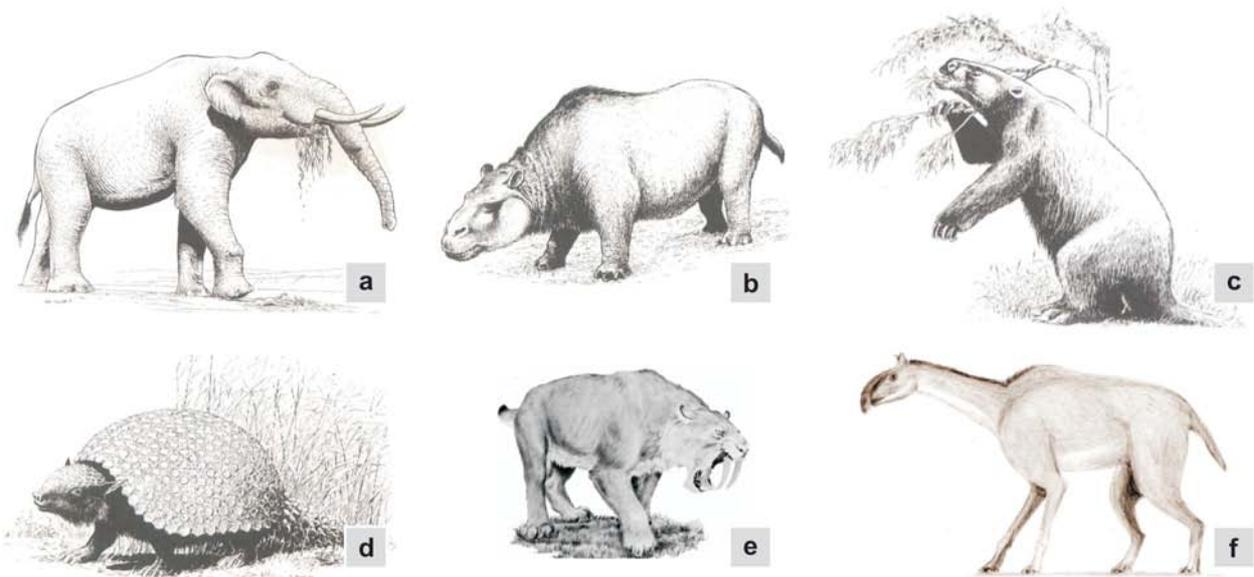


Figura 10 - Representações artísticas das principais espécies de paleomamíferos de Itapipoca (sem escala): (a) mastodonte (*S. waringi*); (b) toxodonte (*T. platensis*); (c) preguiça gigante (*E. laurillardii*); (d) gliptodonte (*G. clavipes*); (e) tigre dentes-de-sabre (*S. populator*); (f) macrauquênia (macrauqueniidae). Fontes: (a, b, c, d) Fundham (1998); (e, f) Wikipédia (2008).

Figure 10 - Artistic representations of the main species of paleomammals of Itapipoca (no scale): (a) mastodonte (*S. waringi*); (b) toxodonte (*T. platensis*); (c) preguiça gigante (*E. laurillardii*); (d) gliptodonte (*G. clavipes*); (e) tigre dentes-de-sabre (*S. populator*); (f) macrauquênia (macrauqueniidae). Authorship: (a, b, c, d) Fundham (1998); (e, f) Wikipédia (2008).

geográfico local é condicionante, atualmente, da manutenção dos elementos ecológicos favoráveis ao equilíbrio da biodiversidade nativa, e que isso sugere um quadro paleoecológico análogo.

Por estas observações e pelo fato da região de Itapipoca sofrer influências de chuvas orográficas, que mantêm uma boa recarga dos recursos hídricos de superfície, acreditamos que o “Vale da Megafauna” propiciava condições ecológicas favoráveis (pasto e água) para concentração de grandes manadas de animais pleistocênicos e que, possivelmente, poderia ser uma das últimas concentrações dessa fauna na América do Sul, uma hipótese ainda a ser investigada. Por todos estes aspectos apresentados, os tanques fossilíferos de Itapipoca possuem grande importância de natureza paleontológica (diversidade fossilífera), geomorfológica (formas de relevo peculiares) e paleoambiental (paleorefúgios ecológicos).

MEDIDAS DE PROTEÇÃO

O Sítio Paleontológico Lajinhas está totalmente inserido dentro dos limites do Assentamento Rural Taboca-Lajinhas, de propriedade do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, com administração da Associação dos Assentados do Projeto de Assentamento Taboca-Lajinhas. Por ser uma propriedade da União, as ações de proteção do sítio paleontológico ficam facilitadas.

A primeira atitude visando à preservação do patrimônio paleontológico de Itapipoca teve a iniciativa do Prof. José Paurilo Barroso, que ainda jovem, em 1952, ciente da importância dessas ocorrências e preocupado com a sua conservação, procurou entrar em contato com pesquisadores de instituições científicas do país para estudarem os fósseis, o que teve início em 1961, e contou inclusive com a sua participação na primeira escavação (Oliveira, 1971).

Com o ato desse louvado cidadão itapipoquense teve início todo o processo de pesquisa e conservação que continua até os dias de hoje. Não podemos deixar de destacar a dedicação de outro filho de Itapipoca, o pesquisador Antônio Sílvio Teixeira dos Santos, que motivado pelo mesmo espírito de cidadania, é hoje um guardião do patrimônio pré-histórico da região.

Vulnerabilidade do sítio a atividades de mineração ou degradação ambiental

A indústria de rochas ornamentais já fez pesquisas geológicas para avaliação do potencial mineral

das rochas graníticas da região de Itapipoca. Houve um início de exploração, porém no momento não há nenhuma atividade mineral ativa com esse objetivo, mas a ameaça existe. Também há interesses nas rochas cristalinas da região para a indústria da construção civil, principalmente para produção de brita, paralelepípedos e material para obras de açudagem. Outro fator de perigo é o fato dos tanques naturais servirem para acumulação de águas pluviais e isso desperta o interesse dos moradores locais de desentulharem os mesmos para aumentarem sua capacidade de acumulação, promovendo a retirada descontrolada de fósseis.

Medidas atuais

Com a criação do Museu de Pré-história de Itapipoca, em 2005, um programa permanente de preservação do patrimônio, divulgação científica e conscientização tem sido executado, pela equipe do museu, com a população da região e visitantes. Exposições permanentes e itinerantes, palestras, oficinas, publicações em mídias diversas e reportagens jornalísticas são recursos que têm sido amplamente utilizados com esse objetivo. Paralelamente, parcerias informais com órgãos públicos, como o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), vinculado ao Ministério das Minas e Energia e responsável pela gestão do patrimônio paleontológico no Brasil, bem como com a Agência Brasileira de Inteligência (ABIN), vinculada ao Ministério da Justiça, tem garantido ao MUPHI uma orientação nos casos relacionados à depredação e suspeitas de comercialização ilegal de fósseis na região.

Medidas previstas

Um projeto de turismo paleontológico para o Sítio Lajinhas é um dos objetivos da Secretaria de Cultura e Turismo da Prefeitura de Itapipoca, o qual vem sendo discutido com o INCRA, proprietário do terreno, e com a Associação do Assentamento Taboca-Lajinhas. Esperamos com esta iniciativa usar os fósseis como base de uma cadeia produtiva, gerando assim emprego e renda, para envolver mais a população do município e garantir a preservação deste patrimônio. Para o futuro próximo, visando prevenir que a área seja requerida para pesquisas minerais, a equipe do MUPHI pretende iniciar uma campanha pelo tombamento do sítio ou pela criação de uma unidade de conservação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Auler, A.S.; Piló, L.B.; Smart, P.L.; Wang, X.; Hoffmann, D.; Richards, D.A.; Edwards, R.L.; Neves, W.A. Cheng, H. 2006. U-series dating and taphonomy of Quaternary vertebrates from Brazilian caves. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 240: 508–522.
- Bergqvist, L.P.; Gomide, M.; Cartelle, C.; Capilla, R. 1997. Faunas-locais de Mamíferos Pleistocênicos de Itapipoca/Ceará, Taperoá/Paraíba e Campina Grande/Paraíba. Estudo Comparativo, Bioestratigráfico e Paleoambiental. *Revista Universidade de Guarulhos. Guarulhos (SP): II(6): 23-32.*
- Bigarella, J.J.; Becker, R.D.; Santos, G.F.dos 1994. *Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais*. Vol. I – Fundamentos geológico-geográficos, alteração química e física das rochas, relevo cárstico e dômico. Florianópolis: Ed. UFSC, 425 p.
- Bonfim Júnior, F. de C. 1984. Mamíferos Fósseis de Pedra d'Água, Pleistoceno de Itapipoca, CE. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 33., Rio de Janeiro. *Resumos...*, Rio de Janeiro: SBG, p. 44.
- Cartelle, C. 1999. Pleistocene Mammals of the Cerrado and Caatinga of Brazil. In: J.F.Eisenberg & K.H. Redford (eds.) *Mammals of the Neotropics: the Central Tropics*. Chicago: The University of Chicago Press. Vol 3, p. 27-46.
- Faure, M.; Guerin, C.; Parenti, F. 1999. Découverte d'une mégafaune holocène à la Toca do Serrote do Artur (aire archéologique de São Raimundo Nonato, Piauí, Brésil). *Sciences de la terre et des planètes*. Paris, 329: 443-448.
- Fundham 1998. *Parque Nacional Serra da Capivara*. São Raimundo Nonato, PI: Fundação Museu do Homem Americano - FUNDHAM; Mission Archéologique et Paléontologique du Piauí, 94 p.
- Gomide, M.; Bergqvist, L.P.; Rego, D.D. 1987. O "Tigredente de sabre" (*Smilodon populator*) de Itapipoca, Ceará. In: Congresso Bras. de Paleontologia, 10. Rio de Janeiro-RJ, *Anais*, p. 197-204.
- Gomide, M. 1989. *Mamíferos pleistocênicos de Itapipoca, Ceará, Brasil, depositados no Museu Nacional, Rio de Janeiro*. Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 215 p.
- Guerra, A.T. 1993. *Dicionário Geológico-Geomorfológico*. 8 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 446 p.
- Ipece 2008. *Imagens municipais*. Fortaleza: Instituto de Pesquisas Econômicas e Sociais do Ceará. Disponível em: <<http://www.ipece.ce.gov.br/estatistica/imagens>>. Acesso em: 15 julho 2008.
- Kinoshita, A.; Franca, A.M.; Almeida, J.A.C.de; Figueiredo, A.M.; Nicolucci, P.; Graeff, C.O.; Baffa, O. 2005. ESR dating at K and X band of northeastern Brazilian megafauna. *Applied Radiation and Isotopes*, 62: 225–229
- Mabesoone, J.M.; Oliveira, L.D.D.de; Damasceno, J.M. 1990. Desenvolvimento dos tanques fossilíferos no semi-árido norterriograndense. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 36., 1990, Natal. *Anais...*, Natal: SBG, 2: 733-741.
- Magalhães, R.M.M. de; Gomide, M.; Bergqvist, L.P. 1992. Os cérvidos pleistocênicos da Região Nordeste Brasileira. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. Rio de Janeiro, 64(2): 149-154.
- Moreira, M.M.M.A.; Gatto, L.C.S. 1981. Geomorfologia. In: Brasil. Ministério das Minas e Energias. *Projeto RADAMBRASIL*. Folha SA. 24 (Fortaleza); geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, p. 213-252 (Levantamento de Recursos Naturais, 21).
- Nascimento, M.B.do 2006. *Petrografia, química mineral, datação e caracterização tecnológica dos granulitos da região de Macaco – Itapipoca (CE)*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Ceará, Dissertação de Mestrado, 121 p.
- Oliveira, F.F.de 1971. Um testemunho de 30 mil anos. *Revista do Instituto do Ceará*. Fortaleza, 85: 285-289.
- Oliveira, L.D.D.de 1989. Considerações sobre o emprego da terminologia da "Formação Cacimbas" e caldeirões para os tanques fossilíferos do nordeste do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 11., 1989, Curitiba. *Anais...*, Curitiba: SBP, 1: 535-539.
- Oliveira, L.D.D. de; Hackspacher, P.C. 1989. Gênese e provável idade dos tanques fossilíferos de São Rafael, RN. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 11., 1989, Curitiba. *Anais...*, Curitiba: SBP, 1: 541-549.
- Oliveira, L.D.D. de; Damasceno, J.M.; Lins, F.A.L.; Medeiros, W.E.de; Moreira, J.A.de 1989. Estudo macrofossilífero dos tanques da Fazenda Capim Grosso, São Rafael – RN, auxiliado por métodos geofísicos. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 11., Curitiba. *Anais...*, Curitiba: SBP, 1: 551-570.
- Oliveira, S.B.P. de 1998. *Zoneamento agroecológico do Município de Itapipoca, CE utilizando técnicas de geoprocessamento*. Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Dissertação de Mestrado. 91 p.
- Oliveira, S.B.P.de; Leite, F.R.B.; Barreto, R.N. da C. 2007. Sistemas e subsistemas ambientais do Município de Itapipoca-CE. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13., Florianópolis. *Anais...*, Florianópolis: INPE, p. 4103-4110.
- Paula Couto, C.de 1961. *Relatório e prestação de contas de excursão*. Rio de Janeiro, 15 p. (arquivo do Museu Nacional, não publicado).
- Paula Couto, C.de 1962. Explorações paleontológicas no Pleistoceno do Nordeste. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. Rio de Janeiro, 34(3): XIX.
- Paula Couto, C.de 1980. Fossil Pleistocene to Sub-Recent Mammals From Northeastern Brazil: I – Edentata, Megalonychidae. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. Rio de Janeiro, 52(1): 144-151.

- Souza Cunha, F.L. de 1961. *Relatório de excursão ao Nordeste*. Rio de Janeiro, 8 p. (arquivo do Museu Nacional, não publicado).
- Souza, M.J.N. de 1988. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do Estado do Ceará. *Revista de Geologia*. Fortaleza, 1(1): 73-91.
- Viana, M.S.S.; Ximenes, C.L.; Rocha, L.A. de S.; Chaves, A.P. de P.; Oliveira, P.V. de 2007. Distribuição geográfica da megafauna pleistocênica no Nordeste Brasileiro. In: Carvalho, I. de S. et al. (edit.). *Paleontologia: cenários de vida*. Rio de Janeiro: Interciência, 1: 797-809.
- Wikipédia 2008. Lista de mamíferos do Pleistoceno: Macraquênia. Disponível em: <http://www.pt.wikipedia.org/wiki/lista_de_mamiferos_do_pleistoceno>. Acesso em: 12 setembro 2008.
- Ximenes, C.L. 1993. Levantamento das ocorrências de fósseis de vertebrados no Estado do Ceará. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 13., e Simpósio Paleontológico do Cone Sul, 1., 1993, São Leopoldo (RS). *Boletim de Resumos...*, São Leopoldo: SBP, p.151.
- Ximenes, C.L. 1996. *Geologia de uma área localizada na porção norte dos Municípios de Tururu e Itaipoca, CE, e caracterização de seus jazigos fossilíferos*. Graduação em Geologia, Universidade Federal do Ceará, Monografia de Graduação, 69 p.
- Ximenes, C.L. 2003. *Proposta metodológica para um programa de micro-reservatórios alternativos de água nos sertões semi-áridos brasileiros, associado ao resgate de fósseis*. Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, Dissertação de Mestrado, 146 p.
- Ximenes, C.L. 2006. A Área Paleontológica Quaternária de Itaipoca, Ceará. In: Paleo 2006 – Reunião Anual Regional da Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2006, Sobral (CE). *Resumos...*, Sobral: UVA, p. 26.

¹PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A./
Unidade de Negócios da Bahia/Exploração/
Avaliação e Acompanhamento Geológico.
Salvador, BA. clximenes@petrobras.com.br

¹Museu de Pré-história de Itaipoca (MUPHI)/
Curadoria de Paleontologia. Itaipoca, CE.
clximenes@oi.com.br

■ Trabalho divulgado no site da SIGEP
<<http://www.unb.br/ig/sigep>> em 18/09/2008.



CELSON LIRA XIMENES

Natural de São Paulo, SP, é graduado em Geologia pela Universidade Federal do Ceará (1995) e trabalha na Petrobras como geólogo de campo. Concluiu Especializações em Paleontologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1997), em Geologia do Petróleo pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (2006) e em Petrofísica aplicada à avaliação de formações pela Universidade de Campinas (2008), além de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Ceará (2003). Dedicou-se às atividades de conservação dos patrimônios paleontológico e espeleológico do Ceará e da Bahia, com ênfase em museografia paleontológica, divulgação científica e educação patrimonial. Foi o idealizador do Museu de Pré-história de Itaipoca e é o curador de suas coleções paleontológicas.