



Universidade Federal do Ceará  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Proposta metodológica para um programa de  
micro-reservatórios alternativos de água nos sertões  
semi-áridos brasileiros, associado ao resgate de fósseis.

Celso Lira Ximenes

Fortaleza – CE  
2003

**CELSO LIRA XIMENES**

**PROPOSTA METODOLÓGICA PARA UM PROGRAMA DE  
MICRO-RESERVATÓRIOS ALTERNATIVOS DE ÁGUA NOS SERTÕES  
SEMI-ÁRIDOS BRASILEIROS, ASSOCIADO AO RESGATE DE FÓSSEIS.**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, no Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Área de Concentração Ecologia e Organização do Espaço, da Universidade Federal do Ceará.

Orientadora: Profa. Dra. Vlândia Pinto Vidal de Oliveira.

Fortaleza – CE  
2003

## TERMO DE APROVAÇÃO

CELSON LIRA XIMENES

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA UM PROGRAMA DE  
MICRO-RESERVATÓRIOS ALTERNATIVOS DE ÁGUA NOS SERTÕES  
SEMI-ÁRIDOS BRASILEIROS, ASSOCIADO AO RESGATE DE FÓSSEIS.

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, no Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, da Universidade Federal do Ceará, pela seguinte banca examinadora:

---

Profa. Dra. Vlândia Pinto Vidal de Oliveira (Orientadora)  
Departamento de Geografia, UFC

---

Profa. Dra. Maria Irlles de Oliveira Mayorga  
Departamento de Economia Agrícola, UFC

---

Prof. Dr. Licurgo Nakasu  
Departamento de Ciências Sociais, UVA

Fortaleza, 26 de setembro de 2003.

## DEDICATÓRIA

À memória do naturalista cearense Prof. Francisco  
Dias da Rocha (1869 – 1960), que acreditava poder  
mudar realidades sociais negativas através do  
conhecimento da história natural do Ceará.

## AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus mais sinceros agradecimentos a todos que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, em especial:

À minha família,  
Pelo apoio e participação.

À minha orientadora, Profa. Vlândia Oliveira,  
Pela atenção, paciência e pela oportunidade de desenvolvimento desta idéia.

Ao Instituto Cearense de Ciências Naturais – ICCN,  
pelo financiamento do projeto piloto e pelo uso de suas instalações e equipamentos.

Aos Srs. Lourenço Marinho e Edgar Marinho, da Prefeitura de Itapipoca,  
pelo valioso apoio aos trabalhos de campo.

Ao Sr. Francisco Alves, Sec. de Agricultura, Rec. Hídricos e Meio Ambiente de Irauçuba,  
pelo valioso apoio aos trabalhos de campo.

Ao Sr. Aristóteles Nunes, proprietário rural em Itapipoca, pela autorização e apoio aos trabalhos em tanques existentes em sua propriedade;

Ao Sr. Joaquim Oscar, proprietário rural em Irauçuba,  
pela autorização e apoio aos trabalhos em tanques existentes em sua propriedade.

À Bióloga Ana Paula Feijão e aos estudantes de biologia da UVA Ana Luíza Cavalcante,  
Renata Costa e Joelson Góis, pela colaboração nas escavações em Itapipoca;

À Universidade Federal do Ceará – UFC, pela viabilização desta conquista.

*A sorte do nordestino é mesmo de fazer dó.  
Seca sem chuva é ruim, mas seca d'água é pior.*

**Patativa do Assaré**  
Poeta popular cearense  
(1911 – 2002)

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE FOTOS</b> .....	ix
<b>LISTA DE SIGLAS</b> .....	xi
<b>RESUMO</b> .....	xii
<b>ABSTRACT</b> .....	xiii
<b>1 – INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 – REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	6
2.1 – Captações e armazenamentos alternativos de água.....	6
2.2 – Aspectos gerais e históricos do uso dos tanques naturais no Nordeste.....	8
2.3 – Os fósseis quaternários e sua importância.....	11
2.4 – Preservação do patrimônio paleontológico brasileiro.....	16
2.5 – Desertificação na Região Nordeste do Brasil.....	21
2.6 – Programa Nacional de Recursos Hídricos.....	29
2.7 – Municipalização do turismo (ecoturismo e geoturismo).....	35
<b>3 – CONTEXTUALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA</b> .....	43
3.1 – Âmbito Regional.....	43
3.1.1 – Contexto Geopolítico.....	43
3.1.2 – As unidades litoestratigráficas.....	43
3.1.3 – Aspectos geomorfológicos e evolução das feições.....	44
3.1.4 – As condições hidroclimáticas.....	45
3.1.4.1 – Aspectos climáticos.....	45
3.1.4.2 – Hidrologia de superfície.....	47
3.1.4.3 – Hidrogeologia.....	48
3.1.5 – Principais classes de solos.....	50
3.1.6 – Cobertura vegetal.....	52
3.1.7 – Considerações sobre a fauna.....	56
3.1.8 – Caracterização socioeconômica.....	60
3.1.8.1 – População.....	60
3.1.8.2 – Principais atividades econômicas.....	60
3.1.8.3 – Infra-estrutura.....	62
3.2 – Âmbito local.....	63
3.2.1 – Sítios paleontológicos quaternários.....	63
3.2.2 – Potencial arqueológico.....	64
3.2.3 – Potencial geoturístico.....	67
<b>4 – PROPOSTA METODOLÓGICA</b> .....	69
4.1 – Considerações gerais.....	69
4.2 – Planejamento geral.....	71
4.2.1 – Planejamento das atividades pré-campo.....	72
4.2.2 – Planejamento das atividades de campo.....	75
4.2.2.1 – Plano de Resgate Científico de Fósseis.....	77
4.2.2.2 – Plano de Pequenos Represamentos.....	89
4.2.3 – Planejamento das atividades pós-campo.....	96
4.2.3.1 – Plano de Turismo Paleontológico.....	97
<b>5 – RESULTADOS EXPERIMENTAIS E DISCUSSÃO</b> .....	102
5.1 – Considerações gerais.....	102

5.2 – Desenvolvimento dos trabalhos na Área Piloto de Itaipoca.....	104
5.2.1 Caracterização geral da Área Piloto.....	104
5.2.2 Sítio Paleontológico João Cativo.....	107
5.2.3 Sítio Paleontológico Cajazeiras.....	114
5.2.4 Lajinhas.....	117
5.2.5 Sítio Paleontológico Jirau.....	118
5.3 Desenvolvimento dos trabalhos na Área Piloto de Irauçuba.....	125
5.3.1 Caracterização geral da Área Piloto.....	125
5.3.2 Lagoa de Pedras.....	127
5.3.3 São José.....	128
5.3.4 Boqueirão de Cima.....	130
5.4 Considerações sobre o ciclo de recarga de um tanque natural.....	131
<b>6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>135</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>140</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Mapa de localização e acesso da área de trabalho e suas sub-áreas.....	5
Figura 2 -	Reconstruções artísticas de alguns animais da megafauna extinta, com suas denominações não científicas (adaptado de XIMENES, 1996).....	14
Figura 3 -	Fluxograma da proposta metodológica para o programa de micro-reservatórios de água e resgate paleontológico.....	101
Figura 4 -	Localização da Área Piloto de Itapipoca dentro da área de estudo e a distribuição dos conjuntos de tanques estudados.....	105
Figura 5 -	Localização da Área Piloto de Irauçuba dentro da área de estudo e a distribuição dos conjuntos de tanques estudados.....	125
Figura 6 -	Fases do Ciclo de Acumulação dos tanques naturais das Áreas Pilotos de Itapipoca e Irauçuba.....	132

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Coluna estratigráfica simplificada.....	44
Tabela 2 -	Perfil das precipitações nos municípios de Itapipoca, Irauçuba, Miraíma, Amontada e Itapagé.....	47
Tabela 3 -	Perfil das precipitações nos municípios de Itapipoca e Irauçuba, no período de 1995 a 2000. As grandes anomalias nos anos de 1997 a 1998 devem-se ao fenômeno do El Niño, que ocorreu nesse período.....	47
Tabela 4 -	Balanço Hídrico de Irauçuba e Itapipoca.....	48
Tabela 5 -	Tipos de formações vegetacionais presentes na Região da Serra de Uruburetama.....	54
Tabela 6 -	Sítios paleontológicos identificados na área de estudo e adjacências.....	64
Tabela 7 -	Lista dos Taxa de mamíferos da megafauna encontrados em João Cativo, durante a expedição do Museu Nacional em 1961.....	109
Tabela 8 -	Dimensões dos tanques de João Cativo e capacidades de acumulação de água.....	113
Tabela 9 -	Dimensões dos tanques de Cajazeiras e capacidades de acumulação de água.....	116
Tabela 10 -	Dimensões dos tanques de lajinhas e capacidades de acumulação de água.....	118
Tabela 11 -	Dimensões dos tanques de Jirau e capacidades de acumulação de água.....	119
Tabela 12 -	Dimensões dos tanques da Faz. São José dos Araújo e capacidades de acumulação de água.....	129
Tabela 13 -	Dimensões dos tanques da Faz. Boqueirão e capacidades de acumulação de água.....	131

## LISTA DE FOTOS

Foto 1 -	Pequeno muro de alvenaria (setas) instalado em uma das extremidades de um tanque em Itapipoca, CE.....	9
Foto 2 -	Fenda na rocha, fechada com uma mureta, para acumular água. Loc. de Coité, Irauçuba, CE.....	9
Foto 3 -	Cacimba cavada em um tanque natural, a qual atingiu o nível fossilífero do depósito (indicado pela seta). Loc. de Jirau, Itapipoca, CE.....	10
Foto 4 -	Fragmentos de ossos fossilizados retirados de cacimba aberta em tanque. Loc. de Jirau, Itapipoca.....	12
Foto 5 -	Dente de mastodonte, encontrado em terraço fluvial do Rio Cruxati, em Itapipoca, CE.....	13
Foto 6 -	Lajedos típicos para ocorrências de tanques naturais. Loc. de Pedra d'Água, Itapipoca, CE.....	15
Foto 7 -	Retirada de bloco de granito para pesquisa mineral. A seta marca a presença de um tanque natural. Loc. de Coelho, Itapipoca, CE.....	16
Foto 8 -	Prédio que abriga o Museu de Paleontologia de Monte Alto, no Estado de São Paulo.....	37
Foto 9 -	Prédio da antiga estação ferroviária de Peirópolis, Minas Gerais, onde atualmente funciona o museu e o laboratório do Centro de Pesquisas Paleontológicas Llewellyn Ivor Price.....	38
Foto 10 -	Passarela de observação de trilha de pegadas de dinossauros (seta), no parque Vale dos Dinossauros, no Estado da Paraíba.....	39
Foto 11 -	Réplica de pterossauro, feito em fibra de vidro, armado na área de campo do Museu de Paleontologia de Santana do Cariri, no Estado do Ceará.....	40
Foto 12 -	Pinturas rupestres em bloco de rocha na Fazenda Cachoeirinha, Município de Irauçuba. A conservação dos desenhos já está um pouco comprometida pelas intempéries.....	67
Foto 13 -	Machado de pedra polida, encontrado por agricultores do Município de Irauçuba.....	67
Foto 14 -	Tanque do tipo fechado. Localidade de Cajazeiras, Município de Irauçuba, CE. A seta aponta a marca do nível d'água quando ele está totalmente cheio.	90
Foto 15 -	Aspecto de um tanque do tipo semi-aberto. Localidade de Jirau, Município de Itapipoca, CE. A seta mostra o nível d'água quando o mesmo está na sua capacidade máxima. Notar que acima dessa marca ainda há muito espaço que pode ser preenchido com água.....	90
Foto 16 -	Tanque do tipo aberto, já com mini-barragens instaladas (setas vermelhas). A seta branca mostra o nível d'água, quando o mesmo está na sua capacidade máxima, após a implantação das melhorias.....	91
Foto 17 -	Pequena mureta adaptada no sangradouro de um tanque natural, mesclada com pedras pré-existentes, devidamente fechadas com cimento, para servir de barramento artificial. Fazenda Touro 1, Município de Sobral, CE.....	93
Foto 18 -	Mini-barragem na parte mais externa de um tanque natural. Localidade de Lagoa das Pedras, Município de Forquilha, CE.....	93
Foto 19 -	Tanque protegido com cerca de estacas (ao fundo), para evitar a entrada de animais. Fazenda Miramar, Município de Irauçuba, Ce.....	94
Foto 20 -	Um dos tanques fossilíferos de João Cativo, desentulhado em 1961, ao qual foi adaptado um pequeno muro para aumentar ainda mais a capacidade de	

	acumulação de água.....	111
Foto 21 -	Um dos tanques “virgens” de João Cativo, totalmente entulhado de sedimentos. Com o desentulhamento total do mesmo, após um programa de resgate paleontológico. Seria mais um micro-reservatório a ser disponibilizado para consumo humano e animal.....	112
Foto 22 -	Tanques do Conjunto <i>Cajazeiras A</i> , no Assentamento Taboca – Lajinhas.....	115
Foto 23 -	Tanque nº 4, no Conjunto <i>Cajazeiras B</i> , no Assentamento Taboca – Lajinhas. Observar, no alto à direita, a casa de uma família instalada ao lado do mesmo.....	115
Foto 24 -	Tanques 1 e 2 do Conjunto <i>Lajinhas B</i> .	117
Foto 25 -	Interior do tanque Jirau/01, do tipo semi-aberto, antes da escavação paleontológica. Observe pela marca d’água (seta) que a capacidade de acumulação fica bastante limitada tanto pelo pacote sedimentar como pela abertura na extremidade oposta.....	120
Foto 26 -	Trabalhos de remoção da primeira camada de sedimentos estéreis no tanque Jirau/01, para resgate da primeira camada de fósseis (seta).....	121
Foto 27 -	Empacotamento dos fósseis resgatados em Jirau/01, para o transporte.....	122
Foto 28 -	Peças esqueléticas fossilizadas, bastante fragmentadas, da megafauna de Itapipoca, resgatadas do tanque Jirau/01.....	123
Foto 29	Alunos do Curso de Licenciatura em Ciências da Faculdade de Educação de Itapipoca – FACEDI em visita às escavações de Jirau. Oportunidade para aula de campo.....	124
Foto 30 -	Lajedo que forma o único micro-reservatório de Lagoa de Pedras, na Área Piloto de Irauçuba. A seta branca mostra o tanque propriamente dito. A seta vermelha mostra uma das seis muretas instaladas para aumentar a capacidade de acumulação.....	127
Foto 31 -	Um dos dois tanques da Faz. São José dos Araújo, na Área Piloto de Irauçuba.....	129
Foto 32 -	Um dos tanques da Pedra dos Tanques, na Localidade de Boqueirão de Cima, na Sub-área Irauçuba.....	130
Foto 33 -	Situações de acumulação do Tanque Jirau/01, Área Piloto de Itapipoca, no período de 1 ano: (a) Seco (Mês de Janeiro); (b) Início da estação chuvosa (fevereiro); (c) Auge da estação chuvosa (abril).....	133

#### CRÉDITOS DAS FOTOGRAFIAS

**Celso Lira Ximenes:** Fotos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 30, 31, 32, 33a, 33b, 33c

**Maria Leône de Araújo Ximenes:** Fotos 27 e 29

**Museu de Paleontologia de Monte Alto (Arquivo internet):** Foto 8

**Centro de Pesquisas Paleontológicas Llewellyn Ivor Price (Arquivo internet):** Foto 9

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	– Associação Brasileira de Normas Técnicas.
ANA	– Agência Nacional de Água.
CNPq	– Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico.
CNRH	– Conselho Nacional de Recursos Hídricos.
CONAMA	– Conselho Nacional do Meio Ambiente.
CPCA	– Centro de Pesquisas da Chapada do Araripe.
DNPM	– Departamento Nacional da Produção Mineral.
DSG	– Diretoria do Serviço Geográfico (do Exército Brasileiro).
EIA	– Estudo de Impacto Ambiental.
EMBRATUR	– Empresa Brasileira de Turismo.
FACEDI	– Faculdade de Educação de Itapipoca.
FUNAI	– Fundação Nacional do Índio.
FUNASA	– Fundação Nacional de Saúde.
ICID	– Conferência Internacional sobre Impactos de Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável em Regiões Semi-Áridas.
IBAMA	– Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Rec. Naturais Renováveis.
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
ICCN	– Instituto Cearense de Ciências Naturais.
INCRA	– Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.
INESP	– Instituto de Estudos e Pesquisas sobre o Desenvolvimento do Estado do Ceará.
IPEA	– Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
IPHAN	– Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.
IPLANCE	– Instituto de Planejamento e Estudos Sócio-Econômicos do Ceará.
MMA	– Ministério do Meio Ambiente.
ONG	– Organização Não Governamental.
ONU	– Organização das Nações Unidas.
OSCIP	– Organização da Sociedade Civil de Interesse Público.
PACD	– Plano de Ação de Combate à Desertificação.
PNCD	– Plano Nacional de Combate à Desertificação.
PNMT	– Programa Nacional de Municipalização do Turismo.
PNUMA	– Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.
PRODEMA	– Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvol. e Meio Ambiente.
PRONAF	– Programa Nacional de Agricultura Familiar.
SEBRAE	– Serviço de Apoio à Micro e Pequena Empresa.
SUDENE	– Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste.
UNESCO	– Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura.
URCA	– Universidade Regional do Cariri (Estado do Ceará).
UTM	– Unidade Transversa de Mercator.
UVA	– Universidade Estadual Vale do Acaraú (Estado do Ceará).
WAVES	– Water Availability and Vulnerability of Ecosystems and Society in the Semiarid Northeast of Brazil.

## RESUMO

As áreas afetadas pelo fenômeno da desertificação em todo o mundo constituem um dos grandes problemas ambientais da atualidade, cuja maior conseqüência é a deterioração da qualidade de vida das populações residentes dentro de seus limites. A sobrevivência do homem não só nessas áreas desertificadas, mas também em regiões áridas e semi-áridas de uma maneira geral, é um dos grandes desafios da humanidade. No Brasil, o semi-árido e seus problemas se concentram na Região Nordeste, onde está a maior parte do chamado *Polígono das Secas*. Muitos programas e ações alternativas têm sido realizados nos últimos cem anos, para amenização dos efeitos negativos causados pela escassez de chuva nessa região, mas até o presente ainda não foram suficientes para estabelecer um quadro definitivo de convívio da população no semi-árido com qualidade de vida. Nesse contexto toda e qualquer ação, por mais simples que seja, tem sido incentivada pela Organização das Nações Unidas. A palavra-chave que tem representado essas alternativas é *convívio*. Partindo desse princípio, este trabalho apresenta uma proposta metodológica cujo objetivo principal é o aproveitamento dos chamados tanques naturais, bastante comuns no Nordeste brasileiro, ricos em fósseis de megamamíferos de idade quaternária, como micro-reservatórios alternativos de água, a partir de programas de resgate paleontológico do seu conteúdo fossilífero. A implantação de novas fontes de água em áreas semi-áridas, principalmente para consumo humano, por si só justifica o desenvolvimento da idéia. Como metodologia de trabalho foi selecionada uma área piloto na Região Centro-Norte do Ceará, no chamado *Núcleo de Desertificação de Irauçuba*. Tal área forma um retângulo na direção N-S, com 20 km de largura e 44 km de comprimento, totalizando uma superfície de 880 km<sup>2</sup>. A razão da escolha dessa área se justifica pelo fato de coincidir a existência de um grande número de tanques naturais e sítios paleontológicos em uma região que sofre os efeitos da desertificação. Dentro da área foram selecionadas duas áreas pilotos para amostragem, denominadas de Área Piloto de Itapipoca e Área Piloto de Irauçuba. Nessas áreas pilotos foram analisados 7 conjuntos de tanques, nos aspectos de uso como fonte de água e como sítios paleontológicos, totalizando 37 unidades. Para demonstração de resultados cada conjunto foi analisado individualmente, sendo definido um padrão de medida da capacidade de acumulação de água nos tanques, denominado de *volume mínimo*. Na Área Piloto de Itapipoca foram analisados 4 conjuntos de tanques, com 31 unidades, revelando um volume mínimo total de 5.450.110 litros, que beneficia cerca de 67 famílias (aproximadamente 400 pessoas), por períodos de até 10 meses. Na Área Piloto de Irauçuba foram analisados 3 conjuntos de tanques, com 6 unidades no total, revelando um volume mínimo total de 362.020 litros, que beneficia cerca de 20 famílias (aproximadamente 120 pessoas), por períodos médios de 3 meses. Com relação ao patrimônio paleontológico, foi realizado um resgate de fósseis na Área Piloto de Itapipoca, totalizando mais de 1.000 peças coletadas. A conclusão principal deste trabalho é a comprovação da importância estratégica dos micro-reservatórios alternativos comparado ao baixíssimo custo de sua implantação. Paralelamente é apresentado o *Plano de Resgate Científico dos Fósseis*, como uma medida para resolução do problema da depredação desse patrimônio, sendo demonstrado ainda o potencial econômico dos fósseis para turismo paleontológico, como uma opção econômica para os municípios que possuem esse recurso natural. O grande mérito desta proposta, enfim, é a sua aplicabilidade em toda a região semi-árida brasileira, devido a ocorrência dos tanques naturais em vários estados do Nordeste.

## ABSTRACT

The affected areas by the phenomenon of desertification all over the world constitute one of the great environmental problems at the present time, whose larger consequence is the deterioration of the quality of life of the resident populations inside of their limits. The man's survival not only in those desert regions, but also in arid and semi-arid ones, in a general way, is one of the humanity's great challenges. In Brazil, the semi-arid and its problems concentrate on the Northeast Area, where it is most of the called Droughts Polygon. Many programs and alternative actions have been accomplished in the last hundred years to diminish the negative effects caused by the rain shortage in that area, but until now they were not enough to establish a definite picture of conviviality of the population in the semi-arid with quality of life. In this context all and any action, no matter how simple it is, has been motivated by the Organization of the United Nations. The key word that has been representing those alternatives is conviviality. Taking this into consideration this work presents a methodological proposal whose main objective is the use of the so called natural tanks, quite common in the Brazilian Northeast, rich in fossils of mega-mammals of the quaternary age, as alternative micro-reservoirs of water, by means of programs of paleontology rescue of its fossil content. The implantation of new sources of water in semi-arid areas, mainly for human consumption, by itself, justifies the development of the idea. As a methodology approach was selected a pilot region in the Center-North Part of the State of Ceará, in the called Nucleus of Desertification of Irauçuba. Such area forms a rectangle, North-South bound, with 20 km of width and 44 km of length, totaling a surface of 880 km<sup>2</sup>. The reason of the choice of that area is justified for the fact of the existence, as a coincidence, of a great number of natural tanks and paleontology sites in an area that suffers the effects of the desertification. Inside of the area, two sub-areas were selected for sampling, denominated Pilot Area Itapipoca and Pilot Area Irauçuba. In those pilots areas 7 groups of tanks were examined, considering the use aspects as source of water and as paleontology sites, totaling 37 units. As a way of demonstration of results each group was examined individually, being defined a pattern of measure of the capacity of accumulation of water in the tanks, denominated of minimum volume. In the Pilot Area Itapipoca, 4 groups of tanks were analyzed, with 31 units, revealing a total minimum volume of 5,450,110 liters, for the benefit of about 67 families (approximately 400 people), for a period of up to 10 months. In the Pilot Area Irauçuba 3 groups of tanks were analyzed, with 6 units in the total, presenting a total minimum volume of 362,020 liters, for the benefit of about 20 families (approximately 120 people), for medium periods of 3 months. Regarding the paleontology patrimony, a fossil's rescue was accomplished in the Pilot Area Itapipoca, totaling more than 1,000 collected pieces. The main conclusion of this work is the proof of the strategic importance of the micro-reservoirs compared with the low cost of its implantation. Parallel the plan of Scientific Rescue of the Fossils is presented, as a way of resolving the problem of this patrimony depredation, being still demonstrated the economical potential of the fossils for paleontology tourism, as an economical option for the municipal districts that possess that natural resource. The great merit of this proposal, finally, is its applicability in the whole Brazilian semi-arid area, due to occurrence of the natural tanks in several States of the Northeast.

## 1 INTRODUÇÃO

A convivência do homem com o semi-árido brasileiro tem sido um dos maiores desafios dos últimos cem anos, não por falta de tecnologias, conhecimentos ou obras dirigidas, mas sim pela falta de políticas públicas de incentivos à produção e difusão de soluções práticas, específicas para os grupos familiares. Os grandes programas de açudagem do Nordeste ainda não garantem um suprimento de água para todas as famílias da zona rural, principalmente àquelas que moram distantes desses reservatórios. Felizmente, e por iniciativa de organizações da sociedade civil, algumas soluções alternativas estão sendo colocadas em prática, não para resolverem definitivamente o problema da falta de água no sertão, mas para tornar mais suportável a vida das pessoas na região semi-árida, principalmente nas áreas atingidas pelo fenômeno da desertificação.

As áreas afetadas pela desertificação, em todo o mundo, constituem um dos grandes problemas ambientais da atualidade, cuja maior consequência é a deterioração da qualidade de vida das populações residentes dentro de seus limites, devido principalmente à perda de solos agricultáveis e a escassez de água, agravando assim o quadro de problemas sociais de um país. Para combater o problema a Organização das Nações Unidas – ONU tem procurado incentivar a busca por soluções técnicas, científicas, educativas, administrativas e políticas para amenizar tanto o avanço do problema, como os seus efeitos sociais negativos.

Baseada nessa filosofia e seguindo os objetivos do Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, que é o de analisar e propor soluções para problemas ambientais dentro de uma visão de desenvolvimento sustentável, procurou-se, nesta dissertação de mestrado, propor e discutir uma ação metodológica para implantação de um programa de aproveitamento dos tanques naturais existentes em uma área atingida pela desertificação na Região Centro-Norte do Ceará, tecnicamente denominada pelo Ministério do Meio Ambiente de **Núcleo de Desertificação de Irauçuba**. A idéia é transformá-los em reservatórios complementares de água.

Os tanques naturais são depressões de dimensões e formas variadas, que se formaram nas rochas cristalinas, de idade pré-cambriana, preenchidos por sedimentos do período geológico atual, muito comuns na Região Nordeste do Brasil. Um fato interessante ocorre em algumas dessas feições geomorfológicas que é a existência de fósseis de paleovertebrados de idade quaternária, envolvidos pelos sedimentos. Tais fósseis são restos de uma fauna de mamíferos gigantes, a chamada megafauna, que, segundo PAULA COUTO (1953), viveu no

continente americano até cerca de 10 mil anos antes do presente, havendo a possibilidade de alguns espécimes terem avançado até cerca de 6 ou 5 mil anos atrás em algumas regiões.

Os referidos tanques acumulam águas pluviais na parte não preenchida pelos sedimentos e constituem uma das fontes mais utilizadas ao longo dos séculos, tanto pela população humana como pelos animais domésticos. Os animais silvestres as utilizam desde os tempos pré-históricos, como comprovam os fósseis existentes em alguns tanques. Eles foram com certeza uma fonte de água estratégica para se vencer as adversidades do clima semi-árido da Região Nordeste e suas secas periódicas. A importância desses tanques para o sertanejo é tão grande que muitos proprietários rurais promovem desentulhamentos e até ações visando o aumento do seu volume. Infelizmente, ao realizarem tais ações, os fósseis que por ventura estejam no depósito são destruídos.

Neste trabalho, dois problemas serão discutidos paralelamente: a escassez de água e a destruição do patrimônio paleontológico quaternário. A razão da escolha dessa área se justifica pelo fato de coincidir a existência de um grande número de tanques naturais e sítios paleontológicos nesse núcleo desertificado. Procurou-se demonstrar a viabilidade técnica e econômica para se formalizar o uso dessas estruturas como uma fonte alternativa de água, transformando-os em micro-reservatórios permanentes, que com algumas adaptações de baixíssimo custo se transformariam em verdadeiras cisternas naturais para populações que vivem em suas proximidades, dentro dessa área desertificada, com um benefício adicional: o resgate do patrimônio paleontológico, o qual poderá ser utilizado em programas de turismo científico pelos municípios nos quais ocorrem os sítios fossilíferos, além de disponibilizá-los para pesquisas acadêmicas.

Estas propostas caracterizam-se, portanto, como a hipótese a ser testada, conforme pretende um programa de pós-graduação *stricto sensu*, e se encaixa perfeitamente dentro do Programa Nacional de Combate à Desertificação, do Ministério do Meio Ambiente, como ações viáveis para amenização dos efeitos negativos da desertificação, no âmbito social, além de tratar a questão da depredação de fósseis como um problema ambiental. Esta idéia surgiu a partir das pesquisas acadêmicas sobre os depósitos fossilíferos quaternários, realizados nos últimos doze anos. A rotina dos estudos e a convivência com as populações rurais que moram nas adjacências dos tanques mostraram o significado que os mesmos têm para a cultura dessas populações. Toda água é bem-vinda para quem mora no semi-árido e o sertanejo trata os tanques como um patrimônio da propriedade.



Para efeito de demonstração da hipótese optou-se pelo método da amostragem, selecionando-se duas áreas pilotos significativas, dentro da área maior citada anteriormente, as quais foram denominadas para este trabalho de **Área Piloto de Itapipoca** e **Área Piloto de Irauçuba**. Essas duas áreas pilotos possuem uma quantidade razoável de tanques e os dados obtidos nas mesmas podem ser projetados relativamente para o restante da área maior, para dar uma idéia do potencial hídrico dos tanques, considerando-se sempre as variáveis locais, principalmente de caráter geomorfológico, que determinam as ocorrências dos mesmos.

Assim, a proposta metodológica será amplamente discutida e sua viabilidade demonstrada, tanto por experimentos nas áreas pilotos, realizados em alguns tanques escavados, como por dados teóricos de monitoramentos de consumo de água de tanques existentes dentro da área de estudo. O dueto armazenamento alternativo de água / resgate de patrimônio científico é o tema central da pesquisa e a sua principal importância é a possibilidade de sua implantação em várias localidades dentro da região semi-árida brasileira.

Como objetivo geral propõe-se um conjunto de procedimentos metodológicos para formalização do aproveitamento dos tanques naturais existentes nas rochas cristalinas do semi-árido nordestino, como micro-reservatórios alternativos de água, com o devido resgate científico dos fósseis quaternários neles contidos. No que se refere aos objetivos específicos, propõe-se:

- Fazer uma abordagem técnico-científica dos tanques naturais como feições geomorfológicas úteis para pesquisas acadêmicas e para aproveitamento em programas hídricos alternativos;
- Fazer uma análise da *Política Nacional de Controle da Desertificação*, do *Programa Nacional de Recursos Hídricos* e do *Programa Nacional de Municipalização do Turismo* no que concerne aos itens desses programas que fundamentam a proposta metodológica;
- Demonstrar a viabilidade do programa como uma das ações que podem ser aplicadas na Região Nordeste, para amenização do problema da falta de água para alguns grupos familiares durante as estações secas do ano;
- Chamar atenção para o problema da depredação do patrimônio paleontológico quaternário do Nordeste do Brasil como um problema ambiental e propor uma solução para resolução do mesmo;
- Propor o Plano de Resgate de Científico de Fósseis;
- Propor o Plano de Pequenos Representamentos;
- Propor o Plano de Turismo Paleontológico.

A área de estudo está localizada na região Centro-Norte do Estado do Ceará (figura 1), coincidindo com o chamado Núcleo de Desertificação de Irauçuba e sua área de influência direta, limitada pelas seguintes coordenadas UTM, obtidas em cartografia: 9630000 e 9586000 mN; 406000 e 426000 mE; Zona UTM 24 M, Datum Horizontal Córrego Alegre. Ela está representada por um retângulo na direção N-S, com 20 km de largura e 44 km de comprimento, totalizando uma superfície de 880 km<sup>2</sup>, estando inserida parte na Folha Itapipoca (SA.24-Y-D-II), com uma superfície de 338 km<sup>2</sup> (38,41%), e parte na Folha Irauçuba (SA.24-Y-D-V), com uma superfície de 542 km<sup>2</sup> (61,59%). Ambas as folhas são da SUDENE/DSG, na escala 1:100.000.

O acesso, a partir de Fortaleza, é feito da seguinte maneira: para a Área Piloto Itapipoca segue-se pela BR-222 até a cidade de Umirim e a partir daí pela CE-354, até a cidade de Itapipoca, num percurso total de 130 km. Em seguida, continuando-se pela CE-354, percorre-se mais 15 km até a entrada para a localidade de Cajazeiras, já dentro do assentamento do INCRA Taboca–Laginhas, seguindo-se por mais 4 km em estrada carroçal, a partir da primeira bifurcação é direita, até a referida localidade, no centro da área piloto. Por esta mesma estrada, voltando para a bifurcação e tomando o caminho à esquerda, segue-se para o sítio paleontológico de Jirau, no extremo norte da área piloto, em terreno particular da Fazenda Queimadas, de propriedade do Sr. Aristóteles Barroso Nunes.

Para a Área Piloto Irauçuba existem duas opções: a primeira a partir de Fortaleza, seguindo-se pela BR-222 até a sede daquele município, num percurso total de 150 km. A segunda opção, estando-se em Itapipoca, pode-se seguir por uma estrada carroçal, passando pelas localidades de Brotas e Missi, até a sede de Irauçuba, num percurso total de 47 km. A partir da sede do município, percorre-se cerca de 2 km no sentido Noroeste, em estrada carroçal, até a Fazenda Lagoa das Pedras, na periferia da cidade.

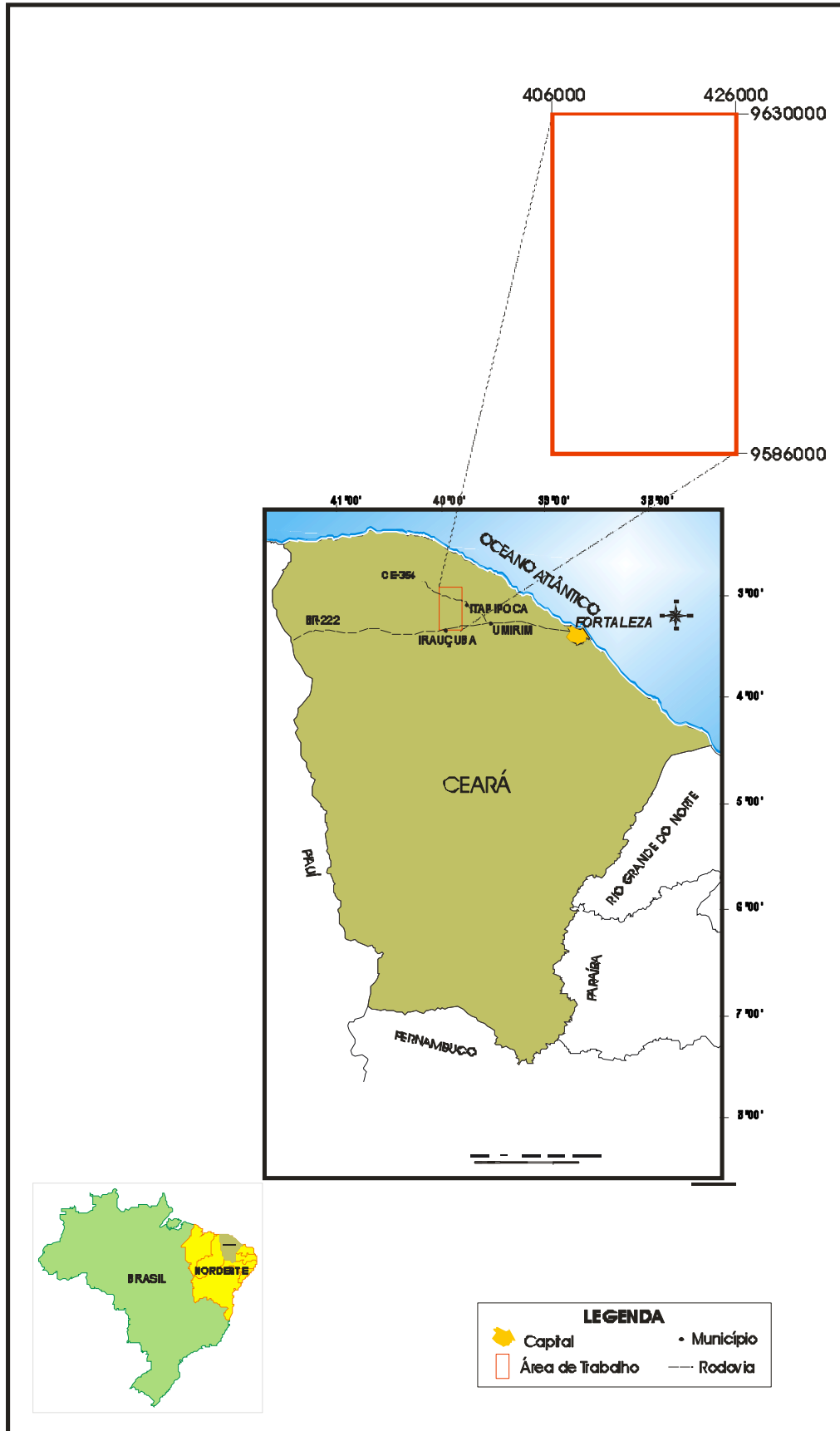


Figura 1 – Mapa de Localização e acesso da área de trabalho.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Captações e armazenamentos alternativos de água

O grande problema do semi-árido brasileiro não é basicamente a escassez de água, mas principalmente a distribuição pluviométrica irregular, concentrada em quatro ou cinco meses do ano, resultando um balanço hídrico com déficit. Os programas de açudagem no Nordeste promovidos pelo poder público garantem o suprimento para quase todas as cidades e povoados, mas há a questão das populações rurais, que geralmente estão muito espalhadas. Aqueles grupos familiares que estão próximos aos açudes se beneficiam, mas esse fato não é a regra e sim a exceção. Daí a importância de programas alternativos de captação e armazenamento alternativos de água.

JALFIM e BUSTAMANTE (2002) apresentam algumas técnicas de captação, armazenamento e manejo de recursos hídricos alternativos, já em uso no Nordeste do Brasil, que estão melhorando consideravelmente o suprimento de água para pequenos grupos familiares durante a estação seca do ano. Essas técnicas se baseiam em princípios simples, muitas vezes já utilizadas informalmente por algumas famílias ao longo dos séculos, de custo muito barato e que democratizam a distribuição da água, uma vez que cada família trabalha para adquirir o seu suprimento particular. As técnicas apresentadas por este autor são as seguintes:

- *Barragens subterrâneas*: instaladas no leito de rios e riachos, consiste na captação e armazenamento de água de chuva debaixo da terra, sem inundar as melhores áreas de plantio dos baixios.
- *Barragens sucessivas*: são paredes de alvenaria, construídas umas após outra, barrando o leito de um rio. A água armazenada numa barragem encosta na parede da outra. Isso garante uma oferta de água no leito do rio durante todo o ano.
- *Uso sustentável de água de poços amazonas em pequenas irrigações*: muitos poços amazonas (também chamados de cacimbões) têm água em quantidade e qualidade suficientes para a implantação de um pequeno plantio irrigado. Este método consiste em realizar um manejo dessa água para evitar os seguintes problemas: diminuição da vazão do poço durante as secas, alta evaporação, risco de salinização da terra e o acesso a energias baratas para bombeamento da água.

- *Barramentos de pedra*: consiste na instalação de pequenos diques de pedra no leito de rios e riachos, para evitar que a água escoe fortemente e não tenha tempo de se infiltrar o suficiente para reabastecer o lençol subterrâneo de água. Ele propicia a recuperação dos nutrientes do solo aluvial e melhora a sua umidade, o qual pode ser utilizado para pequenos plantios de subsistência durante a estação seca do ano. Este método é mais eficiente quando associado a outras medidas de contenção da erosão, como, por exemplo, recuperação das matas ciliares.
- *Cisternas*: são reservatórios de alvenaria, ao lado da casa, para armazenar água das chuvas, coletadas a partir do telhado. A cisterna de placas é o tipo mais usado, pelo baixo custo, segurança e de fácil instalação.
- *Cisternas de placa calçadão*: quando a casa é muito pequena e o telhado não possui uma área que possibilite a captação de água em quantidade suficiente para atender as necessidades da família, principalmente em períodos de estiagem prolongada, pode-se construir um calçadão de chão cimentado, levemente inclinado, que serve para aparar a água da chuva e leva-la até a cisterna.
- *Irrigação de salvação*: consiste no aproveitamento da água acumulada em barreiros, açudes ou poços amazonas para irrigar lavouras que estão sofrendo com a irregularidade pluviométrica, durante a estação chuvosa, evitando que a safra se perca devida à falta de água no momento certo do desenvolvimento de cada planta.
- *Palma agroecológica*: a palma é a forragem mais importante para a alimentação dos rebanhos nos anos de seca, além de ser uma rica fonte de água. Por isso, a terra onde ela é plantada merece ser boa, forte e livre de erosão. Isso é conseguido no plantio agroecológico, que deixa a terra sempre coberta, protegida do sol, vento, chuva e naturalmente adubada.

A captação e armazenamento de água em zonas áridas e semi-áridas sempre foram uma preocupação de todos os povos ao longo da história. Como análise de caso cita-se o trabalho de VAN WESEMAEL et al (1998), que descrevem a utilidade e a eficiência dos chamados *aljibes*, na Região de Almería, Sudeste da Espanha. Essas estruturas, atualmente abandonadas, se constituíam em cisternas semi-enterradas que armazenavam águas pluviais a partir do escoamento destas em áreas de declives, como encostas de montanhas, captadas com sistemas de rampas ou canais, construídos especificamente para esse fim. Segundo os autores, a abundância de sistemas similares no Norte da África, bem como a origem árabe do nome, indicam que essas cisternas devem ter sido introduzidas na Península Ibérica durante a

dominação mulçumana no século XII. A água armazenada era usada principalmente para consumo humano e de animais domésticos.

Esses autores realizaram um inventário das microbacias ou áreas de captação de alguns *aljibes*, para determinação de suas características hidrológicas e de sua eficiência como fonte de água. As 53 unidades estudadas foram classificadas em quatro tipos, segundo as características da área de captação: a) *aljibes* em ladeiras essencialmente rochosas (36); *aljibes* em zonas relativamente planas, sobre solos areno-argilosos expostos em superfície (6); *aljibes* que drenam um caminho (8) e *aljibes* que recebem a água de uma rampa (3).

Ao se analisar todas as unidades se encontrou uma correlação positiva e significativa entre a superfície da área de contribuição e a capacidade do *aljibe* ( $r^2 = 0,25$ ). A grande diferença nas características hídricas da área de captação, especialmente na superfície do solo, explica esta relação relativamente baixa. Em compensação, a correlação entre as áreas de captação em ladeiras com afloramentos rochosos e a capacidade dos *aljibes* é muito maior ( $R^2 = 0,46$ ). Esta maior correlação demonstra tanto a aptidão dos lugares dos *aljibes* como a eficácia na captação dos escoamentos, nos casos de áreas de captação relativamente grandes (23ha). Nas zonas com precipitação entre 500 e 700 mm anuais, não há escassez de água nos *aljibes*, nem sequer em períodos de seca. Em compensação, em áreas com 250 mm de chuva anuais, os períodos sem escoamento podem durar 3 ou 4 anos, o que explicaria o progressivo abandono dos dessas cisternas nessas áreas.

Para os autores, independente de sua eficácia real ou teórica, qualquer *aljibe* em um mínimo estado de conservação deveria ser considerado como parte do patrimônio histórico e hidrológico mundial, que devem ser conservados para as futuras gerações, cuja sobrevivência seguirá dependendo deste recurso indispensável, a água.

## 2.2 Aspectos gerais e históricos do uso dos tanques naturais no Nordeste

A utilização dos tanques naturais como uma fonte alternativa de água no semi-árido brasileiro não é uma novidade. As populações rurais que vivem próximas aos mesmos utilizam esses reservatórios com bastante frequência, havendo registros que remontam ao Século XIX (BRAGA, 1962). Em muitas fazendas do interior os proprietários chegam a realizar o desentulhamento total dessas depressões durante a estação seca do ano, para aumentar a capacidade de acumulação e armazenar mais água na estação chuvosa seguinte.

A cultura em torno das depressões naturais como fontes alternativas de água se manifesta de várias formas. Por exemplo, pequenas adaptações de alvenaria são instaladas nas extremidades de alguns tanques para efeito de barramento e assim aumentar ainda mais a água acumulada (foto 1). Também é muito comum encontrarmos, nos lajedos onde ocorrem os tanques naturais, algumas pequenas muretas fechando fendas alargadas ou mesmo buracos nas rochas cristalinas, com o objetivo de acumular águas de chuva (foto 2). Esta iniciativa, inclusive, pode demonstrar um certo “desespero”, pois a água acumulada dura poucos dias.



Foto 1 – Pequeno muro de alvenaria (setas) instalado em uma das extremidades de um tanque em Itapipoca, CE.



Foto 2 – Fenda na rocha, fechada com uma mureta, para acumular água. Loc. de Coité, Irauçuba, CE.

O interesse é tanto que muitas vezes são feitas tentativas de alargamentos artificiais nas depressões das rochas, através da queima de madeira dentro dos buracos e resfriamento brusco com água, quando a mesma está quase que totalmente queimada. Esse gradiente

térmico provocado causa deslocamento da rocha, cujos pedaços são retirados posteriormente com ferramentas. O alargamento não chega a ser muito significativo, mas esse fato demonstra o significado das depressões naturais para a sobrevivência do sertanejo.

Outra atitude muito utilizada pelos camponeses, principalmente os que não dispõem de muitos recursos, é a de cavar cacimbas no interior dos tanques quando os mesmos estão secos, para atingirem a água que ainda resta, armazenada no sedimento (foto 3), procedimento este que também é realizado em rios e lagoas. No caso dos tanques, esta é outra iniciativa que pode demonstrar um certo “desespero”, pois a água recuperada geralmente é muito barrenta, imprópria para o consumo humano, mas muitas vezes é a única água disponível num raio de quilômetros, durante um período de estiagem prolongada.



Foto 3 – Cacimba cavada em um tanque natural, a qual atingiu o nível fossilífero do depósito (indicado pela seta). Loc. de Jirau, Itapipoca, CE.

Pode-se ver claramente que já existe uma cultura de utilização dos tanques como uma fonte alternativa de água. Muitos proprietários de fazendas, as quais possuem tanques, chegam a colocar cercas para evitar a entrada de animais, a impor regras de uso e até vigilância, para que a água acumulada não seja contaminada por atividades indevidas, como banhos, lavagens de roupa, lavagens de veículos, lavagens de animais, entre outros. No entanto, a capacidade de acumulação dos mesmos é muito limitada, devido a grande coluna de sedimentos em seu interior. Normalmente no mês de setembro a maioria deles já está totalmente seca e quando mantêm alguma água, a mesma geralmente é imprópria para consumo, devido a grande quantidade de lama e lodo que se formam no fundo, com a diminuição do nível hidrostático.



Com os fatos apresentados nesta fundamentação teórica julga-se ter um bom conjunto de precedentes que justificam por si só o trabalho. **A proposta metodológica que será apresentada nesta dissertação é voltada integralmente à proposição de um roteiro técnico teórico, porém com experimentos pilotos, para implantação de um programa de formalização dos tanques naturais como micro-reservatórios alternativos de água, em uma área atingida pelo fenômeno da desertificação, acompanhada de uma defesa rigorosa do resgate científico dos fósseis.** A grande quantidade de tanques existentes na área em estudo, após um desentulhamento controlado, se apresenta como uma opção importante de recursos hídricos para pequenos grupos familiares.

### 2.3 Os fósseis quaternários e sua importância

A destruição do patrimônio paleontológico é uma consequência direta do uso dos tanques, pois essas depressões são jazigos fossilíferos por excelência, apesar de nem todos os tanques conterem fósseis. Dezenas trabalhos fazem referências a achados de grandes ossadas fósseis, dos quais destacamos BRANNER (1915); MORAIS (1924); LEONARDOS (1946); OLIVEIRA e LEONARDOS (1946); BRAGA (1962); NASCIMENTO et al. (1981); GOMES, et al. (1981) e SANTOS (1982), que fazem listas de localidades nas quais já foram descobertos sítios paleontológicos de megafauna, e XIMENES (1993); ANDRADE, SARAIVA e CARDOSO (1999) e ANDRADE et al. (2001), que relatam ocorrências recentes para o Estado do Ceará.

No campo acadêmico há centenas de estudos sobre a megafauna quaternária do Brasil, com destaque para os trabalhos realizados pelo naturalista dinamarquês Peter Wilhelm Lund (1801-1880), em Minas Gerais, que recolheu mais de 12.000 peças fósseis, tendo descoberto e classificado a maioria das espécies paleontológicas hoje conhecidas (PAULA COUTO, 1950), e os compêndios de PAULA COUTO (1953 e 1979), que sintetizam décadas de estudos dele e de outros autores. Sobre a gênese dos tanques naturais e sua sedimentação destacamos os trabalhos de OLIVEIRA (1989), e OLIVEIRA e HACKSPACKER (1989).

Especificamente sobre a área de estudo desta dissertação, ressaltamos os trabalhos de PAULA COUTO (1962), que relata um trabalho de escavação de megafauna no Município de Itapipoca, CE; PAULA COUTO (1980), que descreve uma nova espécie de preguiça fóssil, *Xenocnus cearensis*, coletado em tanques de Itapipoca; MELLO (1989), que estudou os fósseis resgatados em tanques de Itapipoca, numa expedição do Museu Nacional em 1961,

tendo sido identificados dezesseis *taxa*<sup>1</sup>; e XIMENES (1996), que fez uma caracterização geológica de jazigos fossilíferos numa área de 68 km<sup>2</sup>, nos Municípios de Itapipoca e Tururu, propondo estágios de formação dos mesmos, além de uma análise histórica dos diversos registros de achados paleontológicos da megafauna no Nordeste do Brasil, relacionados principalmente a esses depósitos.

Nos tanques que ocorrem fósseis, quando os sertanejos escavam cacimbas em seu interior acabam atingindo o nível fossilífero, promovendo a destruição localizada do depósito (foto 4), o que caracteriza um impacto muito pequeno. No entanto quando há desentulhamento completo do tanque, o depósito fossilífero inteiro é destruído. Inicialmente os escavadores não identificam os fósseis como sendo restos de animais, pois devido ao processo de fossilização as peças se parecem muito com rochas. Uma vez identificadas, principalmente pelas formas e pelo grande tamanho das peças, a notícia se espalha pela região e passa a existir um interesse popular pela posse desse material como um *souvenir*, e a maior parte é levada pela população. Há inclusive comercialização ilegal, dirigida principalmente aos viajantes e visitantes ocasionais.



Foto 4 – Fragmentos de ossos fossilizados retirados de cacimba aberta em tanque. Loc. de Jirau, Itapipoca.

Mas o que é a megafauna fóssil e qual a sua importância em termos ambientais e paleoambientais? Ao longo da história geológica, o planeta Terra abrigou sucessivas faunas de animais gigantes. Depois da extinção dos dinossauros, há 65 milhões de anos, os mamíferos herdaram o planeta e se diversificaram bastante em termos de formas. Houve

---

<sup>1</sup> *Taxa* é o plural de *taxon*, a unidade básica para identificar um grupo de organismos com afinidades morfológicas e/ou evolutivas, independente do nível que esse grupo ocupa em qualquer ordenamento e hierarquização (RIOS-NETTO, 2000).

sucessivas gerações de animais ao longo dos períodos geológicos, que surgiram, dominaram a Terra por um certo período e depois foram extintos pela própria natureza. A última geração de megamamíferos é a do Período Quaternário (o atual período geológico da Terra, que começou a 1,6 milhões de anos, segundo ROHN, 2000), e que alguns de seus representantes estão preservados nos tanques naturais como fósseis, cujas ossadas e dentes impressionam pelo grande tamanho (foto 5).

Essas faunas de megamamíferos existiram em todos os continentes e foram extintas praticamente na mesma faixa de tempo, constituindo-se num dos maiores mistérios da paleontologia. Na atualidade podemos citar como uma megafauna sobrevivente, os grandes mamíferos africanos (elefantes, hipopótamos, rinocerontes, girafas, leões, búfalos, zebras, os grandes primatas, etc.).



Foto 5 – Dente de mastodonte, encontrado em terraço fluvial do Rio Cruxati, em Itapipoca, CE.

No Brasil os principais representantes da megafauna extinta, segundo PAULA COUTO (1979), são as preguiças terrícolas gigantes, como o eremotério, o megatério, o notrotério, o glossotério e a catônix; os gliptodontes, parentes dos atuais tatus, mas que, algumas espécies, chegavam a ter o tamanho de um pequeno automóvel (CARTELLE, 1994); os toxodontes, semelhantes aos atuais hipopótamos; os mastodontes, parentes dos atuais elefantes; as paleolhamas, parente das lhamas dos Andes; as macrauquênias, um tipo de camelo com tromba; o tigre dentes-de-sabre; ursos; cavalos primitivos e muitos outros. Algumas reconstruções artísticas desses animais são apresentadas na figura 2. Os maiores animais, como o eremotério, chegavam a ter seis metros de comprimento e pesar até cinco toneladas (CARTELLE, op cit).

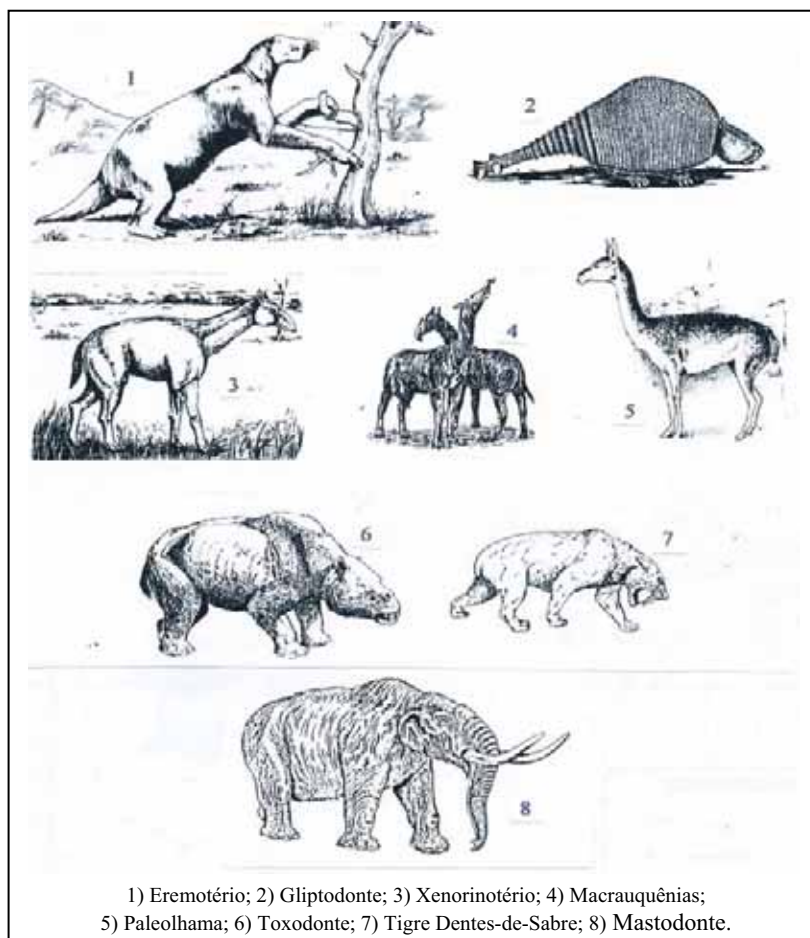


Figura 2 – Reconstruções artísticas de alguns animais da megafauna extinta, com suas denominações não científicas (adaptado de XIMENES, 1996).

Os principais depósitos sedimentares continentais do Brasil onde eles são encontrados são os tanques naturais, as cavernas, as bacias fluviais e lacustres e os tufos calcários e travertinos (BRITO, 1979; LIMA, 1989). Os tanques naturais estão concentrados na Região Nordeste, muito comuns nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Norte da Bahia e Nordeste do Piauí. Estão distribuídos numa faixa na qual predominam as rochas cristalinas pré-cambrianas, em relevos marcados por formas residuais, como os campos de inselbergues<sup>2</sup> e os lajedos (foto 6), na Depressão Sertaneja (XIMENES, 1996). Há ocorrências também nos Estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro e Norte de Minas Gerais.

<sup>2</sup> Inselbergues são elevações ilhadas numa área plana. Constituem resíduos de erosão diferencial das rochas de um terreno, em regiões áridas ou semi-áridas (GUERRA, 1993).



Foto 6 – Lajedos típicos para ocorrências de tanques naturais. Loc. de Pedra d’Água, Itapipoca, CE.

A destruição do patrimônio paleontológico por si só já é um problema ambiental por ser um recurso natural, mas não é só isso, pois as faunas-locais<sup>3</sup>, tanto fósseis como atuais, refletem as condições de um ambiente, nos quais elas viveram ou vivem. Mude um ambiente e a fauna será afetada, logo a presença ou a ausência de uma fauna-local, o que é chamado de bioindicadora, pode indicar a “saúde” daquele ambiente. Os grupos de mamíferos na atualidade são muito diversificados e os mesmos ocupam todos os ambientes da Terra, do pólo norte ao pólo sul, seja na terra, na água ou no ar. São divididos em pequenos mamíferos e grandes mamíferos. Estes últimos têm um significado ambiental muito grande, pois são mais sensíveis às degradações.

Grandes animais necessitam de grandes quantidades de comida e água e a presença deles em um lugar significa que o ambiente está fornecendo esse suprimento. Daí a importância científica desses depósitos de fósseis nos tanques. Juntamente com os sedimentos, eles contam a história ambiental do Nordeste nos últimos 20 mil anos (XIMENES, 1996), o que é formidável para entendermos inclusive o próprio fenômeno das secas e também se há fatores geohistóricos relacionados ao fenômeno da desertificação.

Os achados de megafauna no Brasil são muito comuns e são bastante divulgados pela imprensa, mas os estudos sobre a distribuição desses sítios fossilíferos ainda são muito incipientes. Frequentemente encontram-se ocorrências associadas às áreas de mineração de rochas ornamentais, que deveriam ter sido previamente identificadas nos estudos de impacto ambiental, no processo de licenciamento para o seu funcionamento. A atividade mineira,

---

<sup>3</sup> Fauna-local é o conjunto de todas as espécies que habitaram um mesmo lugar durante o mesmo tempo geológico (TONNY e QUIROGA, 1987).



como é óbvio, acaba destruindo os sítios que por ventura ali existam (foto 7). Sem conhecimento a respeito das ocorrências não há como desenvolver programas de preservação do patrimônio paleontológico quaternário.



Foto 7 – Retirada de bloco de granito para pesquisa mineral. A seta marca a presença de um tanque natural. Loc. de Coelho, Itapipoca, CE.

#### **2.4 Preservação do patrimônio paleontológico brasileiro**

O patrimônio paleontológico brasileiro é bastante rico tanto em quantidade de sítios fossilíferos, como na qualidade de muitos de seus fósseis. No Estado do Ceará, em especial, destaca-se a Bacia Sedimentar do Araripe, que é considerada seguramente uma das maiores e mais importantes áreas paleontológicas da Terra, possuindo fósseis do Período Jurássico superior (em torno de 136 milhões de anos antes do presente), representados principalmente por troncos de madeira silicificados, e do Período Cretáceo inferior (em torno de 110 milhões de anos antes do presente), representados por diversas espécies de invertebrados, vertebrados, principalmente peixes e répteis (inclusive dinossauros), além de vegetais. Em escala menor, mas não menos importante, ocorrem registros isolados de fósseis de mamíferos da megafauna quaternária, já descritos anteriormente.

A preservação desse patrimônio no Brasil é muito precária, devido principalmente à falta de recursos financeiros e humanos dirigidos para essa missão. O Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, autarquia vinculada ao Ministério das Minas e Energias, é o órgão responsável pela proteção aos fósseis, mas pouco pode fazer sem recursos satisfatórios. As principais atividades que provocam algum tipo de dano ou perda de fósseis são as

minerações, os grandes empreendimentos na natureza (barragens, hidrelétricas, etc.), e principalmente a comercialização, que é totalmente ilegal, e o contrabando. Frequentemente a Polícia Federal realiza apreensões de carregamentos ilegais de fósseis ao exterior, mas isso não consegue inibir a ação de grupos especializados em lucrar com a remessa de milhares de exemplares para instituições no exterior e até colecionadores particulares. CARVALHO (1993) chama a atenção para o grande prejuízo que essa atividade acarreta para a ciência brasileira.

Algumas iniciativas isoladas têm contribuído para a preservação do patrimônio, como a implantação de parques paleontológicos; museus; centros de pesquisa; formação de ONG's; realização de documentários e reportagens; trabalhos de educação ambiental; publicações de divulgação científica e realização de campanhas específicas. Como exemplo no Ceará, podemos citar a implantação do *Centro de Pesquisas da Chapada do Araripe – CPCA*, do DNPM, sediado na Cidade de Crato, e que mantém um museu de fósseis; O *Museu de Paleontologia* da Universidade Regional do Cariri – URCA, sediado na Cidade de Santana do Cariri, que possui uma excelente estrutura e uma magnífica coleção de fósseis; O Recém inaugurado *Museu de Ciências Naturais* na Cidade de Jardim; e os trabalhos de preservação de fósseis da megafauna das ONG's *Fundação Bernardo Feitosa*, sediada na Cidade de Tauá, e *Instituto Cearense de Ciências Naturais – ICCN*, sediada em Fortaleza. No entanto, mesmo com estas iniciativas a depredação ainda continua muito forte.

A única lei específica de proteção dos fósseis no Brasil é o **Decreto-lei nº 4.146**, de 04.03.1942, o qual é muito limitado, além de estar muito desatualizado com a realidade moderna, pois só tem dois artigos e um parágrafo, sendo que o segundo artigo é apenas revogando disposições em contrário. O artigo 1º tem a seguinte redação: “*Os depósitos fossilíferos são propriedades da Nação, e, como tais, a extração de espécimes fósseis depende de autorização prévia e fiscalização do Departamento Nacional da Produção Mineral,...*” Parágrafo único: “*Independem dessa autorização e fiscalização as explorações de depósitos fossilíferos feitas por museus nacionais e estaduais, e estabelecimentos oficiais congêneres, devendo, nesse caso, haver prévia comunicação ao Departamento Nacional da Produção Mineral*”. Esta lei sozinha, apesar de muito limitada, tem sido a principal preferência para a proteção do patrimônio paleontológico brasileiro. No entanto outras leis complementam essa proteção, como se segue, de acordo com CARVALHO (op cit).

A **Lei nº 3.924**, de 26.07.1961, que dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos, oferece subsídios indiretos para a proteção dos fósseis, uma vez que os

mesmos podem ocorrer em associação com sítios arqueológicos, como é o caso dos tanques naturais. O **Decreto nº 72.312, de 31.05.1973**, que promulgou a convenção sobre as medidas a serem adotadas para proibir e impedir a importação, exportação e transferência de propriedades ilícitas dos bens culturais, seguindo as determinações da Conferência Geral da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO, reunida em Paris, de 12 a 14 de novembro de 1970. Assim sendo, a remessa de qualquer fóssil ao exterior, por compras ilegais por museus, universidades e colecionadores particulares, está em desacordo com a convenção assinada por países componentes da Organização das Nações Unidas – ONU.

A **Resolução CONAMA nº 01/86**, de 23.01.1986, que estabelece os critérios para a implementação da Avaliação de Impacto Ambiental, determina, no seu artigo 6º, inciso I, *“Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto: a) o meio físico,... ,destacando os recursos minerais,...; c) o meio socioeconômico,... ,destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade,...”*; no inciso II *“Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas,...”*; no inciso III *“Definição das medidas mitigadorean dos impactos negativos,...”*; no inciso IV *“Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos,...”*.

A atual **Constituição do Brasil**, de 05.10.1988, se refere ao patrimônio paleontológico nos artigos 20, incisos I, IX e X, que os define como bens da união; 23, incisos III e IV, que estabelece as competências da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios na proteção dos fósseis; 24, incisos VII e VIII, que define como legislar corretamente sobre os fósseis; e 216, inciso V, que define que os sítios paleontológicos fazem parte do **Patrimônio Cultural Brasileiro**, e estabelece que o poder público é o principal responsável pela promoção e proteção desse patrimônio, podendo ter a colaboração da comunidade. Portanto, os sítios fossilíferos devem ser incluídos nos estudos de impacto ambiental dos empreendimentos lesivos ao patrimônio cultural.

O **Decreto nº 98.830**, de 30.01.1990, sujeita as atividades de campo, para coleta de materiais (inclusive espécimes minerais) por pessoa natural ou jurídica estrangeira ao controle do Ministério da Ciência e Tecnologia, a qual deve avaliar, autorizar, assim como supervisionar e analisar os resultados dos trabalhos de coleta. A **Portaria nº 55** do Ministério da Ciência e Tecnologia, de 14.03.1990, regulamenta a coleta de dados e materiais científicos



no Brasil por estrangeiros, informando que caberá à instituição brasileira co-responsável pelo programa de cooperação científica “*efetuar o reconhecimento prévio, a triagem e a seleção do material coletado e assegurar a retenção de exemplares ou peças que obrigatoriamente devem ficar no país*”. A **Lei nº 8.176**, de 08.02.1991, em um de seus artigos, define como crime de ordem, na modalidade de usurpação, a exploração de matéria-prima pertencente à União, sem autorização legal ou desacordo com as obrigações impostas pelo título autorizativo. Assim, todos os que adquirem, transportam ou comercializam fósseis, incorrem em crime contra a ordem econômica.

A **Portaria** do Ministério das Minas e Energias, de 22.02.1995, destaca como competência da Diretoria de Exploração Mineral do DNPM, a proteção e fiscalização do acervo fossilífero e a preservação da memória geológica em geral, com o seguinte texto: “*Ao Serviço de Proteção Mineral compete: V – Preservar, proteger, pesquisar e difundir o acervo técnico-científico que constitui a memória geológica do país, em especial os monumentos, os sítios geológicos, os depósitos fossilíferos, os museus de minerais, rochas, fósseis e materiais relacionados; VI – Exercer o controle e a fiscalização dos depósitos fossilíferos bem como da exportação de materiais geológicos, mineralógicos e paleontológicos conforme dispõe a legislação pertinente; VII – Ampliar a realização de estudos específicos objetivando a proteção e preservação dos jazimentos fossilíferos e de outros monumentos geológicos, bem como criar meios e condições de organização e conservação do acervo das litotecas da autarquia*”.

Ainda dentro do pensamento de patrimônio cultural, a **Lei nº 9.605** (Lei de Crimes Ambientais), de 12.02.1998, estabelece, na Seção III, Da poluição e outros Crimes Ambientais, artigo 55, como crime ambiental “*Executar pesquisa, lavra ou extração de recursos minerais, sem a competente autorização, permissão, concessão ou licença, ou em desacordo com a obtida*”. Na Seção IV, Dos Crimes contra o Ordenamento Urbano e o Patrimônio Cultural, em seu artigo 62, que constitui crime ambiental “*Destruir, inutilizar ou deteriorar: I – bem especialmente protegido por lei, ato administrativo ou decisão judicial*”. Ainda nesta seção, o artigo 63 também define como crime ambiental “*Alterar o aspecto ou estrutura de edificação ou local especialmente protegido por lei, ato administrativo ou decisão judicial, em razão de seu valor paisagístico, ecológico, turístico, artístico, histórico, cultural, religioso, arqueológico, etnográfico ou monumental, sem autorização da autoridade competente ou em desacordo com a concedida*”. No caso específico desta lei, tem-se utilizado

o argumento de que os fósseis são bens da união, protegidos por lei especial, além de serem patrimônio cultural, definido na constituição brasileira.

Como vemos, existem vários diplomas legais, diretos ou indiretos, de proteção do patrimônio paleontológico. No entanto, estes instrumentos legislativos não têm sido utilizados com frequência nem com eficiência para a implementação de uma política pública de resgate e preservação dos sítios paleontológicos. Os Estudos de Impacto Ambiental feitos em todo o Brasil, raramente trazem um diagnóstico ou mesmo a simples identificação de ocorrências fossilíferas. Para exemplificar com um caso recente, citamos a obra do Açude Público Castanhão, nos Municípios de Jaguaribara e Alto Santo, que durante as escavações para instalação da barragem, foi encontrado um sítio paleontológico quaternário, o qual foi perdido, e que sobrou apenas uma peça fóssil, um dente de mastodonte (XIMENES, 1997). O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da obra não previu a possibilidade de descoberta de um sítio paleontológico ou arqueológico, nem elaborou um plano de resgate, caso isso acontecesse.

Ainda segundo CARVALHO (op cit) para o caso da comercialização de fósseis poderiam ser aplicados os artigos 163 e 180 do Código Penal Brasileiro: “*Artigo 163 – Destruir, inutilizar ou deteriorar coisa alheia. Parágrafo Único – se o crime é cometido: ... III – contra o patrimônio da União, Estado, Município, empresa concessionária de serviços públicos ou sociedade de economia mista. Artigo 180 – Receptação. Adquirir, receber ou ocultar, em proveito próprio ou alheio, coisa que saber ser produto de crime, ou influir para que terceiro, de boa-fé, a adquira, receba ou oculte.*”

Segundo WILD (1988, apud CARVALHO op cit) “*a legitimidade jurídica ao tratar os fósseis como **monumentos culturais** está baseada em sua importância científica e interesse para o público*”. Apesar de muitos dos diplomas legais citados anteriormente não tratarem diretamente da proteção dos fósseis, a caracterização dos mesmos como patrimônio cultural e bens da união já é suficiente para definir ações para sua preservação, uma vez que a sociedade brasileira cobra cada vez mais por ações de proteção do patrimônio natural, histórico, pré-histórico e científico, como um exercício pleno de cidadania.

Com relação aos tanques naturais que contêm fósseis, chamamos atenção que o resgate desse material depende de prévia autorização e coordenação de profissional qualificado para tal procedimento, sob pena de se perder informações científicas cruciais. Este procedimento é muito importante, para evitar um trabalho de resgate, defendido por esta

dissertação, sem os devidos cuidados técnicos e científico, sem o qual não passaria de mais uma depredação de um “arquivo” da história geológica da Terra.

## **2.5 Desertificação na Região Nordeste do Brasil**

O fenômeno da desertificação é um problema global, isto é, ele está presente em todos os continentes, com exceção da Antártida, afetando mais de 100 países. É um problema típico das regiões de clima árido, semi-árido e sub-úmido seco da terra e dos ecossistemas associados a esses climas. No mundo todo esse fenômeno vem sendo estudado à várias décadas e ainda existem muitas divergências entre os pesquisadores, sobre as suas reais causas (naturais, antrópicas ou mistas). Há inclusive correntes de opinião que chegam a questionar a ocorrência concreta dos processos de desertificação. No entanto, longe da discussão acadêmica, todos concordam com uma coisa: a desertificação, seja qual for a sua forma ou definição, é hoje um fator que gera graves problemas sociais no mundo todo.

Segundo o INSTITUTO DESERT (2002), no Brasil a área susceptível aos processos da desertificação encontra-se situada na Região Nordeste, particularmente no semi-árido. Nesse cenário, têm sido marcantes, principalmente até a década de 1980, as migrações inter-regionais como alternativa à falta de sustentabilidade para a população mais vulnerável dessa região, sendo que, nos últimos anos e nas últimas secas, tem sido registrado um fluxo maior de pessoas para as cidades de porte médio da própria Região Nordeste, as quais instalam-se em suas periferias de maneira irregular e desassistida. Ficam patentes a desestruturação das unidades familiares, diante da impossibilidade de sobrevivência nos período de seca, e a ineficiência das ações do poder público, historicamente baseadas em medidas emergenciais e políticas setoriais. Os parágrafos seguintes são informações e considerações segundo este autor.

A desertificação é o mais grave problema ambiental da Região Nordeste, atingindo uma área de mais de 900.000 km<sup>2</sup>, afetando direta ou indiretamente mais de 15.000.000 de brasileiros, não existindo no país outro problema ambiental que atinja tamanha área e a tantas pessoas. Isto tem provocado importantes impactos ambientais, sociais e econômicos. Os impactos ambientais podem ser visualizados através da destruição da biodiversidade (fauna e flora), da diminuição da disponibilidade de recursos hídricos, através do assoreamento de rios e reservatórios e da perda física e química dos solos. Todos esses fatores reduzem a

capacidade produtiva da terra, diminuindo a produtividade agrícola e, portanto, impactando as populações.

Os prejuízos sociais podem ser caracterizados pelas importantes mudanças que a crescente perda da capacidade produtiva provoca nas unidades familiares. As migrações desestruturam as famílias e impactam as zonas urbanas, que quase sempre não estão em condições de oferecer serviços às massas de migrantes que para lá se deslocam. A população afetada caracteriza-se por alta vulnerabilidade, já que estão entre os mais pobres da região, e com índices de qualidade de vida muito abaixo da média nacional.

Já os impactos econômicos se refletem principalmente na perda de áreas agricultáveis. Estudos desenvolvidos pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA na África, mostraram que as perdas econômicas devidas à desertificação são da ordem de 7 dólares/ha/ano para as áreas de pastos nativos; 50 dólares/ha/ano para a agricultura de sequeiro e 250 dólares/ha/ano para a agricultura irrigada. Os diagnósticos no Brasil mostram que as áreas afetadas de forma muito grave a grave somam 181.000 km<sup>2</sup> (18.100.000 ha), além das áreas irrigadas consideradas como tendo salinização, que podem chegar a 30.000 ha.

Considerando os parâmetros do PNUMA e tomando como hipótese que somente 20% das terras sejam ocupadas com agricultura de sequeiro, teríamos uma perda, para os três tipos de atividades, da ordem de 7,5 milhões de dólares para a agricultura irrigada; 181,1 milhões de dólares para as áreas de agricultura não irrigada e 101,36 milhões de dólares para as terras de pastoreio. O total seria, então, de cerca de 289,86 milhões de dólares por ano. Já os custos de recuperação são bem mais elevados. Estima-se que sejam necessários 50 dólares/ha/ano para a recuperação de pastos nativos; 250 dólares/ha/ano para áreas de agricultura não irrigada e cerca de 2.000 dólares/ha/ano para áreas salinizadas. Aplicando estes valores para as terras consideradas acima teríamos que os custos de recuperação seriam da ordem de 181 milhões de dólares para pastos nativos; 3,62 milhões de dólares para agricultura de sequeiro e 60 milhões de dólares para áreas salinizadas, perfazendo um total de 3,86 bilhões de dólares.

As ações de combate à desertificação no Brasil tiveram, ao longo do tempo, um caráter episódico, em resposta, principalmente, às demandas externas. Este comportamento não contribuía para a formação de uma política consistente para ser tratar o problema de maneira eficaz e permanente. As prioridades para Região Nordeste sempre tiveram um caráter desenvolvimentista e não se preocuparam com a conservação dos recursos naturais. Em

muitos casos, houve um efeito até negativo, pois alguns programas e empreendimentos contribuíram fortemente para a degradação ambiental e para a aceleração dos processos de desertificação.

A partir da década de 1990 é que o tema desertificação passou a ser mais amplamente discutido nas instituições governamentais e pela sociedade organizada de uma maneira geral. Foi no entanto em 1992 que se elaborou o primeiro mapa de áreas susceptíveis aos processos de desertificação, a partir da realização da *Conferência Internacional sobre Impactos de Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável em Regiões Semi-Áridas* (ICID), sediada em Fortaleza, Ceará.

No contexto desse evento RODRIGUES et al. (1995) apresentam um diagnóstico geral do fenômeno da desertificação no Nordeste do Brasil. Os autores concluem que oito dos nove estados nordestinos (a exceção é o Maranhão) possuem extensas áreas degradadas, muitas em estágios avançados de desertificação, e esboçam um quadro das conseqüências socioeconômicas do problema. Para o Estado do Ceará os autores listam as seguintes microrregiões homogêneas: **Nível crítico** – Médio Jaguaribe, Serra do Pereiro, Sertão dos Inhamuns, Sertão do Salgado e Uruburetama (Núcleo de Desertificação de Irauçuba); **Nível menos grave** – Baixo Jaguaribe, Sobral, Sertões de Senador Pompeu e Sertão do Cariri.

Ainda no contexto da ICID, SOARES et al. (1995) apresentam um detalhamento das áreas degradadas no Estado do Ceará, susceptíveis aos processos de desertificação. Os autores concluem que o território cearense apresenta níveis de degradação ambiental preocupantes, com 14% de sua área suscetível a processos de desertificação. As áreas mais afetadas situam-se no Município de Irauçuba e nas regiões dos Inhamuns e Médio Jaguaribe, relacionadas principalmente à grande devastação da cobertura vegetal nativa e a severidade dos fenômenos erosivos, que aí ocorrem com maior severidade. Nas duas últimas áreas o problema também se apresenta de maneira quantitativa, já que a maior parte dessas microrregiões está afetada (40,10% e 66,97% de seus territórios, respectivamente).

CONTI (1995) discute a desertificação enquanto fato geográfico, tanto na condição de fenômeno natural, como no de produto das relações entre sociedade e natureza em seus diferentes graus de intensidade. Com ênfase na faixa intertropical e utilizando a metodologia estatística das séries temporais, o autor analisa as condições climáticas do Nordeste brasileiro, tecendo as seguintes considerações: o fenômeno da desertificação no sentido ecológico resulta, quase sempre, da atuação desordenada do homem em ambientes de equilíbrio precário; que a desertificação antrópica está em relação direta com o grau de desenvolvimento

econômico; que o agravamento da seca, nas últimas décadas, se manifesta de forma mais ampla na área rebaixada do Sertão dos Inhamuns (Ceará), no baixo São Francisco, a jusante de Paulo Afonso (Bahia, Sergipe e Alagoas e na vertente à sotavento da Chapada Diamantina (Bahia), além de exemplos pontuais espalhados por outros estados.

Desde a ICID outros estudos de detalhe começaram a ser realizados, destacando-se mais recentemente o Programa WAVES (*Water Availability and Vulnerability of Ecosystems and Society in the Semiarid Northeast of Brazil*). Iniciado em 1994, através de uma cooperação científica e tecnológica internacional entre o Brasil e a Alemanha, o programa foi financiado pelo Ministério da Educação e Pesquisa da Alemanha, com contrapartida do governo federal brasileiro, e teve como objetivo principal pesquisar os efeitos da variação climática sobre os recursos hídricos e seus impactos sobre ecossistemas e estruturas sociais na Região Nordeste do Brasil. Executado em núcleos desertificados dos Estados do Ceará (Inhamuns) e Piauí (Picos) foi concluído em 2002 e deixou importantes contribuições para a compreensão das complexas relações entre questões ecológicas, sociais e econômicas, visando a aplicabilidade desse conhecimento para o desenvolvimento sustentável da região estudada.

Nesse contexto do Programa WAVES destacamos o trabalho de OLIVEIRA et al. (2003), desenvolvido no Município de Tauá, no Ceará, o qual foi selecionado por causa de sua fragilidade dentro do sertão semi-árido do Nordeste do Brasil. Ao longo de dois anos e meio de estudos, o *Grupo de Trabalho de Ecologia da Paisagem* do WAVES se concentrou na análise da inter-relação complexa das condições geoecológicas e uso da terra. O objetivo era detectar degradação e processos de desertificação, bem como definir estratégias de desenvolvimento sustentável para o município. Desenvolvido em quatro fases (análise, agregação, integração e aplicação), foram produzidos mapas atualizados, a partir de imagens de satélite, sobre os solos do município, nos aspectos de uso atual, erodibilidade, classes de declividade, associação com componentes do terreno, susceptibilidade de erosão natural e de erosão atual. Como resultados foi produzido um mapa de unidades geoambientais e o **Modelo para Desenvolvimento Sustentável e Uso da Terra**. A experiência do Programa WAVES em Tauá foi um marco inicial de ligação entre cientistas e autoridades governamentais no Nordeste do Brasil, visando um esforço comum para aplicação dos resultados da pesquisa, tornando melhor a perspectiva de desenvolvimento sustentável.

Apesar de alguns avanços significativos em termos teóricos, ainda não há ações concretas por parte do poder público e somente a partir do orçamento federal de 2000 é que

efetivamente começou a ser ter verbas destinadas aos programas de combate à suas causas e efeitos. Da parte do Governo Federal o assunto é responsabilidade do Ministério do Meio Ambiente e podemos citar como a maior conquista a elaboração e implantação da **Política Nacional de Controle da Desertificação**.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, aprovou em 22.12.1997, a **Resolução nº 238**, que implanta a Política Nacional de Controle da Desertificação, a qual passaria a ser base de todas as ações destinadas ao combate desse fenômeno e seus efeitos ambientais e sociais. Conforme o próprio texto introdutório da resolução o que motivou a implantação de uma política mais objetiva e eficaz foram principalmente as avaliações feitas pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA nos diversos países, que mostraram resultados muito modestos, se comparado ao tamanho do problema e o tempo decorrido desde a **Conferência Internacional das Nações Unidas para o Combate à Desertificação**, realizado em Nairobi em 1977, que criou o **Plano de Ação de Combate à Desertificação – PACD**. No caso do Brasil, ressalta ainda o referido texto, *“a falta de decisão política e de consenso da comunidade científica sobre o problema motivou disputas conceituais e metodológicas que provocaram dispersão de esforços e inviabilizaram a formação de linhas de pesquisa suficientemente claras para permitir o aporte de recursos e a definição de áreas de estudo”*.

Ainda segundo a resolução do CONAMA, os marcos referenciais para a implantação da política de controle da desertificação são a Agenda 21 e a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação. Com relação à Agenda 21, uma de suas diretrizes nos interessa particularmente, que é a seguinte: *“desenvolver e fortalecer programas de desenvolvimento integrados para erradicação da pobreza e promoção de **sistemas alternativos de vida nas áreas susceptíveis à desertificação**”*. Esta diretriz reforça bastante a nossa justificativa de utilização dos tanques naturais como uma fonte alternativa de água no semi-árido, principalmente em áreas sob os efeitos da desertificação.

O objetivo básico da Política Nacional de Controle da Desertificação, segundo a Resolução 238, é o de alcançar o desenvolvimento sustentável nas regiões sujeitas à desertificação e à seca. Isso inclui:

- a) Formular propostas para a gestão ambiental e o uso dos recursos naturais existentes na caatinga e áreas de transição, sem compromete-los a longo prazo;
- b) Formular propostas de curto, médio e longo prazo para a prevenção e recuperação das áreas atualmente afetadas pela desertificação;

- c) Empreender ações de prevenção da degradação ambiental nas áreas de transição entre o semi-árido, o sub-úmido, com vistas à proteção de diferentes ecossistemas;
- d) Contribuir para a articulação entre órgãos governamentais e não-governamentais para o estabelecimento de um modelo de desenvolvimento econômico e social compatível com as necessidades de conservação dos recursos naturais e com a equidade social na região semi-árida;
- e) Articular a ação governamental nas esferas federal, estadual e municipal, para a implementação de ações locais de combate e controle da desertificação e dos efeitos da seca;
- f) Contribuir para o fortalecimento do município com vistas ao desenvolvimento de estratégias locais de controle da desertificação.

Chamamos atenção para o item “e” que se refere a ações locais de combate e controle da desertificação e dos efeitos da seca. Um desses efeitos é a pouca disponibilidade de água, seja por precipitações reduzidas, seja por acumulações insuficientes. Nesse contexto qualquer acumulação extra é muito bem-vinda. Assim, a proposta de aproveitamento dos tanques naturais como reservatórios alternativos está perfeitamente em sintonia com os princípios de convivência no semi-árido, principalmente em áreas desertificadas. As acumulações dos mesmos são modestas, mas são muito importantes.

A Resolução 238 destaca que as estratégias e ações para o controle da desertificação estão embasadas no Plano Nacional de Combate à Desertificação – PNCD, que é o principal instrumento da Política Nacional de Combate à Desertificação. O PNCD é um instrumento para a articulação e coordenação das ações de controle da desertificação, tanto daquelas que já estão em andamento como daquelas a serem desenvolvidas nos diferentes setores de atuação do governo, e devem ter ampla participação da sociedade em todas as suas etapas. A resolução lembra que a natureza da desertificação, como processo síntese de muitas dimensões, requer uma ação de governo voltada para a criação de instrumentos convergentes de política de recursos hídricos, gestão ambiental e combate aos efeitos da seca, selecionando espaços a serem objetos de identificação de demandas e de implementação das políticas locais. Nesse sentido a resolução identifica os seguintes componentes estratégicos:

- 1) Fortalecimento e interação institucional;
- 2) Fortalecimento da comunicação e fluxo de informação sobre desertificação;
- 3) Capacitação gerencial e técnica de pessoal em gestão de recursos naturais em áreas sujeitas à desertificação;



- 4) Conscientização e sensibilização dos atores do desenvolvimento sustentável em áreas sujeitas a risco de desertificação;
- 5) Criação de uma capacidade operacional de controle da desertificação em nível local;
- 6) Elaboração de estratégias de monitoramento, prevenção e recuperação da desertificação.

Para cada um destes componentes são definidos objetivos e ações. Destacaremos alguns, que consideramos importantes para subsidiar nossa proposta para os tanques naturais:

- Na componente 3, uma das ações é *“fomentar a criação de programas de pesquisa voltados para a desertificação, em articulação com as comunidades locais, no que concerne a **práticas e conhecimentos empíricos** nos tratos com problemas de desertificação e seca”*. Na parte introdutória desta dissertação destaca-se que o uso dos tanques naturais pelas populações rurais não é uma novidade, sendo já um costume de séculos. No entanto o resgate do patrimônio paleontológico contidos desses depósitos guardam informações importantes sobre causas geohistóricas dos processos de desertificação. É uma informação acadêmica crucial para a compreensão deste fenômeno.
- Na componente 4, uma das ações é *“apoiar as iniciativas locais que visem o desenvolvimento e uso dos recursos de forma sustentável”*. Considerando os fósseis como um recurso natural, a utilização desse patrimônio em programas de turismo científico se encaixa perfeitamente nesta ação, uma vez que beneficia economicamente o município e gera renda para algumas famílias que participarem diretamente desta atividade.
- Na componente 5, uma das ações é *“implementar projetos-piloto de gestão de recursos naturais, incluindo gestão de micro-bacias, nas áreas afetadas e/ou susceptíveis à desertificação”*. Nesse contexto a idéia de projeto-piloto também se encaixa perfeitamente na proposta de aproveitamento dos tanques e resgate de patrimônio paleontológico, como uma atividade integrante de projetos maiores de gestão dos recursos naturais referidos neste item. A presente dissertação já pode ser considerada como um projeto-piloto, cujos resultados preliminares são apresentados mais adiante.

O Plano Nacional de Combate à Desertificação é bastante amplo e traça diretrizes legais/institucionais; econômico-financeiros e informacionais, para um efetivo sucesso da sua missão. Pretendeu-se nesta breve síntese, destacar aqueles pontos que reforçam a justificativa de aproveitamento dos tanques naturais como um complemento às estratégias de sobrevivência no semi-árido, principalmente em áreas desertificadas. Dessa forma a proposta não tem uma grande magnitude se considerada individualmente, mas é exatamente a sua

importância como elemento do conjunto que a faz merecer consideração. A palavra-chave que caracteriza a proposta deste estudo é **convívio**, que somada a programas como o da Agricultura Familiar – PRONAF e às técnicas de captação e acumulação alternativas de água já em uso (ver 2.2), podem tornar mais suportável a vida humana no semi-árido brasileiro.

As estratégias públicas históricas para o convívio humano com o semi-árido utilizavam o conceito de “combate” à seca e procuraram amenizar somente os efeitos primários das estiagens prolongadas, ou seja, a dificuldade de subsistência, ocasionada principalmente pela perda das plantações por falta de chuvas, o que gera a falta de renda familiar para satisfazer as suas necessidades básicas (alimentos, água potável, remédios, etc.). Utilizando-se de instrumentos como frentes de trabalho, distribuição de alimentos e água e a aceleração/fortalecimento de obras de recursos hídricos, essas estratégias se caracterizaram por terem alta intermediação política; assistência não baseada em direitos/cidadania; permanência dos elevados déficits anteriores (educacional, saúde, saneamento, econômico, etc.); dependência cultural/política; despreparo para estiagens seguintes e elevados gastos públicos (BRASIL, 2003).

Atualmente o conceito trabalhado pelo governo federal é o de **convívio com o semi-árido** e suas secas periódicas, adotando-se ações permanentes que elevem os indicadores de educação, renda, saúde, etc., dessa região. A estratégia é fazer migrar progressivamente a população de programas emergenciais para programas permanentes, centrados no reconhecimento de direitos e ênfase na transferência direta de renda (BRASIL, op cit). Segundo o próprio governo, as vantagens disso são a desintermediação política; controle social; barateamento de custos públicos; elevada focagem nos beneficiários; melhoria progressiva de resistência das populações à estiagem; permanência do homem no meio; colapso do “pacto da miséria”.

Nos últimos dois anos o governo federal tem mantido programas especiais para amenizar esse impacto inicial, para garantir a sobrevivência até a próxima estação chuvosa. Assim, foram executadas **medidas emergenciais**, como carros-pipa e distribuição de cestas de alimentos; **medidas transitórias**, como a bolsa-renda (alistamento de agricultores que perderam suas plantações para recebimento de uma ajuda de custo por alguns meses) e a renegociação de dívidas do PRONAF; **medidas permanentes**, como o seguro renda, a bolsa escola, a bolsa alimentação e o programa saúde da família; e **programas de recursos hídricos**, como a realização de pequenas obras de infra-estrutura hídrica (pequenas barragens,

barreiros, barragens subterrâneas, etc.), água na escola e abastecimento de água a comunidades.

Este último programa (recursos hídricos) é de suma importância para esta pesquisa, pois demonstra o interesse e a viabilidade técnica e econômica de captações alternativas de água, como é o caso desta proposta de aproveitamento dos tanques naturais.

## 2.6 Programa Nacional de Recursos Hídricos

A questão da água no Planeta Terra cada vez mais tem uma conotação de crise de abastecimento para a população humana e suas atividades. A razão é bem simples: apesar da superfície da Terra ser coberta por aproximadamente 3/4 de água, cerca de 97,5% é água salgada e somente 2,5% é água doce. No entanto, desse percentual cerca de 1,7% está na forma de gelo nos pólos e nas altas montanhas, sobrando somente 0,8% na forma líquida, que é a consumida pelo homem e pelos animais, e que está acumulada em rios, lagos e no subsolo (SETTI, *et al.*, 2001). Atualmente a população mundial está em mais de 6 bilhões de habitantes. Cerca de 1 bilhão delas está sem suficiente disponibilidade de água para consumo doméstico e se estima que, em 30 anos, haverá 5,5 bilhões de pessoas vivendo em áreas com moderada ou séria falta de d'água (POPULATION REFERENCE BUREAU, 1997 apud SETTI *op cit*). É previsto que essa população ficará, no ano 2050, entre 10 e 12 milhões, enquanto a quantidade de água disponível para o uso permanecerá a mesma. (OMM e UNESCO, 1997 apud SETTI *op cit*).

Assim, é fácil concluir que com o crescimento da população da terra, e principalmente devido à degradação dos ambientes naturais, à poluição dos mananciais e ao fenômeno da desertificação, os recursos hídricos estão cada vez em menor disponibilidade. Em alguns países a situação já é bastante crítica. No Brasil, alguns estados da federação já estão periodicamente em estado de racionamento e no ano de 2001 o país sofreu uma grande crise na produção de energia elétrica, devido à diminuição dos níveis dos reservatórios de água das hidrelétricas. É por estes e outros problemas que o governo federal vem implantando a **Política Nacional de Recursos Hídricos**, que tem como principal meta garantir o uso racional deste recurso natural renovável, porém limitado.

Segundo BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (2002), a lei de direito de água do Brasil é o **Código de Águas**, de 10.07.1934, que, apesar de ter mais de 65 anos, ainda é considerada pela doutrina jurídica como um dos textos modelares do Direito Positivo

Brasileiro. A constituição federal em vigência modificou, em vários aspectos, o texto do Código de Águas. Uma das alterações feitas foi a extinção do domínio privado da água, previsto em alguns casos naquele antigo diploma legal. Todos os corpos d'água, a partir de outubro de 1988, passaram a ser de domínio público. Uma outra modificação introduzida foi o estabelecimento de apenas dois domínios para os corpos d'água no Brasil, o domínio da União, para os rios ou lagos que banhem mais de uma unidade federada, ou que sirvam de fronteira entre essas unidades, ou entre o território do Brasil e o de país vizinho ou deste provenham ou para o mesmo se estendam; e o domínio dos Estados, para as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, as decorrentes de obras da União.

Ainda segundo BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (op cit) a **Lei nº 9.433**, de 08.01.1997, organiza o setor de planejamento e gestão dos recursos hídricos em âmbito nacional, introduzindo vários instrumentos de política para o setor. Vários estados, tendo em vista o fato de serem detentores de domínio sobre as águas, aprovaram suas respectivas leis de organização administrativa para o setor de recursos hídricos, encontrando-se, alguns deles, em avançado estágio de regulamentação. O texto da lei proclama, com muita clareza, os princípios básicos (fundamentos), os objetivos, as diretrizes gerais de ação, os instrumentos de política para o setor e o arcabouço institucional, a saber:

#### **Princípios da Política Nacional de Recursos Hídricos:**

- Primeiro: *a água como um bem de domínio público*. Definido pela constituição de 1988, este princípio é fundamental para respaldar as ações do governo sobre este bem mineral;
- Segundo: *a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico*. Este princípio é um forte indutor para o seu uso racional, dado que serve de base para a instituição da cobrança pela utilização dos recursos hídricos, um dos instrumentos da política do setor;
- Terceiro: *em situações de escassez o uso prioritário é o abastecimento humano e a dessedentação de animais*. Este dispositivo já era previsto no Código de Águas e vem ratificar essa prioridade;
- Quarto: *usos múltiplos da água*. Isso coloca todas as categorias usuárias em igualdade de condições em termos de acesso a esse recurso natural. O rápido crescimento da demanda por água para usos diversos é que fez florescer e tomar corpo este princípio;

- Quinto: *a bacia hidrográfica como unidade de planejamento*. Tendo-se os limites da bacia como o que define o perímetro da área a ser planejada, fica mais fácil fazer-se o confronto entre as disponibilidades e as demandas, essenciais para o estabelecimento do balanço hídrico. No entanto, a bacia hidrográfica, segundo o seu conceito holístico, não exclui a tomada em consideração das águas subterrâneas de sua projeção vertical, tanto quanto deve incorporar as demandas e as relações com as bacias adjacentes e o restante do território da federação coberto apenas parcialmente pela mesma;
- Sexto: *gestão descentralizada e participativa*. A filosofia por trás deste princípio é a de que tudo quanto pode ser decidido em níveis hierárquicos mais baixos de governo não será resolvido por níveis mais altos dessa hierarquia. Em outras palavras, o que pode ser decidido no âmbito de governos regionais, e mesmo locais, não deve ser tratado em Brasília ou nas capitais de estados. Quanto à gestão participativa, esta constitui um método que enseja aos usuários, à sociedade civil organizada, às ONG's e outros agentes interessados na possibilidade de influenciar no processo da tomada de decisão sobre investimentos e outras formas de intervenção na bacia hidrográfica.

#### **Objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:**

- Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- A utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- A prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

#### **Diretrizes gerais de ação da Política Nacional de Recursos Hídricos:**

- A gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;
- A adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do país;
- A integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;
- A articulação do planejamento de recursos hídricos com os dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;
- A articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;

- A integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

### **Instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:**

- *Planos de Recursos Hídricos*: são os documentos programáticos para o setor no espaço da bacia. Trata-se de um trabalho de profundidade, não só de atualização das informações regionais que influenciam a tomada de decisão na região da bacia hidrográfica, mas que também procura definir, com clareza, a repartição das vazões entre os usuários interessados;
- *Enquadramento dos corpos de água em classes de usos*: extremamente importante para se estabelecer um sistema de vigilância sobre os níveis de qualidade da água dos mananciais, fortalecendo a relação entre a gestão de recursos hídricos e a gestão do meio ambiente. O enquadramento é ainda importante como estímulo à sociedade da bacia para a formulação de metas de qualidade a serem alcançadas, levando à tarefa do planejamento a vontade social dos usuários e de todos os agentes participantes do processo de gestão dos mananciais;
- *Outorga dos direitos de uso*: mecanismo pelo qual o usuário recebe uma autorização ou uma concessão para fazer uso da água. Constitui relevante elemento para o controle do uso dos recursos hídricos, contribuindo também para a disciplina desse uso;
- *Cobrança pelo uso*: essencial para criar as condições de equilíbrio entre as forças da oferta e da demanda, promovendo, em conseqüência, a harmonia entre os usuários competidores, ao mesmo tempo em que também promove a redistribuição dos custos sociais, a melhoria da qualidade dos efluentes lançados, além de ensejar a formação de fundos financeiros para as obras programas e intervenções do setor. Segundo ROSETTI (2002) “a idéia do dano ambiental é justamente um dos indicativos do valor econômico da água e o preço funciona também como um agente de conscientização para toda a população da importância do recurso natural. Não basta ter uma legislação que impeça a continuidade do processo histórico de degradação do recurso, mas acima de tudo temos que reverter esta série de perdas, e tudo isto requer investimento sociocultural e econômico. A criação de fonte de recursos alimenta e disponibiliza fundos que viabilizam investimentos na proteção e preservação das águas brasileiras”;
- *Sistema de informações*: destinado a coletar, organizar, criticar e difundir a base de dados relativa aos recursos hídricos, seus usos, o balanço hídrico de cada manancial e de cada

bacia, provendo os gestores, os usuários, a sociedade civil e outros segmentos interessados com as condições necessárias para opinar no processo decisório ou mesmo para tomar suas decisões.

A aplicação desses instrumentos reflete o atual estado da arte da gestão do uso de mananciais em todo o mundo, pois aqueles países que já os adotaram têm liderado uma verdadeira revolução no planejamento e gestão dos recursos hídricos, melhorando consideravelmente o desempenho do setor, passando a contar, cada vez mais, com água mais limpa e em maior quantidade, resolvendo ou atenuando fortemente os sérios conflitos existentes entre os usuários competidores e assegurando as bases para um desenvolvimento sustentável (BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, op cit).

#### **Arcabouço institucional:**

- *Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH*: órgão mais elevado na hierarquia do Sistema Nacional de Recursos Hídricos em termos administrativos, ao qual cabe decidir sobre as grandes questões do setor, além de dirimir as contendas de maior vulto. Sua presidência é ocupada pelo titular do Ministério do Meio Ambiente – MMA, e cuja Secretaria Executiva é a Secretaria de Recursos Hídricos, órgão da administração centralizada integrante da estrutura do MMA.
- *Comitês de Bacias Hidrográficas*: tipo de organização inteiramente nova na realidade institucional brasileira, contando com a participação dos usuários, das prefeituras, da sociedade civil organizada, dos níveis dos governos estaduais e federal, e destinados a atuar como “parlamento das águas”, posto que são o fórum de decisão no âmbito de cada bacia hidrográfica;
- *Agências de Água*: também uma inovação trazida pela lei, para atuarem como secretarias executivas de seu(s) correspondente(s) comitês, e destinadas a gerir os recursos oriundos da cobrança pelo uso da água, exercitando a administração do sistema;
- *Órgãos e entidades do serviço público federal, estaduais e municipais*: têm relevante atuação na gestão dos recursos hídricos, devendo promover estreita parceria com os demais agentes previstos na lei.

Como fato relevante e novo no contexto do Sistema Nacional de Recursos Hídricos, surge a promulgação da **Lei nº 9.984**, de 17.07.2000, que criou a **Agência Nacional de Águas – ANA**. Cabe a essa agência a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, cuja formulação remanesceu na alçada da Secretaria de Recursos Hídricos, esta

última integrante do Núcleo Estratégico do Ministério do Meio Ambiente. A criação da ANA vem na esteira da reforma do aparelho do estado que indicou, entre outras, a necessidade de se separar a formulação das políticas setoriais da implementação dessas mesmas políticas.

A ANA tem como principais atribuições as seguintes tarefas, relacionadas aos recursos hídricos:

1. Outorgar o direito de uso;
2. Fiscalizar os usos;
3. Implementar a cobrança pelo uso;
4. Arrecadar, distribuir e aplicar receitas auferidas por intermédio da cobrança pelo uso da água;
5. Planejar e promover ações destinadas a prevenir e minimizar os efeitos de secas e inundações;
6. Definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos;
7. Organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos;
8. Estimular e apoiar as iniciativas voltadas pra a Criação de Comitês de Bacias Hidrográficas;

Sobre o papel da Secretaria de Recursos Hídricos do MMA, vale destacar que esta apóia o CNRH no acompanhamento da execução e na aprovação do Plano Nacional de Recursos Hídricos; atua como Secretaria Executiva do CNRH, provendo-lhe com as informações necessárias e auxiliando-lhe na tomada de decisões do setor; desenvolve estudos técnicos e de natureza científica; promove a articulação entre os conselhos estaduais; promove o treinamento e a capacitação de técnicos e desenvolve campanhas de divulgação sobre a importância da água (BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, op cit).

Dentro deste contexto, a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, que abrange os Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, está sendo a primeira bacia sob administração federal a cobrar pelo uso da água, já no primeiro trimestre de 2003 (ROSETTI, op cit). É importante registrar o extenso e criterioso trabalho que já foi feito, no campo do planejamento e gestão dos recursos hídricos no Brasil, ressaltando-se o envolvimento dos diversos segmentos da sociedade brasileira, sem os quais não teria sido possível contabilizar tamanho avanço, sobretudo no que se refere aos aspectos legais e institucionais. Respalda por esse aparato jurídico-normativo, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos



Hídricos terá, efetivamente, as condições básicas para implementar a Política de Recursos Hídricos em todo o país (BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, op cit).

Com relação aos tanques naturais, os mesmos não são fontes de água de grandes proporções, podendo até ser classificados como insignificantes. Porém, são recursos preciosos para a estratégia de convivência de pequenos grupos familiares no semi-árido brasileiro. A Lei 9.433, no seu artigo 12º, parágrafo 1º, prevê que a água deste tipo de reservatório não depende de outorga pelo poder público para o seu uso, pois servem para a “*satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural*” (inciso I) e são “*acumulações de volumes de água consideradas insignificantes*” (inciso III). Assim, os tanques naturais apresentam mais um benefício social, pois, com a isenção de cobrança pelo seu uso, não afetará o míngua do orçamento das famílias do sertão.

## **2.7 Municipalização do turismo (ecoturismo e geoturismo)**

O turismo tem sido considerado como uma das maiores fontes de oportunidades de emprego e renda para as populações dos municípios brasileiros. Para isso a Empresa Brasileira de Turismo – EMBRATUR, órgão do governo federal, desenvolve já há algum tempo o **Programa Nacional de Municipalização do Turismo – PNMT**, lançado em 1994, com o propósito de implementar um novo modelo de gestão da atividade turística, simplificado e uniformizado, para os estados e municípios, de maneira integrada, buscando maior eficiência e eficácia na administração da atividade turística, de forma participativa (EMBRATUR, 2003a).

Segundo aquele órgão governamental os principais objetivos específicos do PNMT são:

- Fomentar o desenvolvimento turístico sustentável dos municípios, com base na sustentabilidade econômica, social, ambiental, cultural e política;
- Conscientizar e sensibilizar a sociedade para a importância do turismo como instrumento de crescimento econômico, geração de empregos, melhoria da qualidade de vida da população e preservação de seu patrimônio natural e cultural;
- Descentralizar as ações de planejamento, coordenação, execução, acompanhamento e avaliação, motivando os segmentos organizados do município a participar da formulação e da co-gestão do Plano de Desenvolvimento Sustentável do Turismo Municipal;

- Disponibilizar, aos municípios brasileiros com potencial turístico, condições técnicas, organizacionais e gerenciais para o desenvolvimento da atividade turística;
- Estimular o fortalecimento das relações dos diferentes níveis do poder público com a iniciativa privada, visando ao estabelecimento de parcerias para discutir os problemas e buscar soluções em benefício da comunidade.

Até a data de 25.04.2001, um total de 1.476 municípios brasileiros já estavam engajados no PNMT, sendo que no Estado do Ceará, o número era de 59 municípios que já estavam participando do programa ( EMBRATUR, op cit.).

Outro programa de interesse dos municípios é o **Programa de Ecoturismo**, o qual visa uma ação conjunta entre a EMBRATUR e o Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal, através da Secretaria de Coordenação da Amazônia e do IBAMA, que tem por finalidade implementar as diretrizes traçadas para uma **Política Nacional de Ecoturismo**. Os principais objetivos específicos desse programa são:

- Compatibilizar as atividades de ecoturismo com a conservação de áreas naturais;
- Fortalecer a cooperação interinstitucional;
- Possibilitar a participação efetiva de todos os segmentos atuantes no setor;
- Promover e estimular a capacitação de recursos humanos para o ecoturismo;
- Promover, incentivar e estimular a criação e a melhoria da infra-estrutura para atividade de ecoturismo;
- Promover o aproveitamento do ecoturismo como veículo de educação ambiental.

Segundo EMBRATUR (2003b), ecoturismo “*é o segmento da atividade turística que utiliza, de forma sustentável, o patrimônio natural e cultural, incentiva sua conservação e busca a formação de uma consciência ambientalista através da interpretação do ambiente, promovendo o bem-estar das populações envolvidas*”. As principais ações estratégias para a sua implantação satisfatória são as seguintes: a) Regulamentação do ecoturismo; b) Fortalecimento e interação institucional; c) Formação e capacitação de recursos humanos; d) Controle da qualidade do produto ecoturístico; e) Gerenciamento de informações; f) Incentivos ao desenvolvimento do ecoturismo; g) Implantação e adequação de infra-estrutura; h) Conscientização e informação ao turista; i) Participação comunitária.

Aplicando estes princípios e fundamentos dos programas citados para a área de estudo, pode-se visualizar a possibilidade de implantação de um programa específico de **Turismo Paleontológico** nos Municípios de Itapipoca e Irauçuba. Como exemplo, SOUZA e ROSA (1998) destacam o interesse que as entidades públicas e privadas do Município de

Santa Maria, RS, têm na exploração turística desse tema e as ações que já foram realizadas, nos aspectos planejamento, levantamento de localidades propícias à visitação e divulgação dos atrativos. Naquele município ocorre um dos mais importantes sítios paleontológicos de répteis fósseis do Período Triássico (225 a 190 milhões de anos antes do presente) da América do Sul. As recentes descobertas têm colocado aquele município gaúcho em destaque nacional e internacional, o que tem incentivado a chegada de visitantes.

Essa modalidade de atividade turística é muito rara no Brasil, sendo conhecidos alguns poucos casos, mas todos de relativo sucesso. Além de Santa Maria, RS, citado anteriormente, destacamos os seguintes projetos, implantados em municípios do interior de alguns estados brasileiros, os quais realizam turismo paleontológico (conforme SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA, 2003):

**Museu de Paleontologia de Monte Alto**, Município de Monte Alto, SP: é um museu municipal, criado em 1992, cujo objetivo principal é manter a guarda dos fósseis de dinossauros do Período Cretáceo superior (entre 85 e 65 milhões de anos antes do presente), que existem em grande quantidade na região e que estavam se perdendo por diversos motivos, além de dar a pesquisadores locais e visitantes, um ponto de apoio para projetos acadêmicos. Possui um prédio próprio (foto 8) e uma exposição permanente bastante diversificada. Este museu é parte integrante do Museu Histórico e Cultural Dr. Fernando José Freire de Andrade. Além de dinossauros, o museu também possui coleções de fósseis de tartarugas e crocodilos, além de invertebrados (moluscos).



Foto 8 – Prédio que abriga o Museu de Paleontologia de Monte Alto, no Estado de São Paulo.

**Centro de Pesquisas Paleontológicas Llewellyn Ivor Price**, Distrito de Peirópolis, Município de Uberaba, MG: é outro museu municipal, criado em 1991, com objetivo semelhante ao anterior, para proteger fósseis de dinossauros e outros organismos também do Período Cretáceo superior. Possui uma infra-estrutura formada por um museu, laboratório, alojamento para pesquisadores, lojinha e réplicas de dinossauros em tamanho natural. Um fato importante é que o complexo foi instalado aproveitando os prédios de uma antiga estação ferroviária (fotos 9), o que por si só colabora com a preservação do patrimônio histórico. Este projeto mobilizou um grupo de cidadãos, que criou a Associação dos Amigos do Sítio Paleontológico de Peirópolis, a qual participa ativamente do projeto. O sucesso deste projeto divulgou bastante o município, que foi escolhido pela comunidade paleontológica para sediar o XIV Congresso Brasileiro de Paleontologia, em 1995.



Foto 9 – Prédio da antiga estação ferroviária de Peirópolis, Minas Gerais, onde atualmente funciona o museu e o laboratório do Centro de Pesquisas Paleontológicas Llewellyn Ivor Price.

**Vale dos Dinossauros**, Município de Souza, PB: parque municipal com 40 ha, criado para preservação de vários conjuntos de pegadas de dinossauros, únicas no Brasil. O sítio paleontológico como um todo tem uma área de mais de 700 km<sup>2</sup>, abrangendo territórios de 13 municípios do Oeste da Paraíba, na Bacia Sedimentar do Rio do Peixe. O parque possui uma infra-estrutura básica, com um centro de visitantes, museu, pequeno auditório, reserva técnica, lojinha de lembrancinhas, estacionamento, réplicas de dinossauros em tamanho natural e passarelas sobre as trilhas de pegadas (foto 10). Esse projeto também mobilizou a comunidade local, que criou a *Associação Comunitária Movimento de Preservação do Vale dos*

*Dinossauros – Movissauros*, que participa do projeto como um todo, inclusive na sua administração. É possível notar na cidade de Souza o orgulho da população com esse patrimônio natural mundialmente conhecido.



Foto 10 – Passarela de observação de trilha de pegadas de dinossauros (seta), no Parque Vale dos Dinossauros, no Estado da Paraíba.

**Museu de Paleontologia de Santana do Cariri**, Município de Santana do Cariri, CE: criado em 1985, pela prefeitura municipal, hoje se encontra sob a responsabilidade, em regime de comodato, da Universidade Regional do Cariri – URCA, que o transformou em um projeto regional. Seu objetivo é manter a guarda de exemplares fósseis da Bacia Sedimentar do Araripe e trabalhar pela preservação desse patrimônio, que é muito dilapidado de diversas formas, inclusive com tráfico internacional. Possui uma magnífica estrutura, com exposições permanentes, laboratório, biblioteca, auditório, gabinete para pesquisadores, lojinha, reserva técnica e uma área de campo, para mostrar escavações de fósseis *in situ* e réplicas de dinossauros e pterossauros em tamanho natural (foto 11). Realiza um interessante trabalho social, através da capacitação de adolescentes, os quais trabalham como guias-mirins no museu, em regime de estágio. O sucesso deste projeto também motivou a comunidade paleontológica a escolher a Cidade do Crato, sede da URCA, para sediar o XVI Congresso Brasileiro de Paleontologia, em 1999.



Foto 11 – Réplica de pterossauro, feito em fibra de vidro armado na área de campo do Museu de Paleontologia de Santana do Cariri, no Estado do Ceará.

Estes são alguns projetos que alcançaram um bom nível de desenvolvimento local. Todos eles têm pelo menos duas coisas em comum: primeiro foram iniciados por pessoas idealistas, preocupadas com a preservação desse patrimônio, e que viram nos fósseis uma possibilidade de geração de **oportunidades econômicas e sociais**; e segundo, começaram com muitas dificuldades, enfrentando a descrença do poder público municipal e da população em geral, mas que souberam contornar os obstáculos e se tornaram **projetos de referência nacional**. Todos eles hoje geram uma participação significativa na economia municipal, inclusive despertando talentos para a carreira científica. Vale ressaltar que o turismo paleontológico, como uma modalidade de geoturismo, está associado a um programa mais completo, envolvendo a paisagem e a cultura local, além da possibilidade de turismo de eventos.

As bases e fundamentos para implantação de qualquer modalidade de turismo no sertão do Nordeste já foram apresentados e amplamente discutidos por diversos estudiosos e especialistas no assunto. Vários encontros nacionais e regionais, além de fóruns municipais, têm sido realizados com o propósito de se discutir o tema. A título de ilustração, apresentaremos a seguir três idéias, que no nosso entender reforçam nosso pensamento sobre a viabilidade da proposta de turismo paleontológico na área de estudo.

MACIEL, MACIEL e SILVA (1998) apresentam o seguinte pensamento da visão que se tem sobre o semi-árido brasileiro:

O sertão nordestino é uma vasta região predominantemente semi-árida, cuja diversidade de paisagens vem sendo resumida, em nosso imaginário, às secas periódicas e aos grandes projetos de agricultura irrigada. A natureza tornada catástrofe, a despeito da previsibilidade destes eventos, e as soluções mais arrojadas para “combatê-la”, engendram *imagens simbólicas* [grifo dos autores], onde o meio ambiente e o homem se confundem na miséria (submissão) e/ou na bonança (superação). Neste sentido, a idéia de pobreza no campo adere de forma maniqueísta ao conceito amplamente difundido de uma ambiência hostil, rude, até mesmo inadequada à existência humana fora dos restritos “perímetros” irrigados (...). Do ponto de vista do aproveitamento turístico, a diferenciação geográfica do sertão é pouco conhecida, mal divulgada e permanentemente ofuscada pela cultura do litoral, onde o sol, sem ambigüidades, tem um valor positivo, a despeito da miséria secular da Zona da Mata canavieira ou das violentas favelas das grandes cidades (...). Qualquer análise sobre potencialidades do turismo com base local não pode deixar de considerar a necessidade de combater distorções e preconceitos advindos destas simplificações, metonímias culturais largamente aceitas: um sertão desolado, sem atrativos, atrasado, unicamente redimido pela transposição das águas de grandes rios.

Compartilhando com esta visão dos autores, observa-se um comportamento semelhante das autoridades governamentais cearenses pois, apesar dos recentes incentivos públicos ao desenvolvimento do turismo no sertão, ainda se tem uma preferência muito forte pelo litoral. Por exemplo, durante os trabalhos desta dissertação constatou-se a descrença do chefe do executivo do Município de Itapipoca ao esboçar o comentário “*quem virá aqui para ver ossos velhos?*” Reações assim são compreensíveis, pois sempre há uma resistência quanto ao novo, mas é preciso enfrentar preconceitos.

LIMA (1998) dissertando sobre o tema **territorialidade**, apresenta o seguinte pressuposto:

Não se pretende tomar território como expressão reducionista engessada ao estado, ao poder pátrio, (...). Isenta-se, também, da dimensão escalar, porquanto podemos compreendê-lo um pedaço de uma rua ou um conjunto de países. O território, finalmente, se define em temporalidade: é construído, ampliado ou reduzido, como pode ser desfeito pelas ações do homem (...). É o território, assim, uma projeção da ação social, a partir de uma intencionalidade. No âmbito da intencionalidade, o território do turismo se faz, não está pronto, se adorna como uma noiva para cair no enlevo de seu bem-amado, o mercado em potencial. Nesse caso, as adjetivações variam, com as intenções dos negócios: turismo ecológico, turismo religioso ou qualquer outro. O lugar o batiza, ao sabor da gôndola que o arrasta, obediente aos preceitos estabelecidos pelo projeto de criação de fluxos. Para tanto, requer valorizar o substrato preexistente e/ou instalar os objetos exigidos pelo projeto. Além de estabelecer todo um conjunto de objetos técnicos, decisões essas muitas vezes decorrentes de um cuidadoso planejamento, instituem-se as normas para definir e orientar as ações (...). Observa-se, assim, que os territórios turísticos se revelam ou se constroem. Ontem, o sol do Nordeste era o tormento, era dado como a gênese da seca e da miséria social; com novas intencionalidades, ao contrário esse mesmo sol tropical hoje é esperança de produção da agropecuária e de permanente leite para a atração de turistas, nas franjas do maravilhoso “verde mar bravio” [grifo do autor].

Compartilhando-se com a idéia do autor, acrescenta-se ainda a necessidade de ousadia de se implantar o novo, que tanto assusta. O turismo paleontológico por si só pode demarcar o seu território, seja pelos sítios fossilíferos, seja pelas idéias de temporalidade,

mistério, aventura e descoberta, que antes só podiam ser conhecidas pelo grande público como existente somente em filmes e documentários, em terras estrangeiras.

O terceiro e último pensamento está manifestado por ETGES (1998). Este autor analisa os desafios do chamado **Turismo Rural**, ou seja, a modalidade de turismo em que os visitantes desejam conhecer as rotinas das propriedades rurais e seus personagens, e o impacto cultural dessa atividade nessas comunidades:

(...) A descentralização passa a ser assumida como uma via efetiva para a gestão das atividades de turismo (...). Uma questão fundamental e que é anterior a formulação de qualquer proposta de desenvolvimento de turismo rural, que trata da compreensão que as pessoas de determinada comunidade têm de lazer, ou seja, como se colocam, a si mesmas, em relação a atividades de lazer e como vêem outras pessoas que buscam atividades e lazer (...). Não há dúvida de que uma das atividades que poderia se tornar uma fonte alternativa de renda para estas comunidades rurais é o turismo. E é aí que se coloca a pergunta crucial: como despertar nestas comunidades a consciência em torno desta possibilidade? Como motivá-la a reorganizarem suas atividades de maneira que possam adequar suas instalações para receber turistas? E, mais importante ainda, como fazê-las acreditar que esta coisa quase desconhecida, chamada *lazer* [grifo do autor], pode ser revertida em renda em seu benefício?

As preocupações do autor são pertinentes e levadas em consideração para o desenvolvimento desta dissertação. Durante os trabalhos de campo, em visita a um assentamento rural do INCRA, em Itapipoca, no qual estão alguns dos jazigos fossilíferos cadastrados, foram realizadas entrevistas com os assentados sobre a possibilidade de um programa de turismo paleontológico em suas terras, contando com a participação deles. Ficou muito clara a necessidade de um amplo programa de divulgação prévia, qualificação de recursos humanos e educação para o turismo. Para pessoas que tradicionalmente estão acostumadas a só receber do poder público, convencê-las a tomar o seu destino nas mãos é realmente um grande desafio.

As três idéias apresentadas, diferentes entre si, mas ao mesmo tempo interligadas, são os pontos de partida para desafio proposto de turismo paleontológico na área de estudo. Considerando a pobreza de oportunidades que assola o Município de Irauçuba e a tradição litorânea do Município de Itapipoca, o projeto exigirá muita paciência e perseverança, mas os resultados serão inovadores.



### 3 CONTEXTUALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA

#### 3.1 Âmbito regional

##### 3.1.1 Contexto Geopolítico

Geograficamente a área de trabalho está localizada na Mesorregião do Norte Cearense, pela divisão do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (SILVA e CAVALCANTE, 2000), totalmente dentro dos limites do semi-árido brasileiro. O polígono formado pela delimitação da área de estudo abrange terrenos das Microrregiões Geográficas de Itapipoca, Uruburetama e Sobral, utilizando-se a divisão adotada por IPLANCE (1998), e porções territoriais dos Municípios de Itapipoca, Irauçuba, Miraíma e pequenas faixas de Amontada e Itapagé.

##### 3.1.2 As unidades litoestratigráficas

A área de estudo apresenta predominantemente litologias de idade pré-cambriana, mais precisamente da Era Proterozóica, com intercalações quaternárias superficiais, representadas pelas coberturas aluvionares das calhas dos rios e riachos. Cronologicamente as unidades litoestratigráficas estão divididas, segundo SOUZA FILHO (1999), em três grupos principais: os **Terrenos Pré-brasílios**, de idade paleoproterozóica; as **Rochas Plutônicas Brasileiras**, de idade neoproterozóica; e as **Coberturas Cenozóicas**, de idade quaternária (tabela 1). A escolha da classificação desse autor se justifica pela escala trabalhada, 1:100.000, a qual permite um detalhamento mais propício a esta pesquisa e os parágrafos seguintes são descritos segundo esse autor.

No grupo Terrenos Pré-brasílios ocorrem rochas metaplutônicas e rochas supracrustais. As metaplutônicas são representadas por ortognaisses porfiroblásticos de composição granodiorítica/granítica, raramente tonalítica, fortemente bandados. As supracrustais são representadas por uma associação pelito-carbonática e por migmatitos. A primeira é composta por biotita-gnaisses diversos e gnaisses quartzo-feldspáticos com granada e sillimanita, as quais estão distribuídas na parte Noroeste da área. A segunda por migmatitos com paleossomas gnáissicos paraderivados; anatexitos graníticos; e hornblenda-biotita-gnaisses migmatíticos, os quais estão distribuídos localmente, à Oeste da Cidade de Irauçuba.

No grupo Rochas Plutônicas Brasilianas ocorrem granitóides cedo e sin-tectônicos, distribuídos em dois grupos principais: os granodioritos e granitos porfiríticos; e os xenólitos de ortognaisses, de composição granodiorítica/tonalítica, e de gnaisses aluminosos, não individualizados, e corpos de quartzo-diorito e granito róseo a duas micas.

O grupo Coberturas Cenozóicas é representado por aluviões, de reduzidas dimensões, consequência das condições geomorfológicas da região, com relevo muito acidentado, não propiciando condições de desenvolvimento de grandes aluviões. Mesmo assim, desempenham papel fundamental no que tange à acumulação de água subterrânea, funcionando como aquíferos livres. São constituídas por cascalhos e areias, de granulometria variando de fina à grossa. Nas zonas de várzeas por se acumular material siltico-argiloso.

TABELA 1 - COLUNA ESTRATIGRÁFICA SIMPLIFICADA

<i>Unidade Cronoestratigráfica</i>		<i>Unidade Litoestratigráfica</i>	<i>Tipo de terreno</i>
Cenozóico	Quaternário	Depósitos aluviais	Cobertura sedimentar
Proterozóico	Neoproterozóico	Granitóides Cedo a Sin-Tectônicos	Rochas Plutônicas
	Paleoproterozóico	Rochas Supracrustais	Supracrustal
		Rochas Metaplutônicas	Embasamento

FONTE: SOUZA FILHO, 1999 (adaptado)

### 3.1.3 Aspectos geomorfológicos e evolução das feições

A paisagem geomorfológica da área de estudo, de acordo com a compartimentação morfo-estrutural de SOUZA (1988), é composta por planícies e terraços fluviais; pelo maciço residual pré-litorâneo da Serra de Uruburetama e pelas depressões sertanejas. As diversas litologias afloram de maneira abundante, com características de desagregação e desgaste de rochas, típicos dos processos intempéricos de origem física, que predominam nas regiões semi-áridas. Os tanques naturais são uma microfeição geomorfológica típica desse tipo de paisagem. Uma caracterização mais detalhada da Região da Serra de Uruburetama é dada por SOUZA FILHO (1999), apresentada nos parágrafos seguintes.

A geomorfologia da área de estudo apresenta uma extensa planície arrasada, circundando maciços residuais com um posicionamento geográfico de caráter interplanáltico, com relevos típicos de escudos ou núcleos cratônicos. Devido a uma grande homogeneidade geológica das litologias, a erosão seletiva é bastante limitada, sendo que a morfogênese dá-se através de pediplanação. Por vezes os maciços ocorrem dissecados, em resposta a uma

atividade erosiva constante e diferenciada, implicando na formação de inselbergues, geralmente de composição quartzítica e granítica. Na planície, as altitudes variam em torno de 70 a 200 m, enquanto que nas zonas serranas, suas altitudes oscilam entre 340 e 1080 m. Localmente os pontos topográficos máximos são representados pela Serra de Uruburetama, Serra São Domingos, Serra da Lolaia e Serra do Missi.

Esse autor considera ainda que a evolução dessas feições está ligada previamente à evolução tectono-estrutural. O Estado do Ceará é composto, em grande parte, por um complexo ígneo-metamórfico datado do Pré-Cambriano, formado e retrabalhado nos ciclos Brasiliano e/ou Transamazônico. Ao final do Ciclo Brasiliano houve uma reorganização estrutural com a instalação de zonas de cisalhamento, com direções preferenciais NE-SW e E-W. O núcleo central cristalino é subdividido em duas unidades morfoestruturais. A primeira unidade é caracterizada por três blocos (Itapagé, Santa Quitéria e Acaraú) não deformados pelas zonas de cisalhamento de direção NE-SW.

Uma peculiaridade dessa unidade reside no fato de nela ocorrerem a grande maioria dos denominados Planaltos Residuais de maior extensão e altitude. Associada aos Planaltos Residuais, ocorre ainda a denominada Superfície Sertaneja. A segunda unidade apresenta um perfil côncavo, em setores tectono-estruturais NW-SW. Nessa unidade ocorrem as menores altitudes da Superfície Sertaneja, além de *grabens* intimamente relacionados aos lineamentos tectônicos de direção NE-SW e E-W. A área da Folha Irauçuba está localizada, portanto, no Núcleo Central Cristalino, mais precisamente no Bloco de Itapagé.

### 3.1.4 As condições hidroclimáticas

#### 3.1.4.1 Aspectos climáticos

Segundo SOUZA FILHO (1999) a porção nordeste do Brasil apresenta uma caracterização climático-meteorológica definida basicamente por três sistemas sinóticos geradores de precipitações, que são os **Vórtices Clônicos**, as **Frentes Frias** e, principalmente, as **Zonas de Convergência Intertropical**. A gênese dos Vórtices Clônicos ocorre no oceano Atlântico-Sul, geralmente nos meses de setembro e abril, sendo mais intensamente atuante no período de verão, no mês de janeiro. O ciclo das Frentes Frias tem origem no continente antártico e interfere diretamente no regime de chuvas no setor sul da porção norte do Nordeste brasileiro. Já a formação e deslocamento das Zonas de Convergência Intertropical são diretamente influenciados pela temperatura das águas do Oceano Atlântico. Constitui o

sistema de tempo mais importante na época do máximo de chuvas na região, quando atinge sua posição máxima, ao sul do Hemisfério Sul, em março e abril.

A área de estudo, segundo aquele autor, fica totalmente inserida no denominado “Polígono das Secas”, onde o índice de probabilidade de secas fica na faixa de 80 a 100%. Possui clima do tipo Bsh, segundo a classificação de *Köppen*, ou seja, quente com período seco. A terminologia empregada na denominação dos climas regionais refere-se às suas características hídricas. Posto isso, temos que, localmente, a área de estudo apresenta uma variabilidade climática bastante acentuada, sendo verificado um total de três tipos de climas regionais, do mais seco ao mais úmido, devidos à elevada compartimentação dos fatores geográficos que ocorrem para criar espaços climáticos altamente diferenciados.

Assim, temos o **Clima Úmido a Subúmido**, que ocorre na Serra de Uruburetama, apresentando temperaturas mais amenas, com média anual em torno de 24° C; deficiências hídricas de moderada a baixa, durante cinco meses do ano; e precipitação anual entre 1.200 e 1.500 mm. O **Clima Subúmido**, que predomina nas encostas de toda a Serra de Uruburetama, com temperatura média anual em torno de 28°; deficiências hídricas durante cinco a seis meses do ano; e precipitação anual entre 800 e 1.200 mm. Por fim o **Clima Semi-Árido**, na área da Depressão Sertaneja, apresentando temperatura média anual acima de 28°; deficiência hídrica elevada durante oito meses do ano; e precipitação anual inferior a 800 mm.

Apesar destas diferenciações, a região, como uma boa parte do Nordeste, apresenta somente duas estações bem definidas, as quais influenciam rigorosamente os aspectos socioeconômicos: uma chuvosa, entre os meses de fevereiro e maio, e uma seca, no restante do ano. A tabela 2 apresenta um perfil das precipitações pluviométricas nos Municípios de Itapipoca, Irauçuba, Miraíma, Amontada e Itapagé. Observa-se que o Município de Itapipoca é bastante privilegiado pluviométricamente, com uma média anual bastante superior aos demais municípios vizinhos. Esse fato está relacionado principalmente à barreira orográfica da Serra de Uruburetama.

No entanto, é importante lembrar que esse quadro pluviométrico não é estável a cada ano. Periodicamente as condições de precipitações são alteradas por fenômenos climáticos diversos, como por exemplo o *El Niño* e o *La Niña*, aquecimentos da superfície do Oceano Pacífico na costa Oeste da América do Sul, que têm como uma das conseqüências anomalias pluviométricas na Região Nordeste do Brasil. A tabela 3 apresenta um quadro de precipitações nos Municípios de Itapipoca e Irauçuba, que possuem, respectivamente, a maior e a menor média anual da área de estudo, no período de 1995 a 2000.

TABELA 2 - PERFIL DAS PRECIPITAÇÕES NOS MUNICÍPIOS DE ITAPIPOCA, IRAUÇUBA, MIRAÍMA, AMONTADA E ITAPAGÉ

ESTAÇÃO: ITAPIPOCA													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
<b>Máxima</b>	297,3	608,6	685,6	759,2	488,1	139,5	212,9	34,8	37,5	30,3	155,2	128,1	-
<b>Mínima</b>	3,5	0,0	73,4	22,9	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
<b>Média</b>	104,4	194,0	299,1	256,1	120,9	44,6	20,5	6,2	5,5	3,8	9,4	22,9	1087,0
ESTAÇÃO: IRAUÇUBA													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
<b>Máxima</b>	284,4	315,7	378,1	368,9	216,4	106,1	65,2	162,0	14,5	8,4	20,2	165,9	-
<b>Mínima</b>	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-
<b>Média</b>	46,1	89,3	142,0	128,9	70,2	25,9	8,1	3,9	0,7	0,6	0,9	13,6	530,0
ESTAÇÃO: MIRAÍMA													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
<b>Máxima</b>	189,0	198,0	326,0	351,0	174,0	229,0	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
<b>Mínima</b>	12,0	18,0	36,0	25,0	13,0	3,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
<b>Média</b>	67,8	108,2	181,2	155,6	97,3	59,8	20,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	691,0
ESTAÇÃO: AMONTADA													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
<b>Máxima</b>	141,0	23402	366,0	260,0	184,6	61,2	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	-
<b>Mínima</b>	23,3	81,2	91,5	25,0	1,2	9,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	-
<b>Média</b>	83,9	129,4	223,6	127,9	74,0	38,1	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,5	702,0
ESTAÇÃO: ITAPAGÉ													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
<b>Máxima</b>	372,3	330,7	469,1	366,5	383,5	160,39	105,4	30,0	22,4	27,7	62,0	148,8	-
<b>Mínima</b>	**	14,0	10,0	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-
<b>Média</b>	72,1	126,5	212,5	176,6	117,5	44,9	17,1	3,7	3,4	1,7	3,1	25,5	805,0

FONTE: OLIVEIRA (2002). \*\* Sem dados.

TABELA 3 - PERFIL DAS PRECIPITAÇÕES NOS MUNICÍPIOS DE ITAPIPOCA E IRAUÇUBA, NO PERÍODO DE 1995 A 2000. AS GRANDES ANOMALIAS NOS ANOS DE 1997 E 1998 DEVEM-SE AO FENÔMENO DO *EL NIÑO*, QUE OCORREU NESSE PERÍODO

Município	Precipitação pluviométrica (mm)						
	Média	Observada (com a respectiva diferença)					
		1995	1996	1997	1998	1999	2000
Itapipoca	1.130,4	1.537,6	1.554,1	674,6	915,8	1.101,3	1.039,1
		(407,2)	(423,7)	(- 455,8)	(- 214,6)	(- 29,1)	(- 91,3)
Irauçuba	539,5	496,4	627,3	263,3	130,3	336,8	735,8
		(- 43,1)	(87,8)	(- 276,2)	(- 409,2)	(- 202,7)	(196,3)

FONTE: IPLANCE (1998 e 2001).

### 3.1.4.2 Hidrologia de superfície

A área de estudo está inserida no contexto da Bacia Hidrográfica do Litoral. Segundo LEITE et al. (1997), esta bacia é composta pelas bacias dos Rios Aracatiaçu, Mundaú, Aracati Mirim, Trairi e Zumbi, drenando uma área de aproximadamente 8.619 km<sup>2</sup>. O Rio Aracatiaçu, com 181 km de extensão constitui seu mais importante curso natural, tendo nos Rios Missi e Pagé seus principais afluentes. Os principais reservatórios são o Açude São Gabriel, no Município de Irauçuba, com capacidade de 4.610.000 m<sup>3</sup>; e os Açudes Poço Verde e Quandu,

no Município de Itapipoca, com capacidades de 13.657.999 e 4.699.999 m<sup>3</sup>, respectivamente (IPLANCE, 2001).

A rede hidrográfica reflete diretamente as condições climáticas da região, com rios e riachos intermitentes, ou seja, apresentam fluxo somente na estação chuvosa. O padrão de drenagem dominante varia de dendrítico a subdendrítico, mostrando-se fortemente controlado por fatores estruturais em alguns locais. O caráter intermitente da drenagem faz com que na estação seca os cursos d'água são interrompidos e os leitos dos rios e riachos secam por completo, ocasionando ainda o rebaixamento significativo do nível freático. Os principais cursos de água que cortam a área de estudo são os Rios Aracatiaçu, Missi, Itapagé, Cruxati, Riachão, com destaque também para os Riachos Tabocas e Sororó, nos quais existem ocorrências de fósseis de megafauna. A área também apresenta algumas lagoas, com destaque para a Lagoa do Borzeguim, em Itapipoca.

**O Balanço Hídrico**, para os Municípios de Irauçuba e Itapipoca, está representado na tabela 4, onde P é a precipitação média anual e ETR a evapotranspiração real anual, obtida a partir da evapotranspiração potencial ETP. O excesso de água está representado por I + R, onde I é a parcela de água que infiltra e que poderá constituir a recarga do suprimento de água subterrânea, e R o escoamento superficial. As magnitudes de ambas dependerão das feições topográficas e da constituição litológica e pedológica da região.

TABELA 4 - BALANÇO HÍDRICO DE IRAUÇUBA E ITAPIPOCA

<i>Município</i>	<i>P (mm)</i>	<i>ETR (mm)</i>	<i>I + R (mm)</i>
Irauçuba	503,6	473,5	0,0
Itapipoca	1.073,8	687,8	286,1

FONTE: SOUZA FILHO (1999)

### 3.1.4.3 Hidrogeologia

Conforme já relatada anteriormente, a geologia local e regional é composta essencialmente por rochas cristalinas de idade pré-cambriana. Essa monotonia é quebrada somente ao longo dos rios e riachos onde ocorrem depósitos aluviais. SOUZA FILHO (1999), apresenta o resultado de um levantamento hidrogeológico na Folha Irauçuba, tendo sido catalogados 133 poços tubulares, perfurados desde a década de 1930 até 1995, além de 11 fontes naturais e alguns poços amazonas. Esses dados foram organizados pelas grandes unidades geológicas mapeadas e os resultados subsidiaram a elaboração de um mapa

hidrogeológico, construído sobre uma base geológica simplificada. Para a área de estudo alguns parâmetros gerais são apresentados a seguir, com as respectivas análises daquele autor:

- **Aqüíferos predominantes:** fraturamentos e aluviões;
- **Vazões:** as mais freqüentes oscilam entre 1,0 e 2,0 m<sup>3</sup>/h;
- **Nível Estático:** os mais freqüentes oscilam entre 5 e 10 m, sendo que os mais profundos encontram-se entre 25 e 30 m;
- **Nível Dinâmico:** os mais freqüentes oscilam entre 40 e 50 m;
- **Entradas de água:** a profundidade mínima mais freqüente das entradas de água oscila entre 0 e 10 m, e a máxima entre 20 e 30 m. O número mais freqüente de entradas d'água encontradas num poço é 2;

No âmbito da deformação rúptil, responsável pela geração de falhas, juntas e fraturas, de significativo interesse para captação de água subterrânea, aconteceram vários eventos deformacionais, destacando-se aqueles relacionados aos pulsos mais tardios do evento tectono-termal Brasileiro (500 m. a.) e um domínio tectônico predominantemente extensivo, que remonta ao evento de abertura do Oceano Atlântico, iniciado no Juro-Cretáceo e com reflexos até os dias de hoje. Suas principais características, em termos de estruturas, são os grandes lineamentos oceânicos E-W que ingressam no continente ou reativam falhamentos continentais de mesma direção, e, em termos litológicos, os diques e derrames de rochas básicas, a formação de bacias sedimentares transtensionais (Iguatu, Apodi, Araripe e as bacias da plataforma continental) e os corpos subplutônicos terciários, de caráter alcalino, encontrados, principalmente, próximo à faixa costeira e na região de Fortaleza, CE.

As condições de armazenamento são vinculadas ao tipo litológico, considerando duas grandes classes: coberturas sedimentares e rochas cristalinas. Na primeira os sedimentos clásticos assumem um papel de extrema importância, pois são os grandes armazenadores e fornecedores de água subterrânea, caracterizando os aquíferos, na sua concepção básica. Nas rochas cristalinas, o fator fundamental é o grau de fraturamento. As condições de recarga estão ligadas diretamente ao índice de infiltração a partir, principalmente, da precipitação pluviométrica e, subordinadamente, dos rios e espelhos d'água existentes. Assim, fatores como tipo e espessura de solos e coberturas, tipo e densidade de vegetação, nível de insolação, etc., tornam-se pertinentes no dimensionamento das condições de recarga de uma determinada área.

### 3.1.5 Principais classes de solos

Segundo IPLANCE (1998), na área de estudo ocorrem predominantemente três classes de solos, conforme mapeamento na escala de 1:500.000, com a devida correspondência para a classificação de EMBRAPA (1999) e suas definições: os **Solos Podzólicos Vermelho-Amarelo (Argissolos)**; os **Solos Litólicos Eutróficos (Neossolos Litólicos)**; os **Planossolos Solódicos (idem)** e os **Solos Aluviais (Neossolos Flúvicos)**. Nos parágrafos seguintes apresenta-se um detalhamento desses solos, com caracterização de uso e restrições conforme o primeiro autor citado e definições conforme o segundo. Devido não haver mapas de solos em escala compatível com a geologia descrita, optou-se por esta descrição.

Os *Solos Podzólicos Vermelho-Amarelo (Argissolos)* compreendem aqueles constituídos por material mineral, com argila de atividade baixa e horizonte B textural (Bt), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico, sem apresentar contudo, os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Alissolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos. São de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenado, de cores avermelhadas ou amareladas e mais raramente, brumados ou acinzentados.

Possuem elevado potencial para o uso agrícola, com restrições quanto ao relevo, pedregosidade, alta susceptibilidade à erosão e deficiência hídrica. Necessitam do uso de práticas de conservação (quando em áreas com declividade superior a 15%) e adubação complementar. Ocorrem como solos avermelhados nas serras, pés-de-serra de parte do sertão. São normalmente utilizados com culturas cíclicas (milho, feijão e mandioca), algodão, mamona, café, fruticultura (manga, banana, caju, côco, etc.) e pastagens (natural e plantada). No Maciço de Uruburetama as áreas de declividade acentuada constituem uma forte restrição agrícola (OLIVEIRA, 2002).

Os *Solos Litólicos Eutróficos (Neossolos Litólicos)* são solos que incluem todos aqueles que apresentam um contato lítico dentro de 50 cm da superfície do solo. Apresentam um horizonte A ou O hístico, com menos de 40 cm de espessura, assente diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões). Admite um horizonte B, em início de formação, cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico.



Na maior parte da área, segundo OLIVEIRA (2002), são solos pouco evoluídos, com um perfil escassamente desenvolvido e/ou erosionado, sendo esses últimos o principal fator determinante de sua presença de estudo onde na sua grande maioria, aparecem vinculados a existência de um contato lítico próximo a superfície. Predominam o tipo eutrófico, que embora sejam portadores de alta fertilidade natural, possuem fortes restrições quanto à profundidade efetiva, presença de pedregosidade e/ou rochosidade, deficiência hídrica e declividade elevada (>25%). Estão dispersos por todo o Estado do Ceará e são utilizados para plantação de milho, feijão, algodão e pecuária extensiva.

Os *Planossolos Solódicos* são solos constituídos por material mineral com horizonte A ou E seguido de horizonte B plânico, possuindo ainda horizonte plíntico, desde que não satisfaça os requisitos para Plintossolo, e também apresente horizonte glei, desde que coincida com o horizonte B plânico ou ocorra abaixo do mesmo.

Na área de estudo, segundo OLIVEIRA (2002), são solos mais representativos nas planícies e/ou superfícies de pedimentação que conformam a denominada Depressão Sertaneja. Esses solos, em geral, apresentam-se fortemente antropizados (dedicados essencialmente à pecuária), com escassa ou nula cobertura vegetal, afetados de uma intensa erosão hídrica laminar que tem favorecido um enriquecimento em areias nos horizontes superficiais, moderadamente pedregosos e normalmente carentes de afloramentos rochosos.

Apresentam severas restrições ao uso agrícola pela ocorrência de encharcamentos no período chuvoso e ressecamentos no período de estiagem, alta susceptibilidade à erosão, dificuldade de penetração das raízes, risco de salinização e/ou alcalinização e de deficiência hídrica. Ocorre predominantemente no Município de Itapipoca, mas há boas representações em Irauçuba. São normalmente utilizados com cultivo de algodão arbóreo e herbáceo; pastagem artificial e natural e, mais comumente, com o extrativismo da carnaúba.

Os *Solos Aluviais (Neossolos Flúvicos)* são derivados de sedimentos aluviais com horizonte A assente sobre o horizonte C, constituído de camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si, apresentando ambos ou um dos seguintes requisitos:

- a) Possuir um decréscimo irregular do conteúdo de carbono orgânico em profundidade, dentro de 200 cm da superfície do solo;
- b) Possuir camadas estratificadas em 25% ou mais do volume do solo, dentro de 200 cm da superfície do solo.

São portadores de elevado potencial agrícola, propício à irrigação, desde que devidamente controlada, face ao risco de salinização. São usados principalmente com culturas

cíclicas (milho, feijão, etc.), mas também com fruticultura, cana-de-açúcar, algodão e até pastagens. Trata-se de um grupo de solos amplamente representado, tanto na Serra de Uruburetama, como nas Depressões Sertanejas.

De forma geral, segundo OLIVEIRA (2002), apresenta uma seqüência de horizonte AC com fraca diferenciação morfológica e uma marcada heterogeneidade textural entre seus horizontes, apresentando freqüentes descontinuidades litológicas. Seus perfis evidenciam uma clara estratificação e/ou uma distribuição irregular de matéria orgânica com a profundidade. Em cotas elevadas sua extensão é muito reduzida e nas áreas de Depressão Sertaneja, em sua quase totalidade aparecem ocupados por diferentes cultivos, como milho, arroz, mandioca, cana-de-açúcar e/ou espécies forrageiras, como o capim. Sua fertilidade é muito variável, ainda que existam alguns relativamente férteis. Há alguns apresentando problemas relacionados com a presença de sais e/ou sódio em quantidade excessivas para maioria dos cultivos, principalmente nas proximidades do Município de Irauçuba.

### 3.1.6 Cobertura vegetal

A área de estudo está inserida no contexto do Bioma Caatinga, nas Ecorregiões da Caatinga e dos Brejos Nordestinos, de acordo com a classificação adotada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (ARRUDA, 2001). Entende-se por Ecorregião como *“um conjunto de comunidades naturais, geograficamente distintas, que compartilham a maioria de suas espécies, dinâmicas e processos ecológicos, e condições ambientais similares, que são fatores críticos para a manutenção de sua viabilidade a longo prazo”* (DINNERSTEIN, 1995 apud ARRUDA, op cit). No entanto, a composição vegetal local encontra-se intrinsecamente subordinada às variações do relevo, solo e teor de umidade. Dentro desse contexto, adotou-se a classificação de OLIVEIRA (2002) para caracterização da vegetação da área de trabalho, a serem apresentados nos parágrafos seguintes:

“A localização equatorial da Serra de Uruburetama, unida a sua considerável altitude e proximidade com a costa do Atlântico, têm possibilitado que nela se encontrem representadas algumas das formações vegetacionais mais características e opostas, fisionômica e ecologicamente falando, dentre as que se desenvolvem no contexto intertropical do planeta. Tal diversidade, surpreendente no âmbito de litologia tão homogênea e de aridez tão acentuada como a do Sertão brasileiro, tem sua origem na diferenças climáticas que

estabelecem entre seus territórios devido a altitude da dorsal (superior aos 1.000 m), sua disposição e sua proximidade com a costa do Atlântico. Características que em conjunto determinam grandes diferenças de umidade entre as vertentes orientadas a barlavento, aonde as condições de umidade chegam a ser muito elevadas, e as situadas a sotavento, muito mais secas.”

“Assim, nessa região aparecem paisagens dominadas por formações vegetacionais tão diversas, como os *bosques de chuvas tropicais*, densos, estratificados e permanentemente verdes; *bosques tropicais-subtropicais*, de caráter semi-caducifólio e igualmente estratificados e *bosques esclerofilos caducifolios intertropicais*, estes com formações de fisionomia muito heterogêneas (arbóreas, arbóreo-arbustivas ou arbustivas) e que se agrupam sob a denominação genérica de *caatingas*; e finalmente, nos setores de muita aridez, as *estepes ou pradarias gramineolenhosas xerofíticas*, com abundantes cactáceas.”

“Além destas, que podem ser classificadas ou consideradas como *climáticas ou climatófilas*, e suas correspondentes etapas seriais (formações secundárias), amplamente representadas na área de estudo, devido à degradação antrópica dos ecossistemas originais, há de se destacar a presença na área de algumas outras formações vegetacionais cuja origem não está relacionada com o clima, mas com a influência de certas características ou condicionantes ecológicos de incidência pontual ou local e natureza diversa (estrutural, geomorfológica, edafológica, litológica, etc.). Comunidades vegetais perfeitamente diferenciadas das primeiras e que se pode agrupá-las sob a denominação genérica de *formações ou séries geomorfófilas* (freatófilas, edafófilas, etc.). É o caso dos palmeirais hidrofiticos conhecidos na região como carnaubais, de grande importância e representatividade na área de estudo. Uma síntese dos tipos vegetacionais da Região de Uruburetama é apresentada na tabela 5.”

“A denominação *Mata Úmida* se utiliza como referência a formações vegetais de caráter plúvio-nebular, ou seja, autênticos bosques de chuvas tropicais. Em geral, se trata de lugares inseridos em grandes altitudes ou relativamente próximos ao Atlântico e situados na trajetória dos fluxos úmidos que dele provêm, penetrando o interior do continente e ao colidir com as ladeiras dessas serras, ascendem e descarregam sua umidade nas zonas mais elevadas, tanto em forma de descargas orográficas como névoas densas e persistentes, que se formam ao amanhecer, se mantendo até a chegada do sol. Como consequência disso, esses lugares gozam de uma excepcional umidade ambiental e edáfica durante todo o ano, a qual é responsável pela subsistência desses bosques.”

TABELA 5 - TIPOS DE FORMAÇÕES VEGETACIONAIS PRESENTES NA REGIÃO DA SERRA DE URUBURETAMA

TIPO	CARÁTER	DENOMINAÇÃO	ESPÉCIES CARACTERÍSTICAS
C L I M A T Ó F I L A S	<i>Higrófilo Perenifólio</i> Arbóreo, Arbóreo-Arbustivo	Mata Úmida	Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> ) Ingá ( <i>Inga fagifolia</i> ) Bálsamo ( <i>Myroxylon peruiferum</i> ) Freijorge ( <i>Cordia trichotoma</i> ) Babaçu ( <i>Orbignyia martiana</i> )
	<i>Mesófilo Semi-Caducifólio</i> Arbóreo, Arbóreo-Arbustivo	Mata Seca	Barriguda ( <i>Ceiba glaziovii</i> ) Pau d'arco amarelo ( <i>Tebebuia serratifolia</i> ) Mulungu ( <i>Erythrina velutina</i> ) Aroeira ( <i>Astronium urundeuva</i> ) Pau d'arco roxo ( <i>Tebebuia impetigosa</i> ) Torém ( <i>Cecropia sp.</i> )
	<i>Xerófilo Escleromorfo</i> Caducifólio	Caatinga	Juazeiro ( <i>Zizyphus joazeiro</i> ) Catingueira ( <i>Cesalpinia bracteosa</i> ) Sabiá ( <i>Mimosa cesalpinifolia</i> ) Mofumbo ( <i>Combretum leprosum</i> ) Pau branco ( <i>Auxema onocalyx</i> ) Jucá ou Pau ferro ( <i>Cesalpinia férrea</i> ) Jurema branca ( <i>Mimosa verrucosa</i> ) Jurema preta ( <i>Mimosa hostilis</i> )
G E O M O R F Ó F I L A S	<i>Freatófilo</i> Arbóreo, Arbóreo-Arbustivo	Mata Ciliar (Flúvio-marginal)	Oiticica ( <i>Licania rigida</i> ) João Mole ( <i>Pisonea sp.</i> ) Pajaú ( <i>Triplaris gardneriana</i> ) Guapiru ( <i>Sapium lanceolatum</i> ) Jaramataia ( <i>Vitex gardneriana</i> )
	<i>Edafo-Hidrófito</i> (Geomorfófilo) Arbóreo-Arbustivo	Carnaubais (Palmeirais hidrofilicos)	Carnaúba ( <i>Copernicia prunifera</i> ) Marmeleiro ( <i>Croton sp.</i> )

FONTE: OLIVEIRA (2002) – Adaptado.

“As *Matas Secas* são formações arbóreas boscosas, igualmente constituídas por vários estratos, porém mesclando elementos caducifólios e perenifólios. São menos exigentes que as *Matas Úmidas*, no que diz respeito à umidade, porém se distinguem das *Caatingas*, pela sua fisionomia e composição florística. Na área de estudo, essas formações se distribuem nas encostas dos maciços residuais, ocupando territórios de ladeira. No entanto, seus limites altitudinais variam ostensivamente no contexto da Serra, dependendo da vertente (setentrional ou meridional), em função da influência da umidade vinda do Atlântico.”

“A *Caatinga* é composta por formações muito diferentes entre si, porém todas elas constituídas por espécies caducifólias, como resposta às condições de maior secura, em relação às formações anteriores. Em geral, se apresentam como formações arbóreas

dominadas por elementos de mediano porte, entre os quais se desenvolvem diversas espécies arbustivas, em sua maior parte espinhosas, e numerosas cactáceas, destacando as de estrutura colunar. Em zonas pouco alteradas, podem se apresentar muito densas e praticamente impenetráveis.”

Ainda sobre a Caatinga, RODAL e SAMPAIO (2002) estabelecem que ela é o tipo de vegetação que cobre a maior parte da área com clima semi-árido da Região Nordeste do Brasil. Para os autores, as plantas não têm características uniformes nesta vasta área, mas cada uma destas características e as dos fatores ambientais que afetam as plantas são distribuídos de tal modo que suas áreas de ocorrência têm um grau de sobreposição razoável. Basicamente seriam três as características comuns:

- 1) Vegetação que cobre uma área mais ou menos contínua, submetida a um clima quente semi-árido, bordado por áreas de clima mais úmido;
- 2) Vegetação com plantas que apresentam características relacionadas a adaptações a deficiência hídrica (caducifólia, herbáceas anuais, suculência, acúleos e espinhos, predominância de arbustos e árvores de pequeno porte, cobertura descontínua de copas);
- 3) Flora com algumas espécies endêmicas a esta área semi-árida e outras que ocorrem nesta área e em outras áreas secas, mais ou menos distantes, mas não correm nas áreas mais úmidas que fazem limite com o semi-árido.

“As *Matas Ciliares* são formações que aparecem associadas às ribeiras ou bacias fluviais e aparecem escassamente representadas na área de trabalho. Sua máxima representatividade se dá em determinados enclaves da Depressão Sertaneja, formando pequenos bosques de galeria residuais. Já os *Carnaubais* são formações típicas do âmbito da Depressão Sertaneja, mais precisamente vinculadas a determinadas planícies e pequenas depressões afetadas por inundações estacionais, denominadas “baixadas”, aonde o elevado conteúdo de argila dos solos limitam consideravelmente a drenagem e determinam períodos de hidromorfia mais ou menos prolongados, porém não permitindo o desenvolvimento de espécies da Caatinga, provavelmente pela notável riqueza em sódio desses solos.”

Sobre as Matas Úmidas, as Matas Secas e os palmeirais, além de outras, FERNANDES (1998) esclarece que essas formações são acantonamentos de alguns tipos particulares de vegetação que ocorrem dentro dos limites da *Província Fitogeográfica da Caatinga*, as quais lhe são aparentemente estranhos. O referido autor se refere a esses tipos de vegetação como *Formações Residuais*, também conhecidos no meio acadêmico por

enclaves. Uns têm origem local e outros procedem da dispersão de espécies que se constituem em manchas vegetacionais, bem representativas por seus componentes florísticos.

### 3.1.7 Considerações sobre a fauna

A composição faunística da área de estudo, bem como de todo o Estado do Ceará, pode ser considerada como sobrevivente da implacável perseguição imposta por quatro séculos de ocupação do território cearense pelo homem branco. No Ceará, os estudos faunísticos na parte continental ainda são muito incipientes, generalizados e restritos a projetos específicos, como os diagnósticos de unidades de conservação, não havendo inventários detalhados, estudos zoogeográficos, nem muitas coleções de referência representativas. Normalmente as publicações quando tratam do assunto se limitam apenas a apresentar uma lista de animais, predominantemente vertebrados, contendo o nome popular e a denominação científica. Estas listas geralmente são obtidas principalmente através de rápidas observações de campo e por entrevistas com moradores rurais, que caçam muitas espécies para a sua sobrevivência.

Segundo PAIVA e CAMPOS (1995), a fauna nordestina era abundante e rica em espécies. A intensificação da semi-aridez levou ao desaparecimento daquelas de maior porte, das mais frágeis e mais sedentárias, subsistindo as mais resistentes e de maior distribuição geográfica. Isto determinou um longo processo de subtração de espécies, com poucas adições. A semi-aridez condiciona a distribuição da fauna nordestina. Durante o estio anual, conhecido como “verão”, muitos animais abandonam a região, voltando na época das chuvas, ou então quando amadurecem os frutos, em busca das sementes. Os animais são essencialmente noturnos, fugindo da insolação diurna.

Ainda segundo aqueles autores, em decorrência da açudagem foram criados refúgios para a vida selvagem no Nordeste do Brasil. Na dependência dos açudes vive hoje quase toda a fauna de vertebrados terrestres, protegidos contra os rigores das épocas sem chuvas. As espécies de animais terrestres que apresentam maior abundância de indivíduos, são as que têm mobilidade suficiente para fugir do meio hostil, pela carência d’água, regressando com chegada das chuvas, quando as condições da flora se tornam mais convidativas à vida selvagem.

Alguns estudos históricos dão uma idéia da fauna do Ceará. ROCHA (1948) relacionou 74 espécies de mamíferos terrestres como integrantes da fauna cearense, além de

223 espécies de aves, não considerando aquelas que são marinhas, com ocorrências conhecidas em nosso estado. PAIVA (1973), num ensaio sobre a distribuição e abundância de mamíferos no Ceará, apresenta as seguintes conclusões sobre os mamíferos terrestres (acrescentou-se à lista as respectivas denominações científicas):

- a) **Extintos:** macaco capelão (*Allouata* sp.); anta (*Tapirus terrestris*) e tatu canastra (*Priodontes maximus*);
- b) **Praticamente extintos:** guariba preto (*Allouata* sp.); onça pintada (*Panthera onca*); quati (*Nasua nasua*); capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*); tamanduá-bandeira (*Tamandua trydactyla*) e preguiça (*Bradypus* sp.);
- c) **Ameaçados de próxima extinção:** guará (*Chrysocyon brachyurus*); papa-mel (*Eira barbara*); punaré-de-espinho (*Thrichomys* sp.); fura-côco (*Sciurus* sp.); quando (*Coendou prehensilis*); paca (*Agouti paca*); cutia (*Dasyprocta prymnolopha*); queixada (*Tayassu pecary*); caititu (*Tayassu tajacu*); veado capoeiro (*Mazama* sp.) e tatu-bola (*Tolypeutes matacus*);
- d) **Sob ameaça de extinção:** macaco-prego (*Cebus apella*); onça sussuarana (*Puma concolor*); gato murisco (jaguarundi) (*Herpailurus Yagouaroundi*); maracajá-açu (*Leopardus* sp.); maracajá-mirim (*Leopardus* sp.); maracajá pintado (*Leopardus* sp.); pixuna (*Bolomys lasiurus*); veado garapu (*Mazama* sp.) e tamanduá-mirim (mambira) (*Tamandua tetradactyla*);
- e) **Abundantes:** sagüi (*Callithrix jacchus*); furão (*Galictis cuja*); guaxinim (*Procyon cancrivorus*); rato-do-mato (*Oryzomys* sp.); punaré (*Thrichomys* sp.); rato-de-cana (*Oryzomys* sp.); mocó (*Kerodon rupestris*); tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*) e tatu verdadeiro (*Dasyopus novemcinctus*);
- f) **Muito abundantes:** raposa (*Cerdocyon thous*) e preá (*Galea spixii*).

Uma peculiaridade da fauna de vertebrados do Ceará é o fato dela possuir espécies (ou ter possuído) que também ocorrem em outros biomas brasileiros, como a Amazônia e o Cerrado. A compreensão deste fato está ligada diretamente aos estudos zoogeográficos, que, como falamos anteriormente, é escasso no Ceará. Alguns desses animais, ainda comuns naqueles biomas, já se encontram extintos no Ceará, como, por exemplo, a ema, a anta, o tamanduá-bandeira, o tatu-bola, o tatu canastra, a capivara e o lobo guará (BRASIL, 1863; BRAGA, 1962). A capivara foi reintroduzida no estado, em uma fazenda conservacionista do Município de Quixeramobim e há notícias do lobo guará no Município de Araripe, dadas pela

população rural. Atualmente toda a fauna de vertebrados do Ceará é o que sobrou de dois grandes eventos de extinção regional, um geohistórico e outro histórico.

O evento geohistórico, ainda não elucidado definitivamente, é exatamente aquele que causou a extinção da megafauna quaternária, a qual é tema deste trabalho, que teria tido seu ápice no final da Época Pleistoceno, a cerca de 10 mil anos antes do presente (CARTELLE, 1994). No entanto, não é descartada a possibilidade de que alguns espécimes da megafauna tenham avançado até 6 ou 5 mil anos, já no domínio do Holoceno, a nossa época geológica atual. Alguns dos animais que vivem hoje no Brasil (e possivelmente até todos eles) foram contemporâneos dos animais da megafauna. MELLO (1989), descrevendo fósseis de Itapipoca, identificou restos de raposa (*Cerdocyon Thous*), queixada (*Tayassu pecari*), veado catingueiro (*Mazama gouazoubira*) e o veado campeiro (*Ozotoceros bezoarticus*) em um mesmo depósito fossilífero contendo restos de eremotérios (*Eremotherium laurillardi*), notrotérios (*Nothrotherium maquinense*), mastodontes (*Haplomastodon waringi*), gliptodontes (*Glyptodon* sp.) e tigres dentes-de-sabre (*Smilodon populator*), principais elementos da megafauna extinta.

A raposa ainda existe em abundância no Ceará; o queixada, uma espécie de porco do mato ainda muito comum na Amazônia, existiu até pouco tempo no Ceará, tendo sido extinto do território cearense já no século XX; o veado catingueiro ainda existe no Ceará e o veado campeiro, que ocorre hoje predominantemente na porção central do Brasil, não havendo registro para o Ceará na nossa época histórica, tem um registro paleontológico no estado, mostrando uma distribuição paleozoogeográfica dessa espécie.

O evento histórico de extinção tem início com a chegada dos invasores europeus (franceses, holandeses e portugueses), nos Séculos XVI e XVII, e continua até hoje. A ocupação do território cearense pelos portugueses, os “donos” da colônia brasileira, teve início oficialmente em 1603, inicialmente para expulsar os franceses instalados na região da Ibiapaba, depois para iniciar a colonização propriamente dita. A estratégia utilizada pelos portugueses foi a de introduzir criações de gado, penetrando no sertão gradativamente. Devido às adversidades do clima, que não permitia o desenvolvimento satisfatório da cana-de-açúcar, principal elemento da economia da colônia na época e muito bem instalada em Pernambuco, o território cearense ofereceu dificuldades de suprimento de água, tanto para agricultura como para o próprio estabelecimento de povoações brancas.

À medida que o colonizador branco avançava pelo sertão provocava um impacto ambiental de dimensões assombrosas, através da derrubada de florestas para instalação de



pastos, dizimação dos indígenas e da prática da caça em grande escala, que consistia em um suprimento de carne permanente. BRASIL (1859) já chamava atenção sobre o legado de problemas que a prática da derrubada de matas causaria para as gerações futuras. Com relação aos nativos, a perseguição e discriminação eram implacáveis, cujo objetivo maior era destruir o modelo social indígena, que aos olhos dos colonizadores eram um obstáculo à exploração econômica do ciclo do gado, chegando ao absurdo de, em 1863, o então Presidente da Província do Ceará, José Bento da Cunha Figueiredo Júnior, apresentar um relatório à Assembléia Legislativa Provincial, declarando extinta a população indígena do Ceará (CORDEIRO, 1989).

Essas atividades, nos primeiros duzentos anos da colonização, foram responsáveis por uma mudança radical nas condições ambientais do nosso estado, como diminuição da pluviosidade, assoreamento de rios e riachos, perda de nascentes, a quase extinção total dos nativos, a extinção total de algumas espécies animais e a colocação de muitas outras em estado de perigo de extinção. É possível que muitas espécies animais e vegetais tenham desaparecido nos últimos quatrocentos anos, sem ter chegado ao conhecimento da ciência, pois a descoberta de espécies novas ainda é possível nos dias de hoje, como se fez recentemente na região da Chapada do Araripe, onde se descobriu uma nova ave do gênero *Antilophia*, conhecida popularmente como soldadinho (COELHO e SILVA, 1998).

Seguindo a tradição das listas generalizadas, sem a pretensão de ser um inventário científico, apresenta-se a seguir uma síntese da fauna de vertebrados da área de estudo, construída a partir da informação de camponeses caçadores, bastante experientes na identificação informal (não científica) das espécies:

- a) **Mamíferos:** raposa, guaxinim, veado catatingueiro, gato maracajá, soim, peba, tatu, rato-do-mato, preá e cassaco. As raposas são muito comuns, encontrando-se quase que diariamente indivíduos atropelados nas estradas asfaltadas. Os pebas e tatus também mantêm uma população razoável, pois são caçados com frequência pelos moradores rurais, constituindo-se numa fonte de proteína muito utilizada. Entre os pequenos mamíferos (roedores e marsupiais) o número de espécies deve ser muito variado, pois as diferenças taxonômicas só podem ser identificadas por especialistas.
- b) **Aves:** várias espécies de passarinhos e aves de médio porte, como urubus, carcarás, gaviões, e, mais raramente, seriemas.
- c) **Répteis:** várias espécies de serpentes, com destaque para cascavel, jararaca, coral, cobra-de-cipó, mussurana (cobra preta) e jibóia (cobra-de-veado); muitos tipos de

pequenos lagartos, que vivem nas rochas, iguana (camaleão), tejo e cágado, estes inclusive habitam os tanques naturais, quando cheios de água.

**d) Anfíbios:** cururu, jia, e vários tipos de pequenos sapos, rãs e pererecas.

**e) Peixes:** observou-se pequenos peixes, do tipo ornamental, em lagoas, nascentes e nos tanques naturais, mas não se obteve nenhuma identificação informal.

### 3.1.8 Caracterização socioeconômica

#### 3.1.8.1 População

Segundo OLIVEIRA (2002), Em geral, entre a população sertaneja da área de trabalho as principais características são o baixo nível cultural, que afeta a maioria de seus habitantes, e o escasso desenvolvimento industrial e tecnológico de que desfrutam. Isto faz com que, em sua maior parte, a população se encontre vinculada ao meio rural e dependa basicamente do que proporciona a terra. Assim, em geral, as bases de sua economia são as atividades agroflorestais e pecuárias, o que leva, logicamente, a um uso intensivo da terra e uma forte aos recursos naturais. Para os aspectos socioeconômicos desta pesquisa, optou-se por caracterizar apenas os Municípios de Irauçuba e Itapipoca, nos quais se localizam as duas áreas pilotos trabalhadas.

Segundo IBGE (2003), pelos dados do Censo Populacional de 2000, a população do Município de Irauçuba até aquele ano era de 19.560 habitantes, sendo 9.907 homens e 9.653 mulheres. Do total geral, os residentes alfabetizados (com 10 anos de idade ou mais) somavam 9.280 pessoas, representando 47,44% da população do município. O número de eleitores registrados era de 12.940. Já no Município de Itapipoca, a população total era de 94.369 habitantes, sendo 47.586 homens e 46.783 mulheres. Do total geral, os residentes alfabetizados somavam 50.656 pessoas, representando 53,68% da população do município. O número de eleitores registrados era de 57.625.

#### 3.1.8.2 Principais atividades econômicas

A economia do Município de Irauçuba é bastante limitada, sendo formada predominantemente pela agricultura, pecuária, ambos de subsistência, e pelo comércio, concentrado na sede municipal. Não há indústrias nem agências bancárias, o setor de serviços

é praticado basicamente em nível de subsistência, com exceção de serviços públicos (correio, etc.). O município sobrevive principalmente com os recursos do Fundo de Participação dos Municípios (FPM), que pelo Censo 2000 (IBGE, op cit.) tinha uma média de R\$ 22.377,72, além da arrecadação do Imposto Territorial Rural (ITR), Imposto sobre Serviços (ISS) e Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU). Outra fonte de recursos muito importante para o município tem sido o dinheiro dos aposentados rurais, que dão um bom movimento ao comércio local de gêneros de primeira necessidade.

De uma maneira geral o município é muito pobre e não oferece muitas opções de trabalho para sua população. Uma exceção é o artesanato de renda, com a produção de redes, toalhas, de mesa, roupas femininas, acessórios para decoração doméstica, etc. toda a produção é vendida em um pólo artesanal improvisado, à beira da rodovia que corta o município (BR-222). Apesar dessa atividade já existir a alguns anos, não há dados estatísticos sobre volume da produção e venda, nem sobre o impacto na economia do município. Sabe-se, através dos próprios artesãos, que uma boa parte da produção é vendida para comerciantes em Fortaleza.

Já o Município de Itapipoca possui uma economia mais dinâmica, com uma boa produção agrícola (grãos e algumas frutas), pecuária (bovinos e caprinos) e extrativismo (carnaúba); comércio desenvolvido, com grandes lojas de produtos variados, feira livre uma vez por semana e até um *shopping center*, porém tudo concentrado na sede municipal; algumas indústrias, destacando-se uma grande fábrica de derivados de côco e um pólo calçadista; o setor de serviços é bem servido, com duas agências bancárias, várias clínicas médicas e odontológicas particulares, atividades de manutenção em geral, transporte, serviços domésticos e diversão e lazer. O turismo, concentrado na parte litorânea do município, é um destaque na economia. Os recursos do Fundo de Participação dos Municípios (FPM), pelo Censo 2000, tinha uma média de R\$ 59.025,26. A arrecadação de impostos é bastante significativa, além do reforço sempre importante do dinheiro dos aposentados rurais. o município é bastante movimentado economicamente e oferece a sua população razoáveis oportunidades de trabalho, tanto direto como indireto.

Segundo OLIVEIRA (2002) os principais fatores limitantes, tanto para a agricultura como para a pecuária, são a irregularidade das precipitações e a limitada disponibilidade de águas subterrâneas. Isso constitui um sério problema para os habitantes locais, já que provocam situações bastante difíceis de suportar ou de superar, como nos anos em que o total da precipitação anual não se distribui regularmente ao longo da estação chuvosa, concentrando-se num curto intervalo de tempo, as chamadas “secas verdes”, com

repercussões negativas sobre a agricultura e pecuária desses lugares afetados, ou situações muito mais graves, como as vinculadas à irregularidade interanual das precipitações que, periodicamente (cada 8 ou 10 anos), dão lugar ao aparecimento de intensas “secas”, de efeitos devastadores, com repercussões desastrosas sobre a economia regional e a população rural.

De uma maneira geral, ambos os municípios dependem da forte presença do governo estadual para alavancarem suas economias, seja pela distribuição de insumos, como, por exemplo, as sementes aos agricultores, durante a estação chuvosa, como pelos incentivos fiscais, para que empresas se instalem em seus territórios, ou liberação de recursos públicos, como no caso do conhecido Projeto São José, um programa público que fomenta atividades comunitárias, para geração de emprego e renda, além da implantação de infra-estrutura para que as mesmas possam se realizar.

#### 3.1.8.3 Infra-estrutura

O Município de Irauçuba possui as seguintes condições de infra-estrutura, segundo o Censo 2000: a) **Saúde** – 1 hospital, com 15 leitos disponíveis e 9 unidades ambulatoriais; b) **Educação** – 62 escolas de ensino fundamental e 3 de ensino médio; c) **Abastecimento de água** – 50% das residências ligadas à rede geral de distribuição da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE; d) **Saneamento básico** – 28% das residências com algum tipo de coleta de esgoto; e) **Limpeza pública** – 44% dos domicílios têm o lixo doméstico coletado regularmente; f) **Energia elétrica** – o município é servido pela Companhia de Energia do Ceará – COELCE; g) **Comunicação** – o município é servido pela empresa de telefonia Telemar, que mantém um posto telefônico. Há 1 agência de correio e há serviço de internet disponível no município; h) **Segurança pública** – 1 delegacia com 1 viatura e efetivo de cerca de 10 homens.

O Município de Itapipoca possui as seguintes condições de infra-estrutura, também segundo o Censo 2000: a) **Saúde** – 3 hospitais, com 126 leitos disponíveis e 34 unidades ambulatoriais; b) **Educação** – 155 escolas de ensino fundamental; 6 de ensino médio e uma unidade universitária, a Faculdade de Educação de Itapipoca – FACEDI, ligada à Universidade Estadual do Ceará – UECE; c) **Abastecimento de água** – 42% das residências ligadas à rede geral de distribuição da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE; d) **Saneamento básico** – 7% das residências com algum tipo de coleta de esgoto; e) **Limpeza pública** – 39% dos domicílios têm o lixo doméstico coletado regularmente; f) **Energia**

**elétrica** – o município é servido pela Companhia de Energia do Ceará – COELCE; g) **Comunicação** – o município é servido pela empresa de telefonia Telemar, que mantém um posto telefônico. Há 2 agências de correio, serviço de internet e telefonia celular com base local; h) **Segurança pública** – 1 delegacia central, com vários postos policiais na sede e distritos, várias viaturas e efetivo com mais de 50 homens.

### 3.2 Âmbito local

#### 3.2.1 Sítios paleontológicos quaternários

A região de entorno da Serra de Uruburetama revelou-se uma área fossilífera de grande importância, tanto pela quantidade de ocorrências já registradas, como pela quantidade de peças, diversidade de espécies e boa qualidade da fossilização. Essa região não constitui uma bacia sedimentar, onde normalmente ocorrem os fósseis, mas uma série de jazigos fossilíferos isolados, do tipo tanque natural, além de lagoas e depósitos aluvionares, que no conjunto formam uma **Área Paleontológica Quaternária**, rica em fósseis da megafauna extinta. O mais antigo registro para essa região, especificamente o Município de Itapagé, é datado de 1861 (BRAGA, 1962).

Daquele ano até os dias de hoje muitas outras descobertas foram feitas, sempre da mesma maneira, ou seja, com a escavação de cacimbas nos depósitos sedimentares, para a captação de água (vide capítulo 1). Uma das mais importantes descobertas, em 1952, foi a dos tanques de João Cativo, na Fazenda Carrapato, no Município de Itapipoca, tendo seus fósseis sido escavados em 1961 pelo renomado paleontólogo Carlos de Paula Couto (*in memorium*), do Museu Nacional do Rio de Janeiro. Desse resgate paleontológico resultaram a identificação de 14 espécies, 1 gênero e 1 tribo, distribuídos em 12 famílias e 5 ordens de mamíferos da megafauna (MELLO, 1989). A mais fantástica surpresa, no entanto, foi a descoberta de uma espécie nova de preguiça gigante extinta, o *Xenocnus cearensis*, até o momento endêmica (restrita) para o Nordeste brasileiro (PAULA COUTO, 1980). Outras descobertas significativas na região estão registradas em MARINHO (1983), XIMENES (1993) e REGIONAL (2001).

XIMENES (1996) fez um dos mais completos estudos até o momento sobre as ocorrências de fósseis nessa área paleontológica, mapeando uma superfície de 64 km<sup>2</sup> numa faixa da planície fluvial do Rio Mundaú, na fronteira dos Municípios de Itapipoca e Tururu, no qual disserta sobre a formação desses jazigos, o seu preenchimento sedimentar e a

deposição dos fósseis. Nesse trabalho o autor já chama atenção sobre o grande potencial paleontológico quaternário da região adjacente à Serra de Uruburetama e sobre a questão da preservação desse patrimônio. O autor conclui ainda que, apesar dos tanques naturais estarem isolados do contexto geológico regional, eles são perfeitamente correlacionáveis entre si e possuem um significado paleoambiental de extrema importância, principalmente na transição entre as Épocas Pleistoceno – Holoceno.

Até o momento são conhecidos 15 sítios paleontológicos de megafauna na região de entorno da Serra de Uruburetama e adjacências, relacionados na tabela 5, que juntos compõem a Fauna-local Quaternária da Região Noroeste do Ceará. Não disponibilizou-se na mesma as coordenadas de localização, por motivo de proteção contra os contrabandistas de fósseis que atuam no Brasil. No entanto, existem dezenas de tanques naturais e lagoas que ainda não foram sondados e que podem revelar novos jazigos. O potencial é muito grande e necessita de um programa de pesquisa sistemático e constante.

TABELA 6 - SÍTIOS PALEONTOLÓGICOS IDENTIFICADOS NA REGIÃO DA SERRA DE URUBURETAMA E ADJACÊNCIAS.

Nº	Nome do sítio paleontológico	Tipo de jazigo	Localidade	Município	Distância da Sede (km) e direção	Ano de registro
01	Rapina	Dep. Lacustre	Lagoa da Rapina	Tejuçuoca	14 – SW	1861
02	Maurício	Tanque	Sopé da Serra do Barriga	Sobral	40 – W	1948
03	João Cativo	Tanque	Fazenda Carrapato	Itapipoca	13 – SW	1952
04	Pedra d'Água	Tanque	Pedra d'Água	Itapipoca	30 – NE	1983
05	Lagoa do Osso	Dep. Lacustre	Lagoa do Osso	Tururu	11 – NE	1993
06	Jirau	Tanque	Jirau	Itapipoca	27 – NW	1994
07	Oiticica	Tanque	Sopé da Serra da Corrente	Sobral	80 – SE	1994
08	Lagoa das Pedras	Tanque	Lagoa das Pedras	Forquilha	28 – SW	1994
09	Sororó	Dep. Fluvial	Barra do Sororó	Itapipoca	28 – NW	2001
10	Coelho	Tanque	Coelho	Itapipoca	22 – NW	2001
11	Cajazeiras	Tanque	Assentamento Taboca–Lajinhas	Itapipoca	17 – W	2001
12	Lajedo da Canoa	Tanque	Sopé da Serra do Barriga	Sobral	60 – E	2001
13	Exu	Tanque	Taparuaba	Sobral	72 – SE	2001
14	Lagoa de Pedras	Dep. Lacustre	Fazenda Miramar	Irauçuba	30 – S	2002
15	Saco dos Cajueiros	Dep. Fluvial	Fazenda Cachoeirinha	Irauçuba	10 – NW	2002

### 3.2.2 Potencial arqueológico

A Arqueologia, atualmente, é uma ciência pouco desenvolvida no Estado do Ceará. JAAKKO PÖYRY (1996) afirma que “*a Arqueologia cearense pode ser considerada uma incógnita, pois várias publicações que apresentam no título o termo “pré-história” tratam, na verdade, das populações indígenas presentes no território cearense à época da penetração européia*”. O conhecimento sobre o patrimônio arqueológico cearense ainda é muito incipiente, limitando-se basicamente a levantamentos e descrições sumárias de ocorrências pré-históricas. Não há grupos de pesquisa institucionalizados e nem uma política de salvamento e proteção desse patrimônio, freqüentemente ameaçado por grandes obras de engenharia, como açudes e estradas. O órgão responsável por este setor, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, pouco pode fazer devido à insuficiência de recursos humanos especializados.

A partir da década de 1990, algumas universidades cearenses começaram a institucionalizar a Arqueologia como disciplina do currículo de História e iniciaram programas de pesquisa acadêmica (TELES, 1996), mas até o momento os resultados ainda são muito pequenos. No campo da Arqueologia Histórica, recentemente algumas escavações foram realizadas em Fortaleza (Igreja do Rosário) e no Município de Sobral (parte externa da Igreja Matriz e no Teatro São João), por equipes de arqueólogos da Universidade Federal de Pernambuco.

Entretanto, o potencial arqueológico de nosso estado é fantástico e conhecido desde o Século XIX. Muitos trabalhos importantes foram produzidos até a década de 1960, fruto do esforço individual de sábios intelectuais do passado que, infelizmente, não houve continuidade pelas novas gerações. Sobre Pré-História de uma maneira geral destacam-se os trabalhos de POMPEU SOBRINHO (1952 e 1960); STUDART FILHO (1966) e GIRÃO (1987). Sobre os indígenas cearenses os trabalhos de STUDART FILHO (1926, 1927 e 1965); GIRÃO (1970) e SAMPAIO, VERÍSSIMO e SOUZA (2002). Sobre registros rupestres o trabalho de ARARIPE (1927) e POMPEU SOBRINHO (1956). Sobre diagnóstico e resgate arqueológico no Ceará, é uma referência o trabalho do Centro de Informação Arqueológica, do Rio de Janeiro, realizado na Região do Sertão Central no começo da década de 1970 (PARNES e SOUZA, 1971).

A exemplo do que acontece com a Paleontologia do Quaternário, a Região da Serra de Uruburetama é muito rica em ocorrências pré-históricas, pouco estudadas, o que a

caracteriza como uma verdadeira área arqueológica. MARTIN (1999) define **Áreas Arqueológicas** como as “*divisões geográficas que compartilham das mesmas condições ecológicas e nas quais está delimitado um número expressivo de sítios pré-históricos. Estes correspondem a assentamentos humanos onde se tenham observado condições de ocupação suficientes para se poder estudar os grupos étnicos que os povoaram*”. Esta riqueza de ocorrências é facilmente constatada na região, pois muitos moradores guardam consigo utensílios diversos que foram encontrados por acaso durante atividades na agricultura. Os registros mais comuns são ferramentas de pedra polida (líticos) e registros rupestres (pinturas e figuras em baixo relevo).

No Município de Itapipoca é famosa a “Pedra Ferrada”, localizada na encosta da Serra de Uruburetama, e que contém pinturas rupestres. ESTRIGAS (1989) faz uma detalhada descrição dessa localidade, afirmando que essas sinalações rupestres são desenhos de coloração avermelhada, basicamente de animais (pássaros e quadrúpedes) e figuras humanas em movimento. Este local é bastante conhecido pela população do município e se tornou uma espécie de cartão postal, tendo a prefeitura, inclusive, construído uma réplica em uma praça da cidade (Praça dos Três Climas, em frente à Estação Rodoviária). Apesar da fama desse sítio arqueológico e do mesmo já ter sido objeto de publicações mais antigas (STUDART FILHO, 1925), ainda não foi feito nenhum estudo de detalhe, como escavações e datações de pinturas.

Outras descrições históricas de ocorrências arqueológicas na região são encontradas na literatura. No Município de Sobral, POMPEU SOBRINHO (1942) relata a descoberta de crânios humanos, em um sítio arqueológico que ficou conhecido como Gruta do Canastra. Atualmente não se tem a localização exata desse sítio e os ossos provavelmente foram depositados no Museu Nacional do Rio de Janeiro. Em algum lugar da Serra de Uruburetama, OLIVEIRA (1971) relata a descoberta, pelos pesquisadores da Comissão Científica de Exploração, em 1860, de restos de um crânio humano, que ficou conhecido como a “Calota de Uruburetama”, e que também foi enviada para o Museu Nacional.

Essas notícias dão apenas uma pequena idéia sobre o potencial arqueológico na região da Serra de Uruburetama. Na área de estudo desta dissertação, durante os trabalhos de campo também foram encontrados sítios de pinturas rupestres (foto 12), a cerca de 10 km da cidade de Irauçuba, além de notícias de muitos outros que na ocasião não foi possível visitar. Essas ocorrências são conhecidas pelos camponeses como “pedras de letreiros”. Também são comuns os moradores locais encontrarem artefatos de pedra polida, como mãos-de-pilão,



raspadores e machadinhos (foto 13), estes últimos conhecidos como “pedras de corisco”, pois eles acreditam que as mesmas caem do céu.

Em síntese, fazendo-se uma pesquisa com a população rural local sobre a existência dessas ocorrências pré-históricas, principalmente com os mais velhos, sempre se obtém uma lista significativa de ocorrências, sem contar que muitos deles guardam objetos consigo a muitos anos. O potencial é realmente fabuloso e uma atividade turística em torno desse tema interessa aos governantes municipais. Vale citar o exemplo do Município de Forquilha, o qual está na área de influência direta do Núcleo de Desertificação de Irauçuba, que vem tentando implantar um museu histórico e social, já possuindo, inclusive, resultados de levantamentos preliminares de sítios com pinturas rupestres em seu território, com vistas a um futuro programa de ecoturismo e arqueologia (FROTA NETO et al., 2000).



Foto 12 – Pinturas rupestres em bloco de rocha na Fazenda Cachoeirinha, Município de Irauçuba. A conservação dos desenhos já está um pouco comprometida pelas intempéries.



Foto 13 – Machado de pedra polida, encontrado por agricultores do Município de Irauçuba.

### 3.2.3 Potencial geoturístico

A riqueza de sítios paleontológicos e arqueológicos na região da Serra de Uruburetama, conforme demonstrado anteriormente, faz com que a mesma seja um interessante pólo cultural científico. Associado às belezas naturais já conhecidas, como a própria serra e os campos de inselbergues do Município de Irauçuba, há outros atrativos geográficos que despertam o interesse de aventureiros, praticantes de esportes de natureza, como, o montanhismo, o alpinismo e o rapel. Aliás, a região tem sido bastante procurada para a prática dessas modalidades chamadas radicais. Em Missi, um distrito de Irauçuba, já há um grupo formado por jovens da localidade, que se dedicam a mapear as belezas naturais da região, praticando caminhadas em trilhas naturais. Esses jovens querem despertar o interesse de visitantes pela região.

O Município de Itapipoca já tem uma tradição de turismo, centralizada na parte litorânea do seu território, onde se destaca a Praia da Baleia. A visitação é muito grande, o que tem colocado aquela área nos programas governamentais de implantação de infraestrutura para o turismo, como estradas pavimentadas, abastecimento de água, rede de esgoto, além de treinamento de recursos humanos e incentivos à produção de artesanato. Muitas pousadas já se instalaram e um grande complexo turístico, do tipo *resort*, está sendo cogitado por grupos estrangeiros. Esta cultura turística em Itapipoca já é um fator positivo para uma eventual implantação de outras modalidades.

Já o Município de Irauçuba infelizmente não possui nenhuma atividade turística nem infraestrutura para tal, o que contrasta com sua riqueza paisagística e cultural pré-histórica. Mas acredita-se que um investimento público no resgate de suas riquezas científicas possa mudar esse quadro, pois já deu certo em outros lugares até mais pobres, como é o caso do Município de Santana do Cariri (vide 2.6). É tudo uma questão de boa vontade política.

## 4 PROPOSTA METODOLÓGICA

### 4.1 Considerações gerais

O trabalho de resgate paleontológico tem que ser na verdade um programa de pesquisa bem planejado, tanto no sentido operacional como no sentido técnico-científico, e pode ser dividido em duas etapas principais: **campo e investigação acadêmica**. Não se pode conceber e nem permitir que esse trabalho se resuma simplesmente em cavar um jazigo somente para se retirar os ossos fossilizados, sem nenhuma sistematização nem coleta de informações científicas, que irão permitir interpretações diversas sobre a história deposicional desses fósseis, bem como a história geológica dos organismos aos quais pertenceram essas ossadas, o que pode nos dizer muito sobre o semi-árido brasileiro.

O aspecto mais importante neste trabalho é a coordenação de um profissional de ciências naturais que esteja envolvido ou interessado na investigação paleontológica da megafauna, e que tenha em sua formação noções de áreas específicas, como paleontologia, geologia e geomorfologia, além de algum treinamento básico em procedimentos de escavação científica, obtido em estágios, iniciação científica, pós-graduação ou cursos de qualificação ou extensão.

A execução de um programa de pesquisa dessa natureza requer um mínimo de recursos financeiros, para custeio de deslocamentos, logística, ferramentas, material de consumo, serviços de terceiros e recursos humanos de apoio (trabalhadores braçais). A experiência tem mostrado que, com um pouco de criatividade para utilização de materiais e serviços alternativos, e apoio local, principalmente de prefeituras ou pessoas conhecidas, é possível realizar um apreciável trabalho de campo com um investimento relativamente pequeno, sem prejuízo na sua qualidade.

Para os trabalhos de laboratório a questão é outra, pois há outros custos, como análises mineralógicas e datações, que precisam ser feitas em instituições especializadas, muitas vezes no exterior. Os trabalhos de gabinete apresentam custos extras, como aquisição de bibliografia (cópias de artigos em bibliotecas, compra de livros e CD-ROM's, etc.), aquisição de programas para computador e muitas vezes viagens para consultas à coleções científicas de referência, depositadas em instituições diversas, além de contato com outros pesquisadores e especialistas.

A equipe de execução é estabelecida de acordo com a etapa que estiver sendo trabalhada. A de campo é predominantemente braçal, enquanto a investigação acadêmica é predominantemente intelectual. Na verdade a etapa de investigação acadêmica é um processo que inicia e vai se ramificando à medida que pesquisadores ou estudantes de pós-graduação, interessados no material resgatado, vão surgindo, podendo os estudos durar anos ou até décadas.

A etapa de campo não exige muitos especialistas e depende muito da formação de cada pesquisador. Por exemplo, um paleontólogo profissional com bons conhecimentos de tafonomia (a especialidade da Paleontologia que estuda a história deposicional dos fósseis) sozinho consegue retirar do jazigo fossilífero a maioria das informações científicas importantes, como descrição dos estratos, documentação do sepultamento natural, informações sedimentológicas e coletas para fins analíticos (paleopólenes, mineralogia, datações etc.). Com o auxílio de outros profissionais, como um topógrafo e assistentes acadêmicos, o trabalho fica praticamente completo. É necessário sim um bom número de trabalhadores de apoio, geralmente agricultores recrutados nas proximidades dos sítios fossilíferos, para a parte pesada de escavação. Outra ajuda valiosa é a de voluntários oriundos do próprio município onde ocorrem os fósseis.

Nesta dissertação pretende-se apresentar e discutir uma proposta metodológica apenas para a etapa de campo, que é o resgate propriamente dito, pois o interesse imediato é a liberação do tanque natural para a formação do micro-reservatório de água, que é o objetivo principal da pesquisa. Uma vez resgatados, os fósseis devem ser depositados em uma instituição (museu, universidade, fundação, etc.) que mantenha coleções paleontológicas que possam garantir a segurança e conservação do material, onde serão tombados e guardados para a posteridade e que possam assegurar o livre acesso a esse patrimônio, por qualquer pesquisador em qualquer momento, configurando a etapa de pesquisa acadêmica. A possibilidade de uso desse patrimônio em turismo científico é outro aspecto que se discute, dentro das limitações no assunto, o qual terá um caráter de sugestão e que pode ser melhorado por profissionais do ramo (turismólogos).

Enfim, a idéia deste trabalho de pós-graduação, além de incentivar o uso dos tanques naturais, é disponibilizar um roteiro técnico-científico para que possa ser utilizado em programas oficiais de implantação dos micro-reservatórios e resgate de fósseis quaternários, por qualquer governo municipal ou estadual, chamando atenção para a necessidade de se ter a coordenação de um profissional qualificado em paleontologia, sob pena de ser perder muitas

informações científicas importantes. A proposta completa é composta pelas seguintes etapas: **Planejamento Geral; Plano de Resgate Científico de Fósseis; Plano de Pequenos Representamentos e Plano de Turismo Paleontológico**, os quais serão todos detalhados a seguir.

#### **4.2 Planejamento geral**

O trabalho de campo requer a organização de várias atividades, as quais deverão estar interligadas e bem sincronizadas, buscando a eficiência do trabalho, a racionalização de tempo e recursos financeiros e a segurança dos membros da equipe. A iniciativa para realização de uma campanha de campo pode ser motivada por uma nova descoberta repentina ou pelo desejo de se resgatar um sítio descoberto há muito tempo. Seja qual for o motivo e partindo-se do princípio de que já se fez um reconhecimento preliminar ao sítio paleontológico, a expedição deve ser bem planejada, com metas bem definidas. Não se deve ir a campo sem um cronograma e sem definição das responsabilidades de cada membro da equipe técnica e do pessoal de apoio.

Uma das primeiras atividades a serem realizadas é o treinamento básico do pessoal de apoio (assistentes acadêmicos, voluntários e trabalhadores braçais). Como o trabalho de escavação científica é uma atividade restrita aos profissionais devidamente qualificados para tal e estes são pouquíssimos no Brasil, não há disponibilidade de mão-de-obra qualificada para atuar em projetos desta natureza. O principal aspecto a ser trabalhado é a paciência, pois a escavação científica é uma atividade extremamente exigente dessa qualidade, devido ao ritmo lento e cuidadoso que deve ser conduzido o resgate. O pessoal escolhido deve ser bem orientado sobre esse aspecto, para que possam estar conscientes dos prejuízos científicos caso isso não seja respeitado. Mesmo o trabalho mais pesado, que é a retirada de camadas de sedimentos estéreis, precisa ser feito com muita cautela.

A programação da campanha de campo é formada por uma série de atividades práticas, divididas em Planejamento pré-campo; Planejamento de campo e Planejamento pós-campo: o pré-campo envolve reuniões para divisão de trabalho; contatos prévios com pessoas e instituições do município onde estão os sítios fossilíferos, para obtenção de apoio no campo; compra de ferramentas e material de consumo; e treinamento, quando necessário. O campo consiste em todas as atividades de trabalho no sítio paleontológico, além do treinamento prévio de voluntários e trabalhadores braçais. Finalmente o pós-campo, que consiste no

transporte dos fósseis resgatados para a instituição onde os mesmos serão depositados; a limpeza e manutenção dos equipamentos utilizados; a preparação dos fósseis (limpeza, restauração e acondicionamento em estojos, gavetas ou bases de gesso); a catalogação das peças e o seu tombamento na coleção científica na qual passará a fazer parte. A seguir, detalha-se e comenta-se sobre o planejamento dessas atividades.

#### 4.2.1 Planejamento das atividades pré-campo

Após a decisão de se realizar uma expedição de resgate paleontológico, deve-se inicialmente compor a equipe de resgate. Como foi ressaltado anteriormente, o coordenador da equipe deve ter algum envolvimento ou pelo menos interesse na pesquisa de megafauna, com conhecimentos mínimos sobre o assunto. A equipe base deve ter um coordenador de pesquisa e alguns auxiliares. Dependendo da instituição que realizará o trabalho (museu, universidade, fundação, etc.), os assistentes podem ser estudantes ou técnicos. O número de pessoas é de livre escolha, mas recomenda-se formar uma equipe onde todos os participantes tenham uma função específica, mesmo que possa haver revezamento de atividades e tarefas coletivas. Não é recomendável que se forme uma equipe muito grande, pois isso dificulta a produtividade dos trabalhos de campo.

Com a experiência sabe-se que o rendimento tem sido muito melhor quando os auxiliares são do próprio município onde se vai trabalhar. Acredita-se que a causa disso seja o chamado *senso de cidadania*, ou seja, a preocupação que os moradores têm com o patrimônio natural do município e o desejo de seu progresso. É um compromisso com a terra natal que os visitantes não possuem, por mais conscientizados que possam ser, não se preocupando muito com os aspectos culturais locais. Buscar a participação das pessoas da comunidade local também traz outro benefício: evita-se gastos com o transporte e logística (hospedagem e alimentação) de pessoas que não são do município.

Em seguida sugere-se um contato com instituições do município em que se pretende trabalhar, principalmente a prefeitura municipal, para obtenção de apoio para a pesquisa. É muito importante o envolvimento do poder público municipal, pois o mesmo mantém informações atualizadas sobre os diversos aspectos do município (condição das estradas vicinais, acessos, saúde pública, segurança, condições meteorológicas, condições socioeconômicas, condições ambientais, recursos hídricos, etc.). Estas informações são muito úteis para o planejamento pré-campo, pois existem os aspectos naturais sazonais que

influenciam muito. Por exemplo, no Estado do Ceará a melhor época para os trabalhos de resgate é entre agosto e novembro, quando predomina a estação seca do ano, possibilitando estradas transitáveis, tanques naturais secos ou quase secos e ociosidade de mão-de-obra rural, a qual só começa a se envolver com a agricultura a partir de dezembro. Esse contato deve ser feito com bastante antecedência e, se possível, deve-se enviar uma cópia do plano de trabalho aos parceiros, os quais podem inclusive recrutar assistentes e voluntários previamente, facilitando o andamento da pesquisa.

Definida a equipe e as funções de cada membro, o passo seguinte é a definição do tempo que será dedicado à campanha de campo. Devido às características de uma escavação científica, que exige muito cuidado no trabalho, e às peculiaridades dos jazigos fossilíferos, pois cada ocorrência é diferente da outra, tanto em dimensões, como em quantidade e qualidade dos fósseis, a demanda de tempo de trabalho é de no mínimo quinze dias. No entanto é muito difícil prever o que vai acontecer realmente, pois obstáculos podem surgir, como a quebra de algum equipamento importante; a dificuldade de recrutamento de trabalhadores braçais; a extrema fragilidade dos fósseis no depósito, que pode dificultar o seu resgate; algum acidente ou incidente com membros da equipe; etc.

Na prática deve-se organizar um cronograma das atividades que irão ser desenvolvidas dia-a-dia e se fazer uma listagem de problemas que podem ocorrer e como cada um pode ser solucionado. Não é uma prática muito tradicional nos trabalhos de campo no nosso país, pois os profissionais sempre preferem acreditar que nada de negativo irá ocorrer. É claro que sempre se deve buscar otimismo e positivismo, mas a prudência e o profissionalismo recomendam nunca desprezar as probabilidades.

A preparação dos equipamentos e materiais de consumo é a atividade seguinte. Deve-se calcular as quantidades do que se precisa, para as devidas compras, e conferir o funcionamento e calibração dos equipamentos e ferramentas que serão usados. Listas prévias devem ser feitas e revisadas com bastante antecedência, para que não falte nada no campo. Esquecer um item pode significar a perda de muito tempo e conseqüentemente o não cumprimento das metas pré-estabelecidas, o que caracteriza uma negligência profissional. Sugere-se, sempre que possível, comprar os itens mais comuns, facilmente encontrados no comércio, no próprio município onde se vai trabalhar. É uma forma de se levar divisas, com injeção de recursos no município, bem como aliviar espaço e peso no transporte do local de partida do grupo, geralmente uma capital, até o local de trabalho, reduzindo custos operacionais.

Ainda como planejamento pré-campo de insumos e serviços, deve-se definir a estratégia para o *Plano de Pequenos Represamentos*, o qual deve ser executado logo após a escavação concluída. Nesta tarefa deve-se calcular a quantidade de material de construção civil (tijolo, cimento, etc.) mão-de-obra necessária (pedreiro, assistentes, etc.) que serão utilizados para consolidação do plano, o qual será num item à parte, neste mesmo capítulo.

Por fim, um aspecto que não deve ser esquecido é a questão legal da expedição científica. Como já citou-se anteriormente (vide 2.4), o Decreto-lei nº 4.146, de 04.03.1946, atual legislação em vigor sobre os fósseis, determina que todo trabalho paleontológico precisa de licença de pesquisa, no caso de execução por particulares, ou uma comunicação oficial, no caso de instituições públicas. O órgão responsável a quem se deve dirigir é o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, vinculado ao Ministério das Minas e Energias. O referido órgão tem ainda a função de fiscalizar o andamento da pesquisa e o destino dos fósseis. O ideal é fazer do DNPM um dos parceiros no projeto, o qual pode disponibilizar técnicos do seu quadro, bem como sua biblioteca e informações que possam ser importantes para o trabalho, como, por exemplo, a situação das atividades minerais na região em que se pretende trabalhar.

Além desse procedimento, também serão necessárias licenças de pesquisa toda vez que o sítio paleontológico estiver inserido dentro de áreas especiais de domínio público, como unidades de conservação ambiental, reservas indígenas, assentamentos agrários ou áreas tombadas pelo patrimônio histórico. Essas licenças são expedidas pelos órgãos responsáveis pela área em questão (IBAMA, FUNAI, INCRA, IPHAN, órgãos estaduais e municipais de meio ambiente, etc.). Há ainda o caso de domínio particular de um terreno, que deve sempre ser solicitada autorização ao proprietário para se trabalhar nele. É importante nunca desprezar esse aspecto legal para não ser enquadrado na Lei de Crimes Ambientais ou outra lei específica de cada caso.

A seqüência de procedimentos nesta fase pré-campo nem sempre é feita exatamente desta forma como foi exposto aqui, pois na prática todos esses itens citados vão sendo feitos paralelamente. No entanto, independente da ordem de execução dos mesmos é muito importante que todos eles sejam cumpridos antes de se partir para a expedição, pois a etapa de campo tem outras características.



#### 4.2.2 Planejamento das atividades de campo

Os procedimentos no campo são todos voltados para os trabalhos no município onde está localizada a ocorrência paleontológica. As atividades básicas que precisam ser planejadas são as seguintes:

- a) Definir a logística geral, ou seja, onde a equipe ficará alojada e fará suas refeições, onde poderão ser guardadas as ferramentas durante a noite, e em alguns momentos também os fósseis, à medida que vão sendo coletados do jazigo, até o seu transporte para o local definitivo;
- b) Definir os deslocamentos entre o alojamento e o sítio de trabalho, procurando programar a melhor rota de acesso até o local de trabalho. Lembramos que nem sempre a melhor rota é a mais curta, pois isso depende muito da conservação das estradas municipais;
- c) Definir os horários de saída do alojamento, dos intervalos para descanso e de finalização do trabalho no fim do dia. Recomendamos iniciar o mais cedo possível, logo ao amanhecer, para aproveitar ao máximo as temperaturas mais baixas do dia. O horário ideal para intervalo é entre 11 e 14 horas, horário mais quente do dia, pois fica quase insuportável se trabalhar. O horário ideal de finalização do dia de trabalho é 17 horas, para não se fazer o percurso de volta, geralmente em estradas carroçais, muito próximo da noite. Caso haja alguma emergência (quebra de veículo, por exemplo) se disporá de algum tempo de luz natural para se resolvê-la;
- d) Definir o que será tratado no primeiro encontro com os apoiadores locais, como por exemplo, a apresentação mútua da equipe que irá trabalhar; visita prévia ao local de escavação e organização dos procedimentos de treinamento do pessoal de apoio, previamente recrutado. Deve ser lembrado que é muito importante que esse recrutamento seja feito com antecedência, pelos parceiros no município, para se evitar perda de tempo com esta tarefa no campo.;
- e) Definir a estratégia de compra de equipamentos e insumos no município de trabalho, para ser feita sem tomar muito tempo da equipe, bem como conhecer antecipadamente o local de alguns serviços essenciais, como carpinteiro, ferreiro, borracheiro, etc., para consertos emergenciais de equipamentos danificados nos trabalhos;
- f) Definir a infra-estrutura de trabalho no sítio paleontológico, como montagem de tenda de apoio; local para deposição dos sedimentos retirados do depósito; local para

- peneiramento; cobertura para o jazigo, para proteção contra as exposições solar e pluvial (caso haja);
- g) Definir um programa de documentação da campanha de escavação, em fotografia e vídeo, para futuras produções de divulgação científica. Os próprios pesquisadores geralmente fazem o trabalho fotográfico e videográfico, devido às características técnicas e científica que as imagens precisam ter. No entanto podem ser convidados profissionais de instituições, como jornais e TV's, que podem fazer uma cobertura profissional do trabalho. Uma boa sugestão é conseguir a execução de um projeto paralelo de produção para a televisão com as TV's educativas, que alguns estados mantêm;
  - h) Definir o abastecimento de insumos, como água para as escavações e para consumo humano; além de refeições para a equipe e para os trabalhadores de apoio, na hora do intervalo para almoço; etc.;
  - i) Definir um esquema de socorro, caso haja algum acidente ou incidente como, por exemplo, picadas de animais peçonhentos; tombos, que podem provocar escoriações ou fraturas; insolação; distúrbios intestinais por contaminação alimentar; ferimentos provocados por ferramentas de trabalho; etc. Os pequenos casos, como cortes, arranhões ou queimaduras solares, podem ser resolvidos com um pequeno estojo de primeiros socorros. Já os casos mais delicados devem ser levados para o hospital da sede municipal e para isso deve sempre ser mantido um veículo à disposição. Sugere-se que ao chegar ao município, antes de se iniciar os trabalhos, a equipe procure visitar o hospital de emergência local e conversar com os profissionais de saúde, para divulgação do trabalho que está sendo realizado e os seus perigos em potencial, para que a equipe médica esteja preparada para eventualidades. Uma coisa que a equipe deve ter consciência é que muitos acidentes podem ser evitados, desde que se siga corretamente todos os procedimentos de segurança, como uso de equipamentos de proteção (luvas, óculos, botas, roupas adequadas, etc.); e uma rigorosa prudência nas atividades (cuidados com ferramentas perigosas; cuidados ao dirigir veículos; uso de protetor solar; etc.). Prevenir acidentes de trabalho é um dever todos;
  - j) Definir um esquema de segurança para o sítio paleontológico, pois como a campanha de escavação tem uma duração de vários dias, durante a noite os trabalhos de campo ficam paralisados. É preciso organizar algum sistema de vigilância, seja integral ou parcial, para que não haja nenhuma depredação ou furto de material. Já houve casos de retirada ilegal de fósseis do jazigo durante a noite, por moradores da região, que acreditam que os

mesmos tenham algum valor econômico. Sugere-se que ao chegar ao município também seja feita uma visita à delegacia local, para divulgação do trabalho, caso haja alguma necessidade de se solicitar apoio policial;

- k) Definir um programa de extensão que consista na divulgação dos trabalhos para a população do município e também à imprensa, enquanto as escavações estiverem em andamento. Esta atividade é muito importante por vários aspectos: informação; valorização da cultura local; conscientização na preservação do patrimônio paleontológico; busca de apoio; satisfação do uso de dinheiro público aos contribuintes (quando for o caso). Essa divulgação pode ser feita na forma de palestras às escolas e faculdades locais; entrevistas em programas de rádio; visitas organizadas ao sítio de escavação; e cobertura jornalística (jornal e televisão);

#### 4.2.2.1 Plano de Resgate Científico de Fósseis

O trabalho de resgate de fósseis é feito de acordo com o tipo de material que está sendo trabalhado. Cada caso é um caso e há muitas variáveis em questão. Por exemplo, o tipo de fossilização; o tipo de matriz geológica (rocha ou sedimento); o tipo de depósito sedimentar e sua geometria e dimensões; a localização geográfica da ocorrência e o acesso até ela; o estado de conservação dos fósseis; a quantidade de material; a estratigrafia (em que camadas estão os fósseis); a disponibilidade de apoio local; etc. As variáveis definem a metodologia e o custo do empreendimento. De uma forma geral, quanto mais difícil e demorado for o empreendimento, mais caro e trabalhoso será o projeto.

No caso específico dos depósitos fossilíferos do tipo tanque podemos relacionar uma série de características dos mesmos, dividindo-as em positivas e negativas, os quais influenciam diretamente no planejamento de trabalho e nos custos operacionais para sua execução. Algumas dessas características são descritas a seguir:

##### **I) Características positivas:**

- Os tanques naturais são relativamente pequenos, com uma média de dimensões variando entre 10 a 30 m de comprimento; 3 a 5 m de largura e 2 a 5 m profundidades. Mesmo havendo mais de um tanque (jazigo) no sítio fossilífero, o que normalmente ocorre, eles estão próximos uns dos outros, fazendo com que a área geográfica do sítio seja bastante reduzida, o que evita grandes deslocamentos;

- A matriz geológica onde estão os fósseis é formada por sedimentos inconsolidados, geralmente areia ou argila, o que facilita bastante a retirada do material, pois nestas condições as peças esqueléticas estão livres e individualizadas;
- Estratigraficamente os fósseis freqüentemente se concentram em uma única camada, na maioria dos casos não muito profunda, o que facilita o trabalho de remoção das camadas estéreis subjacentes;
- A localização dos tanques naturais não está muito distante de centros urbanos municipais, o que facilita a opção de locais de apoio e logística. Na faixa de ocorrência dos tanques dentro do Nordeste, há muitas estradas vicinais que dão acesso fácil até os sítios fossilíferos;
- O tipo de fossilização, geralmente substituição mineral, dá muita resistência às peças esqueléticas, o que facilita bastante na hora da coleta e o seu transporte;
- A quantidade de fósseis que geralmente se encontra nos tanques é grande, mas o fato de estarem todos concentrados nos limites do depósito faz com que a área de escavação seja limitada pelo próprio tanque, reduzindo bastante os custos operacionais;
- Como normalmente os tanques ficam próximos de áreas habitadas, há bastante disponibilidade de mão-de-obra para os trabalhos de escavação.

## **II) Características negativas:**

- A geometria tridimensional dos tanques, que normalmente têm uma configuração ovalada, sendo largo na superfície e afinando na base, tomando uma forma de cunha, dificulta os trabalhos de escavação, obrigando freqüentemente a se instalar uma escada ou rampa para acesso ao interior dos mesmos, à medida que o sedimento vai sendo retirado;
- Por vezes o nível de fossilização está num estágio intermediário e as peças esqueléticas estão muito frágeis, dificultando a coleta. Esta situação, no entanto não é predominante nos jazigos fossilíferos, mas quando ocorre nos obriga a traçar uma estratégia diferente de resgate, o que demanda mais tempo e muitas vezes aumenta os custos operacionais;

Apesar de as características negativas serem quantitativamente menores que as positivas, a influência no tempo de escavação que elas têm é muito significativa, o que na prática provoca aumento de custos, uma vez que representa a necessidade de uma maior permanência da equipe em campo.

No balanço geral os jazigos do tipo tanque natural são fáceis de se escavar e de se estudar, pois se tratam de um corpo isolado do contexto geológico regional. Na prática são

micro-bacias de sedimentação sem um sistema deposicional próprio, ou seja, o material é simplesmente jogado no seu interior. Muitos pesquisadores que já trabalharam com esses depósitos simplificam as caracterizações sedimentológicas. OLIVEIRA et al. (1989), por exemplo, estudando tanques no Estado do Rio Grande do Norte, considerou duas origens distintas para os sedimentos, sendo uma autóctone, formando a base da seqüência deposicional, composta por material desagregado da própria rocha encaixante, e outra alóctone, cobrindo a camada basal, formada por material trazido de fora do tanque. Esse perfil básico geralmente se confirma em cada novo tanque, mas recomenda-se que cada um deve ser analisado individualmente, pois pode haver diferenças nos detalhes.

A escavação científica de um tanque natural deve seguir uma série de procedimentos visando resgatar não somente o material paleontológico, mas também todas as informações contidas nos sedimentos e guardadas durante milhares de anos. Essas informações são basicamente dados sobre a evolução ambiental na região do sítio e podem ser extraídas de mais elementos contidos no depósito, como outros organismos fossilizados (pólen, invertebrados e restos de vegetais); amostras das várias camadas, para fins de caracterização sedimentológica e mineralógica; além da própria estratigrafia. Os aspectos geohistóricos que o resgate paleontológico pode proporcionar e sua importância, já foram discutidos nesta dissertação (vide 2.3).

Neste trabalho apresenta-se uma seqüência metodológica que julgamos ser apropriada para a escavação de um tanque. Não há até o presente nenhuma bibliografia específica para o caso e a metodologia que será apresentada é oriunda de experiência própria em trabalhos anteriores nesses depósitos. Aproveitando muitos dos procedimentos utilizados pela Geologia, pela Arqueologia e da própria Paleontologia, no caso de escavações em bacias sedimentares, procuramos sempre adaptar técnicas e ferramentas pré-existentes para a realidade dos tanques. MENDES (1988) apresenta as técnicas tradicionais mais usadas nas pesquisas de campo em paleontologia, das quais adaptamos a maior parte da nossa metodologia.

É muito importante ressaltar também que não se deve ir a campo para uma campanha de escavação sem um amplo conhecimento teórico da região que se pretende trabalhar. Consultas bibliográficas preliminares sobre trabalhos diversos já desenvolvidos na área; análises de mapas temáticos; conhecimento sobre dados climáticos e hidrográficos atualizados; fauna e flora atual; condições de conservação do ambiente; etc. todas essas

informações serão úteis no momento das divagações científicas em campo, pois a escavação não é a única investigação possível do terreno.

Assim, em campo, após todos os preparativos feitos e pessoal devidamente treinado, podemos dividir o trabalho de escavação propriamente dito nas seguintes etapas: **sondagem do tanque; montagem da infra-estrutura; limpeza do terreno; preparação do tanque; topografia; escavação pesada; escavação leve; tafonomia; coleta do material; desentulhamento final do tanque.**

A **sondagem do tanque** é uma etapa que visa confirmar se o depósito possui realmente fósseis de vertebrados e o estado de fossilização dos mesmos. Essa etapa pode ser dispensada caso essa informação já esteja disponível, devido a alguma cacimba que tenha sido cavada no interior do mesmo, por moradores locais. Caso o tanque seja virgem a sondagem pode ser feita de três maneiras: sondagem mecânica, sondagem por trado manual ou sondagem por trincheira.

A sondagem mecânica visa a utilização de equipamentos sofisticados, movidos à eletricidade ou combustíveis líquidos, para um furo vertical. É uma opção bem mais cara e demanda operadores treinados e muitas vezes transporte especial. As principais vantagens são: sondagem mais rápida; menor esforço de furo e perfil contínuo do pacote sedimentar. As desvantagens são o alto custo de equipamento e de sua operação, que geralmente demanda mais de uma pessoa; o tipo de amostrador, geralmente canos, o que faz com que seja preciso cortá-los para se ver o perfil do sedimento; e a possibilidade de erro de informação, devido à pequena abrangência de área sondada, o que faz com que o furo possa passar por uma faixa onde não haja nenhuma peça fóssil. Para esse problema ser contornado seria preciso fazer um transecto (perfil linear) de furos ao longo do tanque.

A sondagem a trado manual consiste na utilização de uma ferramenta simples, tipo alicate com cavador na ponta, para um furo vertical. As principais vantagens são o custo da ferramenta, muito barata; o seu transporte e a sua operacionalidade, que dispensa insumos específicos. As desvantagens são um tempo maior de operação; maior esforço de furo; descontinuidade do perfil, já que o material sedimentar é retirado aos poucos e em partes; e a pequena abrangência de sondagem, o mesmo problema descrito para o método anterior. Este tipo de sondagem é ideal para prospecções rápidas de depósitos fossilíferos em um terreno, quando não se dispõe de muito tempo para trabalho de campo e cujas informações serão usadas para planejamento de futuras escavações.

A sondagem por trincheira consiste em se cavar um buraco retangular, com dimensões ideais de 1 x 2 m até o fundo do tanque, para se abrir uma espécie de “janela” no depósito, o que permitirá uma visão tridimensional do mesmo. As principais vantagens dessa opção são a boa visão geral que se tem do pacote sedimentar, o que permite uma boa descrição estratigráfica do mesmo; a boa abrangência de sondagem; a possibilidade de furos horizontais para amostragem de sedimentos; e o baixo custo operacional, limitado às diárias dos trabalhadores braçais. As principais desvantagens são a necessidade de vários trabalhadores braçais e a demanda de tempo, pois um buraco das dimensões citadas, numa profundidade de até 3 m e com três trabalhadores atuando, pode levar até 4 horas para ser cavado.

Um procedimento recomendável nesta etapa é o peneiramento analítico dos sedimentos retirados da trincheira, utilizando-se peneiras com malha de 2 mm. O objetivo é tentar identificar pequenos materiais orgânicos, fossilizados ou não, como, por exemplo, ossos e dentes de pequenos vertebrados e restos de invertebrados e vegetais. Para um controle estratigráfico dos achados deve-se separar amostras a cada 10 cm de profundidade e manter o “entulho” retirado separadamente, para o caso de alguma descoberta interessante em uma camada específica. Se por ventura for identificada uma outra camada fossilífera, que não seja de megafauna, esta camada deverá ser considerada também na escavação sistemática.

Na prática a experiência tem mostrado que é muito mais vantajoso se cavar uma trincheira de sondagem pelas facilidades que ela oferece em se acessar o pacote sedimentar, mesmo sendo mais demorado. Na verdade há necessidade se fazer pelo menos um furo contínuo vertical em cada tanque, com amostrador de cano, para coleta de sedimento para fins de estudos micropaleontológicos, principalmente pólenes fósseis. Isto implica em dizer que acaba sendo necessário um amostrador mecânico para esse fim específico.

A **limpeza do terreno** consiste na retirada da vegetação rasteira, que normalmente recobre a superfície do solo, na área escolhida para instalação da base de operações. Com relação ao tanque, esta limpeza de vegetação também é necessária quando este está totalmente seco, ou pode ocorrer que o mesmo ainda tenha algum resto de água acumulada, a qual deverá ser dragada. Para tanto um dos equipamentos necessários será um compressor a diesel. Pode ocorrer ainda que dentro do tanque haja uma ou mais árvores de grande porte, o que pode atrapalhar a escavação. Nesse caso deve ser levado em consideração o aspecto de impacto ambiental, sendo necessária uma licença especial dos órgãos competentes para remoção das mesmas.

A **montagem da infra-estrutura** consiste em instalar as estruturas e os equipamentos que serão necessários durante os trabalhos de escavação, ou seja, a base de operações. A arquitetura dessa base deverá conter uma tenda, para abrigar a equipe e os equipamentos da insolação e da chuva (quando houver), a qual deve ter uma bancada de trabalho; uma tenda maior, para fazer sombra sobre o jazigo que está sendo escavado; um suporte para peneiramento de sedimentos; e um setor para deposição dos sedimentos desentulhados. É importante lembrar que a infra-estrutura de apoio no sítio de escavação deve levar em consideração o respeito às normas de uso da terra, no caso de unidades territoriais especiais, e os aspectos de impacto ambiental, por exemplo, o local de deposição de terra deve ficar longe de nascentes e cursos d'água para se evitar assoreamento. O ponto ideal seria uma depressão natural onde já há deposição sedimentar.

A **preparação do tanque** consiste em se instalar acessórios no mesmo, os quais facilitarão o acesso e o trabalho de retirada dos sedimentos e dos fósseis do seu interior. Tais acessórios podem ser uma escada; uma rampa; *spits* para fixação de cordas; pequenas passarelas para acesso aos fósseis, quando eles estiverem expostos; tripés para elevação de material e até pequenos guindastes artesanais. A definição de quais acessórios serão instalados depende muito das dimensões do tanque e de sua geometria. Há casos em que não há nenhuma necessidade de instalação de acessórios de apoio, pois o próprio tanque não oferece obstáculo para se trabalhar em seu interior.

A **topografia** consiste em se fazer um levantamento planimétrico dos jazigos fossilíferos, para produção de uma planta baixa do sítio paleontológico. Sempre que os recursos financeiros permitirem, o ideal é se fazer um levantamento do terreno em torno dos jazigos e sua área de influência direta, pois as informações obtidas permitirão uma interpretação mais abrangente da história deposicional do tanque. Essa topografia deve ser feita com teodolito, mas em caso de escassez de recursos pode-se fazer um levantamento expedito. É pouco preciso mas pelo menos fornecerá uma planta baixa orientada e em escala. Em ambos os casos o produto final será a *Carta Paleontológica*, a qual deverá delimitar o núcleo (ou núcleos) de operações.

A **escavação pesada** consiste no trabalho de remoção das primeiras camadas de sedimentos estéreis do tanque, que estão sobre a camada fossilífera e previamente identificadas pela sondagem, utilizando-se ferramentas tradicionais para esse fim (picaretas, chibancas, pás, enxadas e carrinhos de mão). Apesar do termo “pesada” esse trabalho deve ser feito com muito cuidado à medida que for se aproximando da camada fossilífera, pois o



impacto das ferramentas pode danificar os fósseis. Deve-se ter como referencial a própria trincheira cavada ou a cacimba já existente, se for o caso. O número de trabalhadores necessários para esse trabalho depende muito das dimensões do tanque, do tempo disponível e da disponibilidade de recursos financeiros para pagar as diárias dos mesmos. Como o tanque geralmente é estreito, ele não permite a permanência de muita gente em seu interior. Uma equipe ideal de trabalhadores deve ser formada por dois cavadores, dois pazeiros e quatro carregadores de terra. O entulho que for sendo retirado deve ser depositado em local previamente selecionado, respeitando os aspectos ambientais que já foi citado anteriormente.

A **escavação leve** consiste no trabalho minucioso de limpeza de sedimento em torno dos fósseis, com o objetivo de deixá-los expostos para o trabalho de descrição científica. Essa atividade deve ser feita pelo coordenador da equipe e seus auxiliares e voluntários, ficando a equipe braçal em descanso enquanto durar a mesma. As ferramentas utilizadas são colher de pedreiro (essencial); pazinhas de jardinagem; martelo para solo; espátulas; talhadeiras de diversos tamanhos; pincéis; cinzéis (instrumentos de pontas variadas, como os usados por dentistas para exploração dentária) e baldes. Todo o sedimento deve ser recolhido nos baldes e deve ser peneirado, para se resgatar todo o material orgânico que esteja nessa camada.

Essa é a atividade que exige muita paciência, pois não se deve remover nem deslocar nenhuma peça do seu lugar original antes da tomada de dados. É uma tarefa que deve ser feita em todas as camadas fossilíferas, caso haja mais de uma, previamente identificadas na etapa de sondagem. A demanda de tempo é praticamente imprevisível, pois depende da quantidade de peças, do tamanho do jazigo e dos obstáculos que muitas vezes aparecem como, por exemplo, a possibilidade dos fósseis estarem em estágio intermediário de fossilização, o que deixa as peças muito frágeis. Durante essa etapa, deve-se limitar o acesso ao tanque somente às pessoas que estão trabalhando na tarefa.

A **tafonomia** consiste na obtenção e no estudo de todas as informações relacionadas à deposição dos fósseis nos tanques. Segundo HOLZ e SIMÕES (2002), *a tafonomia estuda todos os aspectos da “vida de um fóssil” [grifo do autor] desde a morte do organismo até a etapa da retirada do fóssil da rocha*. Essa é a etapa científica propriamente dita, uma vez que é o momento de se obter as informações necessárias para uma interpretação segura do real significado daqueles fósseis. É um momento único para ciência, pois após alguns milhares de anos enterrados, os restos orgânicos ressurgem para “contar” a história geológica da vida naquela região. A expectativa é muito grande.

Na prática essa atividade consiste em uma série de procedimentos de obtenção de informações e documentação, quando os fósseis estão totalmente expostos. Como foi mencionado anteriormente, cada jazigo fossilífero é diferente e deve-se adotar uma estratégia de acordo com suas características. Não há manuais específicos a serem seguidos, mas normalmente se adota muitos procedimentos da Arqueologia nesta etapa. Tais procedimentos e o material geralmente adotados são os seguintes:

- *Quadriculamento do jazigo* – Consiste em se fazer uma malha plana sobre os fósseis, a uma pequena altura deles, com o objetivo de se dividir a área do jazigo em quadrículas, as quais serão as unidades básicas de descrição do mesmo. O material normalmente utilizado para essa tarefa é o elástico roliço de cor branca, pois ele se mantém bem esticado e dá um bom contraste com a cor do sedimento, mas também se pode utilizar barbante de algodão. As dimensões de cada quadrícula dependem da largura do tanque. O ideal é que elas formem quadrados de 1 m de lado, o que representa uma escala de 1:100. Para localização de cada quadrícula pode-se adotar uma numeração simples e consecutiva (1, 2, 3, etc.). Como a geometria do tanque é irregular é normal que uma parte do jazigo, exatamente a parte em contato com as bordas do tanque, fique irregular, ou seja, não forme quadrados.
- *Numeração das peças* – Consiste em se colocar etiquetas numeradas em cada peça fóssil do jazigo. Este procedimento visa facilitar a identificação de cada peça esquelética, quando se estiver estudando a configuração de deposição das ossadas dentro do tanque. O material ideal para esta tarefa é papel vegetal, pela sua grande resistência à água, caso haja alguma contato com a mesma (chuva, vazamento de recipientes, goteiras no local onde ficará guardado, etc.). Para se escriturar a numeração, que também pode ser simples e consecutiva, deve-se utilizar grafite (lápiz ou lapiseira), pelo mesmo motivo anterior. A preparação das etiquetas deve ser feita previamente na fase de planejamento e as suas dimensões ideais são 5 x 5 cm. Para a fixação nas peças usa-se linha de costura de alta resistência. Como alternativa a esse material pode-se utilizar fita adesiva diretamente sobre o osso e escriturar com canetas de ponta porosa.
- *Croquis* – Consiste no desenho esquemático de cada quadrícula em escala orientada, representando cada peça existente no mesmo, com sua respectiva numeração. É um trabalho especializado e exige que pelo menos um dos membros da equipe tenha habilidades para desenho, podendo ser feito por mais de uma pessoa. Deve ser feita uma prancha para cada quadrícula separadamente, utilizando-se papel milimetrado tamanho A4 (212 x 297 mm), apoiada em prancheta de mão. Esta é outra tarefa que exige muita

paciência e demanda tempo e quanto maior for a precisão, melhor será o trabalho posterior de interpretação científica do jazigo;

- *Documentação* – Consiste em se fazer o registro fotográfico e videográfico de cada quadrícula do jazigo, também em escala orientada. Neste caso utiliza-se um marcador previamente confeccionado, em madeira ou papel, para servir como referência métrica na imagem, além de mostrar a posição dos fósseis em relação ao eixo longitudinal do tanque. De uma maneira geral, o trabalho de documentação é feito durante toda a campanha de campo, para se ter um arquivo histórico da campanha como um todo, sendo ideal haver uma pessoa fazendo exclusivamente essa tarefa de documentação. Para a fotografia, caso seja possível, deve-se utilizar uma câmara que produzam fotogramas de 6 x 6 cm (filme do tipo 120), devido à geometria do quadrícula (quadrado). As câmaras para filmes comuns (do tipo 135) produzem fotogramas retangulares, de dimensões 2,4 x 3,6 cm, sendo incompatível com o formato da quadrícula. No entanto, caso não se disponha de uma câmara 6 x 6, não há problema em se utilizar uma câmara comum, pois as fotos podem ser posteriormente editoradas por computador. Há ainda o recurso das câmaras digitais, caso haja recurso. Já no caso da filmagem não há restrições, pois o principal objetivo desse recurso é fornecer imagens à vontade de vários ângulos do jazigo para ajudar nas pesquisas acadêmicas posteriores. A documentação e os croquis se complementam mutuamente. Outro aspecto importante de documentação é a gravação das discussões técnicas da equipe a respeito dos fósseis expostos, utilizando-se gravador portátil. Este é um momento puramente científico, quando se tenta já em campo fazer interpretações e elaborar hipóteses sobre a deposição dos mesmos no tanque e entender um pouco a paleoecologia. É um momento de contemplação e de muitas indagações, quando se deve soltar a imaginação e a criatividade de cientista;
- *Anotações* – Consiste em se fazer o registro oficial do trabalho em caderneta de campo, usando-se os conhecimentos fundamentais da tafonomia. Assim como a documentação, as anotações devem ser feitas durante toda a campanha de campo, numa espécie de diário de pesquisa. Pode-se utilizar vários recursos, além da escrita, como desenhos, esquemas e até fotos instantâneas, caso se disponha desse equipamento (máquinas tipo Polaroid). O trabalho de anotação não deve ser um mero exercício de escrita. É nesta tarefa que o profissional deve colocar todo o seu talento, criatividade e emotividade, pois afinal trata-se de uma descoberta científica rara, importante e que gera expectativas perante o público leigo, que deseja saber alguma coisa sobre o achado. O olhar treinado do pesquisador, que

vê mais do que o restante da equipe, deve ser traduzido em registros simples, pois a caderneta de campo acaba se tornando uma bibliografia básica que deve ficar à disposição da posteridade.

Estas tarefas descritas são a base do trabalho da tafonomia, mas é claro que na prática nem sempre funciona assim, cronologicamente falando, pois depende muito da disponibilidade de pessoas treinadas, além da possibilidade de surgimento de variáveis que mudam um pouco o rumo do trabalho. O que se procura destacar nesta seqüência é a real importância de se resgatar as informações científicas do sítio paleontológico, daí a importância do trabalho ser coordenado por um profissional de paleontologia.

A **coleta do material** é a etapa em que os fósseis do jazigo são retirados para sempre. É o momento do resgate dos fósseis propriamente dito. Retirar um material que estava soterrado por milhares de anos implica em alguns riscos. Algumas peças podem se quebrar e até mesmo se pulverizar, dependendo do estágio de fossilização. Alguns cuidados precisam ser tomados para que os mesmos não sejam danificados no processo. O material para essa tarefa deve ser o seguinte: caixas de papelão, previamente adquiridas em estabelecimentos comerciais; fitas adesivas; sacos plásticos; gesso em quantidade; papel alumínio; sacos de estopa; bacias para preparação de gesso; luvas de borracha; laca, para ser usado como endurecedor (em alguns casos); jornal velho, para embalar peças e servir de forramento entre peças; papel higiênico, para embalar peças mais delicadas; canetas porosas; tesouras; plástico anti-impacto, com bolhas de ar; e picotes de isopor anti-impacto, para algumas peças. Todo esse material deve estar de prontidão já na fase de planejamento.

Uma questão em particular diz respeito à decisão de se retirar todos os fósseis do jazigo ou só uma parte deles, deixando uma outra parte para estudos futuros, para resolução de dúvidas científicas, quando se poderá dispor de melhores técnicas e tecnologias de pesquisa. A arqueologia normalmente decide pela escavação de uma parte do sítio, muitas vezes chegando a apenas 1/4 do mesmo, para deixar aos arqueólogos das gerações posteriores um testemunho para ser estudado quando for necessário, numa espécie de arquivo de segurança. No caso dos fósseis dos tanques o procedimento adotado é a retirada total dos mesmos, primeiro porque o material que ficar pode ser saqueado por pessoas que queiram tirar algum proveito econômico desse patrimônio; segundo, porque o pacote sedimentar parcialmente exposto ficará à mercê das intempéries; e terceiro, pelo fato de se querer transformar o tanque em um micro-reservatório. Esses são fortes motivos para se fazer uma escavação científica minuciosa, para se resgatar o máximo possível de informações.

De uma maneira geral a coleta das peças pode ser feita de forma direta, ou seja, simplesmente se retirá-las do sedimento manualmente. Em outros casos é preciso utilizar a técnica da bandagem, que consiste em se envolver a peça com gesso, quando ela está muito frágil. Para isso deve-se primeiro envolver a peça com uma camada dupla de papel alumínio, o qual servirá como um isolante contra o gesso, para o mesmo não ser colocado diretamente sobre a peça, o que pode impregná-la, danificando a mesma. Alguns preparadores de fósseis recomendam utilizar jornal molhado como alternativa ao papel alumínio, para diminuir os custos do projeto. No entanto, essa alternativa pode ser prejudicial aos fósseis pelo fato da possibilidade de liberação de tintas do jornal, dissolvidas pela água, o que pode causar alguma contaminação nas peças, dificultando o futuro trabalho de análises químicas e datações.

É importante ressaltar que os fósseis, quando estão em seu “habitat” original, ou seja, enterrados, estão em condições físico-químicas específicas do pacote sedimentar. Quando se escava e os mesmos ficam expostos às condições atmosféricas atuais podem ocorrer reações químicas diversas com eles, o que faz com que percam parte de suas *qualidades informativas*. Nesse sentido, o papel alumínio também tem a função de isolante contra as condições atmosféricas, preservando ao máximo possível a condição físico-química dos fósseis para futuras datações do material ou análises químicas de composição, além da investigação dos processos de fossilização envolvidos. Destaca-se que não é necessário usar o papel alumínio em todas as peças, somente naquelas que precisam de bandagem ou em outras que se decidiu separar previamente para análises e datações.

Outro aspecto relacionado à conservação do material na sua retirada diz respeito à qualidade da fossilização. Em muitos casos as peças fósseis estão muito frágeis já no sedimento e piora o seu estado quando entram em contato com o ar, chegando a se desmancharem literalmente em contato com água, ou se pulverizarem ao simples toque manual. Nesse caso é preciso utilizar substâncias plásticas endurecedoras, como a laca, usada na carpintaria. Recomenda-se diluí-la em um solvente industrial fraco, na proporção de 50%, para que a mesma fique mais fina e penetre mais facilmente pelos poros das peças esqueléticas. Pode-se usar um borrifador ou um aplicador de plástico com bico fino. A utilização do endurecedor sem dúvida nenhuma causa alterações na constituição original do fóssil mas é um mal necessário, pois o pior é perder a peça totalmente.

O **desentulhamento final do tanque** consiste na retirada do restante das camadas estéreis do mesmo que estão sob a última camada fossilífera, caso haja mais de uma. Nessa etapa a equipe braçal volta a trabalhar, com a vantagem de não mais se preocupar em

danificar nada. É uma tarefa relativamente rápida e o objetivo é deixar o tanque totalmente sem sedimentos, literalmente limpo, pois se utiliza até vassouras para a retirada dos restos de terra no fundo, tornando-o definitivamente um perfeito micro-reservatório de água.

Com a limpeza total do tanque ficam encerradas as ações do *Plano de Resgate Científico dos Fósseis*. Ao propor esta seqüência metodológica, buscou-se abordar o conteúdo metodológico da escavação em termos de programação, julgamento e reflexão mais do que os seus imperativos técnicos. Não se deve ter a ilusão de que uma certa seqüência metodológica é uma fórmula infalível, resultando em respostas absolutas e definitivas. A escavação no seu conjunto tem um único objetivo fundamental: constituir uma documentação (os fósseis e todos os dados de campo) susceptível de estudos posteriores.

Todos os componentes do estudo de campo possuem uma interação mútua nas diversas etapas e procedimentos do trabalho. É sempre importante não esquecer a questão do controle retrospectivo, ou seja, avaliar se há necessidade para se fazer antes de se passar à etapa seguinte. A escavação é um trabalho destrutivo e sem volta. Ela envolve decisões, muitas vezes improvisações, mas sempre se deve ter em mente que ao final de cada etapa deixou de existir o objeto da investigação. **Os erros de escavação são irreparáveis.**

Uma vez finalizada esta etapa, passa-se a de *gestão documental* dos fósseis resgatados e todas as informações obtidas dos jazigos, termo proposto por MOBERG (1981). Esse autor considera o seguinte:

A análise documental é o meio de dominar um grande conjunto de dados, manipulá-los facilmente e encontrar o que se deseja para uma investigação pontual ou com uma finalidade mais ampla. (...) A escavação deve permitir estabelecer uma documentação, organizar um processo verbal. O explorador deve ter permanentemente presentes as seguintes questões: o que há a esperar da minha informação a partir das minhas observações? Que devo escrever ou registrar e de que maneira? O processo verbal tendo como acessórios as amostras salvaguardadas será depois a única forma de existência do terreno desaparecido. O conteúdo natural e cultural terá sido substituído por esta documentação. O caminho que parte da escavação e que conduz à documentação final está semeado de bifurcações sucessivas. Cada bifurcação implica uma decisão que deve ser efetivada. É preciso constantemente escolher entre um ou outro caminho. Depois da escolha, será demasiado tarde. As escolhas dependem da consciência do escavador, das questões que lhe parecem importantes em função do caráter particular da escavação, do seu julgamento e da sua experiência científica.

Complementando os argumentos expostos, os quais corroboram epistemologicamente com a filosofia desse estudo, enfatiza-se desse modo a importância do resgate científico para a compreensão da própria evolução geohistórica do semi-árido brasileiro. A documentação fóssil pode fornecer importantes informações sobre os eventos modeladores que refletem nos atuais ambientes dessa região, e podem auxiliar a responder a

seguinte pergunta: **“há fatores paleoambientais recentes influenciando a predisposição à desertificação de algumas regiões atualmente?”**

#### **4.2.2.2 Plano de Pequenos Represamentos**

Concluída a retirada dos fósseis e o total desentulhamento dos tanques, o caminho fica livre para implantação dos micro-reservatórios de água. Neste trabalho o que denominou-se de *Plano de Pequenos Represamentos* representa a fase de instalação de pequenas adaptações de alvenaria (ou outra técnica de construção civil) em pontos estratégicos do tanque desentulhado, com o objetivo de aumentar a sua capacidade de acumulação, acompanhadas de um programa de educação da população local para a conservação e o uso correto dessa água acumulada. As referidas adaptações são na verdade pequenos muros, que podem ser feitos de tijolo e cimento ou mesmo pedra e cimento.

Os procedimentos necessários para a consolidação do micro-reservatório dependerão principalmente das características físicas do tanque. Toda a estratégia de ação, bem como os insumos e mão-de-obra necessários, já devem estar organizados desde a fase de planejamento, para que haja racionalização de tempo e recursos financeiros. Há basicamente três tipos de depressões: fechadas, semi-abertas e abertas. O primeiro tipo se constitui numa verdadeira piscina ovalada; o segundo tipo possui uma das extremidades longitudinais abertas; e o terceiro tipo possui mais de um lado aberto. Quanto mais fechada naturalmente for a depressão, menor será o custo operacional de consolidação de um micro-reservatório. Analisa-se a seguir cada caso individualmente.

Os tanques do tipo fechado caracterizam-se por estarem completamente inseridos no lajedo cristalino, como se tivessem sido cavados artificialmente (foto 14). Na maioria dos casos nesse tipo de tanque não é preciso fazer nenhuma adaptação, pois com o desentulhamento total ele por si só já estará pronto como micro-reservatório. Portanto, o custo de consolidação do micro-reservatório praticamente não existe. É interessante destacar que mesmo não precisando de alguma adaptação, há casos em que, caso seja feita uma pequena obra de construção civil, como uma mini-barragem no sangradouro natural do tanque, a capacidade de acumulação do mesmo pode ser aumentada e muito. Nesse caso haverá um custo adicional, o qual será exatamente o preço total dessa pequena obra.



Foto 14 – Tanque do tipo fechado. Localidade de Cajazeiras, Município de Irauçuba, CE.  
A seta aponta a marca do nível d'água quando ele está totalmente cheio

Os tanques do tipo semi-aberto (foto 15) têm a sua capacidade de acumulação bastante limitada pelo fato de possuírem uma das extremidades longitudinais abertas, além de estarem quase preenchidos pelo pacote de sedimentos. Mesmo assim, dependendo das dimensões da depressão, há uma boa acumulação de água, pois a parte interna do tanque ainda forma uma depressão. Essa capacidade, no entanto, pode ser aumentada consideravelmente com a instalação de uma mini-barragem fechando esse lado aberto. O tamanho dessa pequena barragem dependerá da configuração geométrica do tanque e o seu custo estará ligado diretamente a esse fator.



Foto 15 – Aspecto de um tanque do tipo semi-aberto. Localidade de Jirau, Município de Itapipoca, CE. A seta mostra o nível d'água quando o mesmo está na sua capacidade máxima. Notar que acima dessa marca ainda há muito espaço que pode ser preenchido com água.



Os tanques do tipo aberto são na verdade depressões de formato irregular que se formam nos lajedos cristalinos (foto 16), mas que na estação chuvosa acumulam uma boa quantidade de água por algum tempo. A grande vantagem é que quando se instala uma mini-barragem nos pontos de sangradouro, a sua capacidade de acumulação aumenta de forma bastante significativa, chegando em alguns casos a aumentar o volume armazenado em até três vezes. Normalmente eles não são muito profundos, mas também podem conter fósseis de megafauna. Provavelmente eram bons bebedouros naturais para aqueles animais.



Foto 16 – Tanque do tipo aberto, já com mini-barragens instaladas (setas vermelhas). A seta branca mostra o nível d'água, quando o mesmo está na sua capacidade máxima, após a implantação das melhorias.

A capacidade de acumulação de água dos diversos tipos de tanques é muito variável e depende totalmente da configuração geométrica de cada depressão como um todo. Algumas medidas feitas nos tanques de Itapipoca e Irauçuba definiram valores aproximados em torno de 35.280 litros para o menor deles e 512.000 litros para o maior. Esses valores correspondem a uma quantidade mínima de água quando o tanque atinge sua capacidade máxima de acumulação, em condições de total desentulhamento, mas sem instalação de mini-barragens. Os critérios adotados para o cálculo desses volumes são os valores médios das dimensões de comprimento, largura e altura, medidas com trena. Os valores obtidos não são exatos e sim aproximados, mas são usados para dar uma idéia da grandeza do micro-reservatório.

Para efeito de comparação, as cisternas de placa, que estão sendo consideradas uma redenção para o problema da falta de água nas estações secas do ano e em estiagens prolongadas, têm uma capacidade máxima em torno de 15.000 litros. É claro que devemos considerar que as cisternas são estruturais individualizadas por família, sendo instalada uma

unidade em cada casa, enquanto que os tanques são estruturas coletivas. Porém, a intenção não é substituir as cisternas mas sim complementar a oferta de água numa localidade com um mínimo de custos. Há também a dependência da existência de tanques com boa capacidade de acumulação. Ressalta-se que o que se propõe é o aproveitamento deles onde ocorrem naturalmente, sabendo-se que suas capacidades de armazenamento são bastante significativas e por si só reforçam ainda mais a justificativa de intenção de aproveitamento dessas depressões naturais como fontes alternativas de água para as populações rurais.

Para se efetivar a ação de construção do mini-barramento a estratégia ideal é iniciar os procedimentos já na etapa de desentulhamento final do tanque, durante a operação de resgate dos fósseis. Como não há mais necessidade de cuidados especiais, pode-se instalar um pequeno canteiro de obras. O material de construção, já devidamente calculado, bem como o pedreiro ou mestre de obras que irá conduzir o trabalho, deverão estar à disposição. O material básico (tijolo, cimento, brita, etc.) deve ser trazido da sede do município e o complemento (areia e água) pode ser conseguido no local da obra. Pode-se ainda optar por usar pedras do próprio lajedo, que são muito abundantes no local, para servir de matéria-prima principal da construção. No entanto, não deve ser esquecido o licenciamento ambiental, caso se queira utilizar recursos naturais.

A instalação é bem simples e relativamente rápida, raramente ultrapassando um dia trabalho. A obra do mini-barramento na verdade nada mais é do que a construção de uma pequena mureta (foto 17) ou um muro mais elaborado (foto 18) em um ponto estratégico do tanque. Chama atenção como uma obra de tão pequeno porte pode se reverter em um efeito tão significativo, que é o aumento considerável da capacidade de acumulação, chegando muitas vezes a triplicar o volume acumulado. Essas adaptações podem inclusive aproveitar os blocos de pedra que já existem no tanque, para economizar material de construção, fechando-se com cimento as fraturas e brechas que por ventura ocorram no afloramento.



Foto 17 – Pequena mureta adaptada no sangradouro de um tanque natural, mesclada com pedras pré-existentis, devidamente fechadas com cimento, para servir de barramento artificial. Fazenda Touro 1, Município de Sobral, CE.



Foto 18 – Mini-barragem na parte mais externa de um tanque natural. Localidade de Lagoa das Pedras, Município de Forquilha, CE.

Depois de implantadas as barragens, o próximo passo denomina-se de *manejo do tanque*, ou seja, todas as ações que envolvem a proteção do micro-reservatório, a conservação da qualidade da água e o uso racional da mesma pela população usuária. Na prática, os moradores rurais que se beneficiam desses reservatórios naturais já tratam os mesmos com muito cuidado e respeito, pois a água é um bem precioso, um “ouro líquido”, como eles próprios dizem. Algumas medidas são adotadas por eles como, por exemplo, a proibição de se tomar banho no interior deles ou mesmo a lavagem roupas, e a colocação de cercas feitas com estacas (foto 19), para evitar a entrada de animais, os quais podem defecar e urinar nas

margens do tanque, ou até mesmo caírem dentro e morrerem, causando perda ao proprietário (no caso de animal doméstico), além de contaminar o reservatório.



Foto 19 – Tanque protegido com cerca de estacas (ao fundo), para evitar a entrada de animais. Fazenda Miramar, Município de Irauçuba, CE.

Outra medida de proteção ao tanque diz respeito à perda da água por evaporação. Para esta resolução pode-se adaptar uma cobertura artesanal, feita com palhas de coqueiro ou babaçu, muito abundantes na área de estudo, como as feitas em barracas para turistas no litoral cearense. A geometria elipsoidal dos tanques, tornando-os estreitos, facilita bastante a instalação. O custo dessa adaptação é quase insignificante, pois a palha é uma matéria-prima que pode ser conseguida gratuitamente. As despesas ficariam por conta do pagamento da mão-de-obra de um artesão, para confeccionar as cobertas, e o transporte das mesmas do local de fabricação até a localidade onde está o tanque a ser coberto. Essa cobertura deve ser feita na forma de telas independentes, para que possa ser retirada durante a estação chuvosa e assim permitir a recarga do reservatório.

Com relação à questão da contaminação da água por agentes externos deve ser lembrado que, quando cheio, o tanque se torna um micro-ecossistema, pois algumas espécies de anfíbios, répteis (cágados), pequenos peixes e plantas aquáticas fazem do reservatório o seu habitat temporário. As plantas chegam a formar um verdadeiro tapete verde sobre a superfície da água. Há ainda os animais silvestres que se utilizam dessa fonte para consumo próprio, os quais podem urinar e defecar nas margens. Toda essa movimentação pode comprometer a qualidade da água para consumo humano, porém não se tem comprovação

disso. É possível que as plantas aquáticas estejam atuando como uma espécie de purificador natural da água, a exemplo da planta aguapé em algumas lagoas de Fortaleza.

No caso específico dessas plantas aquáticas, há a possibilidade de perdas de água por evapotranspiração das mesmas. Não se sabe até que ponto isso poderia comprometer o nível do reservatório, mas é um item a ser considerado. Contudo se a presença delas estiver ligado mesmo ao trabalho de depuração natural é preciso se ponderar muito sobre sua retirada. Deve-se analisar o custo/benefício da sua presença nos tanques. Não foi encontrada nenhuma literatura específica sobre a dinâmica ecológica dos tanques e essa é uma investigação que mereceria atenção, pois com certeza comprovará a importância dessa reserva de água também para a fauna local e para a própria qualidade da água.

Outro aspecto de periculosidade para a saúde humana é a possibilidade dos tanques propiciarem o ciclo reprodutivo do mosquito da dengue. No Município de Irauçuba foi consultada a equipe da Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, que atua no combate dessa doença, sobre o assunto. Os agentes de saúde confirmaram que não há nenhum registro de larvas do mosquito na água dos tanques, que são inclusive frequentemente monitoradas com esse fim. Uma hipótese provável é a possibilidade de que a ausência de larvas do mosquito esteja ligada à presença dos peixinhos no reservatório, que as utilizariam como alimento. Apesar de não se ter comprovação desse fato, pode-se garantir a segurança dos tanques para o assunto dengue.

A população, de uma maneira geral, já tem uma consciência sobre o valor dessa água estratégica, o que é muito bom. No entanto, esse trabalho pode ser melhorado com medidas complementares, como por exemplo, o incentivo aos cuidados que se deve ter para consumo humano (esterilização), o que muitas famílias negligenciam e que pode trazer doenças, como a diarreia em crianças. Para isso, o apoio da prefeitura municipal, com seus programas de saúde, pode resolver satisfatoriamente quando se verificar esse descuido.

Em síntese, o custo muito baixo de aproveitamento dos tanques naturais, comparado ao grande benefício social que isso proporciona, numa região extremamente carente de água, é uma questão simplesmente indiscutível. Um trabalho de monitoramento do uso, feito pelos órgãos governamentais, juntamente com a coleta acumulativa de dados, para fins estatísticos, podem comprovar definitivamente a eficiência desse programa ora proposto.

### 4.2.3 Planejamento das atividades pós-campo

Os procedimentos pós-campo são todos voltados para os trabalhos de transporte dos fósseis ao local onde os mesmos serão depositados, os trabalhos de preparação em laboratório e ações de divulgação científica. As atividades básicas que precisam ser planejadas são as seguintes:

- a) Definir a instituição que receberá os fósseis e em que caráter (provisório ou definitivo);
- b) Providenciar um veículo de carga apropriado, para que os fósseis não sofram danos durante o transporte;
- c) Definir um cronograma para os trabalhos de preparação dos fósseis (limpeza, restauração de peças quebradas, acondicionamento em bases de gesso ou estojos), bem como a equipe que irá trabalhar. O tempo dedicado a essa etapa de pesquisa geralmente é longo, podendo ultrapassar até um ano de trabalho. Caso os fósseis sejam depositados em uma instituição do próprio município, é importante que se mantenha a equipe de assistentes e voluntários que trabalharam na escavação, pois os mesmos já têm o conhecimento básico necessário para essa atividade;
- d) Efetivar o tombamento do material na instituição ou definir um sistema para tal, caso ainda não haja um organizado;

Todas as ações e insumos apresentados nesta fase de planejamento foram baseados em experiência pessoal, através de campanhas de escavação paleontológica, acreditando desde modo poder contribuir com novos procedimentos, não encontrados em manuais de campo tradicionais, os quais geralmente são produzidos para uma realidade diferente do semi-árido cearense. É claro que no decorrer de uma campanha paleontológica há muitas variáveis que fazem com que surjam atividades não descritas aqui. Também é notório o fato de que o andamento de um projeto como este depende muito do perfil do profissional que coordena. Qualificação, talento, criatividade e idealismo são virtudes que podem fazer do projeto um megaevento científico e cultural. Por outro lado se o projeto for realizado apenas como o cumprimento de um dever público, os resultados podem não ser tão bons como era de se esperar. As dificuldades são muitas e a presença de pessoas comprometidas com o patrimônio natural e científico brasileiro poderá ser a grande diferença entre o sucesso e o fracasso.

#### 4.2.3.1 Plano de Turismo Paleontológico

Neste trabalho o que denominou-se de *Plano de Turismo Paleontológico* é na verdade um conjunto de proposições para uso e conservação do patrimônio fossilífero resgatados nas escavações. Pretende-se apenas sugerir algumas idéias que podem ser aplicadas já como uma seqüência ao trabalho de resgate dos fósseis.

Tradicionalmente os fósseis coletados sempre ficam restritos aos círculos acadêmicos, ficando a sociedade civil completamente afastada dos estudos, discussões e resultados que eles proporcionam à ciência. Aqui no Brasil ainda não há uma cultura de divulgação paleontológica ao público leigo, por parte dos pesquisadores, e muito menos o aproveitamento desse patrimônio para uma modalidade de turismo pouco explorada no Brasil, que é o turismo científico. Basta ver a disponibilidade de títulos de livros de divulgação sobre a paleontologia brasileira (atualmente apenas quatro opções à disposição do público leigo) e os pacotes turísticos oferecidos por agências especializadas (praticamente nenhum roteiro exclusivamente paleontológico e sim como um dos atrativos de roteiros mais diversificados).

Apesar dos exemplos de programas de turismo paleontológico (vide 2.7), a oferta de oportunidades ainda é muito pequena frente à demanda por essa modalidade. Alguns governos municipais até têm interesse no desenvolvimento de programas dessa natureza, mas esbarram na falta de recursos e na falta de profissionais especializados no assunto. Um programa de desenvolvimento de turismo paleontológico requer muitos investimentos, não só na implantação do programa em si, mas na infra-estrutura municipal necessária ao acolhimento de turistas. Na verdade os fósseis não devem ser um atrativo isolado e sim mesclados a um programa mais abrangente envolvendo o meio ambiente e a cultura de um município ou região.

Talvez a questão mais polêmica sobre os fósseis é o fato de se levá-los embora do município de origem, quando o mesmo não dispõe de um museu ou uma instituição acadêmica. A população mais esclarecida e informada, preocupada com o desenvolvimento de sua terra e consciente da importância de um patrimônio como este, freqüentemente reclama a permanência definitiva desse patrimônio no município. Há casos no Brasil, como o ocorrido no Município de Pains, MG, em 1999, quando uma mobilização popular quis barrar a saída de um crânio de mastodonte encontrado por pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Foi preciso a intervenção do Ministério Público, que decidiu que o fóssil iria para a universidade exatamente por falta de um museu naquele município.



Não pretende-se aqui discutir as questões que envolvem essa prática da pesquisa acadêmica, mas há dois fatores concretos nessa polêmica: primeiro, se o município não assumir a responsabilidade da guarda dos fósseis, e isto significa investimentos financeiros satisfatórios para a sua conservação, ele simplesmente não tem direito de ficar com esse material, pois isso na prática culminará na perda dos fósseis, por descaso, ingerência e omissão. Segundo, diante da falta de oportunidades econômicas para a população dos municípios onde são encontrados os fósseis (geralmente regiões muito pobres) não se deve prescindir que essa grande riqueza científica retirada do solo não possa ser convertida em oportunidades de emprego e renda para a população e geração de divisas para o município como um todo.

Para efetivação de um programa de turismo paleontológico o ideal é fazer com que o próprio município se interesse pelo assunto. Aliás, sem a participação do poder público municipal fica quase inviável se desenvolver alguma atividade nesse sentido. Atualmente, quase todos os municípios têm uma secretaria de turismo ou pelo menos uma assessoria vinculada a alguma outra secretaria. Não é o caso, por exemplo, do Município de Irauçuba, que justifica o desinteresse pela atividade com o fato de não ter sido feito até hoje um mapeamento de atrativos naturais e culturais que pudessem ser explorados pelo menos como atividade de visitação.

No caso do município assumir a missão, uma das primeiras coisas que ele precisa fazer é contratar um turismólogo ou uma consultoria especializada para assumir a responsabilidade técnica pelo projeto. Os pesquisadores que trabalharam com o resgate paleontológico deverão compor a assessoria científica do mesmo. Outros parceiros podem ser convidados, principalmente a Secretaria Estadual de Turismo; o SEBRAE; a EMBRATUR, o Banco do Nordeste, instituições acadêmicas locais e organizações da sociedade civil (ONG's, OSCIP's, etc.).

Atividades de visitação podem ser desenvolvidas já na etapa de resgate dos fósseis, ou seja, durante a campanha de campo, a população do município e os turistas devem ser estimulados a conhecerem o sítio de escavação. Para isso deve haver divulgação pelos meios de comunicação (rádio, jornal, televisão, internet, etc.). A própria prefeitura poderia custear o transporte (um ônibus) para levar estudantes do ensino médio e fundamental, o que seria uma excelente aula de campo. Atividades dessa natureza é uma oportunidade rara para todos, que geralmente só conhecem uma pesquisa paleontológica pela televisão.



Outra atividade preliminar que pode ser realizada é uma exposição temporária para contar a história do resgate dos fósseis à população e aos turistas, a qual pode ser organizada alguns meses depois do trabalho de campo e pode coincidir com algum evento ou festa municipal. A exposição apresentaria fotos e vídeos dos trabalhos de campo; mapa paleontológico do município; cartas topográficas de jazigos; textos; equipamentos; maquetes e réplicas e, é claro, alguns fósseis. O acervo pode ficar exposto num centro cultural, ginásio esportivo ou outro espaço adequado ao recebimento de um grande público, que certamente irá prestigiar o evento. Pode-se ainda produzir uma publicação (livro ou revista) contando a história do resgate paleontológico.

A seguir, serão citadas e comentadas algumas sugestões de ações para implantação de turismo paleontológico, partindo-se da premissa de que governantes municipais assumissem a idéia:

- *Reuniões de planejamento e seminários* – organizar reuniões com os representantes de instituições que podem ser parceiras nesse programa e também realizar audiências públicas para informar à população e convocá-la para participar com sugestões e ações;
- *Museu* – caso o município não possua um museu que possa abrigar os fósseis, o que deve ser feito é criar um. Para isso é preciso uma lei municipal específica; um espaço físico; pelo menos um servidor municipal, para ficar responsável pelo funcionamento do prédio; e uma dotação orçamentária inicial. Sem esses elementos o projeto fica totalmente inviável. Com o tempo o projeto pode evoluir para uma estrutura mais sofisticada, com uma museografia moderna, programas de voluntários, cursos especiais e até guias-mirins, como parte de programas sociais. Como excelente exemplo citamos o Museu de Paleontologia de Santana do Cariri, no Ceará (vide 2.7), hoje consolidado como um dos melhores museus paleontológicos do Brasil;
- *Parque paleontológico* – uma idéia de grande impacto positivo e de grande importância ambiental, cultural e social, seria a criação de uma unidade de conservação para preservação da área na qual foram encontrados os fósseis, e que sem dúvida é propícia a outros achados de mesma natureza. Pode ser instalada uma estrutura de apoio (centro de visitantes) e implantadas trilhas interpretativas, com réplicas em tamanho natural dos animais pré-históricos achados no sítio, dispostas em pontos estratégicos, para dar uma idéia da ecologia desses animais. O parque paleontológico poderia inclusive preservar *in situ* pelo menos um dos jazigos, ou seja, em vez de se retirar os fósseis do seu “túmulo”, os mesmos poderiam ser deixados lá, apenas parcialmente expostos no sedimento, para

que os visitantes possam ter uma idéia real de como eles ocorrem na natureza. Esse item, no entanto, exigiria a construção de uma cúpula de proteção sobre o jazigo, mas seria um verdadeiro “laboratório vivo”.

Essa última sugestão é uma idéia muito ousada e desafiadora, um verdadeiro teste para governantes que acreditarem na mesma. É um projeto que exige realmente muito investimento mas é totalmente viável e com resultados extremamente compensadores, tanto em termos de conservação, como em termos de geração de oportunidades econômicas para o município como um todo. O melhor exemplo brasileiro talvez seja o Parque dos Dinossauros, no Município de Sousa, PB (vide 2.7).

## 5 RESULTADOS EXPERIMENTAIS E DISCUSSÃO

### 5.1 Considerações gerais

Dentro dos critérios da metodologia científica, foram realizados, a título de experimentação, alguns trabalhos de campo com o objetivo de demonstrar a viabilidade e a coerência da proposta de metodologia de aproveitamento dos tanques naturais como micro-reservatórios de água, associado ao resgate dos fósseis do seu interior. A proposta inicial para a etapa experimental era executar várias escavações paleontológicas. Porém, o curto tempo de curso aliado à escassez de recursos obrigou a limitar a ação a apenas um resgate e a algumas sondagens prospectivas, as quais revelaram tanques sem fósseis.

Deve-se lembrar que nem sempre todos os tanques apresentam materiais fossilizados e quando isso acontece a etapa de resgate desse material não é necessária, o que elimina custos operacionais e diminui significativamente o tempo de implantação do reservatório, pois o trabalho fica restrito apenas ao seu desentulhamento completo e implantação das melhorias. Conseqüentemente nesses tanques “estéreis” encontrados nesta pesquisa houve um trabalho de desentulhamento e limpeza. No entanto, o resgate paleontológico de apenas um jazigo não compromete de forma alguma o mérito da proposta, uma vez que a ênfase é a consolidação dos micro-reservatórios em áreas onde há muita necessidade de água.

Na área de estudo foram escolhidas duas faixas de coleta de dados, denominadas *Área Piloto de Itapipoca e Área Piloto de Irauçuba* (vide capítulo 1). A área como um todo possui dezenas de tanques naturais e as duas áreas piloto foram escolhidas a título de amostragem e para facilitar a descrição de um contexto geográfico local. Para formar a Área Piloto de Itapipoca foi escolhida uma zona do município abrangendo parte de um assentamento do INCRA, denominado Taboca–Lajinhas, localizado a cerca de 10 km a Oeste da sede do município, e mais dois conjuntos de tanques em sua área de influência direta, denominados para este estudo de Sítio Paleontológico do Jirau, no extremo Norte da sub-área, e Sítio Paleontológico de João Cativo, no extremo Sul. Já para formar a Área Piloto de Irauçuba, foram escolhidas as localidades de Lagoa de Pedras e São José, na porção periférica a Noroeste da sede do município, a qual contém um conjunto de tanques que é bastante utilizado pela comunidade local.

O assentamento Taboca–Lajinhas, no Município de Itapipoca, foi criado em 14.05.1987 pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, do Governo

Federal, possuindo uma área de 2.532,3168 ha. Atualmente há 77 famílias assentadas oficialmente, mas já se registram cerca de 168 famílias agregadas, ou seja, moradores que já formaram suas próprias famílias e que também moram dentro da área. A produção agrícola do assentamento se concentra no milho (2.400 kg/ano), feijão (75.000 kg/ano) e mandioca (690.000 kg/ano), segundo dados do próprio INCRA. Possuem ainda rebanho caprino (400 cabeças), rebanho bovino (550 cabeças) e rebanho ovino (1.000 cabeças). A infra-estrutura do assentamento é composta por 2 açudes; 4 barragens; 1 casa-sede; 2 casas de farinha; 2 currais; 1 estábulo; 1 campo de raspa; além das casas dos moradores. A área é totalmente cercada com cercas de estacas, totalizando um perímetro de 21.791,79 m.

Apesar de uma boa infra-estrutura para armazenamento e captação de água o assentamento enfrenta problemas com a manutenção desse patrimônio, como perda de poços tubulares e danos em barragens e paredes de açudes. Esses problemas aliados com os já proporcionados na estação seca do ano que provocam problemas no abastecimento à comunidade como um todo. Segundo dados de campo, obtidos através de entrevistas com alguns moradores do assentamento, verificou-se que a água acumulada nos tanques naturais é uma reserva estratégica e bastante crucial na maior parte da estação seca do ano, pois enquanto os tanques estão cheios evita-se deslocamentos até os açudes mais próximos, que muitas vezes ficam distantes, enquanto o tanque está mais próximo.

O dueto armazenamento de água / resgate de patrimônio científico, proposto no capítulo 1 como o tema central desta dissertação, encontra no assentamento Taboca-Lajinhas um perfeito expoente da proposta. A inclusão desse assentamento no programa veio a contento, pois representa uma comunidade rural assistida por programas públicos, que tem alguns problemas de abastecimento de água na estação seca e que também possui sítios fossilíferos, gerando um potencial de turismo paleontológico. Seria a primeira experiência no Brasil desse tipo de turismo em uma área de reforma agrária. Uma novidade e um grande desafio com resultados potenciais promissores.

Na Área Piloto de Irauçuba, a qual fica praticamente na zona de influência urbana do município, as localidades foram escolhidas com um propósito de demonstração da importância dos tanques naturais em um setor com infra-estrutura de abastecimento de água, no caso Açude Público Jerimum, a menos de 5 km dos tanques. A Lagoa das Pedras possui um único tanque de grandes dimensões e a localidade de São José possui dois tanques de médio porte. Ambas abastecem várias famílias próximas e esses tanques são cruciais, pois o município frequentemente tem problemas de falta d'água, precisando recorrer aos carros-pipa.

Nesta etapa de experimentação a metodologia adotada foi a de coleta de dados *in situ*, principalmente a sondagem de tanques; o resgate de fósseis de um sítio paleontológico; o desentulhamento de tanques estéreis (sem fósseis); a informações referentes ao uso tradicional dos tanques e ao monitoramento comparativo do nível da água dos tanques por estação. Todos esses dados foram coletados com objetivos amostrais, devido à limitação de tempo e recursos já citados anteriormente. No entanto, procurou-se fazer o tratamento dos mesmos de forma técnica e objetiva, para tornar convincente a proposta metodológica.

## 5.2 Desenvolvimento dos trabalhos na Área Piloto de Itapipoca

### 5.2.1 Caracterização geral da Área Piloto.

A Área Piloto de Itapipoca está inserida integralmente nesse município, no domínio da Unidade Geomorfológica das *Depressões Sertanejas* e da Unidade Fitogeográfica da *Caatinga*, com alguns núcleos de carnaubeiras, totalizando uma superfície de aproximadamente 108 km<sup>2</sup>. Dentro de seus limites existem vários conjuntos de tanques naturais, alguns sendo também sítios paleontológicos. Para utilização na amostragem foram selecionados quatro conjuntos principais, os quais receberam as seguintes denominações, mantendo-se os seus topônimos originais: **João Cativo**, no extremo Sul; **Cajazeiras** e **Lajinhas**, na parte central, dentro do assentamento do INCRA; e **Jirau**, no extremo Norte. A distribuição de cada conjunto está marcada na figura 4.

Os quatro conjuntos de tanques estão encravados em afloramentos rochosos residuais, os quais formam lajedos e pequenos morros. Estes últimos destacam-se na paisagem como monólitos mamelonares, por vezes alongados, desnudos de vegetação. A litologia que constitui a rocha encaixante dos tanques é de origem magmática plutônica ácida, de composição granítica ou granodiorítica, equigranulares ou porfiróides, de difícil individualização. Tratam-se de granitóides, algumas vezes orientados, com mineralogia essencial formada por quartzo, plagioclásio, moscovita e eventualmente biotita. Pela proximidade com a Serra de Uruburetama é possível que sejam testemunhos litológicos daquela unidade, classificada por CAVALCANTE e FERREIRA (1983) como *granitóides a biotita e/ou hornblenda (± muscovita), de composição granítica a granodiorítica, com fácies sienítica, de grã média a grosseira, profiroblásticos ou não, em parte exibindo estrutura xenolítica (enclaves de piroxênio-anfibolitos, piroxênio-gnaisses, granodioritos, etc.)*.

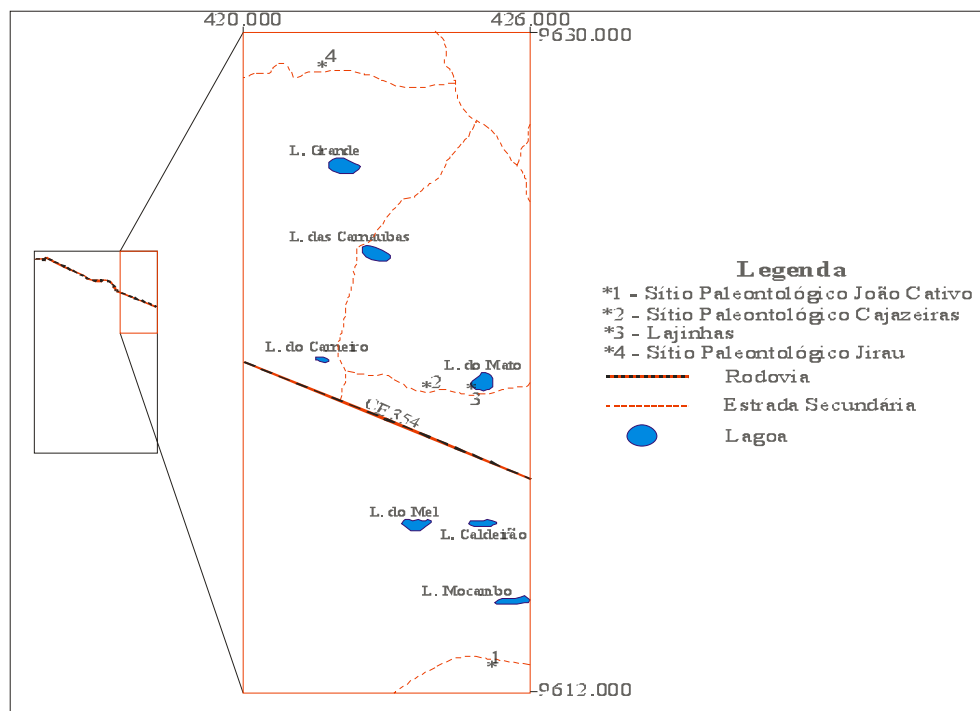


Figura 4 – Localização da Área Piloto de Itaipoca dentro da área de estudo e a distribuição dos conjuntos de tanques estudados.

Os tanques da Localidade de **João Cativo** estão situados no sopé da Serra de Uruburetama, a cerca de 13 km à Oeste da Cidade de Itaipoca, na Fazenda Carrapato, de propriedade do Sr. Francisco Juracy Teixeira. As coordenadas UTM para o sítio são: 9612.903 mN e 425.308 mE, A rocha encaixante dos mesmos é classificada por SOUZA FILHO (1999) como *Granitóides Cedo a Sin-Tectônicos, divididos em três grupos principais, de acordo com a petrografia e estágios deformacionais de cada um deles*. Em João Cativo são descritos como *granodioritos e granitos porfiríticos, representados por rochas de coloração cinza com tons esverdeados, textura profiróide, onde se destacam pórfiros de K-feldspato e plagioclásio, de dimensões variadas, podendo exibir, (...), deformação milonítica, onde os facóides de feldspato se mostram bastante estirados, às vezes, com formas sigmoidais, chegando, mesmo, a desenvolver uma certa foliação na rocha*.

Esta localidade constitui o **Sítio Paleontológico João Cativo**, formalizado por PAULA COUTO (1962), quando da expedição de pesquisa do Museu Nacional do Rio de Janeiro ao Município de Itaipoca naquele ano. Esta inclusive foi a primeira pesquisa sistemática de fósseis de megafauna no Estado do Ceará, que resgatou mais de 500 peças fósseis, as quais estão depositadas na coleção de paleovertebrados daquele museu. Os resultados científicos daquela expedição foram publicados por PAULA COUTO (1962 e 1980) e MELLO (1989), já previamente apresentados (vide 2.3).

A localidade possui dez tanques conhecidos, com dois jazigos confirmados até o presente. Esses tanques são todos do tipo fechado, sendo alguns de formato irregular (não elipsoidal, como é o padrão). O propósito desta localidade para este trabalho é comprovar a grande riqueza paleontológica que os tanques apresentam. No caso específico de João Cativo o trabalho do Museu Nacional foi parcial, havendo ainda jazigos fossilíferos por escavar.

Os tanques das Localidades de **Cajazeiras** e **Lajinhas**, a cerca de 15 km à Noroeste da sede do município, estão encaixados em rochas graníticas muito parecidas com as da descrição anterior. É possível que estejam ligadas a mesma gênese. A primeira localidade constitui o **Sítio Paleontológico Cajazeiras**, formalizado para este trabalho, havendo até o momento quatro jazigos conhecidos. As coordenadas UTM são: 9620.430 mN e 423.050 mE. Infelizmente os fósseis que estavam contidos nesses tanques foram retirados quando do desentulhamento total dos mesmos para armazenamento de água e o seu paradeiro é desconhecido. Ainda é possível encontrar pedaços de fósseis no local, misturados ao sedimento desentulhado e jogado à beira dos tanques. Nesse sítio há dois conjuntos principais de jazigos, codificados nesta pesquisa como *Cajazeiras “A” e “B”*. O conjunto “A” possui um tanque fossilífero confirmado, semi-desentulhado, e outros ainda virgens, não sondados. O conjunto “B” possui somente três tanques, todos já totalmente desentulhados pelos moradores.

A segunda localidade possui dezenas de tanques de dimensões variadas, mas até o presente não foi identificado nenhum jazigo paleontológico. As coordenadas UTM dessa localidade são: 9620.265 mN e 424.710 mE. Também possui dois conjuntos principais de tanques, codificados nesta pesquisa como *Lajinhas “A” e “B”*. O conjunto “A” possui somente três tanques, todos já desentulhados pelos moradores locais, revelando-se bem profundos. O conjunto “B” possui cinco tanques de tamanhos e tipos variados, espalhados em uma área muito grande, havendo inclusive uma lagoa, denominada Lagoa do Mato. O nosso propósito nesses conjuntos de tanques para a dissertação é o de demonstrar a utilidade dos mesmos como micro-reservatórios de água já implantados, para a comunidade do assentamento Taboca–Lajinhas. Os dados obtidos poderão servir de subsídios para programas semelhantes em outros assentamentos.

O quarto conjunto de tanques estão na Localidade de **Jirau**, a cerca de 25 km à Noroeste da sede do município. As coordenadas UTM desse local são: 9629.010 mN e 421.575 mE. Os tanques estão encaixados em uma unidade litológica descrita por BRAGA et al. (1981) como sendo *um “corpo” [grifo do autor] granitóide de forma ovalada e de pequenas dimensões, encaixado concordantemente na estruturação regional NNE-SSW. (...)*

*A rocha tem coloração rósea, textura homogênea e granulação média. Possui duas fácies petrográficas: uma na borda do “corpo”, formada por hornblenda-biotita-gnaïsse, e a outra representada por hornblenda-granito, formado por quartzo, feldspato (de cor rósea e creme), e hornblenda.* Foram identificados preliminarmente seis tanques, os quais caracterizam-se por serem alongados, de formato predominantemente elipsoidal, alguns do tipo fechado e outros do tipo semi-aberto. Todos estão localizados em propriedades particulares.

Esta localidade constitui o **Sítio Paleontológico Jirau**, também formalizado para este trabalho, e até o presente foram identificados três jazigos. O propósito nessa localidade foi o de realizar o resgate dos fósseis de um dos tanques localizado na Fazenda Queimadas, de propriedade do Sr. Aristóteles Barroso Nunes e codificado por nós para este trabalho como *Jirau/01*. Este tanque foi escolhido para resgate paleontológico pelo fato de estar havendo a retirada de peças fósseis há muito tempo, devido a uma cacimba cavada na década de 1980. Muitos exemplares já haviam sido perdidos e havia urgência de se fazer o salvamento.

A Área Piloto de Itapipoca contém outros conjuntos de tanques, como é o caso da Localidade de Coelho, que possui um jazigo fossilífero comprovado, e da Localidade da Mineração Santa Rosa, cujos tanques ainda não foram sondados. Ambos os conjuntos estão situados na porção Nordeste da área piloto, a cerca de 15 km à Noroeste da sede do município. No entanto, por enquanto para o propósito da dissertação os conjuntos que foram descritos anteriormente satisfazem os objetivos do trabalho.

## **5.2.2 Sítio Paleontológico João Cativo**

O estudo científico deste sítio paleontológico, realizado pelo Paleontólogo do Museu Nacional Carlos de Paula Couto, foi o marco inicial das pesquisas sistemáticas em tanques fossilíferos no Estado do Ceará. Antes disso os trabalhos se limitavam apenas a citar descobertas feitas ao acaso, com rápidas descrições das espécies encontradas, nem sempre feitas por especialistas. O próprio Paula Couto já havia descrito oficialmente alguns fósseis do Ceará, que incluía a descrição da espécie nova *Panochtus rochai*, (PAULA COUTO, 1954), espécie essa batizada em homenagem ao naturalista cearense Francisco Dias da Rocha (1869–1960), descobridor do fóssil no Município de Jaguaretama (antigo Riacho do Sangue) e seu guardião no antigo Museu Rocha de Ciências Naturais.

A história da descoberta desse sítio paleontológico remonta ao ano de 1952, quando o ilustre professor itapipoquense José Paurilo Barroso fez a descoberta. Segundo OLIVEIRA



(1971), convicto de se tratar de algo importante e raro para um exame paleontológico, o professor resolveu escrever uma carta ao historiador cearense Gustavo Barroso, comunicando-lhe o achado valioso. Este aconselhou-o a escrever ao Museu Nacional, que se prontificou estudar um meio de mandar uma comissão de estudiosos, o que acabaria ocorrendo em janeiro de 1961. Esse autor faz ainda a seguinte narrativa sobre essa localidade:

Os tanques de João Cativo, consoante a tradição até hoje conservada por pessoas residentes nas suas circunvizinhanças, foram, ao tempo da escravidão, refúgio de negros, advindo daí a denominação de João Cativo, que era um velho escravo desertor que aceitava naquele perdido antro os companheiros de infortúnio. Era João Cativo, além de escravo inteligente e intrépido, o guia espiritual de muitos negros; sob a sua proteção viviam muitos escravos foragidos, que a ele vinham em busca de guarida. Conseguiu ele, em curto período de tempo, acolher grande número de negros fugitivos, formando com estes um forte reduto, um respeitado e poderoso quilombo. Homem devotado ao sofrimento de seus colegas de destino, era ele considerado, naquelas agrestes cercanias, o pai dos escravos. Sua fama admirável e seu negável valor espalharam-se por todo aquele ermo. Foi, talvez, em tão abscôndito recanto, a primeira pessoa a manifestar-se contra a ignomínia da escravidão.

Esta narrativa nos mostra mais um aspecto da rica cultura histórica da região de Itapipoca, muitas vezes esquecida e renegada a terceiro plano, tanto pelo povo como pelos governantes, sendo valorizada somente por uns poucos sábios autodidatas, que conseguem ver oportunidades sociais e culturais em registros desta natureza.

A expedição do Museu Nacional em 1961 realizou escavação em cinco tanques, sendo no entanto encontrados fósseis somente em dois deles. O resultado foi fantástico: foram resgatadas 563 peças fósseis, representativas de uma rica fauna pré-histórica preservada nos depósitos sedimentares dos tanques, demonstrando a diversidade faunística na região de Itapipoca no final do Pleistoceno e início do Holoceno, bem como a possibilidade da existência de um refúgio ecológico em João Cativo naquele tempo. As espécies descobertas são apresentadas na tabela 6.

Além das espécies relacionadas, houve ainda muitos fragmentos de ossos que infelizmente só puderam ser identificados ao nível de ordem, subordem, tribo ou classe. Das várias constatações científicas que as pesquisas obtiveram, duas se destacam: primeiro, a contemporaneidade de animais da fauna atual (destacadas na tabela 7) com as espécies da megafauna extinta, o que pode indicar que tais animais sobreviveram aos fatores que causaram a extinção dos grandes mamíferos; segundo, a descoberta de uma espécie nova de preguiça terrícola (*Xenocnus cearensis*), ainda desconhecida da ciência. São informações que exaltam os tanques naturais como um tesouro da pré-história da América do Sul.

TABELA 7 - LISTA DOS TAXA DE MAMÍFEROS DA MEGAFUNA ENCONTRADOS EM JOÃO CATIVO, DURANTE A EXPEDIÇÃO DO MUSEU NACIONAL EM 1961.

Nº	Táxon	Denominação não científica	Descrição
01	<i>Nothrotherium maquinense</i>	Notrotério	Pequena preguiça terrícola.
02	<i>Xenocnus cearensis</i>	Xenocnus	Pequena preguiça terrícola.
03	<i>Scelidodon cuvieri</i>	Escelidodon	Preguiça terrícola de porte médio, de até 500 kg.
04	<i>Eremotherium laurillardi</i>	Eremotério	Preguiça terrícola gigante, de até 5 t.
05	<i>Holmesina paulacoutoi</i>	Pampatério	Um tipo de tatu encouraçado, de grande porte.
06	<i>Glyptodon sp.</i>	Gliptodonte	Parente dos tatus, encouraçado, de porte gigante.
07	<i>Cerdocyon thous*</i>	Raposa	Pequeno canídeo, comum nas matas e campos.
08	<i>Procyon troglodytes</i>	Cão das cavernas	Pequeno cachorro selvagem.
09	<i>Smilodon populator</i>	Tigre dentes-de-sabre	Felídeo do porte de um leão, c/ presas de 30 cm.
10	<i>Haplomastodon waringi</i>	Mastodonte	Um tipo de elefante extinto, de até 5 t.
11	<i>Hippidion principale</i>	Cavalo primitivo	Pequeno cavalo extinto.
12	<i>Equus (Amerhippus) neogaeus</i>	Cavalo primitivo	Pequeno cavalo extinto.
13	<i>Tayassu pecari**</i>	Queixada	Um tipo de porco selvagem, comum nas matas.
14	<i>Palaeolama major</i>	Paleolhama	Um tipo de lhama extinta.
15	<i>Mazama gouazubira*</i>	Veado catíngueiro	Pequeno cervídeo, muito comum nas matas.
16	<i>Ozotoceros bezoarticus**</i>	Veado campeiro	Pequeno cervídeo do cerrado.

FONTE: MELLO (1989). (\*) Espécies ainda viventes no Ceará. (\*\*) Espécies ainda viventes no Brasil.

Outra constatação científica importante é a interpretação paleoambiental para a região, com base nos fósseis de João Cativo. BERGQVIST et al. (1997) inferem que a estrutura básica da comunidade de animais estudada se caracteriza por um predomínio de formas herbívoras, principalmente edentados (preguiças terrícolas, pampatérios e gliptodontes). Há também abundância de carnívoros, tanto em número de espécies como em indivíduos, o que pode estar relacionada à maior variedade de presas existentes na região. A presença dos cavalos, os quais são adaptados à corrida em lugares abertos, sugere a existência de ecossistemas abertos recobertos por estrato gramíneo.

De uma forma geral, o ambiente antigo parece ter tido condições de suprir água e alimento para uma fauna que consumia muito desses recursos, mas as condições paleoclimáticas não puderam ser estabelecidas pelos autores, pois os elementos orgânicos não são bem propícios para tal. Independente disso, a presença da megafauna na região de Itapipoca pode demonstrar que as condições do ambiente, principalmente de vegetação, devem ter sido bem diferentes das condições atuais, o que é muito importante saber, para se poder compreender a evolução para as atuais condições ambientais.

O aspecto negativo desse maravilhoso trabalho do Museu Nacional, pelo menos para o Ceará, é que o patrimônio paleontológico não ficou no nosso estado, o qual poderia ter sido usado para subsidiar um programa museográfico e, assim, gerar oportunidades para o nosso povo. O aspecto positivo é que, com o desentulhamento total de cinco tanques, automaticamente (e sem essa intenção) foram implantados cinco micro-reservatórios de água, os quais beneficiam várias famílias da região há mais de 40 anos.

O Sítio Paleontológico João Cativo se tornou assim um “laboratório vivo” que comprova a viabilidade da proposta metodológica desta pesquisa. O dueto resgate do patrimônio paleontológico / armazenamento alternativo de água (vide capítulo 1), o qual é o tema central deste trabalho, tem em João Cativo o melhor exemplo de resultados experimentais, tanto no tempo como no espaço. Basta citar que durante as grandes secas de 1983, 1993 e 1997/1998, os micro-reservatórios supriram de água a população de João Cativo por um bom tempo, enquanto outras comunidades dependiam de carros-pipa.

Esteve-se pela primeira vez nessa localidade em fevereiro de 1998, no auge da seca que começou no ano anterior, para um reconhecimento das condições do sítio paleontológico e para documentação fotográfica. Pode-se constatar a situação privilegiada em relação à água (foto 21), enquanto outras localidades sofriam com a falta dela e a população lutava pelo recebimento de cestas básicas de alimentos e vagas nas frentes de emergência do governo federal.

Na ocasião também constatou-se a destruição de um dos jazigos virgens que ainda podem ser encontrados no sítio. O motivo da destruição foi o velho hábito de moradores locais de escavarem cacimbas no interior dos tanques, para captação de água na estação seca do ano. Recolheu-se algumas peças fósseis que estavam jogadas pelo chão, estando esse material guardado na Prefeitura de Itapipoca. Este fato mostra o quanto os sítios paleontológicos estão vulneráveis à depredação, reforçando ainda mais a idéia de resgate prévio.

Os tanques de João Cativo atualmente fazem parte de uma propriedade particular, a Fazenda Carrapato. Há uma família de moradores oficiais instalada nas adjacências dos mesmos, formada por cerca de 12 pessoas, entre crianças, jovens, adultos e idosos, vivendo em situação de extrema pobreza, instalados em duas casas de taipa. Eles têm autorização do proprietário para desenvolverem atividades de subsistência. Para tanto plantam roças de milho e feijão; criam pequenos animais domésticos (galinhas, porcos e cabras), em pequenas

quantidades; além de caçarem animais silvestres (tatus, pebas, etc.) e coletarem produtos naturais (mel de abelha, plantas medicinais, etc.).

Nesse contexto de dificuldades, no entanto, a água não chega a ser um problema, graças exatamente ao suprimento acumulado nos tanques, que garante o abastecimento até a próxima estação chuvosa. Segundo os membros mais antigos da família de moradores da Fazenda Carrapato, que vivem em João Cativo desde muito antes das escavações paleontológicas do Museu Nacional, em 1961, a falta de água era um problema constante, apesar dos tanques, mas o desentulhamento dos mesmos, com a retirada dos fósseis, mudou bastante esta história. “O abastecimento ainda é irregular, mas nem se compara com a situação de antes das escavações”, concluem os sexagenários.

Mesmo com o aumento da capacidade de acumulação dos tanques, após o desentulhamento, os moradores de João Cativo ainda se preocuparam em ampliar ainda mais essa capacidade, construindo muros de tijolo e cimento nas laterais dos mesmos (foto 20). Esses muros já têm mais de 20 anos de instalados, confirmando também as nossas observações sobre a cultura de uso da água dos tanques (vide 2.). Aliás, João Cativo foi a localidade inspiradora da proposta metodológica ora proposta.



Foto 20 – Um dos tanques fossilíferos de João Cativo, desentulhado em 1961, ao qual foi adaptado um pequeno muro para aumentar ainda mais a capacidade de acumulação de água.

Dos dez tanques conhecidos na Localidade de João Cativo, apenas cinco foram escavados pela expedição do Museu Nacional. Outros cinco tanques foram identificados e encontram-se totalmente entulhados de sedimentos, não se sabendo ainda se são fossilíferos

(foto 21). É possível também que haja outros ainda não catalogados, pois a área é extensa e bastante fechada por vegetação, o que dificulta o trabalho de mapeamento. No entanto, baseando-se pelos resultados anteriores, é bastante promissora a existência de novos jazigos fossilíferos.



Foto 21 – Um dos tanques “virgens” de João Cativo, totalmente entulhado de sedimentos. Com o desentulhamento total do mesmo, após um programa de resgate paleontológico, seria mais um micro-reservatório a ser disponibilizado para consumo humano e animal.

Para comprovação da viabilidade do programa de micro-reservatórios em João Cativo se fará a seguir uma análise das condições de acumulação de água x famílias beneficiadas. Dos dez tanques conhecidos até o momento, cinco estão totalmente desentulhados, dois estão entulhados, mas permitem algum armazenamento, e três estão totalmente entulhados, não havendo acumulação de água.

Para o cálculo da capacidade volumétrica de cada tanque adotou-se uma medição simplificada das três grandezas espaciais principais (largura, comprimento e altura), considerando os valores máximos de cada, uma vez que os tanques são de formato irregular. Medidas mais exatas exigem equipamentos mais sofisticados, os quais não pode-se dispor durante a realização deste trabalho. Mesmo assim, os dados obtidos são suficientes para dar valores de acumulação, que convencionou-se de *volume mínimo*. As dimensões de cada tanque estão representadas na tabela 8, com um cálculo estimado de seus volumes.

TABELA 8 - DIMENSÕES DOS TANQUES DE JOÃO CATIVO E CAPACIDADES DE ACUMULAÇÃO DE ÁGUA.

Tanque Nº	Dimensões máximas (m)			Situação de sedimentos	Volume Mínimo (l)
	Compr.	Largura	Altura		
01	20	6,40	4	Desentulhado	512.000
02	28	4,20	3	Desentulhado	352.800
03	27	3,20	3	Desentulhado	259.200
04	26	4,00	5	Desentulhado	520.000
05	23	3,50	2	Desentulhado	161.000
06	22	5,40	1	Entulhamento parcial	*118.800
07	18	3,10	1	Entulhamento parcial	*22.100
08	11	3,50	S/ dados	Entulhamento total	-
09	13	2,20	S/ dados.	Entulhamento total	-
10	21	8,30	S/ dados.	Entulhamento total	-
<b>Capacidade Mínima Total</b>					<b>1.945.900</b>

(\*) Volumes parciais.

Como se pode constatar, a capacidade hídrica dos tanques de João Cativo é bastante considerável. São praticamente 2.000 m<sup>3</sup> de água armazenada, e isto numa projeção mínima, a qual pode ser ampliada ainda mais com o desentulhamento de outros tanques ainda com sedimentos. O número de pessoas beneficiadas é bastante variável, não sendo possível precisar exatamente a quantidade, pois isso depende muito da época do ano. Durante a estação chuvosa há boa oferta de água em todas as localidades. Já durante a estação seca, a procura por fontes como as de João Cativo aumenta muito. Deve-se lembrar que essa água acumulada serve também para consumo de animais, tanto domésticos como silvestres, além de suprir outras necessidades, como lavagem de roupa e banho.

Mesmo assim, pode-se inferir alguns números sobre consumo. Segundo os moradores da Fazenda Carrapato, em João Cativo, durante a estação chuvosa praticamente somente eles consomem a água dos tanques. Quando cessam as chuvas e até o início da próxima estação, muitas famílias das redondezas começam então a se abastecer da água, que é retirada em pequenas quantidades em recipientes como latas. Numa estimativa aproximada dos moradores locais, cerca de 15 famílias da região, incluindo os próprios, utilizam a água dos tanques.

Num cálculo estatístico aproximado, se considerarmos que cada família tem em média 6 integrantes, tem-se um total de 90 pessoas. Considerando-se que cada pessoa consuma aproximadamente 50 litros de água por dia, tem-se um consumo mensal de 1.500

litros por mês por cada pessoa. Esse consumo individual multiplicado pelas 90 pessoas estimadas totaliza um consumo mensal de 135.000 litros. Multiplicando-se esse consumo mensal dos usuários por 10 meses do ano, teremos 1.350.000 litros de água consumida, o que é bem inferior à capacidade de acumulação apresentada na tabela 7.

Essa autosuficiência de água em João Cativo pode ser observada na prática e em qualquer época do ano, mesmo no auge da estação seca, quando os tanques ainda mantêm um “saldo” hídrico significativo. Lembramos que há perdas por evaporação, além do consumo animal, cujos dados não dispomos. Mesmo sendo estimados estatisticamente, esses dados não estão muito longe da realidade, o que pode ser comprovado pelo grau de satisfação de cada usuário dessa água. O potencial hídrico dos tanques naturais é realmente fantástico e no caso de João Cativo, esses micro-reservatórios deixam de ser alternativos para serem as principais fontes de água da população local.

### **5.2.3) Sítio Paleontológico Cajazeiras**

Este sítio paleontológico, localizado dentro do Assentamento do INCRA Taboca – Lajinhas, foi descoberto para a ciência somente em setembro de 2001, durante os trabalhos de campo para esta dissertação. No entanto, o conteúdo fossilífero de quatro tanques foi retirado totalmente, de maneira irregular, quando do desentulhamento total dos mesmos pelos moradores locais, visando exatamente o aumento da sua capacidade de acumulação. Não se sabe exatamente quando isso foi feito nem o paradeiro dos fósseis. Segundo os moradores do assentamento, provavelmente foi no final da década de 1980 e os fósseis foram levados por técnicos do INCRA, mas não conseguiu-se confirmar esta informação naquele órgão federal. Ainda é possível encontrar fragmentos de fósseis no entulho jogado ao lado dos tanques.

O conjunto de tanques *Cajazeiras A* possui três unidades de porte médio (foto 22), todos completamente desentulhados. O conjunto *Cajazeiras B* possui quatro tanques, sendo um desentulhado parcialmente e os demais ainda não mexidos. Nesse conjunto se encontra um dos maiores tanques da Área Piloto de Itapipoca, o de número 4 (foto 23). Assim como ocorre em João Cativo, a importância dos tanques de Cajazeiras já faz parte do contexto cultural dos moradores do assentamento, que pode ser comprovado pelo desentulhamento antigo e constante manutenção dos mesmos. Mas talvez o principal fato que chama atenção é que as famílias constroem suas casas ao lado de um tanque, para facilitar a coleta de água.





Foto 22 – Tanques do Conjunto *Cajazeira A*, no Assentamento Taboca – Lajinhas



Foto 23 – Tanque nº 4, no Conjunto *Cajazeiras B*, no Assentamento Taboca - Lajinhas.  
Observar, no alto à direita, a casa de uma família instalada ao lado do mesmo.

As dimensões aproximadas desses tanques e suas capacidades mínimas de acumulação estão representadas na tabela 9. A exemplo de João Cativo, a quantidade de pessoas que se abastecem dos tanques é muito variável e depende da época do ano. Uma estimativa aproximada, segundo pesquisa de campo, nos permite inferir que de 15 a 20 famílias utilizam a água dos tanques de cajazeiras. Considerando-se um consumo médio de 1.500 litros/mês por pessoa (conforme cálculo em João Cativo), para uma média de 120 pessoas (6 por família x 20 famílias), teremos um consumo de 180.000 litros por mês. Nessa proporção a água acumulada nos tanques de Cajazeiras seria consumida num prazo de 9 meses, o que teoricamente seria suficiente para passar toda a estação seca do ano.



TABELA 9 - DIMENSÕES DOS TANQUES DE CAJAZEIRAS E CAPACIDADES DE ACUMULAÇÃO DE ÁGUA.

Tanque N°	Conjunto	Dimensões máximas (m)			Situação de sedimentos	Volume Mínimo (l)
		Compr.	Largura	Altura		
01	A	22	3,50	4,20	Desentulhado	323.400
02	A	14	3,10	3,60	Desentulhado	156.240
03	A	7	1,90	3,70	Desentulhado	49.210
04	B	35	4,50	6,00	Entulhamento parcial	*945.000
05	B	18	10	1,00	Entulhamento parcial	*180.000
06	B	4	2,5	S/ dados	Entulhamento total	-
07	B	4	3	S/ dados	Entulhamento total	-
<b>Capacidade Mínima Total</b>						<b>1.653.850</b>

(\*) Volumes parciais.

No entanto, constatou-se nessa localidade que a água acumulada não dura tanto tempo assim, pois em meados de outubro esses tanques estão praticamente secos. Uma possível explicação para esse fato seria um consumo maior de água por pessoa, em atividades como lavagem de roupa ou banho, além de um maior número de animais de grande porte (bovinos e eqüinos) que se abastecem da mesma, pois os assentados possuem pequenos rebanhos. Devemos considerar ainda as perdas por evaporação.

Independente deste fato, os tanques são cultuados no assentamento como uma reserva estratégica muito importante, configurando-se nesse caso como uma verdadeira fonte alternativa, devidamente consolidada já há mais de uma década. Uma prova dessa importância é que quando a água dos tanques acaba os moradores de Cajazeiras precisam recorrer aos açudes do assentamento, os quais ficam muito longe de suas moradias, retornando o velho transtorno da peregrinação diária pela água, típica do Nordeste.

Com relação aos fósseis, lamentavelmente não descobriu-se o paradeiro dos mesmos. Em entrevistas com alguns moradores constatamos que muitas peças foram levadas por pessoas do próprio município, como objeto de curiosidade. Conseguiu-se ainda resgatar algumas peças que estavam jogadas ao lado dos tanques, quando do desentulhamento dos mesmos. Estão muito fragmentadas e não possibilitam de imediato uma identificação das espécies, conseqüentemente não permitindo estudos como o de João Cativo, constituindo-se num grande prejuízo científico.

#### 5.2.4 Lajinhas

Esta localidade fica a cerca de 5 km após a Localidade de Cajazeiras, também dentro do assentamento do INCRA. Até o presente não foi confirmada a existência de nenhum jazigo fossilífero nos tanques existentes ali, mas o potencial é muito grande. O conjunto de tanques *Lajinhas A* possui três unidades de porte grande (foto 24), todos completamente desentulhados. O conjunto *Lajinhas B* possui cinco tanques, todos ainda não mexidos. Nesse último os tanques estão inseridos no contexto da Lagoa do Mato.

Assim como ocorre em Cajazeiras, a importância dos tanques de Lajinhas também faz parte do contexto cultural dos moradores do assentamento, observando-se os mesmos aspectos culturais (manutenção, proteção com cercas e instalação de casas ao lado dos mesmos, para facilitar o abastecimento).



Foto 24 – Tanques 1 e 2 do conjunto *Lajinhas B*.

As dimensões aproximadas desses tanques e suas capacidades mínimas de acumulação estão representadas na tabela 10. As informações sobre usuários e cálculos de consumo são semelhantes aos da localidade anterior (Cajazeiras). Também ocorre o mesmo problema de suprimento, ou seja, antes do final do ano os tanques já estão secos, pelos mesmos motivos já expostos para Cajazeiras. A diferença para essa localidade é a existência da Lagoa do Mato, que mantém uma lâmina d'água por mais tempo, frequentemente chegando até a próxima estação chuvosa ainda com água boa para consumo.

TABELA 10 - DIMENSÕES DOS TANQUES DE LAJINHAS E CAPACIDADES DE ACUMULAÇÃO DE ÁGUA.

Tanque N°	Conjunto	Dimensões máximas (m)			Situação de sedimentos	Volume Mínimo (l)
		Compr.	Largura	Altura		
01	A	16,70	4,10	3	Desentulhado	205.410
02	A	9,30	8,30	4	Desentulhado	308.760
03	A	7,80	4,70	4	Desentulhado	146.640
04	B	29,30	7,20	1	Entulhamento parcial	*210.960
05	B	23,50	5,30	1	Entulhamento parcial	*124.550
06	B	18,40	4,80	1,40	Entulhamento parcial	*123.648
07	B	14,70	4,10	1,60	Entulhamento parcial	*96.432
08	B	13,60	3,90	1,50	Entulhamento parcial	*79.560
<b>Capacidade Mínima Total</b>						<b>1.295.960</b>

(\*) Volumes parciais.

Estas duas últimas localidades do Assentamento Taboca – Lajinhas serviram para demonstrar basicamente duas situações, as quais defende-se nesta dissertação. Primeiro, a importância estratégica dos tanques naturais, como reservatórios alternativos de água para uma comunidade organizada como é o caso de um assentamento rural. Segundo, a perda de patrimônio paleontológico, muito valioso para a ciência e para o próprio turismo científico, que é perdido exatamente pelo interesse nos tanques que as populações rurais tem.

Estas duas situações ilustram perfeitamente a idéia e a preocupação discutidas neste trabalho. Ainda existem muitos tanques fossilíferos intactos, não só dentro do próprio assentamento, mas em outras localidades da Região de Itapipoca e Irauçuba, que podem ter o mesmo destino, ou seja, perda total do patrimônio, devido ao crescente interesse dos camponeses pelos tanques naturais como uma fonte de água.

### 5.2.5 Sítio Paleontológico Jirau

Esse sítio paleontológico foi descoberto para a ciência em 1994 por uma prospecção paleontológica no Município de Itapipoca, pelo programa bolsista de iniciação científica do CNPq, pela Universidade Federal do Ceará. O trabalho ficou restrito a um reconhecimento da situação dos tanques; documentação fotográfica e coleta de amostras fósseis. Já naquela época haviam cacimbas escavadas no interior dos mesmos para captação de água, o que causaram exposição dos níveis fossilíferos, com perda de muitas peças.

Desde aquele momento ficou-se na expectativa de uma oportunidade para executar um programa de resgate paleontológico nessa localidade, o que acabou acontecendo neste projeto de dissertação. O retorno a essa localidade ocorreu em outubro/2001, com uma visita rápida visando os preparativos para uma campanha de escavação paleontológica. Na ocasião foram contatados o proprietário do terreno, para autorização de trabalho em suas terras, e a Prefeitura Municipal de Itapipoca, para apoio institucional. A escavação de resgate foi realizada finalmente no período de 14 a 19 de dezembro/2001.

Os tanques dessa localidade estão distribuídos numa faixa ampla, inseridos em diversas propriedades particulares. No total são seis unidades, sendo três comprovadamente fossilíferos. Nenhum dos tanques foi desentulhado totalmente, como ocorreram em João Cativo, Cajazeiras e Lajinhas, o que faz desse sítio paleontológico um local ainda “virgem” para pesquisas científicas. Apesar da perda de algumas peças fósseis com a abertura de cacimbas, o fato não compromete os resultados científicos que podem ser obtidos.

Devido ao entulhamento quase total dos tanques dessa localidade, os mesmos têm oferecido pouca água para as famílias que moram em suas adjacências. Mesmo assim, essa fonte alternativa é bastante valorizada, pois oferece um suprimento pelo menos de quatro a cinco meses da estação seca do ano. Essa oferta de água pode ser perfeitamente ampliada com o desentulhamento total dos tanques, aplicando-se a metodologia proposta neste trabalho. As dimensões e capacidades mínimas de cada um estão representadas na tabela 11.

TABELA 11 - DIMENSÕES DOS TANQUES DE JIRAU E CAPACIDADES DE ACUMULAÇÃO DE ÁGUA.

Tanque N°	Dimensões máximas (m)			Situação de sedimentos	Volume Mínimo (l)
	Compr.	Largura	Altura		
01	22	3,5	4	Entulhamento parcial	*308.000
02	20	1,5	2	Entulhamento parcial	*60.000
03	11	2,5	2	Entulhamento parcial	*55.000
04	10	2,2	1,5	Entulhamento parcial	*33.000
05	8	3	2,1	Entulhamento parcial	*50.400
06	8	3	2	Entulhamento parcial	*48.000
<b>Capacidade Mínima Total</b>					<b>554.400</b>

(\*) Volumes parciais.

A exemplo dos outros conjuntos de tanques, a quantidade de pessoas que se abastecem dos mesmos em Jirau é muito variável e depende da época do ano, mas é bem

menor que nos outros locais. Uma estimativa aproximada, segundo pesquisa de campo inferiu-se que aproximadamente 12 famílias utilizam a água dos tanques dessa localidade, todas constituídas por pequenos agricultores com situação sócio-econômica bastante precária, e que dependem da ajuda do poder público para sobreviverem.

Considerando-se um consumo médio de 1.500 litros/mês por pessoa (conforme cálculo em João Cativo), para uma média de 72 pessoas (6 por família x 12 famílias), teremos um consumo de 108.000 litros por mês. Nessa proporção a água acumulada nos tanques de Jirau seria consumida num prazo de 5 meses, o que teoricamente é suficiente para passar uma boa parte da estação seca do ano. Na prática, o que se observa é praticamente isso, pois em outubro os tanques já estão completamente secos, obrigando os moradores de Jirau a buscarem água em açudes muito distantes, na velha peregrinação.

Para aplicação do programa de resgate paleontológico escolhemos trabalhar no maior tanque dessa localidade, que convencionamos chamar de *Jirau/01* (foto 25). Esse tanque é do tipo semi-aberto, ou seja, possui uma das extremidades abertas. Conseqüentemente a sua capacidade de acumulação fica bastante limitada por essa abertura, que atua como um sangradouro natural. Juntando-se a isso o pacote sedimentar que preenche o tanque, a lâmina d'água máxima chega a 1 m apenas. Mesmo assim a quantidade de água acumulada é bastante significativa devido ao seu grande tamanho.



Foto 25 – Interior do tanque Jirau/01, do tipo semi-aberto, antes da escavação paleontológica. Observe pela marca d'água (seta) que a capacidade de acumulação fica bastante limitada tanto pelo pacote sedimentar como pela abertura na extremidade oposta.

Uma curiosidade sobre esse tanque é que ele fica exatamente no limite entre duas propriedades, a Fazenda Queimadas, de propriedade do Sr. Aristóteles Barroso Nunes, e a pequena propriedade do agricultor Raimundo Coelho de Andrade, sendo que 90% dele está inserido na primeira. No entanto este fato não causou nenhum problema ao nosso trabalho, pois o relacionamento entre os dois proprietários é muito bom. Aliás, o Sr. Aristóteles permite o uso da água do tanque pelas famílias em sua volta há várias décadas, numa perfeita demonstração de boa vontade.

Depois de cumpridas as formalidades de contato para apoio no município, o trabalho de escavação foi iniciado, seguindo-se os procedimentos metodológicos propostos neste trabalho (vide capítulo 5). A equipe foi formada por 8 trabalhadores braçais; 4 acadêmicos de Biologia da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, Ceará; 1 fotógrafa e 2 auxiliares mirins, estudantes do ensino fundamental, todos coordenados pelo autor. A base de operações ficou estabelecida na residência sede da propriedade do Sr. Raimundo Coelho, que fica vizinha ao tanque e que serviu de apoio para guardar equipamentos, material de consumo e descanso nos horários de intervalo.

A sondagem do tanque revelou duas camadas de fósseis muito próximas uma da outra. A superior estava a 30 cm da superfície e a segunda uns 10 abaixo desta. A estratégia adotada na escavação foi resgatar a primeira camada em uma semana (foto 26) e a segunda camada em outra, com uma semana de pausa entre as duas para manutenção de equipamento e descanso da equipe. Lamentavelmente a segunda etapa não foi realizada, devido à chegada antecipada da estação chuvosa, alguns dias após terminarmos a primeira etapa.



Foto 26 – Trabalhos de remoção da primeira camada de sedimentos estéreis no tanque Jirau/01, para resgate da primeira camada de fósseis (seta).



Depois de uma semana de trabalho para a primeira etapa, os resultados foram os seguintes: uma capa de cerca de 30 cm de sedimentos retirados ao longo de todo o tanque; documentação fotográfica (150 fotos) e videográfica completa e mais de 1.000 peças fósseis resgatadas (foto 27). Todo o material paleontológico resgatado ficou sob a guarda da Prefeitura Municipal de Itapipoca, que demonstrou interesse em montar um museu a partir deste trabalho.



Foto 27 – Empacotamento dos fósseis resgatados em Jirau/01, para o transporte.

Com relação aos fósseis, estes são representativos da megafauna quaternária. A preparação, descrição e identificação desse material não são objeto deste trabalho, mas pode-se fazer algumas inferências gerais. O material é constituído por dentes isolados e peças esqueléticas variadas, raramente inteiras. A grande maioria está fragmentada, provavelmente durante os processos sedimentares. Muitos fragmentos se encaixam entre si, o que permitirá a restauração de peças inteiras. A fossilização é do tipo Substituição, ou seja, a matéria orgânica foi substituída por matéria mineral, provavelmente sílica. O estado de conservação natural é muito bom, não havendo risco imediato de desintegração devido à quebra das condições de preservação *in situ* (foto 28).

Em uma primeira avaliação paleontológica foram registradas as presenças dos seguintes táxons: *Eremotherium laurillardi*, *Haplomastodon waringi*, Famílias TOXODONTIDAE, EQUIDAE, GLYPTODONTIDAE, CAMELIDAE e FELIDAE. Em termos não científicos, respectivamente preguiça gigante; mastodonte; toxodonte; cavalo primitivo; gliptodonte; um camelídeo, possivelmente paleolhama; e um felídeo, possivelmente

tigre dente-de-sabre. Esta paleofauna coincide com a descrita para João Cativo, o que era de se esperar pela proximidade entre os dois sítios paleontológicos, que é de cerca de 17 km, em linha reta. As duas espécies citadas foram identificadas principalmente por seus dentes característicos.



Foto 28 – Peças esqueléticas fossilizadas, bastante fragmentadas, da megafauna de Itapipoca, resgatadas do tanque Jirau/01.

Este trabalho de escavação teve uma repercussão bastante positiva no Município de Itapipoca, tanto na população como nos dirigentes municipais e instituições ligadas ao desenvolvimento dos municípios. O motivo foi exatamente o êxtase de uma descoberta pré-histórica, coisa que a maioria das pessoas só vê pela televisão, jornais ou revistas. Durante a escavação foram feitas duas coberturas jornalísticas, sendo uma falada e outra escrita (ver REGIONAL, 2001), em veículos de comunicação cearenses, para divulgação dos trabalhos. Uma grande quantidade de visitantes também se fez presente em Jirau para conhecerem o trabalho, além de uma excursão de alunos da Faculdade de Educação de Itapipoca – FACEDI.

No total contamos mais de 200 pessoas que visitaram o sítio de escavações, no período de uma semana. No caso do grupo da FACEDI, os alunos são do curso de Licenciatura em Ciências e foram coordenados pelo professor da Disciplina de Biologia Geral, que ao saber do nosso trabalho organizou uma aula de campo inédita (foto 29). Isto comprova por si só todo o potencial que o patrimônio paleontológico tem para despertar visitação e conseqüentemente oportunidades econômicas e educacionais para a população do município.





Foto 29 – Alunos do Curso de Licenciatura em Ciências da Faculdade de Educação de Itapipoca – FACEDI em visita às escavações de Jirau. Oportunidade para aula de campo.

Desde o início de nosso trabalho de mestrado no município, a Prefeitura de Itapipoca mostrou-se interessada em acompanhar e apoiar, com intenção declarada de implantar um programa de turismo paleontológico, o que foi apoiado prontamente pois isso corrobora com os princípios propostos no PRODEMA, de meio ambiente e desenvolvimento. Aliás, no aspecto ambiental há outra preocupação urgente com relação à integridade do sítio paleontológico de Jirau, pois as rochas graníticas dessa área estão em fase de pesquisa mineral para fins de utilização como rocha ornamental, cujas conseqüências já foram abordadas neste trabalho (vide 2.3).

Como iniciativas à idéia de turismo paleontológico, a Secretaria de Turismo de Itapipoca iniciou um planejamento prévio que culminou com a formação de um grupo de trabalho formado pelo titular dessa secretaria municipal, por um representante do SEBRAE e pelo autor desta dissertação. Como primeiros resultados elaborou-se de uma minuta de Projeto de Lei para criação oficial do **Museu de Paleontologia de Itapipoca** e a destinação de um espaço provisório em um dos prédios da prefeitura para a guarda dos fósseis resgatados em Jirau e em outros sítios paleontológicos do município. Tal minuta foi encaminhada à câmara de vereadores do município para análise e votação.

Essa iniciativa é a consolidação da proposta de aproveitamento do patrimônio paleontológico em programas de turismo científico que, apesar de ainda estar muito no início, é um marco importantíssimo pois inaugura mais um pólo de oportunidades em função de uma das riquezas naturais de nosso estado que sempre foi desprezada, como é o caso dos fósseis de megafauna.

### 5.3 Desenvolvimento dos trabalhos na Área Piloto Irauçuba

#### 5.3.1 Caracterização geral da área piloto.

A Área Piloto de Irauçuba está inserida integralmente nesse município, no domínio das Unidades Geomorfológicas das *Depressões Sertanejas* e *Maciço Cristalino da Serra de Uruburetama* e das Unidades Fitogeográficas da *Caatinga* e das *Matas Secas*, totalizando uma superfície de aproximadamente 70 km<sup>2</sup>. Dentro de seus limites existem vários conjuntos de tanques naturais, mas até o fechamento deste trabalho não foi confirmada a existência de nenhum sítio paleontológico, o que não quer dizer que não existam.

Para utilização da amostragem de implantação de micro-reservatórios selecionou-se três conjuntos principais de tanques, os quais receberam as seguintes denominações, mantendo-se os seus topônimos originais: **Lagoa de Pedras**, na porção Sudeste da sub-área; **São José**, na parte central; e **Boqueirão de Cima**, no extremo Norte. A distribuição de cada conjunto está marcada na figura 5. O contexto sócio-econômico local é bastante precário, fazendo com que a população dependa bastante do poder público, principalmente estadual e federal, devido ao fato dessa área estar inserida no Núcleo de Desertificação de Irauçuba.

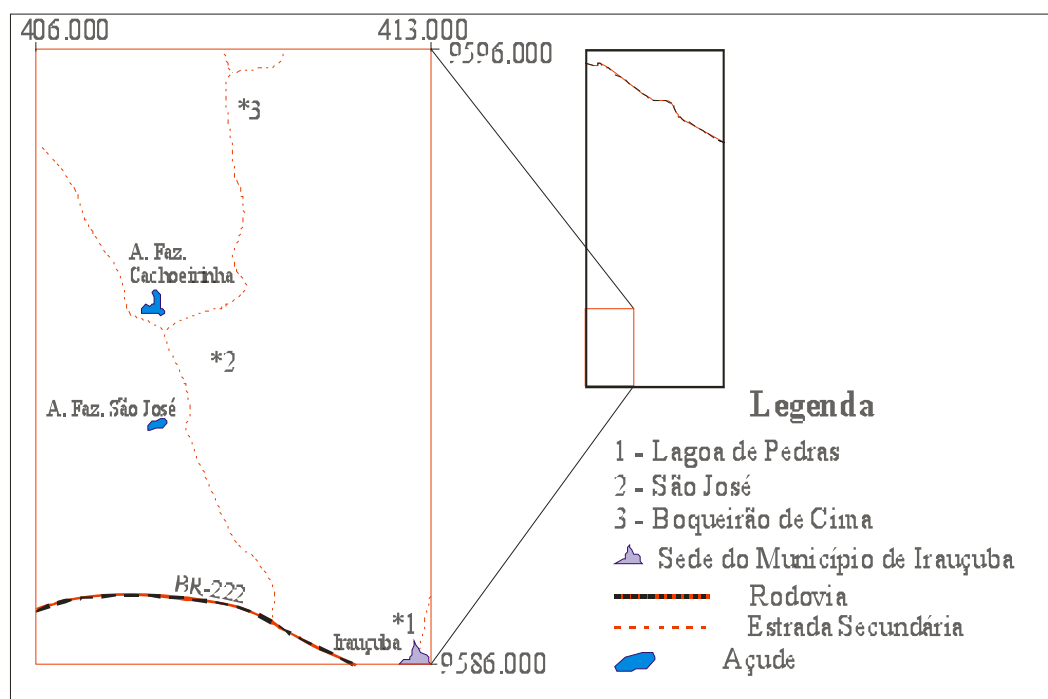


Figura 5 – Localização da Área Piloto de Irauçuba dentro da área de estudo e a distribuição dos conjuntos de tanques estudados.

A exemplo da Sub-área Itapipoca, esses três conjuntos de tanques estão encravados em afloramentos rochosos residuais, os quais formam lajedos e pequenos morros. Estes últimos destacam-se na paisagem como monólitos, formando o campo de inselbergues de Irauçuba. Utilizando-se a classificação de SOUZA FILHO (1999), são basicamente dois grupos litológicos que constituem as rochas encaixantes dos tanques nessa sub-área: uma de origem magmática plutônica ácida, denominada por aquele autor de *Granitóides Cedo a Sintectônicos*, e outra denominada de *Rochas Metaplutônicas*, formada por ortognaisses granodioríticos a graníticos.

A localidade de **Lagoa de Pedras** está situada na periferia da Cidade de Irauçuba, a cerca de 2 km à Noroeste do centro de sede. Possui um complexo de pequenos tanques ainda em fase de formação, os quais não se considerou como micro-reservatórios significativos. No entanto nessa fazenda há um tanque de grandes dimensões, com o qual trabalhou-se nesta pesquisa. A rocha encaixante do mesmo, segundo SOUZA FILHO (op cit), trata-se de um ortognaisse de composição granodiorítica a granítica, que nessa região é formado por uma complexa associação de rochas gnáissicas migmatizadas, de alto grau metamórfico e caráter ortoderivado. De fato esse tanque é completamente diferente dos padrões que estamos acostumados a ver, pois sua geometria é completamente retangular mas sua gênese também está ligada ao alargamento de fraturas.

A Localidade de **São José** está localizada a cerca de 10 km à Noroeste da sede municipal e possui dois tanques de proporções médias, entulhados parcialmente, e inseridos no sopé do flanco Oeste da Serra da Lolaia, a qual faz parte do maciço cristalino da Serra de Uruburetama. A rocha encaixante dos mesmos é a mesma descrita para João Cativo, seguindo a classificação de SOUZA FILHO (op cit), ou seja, um granitóide porfirítico, ocasionalmente gnaissificado, de coloração cinza, pórfiros de K-feldspato e plagioclásio de dimensões variadas, apresentando uma foliação na superfície da rocha.

A Localidade de **Boqueirão de Cima** está localizada a cerca de 15 km à Noroeste da sede municipal, no vale formado pela Serra da Lolaia e Serra do Missi. Possui três tanques de proporções médias, desentulhados totalmente pelos moradores da fazenda, inseridos no sopé da Serra da Lolaia. A rocha encaixante dos mesmos é a mesma descrita para os tanques da localidade anterior, ou seja, granitóide porfirítico. Essa localidade se caracteriza por ser uma espécie de oásis no meio do sertão, pois possui algumas nascentes que abastecem a população local, constituindo-se assim num diferencial quanto ao suprimento de água.

### 5.3.2 Lagoa de Pedras

Esta localidade foi escolhida para este trabalho por possuir um tanque natural bastante estratégico para um grupo familiar. É formada por um conjunto de pequenas propriedades rurais próprias, adjacentes a um núcleo central, que é a Fazenda Lagoa de Pedras, de propriedade da Sra. Ilda Mota, matriarca de uma família numerosa, formando um grupo constituído por 8 famílias, totalizando cerca de 50 pessoas.

Esse tanque é a principal fonte de água desse grupo familiar e o objetivo na sua escolha é usá-lo como referencial máximo para comprovar a cultura de uso desses reservatórios naturais, a qual defendeu-se neste trabalho, propondo-se a sua sistematização. O mesmo é composto por duas partes, sendo uma rasa e outra funda, sendo esta última o tanque propriamente dito (foto 30). Na verdade os moradores locais fizeram do lajedo em volta dele um só micro-reservatório, construindo seis pequenos muros de tijolo e cimento para ampliar a sua capacidade de acumulação, conforme já descrito anteriormente.



Foto 30 – Lajedo que forma o único micro-reservatório de Lagoa de Pedras, na Sub-área Irauçuba. A seta branca mostra o tanque propriamente dito. A seta vermelha mostra uma das seis muretas instaladas para aumentar a capacidade de acumulação.

O tanque está totalmente desentulhado já há mais de 18 anos e não revelou camadas fossilíferas. Possui as seguintes dimensões: 18 m de comprimento, 13,7 m de largura e 0,50 m, a parte rasa; 5,70 de comprimento, 1,90 de largura e 3 m de altura, a parte funda. A parte rasa forma uma pequena lagoa com um volume mínimo em torno de 123.300 litros, que seca em pouco tempo após a estação chuvosa cessar, devido ao grande consumo e à grande

superfície de evaporação. A parte funda acumula um volume mínimo em torno de 32.490 litros e mantém o abastecimento por mais uns dois meses durante a estação seca. A acumulação mínima total chega então a 155.490 litros.

Considerando-se um consumo médio de 1.500 litros/mês por pessoa (conforme cálculo em João Cativo), para uma média de 50 pessoas que se utilizam dessa água, obtém-se um consumo de 75.000 litros por mês. Nessa proporção a água acumulada no tanque de Lagoa de Pedras seria consumida num prazo de 2 meses, o que é insuficiente para passar toda a estação seca do ano.

Na prática, o que se observa é praticamente isso, pois já em agosto o tanque está completamente seco, obrigando os usuários a buscarem água em outras fontes. Nesse contexto ocorre uma coisa curiosa: os moradores de Lagoa das Pedras providenciam a recarga artificial do tanque, comprando água de uma fonte próxima a um de custo de R\$ 2,00 por cada 100 litros, que é trazida em um carro-pipa particular e despejada na parte funda do micro-reservatório. A responsabilidade por essa ação fica por conta da matriarca Dna. Ilda Mota, cuja residência fica ao lado do mesmo.

Em entrevista com Dna. Ilda, que tem 67 anos, buscou-se informações que justifiquem esse interesse. Segundo ela, não há nenhuma fonte de água disponível nas proximidades que não seja paga, pois o principal reservatório que abastece o município de Irauçuba, fica longe dessa localidade, além de estar freqüentemente com volume de água insuficiente. A água provém de um aquífero localizado exatamente em uma das localidades dessa área piloto, na Fazenda Boqueirão, o qual detalhar-se-á mais adiante.

### **5.3.3 São José**

Nesta localidade está a propriedade particular Fazenda São José dos Araújo, que possui dois tanques do tipo fechado (foto 31), distantes um do outro 300 metros. Os mesmos estão parcialmente entulhados e não havia registro de fósseis até o fechamento deste trabalho. O objetivo nessa localidade é mostrar a valorização de qualquer tipo de fonte de água disponível pela população rural.



Foto 31 – Um dos dois tanques da Faz. São José dos Araújos, na Sub-área Irauçuba.

Esses tanques são usados principalmente como fonte de água para consumo humano, principalmente beber e cozinhar, e suas dimensões estão representadas na tabela 12. Não foi possível conseguir informações sobre a quantidade de pessoas que usam essa água, pois não há moradores nas proximidades dos mesmos, como acontece nos outros conjuntos de tanques descritos anteriormente. O que pode-se constatar neste trabalho é que eles são um ponto de peregrinação pela água, vindo pessoas de diversas localidades da região. Há casos de famílias que percorrem uma distância de até 3 km para buscar água ali.

TABELA 12 - DIMENSÕES DOS TANQUES DA FAZ. SÃO JOSÉ DOS ARAÚJOS E CAPACIDADES DE ACUMULAÇÃO DE ÁGUA.

Tanque Nº	Dimensões máximas (m)			Situação de sedimentos	Volume Mínimo (l)
	Compr.	Largura	Altura		
01	10	2,20	2	Entulhamento parcial	*44.000
02	12	1,80	2	Entulhamento parcial	*43.200
<b>Capacidade Mínima Total</b>					<b>87.200</b>

(\*) Volumes parciais.

Considerando-se um consumo médio de 1.500 litros/mês por pessoa (conforme cálculo em João Cativo), a água acumulada nesses dois tanques pode abastecer, teoricamente, cerca de 3 famílias (18 a 20 pessoas) por um período de 3 meses. Não parece muito, mas deve-se lembrar mais uma vez que esses micro-reservatórios são alternativos e não a fonte principal de água. Também há de se considerar as condições sócio-econômicas dessa área piloto, totalmente inserida em um núcleo de desertificação, e que oferece poucas

oportunidades de sobrevivência. Numa avaliação estimada, há possibilidade desses dois tanques duplicarem suas capacidades de armazenamento, aplicando-se a metodologia proposta neste trabalho, o que aumentaria o número de pessoas beneficiadas.

#### 5.3.4 Boqueirão de Cima

Os três tanques existentes nessa localidade estão em propriedade particular, a Fazenda Boqueirão, pertencente ao Sr. Luís Gomes Barbosa. São do tipo fechado e estão alinhados em seqüência, praticamente ao lado um do outro. Estão inseridos num morro rochoso do complexo da Serra da Lolaia, conhecido no local como **Pedra dos Tanques**, estando acima do nível do solo uns 200 metros, o que propicia uma bela visão panorâmica da região. Estão encravados na rocha de maneira que se formou um abrigo natural, de grande beleza cênica, ao mesmo tempo que protege a água acumulada da insolação intensa (foto 32). Os mesmos já foram totalmente desentulhados pelos moradores locais e não revelaram camadas fossilíferas.



Foto 32– Um dos tanques da Pedra dos Tanques, na Loc. de Boqueirão de Cima, na Área Piloto de Irauçuba.

Essa localidade tem uma característica *sui generis*, não apresentada nas outras localidades descritas até o momento. Trata-se da existência de nascentes nas partes elevadas da Serra da Lolaia, constituindo-se em fontes perenes de água. É um ponto da área piloto que se constitui num oásis em pleno sertão seco do Município de Irauçuba. Essa água é canalizada até a sede da fazenda e abastece várias famílias da localidade, pois o proprietário não tem



interesse econômico nesse aquífero, permitindo o uso pelas pessoas da região, num belo exemplo de boa vontade. As dimensões dos tanques ali existentes estão representadas na tabela 13.

TABELA 13 - DIMENSÕES DOS TANQUES DA FAZ. BOQUEIRÃO E CAPACIDADES DE ACUMULAÇÃO DE ÁGUA.

Tanque Nº	Dimensões máximas (m)			Situação de sedimentos	Volume Mínimo (l)
	Compr.	Largura	Altura		
01	10	4	1,50	Desentulhado	60.000
02	8	3,70	1,90	Desentulhado	56.240
03	7	2,80	1,80	Desentulhado	35.280
<b>Capacidade Mínima Total</b>					<b>151.520</b>

(\*) Volumes parciais.

Esses tanques no passado constituíam-se como a principal fonte de água para os moradores da fazenda. Como os mesmos não se propõem a consumo estratégico atualmente, dispensou-se a análise de consumo. Com a canalização da água das nascentes do alto da serra, os tanques ficaram destinados à lavagem de roupas dos moradores e às vezes para lazer (piscina natural).

A grande curiosidade dessa localidade é que os tanques, eventualmente, também recebem recarga artificial, a partir da água das nascentes que são canalizadas. Este é mais um fato em torno da cultura de uso dos tanques naturais, o qual é o objetivo principal da escolha dessa localidade para compor este trabalho, pois demonstra o sucesso de uma prática que pode ser aplicada em futuros programas de implantação desses micro-reservatórios que estejam próximos a fontes d'água naturais.

#### 5.4 Considerações sobre o ciclo de recarga de um tanque natural.

Como era de se esperar a recarga de um tanque por processos naturais acompanha o ciclo da estação chuvosa no Nordeste brasileiro ao longo do ano. Pode-se estabelecer três fases principais da “vida” hídrica de um tanque, considerando o período anual: uma **fase seca**; uma de **equilíbrio recarga/consumo** e outra de **recarga nula/consumo máximo** (figura 6). A primeira coincide com o auge da estação seca do ano, entre os meses de setembro a janeiro; a segunda coincide com a quadra invernal, entre os meses de fevereiro a maio; e a terceira coincide com a transição entre a estação chuvosa e a seca, entre os meses de junho a agosto.



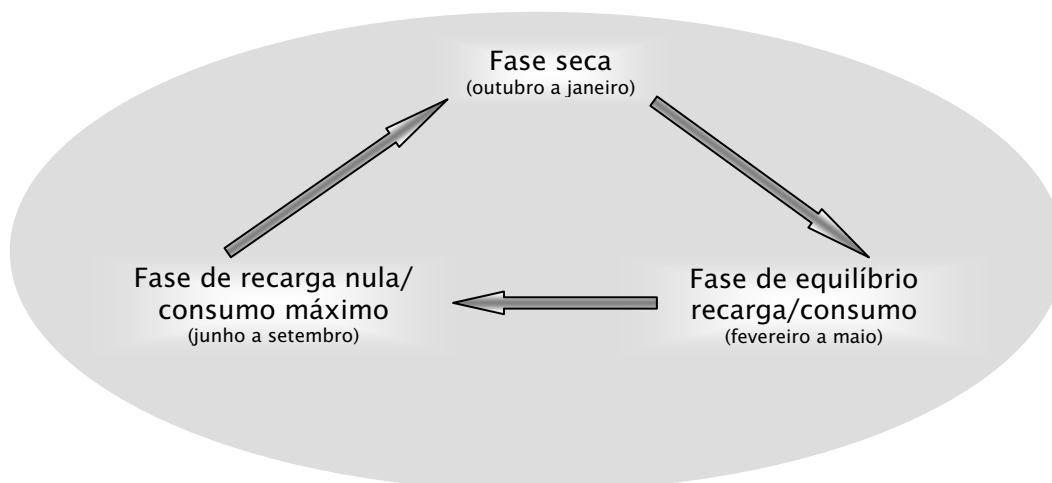


Figura 6 – Fases do Ciclo de Acumulação dos tanques naturais das Áreas Piloto de Itapipoca e Irauçuba.

É claro que essas fases variam muito de região para região, pois estão em função do regime pluviométrico que cada uma apresenta. Por exemplo, a Região do Sertão dos Inhamuns apresenta um regime pluviométrico muito menor que a região litorânea. Conseqüentemente os ciclos de recarga são diferentes. Para a área de estudo no entanto, essa divisão funciona a contento.

Para compreensão do comportamento do nível d'água nos tanques, procurou-se monitorar o seu uso. A título de amostragem escolheu-se o tanque Jirau/01, na Área Piloto de Itapipoca, por ter-se trabalhado o resgate paleontológico nele. O procedimento adotado foi bastante simples, limitado a visitas periódicas ao local para medições da lâmina d'água e documentação fotográfica.

No mês de janeiro o tanque Jirau/01 se encontra completamente seco (foto 33a). É nessa fase que ocorre o interesse dos camponeses em cavarem cacimbas no interior dos tanques, nos anos de estiagem prolongada, para captação da água que possivelmente esteja acumulada nos sedimentos do tanque. Com as primeiras precipitações pluviométricas, ainda nesse mês, o tanque já começa a acumulação, mas a qualidade da água é um pouco barrenta, devido ao carreamento de sedimentos que estão nos lajedos em volta, ficando imprópria para consumo (Foto 33b).

Com o estabelecimento definitivo da chamada quadra invernososa (fevereiro a maio) o tanque atinge a sua capacidade máxima (foto 33c). A recarga ocorre tanto por ação direta da chuva, como pela água que escoar pelo lajedado, o qual funciona como uma calha coletora. Nessa fase o tanque chega a “sangrar” quando atinge a capacidade máxima. Nessa fase o consumo humano e animal não chega a afetar o nível da água, pois a recarga é praticamente diária, possibilitando um equilíbrio no nível de água acumulada.



Fotos 33 – Situações de acumulação do Tanque Jirau/01, Área Piloto de Itapipoca, no período de 1 ano: (a) Seco (mês de janeiro); (b) Início da estação chuvosa (fevereiro) (c); Auge da estação chuvosa (abril).

Com o fim da quadra invernososa, quando ocorre a diminuição progressiva da recarga, o consumo passa a ser maior. Com o final da estação chuvosa, que geralmente ocorre no mês de junho, raramente se estendendo até o mês de julho, o nível da água acumulada começa a baixar rapidamente, tanto pelo consumo como pela evaporação. No mês de setembro o nível da água já está reduzido a menos de 20% de sua capacidade total e a qualidade fica comprometida, devido a mesma ficar barrenta, sendo então abandonado como fonte hídrica. Com a ação da evaporação, no mês de outubro o tanque fica 100% seco, reiniciando o ciclo.

Este ciclo de recarga dos tanques da área de estudo não é absoluto, pois como já foi mencionado, depende muito do regime pluvial, que é diferente em cada ano. No entanto, é suficiente para dar uma idéia do comportamento hídrico dos mesmos para efeito de planejamento de estratégias de implantação de novos micro-reservatórios na área em questão, que ora se propõe.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho teve-se sempre a preocupação em buscar informações que justificassem e subsidiassem a proposta de aproveitamento dos tanques naturais como micro-reservatórios alternativos de água por acreditar-se na sua importância para as comunidades rurais, viabilidade econômica e técnica, além da preocupação com o resgate do patrimônio paleontológico. A principal constatação, a qual procurou-se dar ênfase, é o grande retorno social dessa reserva de água complementar por um custo baixíssimo, quase insignificante.

Como justificativas importantes para o desenvolvimento desta dissertação, apresenta-se os seguintes fatores favoráveis:

1. Há outros experimentos similares já implantados no semi-árido brasileiro, com bons resultados já obtidos;
2. Há interesse da população por mais água acumulada nos tanques naturais e uma maior longevidade da mesma, no período seco do ano;
3. Há uma grande quantidade desses tanques na área desertificada da Região Centro-Norte do Ceará e sua área de influência direta;
4. Possibilidade de extensão deste programa para outras áreas da região semi-árida brasileira, principalmente as atingidas pelo fenômeno da desertificação;
5. Há interesse dos cientistas no estudo dos fósseis existentes nesses tanques;
6. A depredação dos fósseis é um problema de destruição dos recursos naturais;
7. Há interesse de alguns municípios em desenvolverem programas de turismo científico;
8. A hipótese se enquadra nas políticas públicas de recursos hídricos e de combate aos efeitos da desertificação.

Como conclusão principal deste trabalho pode-se considerar o fato de que **os tanques naturais fornecem um suprimento de água complementar bastante estratégico para muitas famílias no sertão e estão definitivamente inseridos na sua cultura, o que faz com que sejam bastante valorizados**. Conseqüentemente todos os usuários desses micro-reservatórios têm interesse em qualquer ação que vise a ampliação da capacidade de acumulação dos mesmos, pois isso significa na prática um aumento da qualidade de vida.

De uma maneira geral a situação sócio-econômica dos usuários dos tanques é bastante precária. Tratam-se de agricultores que dependem totalmente da estação chuvosa para obterem boas safras e quando ela é irregular (seca) ocorre os já conhecidos problemas

sociais ligados às condições de sobrevivência (falta de alimentos e de água; tensão social, que gera saques nas cidades do interior; migração para os centros urbanos; doenças e até morte). Como ação paliativa tem-se em seguida os programas governamentais de assistência aos atingidos por esse flagelo climático.

Nesse contexto os tanques naturais dão uma contribuição importante para algumas famílias que têm o privilégio de possuírem um em seu território familiar. **Ressalta-se mais uma vez que não se pretende apresentar os micro-reservatórios como uma redenção para os problemas de abastecimento de água no sertão e sim como uma fonte alternativa e complementar nos lugares onde eles ocorrem.** Assim, como as cisternas de placa, que atualmente são apresentados como uma solução para facilitar a convivência do homem no semi-árido durante os períodos mais secos, os tanques possuem essa mesma conotação.

Na área de estudo como um todo a quantidade de tanques é muito grande, a ponto de não se sabe precisar o número exato. Seria preciso um trabalho de mapeamento específico com técnicas de geoprocessamento de detalhe, para uma melhor caracterização da distribuição dos mesmos, em função da ocupação territorial. No entanto, pode-se garantir com os dados amostrais de campo e também em função do arcabouço geológico, que o número de micro-reservatórios chega à casa das centenas. Uma grande parte desses tanques estão em estado de semi-utilização, ou seja, tanques semi ou totalmente entulhados, o que enriquece ainda mais a argumentação para ampliação da capacidade de armazenamento.

O mérito ainda maior para a proposta de utilização dos tanques é que eles estão espalhados por toda a região semi-árida brasileira. Além do Ceará há registros deles nos Estados do Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Norte de Minas Gerais, coincidindo exatamente com o chamado *Polígono das Secas*. Também não se tem dados sobre a quantidade, mas pode-se afirmar com certeza, embasados principalmente no arcabouço geológico, que chegam à casa dos milhares. Este prognóstico inclusive dá uma idéia do potencial hídrico dos tanques naturais em conjunto, se forem projetadas as condições da capacidade acumulativa dos mesmos para toda a Região Nordeste.

Numericamente pode-se exemplificar com uma projeção para o Assentamento Taboca – Lajinhas, na Área Piloto de Itapipoca, que possui uma quantidade grande de tanques dentro de seus limites. Se forem considerados os dados de capacidade volumétrica mínima apresentada para a Localidade de Cajazeiras, que foi de 1.653.850 litros para sete tanques, multiplicando-se esse total por dez conjuntos de tanques com capacidades semelhantes, tem-se um valor mínimo total de quase 17 milhões de litros de água, ou 17 mil m<sup>3</sup>. Considerando-

se que esses conjuntos estão distribuídos em uma área geográfica de tal maneira que facilita o acesso dos usuários, pode-se concluir que a denominação de reserva alternativa de água é um adjetivo até impróprio, se levar-se em conta o conjunto.

Uma outra constatação importante que este trabalho obteve é que todas as obras emergenciais que foram realizadas durante as frentes de emergência nos anos de estiagem prolongada na década de 90, como uma forma de se aliviar as tensões sociais geradas pela perda das safras agrícolas, foram puramente para justificar o pagamento de ajuda de custo aos agricultores atingidos pelas secas, pois não deixaram benefícios de infra-estrutura permanentes como se propunham.

Ao longo do território trabalhado nesta pesquisa foram encontradas com freqüência as ruínas dessas obras sem sentido, como barragens de areia que se romperam com a primeira enxurrada da estação chuvosa seguinte, ou a abertura de valas para fins de irrigação totalmente soterradas. Até poços tubulares, que têm alto custo de instalação, foram encontrados entupidos com areia, fruto da falta de manutenção pelo poder público e pelas comunidades.

Esses programas precisam ser revistos pois o que pôde-se perceber claramente é que não há um objetivo definido sobre que obras são viáveis técnica e economicamente nos programas das frentes de emergência. Nesse contexto, a proposta metodológica se encaixa perfeitamente como um programa seguro, definitivo, viável e com grande retorno social. Para tanto é só torná-lo um programa de extensão experimental, antes que a próxima seca se estabeleça, para que possa ser realizado em futuras frentes de emergência.

Com relação ao patrimônio paleontológico, ele é um segundo elemento estratégico de desenvolvimento sustentado, pois possibilita a realização de programas de turismo científico nos municípios onde são encontrados, que trazem benefícios diretos e indiretos, como oportunidades de emprego e renda; qualificação de mão-de-obra; educação patrimonial; divulgação do município e aumento de arrecadação para o município. Na prática, o programa de resgate paleontológico acaba sendo a primeira preocupação que se deve ter quando da decisão de se implantar um programa de micro-reservatórios do tipo tanque, pois se não for feito de maneira científica, todo o ideal de se recuperar informações paleoambientais fica comprometido.

Paralelamente à execução do programa de implantação de micro-reservatórios e resgate do patrimônio paleontológico deve-se definir a instituição na qual os fósseis serão depositados. Tal instituição de preferência deverá ser pública, de caráter científico ou cultural

e que assuma o compromisso de preservar a coleção permanentemente. O ideal é que a coleção fique no município de origem, como uma riqueza natural a ser valorizada por sua população e para a qual deve gerar benefícios, através de **turismo paleontológico**. Entendemos que se o material for retirado do território municipal o mesmo não estará cumprindo com um dos objetivos fundamentais da proposta, que é o desenvolvimento sustentado.

Caso o município não possua uma instituição preparada para receber a coleção de fósseis, sugere-se que a prefeitura municipal seja convencida a criar uma e assumir a sua responsabilidade. Conforme demonstrou-se neste trabalho, o Programa Nacional de Municipalização do Turismo deve então ser o canal de realização para tal empreendimento. Sugere-se que sempre que possível deve-se trabalhar em parcerias com instituições de pesquisa, o que dará uma conotação científica à coleção, uma vez que as prefeituras dificilmente têm recursos financeiros para manter um pesquisador permanente. Uma boa opção também é o trabalho intermunicipal, caso os fósseis ocorram em mais de um município. Essa estratégia é benéfica principalmente pela redução de custos.

De uma maneira geral, atualmente não é preciso muito esforço para se justificar a implantação de um programa turístico de qualquer natureza, pois essa atividade econômica cada vez mais vem sendo incentivada no mundo todo, em muitos casos até como uma redenção para a resolução à falta de oportunidades econômicas em regiões pobres e até para os problemas de conservação ambiental e de espécies ameaçadas de extinção, como é caso das baleias. No caso da paleontologia pode-se dizer que existe até uma demanda por esse tipo de turismo nas áreas onde eles ocorrem, uma vez que os fósseis estão lá e a sociedade civil sabe muito pouco sobre eles, além do fato de se estar perdendo esse patrimônio valioso para a comercialização ilegal e até tráfico internacional. O turismo paleontológico pode reverter essa situação e dar um pouco de esperança para quem precisa.

Do exposto acima podemos concluir que há muitas idéias que podem ser colocadas em prática, desde que haja a vontade de se fazer. Acredita-se aqui que esse desafio se encaixa perfeitamente na filosofia do Plano de Municipalização do Turismo da EMBRATUR. É uma proposta que tem precedentes de sucesso, balizada pela inovação e criatividade, a partir de uma riqueza natural que pode e deve ser convertida em oportunidades.

Para efeito de comprovação da eficiência de um programa de turismo paleontológico, cita-se mais uma vez o Museu de Paleontologia de Santana do Cariri, no Estado do Ceará, que em pouco mais de 15 anos se consolidou como um cartão postal da Região do Cariri cearense.

Sua estrutura física já passou por várias reformas e ampliações e suas coleções científicas já incorporam exemplares fósseis raros para a ciência. É visitado por pesquisadores de várias partes do mundo e atualmente subsidia projetos de formação profissional em nível de graduação e pós-graduação, além programas de extensão.

No entanto, a maior conquista do projeto do Museu de Paleontologia de Santana do Cariri foi a mudança da mentalidade da sua população. Há quinze anos os fósseis eram vistos apenas como um recurso natural que podia ser vendido para obtenção de uma renda extra. Hoje ainda há quem os veja assim, mas também há aqueles que vêm neles uma esperança de vida melhor, principalmente para as gerações mais jovens.

Em síntese, como resultados diretos e em curto prazo a proposta metodológica apresentada neste trabalho, quando implantada, pode trazer os seguintes benefícios:

1. Aumento da oferta de água para os pequenos grupos familiares adjacentes aos tanques, pois após a retirada criteriosa dos fósseis e dos sedimentos que os envolviam, teremos a ampliação do espaço do tanque, o que possibilitará uma maior acumulação de água na estação chuvosa (em alguns casos os tanques aumentam em até três vezes a capacidade acumulativa);
2. Patrimônio paleontológico salvo;
3. Implementação de turismo científico, o qual é uma atividade econômica que gera inúmeras oportunidades, principalmente para os jovens;
4. Informações científicas recuperadas e disponíveis para inúmeros trabalhos acadêmicos, principalmente para a compreensão das mudanças ambientais locais nos últimos 20 mil anos;
5. Contribuição para amenização dos efeitos da desertificação para algumas famílias, no que diz respeito ao problema de sobrevivência humana no semi-árido;
6. Possibilidade de implantação deste programa em outras áreas semelhantes dentro do semi-árido brasileiro, sobretudo aquelas atingidas pela desertificação.

Talvez a palavra que mais sintetize e represente o ideal e a crença em relação aos tanques naturais e seus fósseis seja oportunidade. Estamos convencidos disso.



## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. A. F. G de; SARAIVA, A. A. F.; e CARDOSO, A. H. (1999). Nova ocorrência de *Eremotherium* no Município de Salitre, Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 16., 1999, Crato-CE. **Boletim de Resumos...** Crato: Banco do Nordeste. p. 17.
- ANDRADE, J. A. F. G. de; PORTO, V. B.; SASAKI, J. M.; BLEICHER, L. (2001). Considerações preliminares sobre a Tafonomia e Geoquímica dos fósseis da Lagoa da Curicaca – Jaguaratama, Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 17., 2001, Rio Branco – AC. **Boletim de Resumos...** Rio Branco: Universidade Federal do Acre, p. 33.
- ARARIPE, T. de A. (1927). Letreiros lapidares. In: **Revistas do Instituto do Ceará**. Fortaleza: Instituto do Ceará. t. 41, p. 359-377.
- ARRUDA, M. B. (org.) (2001). **Ecosistemas Brasileiros**. Brasília, Edições IBAMA. 49 p.
- 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, Biostratinômico e Paleoambiental. In: **Revista Universidade de Guarulhos, Guarulhos**, a. II, n. 6, p. 23-32.
- BRAGA, R. (1962). **História da Comissão Científica de Exploração**. Fortaleza: Imprensa Universitária do Ceará. 445 p.
- BRAGA, A. de P. G.; PASSOS, C. A. B.; SOUZA, E. M. de; FRANÇA, J. B. de; MEDEIROS, M. de F.; ANDRADE, V. A. de (1981). **Geologia da Região Nordeste do Estado do Ceará**: Projeto Fortaleza. Brasília: DNPM. 123 p., mapas (Geologia, n. 12, Seção Geologia Básica, n. 9).
- BRANNER, J. C. (1915). Período Psychozoico – Pleistoceno ou Quaternário. In: \_\_\_\_\_. **Geologia Elementar** (edição *fac simile*, 1977). Mossoró–RN, ESAN. p. 372-379. (Mossoroense, 51).
- BRASIL, T. P. de S. (1859). **Memória sobre a conservação das matas e arboricultura como meio de melhorar o clima da Província do Ceará**. Ed. Fac-símile, Coleção Biblioteca Básica Cearense. Fortaleza: Fundação Waldemar Alcântara, 1997. 36 p.
- \_\_\_\_\_. (1863). **Ensaio Estatístico da Província do Ceará**. Ed. Fac-símile, Coleção Biblioteca Básica Cearense. Fortaleza: Fundação Waldemar Alcântara, 1997. Tomo I, 839 p.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energias (2002). **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, MMA. 76 p.
- BRASIL (2003). **Programa de Convívio com a Seca**. Disponível em: <<http://www.convivio.gov.br/menu.html>> Acesso em: 09 fev. 2003.

- BRITO, I. M. (1979). **Bacias sedimentares e formações pós-paleozóicas do Brasil**. Rio de Janeiro: Interciência. 179 p.
- CARTELLE, C. (1994). **Tempo Passado: Mamíferos do Pleistoceno em Minas Gerais**. Belo Horizonte, Palco. 131 p.
- CARVALHO, I. de S. (1993). Aspectos legais da comercialização de fósseis e sua influência na pesquisa e no ensino da Paleontologia no Brasil. **Cadernos IG/UNICAMP**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 91-105.
- CAVALCANTE, J. C.; FERREIRA, C. A. (1983). **Mapa Geológico do Estado do Ceará**. Fortaleza, DNPM/CEMINAS/SUDENE. 1 mapa: color. 113 x 128 cm. Escala 1:500.000.
- COELHO, G.; SILVA, W. (1998). A new species of *Antilophia* (Passeriformes: Pipridae) from Chapada do Araripe, Ceará, Brazil. In: **Ararajuba**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 81-84.
- CONTI, J. B. (1995). **Desertificação nos Trópicos – Proposta de Metodologia de Estudo Aplicada ao Nordeste Brasileiro**. São Paulo, 242 f. Tese (Livre-Docência, Disciplina Climatologia) – Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- CORDEIRO, J. (1989). **Os Índios no Siará: Massacre e Resistência**. Fortaleza: Hoje. 271 p.
- EMBRAPA (1999). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA. 412 p.
- EMBRATUR (2003a). **Programa Nacional de Municipalização do Turismo**. Disponível em <<http://www.embratur.gov.br/conheça/programas/pnmt.asp>> Acesso em: 09 fev. 2003.
- \_\_\_\_\_ (2003b). **Programa Nacional de Municipalização do Turismo**. Disponível em <<http://www.embratur.gov.br/conheça/programas/ecoturismo.asp>> Acesso em: 09 fev. 2003.
- ESTRIGAS (FIRMEZA, N. de B.) (1989). **Arte: aspectos pré-históricos no Ceará**. Fortaleza: Tukano. 87 p.
- ETGES, V. E. (1998). Turismo rural: uma alternativa de desenvolvimento para comunidades rurais. In: LIMA, L. C. (Org.). **Da cidade ao campo: a diversidade do saber-fazer turístico**. Fortaleza: UECE. p. 188-199.
- FERNANDES, A. (1998). **Fitogeografia Brasileira**. Fortaleza: Multigraf. 340 p.
- FIGUEIREDO, M. A. (1997). A cobertura vegetal do Ceará (Unidades Fitoecológicas). In: **Atlas do Ceará**. Fortaleza: IPLANCE. p. 28-29.
- FROTA NETO, A.; SOUSA, J. T.; AUTO FILHO; FROTA, S. X. (2000). **Municípios do Ceará: Forquilha, 15 anos**. Fortaleza: Estúdio X. n. 26, fev./2000, 15 p. Edição especial.
- GIRÃO, R. (1987). O Ceará pré-histórico. In: **Revista do Instituto do Ceará**. Fortaleza, Instituto do Ceará. t. esp. 8, p. 9-30.

GIRÃO, V. C. (1970) Cerâmica indígena do Ceará. In: **Revista do Instituto do Ceará**. Fortaleza, Instituto do Ceará. t. 88, 175-184.

GOMES, J. R. de C.; GATTO, C. M. P. P.; SOUZA, G. M. C. de; LUZ, D. S. da; PIRES, J. de L.; TEIXEIRA, W. (1981). Geologia – Mapeamento Regional. In: **RADAMBRASIL: Levantamento de Recursos Naturais**. Rio de Janeiro, MME. p. 27–176. v. 23: Folhas SB. 24/25 – Jaguaribe/Natal.

GUERRA, A. T. (1993). **Dicionário Geológico – Geomorfológico**. 8 ed. Rio de Janeiro, IBGE, 446 p.

HOLZ, M.; SIMÕES, M. G. (2002). **Elementos Fundamentais de Tafonomia**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS. 231 p.

INSTITUTO DESERT (2002). **Sobre desertificação**. Disponível em: <<http://www.desert.org.br/sobredesertificacao/desertificacaonobrasil.htm>> Acesso em: 09 nov. 2002.

IPLANCE (1998). **Anuário Estatístico do Ceará 1997**. Fortaleza: IPLANCE. t. 1: Características Geográficas, Demográficas, Sociais e Políticas. 530 p.

\_\_\_\_\_ (2001). **Anuário Estatístico do Ceará 2000**. Fortaleza: IPLANCE. 1 CD-ROM.

JAAKKO PÖYRY (1996). **Gasoduto Guamaré – Fortaleza, GASFOR: Estudo de Impacto Ambiental – Patrimônio Arqueológico**. Fortaleza: PETROBRÁS. 48 f. Relatório Técnico.

JALFIM, F.; BUSTAMANTE, Y. (Org.) (2002). **Convivendo com o semi-árido: Manejo de recursos hídricos**. Recife, Diaconia. 68 p. (Compartilhando Experiências, n. 1).

LEITE, C. E. S.; BEZERRA, E. C.; FRANCELINO, F. das C. P.; MORAIS, J. S. D. de (1997). Recursos Hídricos. In: **Atlas do Ceará**. Fortaleza: IPLANCE. p. 26-27.

LEONARDOS, O. H. (1946). Ocorrências de diatomito no Ceará. **Mineração e Metalurgia**. Rio de Janeiro, v. 11, n. 61, p. 21-29.

LIMA, L. C. (1998). As novas territorialidades no uso turístico no Ceará. In: \_\_\_\_\_ (Org.). **Da cidade ao campo: a diversidade do saber-fazer turístico**. Fortaleza: UECE. p. 276-287.

LIMA, M. R. de (1989). **Fósseis do Brasil**. São Paulo: T. A. Queiroz. 118 p. (Biblioteca de Ciências Naturais, 14).

MACIEL; C. A. A.; MACIEL, K. A.; SILVA, M. J. da (1998). Paisagens despercebidas: imaginário e turismo no semi-árido nordestino. In: ENCONTRO NACIONAL DE TURISMO COM BASE LOCAL, 2., Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: UECE. p. 38.

MARINHO, A. (1983). Encontrados ossos gigantes de seres pré-históricos no Ceará. **O Povo**. Fortaleza, 19 ago. 1983.

MARTIN, G. (1999). **Pré-História do Nordeste do Brasil**. Recife: Ed. Universitária/UFPE. 440 p.

MELLO, M. G. Da S. (1989). **Mamíferos pleistocênicos de Itapipoca, Ceará, Brasil, depositados no Museu Nacional, Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 192 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Setor de Vertebrados, Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MENDES, J. C. (1988). **Paleontologia Básica**. São Paulo: T. A. Queiroz/EDUSP. 347 p. (Biblioteca de Ciências Naturais, v. 13).

MOBERG, C. A. (1981). **Introdução à Arqueologia**. Lisboa: Edições 70. 227 p.

MORAES, L. J. de (1924). Formações pleistocênicas no Nordeste. In: \_\_\_\_\_. **Serras e Montanhas do Nordeste**. Mossoró-RN, ESAM. p. 51-58. v. 1

NASCIMENTO, D. A. do; GAVA, A.; PIRES, J. de L.; TEIXEIRA, W. (1981). Geologia - Mapeamento Regional. In: **RADAMBRASIL: Levantamento de Recursos Naturais**. Rio de Janeiro, MME. p 25-133. v. 21: Folha SA.24 – Fortaleza.

OLIVEIRA, F. F. de (1971). Um testemunho de 30 mil anos. In: **Revista do Instituto do Ceará**. Fortaleza, Instituto do Ceará. t. 85, p. 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., Curitiba. **Anais...**, Curitiba: SBP, v. 1, p. 535-539.

OLIVEIRA, L. D. D. de; DAMASCENO, J. M.; LINS, F. A. P. L.; MEDEIROS, W. E. de; MOREIRA, J. A. de (1989). Estudo microfossilífero dos tanques da Fazenda Capim Grosso, São Rafael-RN, auxiliado por métodos geofísicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 11. **Anais...**, Curitiba, SBP, v. 1, p. 551-570.

OLIVEIRA, L. D. D. de; HACKSPACKER, P. C. (1989). Gênese e provável idade dos tanques fossilíferos de São Rafael - RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 11., Curitiba. **Anais...**, Curitiba: SBP, v. 1, p. 541-549.

OLIVEIRA, A. I.; LEONARDOS, O. H. (1946). **Geologia do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 590 p.

OLIVEIRA, V. P. V. de (2002). **Prospección, caracterización y cartografía edafopaisajística en una región montañosa del semiárido brasileño: La Sierra de Uruburetama (Sertão Nordestino – Ceará – Brasil)**. Almería – España, 574 f. Tesis Doctoral – Departamento de Edafología y Química Agrícola, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Almería.

OLIVEIRA, V. P. V. de; PRINTZ, A.; SCHIMIDT, S.; BEZERRA, C. L. F. (2003). Sustainable Use of Natural Resources in the Municipality of Tauá – Ceará. In: KROL T. G. M.; ARAÚJO, H. F. J. C. de (Ed.). **Global Change and Regional Impacts**. Heidelberg: Springer, p. 305-322.

PAIVA, M. P. (1973). Distribuição e abundância de alguns mamíferos selvagens no Estado do Ceará. In: **Ciência e Cultura**. São Paulo: USP. v. 25, n. 5, p. 442-450.

PAIVA, M. P.; CAMPOS, E. (1995). **A Fauna do Nordeste do Brasil**: Conhecimento Científico e Popular. Fortaleza: Banco do Nordeste. 245 p.

PARNES M.; SOUZA, A. M. de (1971). **Relatório das pesquisas arqueológicas no Ceará**. Rio de Janeiro: Centro de Informação Arqueológica. 150 f. Relatório Técnico.

PAULA COUTO, C. de (1950). **Memórias sobre a Paleontologia Brasileira**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro. 590 p.

\_\_\_\_\_ (1952). **As sucessivas faunas de mamíferos terrestres no Continente Americano**. Rio de Janeiro: Museu Nacional. 159 p. (Publicações avulsas, 11).

\_\_\_\_\_ (1953). **Paleontologia Brasileira**: Mamíferos. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro. 516 p. (Biblioteca Científica Brasileira, A-1).

\_\_\_\_\_ (1954). Sobre alguns mamíferos fósseis do Ceará. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 42, p. 195-210.

\_\_\_\_\_ (1962). Explorações paleontológicas no Pleistoceno do Nordeste. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 3, p. 19-20.

\_\_\_\_\_ (1979). **Tratado de Paleomastozoologia**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 590 p.

\_\_\_\_\_ (1980). Fossil Pleistocene to Sub-Recent Mammals From Northeastern Brasil: I – Edentata, Megalonychidae. Separata de: **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 52, n 1, p. 144-151.

POMPEU SOBRINHO, T. (1942). Os crânios da Gruta do Canastra. In: **Revista do Instituto do Ceará**. Fortaleza, Instituto do Ceará. t. 56, p. 153-193.

\_\_\_\_\_ (1952). Pré-História cearense. In: **Revista do Instituto do Ceará**. Fortaleza, Instituto do Ceará. t. 66, p. 36-180.

\_\_\_\_\_ (1956). Algumas inscrições rupestres inéditas do Estado do Ceará. In: **Revista do Instituto do Ceará**. Fortaleza, Instituto do Ceará. t. 70, p. 115-126.

\_\_\_\_\_ (1960). Contribuição para o estudo da arqueologia no Ceará. In: **Boletim de Antropologia**. Fortaleza: Instituto de Antropologia da UFC. v. 4, n. 1.

REGIONAL (2001). Estudo de fósseis recebe mais apoio em Itapipoca. **Diário do Nordeste**. Fortaleza, 14 dez. 2001. Caderno Regional, p. 1.

RIOS-NETTO, A. de M. (2000). Taxonomia e Sistemática. In: CARVALHO, I. de S. (Ed.). **Paleontologia**. Rio de Janeiro: Interciência. p. 83-94.

ROCHA, F. D. da (1948). Subsídios para o estudo da fauna cearense (catálogo das espécies por mim coligadas e notadas). In: **Revista do Instituto do Ceará**. Fortaleza: Instituto do Ceará. t. 62, p. 102-138.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B. (2002). A vegetação do bioma caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. (eds.). **Vegetação e Flora da Caatinga**. Recife: Associação Plantas do Nordeste – APNE; Centro Nordestino de Informações sobre Plantas – CNIP. p. 11-24.

RODRIGUES, V.; MATALLO JÚNIOR, H.; LINHARES, M. C.; GALVÃO, A. L. C. de O.; GORGÔNIO, A. de S. (1995). Avaliação do quadro da Desertificação no Nordeste do Brasil: Diagnóstico e Perspectivas. In: GOMES, G. M.; SOUZA, H. R. de; MAGALHÃES, A. R. (Org.). **Desenvolvimento Sustentável no Nordeste**. Brasília: IPEA, p. 263-303.

ROHN, R. (2000). Uso estratigráfico dos fósseis e tempo geológico. In: CARVALHO, I. de S. (Ed.). **Paleontologia**. Rio de Janeiro: Interciência. p. 47-59.

ROSETTI, C. F. (2002). Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos. In: **ANA – Agência Nacional de Águas**. Brasília: Vestcon. Paginação irregular.

SAMPAIO, J. L. F., VERÍSSIMO, M. E. Z.; SOUZA, M. S. de (Org.) (2002). A Comunidade Trebembé: Meio Ambiente e Qualidade de Vida. Fortaleza: INESP. 176 p.

SANTOS, R. da S. (1982). **Fauna cenozóica da região Nordeste do Brasil**. Mossoró–RN: ESAM. 143 p. (Mossoroense, 233).

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. de M.; PEREIRA, I. de C. (2001). **Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos**. 2 ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica; Agência Nacional de Águas. 328 p.

SILVA, J. B. da; CAVALCANTE, T. C. (2000). **Atlas Escolar Ceará**: espaço geo-histórico e cultural. João Pessoa, Grafset. 176 p.

SOARES, A. M. L.; LEITE, F. R. B.; LEMOS, J. de J. S.; MARTINS, M. L. R.; NERA, R. D. M.; OLIVEIRA, V. P. V. de (1995). Áreas Degradadas Suscetíveis aos Processos de Desertificação no Ceará. In: GOMES, G. M.; SOUZA, H. R. de; MAGALHÃES, A. R. (Org.). **Desenvolvimento Sustentável no Nordeste**. Brasília: IPEA, p. 305-327.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA (2003). **Instituições Paleontológicas**. Disponível em: <<http://www.sbp.ufrgs.br/instituições.htm>>. Acesso em: 09 fev. 2003.

SOUZA, M. J. N. de (1988). Contribuição ao Estudo das Unidades Morfo-Estruturais do Estado do Ceará. In: **Revista de Geologia**. Fortaleza: Edições Universidade Federal do Ceará. v. 1, n. 1, p. 73-91.

SOUZA, G. D.; ROSA, A. A. S. da. (1998). Importância da Paleontologia para o desenvolvimento do turismo científico em Santa Maria. In: ENCONTRO NACIONAL DE TURISMO COM BASE LOCAL, 2., Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: UECE. p. 111.

SOUZA FILHO, O. A. de (Org.) (1999). **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**: Irauçuba, Folha SA.24-Y-D-V, Escala 1:100.000, Estado do Ceará. Brasília: CPRM. 1 CD-ROM.

STUDART FILHO, C. (1925). A propósito de uma petrografia encontrada na Fazenda Mucambo, em Itapipoca. In: **Revista do Instituto do Ceará**. Fortaleza, Instituto do Ceará. t. 39, 164-171.

\_\_\_\_\_ (1926). As tribos indígenas do Ceará. In: **Revista do Instituto do Ceará**. Fortaleza, Instituto do Ceará. t. 41, p. 167-221.

\_\_\_\_\_ (1927). Antiguidades indígenas do Ceará. In: **Revista do Instituto do Ceará**. Fortaleza, Instituto do Ceará. t. 39, 164-171.

\_\_\_\_\_ (1965). **Os aborígenes do Ceará**. Fortaleza: Instituto do Ceará.

\_\_\_\_\_ (1966). **Páginas de história e pré-história**. Fortaleza: Instituto do Ceará.

TELES, F. (1996). Ceará guarda marcas do homem primitivo. **O Povo**. Fortaleza, 27 out. 1996. Caderno Ciência & Saúde. p. 4.

TONNY, E. P. y; QUIROGA, J. C. (1987). Estratigrafia mamiferiana para el Cenozoico Continental de America del Sur. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10., Rio de Janeiro. **Resumos das Comunicações...**, Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Paleontologia, p. 16.

VAN WESEMAEL, B.; POESEN, J.; SOLÉ BENET, A.; CARA BARRIONUEVO, L.; PUIGDEFÁBREGAS, J. (1998). ¿Siguen siendo útiles los Aljibes ganaderos de la Provincia de almería? In: **Investigación ⊕ Gestión – Medio Natural**. Almería – España: Sociedad Almeriense de Historia Natural. a. II, n. 3, p. 208-216.

XIMENES, C. L. (1993). Levantamento das ocorrências de fósseis de vertebrados no Estado do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 13., 1993, São Leopoldo. **Boletim de Resumos...**, São Leopoldo-RS: CPRM. p. 151.

\_\_\_\_\_ (1993). Mamíferos Quaternários da Lagoa do Osso, Tururu, CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 13., São Leopoldo, RS. **Boletim de Resumos...** São Leopoldo: CPRM. p. 144.

\_\_\_\_\_ (1996). **Geologia de uma área localizada na porção norte dos Municípios de Tururu e Itapipoca, CE, e caracterização de seus jazigos fossilíferos**. Fortaleza, 1996. 69 f.: il. mapa color. Monografia (Graduação em Geologia). Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará.

\_\_\_\_\_ (1997). **Reconhecimento de ocorrência fossilífera no Município de Alto Santo, CE**. Porto Alegre: CPGEU/UFRGS. 2 p. Relatório Técnico.