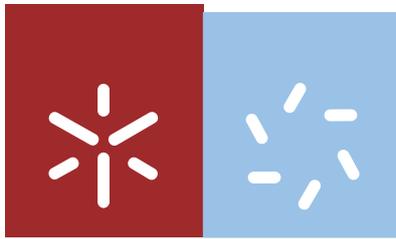


Universidade do Minho
Escola de Ciências

Mariana Pinheiro Vilas Boas

**Património paleontológico do Geopark
Araripe (Ceará, Brasil):
análise e propostas de conservação**



Universidade do Minho

Escola de Ciências

Mariana Pinheiro Vilas Boas

**Património paleontológico do Geopark
Araripe (Ceará, Brasil):
análise e propostas de conservação**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Património Geológico e Geoconservação

Trabalho realizado sob a orientação do
Professor Doutor José Brilha
e da
Mestre Flavia Lima

Outubro, 2012

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Mariana Pinheiro Vilas Boas

AGRADECIMENTOS

Gostaria de manifestar os meus agradecimentos mais sinceros a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. José Brilha, por me ter aceite como sua orientanda, pela confiança e estímulo constante em todos os momentos de trabalho, como também pela inigualável contribuição prestada para a execução deste trabalho.

À Mestre Flavia por todo apoio, atenção e compreensão prestadas ao longo do trabalho, como também por todos momentos vividos durante a minha estadia no Brasil.

À Professora Doutora Alcina pelas sugestões de trabalho, por todo apoio e amizade.

Ao Professor Idalécio por todos os conhecimentos transmitidos, por todo o apoio, carinho e atenção.

Ao Professor Álamo pelo apoio durante a minha estadia no geoparque.

À Sara, ao Reginaldo, à Flaviana, ao Danilo e à Thais, por todo o apoio e pelos bons momentos passados.

Ao Rui pela importante ajuda no que respeita aos conhecimentos jurídicos.

À minha família pela confiança e apoio depositados desde sempre, pelos esforços que fizeram para que eu conseguisse ir ao Brasil e por ter chegado até aqui.

Ao Jacinto pelas dicas ao longo do trabalho, por todo o apoio, paciência, compreensão.

Aos amigos que me acompanharam durante todo o curso, pela amizade e apoio e bons momentos ao longo destes dois anos.

RESUMO

O reconhecimento nacional e internacional do Geopark Araripe é, em grande parte, fruto da sua vertente paleontológica, destacando-se as formações da bacia sedimentar do Araripe que contêm, à escala mundial, uma das mais importantes associações fossilíferas do Cretácico Superior. A notória paleobiodiversidade da bacia sugere que existiu, no passado, um ambiente favorável à vida, associado a condições especiais de pós-morte que favoreceram a fossilização. Estes dois fatores foram determinantes para a preservação excecional dos fósseis que ocorrem na famosa Formação Santana, constituída por dois dos principais depósitos fossilíferos do Brasil e do mundo dessa idade, os membros Crato e Romualdo.

Desde a década de 70 do século XX que os fósseis do Araripe estão sob ameaça por diferentes tipos de razões. A pesquisa científica destacou a alta diversidade e qualidade do registo paleontológico do Araripe e a posterior grande visibilidade deste registo, associado a poucas medidas efetivas para a sua conservação, contribuíram para um maior risco de perda destes fósseis. Infelizmente, apesar dos condicionantes legais, continua a verificar-se o comércio ilegal dos fósseis da bacia do Araripe, assim como a saída ilegal de fósseis do país.

A conservação dos fósseis tem importância primordial na estratégia de desenvolvimento do Geopark Araripe, mas algumas das medidas que podem contribuir para o combate ao comércio ilegal de fósseis não são possíveis de ser implementadas pelo geoparque, uma vez que a solução depende de instituições federais, estaduais e municipais. No entanto, o geoparque pode fazer um importante trabalho com as comunidades locais, especialmente no que se refere à educação formal e informal, o objetivo principal deste trabalho.

Assim, pretende-se promover e difundir ações educativas que permitam consolidar a prática da geoconservação do património paleontológico do Geopark Araripe. As várias ações integram uma estratégia de educação formal, junto dos professores da região, e informal, como a divulgação do património paleontológico para o público em geral. Embora se reconheça que os resultados e efeitos concretos destas ações não serão imediatos, trata-se de propostas que podem ser utilizadas como ferramentas para uma estratégia de geoconservação. Estas ações são dirigidas à entidade de gestão do Geopark Araripe, embora possam ser igualmente aplicáveis em outras áreas fossilíferas do Brasil e do mundo.

The palaeontological heritage of Araripe Geopark (Ceará, Brazil): present situation and conservation proposals

ABSTRACT

The national and international recognition of the Araripe Geopark is largely the result of its paleontological richness, with special emphasis on the Araripe sedimentary basin that contains one of the most important Upper Cretaceous fossil associations worldwide. The impressive palaeobiodiversity of the basin suggests the existence in the past of an environment favourable to life, associated with special conditions for the development of fossilization processes. These two circumstances were very important for the exceptional preservation of fossils that occur in the famous Santana Formation that integrates two major fossil beds of Brazil: the Crato and Romualdo members.

The Araripe fossils are threatened by different kinds of reasons since the 70s of the twentieth century. The scientific research has highlighted the diversity and high quality of the paleontological record of Araripe. Nevertheless, this high visibility, associated with few effective protection measures have contributed to an increased risk of fossils loss. Unfortunately, despite the legal constraints, the illegal trade of fossils still exists today, together with unauthorized exit of fossils out of the country.

Fossil conservation is of prime importance in the development strategy of the Geopark Araripe, but some of the measures that can contribute to reduce the illegal trade of fossils are not possible to be implemented by the geopark alone, since the solution depends on federal, state and municipal administrations. However, the geopark can do an important work with local communities, especially implementing formal and informal educational actions, the main objective of this work.

Thus, this work intends to promote and disseminate educational activities to strengthen the practice of geoconservation of the palaeontological heritage of the Araripe Geopark. The various actions are part of a strategy of formal education, with local school teachers, and informal education to publicise the palaeontological heritage of the geopark to the general public. The results and effects of such a strategy will not be immediate but even so it can be proposed as a tool for a geoconservation action plan. These actions are proposed to the management body of the Araripe Geopark although they can also be applied in other fossiliferous areas of Brazil and the world.

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract.....	vii
Índice de figuras.....	xii
Índice de tabelas.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Apresentação do tema.....	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Metodologia	2
1.4. O conceito de geoparque	2
1.5. Regime de proteção jurídica dos fósseis no Brasil	4
2. GEOPARK ARARIPE	11
2.1. Enquadramento geográfico.....	11
2.2. Enquadramento socioeconómico	15
2.3. Enquadramento geológico.....	16
2.3.1. Formação Cariri.....	20
2.3.2. Formação Brejo Santo	21
2.3.3. Formação Missão Velha	21
2.3.4. Formação Abaiara	22
2.3.5. Formação Barbalha	23
2.3.6. Formação Santana.....	23
2.3.6.1. Membro Crato	24
2.3.6.2. Membro Romualdo	28
2.3.7. Formação Araripina	32
2.3.8. Formação Exu.....	33
2.4. Património geológico	33
2.5. Outros tipos de património natural e cultural	39
2.5.1. Património biológico	39
2.5.2. Património cultural material e imaterial.....	41
2.5.3. Património arqueológico.....	43

2.6. Gestão do Geopark Araripe	46
2.6.1 Suporte institucional para a geoconservação no Geopark Araripe	46
2.6.2 Principais ações desenvolvidas pelo Geopark Araripe	52
3. AMEAÇAS AO PATRIMÓNIO PALEONTOLÓGICO NO GEOPARK ARARIPE	57
3.1. Colheita ilegal de fósseis	58
3.2. Mineração	59
3.3. Aspetos legais	62
3.4. A inter-relação dos fatores que constituem as ameaças ao património paleontológico	64
4. IMPORTÂNCIA DO GEOPARK ARARIPE PARA A PRÁTICA DA GEOCONSERVAÇÃO	67
4.1. Situação atual da geoconservação no Geopark Araripe	69
4.2. Proposta de uma estratégia educativa para a geoconservação do património paleontológico do Geopark Araripe	70
4.2.1. Ações educativas formais	71
4.2.2. Ações educativas informais	73
4.2.2.1. Exposição itinerante dos fósseis do Araripe	74
4.2.2.2. Concurso: O fóssil do ano	74
4.2.2.3. Fóssil Quiz	75
4.2.2.4. Ser paleontólogo por dois dias	76
4.2.2.5. Expedições paleontológicas com estudantes	77
4.2.2.6. Empresa amiga do fóssil	78
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
BIBLIOGRAFIA	85
ANEXOS	95
Anexo 1. Conteúdos para curso de formação de professores	97
Anexo2 A. Material de apoio para as saídas de campo interpretativas, representação do paleoambiente da Formação Missão Velha	143

Anexo 2B. Material de apoio para as saídas de campo interpretativas, representação do paleoambiente da Formação Santana (Membro Crato)	147
Anexo 2C. Material de apoio para as saídas de campo interpretativas, representação do paleoambiente da Formação Santana (Membro Romualdo).....	151
Anexo 2D. Material de apoio para as saídas de campo interpretativas, modelo interpretativo para a origem das concreções calcárias da Formação Santana	155
Anexo 2E. Material de apoio para as saídas de campo interpretativas, reconstituição da distribuição paleogeográfica dos continentes no período Jurássico (há 195 Ma) e Cretácico (94 Ma)	159
Anexo 2F. Material de apoio para as saídas de campo interpretativas, esquema explicativo da formação de uma marmita.....	163
Anexo 3A. Concurso o melhor fóssil do ano, certificado de participação	167
Anexo 3B. Concurso o melhor fóssil do ano, ficha de inscrição.....	171
Anexo 3C. Concurso o melhor fóssil do ano, regulamento do concurso	175
Anexo 4. Regulamento de conduta para as atividades desenvolvidas junto das empresas mineradoras	179

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Mapa de localização do Geopark Araripe	13
Figura 2.2. Mapa Geológico da Bacia do Araripe	18
Figura 2.3. Sequência estratigráfica do Membro Crato.....	24
Figura 2.4. A reconstituição paleoambiental do Membro Crato.....	27
Figura 2.5. Reconstituição paleoambiental do Membro Romualdo	30
Figura 2.6. Estratigrafia e distribuição das concreções do Membro Romualdo no Parque dos Pterossauros.....	31
Figura 2.7. Alguns exemplares da riqueza fossilífera da Formação Santana.	39
Figura 2.8. Mapa com a localização das áreas protegidas no território do Geopark Araripe	51
Figura 3.1. Explorações da “Pedra Cariri”, Membro Crato.....	60
Figura 3.2. Venda de fósseis.....	64
Figura 3.3. Esquematização da relação entre os vários fatores que constituem as ameaças do património paleontológico do Araripe	65
Figura 4.1. Exemplo de possíveis perguntas, para o “Fóssil Quiz”	75

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Ranking do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) (2000), dos municípios componentes do Geopark Araripe	16
Tabela 2.2. Litoestratigrafia da Bacia do Araripe	19
Tabela 2.3. Comparação da nomenclatura antiga e atual dos principais geossítios do Geoparque Araripe.....	34
Tabela 2.4. Breve descrição dos 26 geossítios identificados, após a nova avaliação	35
Tabela 2.5. Arqueossítios com registros rupestres da Chapada do Araripe.....	45
Tabela 2.6. Relação entre as Unidades de Conservação e os principais geossítios do Geopark Araripe.....	49
Tabela 2.7. Unidades de Conservação inseridas no território do Geopark Araripe.....	49
Tabela 2.8. Lista dos assuntos que serão abordados no curso de formação de professores	72

1.INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação do tema

A diversidade e abundância de valores naturais e culturais na região do Cariri conferem ao Geopark Araripe uma riqueza patrimonial inquestionável. Do vasto património geológico identificado, salientam-se os elementos paleontológicos, estratigráficos, sedimentológicos e geomorfológicos com relevância internacional (Lima, 2011). A mediatização do Geopark Araripe é, em grande parte, fruto da sua vertente paleontológica, destacando-se a bacia sedimentar do Araripe que contém, à escala mundial, uma das mais importantes associações fossilíferas do Cretácico Inferior.

A longa caminhada do Geopark Araripe, já com uma sequência de trabalhos desenvolvidos, tem potenciado o aumento do conhecimento científico na região. Infelizmente, a depredação do património paleontológico do Araripe é uma situação que está documentada há décadas e que tarda em encontrar uma solução. O presente trabalho incide sobre a área territorial do Geopark Araripe e tem como ponto de partida o levantamento e descrição das ameaças ao património paleontológico. Após esta importante fase propomos um conjunto de ações educativas que permitam consolidar a prática da geoconservação do património paleontológico do Geopark Araripe.

1.2. Objetivos

Este trabalho tem como mote principal “o despertar de uma consciencialização e responsabilização ambiental e social, essencial para assegurar o futuro do planeta, tal como o conhecemos atualmente. E, para esta consciencialização, a educação de todos os cidadãos desempenha um papel imprescindível” (Brilha, 2011). Neste sentido, pretende-se dar a conhecer e valorizar o património paleontológico não só ao público em geral, como também ao mais específico (estudantes e professores), para que possam usufruir das riquezas naturais do Geopark Araripe, em especial os fósseis do Araripe.

O plano aqui traçado pretende promover e difundir ações que integram uma estratégia educativa de âmbito formal, junto dos professores da região, e de âmbito informal para o público em geral. Estas ações serão elaboradas tendo em conta o desenvolvimento turístico sustentável na região. Pretende-se também incentivar o diálogo entre a comunidade científica, a população, as empresas mineradoras locais, agentes fiscalizadores e o geoparque, para a longa e árdua tarefa da preservação do património paleontológico do Araripe.

1.3. Metodologia

A metodologia empregue neste trabalho consistiu numa pesquisa bibliográfica relativa à caracterização do património geológico, em particular o património paleontológico da região do Araripe e também à identificação de outros tipos de património presente na região, nomeadamente biológico, arqueológico e cultural.

Após o reconhecimento da existência de várias ameaças ao património paleontológico, procurou-se identificar e fundamentar todos elementos causadores desta situação. Para isso, contactou-se com os diversos atores desta realidade: população, gestores do geoparque, paleontólogos e órgãos de fiscalização.

O trabalho de campo realizado permitiu identificar *in situ* os diversos elementos de valor patrimonial, procedendo-se ao seu registo fotográfico, à recolha de dados fundamentais à elaboração de conteúdos de interpretação/valorização sobre os fósseis do Araripe. Foi feita igualmente a escolha dos geossítios que melhor se enquadram na temática do património paleontológico, a identificação dos elementos que poderão ser utilizados como materiais interpretativos, a identificação das condições de acesso aos geossítios, de modo a possibilitar as condições de uso tendo em vista o fim educativo e turístico, como também o reconhecimento de outros locais da região onde a ocorrência de fósseis seja expressiva, nomeadamente as mineradoras.

A estratégia de geoconservação proposta neste trabalho tem como base a consciencialização de todos os cidadãos através da educação, sendo propostas ações com base em modelos de educação formal e informal. Realizou-se ainda pesquisa no que respeita à temática da interpretação/divulgação do património paleontológico, tendo como base alguns exemplos já concretizados noutros geoparques e outras entidades. Finalmente, procedeu-se à elaboração de sugestões interpretativas/informativas alusivas ao património paleontológico do Araripe.

1.4. O conceito de geoparque

Para a UNESCO, um geoparque é um território com limites bem definidos e com uma área suficientemente alargada de modo a permitir um desenvolvimento socioeconómico local, cultural e ambientalmente sustentável (Brilha, 2005). Não é apenas uma coleção de geossítios, mas é um território com património geológico de importância internacional e uma estratégia de desenvolvimento territorial sustentável (McKeever *et al.*, 2010). Assim na área de um geoparque tem que existir um número significativo de locais de interesse geológico com especial relevância científica, educacional, estética e

raridade, associados a outros tipos de património natural, arqueológico, histórico e cultural.

A Rede Europeia de Geoparques (*European Geoparks Network*, EGN) foi estabelecida em Junho de 2000, por quatro regiões de países europeus, França, Alemanha, Espanha e Grécia, com características naturais e socioeconómicas semelhantes (Zouros, 2004). Os quatro territórios europeus tinham a pretensão de fomentar o desenvolvimento socioeconómico sustentável dos territórios, através da proteção do património geológico e da promoção do geoturismo. Tal como o nome indica, esta rede tem a importante função de partilhar informações e conhecimentos entre os diferentes geoparques, no sentido de alcançar os objetivos acima referidos (McKeever *et al.*, 2010). Desde o seu início formal em 2000, a Rede Europeia de Geoparques cresceu rapidamente. Para confirmar este grande sucesso, em 2001, houve a assinatura de um acordo oficial de colaboração com a Divisão de Ciências da Terra da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), que colocou a rede sob os auspícios desta organização.

Desde então, a UNESCO tem desempenhado um papel importante no desenvolvimento da Rede Europeia de Geoparques e tem usado o modelo europeu como o único a seguir para o lançamento dos geoparques, a nível mundial incluídos na Rede Global de Geoparques Nacionais (McKeever *et al.*, 2010), habitualmente chamada como Rede Global de Geoparques ou Global Geoparks Network - GGN. Esta rede foi aprovada em 2004, durante uma reunião realizada na sede da UNESCO em Paris, com representantes da comunidade científica de várias instituições, International Geoscience Programme (IGCP), International Geographical Union (IGU) e IUGS (International Union of Geological Sciences), juntamente com especialistas internacionais sobre património geológico e conservação (Mc Keever & Zouros, 2005). Os geoparques globais até recentemente têm-se concentrado na Europa e na China, contudo nos últimos anos existe um grande iniciativa de expansão de geoparques no mundo inteiro. Em Outubro de 2012, a GGN compreende 91 Geoparques globais, distribuídos por 27 países (UNESCO, 2012).

No Brasil, o património geológico tem sido alvo de várias iniciativas de divulgação, facto que tem permitido a sua afirmação gradual dentro do território. O conjunto de aspetos e de exemplos concretos da geodiversidade tem mostrado uma grande relevância nacional e internacional. Como tal entende-se como necessário salvaguardar este património por meio de medidas que permitam a sua conservação.

Com o objetivo de diferenciar, valorizar e proteger as áreas naturais, em especial de carácter geológico, consideradas de grande interesse em vários níveis (patrimoniais, didáticos, turísticos), em 2005 foi criado o Geopark Araripe, que desde 2006 até à atualidade é o primeiro e único geoparque da América do Sul reconhecido pela UNESCO. A sua vertente paleontológica, já há muitos anos conhecida, faz deste geoparque um verdadeiro símbolo da importância da proteção do património geológico, em especial o património paleontológico, de uma região e do mundo. Apesar de ser reconhecido como uma entidade de excelência e de referência pela comunidade internacional sob as diretrizes da GGN, este geoparque tem como grande desafio o reconhecimento ao nível local, regional e nacional enquanto promotor do desenvolvimento económico sustentável.

Em 2006, uma outra iniciativa de grande destaque dentro da realidade brasileira, foi a criação do Projeto de Geoparques do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) em parceria com universidades e órgãos ou entidades federais e estaduais. Este projeto tem representado um importante papel para estimular o estabelecimento de geoparques no Brasil (Schobbenhaus & Silva, 2010), uma vez que tem como ponto de partida a identificação, classificação, descrição, catalogação, georreferenciação e divulgação das áreas de interesse geológico no Brasil, como também definir diretrizes para seu desenvolvimento sustentável (Lima, 2008; Schobbenhaus & Silva, 2010).

1.5. Regime de proteção jurídica dos fósseis no Brasil

O estudo do enquadramento legal dos fósseis, designadamente a análise do seu regime jurídico, apresenta-se hoje com especial relevância dada a importância económica dos bens que integram o domínio do Estado brasileiro. O subsolo brasileiro é dotado de uma vasta panóplia de recursos minerais e fósseis, onde o seu aproveitamento e reconhecimento têm um papel muito relevante para o desenvolvimento socioeconómico. Lamentavelmente são várias as reportagens e artigos publicados em jornais locais e nacionais acerca do comércio ilícito de fósseis da região do Cariri. Será feita uma breve análise da situação legal do património paleontológico brasileiro, isto é, da regulamentação sobre o uso, destino e proteção deste património. Esta análise tem como principal fonte Abaide (2009), uma vez que faz uma descrição bastante elucidativa e aprofundada desta temática.

No Brasil, a ideia de proteção do património paleontológico não é recente. As Constituições anteriores à atual Constituição Federal (CF) de 1988 já revelavam preocupações genéricas quanto à proteção deste património. Desde a publicação do

Decreto-lei nº 25/37, que organiza a proteção do património histórico e artístico nacional, existe um apoio legal para a proteção dos jazigos fossilíferos brasileiros (Carvalho, 1993). Este decreto considera que os monumentos naturais de feição notável são sujeitos a tombamento, termo usado no Brasil mas não em Portugal que reconhece a importância de determinado património por parte do Poder Público, no intuito de conservá-lo por meio de um ato administrativo. Refere-se no artigo 1.º do diploma supra citado, que “constitui o património histórico e artístico nacional como o conjunto de bens móveis e imóveis existente no país e cuja conservação seja de interesse público, quer por sua vinculação a factos memoráveis da história do Brasil, quer por seu excepcional valor arqueológico ou etnográfico ou artístico”. Já no artigo 2.º o legislador estabelece que “equiparam-se aos bens a que se refere o presente artigo e são também sujeitos ao tombamento os monumentos naturais, bem como os sítios e as paisagens que importa conservar e proteger pela feição notável com que tenham sido dotados pela natureza ou agenciados pela indústria humana”.

Atualmente, no ordenamento jurídico brasileiro, embora alvo de várias interpretações, os fósseis são definidos como bens integrantes do património cultural (artigo 216.º da Constituição Federal - CF), com natureza de bem de domínio público (nos termos do artigo 20.º da CF) e são regidos por lei especial, pelo Decreto-lei nº 4.146/42 (nos termos do referido decreto é de competência federal e sob a fiscalização do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM) (Abaide, 2009).

A Constituição Federal Brasileira de 1988 inclui a paleontologia como integrante do património cultural brasileiro, no artigo 216.º, portanto, como Ciência da Vida, entre as obras elaboradas pelo homem, estando introduzida num sentido antropológico (Abaide, 2009). Nos termos da sobredita norma (artigo 216.º da CF) “constitui património cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem: (...) V- os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.” Isto leva-nos a interpretar que nem todos os fósseis integram o património cultural brasileiro, mas só aqueles declarados como sítios de valor paleontológico. Mas em relação aos fósseis não classificados permite interpretar que estão sob regime da lei de minas ou ambiental. Como consequência, o regime de proteção cultural dos fósseis é insuficiente, uma vez que não abrange a sua natureza de interdisciplinaridade, não exclui a sua natureza de bem ambiental e de riqueza do subsolo, permitindo que estes sejam

protegidos pelo domínio público, pelo critério de interesse e/ou destino, e não necessariamente pelo critério da propriedade (Abaide, 2009).

Por outro lado o artigo 20.º da CF, quando enuncia os bens de propriedade da União, parece também inserir o património paleontológico pela via mineral, integrante nas Ciências da Terra, portanto sob o regime da lei de minas ou sob o regime especial no Decreto-lei 4.146/42 (Abaide, 2002). Assim, consagra o artigo 20.º da CF que “São bens da União: I- os que atualmente lhe pertencem e os que lhe vieram a ser atribuídos; (...) IX- os recursos minerais, inclusive os do subsolo; X- as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos e pré-históricos”. Quando interpretamos esta lei, podemos enquadrar o conceito de fóssil, nos incisos IX e/ou X, como registo de vida do passado que se preservou graças a um processo de mineralização. Desta maneira os bens de interesse paleontológico, estariam sempre regidos pelo domínio público, quando se trata de proteger a riqueza do solo (inciso IX). Contudo, se o legislador constituinte pretendesse que a inclusão no domínio público fosse pela via cultural, teria citado paleontologia no inciso X, juntamente com “as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos e pré-históricos” (Abaide, 2009).

Como já referido, nem todos os fósseis são definidos como património cultural brasileiro, mas apenas aqueles que contêm informações de interesse paleontológico. Os que não são catalogados, em teoria, não estão protegidos pelo património cultural, mas integram os bens ou riquezas minerais do solo que compõem o domínio da União, e que então devem ser regidos pelo código de mineração e leis ambientais. Mas segundo Abaide (2009), no Código de Mineração, não há regulamentação do artigo 10.º, nos incisos I e II, no que se refere ao reconhecimento da natureza mineral dos fósseis, quando dispõe sobre a necessidade de regular de maneira distinta os bens de interesse arqueológico e paleontológico. A única regulação sobre fósseis não está no código de minas, nem na lei de património cultural, mas sim na lei especial (Decreto-lei 4.146/42) e esta limita-se a definir a competência do órgão responsável pelo sector mineiro nacional, para autorizar e fiscalizar a extração dos fósseis. Assim, nos termos do Decreto-lei 4.146/42 “Os depósitos fossilíferos são propriedade da Nação, e, como tais, a extração de espécimes fósseis depende da autorização prévia do Departamento Nacional da Produção Mineral, do Ministério da Agricultura” – artigo 1.º (atualmente o DNPM, pertence ao ministério de Minas e Energia). Note-se que a partir deste Decreto, o DNPM jamais concedeu qualquer tipo de autorização que viabilizasse a exploração de fósseis com fins comerciais.

Em função das peculiaridades do material fóssil, previsivelmente existe uma contraposição na fixação de competências para a proteção do património paleontológico, pois os fósseis são considerados património cultural, onde a lei não confere fiscalização ao órgão da cultura (IPHAN), mas sim ao órgão vinculado ao Ministério de Minas e Energia, isto é, DNPM. O IPHAN (Instituto do Património Histórico e Artístico Nacional) tem por competência a proteção do património cultural brasileiro. Como o património paleontológico é considerado património cultural por determinação legal (artigo 216.º da CF), o IPHAN deve zelar por medidas de proteção a esse património (Dresh, 2006). Por outro lado, devido ao Decreto-lei 4.146/42, o DNPM tem a responsabilidade de fiscalizar e controlar o exercício das atividades relacionadas ao património fossilífero (colheita, transporte, entre outras) de modo a assegurar a sua proteção. Além disso, nos casos de constatações de ilícitos contra o património paleontológico, deve ser oficializada uma ocorrência junto do DNPM e da Polícia Federal, órgão responsável pela investigação dos crimes contra o património da União.

Quanto à colheita do material fossilífero, esta pode ser realizada pelas instituições nacionais de ensino e pesquisa. As instituições estrangeiras poderão participar somente em parceria com instituições nacionais e sob autorização do DNPM, para “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”, conforme a Portaria nº 55/90 do Ministério da Ciência e Tecnologia (Dresh, 2006).

Tendo em conta que os fósseis são património da União, a legislação brasileira estabelece penas para os crimes de destruição e recetação do material fossilífero, pelos artigos 163 e 180 do Código Penal Brasileiro (Decreto-lei nº 2.848/40), bem como crime de exploração em desacordo com a autorização (artigo 2.º da Lei n.8.176/91). No que respeita à colheita dos fósseis também pode ser aplicado o artigo 166.º sobre alteração de local especialmente protegido, “Alterar, sem licença da autoridade competente, o aspeto de local especialmente protegido por lei: Pena - detenção, de um mês a um ano, ou multa”. Por outro lado, a Lei 9.605/98 estabelece crimes ambientais contra o património cultural (artigos 63.º e 64.º) (Dresh, 2006).

Dentro desta temática, também se torna importante abordar o Decreto-lei nº 72.312 de 1973, que promulgou a convenção sobre as medidas a serem adotadas para proibir e impedir a importação, exportação e transferência de propriedades ilícitas de bens culturais, seguindo as determinações da Conferência Geral da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura (UNESCO), reunida em Paris de 12 de

Outubro a 14 de Novembro de 1970. Os fósseis enquanto objetos de interesse paleontológico estão abrangidos nos termos da alínea a) do artigo 1º deste diploma em que “a expressão bens culturais significa quaisquer bens que, por motivos religiosos ou profanos, tenham sido expressamente designados por cada Estado como de importância para a Arqueologia, a História, a Literatura, a Arte ou a Ciência e pertençam às seguintes categorias: a) coleções e exemplares raros de zoologia, botânica, mineralogia e anatomia, e objetos de interesse paleontológico” (...). O decreto referencia ainda que, a remessa de qualquer fóssil para o exterior pela compra ilegal por museus, universidades, e colecionadores particulares está em desacordo com esta convenção assinada pelos países componentes da ONU. Contudo, alguns países como a Alemanha, Inglaterra e Japão, não ratificaram esta convenção e atualmente são os principais destinos dos fósseis brasileiros ilegalmente enviados ao exterior (Carvalho, 2010a).

Uma outra vertente desta problemática consiste em se considerar o património paleontológico enquanto sub-divisão do património geológico. Prevê-se na “Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra”, elaborada em 1991, no âmbito do 1º Simpósio Internacional sobre a Proteção do Património Geológico (Digne, França), que o passado da Terra não é menos importante que o passado da humanidade. No Brasil, apesar de estarem previstos, na legislação ambiental, recursos para a preservação dos elementos da geodiversidade, estes são pouco utilizados, na medida em que toda a legislação relacionada com as questões ambientais e Unidades de Conservação - UC (SNUC, Lei Federal 9.985/2000), onde é consagrado o enquadramento e proteção do património geológico, está na sua maioria centrada na proteção da biodiversidade (Pereira *et al.*, 2008). “Fará algum sentido lutar pela implementação e publicação de uma legislação restrita à conservação de património paleontológico? Ou será mais sensato criar uma estratégia conjunta no sentido de sensibilizar o poder público, responsáveis técnicos e o público em geral para a necessidade de conservar o Património Geológico como um todo? Faria mais sentido primeiro produzir uma legislação genérica para a conservação da geodiversidade e depois de esta estar perfeitamente implementada e aceite pela sociedade criar uma legislação mais específica. Se não seria necessário publicar uma legislação específica apenas para minerais, rochas, solos, ou paisagens” (Brilha, 2005).

Num contexto jurídico legislar sobre temas que envolvem interdisciplinaridade já é um ato complicado, e quando o próprio objeto material não tem uma unanimidade conceptual é mais difícil ainda para o jurista encontrar mecanismos que sistematizem adequadamente a legislação (Abaide, 2009). Como os fósseis “têm uma dupla aplicação

conceptual, e conseqüentemente podem ser valorados de forma diferenciada, surgem assim conflitos de ordem cultural, histórica, ambiental e jurídica” (Abaide, 2009). Tal facto leva-nos a questionar qual o regime jurídico a que deverão estar sujeitos os fósseis? Podemos afirmar que “os fósseis são constitucionalmente considerados como bens integrantes do património cultural, têm valor fora do mercado, mas sendo integrantes da categoria “cultura”, não é excluída a sua natureza de bem natural; e estando imbuídos de um valor ambiental, podem ser valorados economicamente” (Abaide, 2009). Se fosse possível uma conceptualização dos fósseis exclusivamente como recurso mineral, esta não pode resultar de uma desconsideração do seu valor enquanto património cultural, o que permite colocá-los sempre fora do mercado (e mesmo assim correria o risco de ser traficado pelos colecionadores privados e de causar impacto ambiental decorrente da extração, embora possa ser para pesquisa).

A eficácia pretendida pela Constituição brasileira não se verifica, uma vez que há espoliação de fósseis. Não há dúvida que há necessidade de regular a matéria relativa ao património paleontológico a nível infraconstitucional. O conjunto das leis brasileiras apresenta subjetividade no que respeita à sua aplicação de forma a possibilitar a preservação de jazigos fossilíferos, enquanto património cultural da sociedade brasileira. Como também parece ser insuficiente para proteção destes bens enquanto propriedade da União. Além do mais, parece haver uma carência na estrutura dos órgãos legalmente responsabilizados no que respeita à proteção e conservação do património paleontológico brasileiro.

2. GEOPARK ARARIPE

Este capítulo destina-se a apresentar o Geopark Araripe nas suas diversas vertentes. Inicia-se pelos enquadramentos geográfico, geológico e socioeconómico, passando em seguida para a descrição do património natural e cultural que pode ser encontrado no geoparque. O capítulo conclui com a apresentação dos aspetos de gestão do geoparque, assim como de algumas atividades implementadas.

2.1. Enquadramento geográfico

O Geopark Araripe situa-se no sul do Estado do Ceará, na região nordeste do Brasil, aproximadamente entre os meridianos 38°30" e 40°50" de longitude oeste e os paralelos 7°05" e 7°50" de latitude sul (Viana & Neumann, 2002). Envolve os municípios de Barbalha, Crato, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri, apresentando uma área total de 3796 km² (figura 2.1). A evidência morfoestrutural de maior nitidez na área do Geopark Araripe é representada pela Chapada do Araripe, que no geral apresenta altitudes médias que variam entre 700 e 1000 metros (Geopark Araripe, 2010). Esta feição geomorfológica de topo plano tem suave inclinação para oeste e é limitada por escarpas erosivas e íngremes com desníveis consideráveis, que chegam a ultrapassar 300 m de altitude.

A região do nordeste brasileiro é caracterizada por fenómenos de seca. Contudo, no interior do Ceará, a região do Cariri é considerada um oásis no meio de um imenso espaço de semi-aridez, uma vez que apresenta aspetos bem diferenciados do sertão (Alves *et al.*, 2010). Tal facto é explicado pela existência da Chapada do Araripe, que constitui uma paisagem marcada pela característica elevação, coberta por uma floresta típica de cerrado. Na região, o clima é ameno e repleto de mananciais de água, facto que proporciona condições favoráveis para o atual desenvolvimento urbano e de atividades agropecuárias (Carvalho & Santos, 2005). A porção sul do Ceará apresenta usos diferenciados da terra. Nas áreas mais secas da Chapada do Araripe predomina a pecuária extensiva, enquanto que nas encostas semi-úmidas desenvolve-se uma policultura de feijão, milho e o cultivo de hortaliças. Nos locais mais húmidos plantam-se cana-de-açúcar e arroz. A agricultura tradicional do nordeste brasileiro tem apresentado algum declínio devido a diversos fatores: a forma de cultivo que inclui a destruição da cobertura vegetal, as queimadas, a não utilização de técnicas de plantio em curvas de nível, o esgotamento do solo, e o cultivo pouco diversificado com baixa produtividade. A

decadência do setor é agravada ainda pela insuficiência de recursos e comercialização, como também pela falta de assistência técnica, enfraquecendo assim a economia da região, principalmente na zona rural. Aliás, o processo de desertificação da região nordeste apresenta-se, preocupante, pois tem-se verificado um grande avanço no Estado do Ceará (Consortio Ambientau/IBI TUPI, 2009c).

A Chapada do Araripe constitui um divisor natural de águas das bacias hidrográficas dos rios Jaguaribe (CE), ao norte, São Francisco (PE), ao sul, e Parnaíba (PI) a oeste. A área que compreende o Geopark Araripe é drenada pelas sub-bacias hidrográficas do rio Salgado e do rio Jaguaribe, que fazem parte da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe (Consortio Ambientau /IBI TUPI, 2009a). A sub-bacia do Salgado drena 70% da área do Geopark, encontra-se localizada na parte sul do Estado do Ceará e possui uma área de drenagem de 12.865 km². Destacam-se entre os seus principais tributários: rio das Batateiras, rio Granjeiro, riacho Saco Lobo, riacho dos Macacos, riacho dos Carás, riacho dos Carneiros, riacho Missão Velha, riacho Seco e riacho dos Porcos. A sub-bacia do alto Jaguaribe localiza-se a montante do Açude Orós e drena uma área de 24.636 km², correspondente a 16,56% do território cearense, composta por 24 municípios, entre os quais Santana do Cariri e Nova Olinda (pertencentes à área do Geopark Araripe).

De acordo com Consortio Ambientau/IBI TUPI (2009a), a hidrografia na região do Cariri é caracterizada por: i) inexistência de uma rede hidrográfica na parte superior da chapada; ii) estar inserida em uma região plana e permeável; iii) um sector torrencial nas vertentes da chapada onde se originam diversos rios e riachos; e iv) uma zona de aluviamento, depois da rutura dos declives das vertentes.

A área da Chapada do Araripe, no sector oriental, onde se localiza o Geopark Araripe, apresenta um clima tropical chuvoso sub-húmido e com totais pluviométricos superiores a 900 mm de acordo com zoneamento geoambiental do Estado do Ceará. As chuvas mais significativas têm início em Dezembro, chuvas de pré-estação, e a partir do mês de Fevereiro inicia-se o período chuvoso, podendo estender-se até Junho, dependendo das condições oceânicas e atmosféricas (Consortio Ambientau/IBI TUPI, 2009a). Mesmo tendo características fisio-climáticas bastantes distintas do restante Ceará, os rios do Cariri apresentam a mesma problemática do semiárido nordestino, intermitência e altas taxas de evaporação, o que compromete o aproveitamento das águas (Consortio Ambientau/IBI TUPI, 2009a).

2.2. Enquadramento socioeconómico

O principal fator de desenvolvimento da região do Cariri é a riqueza de recursos naturais, em particular a água.

A riqueza de recursos naturais da região do Cariri, em particular a água, é o principal fator para desenvolvimento socioeconómico da região. A história económica do Cariri é marcada por uma sucessão de momentos prósperos e de crise na pecuária e agricultura, onde a economia era baseada na criação de bovinos, cana-de-açúcar e outros produtos agrícolas.

Atualmente esta região, recentemente instituída como Região Metropolitana do Cariri – RMC (Lima *et al.*, *em publicação*), está a passar por um momento de crescimento e industrialização, principalmente no sector de produção de calçados, imobiliário, como também na exploração de gesso e calcário. Além disso, o turismo também é uma importante fonte de rendimento, principalmente o turismo religioso e da Natureza, associado à Chapada do Araripe (comunicação oral de Idalécio Freitas).

O principal conjunto urbano da região do Cariri, no Estado do Ceará, é configurado pelas cidades do Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha. Estas cidades constituem as principais posições de comércio, formam o principal centro de abastecimento alimentar e de convergência de produção agrícola da região, como também formam o principal polo industrial da região. Além disso, esta região acolhe a mais importante concentração de serviços de educação a nível universitário (Geopark Araripe, 2010). Segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no Censo de 2010, a população que reside nos municípios do Geopark Araripe tem 492.390 habitantes.

Em 1990, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) introduziu em todo o mundo o conceito de desenvolvimento humano sustentável, que promove a adoção de políticas públicas voltadas para as pessoas. Para aferir o grau de desenvolvimento humano sustentável de uma sociedade, o PNUD utiliza o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). A análise do IDH abrange três dimensões de desenvolvimento de uma sociedade: dimensão económica do desenvolvimento (PIB), longevidade (expectativa de vida ao nascer) e educação (índice de analfabetismo e taxa de matrícula em todos os níveis de ensino). Estas três dimensões têm a mesma importância no índice, que varia de zero a um. Neste sentido, torna-se útil fazer uma análise do IDH dos municípios (IDHM) constituintes do geoparque, apesar dos dados mais recentes serem de 2000 (tabela 2.1).

Pela análise da tabela 2.1, verifica-se que entre os municípios que compõem o Geopark Araripe, o Crato apresenta o IDHM mais elevado, acompanhado de Juazeiro do Norte e Barbalha. Nova Olinda, Missão Velha e Santana do Cariri apresentam o IDHM mais baixo, como também apresentam o IDHM (educação e de renda), mais baixos no conjunto dos seis municípios do Geopark Araripe. Esta informação tem como base o conjunto de dados dos anos anteriores a 2000; nos últimos 12 anos a população da região tem sentido melhorias na sua qualidade de vida, embora ainda não as possamos quantificar.

Municípios	IDHM	IDHM-Longevidade	IDHM- Renda	IDHM-Educação
Crato	0.716	0.628	0.714	0.806
Juazeiro do Norte	0.697	0.606	0.713	0.773
Barbalha	0.687	0.567	0.714	0.781
Nova Olinda	0.637	0.527	0.659	0.725
Missão Velha	0.631	0.535	0.662	0.696
Santana do Cariri	0.609	0.454	0.693	0.681

Tabela 2.1. Ranking do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) (2000), dos municípios componentes do Geopark Araripe (PNUD, 2012).

Segundo estudos mais recentes do PNUD Brasil, a análise da situação do país indicada no “Documento de Programa do País para a República Federativa do Brasil 2012-2015”, mostra que o Brasil é um país de renda média que registou um expressivo progresso social e económico na última década (DPPBrasil 2012). Com um IDH de 0,699, o Brasil saiu do grupo de desenvolvimento humano médio para o elevado em 2007, sendo um dos poucos países no mundo a ter melhorado harmonicamente segundo os indicadores de desenvolvimento humano: renda, educação e saúde. Aponta ainda que o Brasil também foi capaz de atingir, nos últimos anos, uma redução no nível de desigualdade, que apesar de ainda muito alto (Índice de Gini de 0,538 - 2009), mostra uma tendência positiva devido à implementação efetiva de programas sociais e económicos. As duas últimas décadas de estabilidade política demonstram claramente o progresso na consolidação das instituições democráticas do país.

2.3. Enquadramento geológico

O Geopark Araripe insere-se na área da Bacia Sedimentar do Araripe, que se estende pelos Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí. É a mais extensa das bacias interiores do nordeste do Brasil e a sua área de ocorrência não se limita à Chapada do Araripe pois também ocorre no Vale do Cariri (Assine, 1992). Esta bacia possui uma área

de 11.000 km², sendo 73% desta área ocupada pela Chapada do Araripe (Consortio Ambientau/IBI TUPI, 2009a).

A Bacia Sedimentar do Araripe está instalada nos terrenos Pré-Câmbrios da Província Borborema (Brito Neves *et al.*, 2000), a sul do Lineamento de Patos, e apresenta uma complexa história geológica. É constituída por sequências estratigráficas, limitadas por discordâncias regionais, que representam o registo fragmentário da formação de bacias em ambientes tectónicos distintos (Assine, 2007).

A história geológica da bacia está estreitamente ligada aos períodos Jurássico Superior e Cretácico Inferior, quando os continentes América do Sul e África formavam o antigo continente Gondwana, que lentamente se separou com a abertura do oceano Atlântico Sul (Herzog *et al.*, 2008). Grande parte da costa leste da América do Sul encontrava-se inundada e a deriva continental em curso provocou alterações no relevo, nas condições ambientais e na biota.

A Bacia Sedimentar do Araripe é formada por uma sequência sedimentar predominantemente mesozoica. A área de deposição transcende muitos quilómetros os limites da Chapada do Araripe, contudo é nos seus paredões escarpados que se podem examinar em série os estratos depositados (Santos & Valença, 1968). Grande parte da sua riqueza é revelada quando as rochas existentes abaixo do solo são examinadas, pois surgem vestígios de vida representantes de antigas faunas e floras. Estes fósseis possuem inestimável valor científico e são conhecidos mundialmente devido ao seu diversificado conteúdo e excepcional preservação.

A Chapada do Araripe, imenso planalto alongado de direção este-oeste, testemunha a grande extensão original da superfície sul-americana. É um relevo residual que apresenta uma sequência sedimentar com cerca de 600 a 700 m de espessura, formada pelas unidades das sequências Pós-rifte (Aptiano/Cenomaniano), cujos estratos apresentam atitude subhorizontal, com leve pendor para oeste. Além disso, como é possível ver na figura 2.2, a Bacia do Araripe estende-se para além dos limites da chapada e na depressão do Vale do Cariri (sub-bacia do Cariri); a leste, afloram as unidades da Sequência Paleozoica e das Sequências Pré-rifte e Rifte (Assine, 2007).

As bases da litoestratigrafia da bacia ainda não estão bem definidas; a literatura mostra que persistem muitas dúvidas e opiniões divergentes em relação à litoestratigrafia, às idades, à paleogeografia e à evolução tectono-sedimentar das suas diferentes unidades estratigráficas. Assim, este trabalho tem como base a proposta de um só autor, Assine (2007).

-Geopark Araripe -

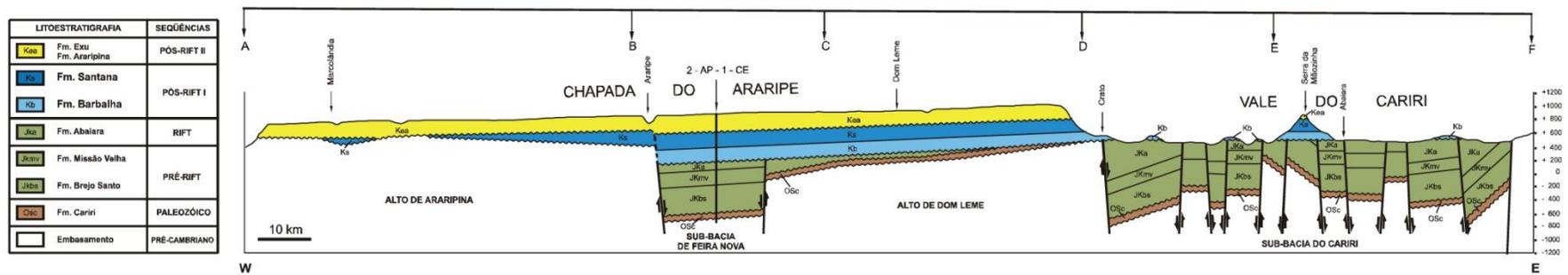
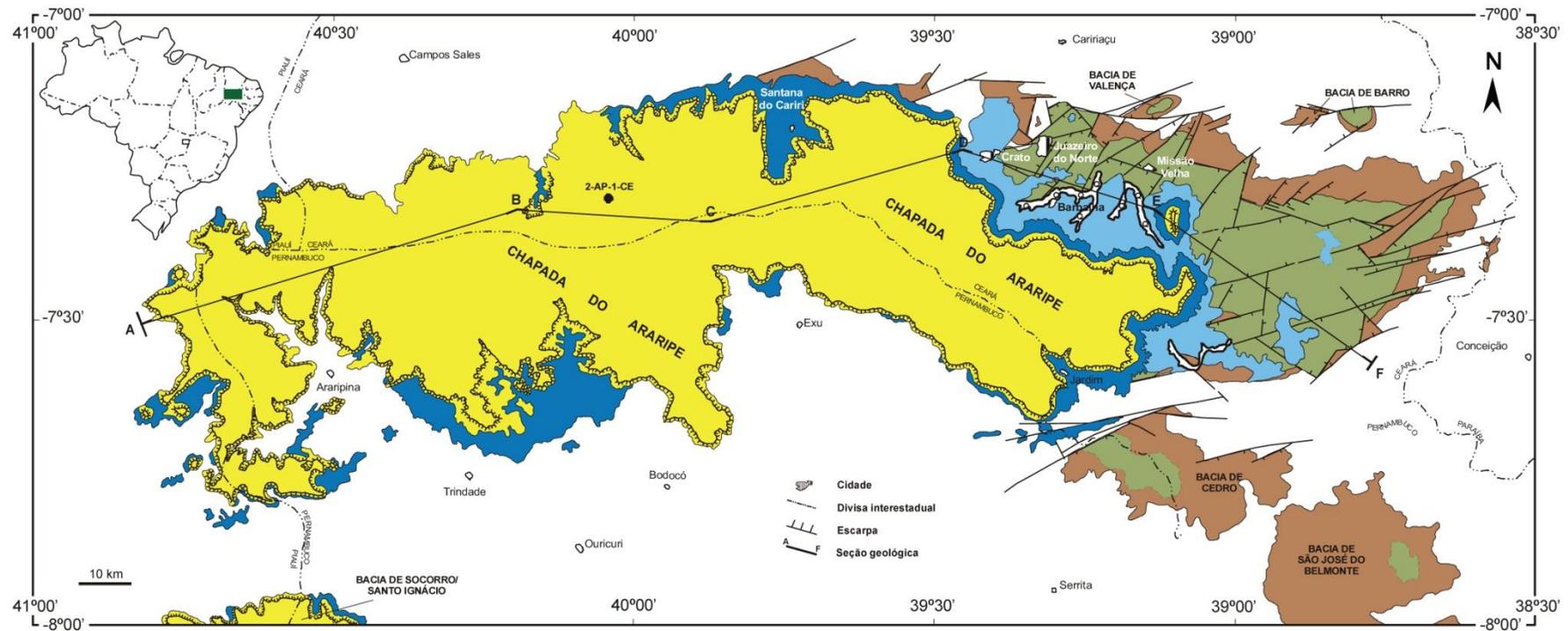


Figura 2.2. Mapa Geológico da Bacia do Araripe (Assine 1990, atualização com base em descrições posteriores in Assine, 2007).

Segundo este autor, a Bacia do Araripe está dividida nos grupos Vale do Cariri e Araripe (tabela 2.2). O grupo Vale Cariri está subdividido nas Formações Cariri, Brejo Santo, Missão Velha, Abaiara, enquanto o grupo Araripe está subdividido pelas Formações Barbalha (camadas batateira), Santana (Membros Crato, Romualdo e camadas Ipubi), Araripina e Exu. A Formação Santana é estratigraficamente a mais complexa e também a mais estudada, não só pelas extensas jazidas de gipsito, mas principalmente por constituir o principal jazigo fossilífero brasileiro, famoso em todo mundo sobretudo pela rica paleoictiofauna preservada em concreções carbonatadas (Assine, 1992).

Ma	Geocronologia	Litoestratigrafia				Ambiente de Deposição	
		Sequência	Grupo	Formação	Membro		
95_	Neocretácico/ Eocretácico	Pós-rifte II	Araripe	Exu		Fluvial	
113_	Eocretácico			Pós-rifte I		Araripina	Romualdo Camadas Ipubi Crato
125_		Vale do Cariri	Barbalha		Camadas Batateira	Costeiro	
145_		Rifte	Abaiara			Fulvio-lacustre	
300_	Neojurássico	Pré-rifte	Missão Velha		Fluvial		
			Brejo Santo		Lacustre		
550_	Paleozoico	Paleozoica		Cariri		Fluvial	
	Pré- Câmbrio	Soco cristalino					

Tabela 2.2. Litoestratigrafia da Bacia do Araripe (adaptado de Assine, 2007).

A Sequência Pré-rift enquadra-se num contexto de pré-rifte, um período de subsidência mecânica produzida pelo estiramento litosférico viscoelástico, que teve como consequência a formação da Depressão Afro-Brasileira (área topograficamente deprimida que se estendia desde o sul do atual Estado da Bahia até às regiões setentrionais como a da Bacia do Araripe) (Garcia & Wilbert, 1995 *in* Assine, 2007). A sequência ocorre

embutida nas sub-bacias do Cariri e de Feira Nova, com os seus limites definidos por falhas (ver figura 2.2). Esta é composta pelas formações Brejo Santo e Missão Velha, que estão posicionadas no Andar Dom João, andar local do Jurássico Superior, pois estão presentes nas duas formações associações palinológicas indicativas da Zona *Dicheiropollis sp. A/Leptolepidites ssp.* (Coimbra *et al.*, 2002).

A Sequência Rifte insere-se na fase de rifte, que teve início no Neocomiano (base do Cretácico Inferior). Esta é constituída pela Formação Abaiara, que se encontra num contato basal discordante com a Formação de Missão Velha (Assine, 2007).

A Sequência Pós-rifte I, Neoaptiana-Eoalbian, regista a primeira fase de pós-rift na Bacia do Araripe. Na porção ocidental da bacia a sequência assenta, normalmente, no soco cristalino Pré-Câmbrico (figura 2.2). Esta sequência é constituída pelas formações Barbalha e Santana e ocorre na base das encostas da Chapada do Araripe, na Serra do Mãozinha e no Vale do Cariri (apenas a Formação Barbalha). Materializa um ciclo transgressivo-regressivo, resultante da subsidência flexural térmica e dos eventos de elevação do nível do mar, que permitiram a preservação de depósitos marinhos no interior do nordeste. No que respeita à sequência Pós-rift II, segunda fase Pós-rift, os depósitos aluviais Neocretácicos da Bacia do Araripe diferenciam-se completamente do registo das bacias marginais do nordeste, caracterizadas por condições marinhas transgressivas até ao final do Cretácico. Nesta sequência estão presentes duas formações com características litológicas diferentes separadas por uma discordância erosiva, em que a parte inferior corresponde à Formação Araripina e a superior à Formação Exu (Assine, 2007).

2.3.1. Formação Cariri

A Sequência Paleozoica é constituída por uma unidade litoestratigráfica, a Formação Cariri, que aflora apenas na porção leste da bacia rodeando o Vale Cariri; e ocorre também em sub-superfície na sub-bacia de Feira Nova (Assine, 2007). Esta formação, apesar de não apresentar fósseis, é atribuída ao Paleozoico, intervalo Ordovícico Superior/ Devónico Inferior, mais precisamente idade neo-ordoviciana/siluriana, aventada por Assine (1992) e Ponte & Ponte Filho (1996 *in* Assine, 2007). É constituída por arenitos de granulometria média a muito grossa sugerindo sistemas fluviais intercalados. Na base desta sequência são comuns arenitos feldspáticos com coloração branca a rosa. Também ocorrem níveis de ortoconglomerados com fragmentos líticos do soco Pré-Câmbrico e clastos de feldspatos róseos. Para o topo da sequência, ocorrem arenitos quartzosos branco-acinzentados (Assine, 2007).

2.3.2. Formação Brejo Santo

A Formação Brejo Santo, com cerca de 450 m de espessura, é constituída essencialmente por xistos argilosos (folhelhos) e argilitos vermelhos, siltíticos, calcíferos localmente manchados de verde-claro. Entre estes ocorrem camadas de arenitos e finas intercalações de calcário argiloso rico em ostrocodos. Ocorrem fósseis típicos do Andar Dom João, *Bisulcocypris pricei* P & S e *Darwinula oblonga* Roemer (Braun, 1966 in Assine, 2007), para além de restos de vertebrados, especialmente peixes. A presença de seres exclusivamente não marinhos indica uma sedimentação continental, em depressões amplas e rasas, onde se desenvolveram sistemas aluviais/lacustres em ambientes propícios à formação de *red beds*, rochas sedimentares, de coloração vermelha, formadas num ambiente altamente oxidante (Assine, 1992; 2007).

2.2.3. Formação Missão Velha

Sobreposta concordantemente à Formação Brejo Santo e com uma espessura de 200 m, a Formação Missão Velha é composta por arenitos quartzosos, por vezes feldspáticos e/ou caoliníticos, localmente conglomeráticos, detentores de abundantes troncos e fragmentos de madeira silicificada, atribuídos à conífera *Dadoxylon benderi*. Esta abundância sugere que estas áreas deveriam ser cobertas por extensas florestas de coníferas (Assine, 2007). Os arenitos apresentam *sets* decimétricos, com estratificação cruzada planar e/ou acanalada, entre os quais podem ocorrer níveis decimétricos de siltitos arroxeados. Esta associação de fácies pode ser interpretada como representativa de planícies fluviais de sistemas entrelaçados caracterizados por canais rasos e de alta energia (Assine, 2007).

O perfil estratigráfico mostra uma granulometria ascendente gradual dos pelitos avermelhados da Formação Brejo Santo para arenitos da Formação Missão Velha. Tal facto, permite interpretar que o ambiente de deposição seria em lagos rasos e/ou planícies aluviais distais húmidas, colmatadas por sistemas fluviais, através de rios entrelaçados de pequeno médio porte, mas de alta energia (Assine, 1992). Para além disso, os limites dos depósitos das duas formações acima referidas são definidos por falhas que foram originadas em eventos tectónicos posteriores. Estas constituem apenas uma fração da bacia original, que se estendia para norte e para sul das atuais áreas de ocorrência (Assine, 2007).

2.3.4. Formação Abaiara

É uma unidade que ainda necessita ser melhor caracterizada. Apresenta uma significativa variação lateral e vertical de fácies, distinguindo-se claramente do registro estratigráfico anterior e correspondendo à fase de rift na Bacia do Araripe (Assine, 2007).

Esta formação sobrepõe-se discordantemente sobre a Formação Missão Velha, apresentando uma espessura de 280 m nas proximidades da cidade de Abaiara. Na área do Vale do Cariri, predominam, na base da formação, xistos argilosos sílticos e siltitos vermelhos e verdes-claros, com intercalações lateralmente descontínuas de camadas decimétricas de arenitos finos.

Na parte superior predominam os arenitos finos, intercalados por xistos argilosos verdes frequentemente fossilíferos, com escamas de peixes, mas sobretudo portadores de ostracodes, em geral muito cristalizados. Intercalados, ocorrem também arenitos quartzosos finos a muito grossos, com níveis conglomeráticos, onde se verifica a presença de fragmentos de madeira silicificada. Os arenitos finos a médios da parte superior estão dispostos em *sets* decimétricos a métricos, com estratificação cruzada cuneiforme tangencial na base. Estratos com estratificação cruzada recumbente e dobras convolutas são evidências de tectonismo contemporâneo à sedimentação (Assine, 1992; 2007).

O registro fossilífero é escasso na parte inferior da unidade, não ocorrendo espécies-índice em abundância; contudo foram encontrados ostracodes *Cypridea sellata* VIANA e *Cypridea (Morininoidea) candeiensis* Krömmelbein. Na parte superior os ostracodes já se tornam mais abundantes, mas com diversidade muito baixa, estando presentes *Theriosynoecum laciniatum* Krömmelbein, *Cypridea (Morininoidea) grekoffy* Krömmelbein, *Tucanocypris camposi* Krömmelbein e *Cypridea tucanoensis* Krömmelbein (Coimbra *et al.*, 2002). O conteúdo fossilífero e as associações de fácies indicam sedimentação em bacias deposicionais continentais, num cenário de lagos rasos, que são lentamente substituídos por planícies de canais intercalados (Assine, 2007).

As sub-bacias do Cariri e de Feira Nova apresentam estruturas em *horsts* e *grabens* definidas por falhas normais com uma direção principal de NE-SO. Terão sido moldadas pelos eventos de tectónica possivelmente relacionados com um segundo pulso da fase rifte. Posteriormente, os processos erosivos dominaram até ao Eoaptiano, alterando todo o relevo que posteriormente foi recoberto pelas unidades da sequência Pós-rifte I.

2.3.5. Formação Barbalha

A Formação Barbalha (Assine, 1992), também denominada por Formação Rio da Batateira (Ponte & Appi, 1990), ocorre em quase toda a extensão da Chapada do Araripe, e descontinuamente ao longo do Vale Cariri. Apresenta-se numa discordância angular sobre a formação subjacente e na porção ocidental é comum assentar sobre o soco cristalino Pré-Câmbrico (Assine, 1992).

A Formação Barbalha é composta por arenitos com intercalações de xistos argilosos de colorações avermelhadas e por níveis delgados de conglomerados. No que respeita ao perfil estratigráfico, este compreende dois ciclos fluviais com granulometria ascendente, cujos topos são marcados pela presença de intervalos pelítico-carbonáticos lacustres (empilhamentos repetitivos). O primeiro ciclo encerra com um intervalo de xistos argilosos betuminosos pretos, ricos em lâminas carbonáticas de origem algálica, coprólitos, ostracodes, restos de peixes (*Dastilbe elongatus*) e fragmentos de vegetais carbonificados. No meio deste intervalo, encontra-se uma camada decimétrica de calcário com aspeto brechóide, mineralizado em sulfuretos, denominado informalmente de “sequência plumbífera do Araripe” (Farina, 1974) e de Camadas Batateira (Hashimoto *et al.*, 1987 in Assine, 2007). Devido à sua grande extensão lateral e pequena espessura (< 10 m) as Camadas Batateira constituem um marco estratigráfico de importância regional na Bacia do Araripe. Este nível representa o registo da implantação do primeiro sistema lacustre caracterizado por condições de anoxia, o que permitiu a preservação de grande quantidade de matéria orgânica (Assine, 2007). Assim a Formação Barbalha corresponde ao conjunto de todos os estratos neoaptianos do qual as Camadas Batateira fazem parte. O segundo ciclo sedimentar da Formação Barbalha sobreposto às Camadas Batateira, é composto por arenitos e conglomerados fluviais e que, para o topo, os arenitos tornam-se mais finos com intercalações de xistos argilosos calcíferos de cor verde, dominantes no topo da formação (Assine, 2007).

2.3.6. Formação Santana

A Formação Santana é a mais fossilífera das formações geológicas do Araripe, constituída, da base para o topo, pelo Membro Crato e pelo Membro Romualdo. Os fósseis cretácicos da Formação Santana fazem da Bacia do Araripe a mais importante jazida fossilífera do Cretácico do Brasil. Ao nível da diversidade e da preservação, os depósitos sedimentares da Formação Santana são conhecidos pela preservação excepcional e extraordinária riqueza dos organismos fossilizados, representando dois importantes

Konservat-lagerstätten (Membro Crato e Romualdo) do Mesozoico. Além disso os fósseis desta formação são uma evidência da ligação continental entre o Brasil e a África Ocidental, durante o Aptiano (Campos, 2011).

A Formação Barbalha e os calcários laminados do Membro Crato não ocorrem na porção oeste da bacia, como também é frequente a sequência ter início com camadas de gipsito (Camadas Ipubi) alojadas em paleodepressões do soco cristalino. No extremo oeste da bacia, os depósitos marinhos, representados por xistos argilosos com concreções, coquinas e equinóides, constituem o único registo da sequência e testemunham o alcance da transgressão marinha eoalbiana no interior do nordeste. A extensão geográfica original da sequência era maior que a sua atual área de ocorrência (Assine, 2007).

2.3.6.1. Membro Crato

O Membro Crato possui uma complexa estruturação sedimentológica. Segundo Neumann (1999 *in* Moura *et al.*, 2006), o Membro Crato apresenta 6 unidades de calcário laminado, com laminação milimétrica a centimétrica, denominadas da base para o topo de C₁ a C₆, com cores que variam de castanho a bege (figura 2.3). Estas unidades apresentam espessuras diferentes entre si, embora seja na porção SE da bacia que se verifica a maior espessura deste membro.

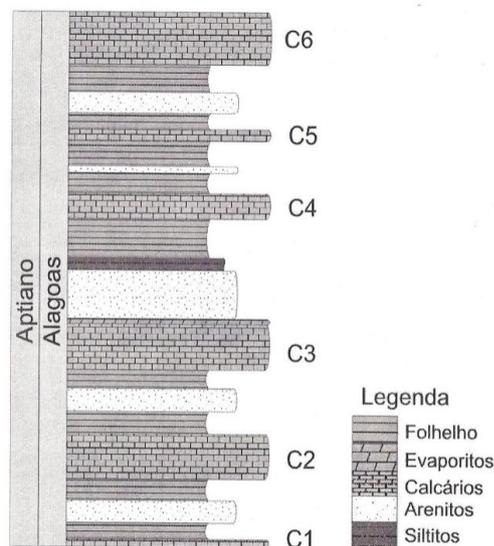


Figura 2.3. Sequência estratigráfica do Membro Crato. Representação dos níveis C₁ a C₆ de calcário laminado (adaptado de Neumann, 1999 *in* Moura *et al.*, 2006).

A maioria dos fósseis do Membro Crato foi registada nos níveis C₅ e C₆, numa série 0-13 m de espessura. O nível C₅, com cerca de 2m de espessura, aflora principalmente nas pedreiras de Santa Rita e Caldas, pertencentes à indústria de Cimento

Portland, município de Barbalha. O nível C₆ varia de espessura de 5 a 10 m e aflora principalmente na região entre as cidades de Nova Olinda e Santana do Cariri, nas pedreiras localizadas nas margens direita e esquerda da rodovia estadual CE-255, que liga as duas cidades (Viana & Neumann, 2002).

O registo fossilífero do Membro Crato é abundante e muito diversificado. Estão presentes cianobactérias (estromatólitos); foraminíferos; algas; fungos (esporos; hifas e micélios); plantas (avasculares e vasculares (gimnospermas e angiospermas); invertebrados moluscos (bivalves e gastrópodes), crustáceos (ostracodes, conchostráceos), aracnídeos, quilópodes, insetos; vertebrados (sarcopterígio, actinopterígio, destacando-se o *Dastilbe elongatus* (sinónimo júnior) / *Dastilbe cardlli* (sinónimo sénior) (atualmente, considera-se válida apenas uma espécie *Dastilbe crandalli* (Romano, sd)) anfíbios, répteis (pterossauros, quelónios, crocodilomorfos, lagartos); aves (algumas penas) e icnofósseis (coprólitos, rastros de invertebrados, pegadas) (Moura *et al.*, 2006). Estes fósseis apresentam bom estado de preservação, normalmente por processos de piritização, limonitização ou carbonização e, os mais abundantes, são os insectos, peixes (principalmente o género *Dastilbe*) e vegetais. Especialmente a entomofauna e a flora representam um registo muito significativo para o conhecimento da evolução das angiospérmicas (Viana & Neumann, 2002; Moura *et al.*, 2006).

Os afloramentos deste membro rodeiam a Chapada do Araripe e pertencem principalmente aos municípios de Porteiras, Barbalha, Crato, Nova Olinda e Santana do Cariri, no Estado do Ceará.

Apesar dos inúmeros trabalhos realizados, existem aspetos do Membro Crato que ainda precisam ser mais estudados. De facto, o próprio nome é controverso, pois é designado por vários autores como Formação Crato, embora Assine (2007), entre outros autores, refere-se a Membro Crato.

Quanto à idade, apesar de já muitos autores tentarem definir com precisão a posição cronoestratigráfica deste membro, ela permanece indefinida. Isto deve-se ao facto do conteúdo fossilífero ser predominantemente endémico, o que dificulta a correlação com as sequências sedimentares de outras bacias (Beurlen, 1971; Mabesoone & Tinoco, 1973). Associa-se também outra dificuldade, a cronoestratigrafia internacional do Cretácico baseia-se principalmente em fósseis marinhos e o membro em questão, tem origem continental-lacustre, dificultando assim a correlação com a cronoestratigrafia internacional (Moura *et al.*, 2006). Neste trabalho, adota-se a idade meso a neopátria atribuída por Arai *et al.* (1997). Segundo a escala de tempo proposta na carta

estratigráfica internacional 2012 (ISC, 2012), a idade Aptiana corresponde ao intervalo de tempo entre os 125 a 113 milhões de anos.

Da mesma forma, o ambiente de deposição é outro tema polêmico, pois embora vários autores concordem com a ideia de que as camadas de calcários laminados foram depositadas num ambiente de água doce, ainda existem muitas lacunas, na reconstituição do ambiente de deposição (Moura *et al.*, 2006). Segundo Lima (1978b), a deposição do Membro Crato efetuou-se num ambiente de água doce (lacustre), iniciando-se na porção NE da bacia. Provavelmente teve início com a formação de um corpo de água relativamente raso, dada a presença de estruturas sedimentares como *ripples* e estratificação cruzada. Contudo, ainda existem dúvidas acerca da espessura da lâmina de água. Em termos de semântica, alguns autores referem-se a um lago ou paleolago, enquanto outros se referem a uma lagoa (Martill *et al.*, 2007).

Os dados palinológicos indicam a existência de uma vegetação essencialmente arbórea à volta do provável lago. A deposição dos calcários laminados e a preservação de organismos extremamente frágeis, como fungos ascomicetas, carapaças e apêndices de ostracodes, insetos e algas sugere que se tornou cada vez mais tranquila, com pouca ou nenhuma energia. No topo do Membro Crato, na região de Santana do Cariri, evidencia-se a influência marinha atestada pela presença de foraminíferos quitinosos e cistos de dinoflagelados (Lima, 1978b).

Através da análise palinológica e de macrorrestos vegetais, sugere-se como ambiente deposição do Membro Crato, um ambiente deltáico-lacustre, dividido em quatro subambientes distintos (Neumann, 1999; Neumann *et al.*, 2002 in Moura *et al.* 2006) (figura 2.4): i) um lago salino, com haloclina variável, com a porção marginal constituída por água doce, apresentando margens variáveis de acordo com o aporte de sedimento e água; ii) zona lacustre marginal, periodicamente inundada, circundada por pântanos e bosques tropicais húmidos; iii) zonas elevadas, acima do nível freático, porém bem drenadas; e iv) um relevo de colinas.

A palinoflora representa uma grande ferramenta para a reconstituição ambiental, principalmente os pólenes de gimnospérmicas e angiospérmicas. As gimnospérmicas caracterizam-se por apresentar elevada diversidade e abundância nas regiões de colinas, diminuindo sua diversidade até desaparecerem, à medida que se aproximam da margem do lago. O inverso ocorre com as angiospérmicas que elevam a sua diversidade e abundância à medida que se aproximam da margem do lago (Neumann, 1999). A análise qualitativa da palinoflora também indica uma vegetação muito diversificada, constituída

por plantas aquáticas arbustivas e arbóreas nas proximidades da zona lacustre marginal (zona periodicamente inundada), rodeada por pântanos e bosques tropicais húmidos), sugerindo um ambiente com capacidade de retenção de água, pois a vegetação diminui a taxa de evaporação, mantendo o ambiente húmido, o que favorece a ocupação de seres como briófitas, fungos e anuros. Além disso, tendo como base a presença de anurofauna, sabe-se que na sua maioria (15 a 21 agrupamentos de nível família) necessitam de corpos de água doce permanentes ou temporários para completar o seu ciclo de vida, devido apresentar fecundação externa (Moura *et al.*, 2006).

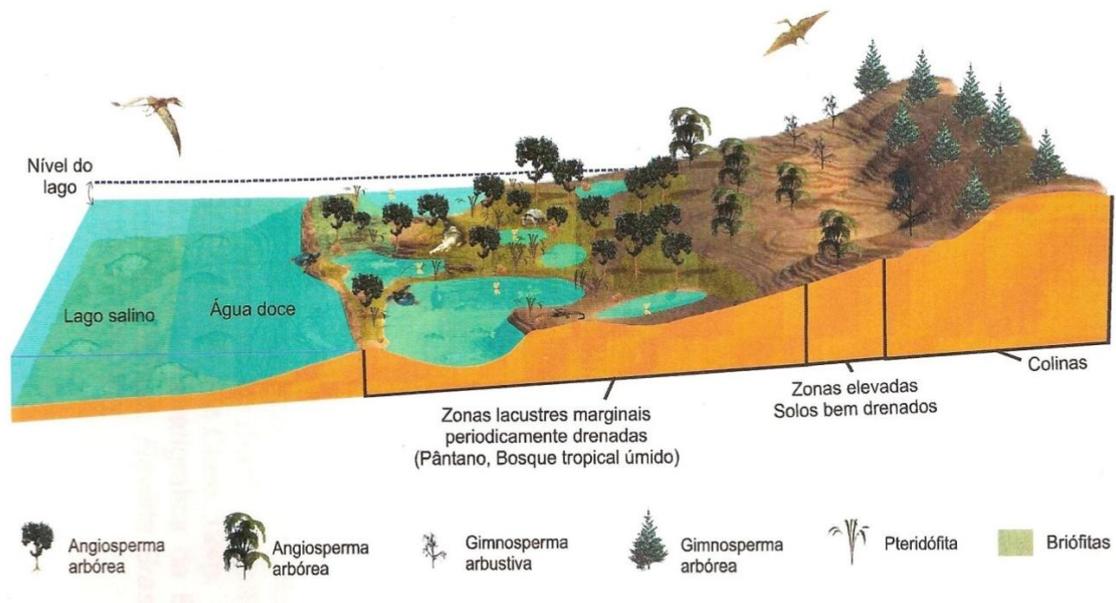


Figura 2.4. A reconstrução paleoambiental do Membro Crato. Ilustração dos corpos de água, vegetação, solo e representantes da biota, nos seus prováveis microambientes (adaptado de Neumann, 1999 *in* Moura *et al.*, 2006).

Sobre os calcários, assentam camadas descontínuas de gipsito com espessura máxima de 30 m, em associação com xistos argilosos verdes e pretos. Estas camadas apresentam-se sob a forma laminada primária com cristais colunares dispostos em paliçada (*palisades*). O gipsito na forma secundária é representado pelas variedades alabastro, porfiroblástica (rosetas de selenite) e nodular. As variedades fibrosas constituem a última geração, sendo produto de recristalização, durante os processos de diagénese (Silva, 1988). Existem várias ocorrências no Vale Cariri, contudo as camadas de gipsito concentram-se sobretudo na parte oeste da bacia desde Ipubi a Araripina no estado de Pernambuco (principal área produtora de gesso do país).

A descontinuidade das camadas, a existência de intercalações de xistos argilosos portadores de conchostráceos e a íntima associação com xistos argilosos pirobetuminosos pretos, ricos em ostracodes não-marinhos e fragmentos vegetais carbonificados, indicam que, no que respeita à paleogeografia, não existia uma ampla bacia evaporítica marinha; antes os evaporitos foram originados em ambientes costeiros (supramaré) com variações do nível do mar, num clima árido a semiárido. As camadas de gipsito são de idade neoaptiana e constituem um importante marco estratigráfico da bacia. Assine (2007) classifica-as de Camadas Ipubi, posicionadas estratigraficamente no topo do Membro Crato. Contudo, ressalva-se que Beurlen (1971) subdividiu a Formação Santana em três membros (Crato, Ipubi e Romualdo), baseado em critérios ambientais e não litoestratigráficos (Assine, 2007).

O topo do Membro Crato, redefinido com a inclusão das camadas de gipsito, é marcado por uma descontinuidade erosiva de curta duração, caracterizando um contato diastémico com o Membro Romualdo (Assine, 2007).

2.3.6.2. *Membro Romualdo*

Esta unidade estratigráfica superior da Formação Santana foi depositada durante o Aptiano-Albiano e as suas camadas contêm nódulos calcários que preservam uma grande quantidade de fósseis pertencentes a diversos grupos de organismos (Assine, 2007). O Membro Romualdo materializa um ciclo transgressivo-regressivo, reflexo da diminuição da temperatura e dos eventos eustáticos globais de elevação do nível do mar, que criaram um espaço de acomodação para a deposição e preservação de depósitos marinhos no interior da região do nordeste (Assine, 2007).

A parte inferior do membro é caracterizada pela presença de arenitos interestratificados com xistos argilosos, bem expostos na antiga mina de gipsito na localidade de Romualdo, entre Crato e Barbalha (Chagas, 2006). Mais para o topo, os arenitos costeiros dão lugar a uma secção de xistos argilosos verdes, ricos em ostracodes e uma grande associação fossilífera composta por grãos de pólen, esporos, dinoflagelados, foraminíferos e moluscos típicos de ambientes mixohalinos, tais como estuários e lagunas indicando uma inquestionável influência marinha (presença dos dinoflagelados *Spiniferites* Mantell, *Subtilisphaera* Jain e *Subtilisphaera* Millepied). A transgressão marinha eoalbiana, combinada com a continuidade da subsidência e elevação global do nível do mar, atingiu o interior, onde os registos cretácicos marinhos restringem-se apenas ao Membro Romualdo. Os xistos argilosos à medida que se localizam mais no topo, num

intervalo de 20 m, adquirem colorações mais escuras (cinza a preto) devido à presença de matéria orgânica. Além disso, o Membro Romualdo, com cerca de 5 m de espessura, integra concreções fossilíferas, geralmente com forma circular a ovoide. Os fósseis são encontrados não apenas nos nódulos, mas também nos xistos argilosos e margas envolventes (p.e. peixes, restos de plantas, invertebrados, coprólitos). No entanto, tendem a ser mais frágeis e mais difíceis de serem recolhidos. Este nível foi formado num ambiente fluvio-lacustre e estuarino, onde o ecossistema apresentava uma circulação e variação de salinidade (Santos & Valença, 1968). Ocorre em toda a bacia, constituindo um marco estratigráfico com possível registo de um evento de mortandade em massa (Assine, 2007).

O Membro Romualdo possui fósseis que são encontrados principalmente em nódulos e concreções calcárias, sendo comum a preservação tridimensional sem exibir sinais de compactação (Kellner, 2002). Segundo Martill (1989) o “Efeito Medusa” ou “petrificação instantânea” foi o responsável pela preservação de peixes e outros animais da Formação Santana. Para este autor mesmo que improvável, os fósseis da Formação Santana são alguns exemplos excepcionais de que a litificação foi instantânea e a fossilização pode ter sido a causa da sua morte. Estas concreções apresentam uma vasta paleoictiofauna considerada marinha como tartarugas marinhas, pterossauros e dinossauros (Price, 1971; Campos & Kellner, 1985 *in* Assine 2007). Os ossos encontrados estão normalmente preservados tridimensionalmente sem exibirem sinais de compactação. Alguns exemplos notáveis são a ocorrência de peixes em 3 dimensões com o tecido mole preservado (Martill, 1988); ocorrência de fibras musculares de peixe detalhadamente preservadas (Brito, 1992, *in* Carvalho, 2010a); tecido mole preservado em pterossauros (Kellner, 1990; 1996b *in* Kellner, 2002), dinossauros (Kellner, 1996a *in* Kellner, 2002) e crocodilianos (Kellner & Campos, 1998 *in* Kellner, 2002), desde parte da pele (derme e epiderme), músculos e vasos sanguíneos. Na figura 2.5 apresenta-se uma reconstituição do paleoambiente associado ao Membro Romualdo.

Esta preservação excepcional dos exemplares fósseis também possibilitou estudos relativos à cadeia alimentar da ictiofauna. Maisey (1994) examinou o conteúdo estomacal e da faringe de vários peixes, reconhecendo três grupos tróficos principais: i) Predadores com dentes (*Calamopleurus cylindricus*, *Cladocycilus gardneri*, *Rhacolepis buccalis* e *Brannerion latum*); ii) Espécies sem dentes (*Santanichthys diasii* e *Tharrhias araripis*); e iii) Filtradores de material em suspensão (*Vinctifer comptoni*). Ainda não foram encontradas evidências dos hábitos alimentares de *Araripelepidotes temnurus* e

Axelrodichthys araripensis. Havia grande dominância de carnívoros nesta ictiofauna, resistente aos stresses do biótopo e com tolerância às variações de salinidade (Carvalho & Santos, 2005).

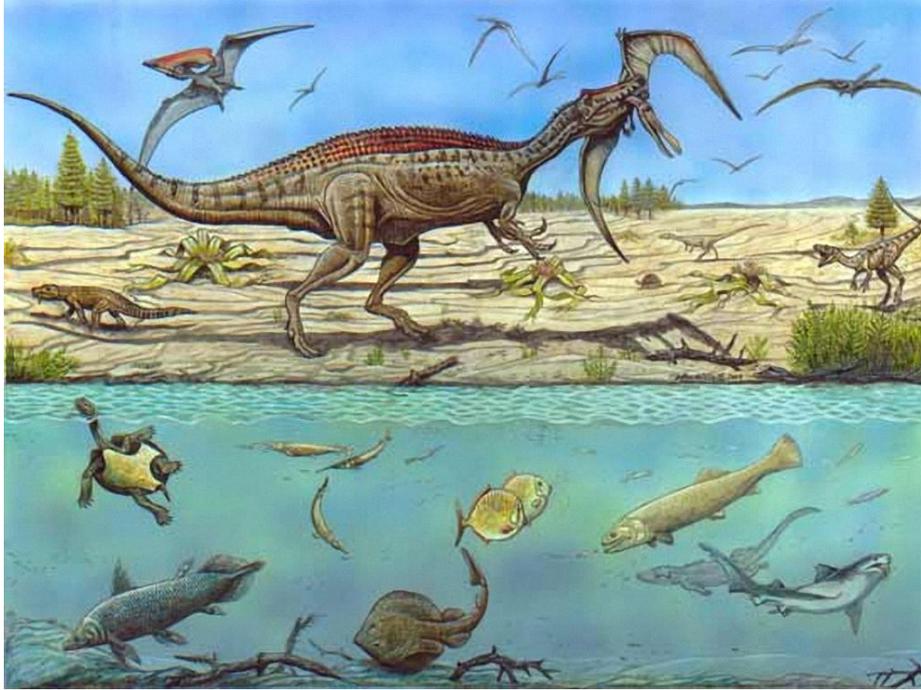


Figura 2.5. Reconstituição paleoambiental do Membro Romualdo (Fraga, 2009).

Segundo Fara *et al.* (2005), as concreções fossilíferas do Membro Romualdo oferecem uma oportunidade única para investigar a estrutura espacial e temporal do passado das comunidades nas escalas local e regional. O tipo de litologia da concreção parece produzir fósseis representantes de uma associação em termos de composição taxonômica, abundância e tamanho de distribuição. Esta aparente correlação pode ser devido a uma heterogeneidade ambiental no início do Período Cretácico. No entanto, este estudo é dificultado devido à ausência de precisão geográfica e estratigráfica dos dados.

Um dos pontos de discussão em relação ao conteúdo fossilífero do Membro Romualdo é se existem concentrações em alguns níveis específicos, nesta sequência sedimentar. Até à presente data não se pode responder esta pergunta de forma adequada, devido à carência de escavações com controlo contínuo.

Na figura 2.6 está representada a distribuição das concreções calcárias do Membro Romualdo. O nível superior deste membro contém numerosas concreções septárias, que podem ocasionalmente conter restos fósseis (peixe *Vinctifer* sp. e coprólitos). Este nível é considerado como o mais alto para marcar o limite superior das concreções, unidade com 70 a 100 cm de espessura, designado pelos trabalhadores das pedreiras como “Ovos de

Peixe”. É seguido por cerca de 1 m sem concreções, com folhelhos e argilas que formam o solo do geossítio Parque dos Pterossauros (Fara *et al.* (2005).

A maioria das concreções pode conter ostracodes e, quanto à sua litologia, apresenta uma matriz de calcário laminado granular, com cor clara ou bege e com um teor de argila muito baixo. As únicas exceções são as concreções duras e escuras da camada “Matracão”, que correspondem aos níveis “Matracão 1”, “Nodule free level” e “Matracão 2”.

Foi observado por outros autores (nomeadamente, Maisey, 1991; Wenz *et al.*, 1993; Maisey *et al.*, 1999; Kellner & Tomida, 2000 *in* Fara *et al.*, 2005) que os fósseis não são encontrados apenas em concreções carbonáticas mas também nos xistos argilosos circundantes. Além disso, os restos de peixes representam indivíduos distintos, que não são a mera continuação dos espécimes preservados nas concreções carbonáticas mais próximas. A distribuição das concreções não é uniforme, a maioria das concreções ocorrem na parte central da unidade “Ovos de Peixe” e nas camadas compreendidas entre o topo da “Base” e a parte inferior da camada “Post-Lageta” (figura 2.6). A sua densidade é particularmente alta na interface do “Lageiro do Peixe/Pre-Lageta”, enquanto que é muito baixa na parte superior do horizonte “Post-Lageta”.

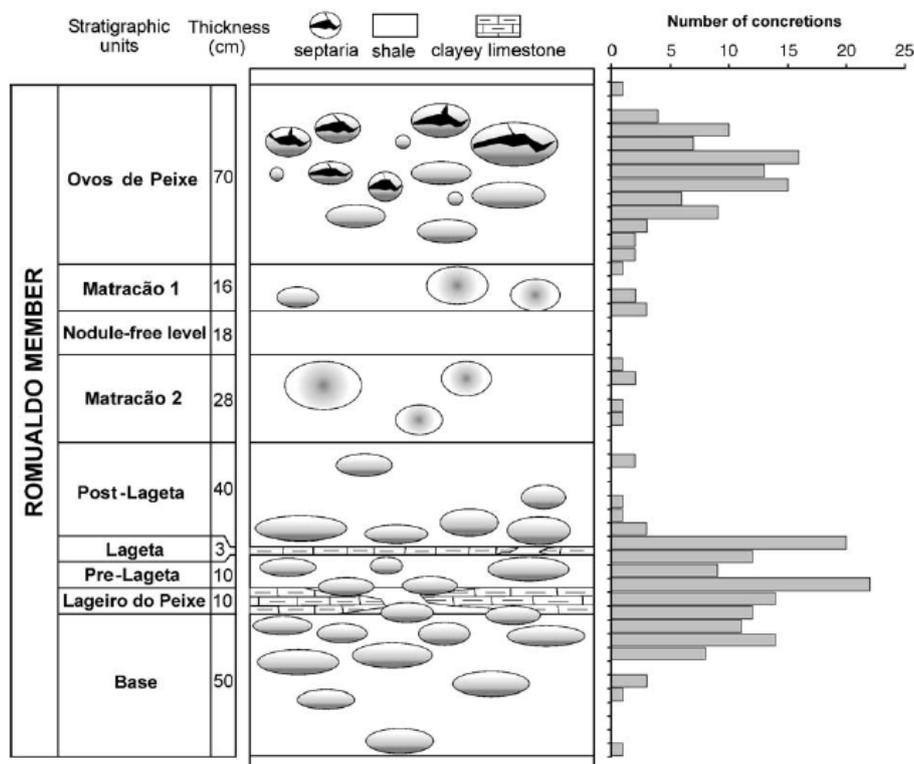


Figura 2.6. Estratigrafia e distribuição das concreções do Membro Romualdo no Parque dos Pterossauros. O histograma apresenta o número de concreções por cada intervalo de 5 cm ao longo da secção (Fara *et al.*, 2005).

Acima deste nível de concreções, verifica-se a existência de moluscos marinhos (turritelídeos), equinóides (confirmando as evidentes condições marinhas) e coquinas (rochas bioblásticas carbonatadas) com cerca de 1m de espessura. Trata-se um nível reconhecível em toda a área, mesmo nos limites ocidentais da bacia, como mostram os perfis de Sales (2005 *in* Assine, 2007), que os interpretou como depósitos tempestíticos.

Na secção superior da Formação Santana, intercalados com os xistos argilosos, voltam a ocorrer arenitos com fósseis de água doce (conchostráceos e moluscos), caracterizando condições regressivas no final da sequência. Esta secção superior nem sempre ocorre, podendo estar ausente devido à erosão durante a geração de discordância que a separa das sequências sobrepostas (Assine, 2007).

2.3.7. Formação Araripina

A Formação Araripina é restrita à parte oeste da bacia, bem visível nos arredores de Araripina, daí a sua designação. As melhores exposições da formação encontram-se em cortes da rodovia BR-316, nas escarpas da chapada a leste e a oeste de Marcolândia (limite entre Pernambuco e Piauí). Assine (2007) propõe a denominação Araripina pelo facto de constituir uma unidade distinta e mapeável com importância para o entendimento da evolução da bacia.

Esta secção não apresenta correlação estratigráfica com a Formação Santana e a presença fossilífera é distinta e mais evoluída, de idade mesoalbiana, onde o clima era quente e árido. Verifica-se a presença de uma associação palinológica consideravelmente distinta, em especial a ocorrência de pólenes tricolpados (Assine, 2007).

É constituída por ritmitos compostos por arenitos finos e siltitos de colorações avermelhadas arroxeadas e amareladas, intercalados por corpos lenticulares de arenitos médios a grossos, com espessuras que ultrapassam os três metros. São comuns estruturas de carga, como pseudonódulos e almofadas, e estruturas em chama. A presença de truncamentos na estratificação é uma característica marcante, constituindo diastemas angulares internos à unidade. Os ritmitos também podem apresentar dobramentos convolutos gerados por deformação penecontemporânea e intervalos constituídos por brechas intraformacionais com clastos de ritmitos. Estas fácies são condizentes com sedimentação em planícies de leques aluviais (Assine, 2007).

Os truncamentos internos e as deformações existentes na secção heterolítica da Formação Araripina sugerem uma tectónica sindeposicional evidenciada pela intensa fracturação. Este evento tectónico também afetou os estratos adjacentes da Formação

Santana, contudo não se prolongou com a mesma intensidade até ao tempo de sedimentação da Formação Exu, uma vez que esta se encontra muito menos deformada e quase subhorizontalizada. Pode haver alguma relação com a mudança no regime de esforços no interior do Nordeste, decorrente da mudança de pólo de rotação da deriva dos continentes africano e sul-americano (Assine, 2007).

2.3.8. Formação Exu

Os arenitos fluviais da Formação Exu recobrem em discordância erosiva a Formação Araripina, e em alguns locais apresentam pouca angularidade, representando um novo evento tectono-sedimentar. Na porção oeste, afloram ciclos de granulometria positiva, com delgados níveis de conglomerados e/ou arenitos conglomeráticos na base, superpostos por arenitos grossos com estratificação cruzada planar e acanalada, dispostos em *sets* decimétricos a métricos. As fácies pelíticas da planície de inundação ocasionalmente ocorrem intercaladas nos arenitos, às vezes preenchendo canais abandonados. Na porção leste os arenitos são mais grosseiros e imaturos, com maior frequência de níveis conglomeráticos, apresentando estratificação cruzada planar e/ou acanalada, numa associação de fácies característica de sistemas fluviais entrelaçados (Assine, 2007).

A idade desta formação ainda não está definida com precisão, mas segundo Assine (2007) está posicionada no intervalo Albiano - Cenomaniano. O soergimento epirogénico da região nordeste do Brasil, a partir do Albiano, teve resultou no regresso de condições de sedimentação continental na bacia do Araripe. Este soergimento foi diferenciado, com basculamento para oeste, promovendo a reestruturação completa da paleodrenagem continental no interior do nordeste, que passou a fluir para oeste e direção à Bacia do Parnaíba. Com o soergimento, a área oriental da região nordeste passou a ser fonte de sedimentos para as unidades siliciclásticas de bacias adjacentes, tais como a Formação Exu da Bacia do Araripe (Assine, 2007).

2.4 Património geológico

Os primeiros estudos visando à elaboração da candidatura do Geopark Araripe à Rede Global de Geoparques em 2005, foram realizados por uma equipa multidisciplinar da Universidade Regional do Cariri (URCA), orientados por Gero Hilmer do Instituto de Paleontologia da Universidade de Hamburgo, com o apoio do Serviço Alemão do Intercâmbio Académico (DAAD) e do Consulado da Alemanha no Estado do Ceará

(Geopark Araripe, 2010). Neste estudo foram identificados 59 geossítios, na época denominados de geotopes e /ou geossítios, sendo os 9 locais mais representativos designados por geotopes e os restantes 50 de geossítios (Geopark Araripe, 2010).

Posteriormente, em 2010 foram alteradas as designações iniciais dos geossítios que sofrem divulgação, uma vez que mostravam falta de identidade, com nomes de pouca ou nenhuma referência aos locais onde se localizam, às comunidades e à cultura local. Neste sentido, foi adotada uma nova nomenclatura para estes geossítios, além da inserção de mais um (Geopark Araripe, 2010) (tabela 2.3). Também foi generalizado o termo geossítio para todos os locais de interesse geológico do geoparque.

Nomenclatura antiga	Nomenclatura atual
Geotopo Batateiras	Geossítio Batateiras
Geotopo Granito	Geossítio Colina do Horto
Geotopo Arajara	Geossítio Riacho do Meio
Geotopo Devoniano	Geossítio Cachoeira de Missão Velha
Geotopo Missão Velha	Geossítio Floresta Petrificada do Cariri
Geotopo Nova Olinda	Geossítio Pedra Cariri
Geotopo Santana	Geossítio Parque dos Pterossauros
Geotopo Exu	Geossítio Pontal de Santa Cruz
Geotopo Ipubi	Geossítio Ipubi*
-----	Geossítio Ponte de Pedra

Tabela 2.3. Comparação da nomenclatura antiga e atual dos principais geossítios do Geopark Araripe. *Geossítio Ipubi foi excluído da lista por não apresentar condições para ser visitado devido à sua fragilidade e vulnerabilidade (adaptado de Geopark Araripe, 2010).

Em 2011 foi concluída uma revisão e complementação do inventário do património geológico do Geopark Araripe, tendo com base indicativa os 59 geossítios previamente identificados no Dossier de Candidatura do Geopark Araripe à UNESCO (em 2005). O objetivo deste inventário foi rever, caracterizar e avaliar todas as ocorrências geológicas singulares do território, seu enquadramento holístico, seus potenciais usos e necessidades de conservação, como também a sua relevância (internacional, nacional, regional ou local). De acordo com a nova avaliação, foram identificados 26 geossítios, nos quais 17 apresentam relevância regional, 6 relevância nacional e 3 relevância internacional (ver tabela 2.4) (Lima, 2011). A metodologia utilizada neste inventário foi baseada na proposta de Lima (2008).

-Geopark Araripe -

Geossítio	Município	Unidade Geológica	Principal interesse	Relevância
1 - Colina do Horto	Juazeiro do Norte	Embasamento	Estratigráfico, petrológico e geomorfológico	Regional
2 - Cachoeira de Missão Velha	Missão Velha	Fm. Cariri	Estratigráfico, paleontológico, geomorfológico e sedimentológico	Regional
3 - Floresta Petrificada do Cariri	Milagres	Fm. Missão Velha	Estratigráfico, paleontológico e sedimentológico	Internacional
4 - Batateiras	Crato	Fm. Rio Batateiras	Estratigráfico, paleontológico e sedimentológico	Nacional
5 - Pedra Cariri	Nova Olinda	Fm. Santana, M. Crato	Estratigráfico e sedimentológico	Regional
6 - Ipubi	Santana do Cariri	Fm. Santana, C. Ipubi	Estratigráfico	Regional
7 - Parque dos Pterossauros	Santana do Cariri	Fm. Santana, M. Romualdo	Paleontológico, estratigráfico e sedimentológico	Internacional
8 - Riacho do Meio	Barbalha	Fm. Exu	Estratigráfico e sedimentológico	Regional
9 - Ponte de Pedra	Nova Olinda	Fm. Exu	Estratigráfico e sedimentológico	Regional
10 - Pontal da Santa Cruz	Santana do Cariri	Fm. Exu	Estratigráfico e sedimentológico	Regional
11 - Sobradinho	Jardim	Fm. Santana, M. Romualdo	Paleontológico, estratigráfico e sedimentológico	Nacional
12 - Rio Salamanca	Barbalha	Fm. Rio Batateiras	Sedimentológico, estratigráfico e geomorfológico	Regional
13 - Abaiara	Abaiara	Fm. Abaiara	Sedimentológico e estratigráfico	Regional
14 -Brisa da Serra	Crato	Fm. Santana, M. Crato e C. Ipubi	Estratigráfico e sedimentológico	Regional
15 - Pedra Branca	Porteiras	Fm. Exu	Estratigráfico, sedimentológico e geomorfológico	Regional
16 -Café da Linha	Abaiara	Fm. Missão Velha	Estratigráfico, sedimentológico e paleontológico	Regional
17 -Poço da Mãe D'Água	Nova Olinda	Embasamento	Tectónico e estratigráfico	Regional
18 - Vale do Calcário	Santana do Cariri	Fm. Santana, M. Crato	Estratigráfico, paleontológico e geomorfológico	Regional
19 - Gnaisse do Embasamento	Nova Olinda	Embasamento	Tectónico e estratigráfico	Regional
20 - Mina Pedra Branca	Nova Olinda	Fm. Santana, C. Ipubi e M. Romualdo	Estratigráfico, paleontológico e sedimentológico	Nacional
21 - Mina Conceição Preta	Santana do Cariri	Fm. Santana, C. Ipubi e M. Romualdo	Estratigráfico, paleontológico e sedimentológico	Nacional
22 - Cascata do Lameiro	Crato	Fm. Rio Batateiras	Estratigráfico, paleontológico e sedimentológico	Nacional
23 - Serra do Mãozinha	Abaiara	Fm. Santana, M. Crato, C.Ipubi e M. Romualdo	Estratigráfico, paleontológico, sedimentológico e geomorfológico	Internacional
24 - Buraco da Moça	Santana do Cariri	Fm. Exu	Geomorfológico e sedimentológico	Regional
25- Brejo Santo	Missão Velha	Fm. Brejo Santo	Estratigráfico, paleontológico e sedimentológico	Nacional
26 -Contato da Brejo Santo com a Missão Velha	Brejo Santo	Fm. Brejo Santo e Missão Velha	Estratigráfico, paleontológico e sedimentológico	Regional

Tabela2.4. Breve descrição dos 26 geossítios identificados, após a nova avaliação (Nota: Fm., Formação; M., Membro e C., Camada) (adaptados de Lima, 2011).

O Geopark Araripe está inserido numa região distinguida pelo importante registo geológico do Período Cretácico, onde se destaca o património paleontológico. A preservação, de um vasto número de exemplares extraordinários de fósseis, foi propiciada por condições especiais durante a evolução da Bacia Sedimentar do Araripe. O excepcional estado de preservação do registo paleontológico reflete capítulos importantes da evolução da história da Terra e da Vida.

Os fósseis mais numerosos e em melhor estado de preservação são encontrados nas camadas da Formação Santana que se depositaram nos estágios pós-rifte, correspondendo à abertura e ocupação de novos biótopos (Carvalho & Santos, 2005).

A paleobiodiversidade da Bacia do Araripe sugere que havia um ambiente favorável à vida, associado a condições especiais de pós-morte, o que possibilitou a preservação excepcional dos fósseis, constituindo-se um evento geológico singular.

A distinção de *Konservat Lagerstätten* é perfeitamente bem aplicada à Formação Santana, pois esta apresenta um grau de conservação e preservação extraordinário. São dois jazigos raros: a sequência lacustrina inferior, Membro Crato, com algas, vegetais, artrópodes, moluscos, peixes, anfíbios, pterossauros e penas de aves; e a sequência estuarina superior, Membro Romualdo, com magníficos exemplares de vegetais, artrópodes, moluscos, equinóides, peixes, dinossauros terópodes e grande variedade de pterossauros (Carvalho & Santos, 2005). Destaca-se que na Formação Santana (Membros Crato e Romualdo), espécimes de dinossauros e pterossauros, em que o seu tecido mole está excepcionalmente preservado, o que é raríssimo em documentação fóssil de espécimes de arcossauros mesozoicos (Campos, 2011).

Os fósseis da Bacia do Araripe vêm sendo estudados desde a época do Brasil Colonial quando, em 1814, João da Silva Feijó descreveu, num relatório ao governador da Capitania do Ceará, a ocorrência de petrificações de peixes e anfíbios com tecidos moles preservados, provenientes da região do Cariri (Saraiva *et al.*, 2010).

Na década de 70 do século XX, os trabalhos científicos começaram a refletir a grande diversidade paleobiológica da Formação Santana, abordando vários grupos fósseis. Foi nesta década, que se intensificou a venda de fósseis através do comércio ilegal (Carvalho & Santos, 2005). Diante da crescente depredação dos sítios paleontológicos e contrabando de exemplares fósseis, em 1979, foi desenvolvido o Projeto Chapada do Araripe (Oliveira *et al.*, 1979 *in* Carvalho & Santos, 2005), através de um convénio entre o Departamento Nacional de Produção Mineral e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (DNPM/CPRM). Além disso este projeto, também tinha o

objetivo de estudar, identificar e selecionar os jazigos fossilíferos e, oferecer subsídios para a implantação de um museu paleontológico na própria Chapada (Viana, 2002). Neste projeto houve uma recolha sistemática de fósseis, devidamente assinalados em perfis e mapas, que posteriormente foram incorporados à coleção paleontológica do DNPM (Carvalho & Santos, 2005).

Com a finalidade de preservar os fósseis dos municípios de origem foram criadas duas instituições. Em 1988, foi inaugurado o Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri, no município de Santana do Cariri e também o museu, na cidade do Crato, denominado de Centro de Pesquisas Paleontológicas da Chapada do Araripe (CPCA). Estes vêm contribuindo com o apoio logístico a muitos pesquisadores que os procuram. O Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri, tornou-se um dos principais centros de visitação da região do Vale Cariri, recebendo em média 15.000 visitantes por ano (registo de 2010). Este museu apresenta uma coleção de vários grupos de fósseis: troncos petrificados e diversos tipos de plantas; moluscos, artrópodes (crustáceos, aranhas, escorpiões e insetos); peixes (tubarões, raias e diversos peixes ósseos), anfíbios e répteis (tartarugas, lagartos, crocodilianos, pterossauros e dinossauros).

A década de 1990 foi também extremamente produtiva para a pesquisa científica e os movimentos de proteção dos sítios naturais assumiram maior expressão. Durante quase dois séculos de história de pesquisas sobre a Formação Santana, foram produzidas inúmeras pesquisas no Brasil e no estrangeiro, apresentado novas descobertas.

O conhecimento atual sobre as biotas dos fósseis do Araripe é, em grande parte, com base em espécimes de museu, sem localização de proveniência e com observações esporádicas de campo (Fara *et al.*, 2005). Assim, o estudo da grande maioria dos fósseis do Araripe é dificultado devido à ausência de precisão geográfica e estratigráfica das amostras, embora esta situação não impeça estudos mais de carácter sistemático e paleobiológico (Fara *et al.*, 2005). Segundo Viana (2002), a história das pesquisas geológicas na Chapada do Araripe apresenta uma divisão disciplinar, curiosamente notória, em dois aspetos: paleontológico e estratigráfico. A maioria dos exemplares de fósseis utilizados nos estudos de muitos autores, não apresenta uma conexão direta entre os dados paleontológicos e estratigráficos da bacia (Viana, 2002). Acredita-se que o comércio de fósseis da Formação Santana, fomentou a coleta indiscriminada, como também facilitou o acesso de exemplares por paleontólogos, no Brasil e no estrangeiro, sem haver a coleta de material no campo. Tal facto contribuiu para a falta de dados para interpretações estratigráficas, deposicionais, tafonómicas e paleobiogeográficas. Estas

limitações das pesquisas paleontológicas da Bacia do Araripe acima descritas, coleta indevida dos fósseis e falta de dados do contexto geológico, acontecem principalmente com os fósseis que têm valor comercial (Viana, 2002). Por exemplo o grupo dos Vertebrados: 43,3% dos hólótipos estão depositados em instituições nacionais; 35,5% dos fósseis foram descritos por brasileiros e apenas 14,6% dos fósseis foram recolhidos por paleontólogos que os descreveram, perdendo-se grande parte dos dados estratigráficos, deposicionais, tafonômicos e paleogeográficos. De acordo com estes índices, pode-se então inferir que existe uma grande evasão de espécies novas de fósseis de vertebrados do Araripe para o estrangeiro (Viana, 2002).

Membro Crato

Embora só tenha sido estudado paleontologicamente desde 1980, em pouco mais de 20 anos foram descobertas e descritas mais de 200 novas espécies a partir das rochas do Membro Crato (Martill *et al.*, 2007). Este registo fossilífero destaca-se pela sua diversidade, abundância e qualidade de preservação dos fósseis. A diversidade de grupos zoológicos e botânicos é muito expressiva fazendo com que o meio científico direcione esforços para o reconhecimento geológico e caracterização da sua paleobiota, colocando os afloramentos desta formação entre os mais importantes sítios paleontológicos mundiais (Lima, 1979b; Barreto *et al.*, 2000). Destaca-se ainda, na biota do Membro Crato, a sua fauna devido à grande abundância e diversidade de espécies, principalmente pela variedade de representantes da classe Insecta, que corresponde a cerca de 80% das espécies descritas para este Membro (Moura *et al.*, 2006) Na figura 2.7 é possível ver alguns exemplos dos fósseis deste membro.

Membro Romualdo

A preservação dos exemplares fósseis do Membro Romualdo é, na maioria dos casos, excepcional, o que tornou o material paleontológico conhecido a nível nacional e internacional (Kelner, 2002).

Apresenta uma biota bem diversificada, com pelo menos setenta espécies de plantas, invertebrados e vertebrados (Maisey, 1991, 2000; Martill, 1993 in Fara *et al.*, 2005). A ictiofauna constitui o grupo de organismos mais abundantes, sendo composta por mais de 19 géneros pertencentes a várias famílias (Wenz *et al.*, 1993, Maisey, 2000 in Fara *et al.*, 2005). Além disso, muitos espécimes estão totalmente articulados, como também é comum estarem preservados nas 3 dimensões. Outra característica igualmente

espetacular é a alta qualidade de preservação dos tecidos moles (vertebrados e invertebrados) fosfatizados (Martill, 1988; Kellner, 1996a; Kellner & Campos, 1998; Smith, 1999 *in* Fara *et al.*, 2005). Ver figura 2.7, onde é possível ver alguns exemplos dos fósseis deste membro.

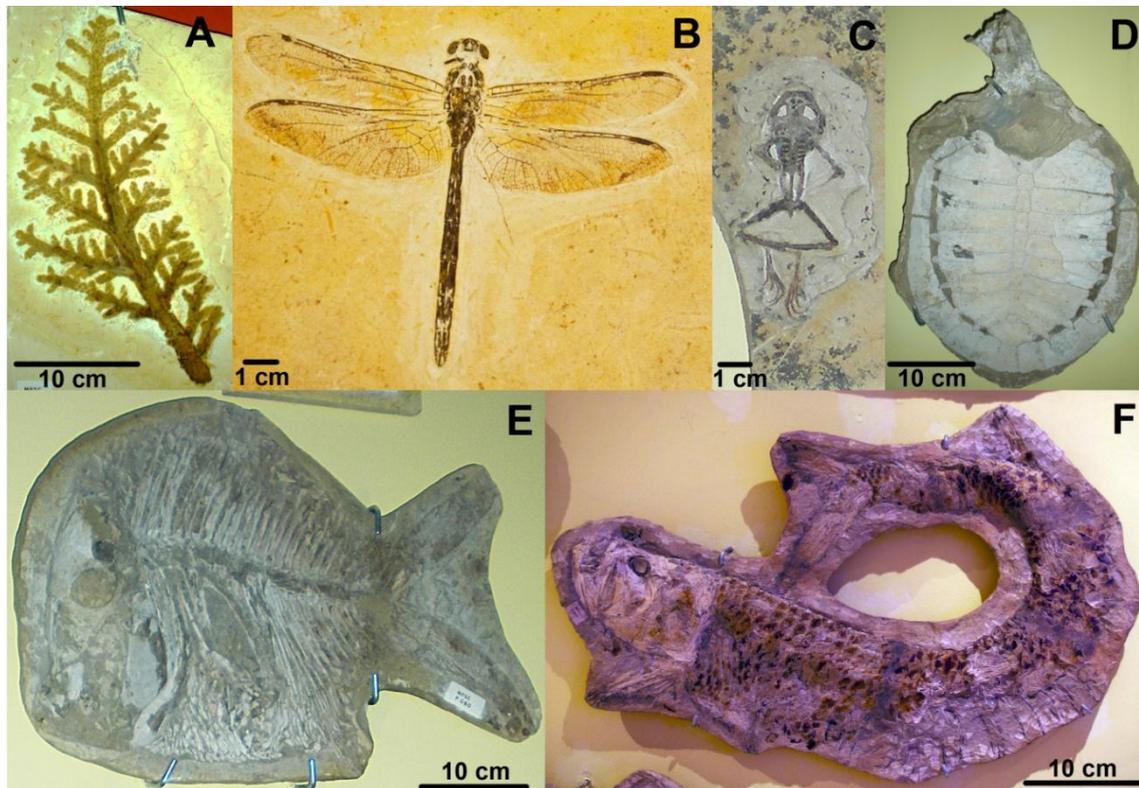


Figura 2.7. Alguns exemplares da riqueza fóssilífera da Formação Santana. **Membro Crato:** A, *Brachyphyllum obesum* Heer, 1881; B, *Cordulagomphus fenestratus* Carle & Wighton, 1990; C, *Arariphrynus placidoi* Leal & Brito 2006. **Membro Romualdo:** D, *Araripemys barretoii* Price, 1973; E, *Neoproscinetes penalvai* Figueiredo & Silva Santos; F, *Cladocyclus gardnery* Agassiz, 1841 (a nomenclatura dos fósseis foi tirada de Moura *et al.*, 2006; Saraiva *et al.*, 2010).

2.5. Outros tipos de património natural e cultural

O geoparque deve contar com geossítios de especial relevância associados a valores arqueológicos, ecológicos, históricos e culturais. O Geopark Araripe não é exceção, para além do reconhecido património geológico e paleontológico, o geoparque ostenta um rico património biológico, um vasto e diversificado património cultural e como também um reconhecido, mas recém-estudado, património arqueológico.

2.5.1. Património biológico

Contando com ambientes marinhos e terrestres, o nordeste brasileiro é coberto por diversos ecossistemas, com fauna e flora características: Mata Atlântica, Mata Húmida,

Mata Seca, Carrasco, Cerrado, Caatinga, Manguezal e Vegetação Costeira. Contudo as formações vegetais mais expressivas do Nordeste brasileiro constam de Caatingas, Cerrados, Mata Úmida e Carrasco (Consortio Ambientau/IBI TUPI, 2009c). Na região do Cariri estão presentes as seguintes formações vegetais: Caatinga, Mata Seca, Mata Ciliar, Mata Úmida, Cerradão, Cerrado e Carrasco. A sequência destas formações pode ser facilmente observada, a partir da Colina do Horto de Juazeiro do Norte em direção ao município do Crato, prolongando-se até o acesso ao município de Exu (PE) (Consortio Ambientau/IBI TUPI, 2009c), área onde estão inseridos os principais nove geossítios do Geopark Araripe.

No contexto do Geopark Araripe estes geossítios contêm aspetos relevantes da fauna e da flora da região. Existem nos geossítios tipos vegetacionais predominantes, designadamente: Geossítio Pontal da Santa Cruz, situado no topo da Chapada, apresenta vegetação típica de Cerrado, entre as espécies mais características, destacam-se o cajuí (*Anacardium microcarpum*), Araticum (*Annona coriácea*), Ata-brava (*Duguetia furfurácea*) etc.; Geossítios Parque dos Pterossauros e Colina do Horto predominam remanescentes de Caatinga (intensamente antropizados), por exemplo, Acácia (*Senna Occidentalis*), Angico (*Anadenanthera colubrina*) Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*) etc.; Geossítio Riacho do Meio, predomina um ambiente de Mata Úmida, destacando-se as seguintes espécies Banha-de-Galinha/banheira (*Swartzia flaevingii*), Jatobá (*Hymenaea courbaril*), Carnaúba (*Copernicia prunifera*) etc. (Consortio Ambientau/IBI TUPI, 2009c).

No que respeita à fauna, ainda são encontrados alguns representantes de várias espécies de animais. Estão presentes nomeadamente: mamíferos, como o Veado Catingueiro (*Mazama gouazoubira*), Preá (*Cavia aperea*), Sagui (*Callithrix aurita*), Raposa (*Vulpes vulpes*), Onça-Parda (*Puma concolor*) dada como extinta, Tatu (*Dasyus novemcinctus*), Gato-do-mato-maracajá (*Felis wiedii*) etc.; aves, Zabelê (*Crypturellus noctivagus*), Sabiá (*Turdus rufiventris*), Rasga-mortalha (*Tyto alba*), Bem-te-Vi (*Pitangus sulphuratus*), Urubu (*Coragyps atratus*), Soldadinho-do-Araripe (*Antilophia Bokermani*) etc.; répteis, várias espécies ofídios por exemplo, a Jiboia ou Cobra-de-Veado (*Boa constrictor*) e a Jararaca (*Bothrops jararaca*), Camaleão (*Camaleo camaleon*) etc.; anfíbios, por exemplo a Rã-Touro (*Ran Catebeiana*); e várias espécies de invertebrados desde insetos, aracnídeos, anelídeos etc. (Consortio Ambientau/IBI TUPI, 2009c).

No sentido de assegurar a proteção legal deste património, o Geopark Araripe abriga no seu espaço territorial Unidades de Conservação (UC), criadas em âmbito

federal, estadual, municipal, ou privado. Destacam-se duas UCs de âmbito federal: APA (Área de Proteção Ambiental) da Chapada do Araripe e a Floresta Nacional do Araripe-Apodi, mais conhecida como FLONA do Araripe. A APA da Chapada do Araripe tem como principais objetivos a proteção da fauna e flora, especialmente as espécies ameaçadas de extinção e a assegurar a sustentabilidade dos recursos naturais, com ênfase na melhoria da qualidade de vida das populações residentes na APA e à sua volta. A FLONA do Araripe é considerada como um dos últimos redutos de vegetação da mata atlântica. Além disso, estas duas UCs têm papel significativo na conservação do Soldadinho-do-Araripe (*Antilophia Bokermani*), a única ave endêmica do Ceará. O Soldadinho-do-Araripe está globalmente ameaçado de extinção pela perda de habitat, devido à desflorestação e degradação de mananciais de água, contudo a adoção desta ave como um símbolo para conservação das matas e dos rios, tem possibilitado sua perpetuação. Mais à frente (no subcapítulo 2.6.1), é possível ver a descrição das várias unidades de conservação existentes no Geopark Araripe, nas tabelas 2.6 e 2.7.

2.5.2. Patrimônio cultural material e imaterial

O patrimônio cultural da região Cariri é bastante diversificado. A sua denominação tem origem nos índios Cariris, os primeiros habitantes que chegaram à região, atraídos pelo clima peculiar, fertilidade dos solos e abundância de água.

O nordeste oriental foi colonizado em meados do século XVI, contudo, no sul do Ceará teve início no séc. XVIII e foi efetuada por baianos, sergipanos e pernambucanos. Os principais povoadores vieram atraídos pela possibilidade da existência das jazidas de metais preciosos, nomeadamente ouro. Quando se fixaram, tornaram a agricultura e o cultivo da cana-de-açúcar a principal atividade da região, pois parecia-lhes mais vantajoso e mais rápido, além de possibilitar a utilização de mão-de-obra negra.

Decorrentes de uma colonização tardia, os municípios da área do Geopark Araripe foram criados sequencialmente até ao séc. XIX: Crato, Barbalha, Missão Velha, Santana do Cariri, Juazeiro do Norte e Nova Olinda (Consortio Ambientau/IBI TUPI, 2009b). Atualmente Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha são as cidades com maior variedade equipamentos culturais (bibliotecas, teatros e museus).

No que respeitas às personalidades históricas e populares, destaca-se o carismático Pe. Cícero. Este sacerdote católico foi a maior figura política e religiosa no final do século XIX e início do século XX, pois conseguiu exercer uma notável influência no poder político local e promoveu o desenvolvimento e a emancipação de Juazeiro do

Norte até a sua morte em 1934. Além disso hoje, a devoção pelo Padre Cícero continua a atrair anualmente centenas de milhares de romeiros de todo o Brasil, principalmente do Nordeste (Lima *et al.*, *em publicação*). As romarias até Juazeiro do Norte são um dos grandes destaques culturais, constituindo um polo religioso e turístico de grande peso nesta região.

A região Cariri apresenta uma grande riqueza e pluralidade cultural, que resulta da miscigenação de vários povos, que trouxeram consigo artesanato, música e gastronomia (Consortio Ambientau/IBI TUPI, 2009b).

A produção artesanal está ligada à história da região e ao estímulo que o Pe. Cícero dava às atividades artesanais. Podem identificar-se diversos produtos desde imagens do Pe. Cícero (consumidas essencialmente pelos romeiros), produtos utilitários, cestaria e peças em madeira, flandres e zinco para o consumo da população, artefactos agrícolas como equipamentos de vaqueiros e armas para a caça etc.

Subsistem ainda outros tipos de artesanato, desde as artes gráficas, como a xilogravura, as esculturas e outros trabalhos em madeira com representações zoomorfas, como esculturas de dinossauros e outras figuras. Nesta região ainda é possível encontrar a literatura de cordel, uma espécie de poesia popular que é impressa e divulgada em folhetos ilustrados com o processo de xilogravura.

O Cariri é considerado um dos maiores polos de produção de sandálias de couro no nordeste. Destacam-se os materiais artesanais de couro, produzidos pelo artesão Espedito Seleiro, especialista na indumentária de vaqueiros, além de bolsas e sandálias.

Atualmente são comercializados vários tipos de réplicas de fósseis feitas por artesãos de Santana do Cariri e Jardim. As réplicas são feitas em gesso, a partir de moldes de fósseis existentes no acervo do Museu de Paleontologia em Santana do Cariri e também, de uma forma mais artesanal, são talhadas réplicas na própria “Pedra Cariri”, contudo facilmente reconhecidas como produtos artesanais.

As manifestações culturais também são bastante ricas e diversificadas. Destaca-se a diversidade de Reisados, grupos de pessoas que se reúnem para cantar e louvar o nascimento de Cristo; Maneiro-pau, dança masculina, acompanhada com os instrumentos porrete de jucá e ganzá, com origem na necessidade do caboclo se defender dos animais e do próprio homem; Lapinha, grupo de meninas caracterizadas, que pedem ajuda quando dançam; Bandas Cabaçais, conjuntos musicais constituídos de zabumba, caixa-trol, pífaros e pratos metálicos; Bumba meu Boi, praticado no Cariri e em parte no Piauí, de forma diferente do resto Brasil, com duas espécies de brincadeiras (boi com costela e boi

de junta); Dança do Coco, dança muito conhecida no nordeste, acompanhada de ritmo marcado por pandeiros, cuíca, ganzá, viola e violão; Milindô, dança de roda do gênero do coco; Guerreiros, conjunto misto com cânticos de louvor ao dono da casa; Congada, dança com características africanas, mistura de elementos religiosos e históricos, caracterizada por movimentos que simulam a guerra (Consortio Ambientau/IBI TUPI, 2009b).

O Cariri apresenta também uma grande riqueza gastronômica, contudo ainda pouco explorada. Quanto à culinária regional, verifica-se a utilização de vários produtos tradicionais do sertão. De acordo com várias preparações de comidas típicas tem destaque o uso do pequi, da mandioca/macaxeira (tapiocas e beiju), do milho, como também da carne seca. Verifica-se uma expressiva produção de doces caseiros e licores aromáticos, destacando-se a famosa produção de rapadura e dos seus subprodutos. Há que lembrar também a produção doméstica de cachaça e de café.

2.5.3. Património arqueológico

Como também, segundo Limaverde (2006), pode contribuir para a identificação de grupos étnicos que se relacionaram com o ambiente da Chapada.

O conhecimento, por parte das comunidades, do património arqueológico é sem dúvida um fator imprescindível na formação de sentimentos de identidade e cidadania, além de promover a sua preservação e valorização. Este tema recentemente estudado na região, tem demonstrado ser muito interessante, uma vez que foram identificados diversos sítios com registos rupestres. Tal facto tem possibilitado a obtenção informações científicas importantes, para o estudo da cultura e dos modos de vida da sociedade do passado.

O vale da Chapada do Araripe representa, para o estudo da arqueologia do nordeste, um lugar de refúgio para a vida humana (Bezerra *et al.*, 2011). A diversidade gráfica nos registos rupestres sugere que diversos grupos sociais terão alcançado o Araripe, muito provavelmente, em tempos cronológicos diversificados, durante as várias flutuações climáticas no final do Plistocénico ou início do Holocénico (Limaverde, 2006).

A área arqueológica da Chapada do Araripe situa-se entre as áreas da Serra da Capivara e Seridó, contudo ainda existe uma lacuna no estudo sobre os caminhos migratórios do homem da pré-história no nordeste (Limaverde, 2006). Nesta região, foram identificados vários sítios de registos rupestres, localizados nos municípios do

Crato, Nova Olinda, Santana do Cariri, Campos Sales e Mauriti, dentro da região Cariri cearense (Limaverde, 2006).

Entre os vestígios da cultura material, encontram-se os artefactos de pedra lascada e polida, que eram utilizados como armas para caça e ferramentas domésticas. É também comum encontrar a “mão de pilão”, usada como batedor para moer, cachimbos decorados, alguns com rostos esculpidos, demonstrando que este hábito já era praticado entre os indígenas da região. Destacam-se também as bonitas vasilhas decoradas na parte interna com desenhos geométricos coloridos com cores preta, branca e vermelha. Para enterrar os mortos, os indígenas da Chapada do Araripe utilizavam urnas funerárias e praticavam o ritual de inumar os mortos, ou seja, queimar e depositar as cinzas do morto dentro de um pequeno prato que era guardado numa urna maior chamada de “Igaçaba”. Junto com as cinzas eram enterrados também alguns objetos pertencentes ao indivíduo, como machadinhas de pedra polida, cachimbos, colares, ossos de animais, etc. (Bezerra *et al.*, 2011).

No Araripe, verifica-se o predomínio de uma variedade técnica e temática de pinturas, possivelmente como resultado de grupos com identidades gráficas diversas. Os artistas pré-históricos, pintaram e gravaram inúmeros paredões nos leitos dos rios e abrigos no alto da Chapada (ver tabela 2.5). Nas suas pinturas eram utilizados dedos, pincéis feitos com madeira, chumaços de pelo ou penas e gravetos. Utilizavam preferencialmente tintas minerais extraídas das rochas (óxido de ferro, manganês, argila), onde a água era o veículo para sua aplicação. As cores mais comuns são o vermelho, o amarelo e o preto. Também existem gravuras esculpidas na rocha, com o auxílio de ferramentas de pedra polida, água e argila. Em alguns sítios, verifica-se a utilização dos próprios dedos para preencher o interior das gravuras com tinta (Bezerra *et al.*, 2011).

Apesar de todas estas informações, a pesquisa nesta área ainda tem um longo caminho pela frente, pois ainda são precisos mais estudos para ser possível a compreensão do que se constitui o Araripe no contexto pré-histórico nordestino (Limaverde, 2006).

-Geopark Araripe -

Nome dos Arqueossítios	Gravuras Pintadas	Gravuras	Pinturas	Localização (Município)	Imagens
Sítio Santa Fé	X	X		*Crato	
Sítio Olho d'água de Santa Bárbara		X	X	*Nova Olinda	
Sítio Tatajuba			X	*Santana do Cariri	
Sítio Tatajuba 2			X	*Santana do Cariri	
Pedra do Convento		X		Campos Sales	
Pedra do Letreiro		X	X	Mauriti	
Sítio Cajueiro			X	Mauriti	

Tabela 2.5. Arqueossítios com registros rupestres da Chapada do Araripe: as manifestações gráficas como sistemas particulares de comunicação social; *municípios do Geopark Araripe. (adaptado de Limaverde, 2006).

2.6. Gestão do Geopark Araripe

O Geopark Araripe foi uma iniciativa do Governo do Estado do Ceará, representado pela Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Educação Superior e coordenado pela Universidade Regional do Cariri (URCA). Assume-se como primeiro geoparque do continente americano, tendo sido reconhecido em 2006 pela Rede Global de Geoparques, sob os auspícios da UNESCO.

Desde 2006 que a gestão do Geopark Araripe é da responsabilidade da URCA, e possui um grupo de apoio institucional ampliado: uma coordenação executiva, constituída por um coordenador executivo, uma secretária executiva, um diretor científico e um geólogo; um conselho de gestão formado por representantes de instituições do sector terciário, poder público municipal, estadual e federal e iniciativa privada; um comité científico formado por 14 investigadores da URCA e outras instituições de pesquisa do território do Geopark Araripe. Atualmente o Geopark Araripe acolhe uma equipa técnica e administrativa constituída por 5 coordenadores sectoriais nas áreas de educação ambiental, geoconservação, comunicação, cultura e desenvolvimento regional sustentável; 12 profissionais que constituem uma equipa técnica multidisciplinar (geólogo, biólogo; historiador, geógrafo, jornalista, tradutores e economista). Além disso, a estrutura do Geopark Araripe também compreende o Museu de Paleontologia da URCA, em Santana do Cariri, que envolve 27 pessoas (Geopark Araripe, 2010).

O plano de gestão do Geoparque Araripe é uma peça fundamental para a sua consolidação. Através dele é possível a elaboração dos Planos de Ação e subprogramas, nas áreas de Educação Ambiental, Conservação Ambiental, Divulgação e Promoção do Desenvolvimento Regional através do Geoturismo (Geopark Araripe, 2010). Está vinculado às ações de pesquisa da URCA e de outras instituições de ensino superior presentes na região, como também integra as atividades com projetos de desenvolvimento regional, estadual e federal. Neste sentido, existe uma panóplia de opções dinamizadoras do geoparque: paleontologia, diversidade geológica, biodiversidade e meio ambiente, arqueologia, cultura, turismo e educação.

2.6.1. Suporte institucional para a geoconservação no Geopark Araripe

A geoconservação é uma temática que tem apresentado grande ascensão nas últimas décadas. O reconhecimento, a promoção e a conservação do património geológico entram no século XXI como um dos maiores desafios da comunidade das geociências (Nascimento, 2010). O património geológico é parte integrante do mundo natural e tem

um impacto profundo na sociedade atual, uma vez que proporciona grandes potencialidades de uso para o homem, na investigação científica, educação, formação, uso económico e lazer (Nascimento, 2010; Lima, 2011). Verifica-se, cada vez mais que, vários países do mundo começam a ter consciência da importância do seu património geológico e dos benefícios que podem ter quando adotam medidas para a sua conservação (Lima, 2011).

Atualmente, as políticas de conservação da geodiversidade no Brasil estão suportadas em quatro documentos fundamentais: Áreas de Preservação Permanente – APP (Código Florestal, art.2º); Áreas de Tombamento (Decreto 25, 1937); Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (Lei 9.985, 18 de Julho de 2000) e o Decreto-lei que dispõe da proteção dos depósitos fossilíferos (Decreto-Lei 4.146, de 1942), neste caso apenas com aplicação ao património paleontológico (Lima, 2011).

As APP foram instituídas pelo Código Florestal e dispensam o ato administrativo para a sua criação. Têm a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, a fauna e a flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações. Para isso, foram colocados na lei alguns tipos de territórios que necessariamente devem ser preservados na sua forma original, p.e., as margens dos rios, as imediações das nascentes ou olhos d'água, os manguezais, as dunas, as encostas com mais de 45º de declive, entre outros (Lima *et al.*, *em publicação*).

As Áreas de Tombamento resultam do reconhecimento da importância de determinado património por parte do poder público, no intuito de conservá-lo por meio de um ato administrativo. Geralmente, este bem tem grande valor histórico e cultural, devendo o proprietário, a partir de então, usá-lo segundo as limitações impostas pela União, Estado ou Município. Bens ambientais também podem ser objeto de tombamento, como por exemplo, monumentos naturais, os sítios e as paisagens de reconhecida beleza cénica (Lima *et al.*, *em publicação*).

O Sistema de Unidades de Conservação (SNUC) foi instituído com objetivo de estabelecer critérios e normas para a criação, implementação e gestão das unidades de conservação (UC), legalmente instituídas pelo poder público nos níveis federal, estadual e municipal. De acordo com a lei, as unidades de conservação são “espaços territoriais que abrigam recursos ambientais de características naturais relevantes, legalmente instituídas pelo poder público, com o objetivo de conservação e estabelecimento de limites para a garantia de proteção”. É de salientar que entre os 13 objetivos principais do SNUC, dois estão diretamente relacionados com o património geológico (sétimo e oitavo), cujas

finalidades são de “proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleologia, arqueológica, paleontológica e cultural” e “proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos” (Nascimento, 2010).

Apesar da lei do SNUC destacar a necessidade de proteção dos recursos abióticos nos seus objetivos, a lei ainda está essencialmente centrada nos aspetos relacionados com a biodiversidade. Muitas das unidades de conservação no Brasil têm como principal atrativo o património geológico, porém sem as devidas atenções. Infelizmente, como outros programas de conservação da Natureza a nível mundial, o SNUC não aborda de forma específica o património geológico, e quando o faz é de maneira simplista e superficial (Nascimento, 2010). Além disso, a proteção dos elementos da geodiversidade também não se enquadra em todas as categorias estabelecidas nos dois grupos de UC (Proteção Integral e Uso Sustentável), sendo os Parques e Monumentos Naturais as principais categorias compatíveis para o enquadramento do património geológico e para a sua real proteção (Lima *et al.*, *em publicação*).

A legislação relacionada com a proteção dos fósseis define que os depósitos fossilíferos são propriedade da nação e, como tal, a extração de espécimes fósseis depende da autorização prévia e fiscalização do Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, do Ministério de Minas e Energia. Este decreto prevê ainda que todo o particular que, sem licença expressa do DNPM, explorar depósitos de fósseis, estará sujeito à prisão, como espoliador do património científico nacional.

Um geoparque é uma nova forma de gestão do território que permite a articulação entre as diversas unidades de proteção e os projetos envolvidos. O facto de não estar associado a nenhuma legislação específica, permite uma ampla gama de formas de gestão. Qualquer pessoa, qualquer instituição, entidade ou empresa, se tiver interesse, é sempre bem-vinda num geoparque e nunca será excluída do processo. Contudo, a área de um geoparque deve englobar políticas de conservação suportadas pela legislação do país, por exemplo: unidades de conservação, previstas no SNUC; APP e áreas tombadas. Igualmente, áreas classificadas pela UNESCO, como Património da Humanidade e Reservas da Biosfera.

O Geopark Araripe não corresponde a nenhum dos espaços territoriais protegidos pela legislação brasileira (Artigo. 225, VI da Constituição Federal e Lei 9.985/2000, que instituiu o SNUC). Contudo, existem geossítios do Geopark Araripe que estão incluídos em, Unidades de Conservação, cujo regime jurídico se enquadra segundo a legislação brasileira, facto que muitas vezes constitui a melhor forma de conservar um geossítio. Na

tabela 2.6 identifica-se a relação das unidades de conservação existentes no Geopark Araripe e os principais nove geossítios. Esta realidade vai de encontro às diretrizes emanadas pela GGN, que sugerem a criação de áreas protegidas em parte do património inventariado.

O Geopark Araripe integra onze unidades de conservação de âmbito federal, estadual e municipal, conforme a tabela 2.7. No mapa da figura 2.8 estão localizadas as áreas protegidas dentro do território do Geopark Araripe.

Geossítio	Unidade de conservação	Município
Colina do Horto	-----	Juazeiro do Norte
Cachoeira de Missão Velha	Parque Natural Municipal Cachoeira de Missão Velha (BioParque)	Missão Velha
	Monumento Natural Cachoeira do Rio Batateira/ Parque Natural Municipal Cachoeira de Missão Velha (BioParque)	
Floresta Petrificada do Cariri	-----	Milagres
Batateiras	APA da Chapada do Araripe	Crato
Pedra Cariri	APA da Chapada do Araripe	Nova Olinda
Parque dos Pterossauros	Monumento Natural Sítio Cana Brava	Santana do Cariri
	APA da Chapada do Araripe	
Riacho do Meio	Parque Municipal Riacho do Meio/Parque Ecológico Roberto Correia Sampaio	Barbalha
	Monumento Natural Sítio Racho do Meio	
	APA da Chapada do Araripe	
Ponte de Pedra	APA da Chapada do Araripe	Nova Olinda
Pontal de Santa Cruz	APA da Chapada do Araripe	Santana do Cariri

Tabela 2.6. Relação entre as Unidades de Conservação e os principais geossítios do Geopark Araripe (adaptado de Lima, 2011).

Unidades de conservação	Categoria	Área	Âmbito Administrativo	Diploma legal	Localização
Floresta Nacional do Araripe-Apodi	Uso sustentável	39.262,326ha	Federal	Decreto-Lei nº 9.226, de 02.05.46	Missão Velha, Barbalha, Jardim, Crato, Santana do Cariri
Parque Ecológico das Timbaúbas	Proteção Integral	634,50ha	Municipal	Decreto 1.083, de 23.03.95	Juazeiro do Norte

-Geopark Araripe -

Unidades de conservação	Categoria	Área	Âmbito Administrativo	Diploma legal	Localização
Parque Municipal Riacho do Meio/Parque Ecológico Roberto Correia Sampaio	Proteção Integral	15,81ha	Municipal	Decerto Municipal Nº 007 de 1998, Lei Municipal Nº 1.425/2000	Barbalha
Parque Natural Municipal Cachoeira do Rio Batateira (BioParque)	Proteção Integral	75.332,98m ²	Estadual	Decreto Nº 28.506 de 01.12.06	Missão Velha
Parque Natural Municipal Cachoeira de Missão Velha (BioParque)	Uso Sustentável	200ha	Municipal	Lei Nº002/02, de 15.02.02 e Lei complementar Nº 017/02 de 18/11/02	Missão Velha
Parque Estadual do Sítio Fundão	Proteção Integral	93,54ha	Estadual	Dec. Nº 29.307, de 05.06.08	Crato
APA da Chapada do Araripe	Uso sustentável	1.063.000ha	Federal	Decreto de-Lei nº 9.226 de 02.05.46	38 Municípios do CE, PE e PI , p.e.: Crato, Missão Velha, Barbalha, Santana do Cariri e Nova Olinda
RPPN Arajara Park	Uso sustentável	27,81ha	Domínio privado	Port. IBAMA nº 024-N, de 23.02.99	Barbalha
Monumento Natural Sítio Cana Brava	Proteção Integral	181.500m ²	Estadual	Dec. Nº 28.506, de 01.12.06	Santana do Cariri
Monumento Natural Pontal da Santa Cruz	Proteção Integral	200.034,24m ²	Estadual	Dec. Nº 28.506, de 01.12.06	Santana do Cariri
Monumento Natural Sítio Racho do Meio	Proteção Integral	173.207,09m ²	Estadual	Dec. Nº 28.506, de 01.12.06	Barbalha

Tabela 2.7. Unidades de Conservação inseridas no território do Geopark Araripe (Modificado de Geopark 2010; Lima 2011).

-Geopark Araripe -

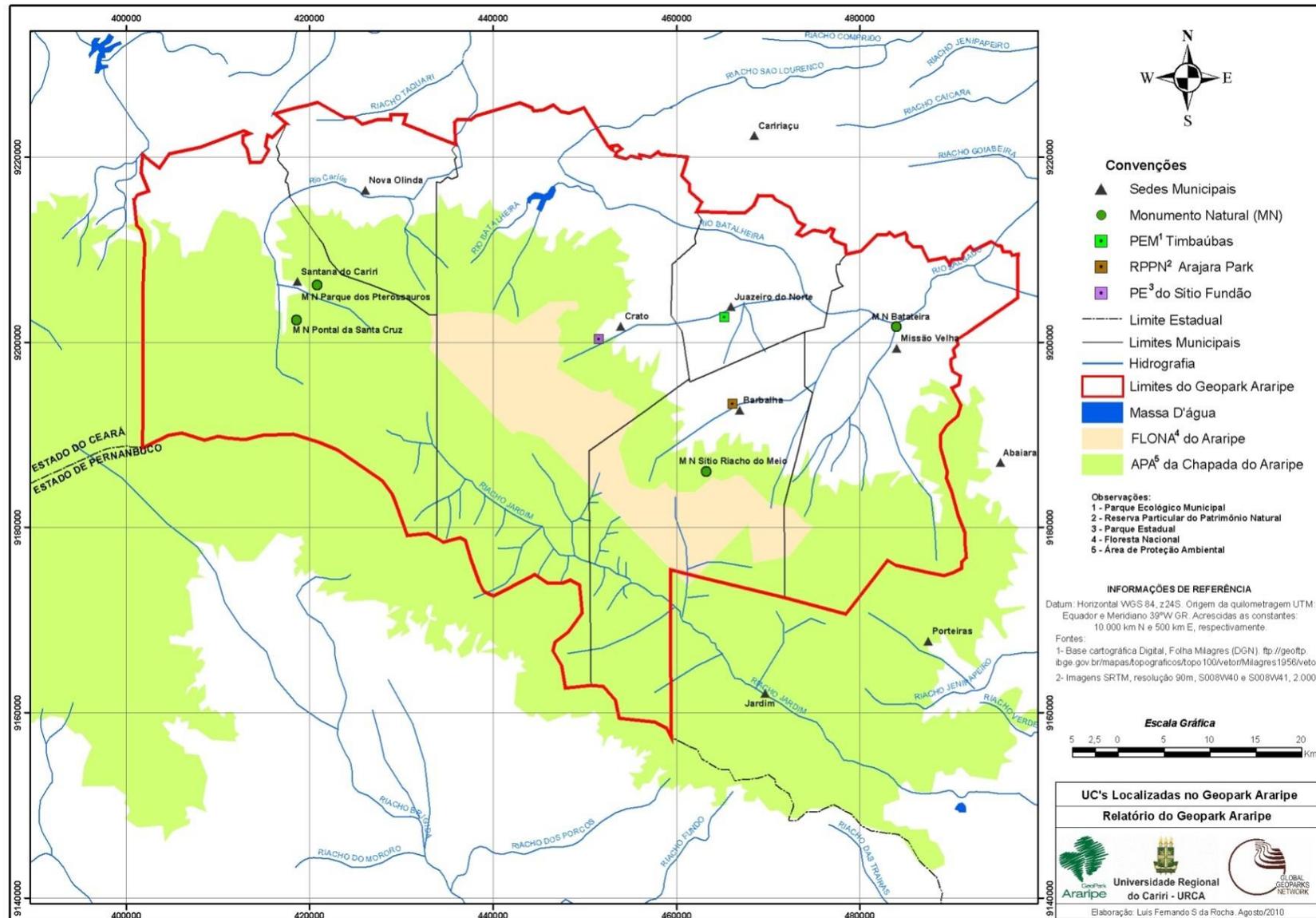


Figura 2.8. Mapa com a localização das áreas protegidas no território do Geopark Araripe (Geopark, 2010).

2.6.2. Principais ações desenvolvidas pelo Geopark Araripe

O Geopark Araripe apresenta-se hoje como uma estratégia para o desenvolvimento territorial sustentável da Região Metropolitana do Cariri. Tem como mote principal o fortalecimento de várias atividades (científicas, culturais, turísticas e económicas) com ênfase na história evolutiva da Terra e da Vida. Também se preocupa com o conhecimento e divulgação da história da ocupação do território, com a cultura regional e suas manifestações, desenvolvendo sempre formas de utilização sustentável dos recursos naturais na região. A sua atividade é fundamental para assegurar a contínua adesão de parceiros públicos e privados, podendo vir a constituir um meio de desenvolvimento económico e turístico local. O Geopark Araripe tem unido esforços para a criação de uma estrutura turística, que permita a que as gerações futuras venham a desfrutar de todas as belezas naturais e patrimoniais hoje disponíveis (Geopark Araripe, 2010). O campo de ação do Geopark Araripe abrange atividades no âmbito do património geológico, biológico, arqueológico e cultural, como também da educação ambiental.

Para uma real estratégia de geoconservação do território do Geopark Araripe, verificou-se a necessidade de desenvolver um trabalho que permitisse o conhecimento integral da totalidade dos geossítios do geoparque, com a identificação sistematizada dos mesmos. Em 2012, no território foram implementados novos painéis interpretativos e está prevista, no futuro, a criação de novos trilhos educativos e turísticos.

O Museu de Paleontologia da URCA, principal instrumento de valorização e divulgação do Geopark Araripe, tem promovido uma estreita relação entre o museu e as escolas públicas e particulares da região do Cariri, possibilitando a visitação de alunos e professores. Além disso, tem colaborado com as instituições de ensino superior do Estado e demais interessados (bolseiros, estagiários e investigadores) no que respeita ao apoio logístico dos trabalhos na área da paleontologia. O museu também coordena atividades de pesquisa científica, relacionadas com a área de paleontologia, destacando-se a realização de escavações paleontológicas, dentro do geossítio Parque dos Pterossauros. Estas escavações são utilizadas em atividades científicas, educativas e turísticas.

Outro projeto recentemente aplicado e ainda em desenvolvimento é projeto “Jovens Paleontólogos”. Este é coordenado pela Secretária Executiva do Geopark Araripe em parceria com o Museu de Paleontologia da URCA. O projeto está a ser realizado nas minas de exploração de calcário de Santana do Cariri e tem a duração de um ano. Neste período, três jovens do ensino médio do município de Santana do Cariri, serão capacitados nas temáticas de geologia e paleontologia, visando o levantamento de dados

sobre os depósitos fossilíferos nas minas da região, coleta de materiais que, posteriormente, serão pesquisados por paleontólogos e depositados no Museu de Paleontologia da URCA. Atualmente, a gestão do Geopark Araripe também está a promover discussões técnicas sobre proteção legal de fósseis, tema este de extrema importância no que respeita à conservação e proteção do património fossilífero no Brasil (Vilas-Boas *et al.*, 2012).

O Centro de Interpretação e Educação Ambiental do Geopark Araripe, localizado no Crato, constitui um ponto de apoio para a receção de várias escolas e visitantes. Possui um espaço com a apresentação e descrição de alguns geossítios do geoparque. Desenvolvem-se várias oficinas de trabalho, no âmbito da educação ambiental, com o objetivo envolver toda a comunidade, em especial as escolas, em atividades relacionadas com os propósitos do geoparque, por exemplo: oficinas de réplicas de fósseis, teatro de bonecos e a reutilização de materiais recicláveis.

Os programas educativos e as iniciativas de educação ambiental são uma realidade no Geopark Araripe. Destacam-se as visitas realizadas às escolas de educação básica, encontros de planeamento com a equipa pedagógica de escolas municipais, bem como a articulação com a Secretaria de Educação do Estado e unidades de gestão regional das escolas estaduais (Coordenadoria Regional do Desenvolvimento da Educação - CREDE), com o objetivo de fazer uma agenda das atividades e projetos.

Quanto à produção de material didático, o geoparque produziu, em 2009, uma cartilha interna intitulada de “Cartilha do meio ambiente “elaborada para um curso de capacitação de professores. Esta constitui um manual que tem como temática a educação ambiental no Geopark Araripe, com a função de gerar a participação das escolas no desenvolvimento do Geopark Araripe, como também ser uma fonte de consulta bibliográfica para professores e gestores nas áreas de educação ambiental e património natural do Geopark Araripe. Neste sentido, em 2011, esta cartilha foi publicada na forma de dois livros de Bezerra *et al.* (2011), uma edição mais simples para alunos e outra edição mais completa para professores e gestores. Mais recentemente, está para ser publicado o livro “Geopark Araripe, história da terra, do meio ambiente e da cultura” de Lima *et al.* (em publicação), destinado para todos os públicos, mas, principalmente, direcionado para que as comunidades do Geopark Araripe. Uma atividade constante no Geopark Araripe são as visitas guiadas no seu território. Estas são agendadas tanto a partir da sede do Geopark e respetivo *website*, como também no Centro de Interpretação e Educação Ambiental.

O Geopark Araripe tem realizado várias atividades educativas no âmbito formal. Com o programa “Geopark no Recreio”, tiveram lugar as atividades como apresentação do vídeo “Geopark Araripe – Lugar Onde Nasce o Dia” e a confecção de bonecos para serem utilizados nas escolas. Para apresentar e divulgar o Geopark Araripe aos alunos de escolas públicas e privadas do ensino infantil ao médio foi elaborado o projeto “Geopark nas Escolas”, importante para difundir o conhecimento geológico, paleontológico e as riquezas naturais, sempre com base numa estratégia de geoeducação e o geoturismo. Outro programa em curso é a Colônia de Férias do Geopark Araripe, que tem como objetivo a realização de um trabalho educativo com crianças dos 6 aos 12 anos, de escolas públicas e privadas.

Desde 2007 que o Geopark Araripe tem participado, em parceria com a Secretaria de Meio Ambiente de Crato (SEMACE), em atividades alusivas à Semana do Meio Ambiente, no Crato, focando a geoconservação e geoeducação. Com o objetivo de consciencializar a conservação de uma espécie endêmica do Ceará ameaçada de extinção, realizou-se o projeto “Plano de Conservação do Soldadinho-do-Araripe”, no qual o Geopark Araripe participou. Esta ave é encontrada na Chapada do Araripe, com ocorrência nos municípios de Crato, Barbalha (Geossítio Riacho do Meio) e Missão Velha. Para expandir o conhecimento sobre geoparques e gerar consciencialização para esta temática, o projeto Espaço Geopark Araripe, promoveu atividades realizadas nas escolas do Município de Barbalha.

Desde 2006, existe também o programa de acompanhamento de grupos universitários. O Geopark Araripe destino habitual para as aulas de campo, promovidas por universidades federais, estaduais e privadas de todo o Brasil. Também com o objetivo de trabalhar os conteúdos de educação ambiental e o Geopark Araripe, teve início em Junho de 2010 o programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Este envolveu 16 bolseiros do curso de Licenciatura em Geografia da URCA.

No que respeita à formação de guias turísticos do Geoparque Araripe, em 2007 teve início o curso técnico de guias turísticos pelo SENAC (Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial), em parceria com o geoparque. Este projeto possibilitou a capacitação de guias para a prestação de serviços relacionados com a condução de visitantes. Também foi realizada uma capacitação de professores e gestores dos municípios, com o intuito de promover e divulgar o Geopark Araripe como estratégia de desenvolvimento regional.

Existe também uma preocupação, por parte do Geopark Araripe, com a comunidade em geral. Desde 2007 que os gestores e equipe técnica do Geopark Araripe realizam palestras em instituições (câmaras municipais, escolas, faculdades, universidades), eventos e programas de rádio. Estas iniciativas são muito importantes uma vez que proporcionam um melhor esclarecimento sobre educação ambiental, conservação do meio ambiente natural e promoção do geoturismo nos seis municípios de atuação do Geopark Araripe.

Além do mais, durante a Exposição Agropecuária do Crato (Expocrato) 2006, 2008, 2009 e 2010, o Geopark Araripe teve lugar de destaque nas exposições da URCA, com exposições e atividades educativas para as crianças. O programa *Blitz Ambiental* tem realizado ações de conscientização ambiental para diferentes grupos da sociedade.

O geoparque atua ainda no incentivo do turismo de qualidade na região do Cariri, baseado nas múltiplas valências do território. Uma vez que são realizados programas de desenvolvimento económico local, como forma de cooperar com os empreendedores locais e os poderes públicos (municipal, estadual e federal) para garantir um contínuo desenvolvimento económico sustentável. Como estratégia e alternativa de geração complementar da renda familiar e promoção do turismo sustentável foi desenvolvido um projeto de desenvolvimento e comercialização de geoprodutos. Este projeto, desenvolvido pelo Geopark Araripe e pelo Museu de Paleontologia da URCA, tem como principal objetivo organizar, comercializar e agregar valor aos produtos regionais. Em 2009, foi criada a loja Geopark Araripe de Arte e Cultura, com objetivo de expor e comercializar produtos de comunidades do Geopark Araripe em termos de artesanato em madeira, argila, couro, tecido, óleos, etc. (Geopark Araripe, 2010). Contudo, esta iniciativa ainda carece de uma boa organização e gestão.

Quanto à promoção da gastronomia, um grupo de 20 empresários deste setor foi convidado, em 2010, a conhecer e estabelecer parceria com o Geopark Araripe, através da qualificação de serviços e utilização de materiais de serviços e de divulgação, com os selos do geoparque e da GGN (Geopark Araripe, 2010).

No setor dos programas histórico-culturais, o Geopark Araripe formalizou parcerias com as principais instituições de cultura tradicional no território do Geopark Araripe. Dentre os principais parceiros, com reconhecida atuação na região, destaca-se: Academia de Cordelistas do Crato; Lira Nordestina, em Juazeiro do Norte; Centro Mestre Noza, em Juazeiro do Norte; e Fundação Casa Grande (Memorial do Homem Kariri), em Nova Olinda. Entre as expressões plásticas, destaca a escultura popular (em madeira ou

barro) e a xilogravura, o trabalho em flandres e fibras. Apesar de todas estas parcerias, esta é uma área que ainda carece de ações.

Em 2009 foi estruturada uma Assessoria de Comunicação que tem divulgado o Geopark Araripe e suas ações, através de jornais, rádios locais, revistas, internet e outros meios. O seu principal objetivo é divulgar as ações do Geopark para a comunidade, bem como encontrar mais espaço na comunicação social e na sociedade

Em 2010 houve uma atualização do *website* do geoparque (www.geoparkararipe.org.br), que passou por uma recente reestruturação com a inclusão da língua inglesa e espanhola. Destaca-se a publicação bimestral do Boletim “Geopark Notícias”, já traduzido para inglês e espanhol. Este tem-se mostrado um bom meio para divulgar as principais ações realizadas pelo Geopark Araripe e parceiros, bem como fornecer informações especializadas sobre temas científicos. Em 2010 também foram elaborados novos folhetos, traduzidos para inglês e espanhol.

A partir de 2009 tem-se verificado uma expressiva consolidação da proposta de geoparque no território, ao nível da educação ambiental, da geoconservação, divulgação, promoção do geoturismo e aumento da efetivação de parcerias com os diversos *stakeholders* do território.

Contudo é notório o forte sistema burocrático que condiciona a tomada de decisões em tempo útil. Muitas das atividades desenvolvidas pelo Geopark Araripe apresentam um carácter pontual, sem continuidade temporal, o que faz diminuir a sua eficácia quanto aos resultados esperados e possíveis de alcançar.

3. AMEAÇAS AO PATRIMÓNIO PALEONTOLÓGICO NO GEOPARK ARARIPE

Tendo sido apresentado no capítulo anterior o Geoparque Araripe com todas as suas valências, neste capítulo serão detalhadas as ameaças que afetam a conservação do seu património geológico, mais especificamente o património paleontológico. Salienta-se, desde já, que grande parte das ameaças não se circunscreve à área do geoparque, antes afetando toda a região da bacia do Araripe.

O solo brasileiro, em especial a Chapada do Araripe, é lar de uma das associações fossilíferas mais importantes do Cretácico a nível mundial. Esta herança está em grande parte desprotegida e aberta a pilhagem pelos melhores negociadores, que embarcam no comércio ilegal de fósseis. Os cientistas pedem mais proteção, enquanto que os comerciantes de fósseis querem mais liberdade para comércio destes itens valiosos. Apesar da venda de fósseis ser ilegal no Brasil, o contrabando ao longo das últimas décadas tem representado uma verdadeira ameaça ao património paleontológico da região do Araripe e do país. Com as inúmeras descobertas aliadas ao relativo aumento da disponibilidade de exemplares de grande qualidade fez com que estes fósseis começassem a ser mais valorizados não só como registo geológico, como também passaram a ser procurados por cientistas, museus, colecionadores e admiradores particulares.

A Formação Santana tem-se mostrado muito importante para o desenvolvimento científico. Na década de 70 do século XX, os trabalhos científicos começaram a refletir a sua grande diversidade paleobiológica, abordando vários grupos fósseis. Contudo, foi nesta década que se intensificou a venda de fósseis através do comércio ilegal (Carvalho & Santos, 2005). Durante quase dois séculos de história de pesquisas sobre a Formação Santana, tem-se verificado que esta tem uma qualidade de preservação ímpar, facto que tem gerado inúmeras pesquisas. Contudo, o conhecimento atual sobre as biotas dos fósseis do Araripe é, em grande parte, com base em espécimes de museu, sem localização de proveniência e com observações esporádicas de campo (Fara *et al.*, 2005). Além da reconhecida importância científica (descrita no capítulo 2), estes fósseis atingem uma cotação elevada no mercado, porque são bastante atrativos, com formas tridimensionais e uma qualidade de preservação excepcional. Qualquer cidadão comum, mesmo sem conhecimento científico, facilmente reconhece os fósseis de peixes e as suas escamas, insetos, plantas e ossos de pterossauros e outros répteis.

3.1. Colheita ilegal de fósseis

Os afloramentos da Formação Santana, devido à sua extensão horizontal, ocorrem nos três Estados pelos quais se estende a Chapada do Araripe: Ceará, Pernambuco e Piauí. Geralmente, os afloramentos do Membro Romualdo estão cobertos por uma extensa vegetação e são de difícil acesso. O solo originado a partir da decomposição das rochas deste membro tem sido utilizado para a agricultura nesta região, sendo bastante comum encontrar os nódulos calcários dentro de plantações (Kellner, 2002). A época das chuvas é uma verdadeira bênção para a população (em geral entre os meses de Março e Julho), que não só permite a prática da agricultura nesta região semiárida, como também expõe os fósseis à superfície. A rápida erosão provocada pelas chuvas tropicais nos terrenos da região permite a fácil recolha de numerosas concreções com fósseis, sendo inúmeros os locais onde os fósseis surgem, principalmente, perto de riachos e até mesmo em terrenos agrícolas.

No Cariri a partir da década de 70, com divulgação deste património a nível nacional e internacional, era comum ouvir-se falar de existência de “peixeiros”. Os “peixeiros” eram escavadores clandestinos que se dedicavam à “pesca dos peixes de pedra”, para vender aos compradores que, na sua maioria, vinham de fora. Na zona rural, esta atividade era sazonal, pois coincidia com período de estiagem. Na altura em que a atividade agrícola não era favorável, a venda dos fósseis tornou-se uma fonte de renda alternativa para muitas famílias. Aliás, ficou tão popular que os “peixeiros” para identificarem as diferentes espécies de peixes fósseis, atribuíam nomes de peixes encontrados atualmente nos rios e açudes do nordeste. Os fósseis do Araripe são tão especiais e com uma perfeição tão grande, que despertam a curiosidade das pessoas. Como diz o senhor Bonifácio Malaquias, talvez um dos primeiros “peixeiros” da região: “A melhor coisa que tem na vida da gente é descobrir uma coisa que a gente nunca viu, e ter quem diga o que é aquilo e só descobrir já é muita coisa, muito mais é saber o que é. Quem tem estudo diz”(Bantim & Saraiva, 2011). Esta aventura clandestina de recolher os fósseis acabou por enriquecer os traficantes de fósseis e dar fama a pesquisadores e museus, à escala mundial. Perante a situação socioeconómica da região e a falta de contacto com o conhecimento científico, a população embarcou neste esquema ilegal, sem compreender o real impacto na integridade do património paleontológico brasileiro.

Em 1988, foi inaugurado o Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri, no município de Santana do Cariri e também o museu, na cidade do Crato, denominado de Centro de Pesquisas Paleontológicas da Chapada do Araripe (CPCA),

com o intuito de diminuir a saída dos fósseis da região e também para constituir um apoio logístico aos cientistas e implementar a formação de quadros educativos. Segundo os técnicos do Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri, aprecem muitas pessoas locais para fazer doações de fósseis ao museu. Contudo, têm consciência de que não conseguem evitar o descaminho dos exemplares mais raros. Embora exista a saída e venda clandestina de fósseis da região, o museu conseguiu reunir uma importante coleção de fósseis de grande valor científico, educativo e turístico.

Na verdade as pessoas locais, apesar de terem pouco contacto com o conhecimento científico, conseguem recolher, distinguir e valorizar os melhores exemplares de fósseis. Pode-se considerar que são “paleontólogos informais”, mesmo sem a teoria conseguem fazer a prática. Conhecem os locais onde há maior probabilidade de encontrar os fósseis, têm técnicas próprias para a escavação e preparação de amostras e sabem distinguir os fósseis raros. Tal facto mostra-se muito importante como contribuição para a ciência, no entanto na maioria dos casos, esta valência é aproveitada apenas para o comércio ilegal.

3.2. Mineração

A mineração tem uma contribuição importante para a economia mineral brasileira, principalmente pelo impacto positivo no sector socioeconómico, com a distribuição da renda nas comunidades das regiões mais desfavorecidas.

Os recursos minerais não metálicos de grande utilização industrial na região do Araripe são: o calcário laminado ou “Pedra Cariri”, a argila e o gipsito. Na região do Cariri, a extração iniciou nos anos 40 do século XX, com a mineração de gipsito. Esta atividade abriu a oportunidade, especialmente na década de 90, para a exploração de calcário laminado, principalmente nos municípios de Santana do Cariri e Nova Olinda (Vidal & Castro, 2009).

A maioria dos fósseis do Araripe é um subproduto da atividade extrativa da região, mas infelizmente são poucos os proprietários das mineradoras que emitem instruções rigorosas para os trabalhadores não recolherem os fósseis para posterior venda. Para a extração de gipsito i.e. das camadas Ipubi da Formação Santana, normalmente as mineradoras removem toda a camada de rochas que está sobreposta. Esta camada correspondente ao membro Romualdo, uma das porções mais fossilíferas da Formação Santana. Como resultando desta atividade o nível de concreções fossilíferas fica visível e comumente, são depositados junto das frentes de exploração, formando enormes

acumulações de “rejeitos” (rochas resultantes das escavações e que não têm valor comercial). Apesar da exploração de gipsito ser essencialmente na parte oeste da Chapada do Araripe (Pernambuco), a maior parte dos registos da recolha ilegal de fósseis é no Ceará, sendo apenas alguma parte em Pernambuco. No Piauí, como não existe exploração de gipsito, os nódulos calcários são encontrados em menor quantidade.

Para além desta ocorrência de concreções fossilíferas, típicas do membro Romualdo, na exploração do calcário laminado ocorre um número surpreendentemente elevado de fósseis de elevada qualidade do Membro Crato (Martill *et al.*, 2007). No lado leste da Chapada do Araripe, coincidente com a área do Geopark Araripe, existe a indústria da “Pedra Cariri”, com a produção de rochas ornamentais (pedras de pavimentação e revestimento) e também de cimento (figura 3.1).



Figura 3.1. Explorações da “Pedra Cariri”, Membro Crato. **A-** Frente de lavra do calcário laminado em forma de salão, conduzida de modo seletivo a céu aberto; **B-** pormenor do avanço de frente de lavra, utilização de serras de corte, retirada manual do material e empilhamento; **C-** organização das lajes de calcário para posterior comercialização.

No sopé da Chapada do Araripe, a exploração da “Pedra Cariri” tem servido de sustento para população carente e pobre da região sul do Estado do Ceará. As explorações de Nova Olinda e Santana do Cariri produzem a maioria do material. Próximo das áreas de extração do calcário laminado, a maioria das famílias ocupa-se com as atividades relacionadas ao cultivo de subsistência e pequenas criações de animais (suínos, bovinos, caprinos e galináceos), tendo assim na mineração uma fonte fundamental para o seu salário. Para as pessoas das localidades próximas às pedreiras, esta atividade tem uma grande importância, uma vez que a população tem carência de recursos e de projetos

governamentais de incentivo para o desenvolvimento dos sectores agrícola e pecuário. O sector mineiro oferece assim na região, uma opção de emprego durante 10 meses (em média), principalmente, no período de maior seca.

Contudo, a pequena indústria mineira da “Pedra Cariri” tem um carácter de informalidade, carência de capacitação técnica e de gerência, desenvolvimento tecnológico baixo e concorrência desleal, o que faz com que inevitavelmente existam bastantes problemas ambientais e socioeconómicos (Vidal & Castro, 2009). Estas pequenas explorações, com trabalhadores sem formação adequada e lideradas por empreendedores locais e agricultores, fazem com que a comercialização seja desorganizada, baixando os preços dos produtos de forma a comprometerem a sobrevivência das próprias empresas (Vidal & Castro, 2009). Devido à informalidade e alta rotatividade dos produtores é difícil contabilizar com exatidão a produção total da “Pedra Cariri”, mas estimativas consideram que seja em torno de 80.000 m²/mês (Vidal & Castro, 2009). Em 2007, entre os municípios de Nova Olinda e Santana do Cariri, foi criada a Cooperativa dos Produtores da Pedra Cariri (COOPEDRAS), que detém os direitos de exploração, passo fundamental para o processo de regularização das áreas de extração e de grande valor para o desenvolvimento regional. Aliás, todos os que aderiram ao projeto Arranjos Produtivos Locais (APL) encontram-se em situação regular ou em fase de regularização junto do DNPM (Vidal & Castro, 2009). Hoje a COOPEDRAS, apresenta em três áreas de exploração no município de Nova Olinda e duas em Santana do Cariri. Só nos municípios de Nova Olinda e Santana do Cariri, existem cerca de 60 micro e pequenas empresas e 37 delas associadas à COOPEDRAS (Vidal & Castro, 2009).

Apesar de atualmente se assistir à modernização do processo de extração da “Pedra Cariri”, à melhoria das condições de trabalho e ao aumento da consciencialização para as questões ambientais, esta pequena indústria ainda constitui uma ameaça ao património paleontológico. Martill *et al.* (2007) referem que, nestas pedreiras, os fósseis potencialmente valiosos são simplesmente colocados em contentores, onde ficam ao abandono e se destroem, podendo também ser triturados para o fabrico de cimento. Evidenciando-se assim uma a falta de reconhecimento, identidade e valoração do património paleontológico, por parte dos mineradores.

Por outro lado devido à informalidade e alta rotatividade dos produtores é difícil ter um controlo no material fossilífero que sai das áreas de mineração, para fins de venda. Apesar de ser um ato ilegal, sabe-se que parte da venda dos fósseis do Araripe está

associada às explorações de calcário laminado. Em muitos casos, devido à sua situação socioeconómica, os trabalhadores rendem-se a este comércio ilícito. Os destinatários destas vendas são vários, desde revendedores já conhecidos na região, colecionadores particulares e até pesquisadores ligados às universidades. Ou seja, são pessoas com conhecimento acima da média local e que têm noção do efeito negativo desta prática para a região e para o país, isto é, a delapidação do património paleontológico do Brasil. Devido a um aumento da fiscalização, esta situação tem diminuído drasticamente e além disso existe maior consciencialização para importância do património paleontológico, em resultado da intervenção da comunidade científica para o aumento do conhecimento acerca dos fósseis.

3.3. Aspetos legais

O interminável drama do comércio ilegal de fósseis compromete não somente o desenvolvimento da ciência, mas sobretudo a integridade do património brasileiro. Como os fósseis são considerados património da União, pelo artigo 20.º da Constituição Brasileira, em princípio deveriam estar protegidos. Apesar da venda de fósseis ser considerada crime federal no Brasil, os fósseis continuam sujeitos ao tráfico.

Num contexto jurídico, legislar sobre temas que envolvem interdisciplinaridade já é um ato complicado e, quando o próprio objeto material não tem uma unanimidade conceitual é mais difícil ainda para o jurista encontrar mecanismos que sistematizem adequadamente a legislação. Como os fósseis têm uma dupla aplicação conceitual e consequentemente podem ser valorados de forma diferenciada, surgem conflitos de ordem cultural, histórica, ambiental e jurídica (Abaide, 2009). Na Constituição Federal Brasileira (CF), a conceituação do valor dos fósseis não é exclusivamente como um recurso mineral (artigo 20.ºCF), pois também lhe é atribuído valor enquanto património cultural (artigo 216.º da CF).

As leis foram criadas para proteger os fósseis muito raros e cientificamente importantes, contudo determinam de forma muito confusa quem tem competência de avaliar e preservar o património paleontológico. A única regulação sobre fósseis não está no código de minas, nem na lei de património cultural, mas sim na lei especial (Decreto Lei 4.146/42), que não estabelece nenhum regime além de citar a competência do órgão responsável pelo sector mineiro nacional, para fiscalizar e autorizar a extração fósseis com fins científicos. Segundo o Decreto-lei 4.146, os fósseis estão sob fiscalização do DNPM, uma vez que estes integram os bens e riquezas do solo, que compõem o domínio

da União. Mas ao mesmo tempo são considerados como bens integrantes do património cultural, onde a lei confere a fiscalização ao órgão da cultura, Instituto do Património Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).

Além disso, parece haver uma carência na estrutura dos órgãos públicos, no que respeita à conservação do património paleontológico. No Araripe, surgem todos os dias fósseis nas explorações de calcário laminado e de gipsito. Mas a falta de regras claras na legislação brasileira, aliada à carência de fiscalização e regras de exploração mineira, faz com que os fósseis sejam vendidos de forma ilegal, ou muitas vezes deixados ao abandono e até mesmo destruídos nas frentes de lavra. Segundo técnicos do DNPM, são dadas orientações para os mineradores entregarem os fósseis que vão encontrando nas áreas de mineração e até mesmo durante o processo de lavra. Contudo, esta medida tem-se mostrado pouco eficaz para a proteção do património paleontológico. O DNPM tem dificuldades em cumprir a sua legação, dada a falta de recursos humanos para dar resposta à fiscalização das áreas de exploração da “Pedra Cariri”. Atualmente, o que acontece é que a fiscalização do DNPM depende da boa-fé e da honestidade profissional tanto dos trabalhadores como dos proprietários.

A situação dos fósseis do Araripe é bastante crítica, onde se verifica a necessidade de fixar competências para a proteção efetiva dos fósseis, em temas do domínio público e privado, destinação e fiscalização. Outra grande observação à lei são os possíveis efeitos negativos ou limitações, que poderão incidir sobre o direito de propriedade privada, quando decorrentes da incidência de algumas técnicas de proteção por interesse público (Abaide, 2009). O facto de se intervir indiscriminadamente numa propriedade privada, poderá inviabilizar a proteção dos fósseis, pois muitas vezes os proprietários têm receio de dizer que tem fósseis nos seus terrenos. Devem ser criados mecanismos que incentivem os proprietários à divulgação sobre a possível existência de bens de domínio comum no interior da sua propriedade, seja através de isenções fiscais ou outras formas equivalentes (Abaide, 2009).

Por outro lado, a falta de regras claras na legislação brasileira quanto à proteção dos fósseis aliada à irresponsabilidade de diversos países quanto ao cumprimento das leis dos países de onde os fósseis são provenientes, piora a conservação do património paleontológico do país. Em 1973 no Brasil, entrou em vigor o Decreto-lei nº 72.312, que promulga a Convenção internacional sobre as medidas a serem adaptadas para proibir e impedir a importação, exportação e transferência de propriedades ilícitas de bens culturais. Contudo, alguns países como a Alemanha, Inglaterra e Japão, não ratificaram

esta convenção e atualmente são os principais destinos dos fósseis brasileiros ilegalmente enviados para o fora do país (Carvalho, 2010b). Esta situação faz com que a internet seja um meio bastante usual para facilitar comércio de fósseis do Brasil, como também faz com que seja possível encontrar fósseis do Brasil em feiras internacionais. Normalmente, estes exemplares não têm referências acerca de quando e onde foi feita a recolha, pois apenas reconhecem a origem do país e da formação geológica (figura 3.2). Assim, deve-se assumir que todos os fósseis brasileiros foram oferecidos para venda; ou foram exportados com uma licença; ou recolhidos antes de 1988 (data da atual Constituição Federal Brasileira), ou então são ilegais (Martill, 2011). Muitas vezes, para justificar a legalidade dos fósseis que estão à venda, sugere-se que os exemplares são provenientes de coleções antigas. Para Martill (2011) esta é uma ideia absurda, é um dado afastado pelo facto de que alguns *websites* vedem fósseis que ainda não tinham sido descobertos até 1988 e que portanto, os fósseis devem ser ilegais.



Figura 3.2. Venda de fósseis. Fósseis da Formação Santana (Brasil) à venda na “22ª Feira de Minerais, Pedras Preciosas e Fósseis” em Maio de 2012 na Universidade do Porto, Portugal (Foto de Alcina Barreto).

3.4. A inter-relação dos fatores que constituem as ameaças ao património paleontológico

O comércio ilegal de fósseis do Araripe é a maior ameaça à integridade do património paleontológico brasileiro, uma vez que são apenas alguns que beneficiam de um património que é de todos. Como podemos ver na figura 3.3 pode ser estabelecida uma relação, entre dois conjuntos de fatores denominados por “oferta e “procura”, que é fatal para o património paleontológico do Brasil.

Comércio ilegal de fósseis no Araripe	
“Oferta”	“Procura”
<p><i>Fatores</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Vasta ocorrência de fósseis, em parte resultado da atividade mineradora - Baixo nível salarial dos trabalhadores das mineradoras que encaram a venda de fósseis como complemento de renda - Deficiente fiscalização e controlo por parte do DNPM e forças policiais - Reduzida consciencialização social sobre o real significado e valor dos fósseis 	<p><i>Fatores</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Elevado valor científico dos fósseis - Elevado valor estético dos fósseis <p>confere</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elevado valor económico aos fósseis
<p><i>Atores</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Trabalhadores das mineradoras - Coletores amadores - Intermediários 	<p><i>Atores</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Paleontólogos profissionais e amadores - Público em geral - Instituições como museus, universidades <p>(...)</p>

Figura 3.3. Esquematisação da relação entre os vários fatores que constituem as ameaças do património paleontológico do Araripe e possíveis esferas de atuação, i.e., os atores que participam direta ou indiretamente nesta situação.

A “oferta” é sustentada por uma população inserida numa região com uma situação socioeconómica desfavorecida, que não reconhece nem valoriza os fósseis enquanto património de todos. A vasta ocorrência de fósseis é em parte resultado da atividade mineradora, onde os trabalhadores apresentam baixo nível salarial e encaram a venda de fósseis como complemento de renda. Ademais a recolha ilegal dos fósseis e a exploração da “Pedra Cariri”, aliadas à falta de fiscalização e leis com carácter subjetivo no que respeita ao património paleontológico, tem alimentado grandemente o comércio ilegal de fósseis. Por outro lado, os fósseis do Araripe são alvo de vários tipos de valoração, pois é-lhes atribuído valor científico e estético que lhe conferem um elevado valor económico. O excelente grau de preservação, a sua beleza, o facto de serem exemplares representativos do seu tempo geológico e até mesmo todo o imaginário que se pode criar à sua volta, faz dos fósseis do Araripe um objeto de contemplação, pelo cidadão comum, e um precioso bem científico, por parte da comunidade científica. Fatores estes que alimentam a “procura” destes fósseis.

Além disso, outra problemática inerente a esta situação é a grande divergência de opiniões, no que respeita à salvaguarda dos fósseis enquanto bens do património paleontológico. Facto que se constitui como um grande obstáculo para atingir um consenso na utilização e valorização dos fósseis enquanto ciência e património. Dentro desta temática levantam-se várias questões muitas vezes ideológicas: a preservação vs conservação, isto é, proteção destes bens independentemente do interesse utilitário e valor económico que possam conter vs o uso sustentável dos fósseis integrando a participação humana sempre com intuito de proteção; a propriedade pública vs privada dos fósseis que são encontrados e recolhidos; a comercialização dos fósseis, isto é, será que os fósseis podem ser vendidos? Se sim, quais são os fósseis passíveis de ser vendidos; e o “profissionalismo” aceitável dos paleontólogos, isto é, quais serão os meios que estes cientistas utilizam para obter os seus objetos de estudo. Nos dias de hoje, todas estas questões, já há muito colocadas, teimam em não encontrar soluções que sejam consensuais dentro do país e até mesmo a nível global.

4. IMPORTÂNCIA DO GEOPARK ARARIPE PARA A PRÁTICA DA GEOCONSERVAÇÃO

Uma estratégia de geoconservação deve integrar diversas etapas sequenciais (inventariação, caracterização, conservação, divulgação e monitorização de geossítios), de modo a permitir que todos os recursos (humanos, técnicos e financeiros) sejam utilizados com o máximo de eficácia (Brilha, 2005). Os geoparques podem contribuir para a implementação de uma efetiva estratégia de geoconservação, uma vez que a sua filosofia está centrada na promoção do desenvolvimento sustentável, de um dado território, baseado na conservação do património geológico. Ademais, um geoparque constitui um grande auxílio para a realização das três últimas etapas da estratégia de geoconservação. A disponibilização do conhecimento geocientífico (divulgação) pode promover, de alguma forma, a adoção de comportamentos e atitudes, tidas como essenciais para a utilização e gestão sustentável do património geológico (conservação e monitorização).

Segundo Besterman (1988), conservação de sítios paleontológicos difere marcadamente da noção tradicional de conservação. Por um lado entende que a conservação consiste no desenvolvimento de medidas que promovem a preservação de algo de modo a não ficar alterado (obras de arte, edifícios, sítios). Por outro lado, entende como uma forma de preservação para garantir a sobrevivência de algo, abordagem perfeitamente aplicada na conservação da natureza. A conservação de sítios paleontológicos não se enquadra totalmente nas nestas duas abordagens tradicionais da conservação, mas incorpora uma pouco das duas. Na primeira abordagem, a conservação dos sítios paleontológicos, enquadram-se nas atividades que mitigam a inevitável tendência para o desgaste das amostras, como também as ações que mais eficazmente previnem a perda ou danos das mesmas, nesta circunstância inclui-se o material paleontológico de museu e excecionalmente no campo. A segunda abordagem, corresponde à chamada de atenção para os impactos causados por uma pesquisa paleontológica, no equilíbrio de um habitat.

Além disso a conservação de um sítio paleontológico apresenta-se como uma forma de gestão equilibrada desse local, onde muitas vezes a preservação de um sítio ou espécime *in situ* pode não ser o melhor interesse para a ciência. Assim é necessário fazer uma abordagem integrada da conservação, isto é, ter em atenção a exploração do material fossilífero como também o seu posterior tratamento preventivo.

Besterman (1988) também propõe três questões importantes para estabelecer os requisitos específicos da conservação e gestão dos sítios paleontológicos: Quais os sítios que devem ser preservados? Quem são os utilizadores e as suas necessidades? Quais são as ameaças para os sítios?

Como vimos ao longo dos capítulos anteriores, no Geopark Araripe são vários os sítios paleontológicos que carecem de uma estratégia de conservação/gestão, e que devem ser preservados. Os geossítios, onde há ocorrência de fósseis, são abundantes e estão distribuídos em grande parte do território do geoparque. O foco de maior ocorrência de fósseis está junto das empresas mineradoras em atividade, onde é difícil controlar o destino do material fossilífero. Identificaram-se também os utilizadores destes geossítios e as suas diferentes expectativas. Não existe um grupo específico de interessados nos fósseis do Araripe, mas sim vários. Estes despertam a atenção de todos e muitas vezes são procurados pelo cidadão comum, desde os mais jovens até aos mais idosos; pelos paleontólogos amadores e também pelos paleontólogos profissionais. Outra parte dos utilizadores têm interesses comerciais, colocando o património paleontológico sob pressão, pois ficam à mercê de pessoas que valorizam os fósseis apenas pela parte económica. Este facto constitui uma das grandes ameaças, que têm afetado bastante o património paleontológico da região e do estado brasileiro. Ademais destacam-se as explorações de calcário fossilífero de onde advém uma considerável parte dos fósseis.

Ao conceito de gestão equilibrada dos sítios paleontológicos, é importante associar o reconhecimento do estatuto de interesse social dos fósseis. Reforçando-se aqui a ideia de que a educação é uma peça fundamental numa estratégia de desenvolvimento sustentável, particularmente numa estratégia de geoconservação. Com efeito, as práticas quotidianas de geoconservação protagonizadas pelos cidadãos só se efetivam se estes compreenderem o carácter excecional da fossilização e a relevância do registo fóssil, para a compreensão da história da vida na Terra e para o futuro do planeta (Henriques, 2007).

Os geoparques estão em condições privilegiadas para desempenhar o papel de promotores da educação em geociências, para o desenvolvimento sustentável, dirigida a todo o tipo de público. Estão construídos sobre estratégias integradoras dos diversos tipos de aspetos físicos, biológicos e culturais de uma região, e conseguem demonstrar a interdependência destes aspetos, conceito essencial para o paradigma da sustentabilidade (Brilha, 2009). No caso particular do Geopark Araripe, a paleontologia é um importante elo de ligação entre os diversos tipos de aspetos físicos, biológicos e culturais constituintes da estratégia de sustentabilidade do geoparque. Esta interrelaciona-se de

forma muito particular, com os aspetos culturais da região, designadamente a forte atividade de recolha de fósseis. Para a população da zona rural que nasceu e cresceu na presença dos fósseis, a existência de “peixes de pedra” está relacionada com o tempo do dilúvio, ou também como muitos dizem “ são coisas do demónio” que marcou figuras de animais na pedra. Por outro lado, também estabelece ligação entre os aspetos biológicos e geológicos; por exemplo, a explicação sobre existência de fósseis de peixes marinhos numa região semiárida, envolve a interpretação de conhecimentos da paleobiodiversidade e da biodiversidade atual da região.

4.1. Situação atual da geoconservação no Geopark Araripe

Tal como todos os outros geoparques, o Geopark Araripe foi criado com o intuito de promover o desenvolvimento sustentável dos municípios constituintes do seu território, com vista à melhoria das condições de vida dos habitantes. Na base da sua estratégia está a conservação do património geológico, em associação com os restantes elementos do património natural e cultural. A constituição deste geoparque também se deveu à necessidade de encontrar uma forma de contrariar a, já documentada depredação do património paleontológico do Araripe (Kellner, 2002; Viana e Neumann, 2002, Viana, 2002; Martill, 2011).

A preocupação para resolução deste problema já existia muito antes da criação do Geopark Araripe. Em 1988 foram inaugurados dois importantes museus paleontológicos na região, nomeadamente o Centro de Pesquisas Paleontológicas da Chapada do Araripe (no Crato) e o Museu de Paleontologia da URCA (em Santana do Cariri). Estes dois museus tinham por objetivo consciencializar a população local para a importância dos fósseis e oferecer apoio logístico aos muitos pesquisadores que procuram este património de inestimável valor científico. Apesar de não ter sido resolvido o problema do comércio de fósseis, estas iniciativas no âmbito educativo parecem ter causado algum efeito na população local. Para comprovar esta situação, destaca-se o caso específico do Museu de Paleontologia da URCA, que conta com uma das mais importantes coleções de fósseis da Bacia do Araripe, onde muitos dos exemplares foram doados pelos habitantes locais. Esta instituição é considerada como um dos principais locais de interesse científico e turístico do município e da região do Cariri, que conta com uma coleção de mais de 3000 fósseis (Geopark, 2010).

Desde 2006, que o Geopark Araripe tem procurado desenvolver várias possibilidades de atuação, como também tem promovido ações no âmbito da educação

ambiental (ver capítulo 2), para promover a conservação do património paleontológico da região, embora os resultados desejados sejam difíceis de obter a curto prazo. Esta situação pode estar relacionada com a falta de continuidade dos projetos educativos e envolvimento da comunidade local, em termos da consciencialização da importância da conservação do património geológico e paleontológico (Baci *et al.*, 2009).

A solução para eliminar a depredação do património paleontológico do Araripe não é simples, como vimos no capítulo 3, são múltiplos os fatores que a propiciam. Entre os vários fatores existem os de carácter intrínseco e outros de tão grande dimensão que não permitem a implantação de medidas que dependem apenas do Geopark Araripe, mas sim de várias instituições ao nível local, estadual e federal. Portanto, este grande desafio a ser superado, passa pelo aprofundamento da proposta do desenvolvimento sustentável do território, com base na educação e consciencialização da importância do património geológico e paleontológico.

4.2. Proposta de uma estratégia educativa para a geoconservação do património paleontológico do Geopark Araripe

Neste capítulo propõe-se uma estratégia educativa que é dirigida, não aos “fatores”, mas aos “atores” que participam nesta situação, isto é, as pessoas que de uma forma direta ou indireta podem influenciar a história dos fósseis do Geopark Araripe.

Na base desta estratégia são traçados três grandes objetivos: dar a conhecer o património paleontológico do Araripe; promover o sentimento de orgulho dos habitantes locais por estes fósseis e desincentivar o comércio ilegal do património paleontológico. Esta estratégia é constituída por várias ações educativas, com o intuito dos cidadãos desenvolverem competências, atitudes e valores necessários para possibilitar a prática da geoconservação do património paleontológico do Araripe, como também contribuir indiretamente para a melhoria das perspetivas sociais e económicas da região. Esta estratégia foi desenvolvida de forma a atingir o máximo da população do Geopark Araripe e tanto é aplicável no território, como noutras áreas fossilíferas do Brasil e de outros países.

A educação envolve a formação de indivíduos no ambiente escolar e fora dele. O acesso ao conhecimento pode ser variado e mediado por diferentes estratégias.

Distinguem-se três formas de educação: educação formal, que acontece num contexto oficialmente reconhecido (p.e. escolas e universidades); educação não formal, através de atividades organizadas fora do sistema de ensino formal (p.e. grupos de teatro,

clubes desportivos, aulas de música); e a educação informal que se refere às restantes aprendizagens não organizadas, como interação com a família, amigos, e todas as experiências pessoais ao longo da vida (Carvalho, 2010b). Assim, um geoparque contempla todo o tipo de ações educativas formais, não formais e informais.

No âmbito da educação formal, o Geopark Araripe é o destino ideal para escolas e universidades que promovem trabalho de campo na temática do património paleontológico. O seu território é um autêntico laboratório ao ar livre para a educação formal tradicional e para a pesquisa, em que os principais grupos-alvo são os alunos. Mas para isso o geoparque deverá estreitar a sua relação com as escolas e professores, através de atividades educativas conjuntas e ações de formação profissional. Por outro lado, o contato com o património geológico, em ambientes informais de aprendizagem e de divulgação científica, promove a preocupação dos cidadãos para a preservação desse património (Sousa *et al.*, 2010). Cabe ao Geopark Araripe a importante tarefa de partilhar o conhecimento científico, histórico e cultural com os visitantes de todas as idades.

A promoção do geoturismo no Geopark Araripe também pode ser uma alternativa para fomentar a prática da geoconservação do património paleontológico, uma vez que sustenta e incrementa a identidade de um território, considerando a sua geologia, ambiente, cultura, valores estéticos, património e o bem-estar dos seus residentes (Declaração de Arouca, 2011). Nesta região com baixos níveis socioeconómicos e educativos, o desenvolvimento do geoturismo ligado à educação informal pode constituir um fator importante para o crescimento económico e cultural. Esta associação (geoturismo e educação) estimula o orgulho e sentimento de pertença da população em relação aos fósseis.

4.2.1 Ações educativas formais

Foram identificados vários geossítios de valor educativo no Geopark Araripe, o que constitui um importante contributo para o ensino da geologia e paleontologia.

Apesar de, muitas vezes, os professores se sentirem inseguros no que diz respeito à organização de aulas de campo, os geoparques podem ajudar nesta importante tarefa. O desenvolvimento de estratégias de promoção educativa recorrendo ao património geológico da região, com a disponibilização de guias devidamente treinados e de recursos educativos apropriados, tem-se revelado como um fator essencial para incentivar os professores a promoverem aulas de campo com os seus alunos, de diversos graus de ensino, particularmente pré-universitário (Brilha, 2009).

Desta forma, as ações de âmbito formal têm como finalidade difundir o conhecimento, sobre o património paleontológico do Araripe e a importância da prática da geoconservação, pela comunidade escolar e dar novas ferramentas educativas aos professores. Propomos assim, um curso de formação para os professores que lecionam no nível de ensino secundário (no Brasil, ensino médio), com a duração de 7 horas por dia. Está dividido em duas partes: uma teórica, onde será feita uma abordagem teórica, do património paleontológico do Geopark Araripe e da geoconservação; e uma prática, onde são propostas saídas de campo, para proporcionar aos professores uma forma mais estimulante de dar a conhecer aos seus alunos o Geopark Araripe e o seu património paleontológico. Este curso de formação obriga a alguns pré-requisitos por parte dos professores, nomeadamente possuírem conhecimentos básicos de geologia, em particular sobre tempo geológico, dinâmica sedimentar, estratigrafia e paleontologia. No caso de os professores não terem estas noções elementares, será necessário que o curso aqui proposto seja antecedido de outro sobre introdução à geologia. Na tabela 2.8, apresenta-se a lista dos assuntos a abordar (os respetivos conteúdos encontram-se em anexo).

Lista de conteúdos para o curso de formação

1. Geoparques

- 1.1. O que é um geoparque?
 - 1.2. A Rede Global de Geoparques (GGN)
 - 1.3. Quais os membros da GGN?
-

2. Património geológico e geoconservação

- 2.1. Geodiversidade
 - 2.2. Conceitos de geossítio e de património geológico
 - 2.3. O que é a geoconservação?
 - 2.4. A geoconservação e as políticas ambientais
-

3. Geoparque Araripe

- 3.1. Onde se localiza e como se pode chegar ao Geopark Araripe?
 - 3.2. Qual foi o motivo da sua criação?
 - 3.3. Quais são os geossítios do Geopark Araripe e onde estão situados?
 - 3.4. Outros tipos de património no Geoparque Araripe: biológico, cultural material e imaterial e arqueológico
-

Lista de conteúdos para o curso de formação

4. Importância dos fósseis do Araripe para a reconstituição da história da Terra
 - 4.1. Noção de tempo geológico
 - 4.2. A Bacia Sedimentar do Araripe e o tempo geológico
 - 4.3. Como se formou da Bacia Sedimentar do Araripe?
 - 4.4. Quais as principais formações geológicas onde ocorrem os fósseis da Bacia do Araripe: Formação Missão Velha e Formação Santana
-

5. Os fósseis do Araripe

- 5.1. O que é a paleontologia?
 - 5.2. O que são fósseis e qual a sua importância?
 - 5.3. Quais são os diferentes processos de fossilização?
 - 5.3.1. Moldagem
 - 5.3.2. Mineralização
 - 5.3.3. Incarbonização ou carbonificação
 - 5.3.4. Incrustação
 - 5.3.5. Processos que permitiram o excelente estado de preservação dos fósseis da Formação Santana: Concreções calcárias e fosfatização
 - 5.4. Porque é que os fósseis da formação Santana são considerados *fossil-lagerstätten*?
-

6. Como pode conhecer e dar a conhecer os fósseis do Araripe

- 6.1. Existe algum museu no Geopark Araripe?
 - 6.2. Quais os geossítios que deve visitar, para conhecer melhor o património paleontológico do Geopark Araripe?
 - 6.3. Propostas de atividades educativas a desenvolver com alunos nos geossítios Cachoeira de Missão Velha, Floresta Petrificada, Parque dos Pterossauros e Pedra Cariri
-

7. Recomendações e informações úteis

Tabela 2.8. Lista dos assuntos que serão abordados no curso de formação de professores.

4.2.2. Ações educativas informais

A educação informal do público em geral é um aspeto muito relevante na perspetiva da sustentabilidade de um geoparque. As suas iniciativas educativas têm de ser valorizadas e reconhecidas. O entendimento dos conceitos da conservação do património natural e cultural e o respeito à identidade regional são essenciais para um padrão de

desenvolvimento diferenciado, como propõe a definição de geoparques (Baci *et al.*, 2009).

Neste sentido, são propostas várias ações educativas de carácter informal, dirigidas ao público em geral, nomeadamente a população local (jovens e adultos), os trabalhadores das mineradoras e os turistas. Estas ações foram elaboradas, principalmente, tendo em conta as características socioeconómicas da população local, mas também o desenvolvimento turístico sustentável.

De seguida será feita uma descrição das várias ações educativas propostas, estando identificado em cada uma delas o público-alvo e os seus objetivos específicos.

4.2.2.1. Exposição itinerante dos fósseis do Araripe

Público-alvo: Público em geral.

Objetivo: Dar a conhecer o património paleontológico do Araripe.

Descrição: Esta ação consiste na organização de uma exposição itinerante que deverá percorrer os seis municípios que integram o Geopark Araripe. A instalação da exposição deve ser num local acessível, um centro cultural, um museu, etc. A exposição deverá exibir um conjunto diversificado de amostras de fósseis, ilustrativas do vasto património paleontológico do Geopark Araripe. As amostras devem estar devidamente identificadas, isto é com nome comum e científico do espécime, o nome da formação geológica e a sua proveniência. Esta exposição deve ser acompanhada de materiais informativos e explicativos, nomeadamente representações esquemáticas sobre o paleoambiente que existia na região e sobre os diversos organismos que estão hoje representados pelos fósseis. Igualmente, deve apelar à necessidade da proteção dos fósseis dado o seu elevado valor científico, raridade e excecional estado de conservação.

Um desafio ainda maior para o Geopark Araripe será levar esta exposição para fora do seu território. O geoparque poderia contactar com outros geoparques, museus e até mesmo escolas nacionais. Seria uma boa forma do geoparque divulgar o seu património paleontológico e até mesmo vir a ser um suplemento económico, através da obtenção de uma taxa pelo tempo de concessão da exposição.

4.2.1.2. Concurso: O fóssil do ano

Público-alvo: População local, em particular os trabalhadores das mineradoras.

Objetivo: Galardoar os cidadãos residentes no território do Geopark Araripe, que doam fósseis. A finalidade é contribuir para o resgate de mais e melhores fósseis e sensibilizar os participantes para a importância do património paleontológico da região.

Descrição: Este concurso será promovido pelo Geopark Araripe, com o apoio do Museu de Paleontologia da URCA e do DNPM. O respetivo Regulamento do Concurso, a ficha de inscrição e o certificado de participação encontram-se em anexo.

4.2.2.3. Fóssil Quiz

Público-alvo: população local.

Objetivo: Divulgar informações sobre o património paleontológico do Araripe.

Descrição: Esta ação consiste em colocar várias questões, sobre o património paleontológico do Araripe, no *website* do geoparque. Todos os meses serão elaboradas questões diferentes, onde qualquer pessoa pode responder. Apesar das respostas às perguntas exigirem algum conhecimento acerca do tema, estas são facilmente encontradas com uma breve pesquisa na internet. Propõe-se que esta atividade seja promovida pelo Geopark Araripe, através do seu *website*, como também pela rádio, uma vez as pessoas locais ainda mantêm o hábito de ouvir rádio com alguma frequência. A pessoa que responder corretamente e mais rápido, no *website*, pode habilitar-se ganhar, p.e. uma réplica de um fóssil ou uma T-shirt do geoparque. Na figura 4.1. apresenta o exemplo de duas possíveis perguntas que se podem fazer no Fóssil Quiz.

Fóssil Quiz

Qual é a idade da libélula do logotipo do Museu de Paleontologia da URCA?

R* 100 milhões de anos

A que ordem pertence esta libélula?

R* Odonoptera



Cordulagomphus fenestratus

Figura 4.1. Exemplo de possíveis perguntas para o “Fóssil Quiz”.

4.2.2.4. Ser paleontólogo por dois dias

Público-alvo: Público em geral.

Objetivo: Com esta iniciativa pretende-se convidar o participante a vivenciar a experiência de ser paleontólogo e promover o contacto do geoparque com as mineradoras locais.

Descrição: Esta é uma experiência para qualquer candidato a paleontólogo amador. Depois de uma breve apresentação sobre o património paleontológico do Araripe, o participante é convidado a recolher fósseis nas lajes calcárias, extraídas nas explorações da chamada “Pedra Cariri”, como também a proceder a uma primeira seleção e tratamento dos exemplares recolhidos.

O programa desta atividade está distribuído por dois dias, contudo pode ser dada oportunidade de participar apenas no primeiro dia. Propõe-se então, a seguinte metodologia:

1º Dia – A recolha dos fósseis

1. Apresentação

Fazer uma breve apresentação sobre o património paleontológico do Araripe, destacando a importância da exploração da “Pedra Cariri” para a descoberta de fósseis. Explicar que a exploração tem lugar nas camadas rochosas basais da Formação Santana, isto é, nos calcários laminados do Membro Crato (Cretácico Inferior). Além disso evidenciar que este membro é um dos depósitos fossilíferos mais ricos do Brasil, onde se pode encontrar uma grande diversidade organismos fósseis, vegetais, insetos, aracnídeos, peixes (sobretudo *Dastilbe* e *Cladocyclus*), anuros, tartarugas, pterossauros (p.e. *Tapejara imperator*, *Brasileodactylus araripensis*) e penas.

2. Aquisição do *kit* de paleontólogo

Primeiro devem ser esclarecidas todas as regras que os participantes devem seguir, para assegurar a que a atividade decorra da melhor forma (o regulamento de conduta está em anexo). Depois deve-se disponibilizar equipamento de paleontólogo (martelo de bico chato, pincel, lupa, talhadeira e papel para embrulhar as amostras) e fazer uma breve explicação do material que vai ser utilizado.

3. Atividade nas mineradoras

Os participantes são convidados a fazer o resgate dos fósseis que estão nos “rejeitos” resultantes da atividade das mineradoras da “Pedra Cariri”. Durante a recolha dos fósseis, os participantes estarão sempre sob a orientação de pelo menos um trabalhador da mineradora.

4. Museu de Paleontologia da URCA

No final da atividade, os participantes são convidados a conhecer a coleção de fósseis do Museu de Paleontologia da URCA, local onde serão depositadas as amostras recolhidas durante o dia.

2º Dia – Análise dos fósseis

1. Seleção e preparação dos exemplares

Após a seleção das amostras recolhidas no dia anterior, segue-se a fase mais cuidadosa de todo o trabalho. Dependendo do estado em que material se encontra, serão facultadas técnicas de preparação mecânica e limpeza das amostras. Para tal efeito sugere-se o uso de alguns materiais, nomeadamente, um vibrogravador de percussão elétrica regulável, pinceis de cerdas longas. No final de todo este processo as amostras serão acondicionadas no laboratório do museu. Numa fase posterior, estas amostras poderão ser colocadas na exposição do próprio museu, como também poderão ser aproveitadas para outras exposições, por exemplo nas exposições propostas na ação “Exposição itinerante dos fósseis do Araripe”.

4.2.2.5. Expedições paleontológicas com estudantes

Público-alvo: trabalhadores das mineradoras e estudantes do ensino secundário (no Brasil ensino médio).

Objetivo: Esta ação educativa pretende que os alunos vivenciem as atividades de colheita e preparação de fósseis, assim como promover o contacto do geoparque com as mineradoras locais.

Descrição:

Os estudantes (máximo 10 de cada vez) do ensino secundário de diferentes escolas da região são convidados a participar numa semana de recolha de fósseis. Durante o período de férias escolares, os jovens estudantes efetuarão trabalhos de recolha de fósseis nas lajes calcárias extraídas nas mineradoras da região. Farão também a primeira seleção e tratamento dos exemplares recolhidos, sempre sob a orientação de um professor ou responsável pela atividade. Nesta iniciativa serão feitos todos os procedimentos possíveis para simular uma expedição científica, onde a ordem de trabalhos terá que ser meticulosamente seguida.

1. Trabalho de Campo

O trabalho de campo consiste em procurar e recolher fósseis. O grupo de estudantes vai até às mineradoras da “Pedra Cariri” e recolhe os fósseis, sendo sempre orientados por um trabalhador da mineradora e por um responsável da atividade. Todas as informações acerca do local devem ficar devidamente documentadas; o estudante regista e fotografa o local onde foi encontrado o fóssil e se possível deve usar um GPS para determinar as coordenadas geográficas do local. Além disso, deve preparar o material para o transporte até ao laboratório de paleontologia do Museu de Paleontologia da URCA. Para esta atividade será disponibilizada uma variedade de materiais de campo: martelo de bico chato, pincel, lupa, talhadeira, réguas e fitas métricas, cola para fixar, papel para embrulhar as amostras, caderneta de campo, lápis e borracha.

2. Trabalho de Laboratório

Com o material no laboratório, a limpeza das amostras será feita lentamente e com mais cuidado do que em campo. Posteriormente faz-se o registo fotográfico das amostras. Neste mesmo local será feita a produção de réplicas de alguns exemplares de fósseis. Esta atividade pode abranger várias etapas, desde o fabrico de moldes de silicone; produção das réplicas em gesso e pintura das mesmas.

4.2.2.6. *Empresa amiga do fóssil*

Público-alvo: Empresas de mineração.

Objetivo: Criar uma parceria entre o geoparque e as empresas de mineração de forma a promover a conservação dos fósseis. Além disso, iniciativa que tem como finalidade o reconhecimento do compromisso de cooperação entre as empresas e geoparque, no resgate dos fósseis.

Descrição: Propõe-se a atribuição de um selo “empresa amiga do fóssil”, para as empresas que colaboram com as atividades desenvolvidas pelo geoparque e que entregam fósseis que vão sendo encontrados durante a atividade extrativa.

O geoparque deverá chegar junto das empresas mineradoras e propor um protocolo de colaboração, para desenvolver as suas atividades no âmbito da conservação dos fósseis. Por exemplo, as atividades como “Ser paleontólogo por dois dias” e as “Expedições paleontológicas com estudantes”, entre outras que poderão vir a ser desenvolvidas. Além disso propor também a entrega de fósseis que vão surgindo durante a atividade de exploração. Para isso será importante formar uma equipa de pessoas que fique responsável pela recolha mensal de fósseis, junto das mineradoras. Esta atividade deve decorrer em estreita relação com o DNPM.

-Importância do Geopark Araripe para a prática da geoconservação -

Com esta colaboração a empresa pode ganhar maior visibilidade na região, através do geoparque e ser reconhecida como um bom exemplo a seguir para a salvaguarda do património paleontológico.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De entre os vários tipos de património geológico do Geopark Araripe, o paleontológico é dos que mais se encontra sujeito a pressões antrópicas, que podem contribuir para a sua perda irreparável. A realização desta dissertação permitiu confirmar que o património paleontológico da Bacia do Araripe está sob diversas ameaças, entre as quais o comércio de fósseis.

Os fatores que materializam estas ameaças são vários e estão interligados. Esta relação é suportada pela lei da “oferta” e da “procura”, que tem como resultado o comércio ilegal de fósseis, um dos grandes problemas que afeta toda a região próxima da bacia do Araripe. A partir da década de 70 do século XX, quando a pesquisa científica começou a destacar a alta diversidade e qualidade do registo paleontológico do Araripe, verificou-se um incremento do comércio ilegal dos fósseis, assim como a saída irregular de fósseis do país. Atualmente, esta prática ainda persiste, mas de uma forma comedida, o que constitui uma situação igualmente alarmante. Apesar do aumento de condicionantes legais e das políticas de fiscalização, verifica-se a existência de uma “procura” de qualidade e não quantidade, isto é, a procura pelos fósseis é menos intensa, mas ao mesmo tempo mais exigente na medida em que os fósseis mais raros, e à partida com maior interesse científico, continuam a sair da região e até mesmo do território brasileiro.

Mediante a magnitude dos vários fatores, que afetam diretamente a conservação do património paleontológico do Geopark Araripe definimos que o campo de atuação do geoparque deverá ter como alvo os “atores” intervenientes nesta situação. Assim propõe-se uma estratégia de conservação que é dirigida, não aos fatores, mas aos atores que participam nesta situação, isto é, as pessoas que de uma forma direta ou indireta podem influenciar a história dos fósseis do Geopark Araripe. Para perceber melhor o porquê da existência deste problema, foi necessário identificar quais os atores intervenientes nesta situação e quais as suas características socioeconómicas, culturais e educativas.

O Geopark Araripe está inserido numa região economicamente desfavorecida, onde a população enfrenta vários problemas de ordem social e educativa. Como consequência, esta população apresenta um baixo reconhecimento da importância do património paleontológico local. Este facto está na base das razões que levam à existência de uma “oferta” de fósseis que alimenta este comércio ilegal, obviamente complementado pela vasta ocorrência deste material na região e a deficiente fiscalização e controlo por parte do poder público. Por outro lado, a “procura” pelos fósseis é sustentada por pessoas

que valorizam os fósseis pela sua importância científica e até mesmo pela sua beleza, fatores que aumentam ainda mais a valorização econômica deste patrimônio. Será que haveria tanto interesse nestes fósseis, se a quantidade e diversidade de fósseis e a sua qualidade de preservação não fosse excepcional?

Não há dúvida que as condições sociais e culturais têm uma importância decisiva para a conservação do patrimônio paleontológico, pelo que a solução para acabar com perda de fósseis na região exige uma combinação de esforços da administração, a níveis federal, estadual e municipal. Apesar da complexidade deste problema, reconhece-se que o Geopark Araripe pode desempenhar um papel inegavelmente importante, mas por si só, não tem capacidade para evitar o descaminho dos fósseis no seu território.

A curto prazo, o incremento da fiscalização e a aplicação das leis vigentes no país, ambos fora das competências do Geopark Araripe, poderia dar um importante sinal aos compradores que incentivam a colheita descontrolada de fósseis junto de uma população pouco esclarecida. É sobre os compradores que as medidas fiscalizadoras e repressivas deveriam ser mais incisivas. A redução do número de compradores certamente que conduz a uma diminuição da colheita de fósseis, desincentivando deste modo, o comércio ilegal de patrimônio paleontológico.

No que respeita às competências do geoparque, considera-se que este deverá assumir um papel de relevância no processo educativo da sociedade, com maior incidência a nível local e regional. Ao geoparque, é atribuída a responsabilidade de aumentar a consciencialização para a importância do patrimônio paleontológico, de modo contínuo e persistente.

Como foi evidenciado ao longo trabalho, o desconhecimento e a desvalorização da população local, em relação ao patrimônio paleontológico, dificultam a prática da geoconservação no território do geoparque. Assim, com este trabalho propomos a implementação de atividades educativas, formais e informais, que possam contribuir para a mudança deste paradigma, assumindo que esta é uma peça fundamental para garantir a conservação, a longo prazo, deste patrimônio.

Apesar de ser necessário encontrar uma rápida e definitiva solução para a conservação do patrimônio paleontológico do Araripe, destaca-se que uma estratégia educativa, como esta aqui proposta, não irá produzir resultados a curto prazo. Tendo em conta a dimensão e variedade dos fatores que propiciam a depredação do patrimônio paleontológico, as ações educativas concebidas para o Geopark Araripe são um pequeno contributo para o combate ao comércio ilegal dos fósseis. Estas ações são aparentemente

simples, mas constituem um grande desafio, tendo em conta as características socioeconómicas e culturais da região.

Como se pretende chegar ao máximo de população possível, propomos a realização de uma ação de formação para professores do ensino pré-universitário, uma vez que estes estão em contato com um vasto número de jovens, o que potencia um efeito multiplicador da mensagem. São também propostas iniciativas, que se enquadram no âmbito da educação informal, que visam a sensibilização de vários setores da sociedade, desde empresários, trabalhadores da indústria mineira, potenciais compradores de fósseis e população em geral. Atendendo a que a maioria destas ações implica medidas de forte controlo e fiscalização, apela-se a uma parceria bem estruturada entre o geoparque e o DNPM. Este deverá ser encarado como um colaborador e não como um repressor de comportamentos para com as pessoas que estão envolvidas nestas ações.

Os geoparques não têm como função o desenvolvimento de ações repressoras ou de fiscalização sobre o território. Devem antes trabalhar com as populações e compreender as razões que levam a um determinado comportamento, de forma a melhor delinear estratégias que promovam a quebra dos interesses que, no caso do Araripe, contribuem para a delapidação do património paleontológico brasileiro. O Geopark Araripe e os seus parceiros estão em condições privilegiadas para desempenhar o papel de promotores da educação em Geociências e de estratégias de geoconservação, colaborando de forma eficiente para o desenvolvimento sustentável da região.

BIBLIOGRAFIA

- Abaide, J.P. (2002). Regime Jurídico dos Fósseis Vegetais: instrumentos de utilização e técnicas de proteção. 1ªEd., Curitiba: Juará, 232p.
- Abaide, J.P. (2009). Fósseis. Riqueza do Subsolo ou Bem Ambiental?. 2ª Ed., Curitiba: Juruá, 348p.
- Alves, C.C.E.; Siebra, F.S.F.; Bezerra, L.M.A.; Oliveira, M.L.T. (2010). Geopark Araripe: um estudo geoturístico e ambiental no geotopo granito, Ceará/Brasil. VI Seminário Latino-americano de Geografia Física / II Seminário Ibero-americano de Geografia Física Universidade de Coimbra.
- Arai, M.; Coimbra, J.C. & Silva Teles, J.R.A.C. (1997). Síntese bioestratigráfica da Bacia do Araripe (Nordeste do Brasil). In: 2º Simpósio da Bacia do Araripe, Bacias interiores do Nordeste. Resumo das Comunicações, 21p.
- Assine, M. L. (1990). Sedimentação e tectônica da Bacia do Araripe (Nordeste do Brasil). Tese de Mestrado, Universidade Paulista, Rio Claro, 124p.
- Assine, M. L. (1992). Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Geociências 22 (3): 289-300p.
- Assine, M.L. (2007). Bacia do Araripe. Boletim. Geoci. Petrobras, Rio de Janeiro, 15 (2): 371-389p.
- Bacci, D. de La C.; Piranha J. M.; Boggiani, P.C.; Lama, E.A. ;Teixeira, W. (2009). Geoparque: estratégia de geoconservação e projetos educacionais. Revista do Instituto de Geociências da USP. Publicação especial. São Paulo. V.5, p. 7-15.
- Bantim, J. O. & Saraiva, A. F. (2011). Formação Romualdo, um milagre paleontológico. DVD. URCA e Bantim Produções, Crato (CE).
- Barreto, A.M.F.; Bernardes-De-Oliveira, M.E.C.; Dilcher, D.; Mandarim –De-Lacerda, A.F. & Viana M.S.S. (2000). Early cretaceous monocarpelar fruit of the Crato Member, Sanatana Formation, Araripe Basin, Northeastern Brazil. Revista Geociências Guarulhos, v. (nºespecial): 121-124p.
- Besterman (1988). The use and conservation of palaeontological sites. The paleontological association. London, Crowther P.R. & Wimbledon W. A. Editrs 199p.
- Beurlen, K. (1971). As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v.43, 411-414 p.

-Bibliografia-

- Bezerra, R.C.L.; Gonçalves, M.I.P.C.; Melo, J.P.P.; Galvão, M.N.C.; Silva, C.T.R.; Feitosa, J.R.M. (2011). Educação Ambiental, Edição para Professores e Gestores. Governo do Estado do Ceará, URCA e Geopark Araripe, 146p.
- Braun, O. P. G. (1966). Estratigrafia dos sedimentos da parte interior da Região Nordeste do Brasil (bacias de Tucano-Jatobá, Mirandiba e Araripe). Rio de Janeiro: Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia, 75 p. (DPNM. DGM. Boletim, 236).
- Brilha, J. (2005). Patrimônio Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica. Braga: Palimage Editores, 190 p.
- Brilha, J. (2009). A Importância dos Geoparques no Ensino e Divulgação das Geociências. Revista do Instituto de Geociências da USP. Publicação especial. São Paulo. São Paulo, v. 5, 27-33p.
- Brilha, J. (2011). A geoconservação e a educação para a sustentabilidade. XVIII Jornadas Pedagógicas de Educação Ambiental da ASPEA "Paisagens Educativas ". [online]. [Consult. Julho de 2012]. Disponível em: <http://www.aspea.org/>.
- Brito, P.M. (1992). Nouvelles donnés sur l'anatomie et al position systématique de *Tribodus limae*, Brito & Ferreira, 1989 (Chondrichthyes, Elasmobranchii) du Crétacé Inférieur de la Chapada do Araripe (N-E Brésil). *Geobios*,14:143-150p.
- Brito Neves, B. B.; Santos, E. J.; Van Scumus, W,R.(2000). Tectonic history of the Borborema Province Northeastern Brazil. In: Cordai, U.G.; Milani, E.J.; Thomaz Filho, A.; Campos, D. A. (Ed. Tectonic Evolution of South America). International Geological Congress, Rio de Janeiro. [s.n.], 151-182p.
- Cabral, N.R.A.J. & Mota, T.L.NG. (2010). Conservação em Áreas Protegidas: o Caso do Geopark Araripe - CE. *Brazilian Journal of Nature Conservation*, 8 (2): 184-186p.
- Cachão, M. & Silva, C. M. (2004). Introdução ao Patrimônio Paleontológico Português: definições e critérios de classificação. Associação portuguesa de geólogos, *Geonovas* nº 18, 13-19 p.
- Campos, D. A.; Ligabue, G. & Taque, P. (1984). Wing membrane and wing supporting fibers of a flying reptile from the Lower Cretaceous of the Chapada do Araripe (Aptian, Ceará State,Brazil). *Third Symp. Mesoz. Terrestr. Ecosystems, Short Papers*: 37-39p.
- Campos, d.a. & Kellner, A. W. A. (1985). Panorama of the flying reptiles study in Brazil and South America. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 57, n. 4, 453-466 p.

-Bibliografia-

- Campos, H.B.N. (2011). Arcossauros da Bacia do Araripe: uma revisão. *Revista Electrónica do Laboratório de Arqueologia e Paleontologia da UEPB, Campina Grande*, 1, 85-103p.
- Carvalho, I.S. (1993). Aspectos Legais da Comercialização de fósseis e sua influência na pesquisa e no ensino da paleontologia no Brasil. *Cadernos IG/UNICAMP v.3, n1*.
- Carvalho, M.S.S. & Santos, M. E. C. M. (2005). Histórico das Pesquisas Paleontológicas na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências* 28 (1), 15-34p.
- Carvalho, I.S. (2010a). *Paleontologia, conceitos e métodos. 3ªedição Vol.1* editora Interciência Rio de Janeiro.
- Carvalho, A.P. (2010b). Educação Não Formal e Informal no IEC. [online]. [Consult. Agosto de 2012]. Disponível em: http://www.cnedu.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=364:educacao-nao-formal-e-informal-no-iec&catid=42:noticias-e-cne&lang=en&Itemid.
- Chagas, D. B. (2006). Litoestratigrafia da Bacia do Araripe: reavaliação e propostas para revisão. Tese de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro 112 p.
- Coimbra, J. C.; Arai, M.; Carreño, A. L. (2002). Biostratigraphy of Lower Cretaceous microfossils from the Araripe basin, northeastern Brazil. *Geobios, Paris*, v. 35, n. 6, 687-698p.
- Consortio Ambientau/IBI TUPI (2009a). Estudos técnico-científicos, Caracterização Geoambiental. Levantamento de dados e estudos técnico-científicos dos geotopes do Geopark Araripe, Relatório fase II, Secretaria das Cidades, Fortaleza, 157p.
- Consortio Ambientau/IBI TUPI (2009b). Estudos técnico científicos, Caracterização Histórico Cultural. Levantamento de dados e estudos técnico-científicos dos geotopes do Geopark Araripe, Relatório fase II, Secretaria das Cidades, Fortaleza, 90p.
- Consortio Ambientau/IBI TUPI (2009c). Estudos técnico-científicos, Levantamento da Fauna e Flora Nativas. Levantamento de dados e estudos técnico-científicos dos geotopes do Geopark Araripe, Relatório fase I, Secretaria das Cidades, Fortaleza, 216p.
- Declaração de Arouca (2011). Declaração de Arouca. Arouca (Arouca Geopark, Portugal). [online]. [Consult. Julho de 2011]. Disponível em: <http://www.geoparquearouca.com/geotourism2011/>.
- DPPBRASIL (2012). Documento de Programa do País para a República Federativa do Brasil 2012-2015. Programa do País e assuntos relacionados, aprovado em 2 Fevereiro

-Bibliografia-

2012. [online]. [Consult. Março de 2012]. Disponível em: <http://metododirecto.pt/CNG2010/index.php/vol/issue/view/19>.
- Dresh, R.F.V. (2006). Breves apontamentos sobre a proteção legal ao Patrimônio Paleontológico. *Paleontologia em Destaque, Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Paleontologia*. Ano 21, n. 56, 12-13p.
- Fara, E.; Saraiva, A.A.F.; Campos, D.A.; Moreira, J.K.R.; Siebra, D. C.; Kellner, A.W.A. (2005). Controlled excavations in the Romualdo Member of the Santana Formation (Early Cretaceous, Araripe Basin, northeastern Brazil): stratigraphic, palaeoenvironmental and palaeoecological implications. *Elsevier, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 218: 145– 160p.
- Farina, M. (1974). Sequência plumbífera do Araripe-mineralização sulfetada no Cretácico sedimentar brasileiro. Congresso Brasileiro, 28., Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia, v.6, 61-77 p.
- Fraga, I. (2009). Gigante do sertão, Exposição apresenta a primeira reconstrução de dinossauro carnívoro de grande porte feita no país (arte: Maurílio Oliveira / Museu Nacional - UFRJ), *Ciência Hoje*. [online]. [Consult. Janeiro de 2011]. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/arqueologia-e-paleontologia/gigante-do-sertao>.
- Garcia, A.J.V.; Wilbert, A. (1995). Paleogeographic evolution of Mesozoic pre-rift sequences in coastal and interior basins of northeastern Brazil. In: Embry, A. F.; Beauchamps, B.; Glass, D. J. (Ed.) *Pangea: global environments and resources*. Calgary: Canadian Society of Petroleum Geologists, 17, 123-130p.
- Geopark Araripe (2010). Relatório Técnico Financeiro 2006-2010, Crato: Ceará, 127p. (relatório interno)
- Hashimoto, A. T.; Appi, C. J.; Soldan, A. L.; Cerqueira, J. R. (1987). O neo-Alagoas nas bacias do Ceará, Araripe e Potiguar (Brasil): caracterização estratigráfica e paleoambiental. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 17, n. 2, 118-122p.
- Henriques, M.H.P. (2007). *Paleontologia- uma ponte entre as geociências e a sociedade*. Paleontologia: Cenários de Vida, ISBN 978-85-7193-185-5-Editora Interciência, 41-49p.
- Herzog, A.; Sales, A.; Hilmer, G. (2008). *The UNESCO Araripe Geopark: a short history of evolution of life, rocks and continents*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 80p.
- ISC (2012). *International Stratigraphic Chart*. [online]. [Consult. Outubro de 2012]. Disponível em: www.stratigraphy.org/.

- Kellner, A.W.A (1990). Bacia do Araripe- Uma viagem ao Passado. In: Monografias Vencedoras Concurso Planeta Terra, O Mundo Deu Muitas Voltas. IBM do Brasil, 35-51p.
- Kellner, A.W.A (1996a). Fossilised theropod soft tissue. *Nature*, 379:32p.
- Kellner, A.W.A (1996b). Reinterpretation of a remarkably well preserved pterosaur soft tissue from the Early Cretaceous of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 16(4): 718-722p.
- Kellner, A.W.A & Campos, D.A. (1998). Archosaur soft tissue from Cretaceous of the Araripe Basin northeastern Brazil. *Bol.Mus.Nac.*, 42, 1-22p.
- Kellner, A.W.A. & Tomida, Y. (2000). Description of a new species of Anhangueridae (Pterodactyloidea) with comments on the pterosaur fauna from the Santana Formation (Aptian-Albian) northeastern Brazil. *National Science Museum Monogr.* 17,1-135p.
- Kellner, A.W.A. (2002). Membro Romulado da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE- Um dos mais importantes depósitos fossilíferos do Cretácico brasileiro. Schobbenhaus, C.; Campos, D. A.; Queiroz, E.T.; Winge, M.; Berbert-Bom, M., Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil. Brasília, DNPN, 121-130p.
- Lima, F.F.; J.R M. Feitosa; Santos, F.; Pereira, S.M.; Saraiva, A.A.F.; Benedikt, T.R.; Melo J.P.P.; Freitas, F.I. (em publicação). Geopark Araripe: Histórias da Terra, do Meio Ambiente e da Cultura. Governo do Estado do Ceará Secretaria das Cidades, Projeto cidades do ceará cariri central, 160p.
- Lima, M.R. (1978a). Palinologia da Formação Santana (Cretácico do Nordeste do Brasil). Inst. Geociências, Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado.
- Lima, M.R. (1978b). O paleoambiente deposicional da Formação Santana (grupo Araripe) segundo evidências palinológicas. In: Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia, Recife (PE), 2: 970-974p.
- Lima, M. R. (1979a). Considerações sobre a subdivisão estratigráfica da Formação Santana. Cretáceo do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 9, n. 2, 116-121 p.
- Lima, M.R. (1979b). Paleontologia da Formação Santana (Cretáceo do Nordeste do Brasil):Estágio Atual de Conhecimentos. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 51(3): 545-556p.
- Lima, F.F. (2008). Proposta Metodológica para a Inventariação do Património Geológico Brasileiro. Tese de Mestrado em Património Geológico e Geoconservação, Universidade do Minho, 103p.

-Bibliografia-

- Lima, F.F. (2011). Estratégia de Geoconservação, Relatório final. Secretaria das Cidades/Geopark Araripe, Crato, Ceará 65p. (relatório interno).
- Limaverde, R. (2006). Os registros rupestres da Chapada do Araripe, Ceará-Brasil. Dissertação no Programa de Pós-graduação em Arqueologia e Preservação do Patrimônio. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 356p.
- Mabesoone, J.M. & Tinoco, I.M. (1973). Paleogeology of Aptin Santana Formation (Northeastern Brazil). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleaeology*, Amsterdam, v.14, n.2, 87-118p.
- Maisey, J.G. (1991). Coelacanth from the lower cretaceous of Brazil. *American Museum Novitates*, New York, nº 2866, 1-30p.
- Maisey, J.G. (1994). Predador-prey relationships and the trophic level reconstitution in a fossil fish community. *Environmental Biology of Fishes*. 40: 1-22p.
- Maisey, J.G.; Campos, D.A; Kellner, A.W.A. (1999). A new specimen of Obaichthys (Iepisosteidae) from the Roamualdo Member (Albian), Santana Formation, Northeast Brazil. XVI Congresso Brasileiro de Paleontologia, Boletim de Resumos. URCA, Crato, 62-63 p.
- Maisey, J.G.(2000). Continental break up and the distribution of fishes of Western Gondwana during the Early Cretaceous. *Cretac. Res.* 21, 281–314p.
- Martill, D.M. (1988). Preservation of fish in the Cretaceous Santana Formation of Brazil. *Palaeontology*, vol.31 Part.1 1-18pp.
- Martill, D.M. (1989). The Medusa effect: instantaneous fossilization. *Geology Today*, 201-205p.
- Martill, D.M. (1993). Fossils of Santana and Crato Formations, Brazil. *The Paleontological Association, London Field Guides to fossils*. 5:159.
- Martill, D. M.; Bechly, G. & Loveridge, R.F. (2007). *The Crato fossil beds of Brazil, Window into an Ancient World*. Cambridge University Press , Part I, 675p.
- Martill, D.M. (2011). Protect and die. *Geoscientist The Fellowship magazine of The Geological Society of London*, vol. 21 no 10 [online]. [Consult. Maio de 2012]. Disponível em: <http://www.geolsoc.org.uk/page10683.html>
- McKeever, P.J. & Zouros, N.C. (2005). Geoparks: Celebrating Earth heritage, sustaining local communities. *Episodes*, 28 (4), 274-278p.
- McKeever, P.J.; Zouros, N.C. & Patzak, M. (2010). Geoparks: Think outside the park, The UNESCO Global Network of National Geoparks. In: *The George Wright Forum*, Heidi Bailey and Wesley Hill edits, v. 27 n.1.

-Bibliografia-

- Moura, G.J.B.; Barreto, A.M.F. & Báez, A.M. (2006). A biota da Formação Crato, Eocretáceo da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. Olinda: livro Rápido, editora Elógica, 100p.
- Nascimento, M.A.L. (2010). Diferentes ações a favor do patrimônio geológico brasileiro. Estudos Geológicos, Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Geologia, v. 20 (2) 81 – 92p.
- Neumann, V.H.M.L. (1999). Estratigrafia, Sedimentologia, Geoquímica y Diagénesis de los Sistemas lacustres Aptienses-Albienses de la Cuenca de Araripe (Nordeste do Brasil). Tese de doutoramento, Facultat de Geologia, Universitat de Geologia de Barcelona, Barcelona p.
- Neumann, V.H.M.L.; Carrera, L.; Mabesoone, J.M.; Valença, L.M.M. & Silva, A.L. (2002). Ambiente Sedimentar e Fácies da Sequência lacustre Aptiana-Albiana Da Bacia do Araripe NE do Brasil. In: Bol. 6, Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil e 3º Simpósio Sobre el Cretácico de América Del Sur. São Pedro-SP. UNESP, Rio Claro, 37-41p.
- Oliveira, A.A.; Brito, A.L.F.; Santos, M.E.C.M. & Carvalho, M.S.S. (1979). Projeto Chapada do Araripe. Relatório Final. Recife, DNPM/CPRM, 5 v.
- Pereira, R.F.; Brilha, J. & Martinez, J.E. (2008). Proposta de enquadramento da geoconservação na legislação ambiental brasileira. Conferência Internacional: As Geociências no Desenvolvimento das Comunidades Lusófonas, Coimbra. Publ. do Dep. Ciên. Terra e do Mus. Mineral. Geol., Univ. Coimbra- Memórias e Notícias (Nova Série), n.3.
- PNUD (2012). Índice de Desenvolvimento Humano. [online]. [Consult. Março de 2012]. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/idh/>.
- Ponte, F.C. & Appi, C.J. (1990). Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia Araripe. Congresso Brasileiro de Geologia, 36., Natal. Anais. Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, v. 1, 211-226p.
- Ponte, F.C. & Ponte Filho, F.C. (1996). Estrutura geológica e evolução tectônica da Bacia do Araripe. Recife: DNPM, 68p.
- Price, L.I. (1971). A presença de Pterosauria no Cretáceo Inferior da Chapada do Araripe, Brasil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v. 43, suplemento, 451-461p.
- Reconstituição paleogeográfica (2012). [online]. [Consult. Julho de 2012]. Disponível em: http://www.paleoportal.org/index.php?globalnav=time_space#.

-Bibliografia-

- Romano, P. S.R (sd). *Dastilbe crandalli* Jordan, 1910. Museu da Universidade Federal do Rio de Janeiro. [online]. [Consult. Junho de 2012]. Disponível em: http://www.latec.ufrj.br/dinosvirtuais/catalogo/dastilbe_crandalli.html.
- Sales, A. M. F. (2005). Análise tafonômica das ocorrências fossilíferas de macroinvertebrados do Membro Romualdo (Albiano) da Formação Santana, Bacia do Araripe, NE do Brasil: significado estratigráfico e paleoambiental. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, USP, GSA/IGC. 160p.
- Santos, R.S. & Valença, J.G. (1968). A formação Santana e sua Paleoiçtiofauna. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Divisão de Geologia e Mineralogia (D.N.P.M.), Rio de Janeiro, 40 (3): 339-360p.
- Saraiva, A.A.F.; Barros O.A.; Bantim, R.A.M.; Lima, F.J. (2010). Guia para trabalhos de Campo em Paleontologia na Bacia do Araripe. Crato-Ceará, 88p.
- Schobbenhaus, C. & Silva, C. R. (2010). O papel indutor do serviço geológico do Brasil na criação de geoparques. Trabalho encaminhado para publicação nos Anais do I Fórum do Patrimônio Cultural.
- Seilacher, A., Reif, W.E., & Westphal, F. (1985): Sedimentological, ecological and temporal patterns of fossil Lagerstätten. Phil. Trans. R. Soc. London, 311: 5-23p.
- Silva, M.A.M. (1988). Evaporitos da Bacia do Araripe: ambientes de deposição e história diagenética. Boletim de Geociências da Petrobras Rio de Janeiro, v.2, n.1, 53-63p.
- Silva, C.M. (2006). Temas de Paleontologia: Fóssil. [online]. [Consult. Julho de 2012]. Disponível em: <http://webpages.fc.ul.pt/~cmsilva/Paleotemas/Indexpal.htm>.
- Smith, R.J. (1999). Possible fossil ostracod (Crustacea) eggs from the Cretaceous of Brazil. J. Micropalaeontol. 18, 81– 87p.
- Sousa, M.; Aires, S.; Ramos, V.; Vasconcelos, C.; Marques, M.; Borges, L.; Noronha, F. (2010). Passeio Geológico da Foz do Douro: Conscientização para geoconservação. e-Terra, Vol. 18, nº 24, 4p. [online]. [Consult. Agosto de 2012]. Disponível em: <http://metododirecto.pt/CNG2010/index.php/vol/issue/view/19>.
- UNESCO (2012). Geoparks. [online]. [Consult. Outubro de 2012]. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/geoparks/members/>
- Viana, M.S.S. & Neumann, V.H.L. (2002). O Membro Crato da Formação Santana, Chapada do Araripe, Ceará: riquíssimo registro da fauna e flora do Cretáceo. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E.T.; Winge, M.; Berbert-Born, M., Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil (SIGEP). Brasília, DNPM, 113-120p.

-Bibliografia-

- Viana, M.S.S. (2002). 164 Anos de pesquisas paleontológicas na Chapada do Araripe: Formação Santana (Cretáceo Inferior). I e II Simpósios Sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, Crato (CE), coleção Chapada do Araripe nº1, 195-211p.
- Vidal, F.W.H. & Castro, N.F. (2009). Arranjo produtivo local de base mineral dos calcários do Cariri – CE. Relatório Técnico Final de Actividades (2005-2009) elaborado para a FINEP/FUNCAP de acordo com o convênio nº 2678/2004 firmado entre SECITECE/CETEM, Rio de Janeiro, 131p.
- Vilas-Boas M., Lima F. & Brilha J. (2012). Conservation of the palaeontological heritage of Araripe Geopark (Ceará, Brazil): threats and possible solutions. *Geologia dell’Ambiente, Società Italiana di Geologia Ambientale*, M. Bentivenga & F. Geremia (Edt.), Supplemento al n. 3/2012, 87-88.
- Wenz, S.; Brito, P.M.; Martill, D.M. (1993). The fish fauna of the Santana Formation concretions. In: Martill, D.M. (Ed.), *Fossils of the Santana and Crato Formations, Brazil. Palaeont. Ass. Field Guide to Fossils*, vol. 5, 76– 107p.
- Zouros, N. (2004). The European Geoparks Network. “Geological heritage protection and local development”. European Geoparks Network Coordination Committee Coordinator— Natural History Museum of the Lesvos Petrified Forest, Sigri Lesvos, Greece GR-81112. *Episodes*, Vol. 27, no. 3.

ANEXOS

- Anexo 1-

Conteúdos para curso de formação de professores

Curso sobre o Património paleontológico do Geopark Araripe e sua geoconservação

Com este curso pretende-se fornecer uma ferramenta educativa aos professores do ensino pré universitário. São apresentados diversos conteúdos informativos sobre o património paleontológico do Geopark Araripe, como também alguns conhecimentos sobre geoparques e geoconservação. Além disso, este documento foi desenvolvido de forma a vir a constituir um manual educativo para o Geopark Araripe apresentar aos interessados nesta temática, nomeadamente os professores e até mesmo alunos.

1. Geoparques

1.1. O que é um geoparque?

Um geoparque é um território com limites bem definidos e com uma área suficientemente alargada de modo a permitir um desenvolvimento socioeconómico local, cultural e ambientalmente sustentável. Não é apenas uma coleção de geossítios, mas é um território com património geológico de importância internacional e uma estratégia de desenvolvimento territorial sustentável (McKeever *et al.*, 2010). Então na área de um geoparque tem que existir um número significativo de locais de interesse geológico com especial relevância científica, educacional, estética e raridade, associados a outros tipos de património ecológico, arqueológico, histórico e cultural.

1.2. A Rede Global de Geoparques (GGN)

Em Junho de 2000 quatro regiões de países europeus diferentes, França, Alemanha, Espanha e Grécia, com características naturais e socioeconómicas semelhantes, estabeleceram a Rede Europeia de Geoparques (*European Geoparks Network*, EGN) (Zouros, 2004). O objetivo desta rede é fomentar o desenvolvimento socioeconómico sustentável dos territórios, através da proteção do património geológico e da promoção do geoturismo. E, tal como o nome indica, esta rede tem a importante função de partilhar informações e conhecimentos entre os diferentes geoparques, no sentido de alcançar os objetivos acima referidos. Desde o seu início formal em 2000, a Rede Europeia de Geoparques cresceu rapidamente. Para confirmar este grande sucesso, em 2001, esta rede celebrou um acordo oficial de colaboração com a Divisão de Ciências da Terra da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura ou *United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization*), que colocou assim, a rede sob os auspícios desta organização.

Em 2004, a nível mundial foi aprovada a Rede Global de Geoparques Nacionais habitualmente chamada como Rede Global de Geoparques (RGG) ou GGN (*Global Geoparks Network*). Desde então, a UNESCO tem desempenhado um papel importante para o seu desenvolvimento e tem usado o modelo europeu da (EGN) como o único a seguir para o lançamento dos geoparques da GGN (McKeever *et al.*, 2010). Além disso, um Geoparque tem várias vantagens, se pertencer à Rede Global de Geoparques (GGN): - A GGN fornece uma plataforma de cooperação e intercâmbio entre profissionais e peritos em matéria de património geológico; - A rede compreende todas as regiões do mundo e reúne grupos que compartilham valores comuns, interesses, ou fundos, para desenvolver estratégias com uma metodologia específica e práticas de gestão; - Existe troca de informação e partilha de experiências entre os diversos geoparques membros; - Os sítios geológicos têm o benefício do intercâmbio de conhecimentos e competências entre outros Geoparques; - Garantia de qualidade dos geoparques, uma vez que os membros da rede estão sujeitos a uma avaliação e revalidação periódica de 4 anos; - Existem normas para os territórios que integram a preservação do património geológico, numa estratégia para o desenvolvimento sustentável da economia regional; - Pode beneficiar da promoção e divulgação nos restantes geoparque; - Deve participar ativamente nas conferências internacionais de Geoparques bienais, promovidas pela GGN (*International Conferences on Geoparks*); - Usufrui da promoção e da divulgação no Website da UNESCO (www.unesco.org), como também no Website da Rede Global de Geoparques da UNESCO (World Geoparks Website – www.europeangeoparks.org), onde ambos apresentam ligações para os Websites de todos os membros.

1.3. Quais os membros da GGN?

Os Geoparques globais, até recentemente, têm-se concentrado na Europa e na China, contudo nos últimos anos existe um grande iniciativa de expansão de geoparques no mundo inteiro. Em Outubro de 2012, a GGN compreende 91 Geoparques globais, distribuídos por 27 países (UNESCO, 2012), ver tabela 1.

Países	Geoparques membros
Alemanha	European Geopark Bergstrasse-Odenwald Geopark Harz Braunschweiger Land Ostfalen Geopark Swabian Albs Nature Park Terra Vita European Geopark Vulkaneifel European Geopark
Alemanha/ Polónia	Muscau Arch
Austrália	Kanawinka
Áustria	Nature Park Eizenwurzen Carnic Alps
Brasil	Araripe Geopark

Países	Geoparques membros
Canadá	Stonehmmmer Geopark
China	Alaxa Geopark Danxiashan Fangshn Geopark Funiushan Geopark Hexigten National Geopark Hong Kong Geopark Huangshan Geopark (WH) Jingpohu Geopark Leiqiong Geopark Leye-Fengshan Geopark Longhushan Geopark Mount Lushan Geopark Mount Taishan Geopark Ningde Geopark Qinling Zhongnanshan Geopark Sanqingshan Global Geopark Shilin Geopark (WH) Songsshan Geopark Taining National Geopark Tianzhushan Geopark Wangwushan-Daimeishan Geopark Wudalianchi Geopark (MAB) Xingwen National Geopark Yandangshan National Geopark Yuntaishan Geopark Zhangjiajie Geopark Zigong Geopark
Coreia	Jeju Geopark (WH)
Croácia	Papuk Geopark
Espanha	Basque Coast Geopark Cabo de Gata-Nijar Nature Park Central Catalonia Global Geopark Maestrazgo Cultural Park Sierra Norte di Sevilla Geopark Sierras Subbeticas Geopark Sobrarbe Geopark Villuercas-ibores-jara Geopark
Finlândia	Rokua
França	Chablais Massif des Bauges Geopark Parc Naturel Régional du Luberon Réserve Géologique de Haute Provence
Grécia	Chelmos-Vouraikos Geopark Petrified Forests of Lesvos Psiloritis Natural Park Vikos-Aoos Geopark
Hungria	Bakony-Balaton Global Geopark
Hungria/ Eslováquia	Novohrad-Nograd
Indonésia	Batur Global Geopark
Irão	Qeshm Island
Irlanda	Burren and Cliffs of Moher Geopark Copper Coast
Islândia	Katla Geopark
Itália	Adamello-Brenta Geopark Apuan Alps Geopark Cilento and Vallo di Diano Geopark Madonie Natural Park Parco del Beigua Rocca di Cerere Sardinia Geopark Tuscan Mining Geopark
Japão	Itoigawa Geopark Muroto Geopark San`in Kaigan Geopark

Países	Geoparques membros
Japão	Toya Caldera and Usu Volcano Unzen Volcanic Area Geopark
Malásia	Langkawi Geopark
Noruega	Gea-Norvegica Magma
Portugal	Arouca Geopark Naturtejo Geopark
Reino Unido	English Riviera Geopark – Inglaterra North Pennines Geopark - Inglaterra Fforest Fawr Geopark – País de Gales Geo Mon Geopark – País de Gales North West Highlands – Escócia Shetland Geopark – Escócia Marble Arch & Cuilcagh Mt. Park – Irlanda do Norte
República Checa	Bohemian Paradise Geopark
Roménia	Hateg Geopark
Vietname	Dong Van Karst Geopark

Tabela1. Lista do geoparques membros da GGN em 2012 (UNESCO, 2012).

2. Património geológico e geoconservação

2.1. Geodiversidade

Consiste na variedade de ambientes geológicos, fenómenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são suporte da vida na Terra (Brilha, 2005).

2.2. Conceitos de geossítio e de património geológico

Geossítio é a ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade (afloramentos quer em resultado da ação de processo naturais quer devido à intervenção humana), bem delimitado geograficamente e que apresente valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico, ou outro (Brilha, 2005).

O património geológico é definido pelo conjunto de geossítios inventariados e caracterizados numa área ou região (Brilha, 2005). Integra também todos os elementos notáveis que constituem a geodiversidade, englobando, por conseguinte, o Património Paleontológico, o Património Mineralógico, o Património Geomorfológico, o Património Petrológico, o Património Hidrogeológico, entre outros (Brilha, 2005).

2.3. O que é a geoconservação?

A geoconservação, em sentido amplo, tem como objetivo a utilização e gestão sustentável de toda a geodiversidade, englobando todo o tipo de recursos geológicos. Em sentido restrito, entende apenas a conservação de certos elementos da geodiversidade que evidenciem qualquer tipo de valor superlativo, isto é, cujo valor se sobrepõe à média. Assim a geoconservação consiste na implementação de estratégias que permitam garantir

a conservação de ocorrências geológicas que possuam inegável valor científico, pedagógico, cultural, turístico ou outros - os geossítios (Brilha, 2005).

2.4. A geoconservação e as políticas ambientais

A conservação da natureza tem sido reconhecida como fundamental para assegurar a sobrevivência do Homem, pois a nossa sociedade está dependente dos recursos abióticos e bióticos do planeta. Dentro desta temática, estão em vigor várias convenções internacionais, que têm desempenhado um papel fundamental no fomento da conservação da natureza a nível internacional. Embora os elementos da geodiversidade façam parte da natureza, verifica-se que as políticas de geoconservação, ainda são pouco difundidas quando comparadas com o esforço que tem vindo a ser desenvolvido para a preservação da biodiversidade. A geoconservação é uma temática recente em todo o mundo e são poucos os países com recursos legais destinados aos aspetos abióticos notáveis da natureza (Pereira *et al.*, 2008). Mas para que haja uma verdadeira política de conservação, o património geológico deve estar incluído na legislação de cada país, uma vez que é a principal fonte formal da orientação dos comportamentos dos cidadãos. Além disso, também é fundamental, incluir a geoconservação nas políticas do ordenamento do território para assegurar uma adequada organização e utilização sustentável do território dentro de uma perspetiva de valorização económica, social e cultural.

No Brasil, mesmo estando previstos, os instrumentos legais são pouco utilizados na preservação dos elementos da geodiversidade (Pereira *et al.*, 2008). A proteção do património geológico enquadra-se em algumas categorias estabelecidas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que tem com principal objetivo a conservação da natureza, através da criação, implantação e gestão de unidades de conservação (UC).

3. Geoparque Araripe

3.1 Onde se localiza e como se pode chegar ao Geopark Araripe?

O Geopark Araripe situa-se no sul do Estado do Ceará, na região nordeste do Brasil, aproximadamente entre os meridianos 38°30" e 40°50" de longitude oeste e os paralelos 7°05" e 7°50" de latitude sul (Viana & Neumann, 2002). O território do Geopark Araripe apresenta uma área total de 3.796 km² e engloba parte da Chapada do Araripe, principal feição geomorfológica da região. Além disso, envolve os municípios de Barbalha, Crato, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri (figura 2).

O acesso ao Geopark Araripe pode ser por meios aéreos e rodoviários. No município de Juazeiro do Norte existe um aeroporto local, com ligações diretas para Recife, Fortaleza, Brasília e Campinas. Por outro lado, o acesso rodoviário pode ser realizado, principalmente, pela rodovia federal BR - 116 que liga Fortaleza ao Município de Milagres município próximo de Missão Velha (município pertencente ao geoparque); como também pela rodovia estadual CE – 060 que liga Fortaleza a Juazeiro do Norte (figura 1).

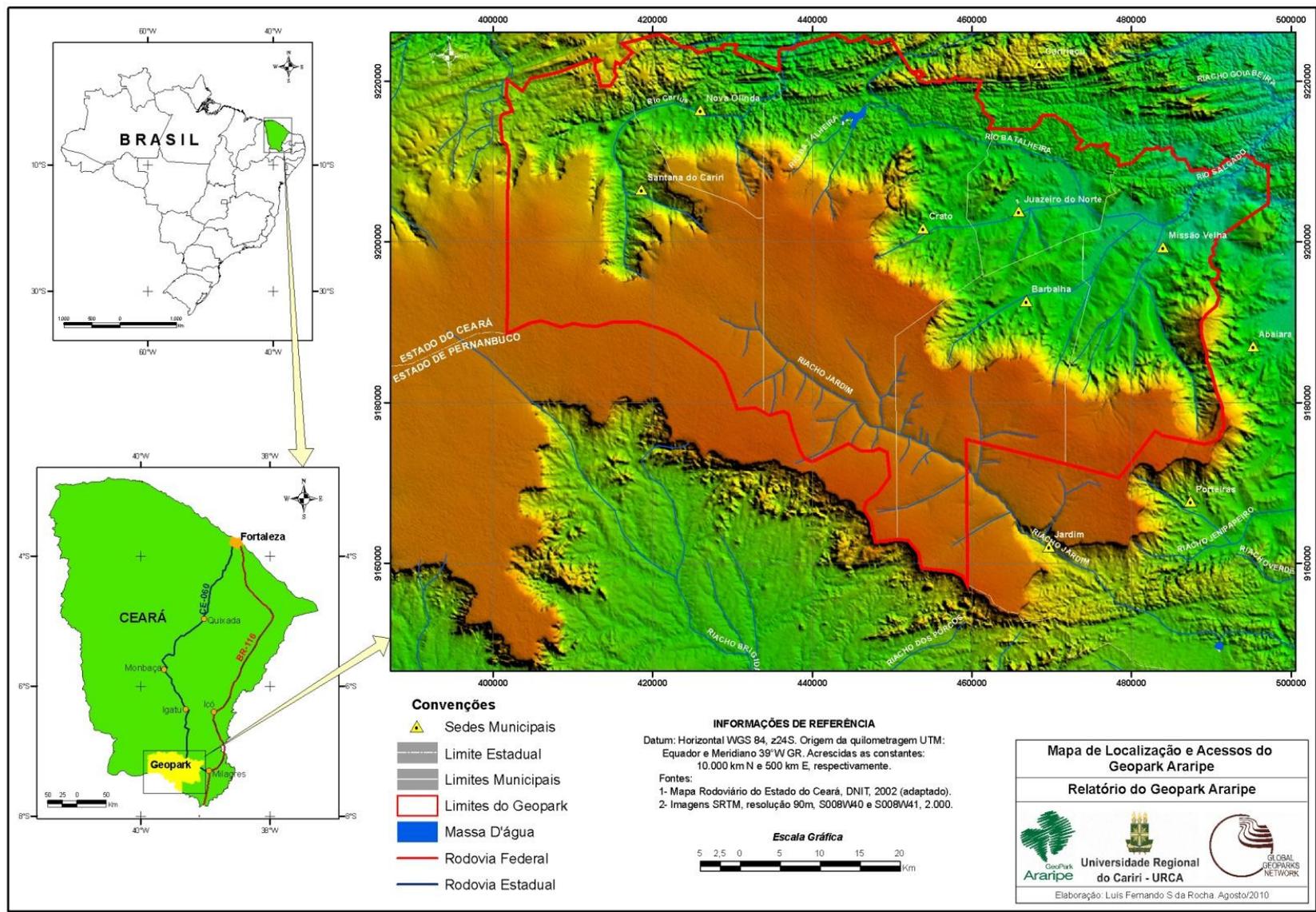


Figura 1. Mapa de localização e principais acessos ao Geopark Araripe (Geopark Araripe, 2010).

3.2. Qual foi o motivo da sua criação?

O Geopark Araripe está inserido numa região caracterizada pelo importante registo geológico do período Cretácico, com destaque para seu conteúdo paleontológico, que apresenta um estado de preservação excepcional e revela uma enorme diversidade paleobiológica (Geopark Araripe, 2010). Na tentativa de conservar este património natural de singular beleza e importância científica, educativa e turística, em 2005 foi encaminhada à UNESCO uma proposta de candidatura do Geopark Araripe visando sua inserção na Rede Global de Geoparques (GGN). Esta foi uma iniciativa da Universidade Regional do Cariri (URCA), através da Secretaria da Ciência, Tecnologia e Educação Superior (SECITECE) do Governo do Estado do Ceará. Em setembro de 2006, o Geopark Araripe foi reconhecido pela Rede Global de Geoparques, sob os auspícios da UNESCO, como o primeiro “geoparque das Américas”.

3.3. Quais são os geossítios do Geopark Araripe e onde estão situados?

Nos primeiros estudos visando a candidatura do Geopark Araripe à Rede Global de Geoparques em 2005, foram identificados 59 geossítios onde 9 foram selecionados para receber estrutura de divulgação e visitação (Geopark Araripe, 2010). Posteriormente, em 2011 foi concluída uma revisão e complementação deste inventário inicial e de acordo com a nova avaliação, foram identificados 26 geossítios, nos quais 17 apresentam relevância regional, 6 relevância nacional e 3 relevância internacional (ver tabela 2) (Lima, 2011).

Geossítio	Município	Unidade Geológica	Principal interesse	Relevância
1 - Colina do Horto	Juazeiro do Norte	Embasamento	Estratigráfico, petrológico e geomorfológico	Regional
2 - Cachoeira de Missão Velha	Missão Velha	Fm. Cariri	Estratigráfico, paleontológico, geomorfológico e sedimentológico	Regional
3 - Floresta Petrificada do Cariri	Milagres	Fm. Missão Velha	Estratigráfico, paleontológico e sedimentológico	Internacional
4 - Batateiras	Crato	Fm. Rio Batateiras	Estratigráfico, paleontológico e sedimentológico	Nacional
5 - Pedra Cariri	Nova Olinda	Fm. Santana, M. Crato	Estratigráfico e sedimentológico	Regional
6 - Ipubi	Santana do Cariri	Fm. Santana, C. Ipubi	Estratigráfico	Regional
7 - Parque dos Pterossauros	Santana do Cariri	Fm. Santana, M. Romualdo	Paleontológico, estratigráfico e sedimentológico	Internacional
8 - Riacho do Meio	Barbalha	Fm. Exu	Estratigráfico e sedimentológico	Regional
9 - Ponte de Pedra	Nova Olinda	Fm. Exu	Estratigráfico e sedimentológico	Regional
10 - Pontal da Santa Cruz	Santana do Cariri	Fm. Exu	Estratigráfico e sedimentológico	Regional
11 - Sobradinho	Jardim	Fm. Santana, M. Romualdo	Paleontológico, estratigráfico e sedimentológico	Nacional
12 - Rio Salamanca	Barbalha	Fm. Rio Batateiras	Sedimentológico, estratigráfico e geomorfológico	Regional
13 - Abaiara	Abaiara	Fm. Abaiara	Sedimentológico e estratigráfico	Regional
14 -Brisa da Serra	Crato	Fm. Santana, M. Crato e C. Ipubi	Estratigráfico e sedimentológico	Regional
15 - Pedra Branca	Porteiras	Fm. Exu	Estratigráfico, sedimentológico e geomorfológico	Regional
16 -Café da Linha	Abaiara	Fm. Missão Velha	Estratigráfico, sedimentológico e paleontológico	Regional
17 -Poço da Mãe D'Água	Nova Olinda	Embasamento	Tectónico e estratigráfico	Regional
18 - Vale do Calcário	Santana do Cariri	Fm. Santana, M. Crato	Estratigráfico, paleontológico e geomorfológico	Regional
19 - Gnaisse do Embasamento	Nova Olinda	Embasamento	Tectónico e estratigráfico	Regional
20 - Mina Pedra Branca	Nova Olinda	Fm. Santana, C. Ipubi e M. Romualdo	Estratigráfico, paleontológico e sedimentológico	Nacional
21 - Mina Conceição Preta	Santana do Cariri	Fm. Santana, C. Ipubi e M. Romualdo	Estratigráfico, paleontológico e sedimentológico	Nacional
22 - Cascata do Lameiro	Crato	Fm. Rio Batateiras	Estratigráfico, paleontológico e sedimentológico	Nacional
23 - Serra do Mãozinha	Abaiara	Fm. Santana, M. Crato, C.Ipubi e M. Romualdo	Estratigráfico, paleontológico, sedimentológico e geomorfológico	Internacional
24 - Buraco da Moça	Santana do Cariri	Fm. Exu	Geomorfológico e sedimentológico	Regional
25- Brejo Santo	Missão Velha	Fm. Brejo Santo	Estratigráfico, paleontológico e sedimentológico	Nacional
26 -Contato da Brejo Santo com a Missão Velha	Brejo Santo	Fm. Brejo Santo e Missão Velha	Estratigráfico, paleontológico e sedimentológico	Regional

Tabela 2. Breve descrição dos 26 geossítios identificados (Nota: Fm., Formação; M., Membro e C., Camada) (Modificado de Lima, 2011) .

3.4. Outros tipos de património no Geoparque Araripe

Património biológico

No contexto do Geopark Araripe, os geossítios contêm aspetos relevantes da fauna e flora da região. Existem tipos de vegetação predominantes nos geossítios, designadamente: o Geossítio pontal da Santa Cruz situado no topo da Chapada apresenta vegetação típica de Cerrado; nos Geossítios Parque dos Pterossauros e Colina do Horto predominam remanescentes de Caatinga; no Geossítio Riacho do Meio, predomina um ambiente de Mata Úmida. No que respeita à fauna ainda são encontrados alguns representantes de várias espécies de animais. Estão presentes, nomeadamente: mamíferos; aves (destacando-se o caso especial de uma espécie endémica da região, o Soldadinho-do-Araripe (*Antilophia Bokermani*), que tornou a região numa rota de observadores de aves); répteis; anfíbios; e várias espécies de invertebrados desde insetos, aracnídeos, anelídeos etc..

Património cultural material e imaterial

A região Cariri contempla um grande e diversificado património cultural. Apresenta uma grande riqueza e pluralidade cultural, que resulta da miscigenação de vários povos, que trouxeram consigo artesanato, música e gastronomia. A produção artesanal está ligada à história da região e ao estímulo que o Pe. Cícero dava às atividades artesanais. O Cariri é um dos maiores polos de produção de sandálias de couro no nordeste. Além disso, subsistem vários tipos de artesanato, desde as artes gráficas, cordel, xilogravura, esculturas e outros trabalhos em madeira, com representações zoomorfas e outras figuras. São feitos trabalhos em tecido e fibras, metal e flandres. Atualmente, são comercializados vários tipos de réplicas de fósseis feitas por artesãos dos municípios de Santana do Cariri e Jardim.

Por outro lado, as manifestações culturais também são bastante ricas e diversificadas, com vários tipos de música e dança. Quanto à grande riqueza gastronómica regional, verifica-se a utilização de vários produtos tradicionais do sertão. São várias as preparações de comidas típicas, desde uso do pequi, da mandioca/macaxeira (tapiocas e beiju), do milho, como também da carne de sol. Verifica-se também uma expressiva produção de doces caseiros e licores aromáticos, sendo famosa a produção de rapadura e dos seus subprodutos. Há que lembrar também a produção doméstica de cachaça e de café.

Património arqueológico

Este tema recentemente estudado no Cariri, tem demonstrado ser bastante interessante, uma vez que existem diversas manifestações de registos rupestres na região. Os vestígios da presença humana no nordeste do Brasil datam de 30 mil anos, período denominado de pré-história. O vale da Chapada do Araripe representa, para o estudo da arqueologia do nordeste, um lugar de refúgio para a vida humana, onde grupos de homens caçadores e coletores, fugindo da aridez do sertão, foram atraídos pelas águas das fontes da Chapada (Bezerra *et al.*, 2011).

4. Importância dos fósseis do Araripe para a reconstituição da história da Terra

4.1. Noção de tempo geológico

O Planeta Terra é incrivelmente velho, quando comparado com a noção de tempo à escala humana. Com 4600Ma de existência, a Terra sofreu grandes modificações que ficaram registadas nas rochas. Na verdade, é possível determinar os processos que ocorreram em tempos anteriores ao Homem, através do estudo das rochas, e entender a evolução da vida na Terra, principalmente, através do registo fóssil.

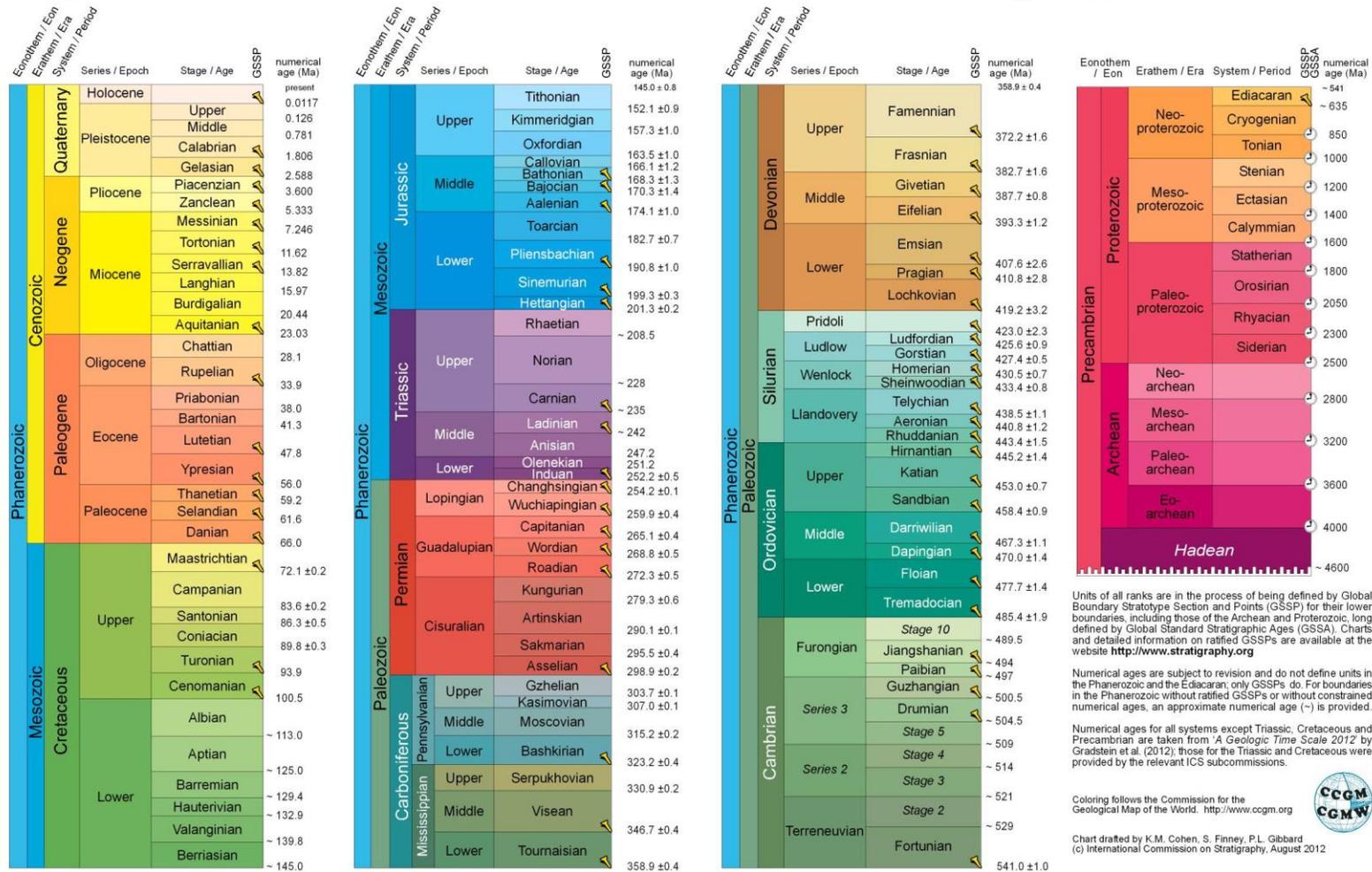
Um dos objetivos da geologia é situar no tempo os registos geológicos, e cabe à Estratigrafia, ramo das ciências geológicas, o estabelecimento e distribuição temporal do registo geológico. A escala do tempo geológico representa a linha do tempo que vai desde o presente até à formação do Planeta Terra, que está dividida em éons, eras, períodos, épocas e idades. Estes intervalos de tempo, baseiam-se nos grandes eventos geológicos da história do planeta. Na figura 2 é possível ver a última versão (2012) da Carta Estratigráfica Internacional, uma tabela que define as subdivisões do registo geológico global.



INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy
August 2012



4.2. A Bacia Sedimentar do Araripe e o tempo geológico

A história geológica da bacia do Araripe está estreitamente ligada aos períodos Jurássico Superior e Cretácico Inferior, quando os continentes América do Sul e África formavam o antigo continente Gondwana, que lentamente se separou com a abertura do oceano Atlântico Sul (Herzog *et al.*, 2008) (ver a figura 3). Grande parte da costa leste da América do Sul encontrava-se inundada e a deriva continental em curso provocou alterações no relevo, nas condições ambientais e na biota.

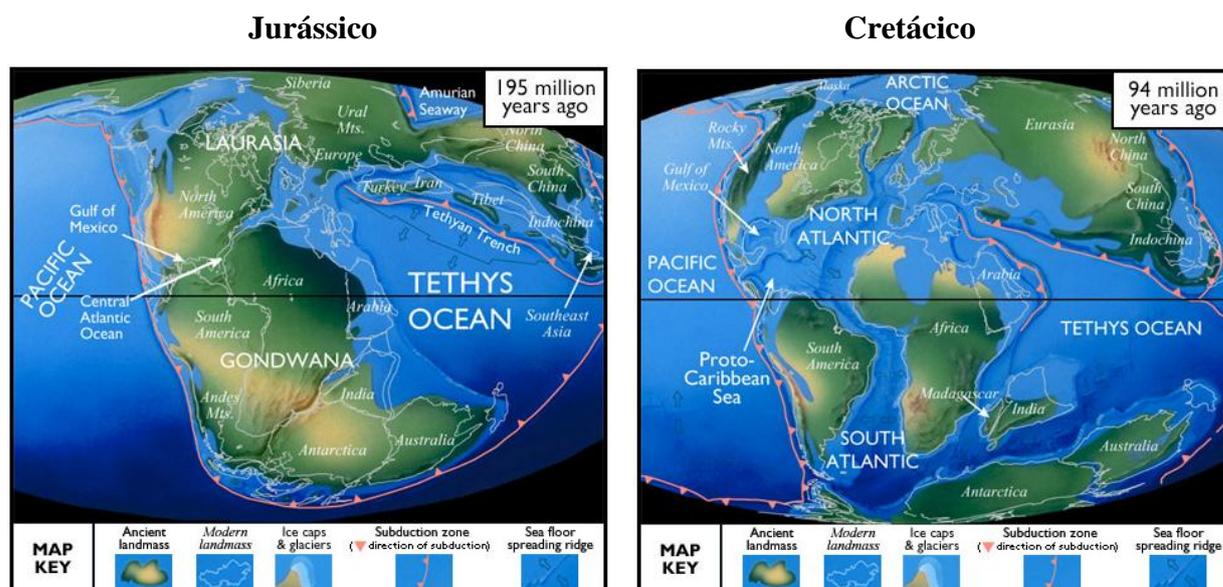


Figura 3. Reconstituição da distribuição paleogeográfica dos continentes no período Jurássico (195 Ma) e Cretácico (94 Ma) (Reconstituição paleogeográfica, 2012).

4.3. Como se formou da Bacia Sedimentar do Araripe?

A Bacia Sedimentar do Araripe apresenta uma complexa história geológica, em que ainda persistem muitas dúvidas e opiniões divergentes em relação à sua interpretação. Esta bacia é formada por uma sequência sedimentar predominantemente mesozoica, onde se destaca o período de tempo em que ocorreu a fragmentação do antigo continente Gondwana e abertura do Atlântico Sul.

Como podemos ver na tabela 3, a litoestratigrafia da Bacia está dividida em 4 sequências: **Pré-rift**, formação da Depressão Afro-Brasileira (área topograficamente deprimida que se estendia desde o sul do atual Estado da Bahia até às regiões setentrionais como a da Bacia do Araripe) (Garcia & Wilbert, 1995 in Assine, 2007); **Rifte**, insere-se na fase de rifte, que teve início no Neocomiano (base do Cretácico Inferior); **Pós-rifte I**, regista a primeira fase de pós-rifte na Bacia do Araripe, materializa os eventos de elevação do nível do mar, que permitiram a preservação de depósitos marinhos

no interior do nordeste; Pós-rift II, segunda fase Pós-rift, com os depósitos aluviais e fluviais da Bacia do Araripe. Podemos também dividir a Bacia do Araripe nos grupos Vale do Cariri e Araripe. Por conseguinte o grupo Vale Cariri está subdividido nas Formações Cariri, Brejo Santo, Missão Velha, Abaiara, enquanto o grupo Araripe está subdividido pelas Formações Barbalha, Santana (Membros Crato e Romualdo), Araripina e Exu.

Ma	Geocronologia	Litoestratigrafia				Ambiente de Deposição
		Sequência	Grupo	Formação	Membro	
95_	Neocretácico/ Eocretácico	Pós-rifte II	Araripe	Exu		Fluvial
113_	Eocretácico			Pós-rifte I		Araripina
125_		Rifte	Vale do Cariri		Santana	Romualdo Camadas Ipubi
					Crato	Lacustre
145_		Neojurássico	Pré-rifte	Barbalha	Camadas Batateira	Fluvial/lacustre/ Fluvial
	Abaiara			Fulvio-lacustre		
	Missão Velha			Fluvial		
300_			Brejo Santo		Lacustre	
550_	Paleozoico	Paleozoica		Cariri		Fluvial
	Pré- Câmbrio	Soco cristalino				

Tabela 3. Litoestratigrafia da Bacia do Araripe (modificado de Assine, 2007).

4.4. Quais as principais formações geológicas onde ocorrem os fósseis da Bacia do Araripe?

Formação Missão Velha

A Formação Missão Velha é composta por arenitos quartzosos (feldspáticos e/ou caoliníticos) e conglomerados. Ao longo dos afloramentos desta formação é possível identificar arenitos com estratificação cruzada planar e/ou acanalada. Ocorrem também

abundantes troncos e fragmentos de madeira silicificada, atribuídos à conífera *Dadoxylon benderi*. Esta abundância sugere que estas áreas deveriam ser cobertas por extensas florestas de coníferas. O ambiente ocupado pelos troncos fósseis é interpretado como planícies fluviais de sistemas entrelaçados caracterizados por canais rasos e de alta energia (Assine, 2007).

Formação Santana

Os fósseis mais numerosos e em melhor estado de preservação são encontrados nas camadas da Formação Santana. Estes depositaram-se nos estágios pós-rifte, correspondendo à abertura e ocupação de novos biótopos (Carvalho & Santos, 2005). Esta formação é constituída por dois jazigos raros: a sequência lacustrina inferior, Membro Crato, com algas, vegetais, artrópodes, moluscos, peixes, anfíbios, pterossauros e penas de aves; e a sequência estuarina superior, Membro Romualdo, com magníficos exemplares de vegetais, artrópodes, moluscos, equinóides, peixes, dinossauros terópodes e grande variedade de pterossauros (Carvalho & Santos, 2005). Destaca-se que a Formação Santana (Membros Crato e Romualdo), apresenta espécimes de dinossauros e pterossauros, em que o seu tecido mole está excepcionalmente preservado, o que é raríssimo em documentação fóssil de espécimes de arcossauros mesozoicos (Campos, 2011).

5. Os fósseis do Araripe

5.1. O que é a paleontologia?

Uma fascinante área do conhecimento científico que procura a compreensão das transformações do nosso planeta ao longo do tempo geológico. Tem como objeto de estudo os fósseis, pois dedica-se ao estudo dos diferentes organismos que habitaram a Terra no passado, e os vestígios da sua atividade.

Segundo Henriques (2007), a paleontologia é uma ciência geológica que se interrelaciona, de forma muito particular, com múltiplas atividades do quotidiano dos cidadãos, nomeadamente no contexto escolar de educação formal em ciências naturais; em contextos de divulgação/ficção científicas; em contextos relacionados com atividades de colecionismo; ou em contextos políticos, por vezes conflitantes de planeamento do território.

5.2. O que são fósseis e qual a sua importância?

Os Fósseis são registos de organismos ou partes deles que viveram em épocas geológicas passadas, como também os vestígios da sua atividade biológica, os icnofósseis (pegadas, coprólitos, ninhos, marcas de raízes). Entre os organismos sujeitos a processos de fossilização, existem alguns que têm maior probabilidade de ficarem preservados, por exemplo, os animais com partes do corpo duras (conchas, ossos, dentes). Contudo, em condições excepcionais, podem ficar preservadas as partes moles (pele, músculos, vasos sanguíneos). O mesmo acontece com os vegetais em que as partes mais resistentes (troncos) têm maior potencial de fossilização do que as partes mais frágeis (flores e frutos). Distinguem-se assim dois tipos de fósseis (Silva, 2006):

-**Somatofóssil:** fóssil de restos somáticos, isto é, do corpo de organismos do passado. Por exemplo, fósseis de dentes, de carapaças, de folhas, de conchas, de troncos, etc.

-**Icnofóssil:** fóssil de vestígios de atividade biológica de organismos do passado. Por exemplo, fósseis de pegadas, de marcas de mordidas, de ovos (casca dos ovos), de excrementos (os coprólitos), de túneis e de galerias de habitação, etc.

Podemos afirmar que estas entidades paleontológicas elementares são fundamentais para os estudos paleontológicos, pois são os portadores materiais de informação biológica do passado da Terra (Cachão & Silva, 2004). A interpretação do registo fóssil revela que as diferentes formas de vida mudaram ao longo do tempo, pois cada fóssil representa algo que outrora foi vivo, num outro tempo geológico, e que teve um modo de vida próprio num ambiente específico (Henriques, 2007). Ademais, esta interpretação evidencia transformações que suportam os modelos de evolução biológica ao longo do tempo. Por exemplo, o registo de formas de vida com organizações simples até às formas que atualmente se conhecem, bastante mais complexas (Henriques, 2007).

Por outro lado, é indiscutível a relevância dos fósseis como representação material de tempo geológico, pois tradicionalmente os geólogos encontram nos fósseis a chave para determinar a idade relativa das rochas que os incluem. No entanto, o simples facto de um fóssil ser encontrado num estrato não é condição para o poder datar. A utilização plena dos fósseis, como objetos de interesse científico, requer a sua interpretação no contexto geológico em que ocorre, uma vez que, as relações entre as rochas encaixantes são irrelevantes para o estabelecimento de unidades bioestratigráficas (Henriques, 2007).

5.3. Quais são os diferentes processos de fossilização?

Para se formar um fóssil é necessário ocorrer um conjunto de fenómenos físicos e químicos, designados por processos de fossilização. O organismo ou vestígio tem de ser enterrado rapidamente nos sedimentos ou noutra meio sem oxigénio, para não ser decomposto ou destruído pelos agentes de erosivos. A Tafonomia é a disciplina paleontológica que estuda a formação dos fósseis (a fossilização, ou seja, os processos de inclusão dos restos biológicos em contextos geológicos) e a formação das jazidas fossilíferas (Silva, 2006).

Segundo, Carvalho (2010a), a fossilização é um processo raro. Se considerarmos a quantidade de rochas sedimentares que podem encerrar restos orgânicos, na superfície da Terra e a calculável mas inconcebível dimensão do Tempo geológico, vemos que de facto a quantidade de registo fóssil formado é ínfima. Mas, quando consideramos certas camadas de rocha em particular, onde os processos de fossilização ocorrem num determinado intervalo de tempo, vemos que a preservação pode ter sido extensiva, conservando uma quantidade de organismos que pode ser mensurada na ordem dos milhões ou mesmo biliões (se considerarmos organismos pequenos, principalmente invertebrados e micro-organismos) (Carvalho (2010a).

Dependendo das condições ambientais, após a morte, os organismos podem preservar-se de diferentes maneiras. São vários os processos de fossilização que já estão bem compreendidos e que estão envolvidos na grande maioria da preservação dos organismos e na sua transformação em fósseis (Carvalho, 2010a). Segue-se a descrição de alguns dos processos de fossilização mais comuns, como também a descrição mais pormenorizada dos processos de que permitiram o excelente estado de preservação dos fósseis da Formação Santana.

5.3.1. *Moldagem*

Processo tafonómico, fóssil-diagenético (isto é, pós-enterramento) originador de reproduções, em negativo ou positivo, de superfícies ou cavidades de elementos somáticos (do corpo) ou vestígios de atividade orgânica de organismos do passado. Por outras palavras, processos puramente geológicos que geram réplicas de estruturas biogénicas (i.e., estruturas originadas por organismos). Segundo (Silva, 2006) em Paleontologia distinguem-se, normalmente, os seguintes resultados dos processos de moldagem (isto é, moldes):

Molde interno, molde de superfícies ou de cavidades interiores de estruturas somáticas ou de vestígios de atividade orgânica. Estes moldes são formados pelo material que ocupa a cavidade interior de uma qualquer estrutura, reproduzindo (em negativo) a sua forma e os seus relevos;

Molde externo, molde de superfícies ou de cavidades exteriores de estruturas somáticas ou de vestígios de atividade orgânica. Estes moldes são constituídos pelo material que cobre a superfície externa de uma qualquer estrutura, reproduzindo (em negativo) a sua forma e os seus relevos (a sua ornamentação);

Contramolde, o preenchimento de um molde (interno ou externo), a sua positivação, dá origem a uma réplica do elemento original (em positivo), mas constituída por material distinto do inicial: um contramolde. Da positivação de um molde interno resulta uma réplica do interior do elemento moldado (contramolde interno). Da positivação de um molde externo, resulta uma reprodução da superfície externa (contramolde externo). A positivação de um molde pode resultar de processos geológicos (contramolde natural) ou de técnicas laboratoriais de preparação e de estudo dos fósseis, usando, por exemplo, gesso ou silicone (contramoldes artificiais).

5.3.2. Mineralização

Processo tafonómico, fóssil-diagenético (isto é, pós-enterramento) que, por alteração ou adição mineralógica, origina petrificações de restos esqueléticos (com natureza orgânica ou biomineralizada) e de vestígios de atividade biológica (originalmente de composição orgânica ou biomineralizados) (Silva, 2006). Enquanto nos moldes apenas as superfícies e/ou as cavidades dos elementos esqueléticos são reproduzidas, nas mineralizações o produto final é um fóssil do próprio elemento esquelético: uma petrificação de uma concha, de um dente, de um tronco de árvore, etc. Numa mineralização conserva-se, pelo menos vestigialmente, a estrutura interna original do resto esquelético fossilizado. Consoante o grau de conservação da estrutura original do resto esquelético fossilizado, distinguem-se dois casos básicos de mineralizações (Silva, 2006):

Recristalização: Nas recristalizações o resultado final apresenta perda significativa da estrutura original. Um exemplo típico é a calcitização de conchas de bivalves e de gastrópodes originalmente aragoníticas. A aragonite e a calcite são duas formas cristalinas de cálcio (CaCO_3), mas a aragonite é um mineral mais instável que a calcite e, frequentemente, é totalmente dissolvida (originando moldes) ou transformada em calcite.

No segundo caso, como resultado da transformação da aragonite em calcite, operada em contexto geológico, i.e., na crosta terrestre, a estrutura interna original do elemento esquelético biomineralizado é totalmente obliterada, sendo o resultado final uma recristalização. Além disso, o fenómeno de recristalização pode ocorrer diretamente a partir do mineral original do esqueleto ou pode ocorrer em minerais que substituíram este material.

Epigenização: Nas epigenizações o resultado final apresenta conservação significativa da estrutura original do elemento mineralizado. Consoante o produto final (a mineralização) apresente ou não vestígios do material biomineralizado original, distinguem-se dois tipos de epigenização:

Permineralização: Nas permineralizações a epigenização dá-se por adição, por impregnação e precipitação, de novos minerais nos interstícios e nos micro-espacos vazios no interior da parede do resto esquelético. Neste caso, o material biomineralizado original conserva-se (pelo menos em parte), sendo-lhe acrescentados novos elementos minerais em contexto geológico. É por isso que as conchas fossilizadas (e os ossos, os dentes, etc.) são mais densas que as originais, porque, para além do material biomineralizado original da concha, os seus interstícios estão impregnados por minerais (diagenéticos) adicionais. Exemplos de fósseis que mais frequentemente se encontram sob a forma de permineralizações: fósseis de conchas, de ossos, de dentes, de cascas de ovo de dinossáuro, etc.

Pseudomorfose: Nas pseudomorfoses, em regra, não há conservação do material esquelético original (orgânico ou biomineralizado), sendo este totalmente substituído por novos minerais. Os exemplos de fósseis que mais frequentemente se encontram sobre a forma de pseudomorfoses são os fósseis de conchas piritizadas por FeS_2 (originalmente calcíticas ou aragoníticas, CaCO_3) – **piritização**; e os fósseis de troncos de árvore silicificados – **silicificação**. Neste caso a celulose do esqueleto orgânico da planta é totalmente substituída por sílica (substituição do carbono presente na celulose por sílica). Os espacos vazios originais são também preenchidos por sílica. Assim, a estrutura interna do tronco é preservada (é uma epigenização), mas a celulose original não (pseudomorfose). Este é um dos processos de preservação mais comuns de estruturas biogénicas por duas razões: a sílica é uma substância comum em toda a superfície do globo e o processo de remobilização e precipitação da mesma ocorre sob condições de temperatura e pressão de superfície (Carvalho, 2010a).

5.3.3. *Incarbonização ou carbonificação*

Processo no qual os componentes voláteis da matéria orgânica (H,N,O, principalmente) escapam deixando uma película de carbono (C) que geralmente permite o reconhecimento do organismo. É mais frequente em estruturas formadas de lignina, quitina, celulose ou queratina (Carvalho, 2010a).

5.3.4. *Incrustação*

O mecanismo de dissolução e precipitação pode levar à deposição progressiva de minerais sobre uma estrutura sólida que esteja enterrada num sedimento. No caso de ser um organismo, este pode ficar revestido por substâncias trazidas pela água, que formam uma espécie de crosta ou camada protetora. Os casos mais comuns são animais que morrem em grutas calcárias, o processo de incrustação pode ocorrer devido a grande quantidade de carbonato de cálcio supersaturado na lâmina d'água (Carvalho, 2010b).

5.3.5. *Processos que permitiram o excelente estado de preservação dos fósseis da Formação Santana: Concreções calcárias e Fosfatização*

Concreções calcárias

A palebiodiversidade da Bacia do Araripe, em especial a formação Santana, sugere que havia um ambiente favorável à vida, associado a condições especiais de pós-morte. Muitos dos fósseis da formação Santana são encontrados nas concreções calcárias e formadas sob condições muito especiais e raras, normalmente desencadeadas logo após o soterramento dos organismos. A mudança de solubilidade do mineral envolvido, em águas percolantes ascendentes na coluna sedimentar, pode causar a sua precipitação localizada. Mas nos casos que envolvem a preservação de carapaças é a própria decomposição de alguns tecidos do organismo morto que liberta compostos que modificam localmente as condições químicas das águas percolantes e promovem a agregação das partículas em torno da carapaça, originando uma concreção que envolve e protege o corpo. Às vezes isto acontece antes de qualquer desarticulação ou decomposição significativa (Carvalho, 2010b). Aliás, esta liberação de gases é um dos fatores determinantes para a manutenção das formas tridimensionais destes fósseis.

Um dos melhores exemplos de formação de concreções calcárias vem dos depósitos fossilíferos da Formação Santana, na Bacia do Araripe (Carvalho, 2010b). Neste caso particular, a precipitação do carbonato de cálcio em torno das carapaças pode ter iniciado mesmo antes do soterramento, como consequência da libertação de amónia e

aminas resultantes da desagregação de moléculas orgânicas, elevando o pH do meio circundante e promovendo a precipitação de carbonato de cálcio sobre os tecidos moles. O processo continuou à medida que os restos afundavam progressivamente sob os sedimentos de acumulação, até formar um sólido envoltório ao redor das carapaças (ver a figura 4).

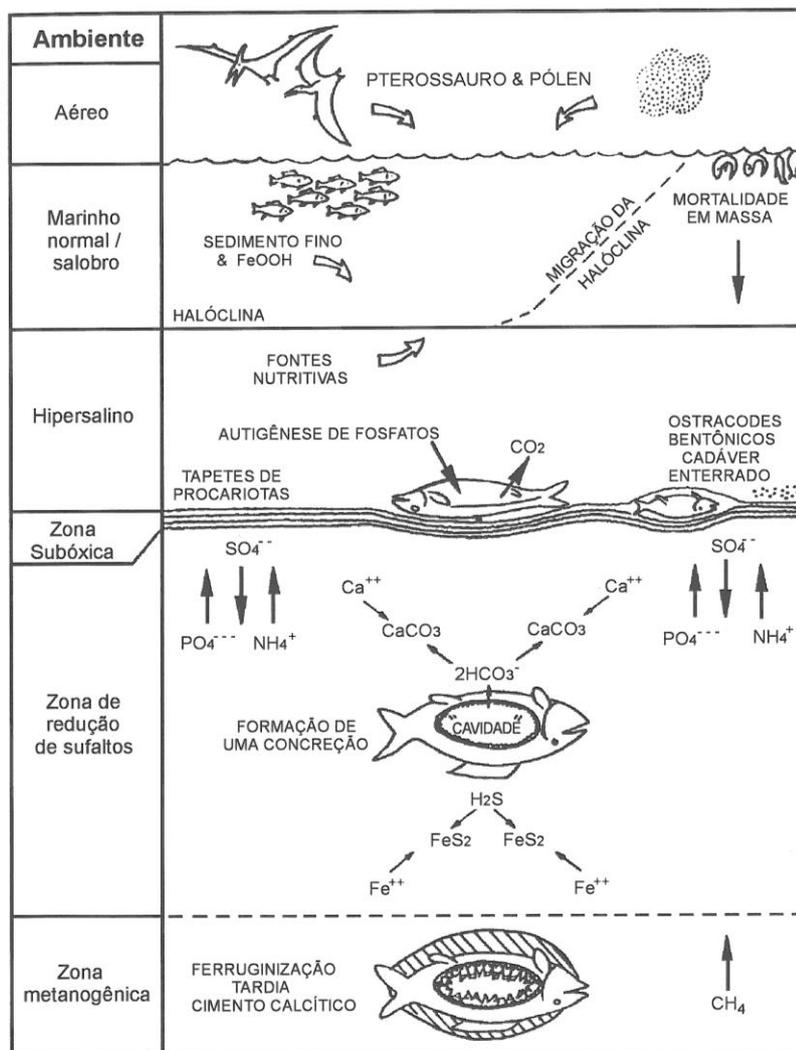


Figura 4. Modelo interpretativo para a origem das concreções calcárias da Formação Santana (adaptado de Martill (1988) in Carvalho, 2010a).

A enorme quantidade de fósseis da Bacia do Araripe é atribuída a eventos catastróficos (talvez a proliferação em massa de dinoflagelados, que libertam toxinas letais, ou mudanças bruscas na salinidade da água). Na laguna que ali existia, durante estes episódios de mortandade em massa, os processos de decomposição levavam a um rápido consumo de oxigênio dissolvido. Com a deficiência em oxigênio o processo de decomposição desacelerava e dava tempo para que o soterramento progressivo das

carapaças levasse à consolidação das concreções (Carvalho, 2010a). Convém ressaltar que outros processos de mineralização estão relacionados com as concreções do Araripe (Martill, 1988; Maisey, 1991 *in* Carvalho, 2010a).

Fosfatização

O fosfato é normalmente disponibilizado em ambientes ricos em matéria orgânica, e pode precipitar, por exemplo na forma de apatite (fosfato de cálcio) ou fosfato férrico. Os fosfatos estão frequentemente envolvidos na permineralização e substituição de carapaças e outras estruturas de origem orgânica. Como a fosfatização pode ocorrer rapidamente e sob condições próximas da superfície, é um meio de fossilização conveniente para a preservação de estruturas delicadas, que têm curta duração antes de degradar, como tecidos moles e excrementos (coprólitos) (Carvalho, 2010a).

Na formação das concreções da Bacia do Araripe, em muitas etapas, os fosfatos substituíram os tecidos moles (em especial os músculos) prevenindo a decomposição e preservando as formas em três dimensões. Um exemplo notável é a ocorrência de fibras musculares de peixe detalhadamente preservadas (Brito, 1992, *in* Carvalho, 2010a). Como também já foi descoberto tecido mole preservado em pterossauros (Kellner, 1990; 1996b *in* Kellner, 2002), dinossauros (Kellner, 1996a *in* Kellner, 2002) e crocodilianos (Kellner & Campos, 1998 *in* Kellner, 2002), desde parte da pele (derme e epiderme), músculos e vasos sanguíneos.

5.4. Porque é que os fósseis da formação Santana são considerados *fossil-lagerstätten*?

Muitas das concentrações fossilíferas da Formação Santana da Bacia do Araripe constituem exemplos de *fossil-lagerstätten*, pois possuem fósseis bem preservados e diversificados (peixes, vertebrados terrestres e semiaquáticos, insetos e vegetais). (Carvalho, 2010b). O termo *fossil-lagerstätten* é utilizado para designar “um corpo rochoso que contém, devido à qualidade e à quantidade, um número incomum de informações paleontológicas”. Este termo *fossil-lagerstätten* foi tão popularizado, que hoje os depósitos são simplesmente denominados *lagerstätten*. Posteriormente, Seilacher *et al.* (1985 *in* Carvalho, 2010b) distinguiram dois tipos de *fóssil-lagertätten*: ocorrências por concentração (*Konzentrat-lagertätten*) e ocorrências por conservação (*Konservat-lagertätten*). O primeiro tipo caracteriza-se por concentrações contendo partes duras, desarticuladas, concentradas por agente exógeno, representando uma mistura de biotas de tempos diferentes. O segundo tipo representa concentrações caracterizadas por decomposição incompleta de proteínas, preservando substâncias orgânicas não

mineralizadas (ex. quitina) e esqueletos completos (ex. âmbar). Neste tipo de depósitos, os fósseis estão excepcionalmente preservados e as condições tafonômicas de preservação são muito particulares (Carvalho, 2010a). A distinção de dois *Konservat Lagerstätte fossil* é perfeitamente bem aplicada à Formação Santana, pois esta apresenta um grau de conservação e preservação extraordinário.

6. Como pode conhecer e dar a conhecer os fósseis do Araripe

6.1. Existe algum museu no Geopark Araripe?

Em 1988, foi inaugurado o Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri, no município de Santana do Cariri e também o museu, na cidade do Crato, denominado de Centro de Pesquisas Paleontológicas da Chapada do Araripe (CPCA). Estes museus vêm contribuindo com o apoio logístico a muitos pesquisadores que os procuram.

O Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri tornou-se um dos principais centros de visitação da região Vale Cariri, onde recebem em média, 15.000 visitantes por ano (registro do museu em 2010). Este museu apresenta uma coleção de vários grupos de fósseis: troncos petrificados e diversos tipos de plantas; moluscos, artrópodes (crustáceos, aranhas, escorpiões e insetos); peixes (tubarões, raias e diversos peixes ósseos), anfíbios e répteis (tartarugas, lagartos, crocodilianos, pterossauros e dinossauros).

6.2. Quais os geossítios que deve visitar, para conhecer melhor o património paleontológico do Geopark Araripe?

Neste trabalho destaca-se quatro geossítios, considerados como os mais indicados para conhecer melhor o património geológico e, em particular, o património paleontológico do Geoparque Araripe. No geossítio Cachoeira de Missão Velha, entre outros atrativos, evidenciam-se os icnofósseis de vermes; no geossítio Floresta Petrificada, tal como o nome indica, destacam-se os troncos petrificados; no geossítio Pedra Cariri, situado numa antiga exploração de calcário é possível ver as diferentes camadas de rochas pertencentes ao membro Crato, que é detentor de diversos fósseis como insetos, pterossauros, peixes e vegetais etc.; e no geossítio Parque dos Pterossauros, é um espaço onde é possível ver escavações paleontológicas nas rochas do membro Romualdo.

6.3. Propostas de atividades educativas a desenvolver com alunos nos geossítios: Cachoeira de Missão Velha; Floresta Petrificada; Parque dos Pterossauros e Pedra Cariri

No que respeita ao ensino da Ciências da Terra, as saídas de campo interpretativas com os alunos são uma boa alternativa às tradicionais salas de aula. Neste sentido, propõe-se que os professores levem os seus alunos ao Geopark Araripe, para dar a conhecer de uma forma mais empolgante, o património paleontológico do Araripe. Assim para auxiliar esta tarefa segue-se a descrição dos aspetos e interesses dos 4 geossítios, considerados como importantes para o conhecimento do património geológico, em especial, o paleontológico (ver tabela 4). Apresenta-se para cada geossítio a sua localização e as condições de acesso para facilitar a visita do geossítio; algumas imagens com os pontos principais de observação; os aspetos importantes que devem ser partilhados com os alunos; algumas estratégias e sugestões explicativas e material de apoio. Não esquecendo que muitas vezes estes geossítios apresentam outros conceitos e aspetos que não estão diretamente ligados com o património paleontológico, mas que também devem ser partilhados com os alunos.

Geossítio	Nome do geossítio
Localização	Localização do geossítio, indicando o município mais próximo.
Condições de acesso.	Questões de carácter logístico, para facilitar visita do geossítio
Imagens	Imagens dos principais pontos de observação e respetiva legenda.
Aspetos importantes com fins didáticos	Descrição dos objetivos relativos aos pontos de observação, isto é, os tópicos mais importantes que devem ser partilhados com os visitantes.
Questões-problema	As questões que se devem colocar e que estão relacionadas com o local.
Conceitos	Formalização dos conceitos que devem ser utilizados durante a explanação do geossítio.
Estratégias e sugestões didáticas	Indicação de algumas estratégias e sugestões explicativas durante a explicação do geossítio.
Materiais de apoio.	Alguns exemplos de materiais que podem ajudar durante a apresentação e explicação do geossítio
Descrição dos conteúdos didáticos	Resumo dos conteúdos e aspetos observáveis no geossítio.

Tabela 4. Esquema geral para a descrição dos geossítios.

De seguida será feita a descrição de cada geossítio com base na tabela 4.

Geossítio Cachoeira de Missão Velha

Localização

Localizado no Sítio Cachoeira, a 3km da sede do Município de Missão Velha.

Condições de acesso

Este geossítio tem excelentes condições de acesso. Os carros e autocarros (ônibus) podem entrar facilmente no geossítio. A área de visitação e visualização é bastante ampla. Apenas uma chamada de atenção para as zonas mais próximas do vale, que são perigosas, pois as rochas são muito escorregadias e as correntes de água são muito fortes.

Imagens



Imagens



Geossítio Cachoeira de Missão Velha. A, Panorâmica da Cachoeira de Missão Velha; B, aspeto pormenor das estratificações paralelas; C, aspeto pormenor das estratificações cruzadas; D, marmitas; E, laje com icnofósseis; F e G, aspeto pormenor dos icnofósseis;

Aspetos importantes com fins didáticos

Tema 1 - Fósseis. Observar os Icnofósseis de invertebrados aquáticos. Definir o conceito de fóssil e distinguir os dois tipos de fósseis: somatofósseis e icnofósseis. Explicar como se formaram estes icnofósseis.

Tema 2 - Rochas Sedimentares. Observar e distinguir os arenitos e os níveis conglomeráticos. Definir o que é uma rocha sedimentar e quais os diferentes tipos. Observar a estratificação dos arenitos. Distinguir os dois tipos de estratificações paralelas e cruzadas. Explicar como se formam as diferentes estratificações.

Tema 3 – Processos erosivos. Observar o vale do rio Salgado. Explicar os processos erosivos fluviais. Observar as marmitas e explicar como se formam.

Questões-problema

Tema 1 - O que são fósseis? Como se formaram estes icnofósseis? Que se observa na laje? Qual a forma destes icnofósseis? Que informações nos dão estes fósseis?

Tema 2 - Quais são os diferentes tipos de rochas sedimentares? O que são arenitos? O que são conglomerados? Quais são os tipos de estratificações sedimentares? Como se

formaram estas estratificações plano-paralelas e cruzadas? Qual a sua importância para os estudos geológicos? O que são paleocorrentes?

Tema 3 - O que é um processo erosivo fluvial? O que é uma marmitta e como se forma?

Conceitos

Fóssil, icnofósseis e somatofósseis; Rochas sedimentares; Arenitos; Conglomerados; Estratificação; Estratos; Estratificação paralela; Estratificação cruzada; Paleocorrentes; Processos erosivos fluviais; Marmittas.

Estratégias e sugestões didáticas durante a exposição do geossítio

Tema 2, ao distinguir visualmente os arenitos dos conglomerados, propor aos visitantes para deslizarem a palma da mão e verificar as diferentes rugosidades. Explicar que não se pode utilizar o martelo para verificar o grau de dureza das diferentes rochas, pois estão dentro de um geossítio. **Tema 3**, mostrar um esquema com o processo de formação de uma marmitta.

Materiais de apoio

Tema 3, esquema com a formação de uma marmitta (anexo).

Descrição dos conteúdos didáticos

Tema 1

Os **fósseis** são registos de organismos ou partes deles que viveram em épocas geológicas passadas, como também os vestígios da sua atividade biológica, os icnofósseis. Distinguem-se dois tipos de fósseis: **somatofósseis**, restos somáticos (isto é, do corpo) de organismos do passado (por exemplo, fósseis de dentes, de carapaças, de folhas, de conchas, de troncos, etc.); **icnofósseis**, vestígios da atividade biológica de organismos do passado (por exemplo, fósseis de pegadas, de marcas de mordidas, de ovos (da casca dos ovos), de excrementos (os coprólitos), de túneis e de galerias de habitação, etc.).

Na laje quase horizontal é possível ver icnofósseis de invertebrados aquáticos (com aspeto vermiforme). Pela observação destes icnofósseis podemos distinguir dois tipos de estruturas escavadas pelos organismos: tubos verticais, possíveis galerias de habitação e caminhos tubulares por onde se deslocavam os organismos.

Tema 2

As **rochas sedimentares** são geradas na interface da litosfera com a hidrosfera, atmosfera e biosfera, nas condições de pressão, temperatura e quimismo próprias da superfície do planeta. Resultam da deposição de outras rochas preexistentes e/ou precipitação química de substâncias dissolvidas na água e/ou acumulação de seres vivos e/ou ainda da edificação de estruturas sólidas convertíveis em rocha, como são os recifes de coral. Ao classificarmos as rochas sedimentares detríticas, i.e., rochas constituídas essencialmente por fragmentos (detritos ou clastos) minerais ou líticos de outras rochas preexistentes, podemos dividir em rochas consolidadas ou não consolidadas. De uma forma muito geral as rochas sedimentares detríticas consolidadas são: os conglomerados, arenitos siltitos e argilitos; enquanto que as rochas sedimentares detríticas não consolidadas correspondem aos seixos, areias, siltes e argilas. Neste geossítio é possível observar afloramentos e blocos de arenitos. Como também são visíveis níveis de conglomerados que incluem fragmentos líticos do soco cristalino e clastos de feldspatos róseos.

As rochas sedimentares, muitas vezes apresentam **estratificação** após sofrerem os processos diagenéticos, isto é, sedimentos dispostos em estratos ou camadas sobrepostas transformam-se em rochas sedimentares consolidadas. Cada estrato corresponde a uma camada paralela delimitada por um teto (limite inferior do estrato superior) e um muro (limite superior do estrato inferior) com uma granulometria e composição química própria que indica uma superfície deposicional. Estes podem ser delgados, com espessura na ordem dos centímetros e milímetros ou pelo contrário podem possuir uma espessura de muitos metros. Normalmente, nas bacias sedimentares os sedimentos depositam-se horizontalmente uns sobre os outros formando camadas paralelas - **estratificação paralela**. Todavia a estratificação planar não é a única forma de os materiais de origem sedimentar se apresentarem à superfície da terra. Na **estratificação cruzada** (ou entrecruzada), o material estratificado é depositado pela água ou pelo vento, nos quais as lâminas (camadas de sedimentos mais finas) estão dispostas com ângulos de até 35° em relação ao plano horizontal. Estas estruturas são muito comuns em arenitos. Normalmente têm um aspeto complexo, como resultado das rápidas mudanças de direção do agente de transporte.

Os sedimentos arenosos, que originaram os arenitos formação Cariri, foram depositados no intervalo de tempo de idade neo-ordoviciana/siluriana. Neste geossítio é possível ver, em alguns blocos rochosos e afloramentos, a estratificação dos arenitos,

nomeadamente estratificações paralelas e cruzadas. No caso da Formação Cariri, o contexto de deposição destes sedimentos está interligado com sistemas fluviais entrelaçados, onde as rochas sedimentares foram originadas devido à acumulação progressiva de sedimentos, areias e seixos. A análise das estratificações, especialmente as estratificações cruzadas (entrecruzadas), tem grande importância na reconstituição de paleocorrentes (correntes fluviais, marinhas ou eólicas do passado). Uma vez que normalmente os estratos ou camadas, são bons indicadores do fluxo d'água que as depositou.

Tema3

Outro ponto de destaque neste geossítio é a Cachoeira de Missão Velha, um dos principais elementos de destaque na paisagem desta região, com quedas d'água de aproximadamente 12 metros de altura. Como também o vale de quase três quilómetros de extensão do Rio Salgado, associado a um exuberante corredor de vegetação de grande porte, que conferem ao geossítio elevado valor ambiental e ecológico (Lima *et al.*, *em publicação*).

O caudal deste rio sofre mudanças ao longo do ano, devido às épocas de estiagem e chuvas, características desta região. Na altura de maior seca, em que o nível da água é mais baixo, ao observamos a panorâmica geral do vale, é possível ter a noção do poder erosivo deste rio. Ao longo do vale facilmente se distinguem os grandes blocos rochosos que foram removidos por estas águas.

Por outro lado, neste geossítio também é possível observar marmitas, ou seja feições características de processos erosivos em rios. As marmitas começam por ser pequenas cavidades, no leito de um rio. Devido a fortes correntes sazonais, os seixos são levados pelas correntes e acabam por ficar retidos junto a essas cavidades. Os movimentos turbilhonares fazem com que os seixos comecem a escavar o leito rochoso do rio, formando cavidades circulares, conhecidas por marmitas de gigante, marmitas, ou caldeirões. Com o passar do tempo, as marmitas podem ficar cada vez maiores e os seixos aprisionados ficam esféricos, como também podem acabar por se juntar formando canais por onde passa a água.

Geossítio Floresta Petrificada

Localização

Localizado no Sítio Olho D'água Comprido, 6km a sudeste de Missão Velha, na localidade conhecida como Grota Funda.

Condições de acesso

A entrada para este geossítio fica mesmo à face da estrada, os carros e autocarros podem facilmente parar na berma da estrada, uma vez que esta é bastante larga. Os pontos de interesse do geossítio são de fácil acesso, faz-se uma curta caminhada (aproximadamente 200 metros), onde o caminho está devidamente sinalizado.

Imagens



Imagens



Geossítio Floresta Petrificada. A e B, Panorâmica do Geossítio; C e D exemplares de fragmentos de troncos de madeira silicificada, atribuídos à conífera *Dadoxylon benderi*; E, aspeto geral da vertente de arenitos; F, aspeto pormenor das estratificações.

Aspetos importantes com fins didáticos

Tema 1 - Processos de fossilização. Observar os troncos petrificados. Definir o conceito de processo de fossilização. Explicar o que é a silicificação. Definir o paleoambiente.

Tema 2 - Estratificação. Observar a estratificação dos arenitos. Distinguir os dois tipos de estratificações: plano-paralelas (ou planar ou paralela) e cruzadas. Explicar como se formam as diferentes estratificações.

Questões-problema

Tema 1 - Quais os principais processos de fossilização? O que é a silicificação? Qual seria o paleoambiente destes troncos fósseis? Quais as informações que eles nos dão?

Tema 2 - Quais são os tipos de estratificações sedimentares? Como se formaram estas estratificações plano-paralelas e cruzadas? Qual a sua importância para os estudos geológicos? O que são paleocorrentes?

Conceitos

Fóssil; Silicificação; Paleoambiente; Rochas sedimentares; Arenitos; Estratificação; Estratos; Estratificação plano-paralela; Estratificação cruzada; Paleocorrentes;

Estratégias e sugestões didáticas durante a exposição do geossítio

Tema 1, Mostrar uma figura com a reconstituição do paleoambiente da Formação Missão Velha. Fazer com que os visitantes procurem os fragmentos dos troncos fósseis. **Tema 2,** Fazer com que os visitantes tentem identificar os diferentes tipos estratificação no paredão rochoso.

Materiais de apoio

Tema 1. Figura com a reconstituição do paleoambiente da Formação Missão Velha (anexo).

Descrição dos conteúdos didáticos

Tema 1

Para se formarem fósseis tem que ocorrer um conjunto de fenómenos físicos e químicos, designados por **processos de fossilização**. O organismo ou vestígio tem de ser enterrado rapidamente nos sedimentos ou noutra meio sem oxigénio, para não ser decomposto ou destruído pelos agentes erosivos.

A **mineralização** é um processo tafonómico, fóssil- diagenético (isto é, pós-enterramento) que por alteração ou adição mineralógica, origina petrificações de restos esqueléticos (com natureza orgânica ou biomineralizada) e de vestígios de atividade biológica (originalmente de composição orgânica ou biomineralizados). Numa mineralização conserva-se, pelo menos vestigialmente, a estrutura interna original do resto esquelético fossilizado. Nos fósseis formados por processos de **silicificação** em regra, não há conservação do material esquelético original (orgânico ou biomineralizado), sendo este totalmente substituído por novos minerais. Neste caso dos troncos petrificados, a celulose do esqueleto orgânico da planta é totalmente substituída por sílica (substituição do carbono presente na celulose por sílica). Os espaços vazios originais são também preenchidos por sílica. Assim, a estrutura interna do tronco é preservada, mas a celulose original não. Este é um dos processos de preservação mais comuns de estruturas

biogénicas por duas razões: a sílica é uma substância comum em toda a superfície do globo e o processo de remobilização e precipitação da mesma ocorre sob condições de temperatura e pressão de superfície. Os fósseis da Formação Missão velha, em geral com tamanho entre 5 e 25 cm, apresentam apenas o xilema secundário preservado, sem córtex nem medula, espaço medular diminuto e marcas de ramificação dispersas na superfície. Estas características correspondem ao gênero *Dadoxylon sp.*, antigas árvores de coníferas (grupo dos pinheiros), em que alguns podiam atingir mais de 2m de comprimento.

Os paleoambientes correspondem aos ambientes antigos em que ocorreu a formação das rochas, e os fósseis são muito importantes para sua interpretação e reconstituição. Os fósseis de troncos fósseis (com aproximadamente 145 milhões de anos) evidenciam que, naquela época (Período Jurássico), existiam na região colinas cobertas por florestas, recortadas por rios que transportavam os troncos caídos, que eram depois depositados no meio de areias e argilas. Além disso, é possível afirmar que o ambiente deposicional da Formação Missão Velha é de origem aluvial, passando gradativa e distalmente para uma planície aluvial com sistemas de leques aluviais e rios entrelaçados, sob clima quente e húmido. Os troncos de grande porte devem ter sido depositados em locais mais elevados, e os fragmentos menores, na planície.

Tema 2

Neste geossítio, os paredões rochosos de arenito que mostram camadas de rochas avermelhadas, onde é possível observar estratificações cruzadas planares e acanaladas, e em menor proporção, os arenitos finos com estratificação paralela (ver mais informações na descrição do tema2 do geossítio Cachoeira de Missão Velha). Aliás, para interpretação paleoambiental da Formação Missão Velha foi medida a direção de paleocorrentes registradas na sua sequência sedimentar, o que permitiu visualizar um fluxo de paleocorrentes predominante para sul, com área-fonte situada a norte.

Geossítio Parque dos Pterossauros

Localização

Localizado no Sítio Canabrava (propriedade da Universidade Regional do Cariri (URCA)), a 2,5km de Santana do Cariri.

Condições de acesso

Os acessos rodoviários estão muito fracos para chegar ao geossítio, contudo é possível chegar a pé. Faz-se uma pequena caminhada de pelo menos 10 minutos, mas com baixo grau de dificuldade.

Imagens



Geossítio Parque dos Pterossauros. A e B Locais onde se fazem, sempre que possível, as escavações paleontológicas do membro Romualdo.

Aspetos importantes com fins didáticos

Tema 1 – Paleontologia. Explicar o que é um paleontólogo. Explicar o que são escavações paleontológicas. Definir o conceito de jazida paleontológica. Explicar a importância da recolha de informações do contexto geológico os fósseis onde estão

inseridos. Explicar como o registo paleontológico pode ser importante para a construção dos modelos de evolução da Vida no planeta Terra.

Tema 2 – Fósseis. Descrever quais são os fósseis que se podem encontrar na Formação Romualdo. Definir o termo de “fóssil-vivo”. Explicar o que são Pterossauros.

Tema 3 – Processos de fossilização. Definir concreções fossilíferas. Explicar como se formaram as concreções fossilíferas da Bacia do Araripe. Definir o processo de fosfatização. Refletir sobre o elevado número de ocorrência destes fósseis.

Questões-problema

Tema 1 - O que é uma jazida paleontológica? Como se fazem as escavações paleontológicas? Que informações se devem recolher quando se faz a colheita de fósseis? O que nos leva a concluir que vida sofreu mecanismos de evolução ao longo do tempo geológico? Qual seria o paleoambiente onde se formaram estes fósseis?

Tema 2- Quais os fósseis que estão presentes na formação Romualdo? O que são pterossauros? Quais são os fósseis mais abundantes? O que é “fóssil-vivo”?

Tema 3 - Qual o processo de fossilização que permitiu a formação das concreções calcárias fossilíferas? Porque muitos destes fósseis estão preservados tridimensionalmente? Por que é que existem níveis de mortandade?

Conceitos

Paleontologia; Escavações paleontológicas; Jazida paleontológica; Registo paleontológico; Tempo geológico; Evolução; Fóssil-vivo; Pterossauros; processos de fossilização; Concreções calcárias fossilíferas; Fosfatização.

Estratégias e sugestões didáticas durante a exposição do geossítio

Tema1, A visitação a este geossítio é recomendada quando estiver a decorrer uma escavação paleontológica. **Tema 2,** Para ajudar na explicação dos conteúdos deste geossítio, mostrar a figura com a reconstituição do paleoambiente do membro. Consultar o “Guia para trabalhos de campo em Paleontologia na Bacia do Araripe” (Saraiva, *et al.*, 2010) - um pequeno livro feito para o público em geral e para os iniciantes na paleontologia. De uma forma simples e direta, apresenta as principais espécies preservadas nas rochas da Formação Santana. Outra sugestão é a imprescindível visita ao

Museu de Santana do Cariri. Este museu está situado próximo do geossítio e tem uma importante coleção de fósseis de grande beleza e importância turística e didática. **Tema 3,** Mostrar uma concreção de preferência com um fóssil no seu interior e apresentar um esquema com a formação de uma concreção calcária fossilífera.

Materiais de apoio

Tema 1. Figura com a reconstituição do paleoambiente da Formação Romualdo (anexo).

Tema 2. Esquema com a formação de uma concreção calcária fossilífera (anexo).

Descrição dos conteúdos didáticos

Tema 1

Genericamente a Paleontologia é uma ciência natural que estuda a vida do passado da Terra e o seu desenvolvimento ao longo do tempo geológico, bem como os processos de formação dos fósseis. Um paleontólogo é um cientista que estuda os fósseis para investigar como eram os organismos e os ecossistemas do passado da Terra.

Neste geossítio são feitas escavações paleontológicas nas rochas do membro Romualdo (Formação Santana), em busca de concreções calcárias que geralmente possuem fósseis. São conhecidas popularmente como “pedras de peixe”, devido à grande ocorrência de fósseis de peixes. Para se começar uma escavação paleontológica primeiro tem que se procurar indícios que permitam encontrar o nível correto da jazida paleontológica, ou seja, começa-se com a procura de rochas sedimentares com maior potencial fossilífero, como também as áreas onde se encontrem maior número de fragmentos de fósseis. Após marcar o ponto de escavação, retira-se a vegetação e o solo que não tem concreções.

Os fósseis não ocorrem naturalmente fora de um contexto geológico, que também dá preciosas informações para os estudos paleontológicos. Durante o processo de escavação é necessário fazer uma interpretação do seu contexto geológico, para recolher informações necessárias para os estudos científicos. Tradicionalmente, os fósseis são muito utilizados para o estabelecimento do tempo geológico, uma vez que são necessários para determinar a idade relativa das rochas que os incluem. Por exemplo, para se fazer o levantamento paleoecológico é preciso ter em atenção a relação das concreções com o nível estratigráfico. Quando se chega ao nível de concreções cada uma delas é numerada, são feitas medidas de comprimento, largura e altura e é apontado o azimute, ou seja

posicionamento da concreção em relação ao norte. Tais medidas servem para a identificação de peleocorrentes.

O paleoambiente destes fósseis é interpretado como fluvio-lacustre e estuarino, onde o ecossistema apresentava uma circulação e variação de salinidade. Nesta região existia uma laguna (lago de água salgada) que, por vezes, tinha contato com as águas do Oceano Atlântico, há aproximadamente 100 milhões de anos (Período Cretácico). A inquestionável influência marinha é confirmada pela presença de equinoides, dinoflagelados e moluscos típicos de ambientes com influência da água salgada.

Por outro lado a ocorrência de diferentes espécies podem ajudar na construção dos modelos da evolução biológica. Após a interpretação do registo fóssil, podemos ver que as diferentes formas de vida mudaram ao longo do tempo, pois os fósseis representam algo que outrora foi vivo, num outro tempo geológico, e que teve um modo de vida próprio num ambiente específico.

Tema 2

As concreções típicas do membro Romualdo apresentam uma vasta paleoictiofauna considerada marinha, tartarugas marinhas, pterossauros e dinossauros. A ictiofauna constitui o grupo de organismos mais abundantes, sendo composta por mais de 19 géneros pertencentes a várias famílias. Neste grupo podemos encontrar um exemplo de um “fóssil-vivo”, celacanto. Os “fósseis vivos” são organismos (ou melhor, táxones de categoria espécie e género) atuais pertencentes a grupos biológicos (de categoria superior: ordem, classe) que, no passado geológico da Terra, foram muito mais abundantes e diversificados que na atualidade. Frequentemente a expressão “fóssil vivo” é também utilizada informalmente para qualificar organismos de atuais grupos biológicos, que são morfologicamente muito similares a organismos dos quais há conhecimento apenas do registo fóssil. Um exemplo disso são os Celacantos, pois os fósseis deste grupo de peixes haviam sido encontrados muito antes da descoberta de um espécime vivo. Estes peixes que viveram no Nordeste há muito tempo atrás, mudaram muito pouco ao longo de sua evolução. Os espécimes fósseis aqui encontrados são de uma linhagem diferente do celacanto atual, mas anatomicamente o grupo é muito parecido. Os fósseis estão em ótimo estado de conservação, onde se encontram quase todos os complexos anatómicos preservados e articulados.

Um dos grupos de fósseis mais emblemáticos da Formação Santana são os Pterossauros. Estes constituem uma ordem extinta da classe Reptilia (ou Sauropsida) que

correspondem aos répteis voadores contemporâneos dos dinossauros. Já foi descrita uma grande variedade de pterossauros, pelo menos 21 espécies, de diferentes tamanhos e formas, com enormes cristas na cabeça ou na mandíbula.

Tema 3

Muitos dos fósseis da formação Santana são encontrados nas concreções calcárias e foram formados sob condições muito especiais e raras, normalmente desencadeadas logo após o soterramento dos organismos. Muitos dos espécimes estão totalmente articulados, como também é comum estarem preservados tridimensionalmente. Outra característica igualmente espetacular é a alta qualidade de preservação dos tecidos moles fosfatizados.

Neste caso particular, a precipitação do carbonato de cálcio em torno das carapaças pode ter iniciado mesmo antes do soterramento, como consequência da liberação de amônia e aminas resultantes da desagregação de moléculas orgânicas, elevando o pH do meio circundante e promovendo a precipitação de carbonato de cálcio sobre os tecidos moles. O processo continuou à medida que os restos afundavam progressivamente sob os sedimentos de acumulação, até formar um sólido invólucro em redor das carapaças.

Convém ressaltar que outros processos de mineralização estão relacionados com as concreções do Araripe. Outra característica igualmente espetacular é a alta qualidade de preservação dos tecidos moles (vertebrados e invertebrados) fosfatizados.

Os fosfatos estão frequentemente envolvidos na permineralização e substituição de carapaças e outras estruturas de origem orgânica. Como a fosfatização pode ocorrer rapidamente e sob condições próximas da superfície, é um meio de fossilização conveniente para a preservação de estruturas delicadas, que têm curta duração antes de degradar. Na formação das concreções da Bacia do Araripe, em muitas etapas os fosfatos substituíram os tecidos moles (em especial os músculos) prevenindo a decomposição e preservando as formas em três dimensões.

A enorme quantidade de fósseis da Bacia do Araripe é atribuída a eventos catastróficos, talvez a proliferação em massa de dinoflagelados, que libertam toxinas letais, ou mudanças bruscas na salinidade da água na laguna que ali existia. Durante estes episódios, os processos de decomposição consumiam rapidamente o oxigênio dissolvido na água. Mas a deficiência em oxigênio desacelerava o processo de decomposição e dava tempo para que o soterramento progressivo das carapaças levasse à consolidação das

concreções. Esta situação pode explicar a existência dos níveis de mortandade característicos deste membro da Formação Santana

Geossítio Pedra Cariri

Localização

Localizado a 3km do centro de Nova Olinda, próximo à rodovia de acesso ao Município de Santana do Cariri.

Condições de acesso

A entrada para este geossítio fica mesmo à face da estrada, os carros e autocarros podem facilmente parar na berma da estrada, uma vez que esta é bastante larga.

Imagens



Geossítio Pedra Cariri. **A**, Panorâmica geral do geossítio; **B** e **C** acumulação e empilhamento das lajes após serem cortadas do piso de calcário; **D**, Aspeto pormenor de uma frente de lavra, onde é possível ver a estratificações das rochas calcárias do Membro Crato.

Aspectos importantes com fins didáticos

Tema 1 – Fósseis. Refletir sobre a grande ocorrência de fósseis em alguns níveis da formação Crato. Explicar a teoria da deriva continental. Explicar a importância dos fósseis para a reconstituição paleogeográfica dos continentes. Explicar o que é o antigo continente Gondwana.

Tema 2 –Estratificação. Observar a estratificação dos calcários. Explicar os conceitos de estratificação e estrato. Identificar as estratificações paralelas com diferentes colorações.

Tema 3 – Exploração de recursos geológicos. Definir recursos geológicos. Explicar o que são recursos não-renováveis. Descrever o que é uma mineração. Observar uma frente de lavra e o piso recortado de uma antiga área de exploração de calcários laminados. Explicar como se retiram as lajes de calcário laminado para posteriormente serem comercializadas.

Questões-problema

Tema 1 - Quais os principais fósseis que ocorrem no Membro Crato? Qual seria o paleoambiente onde se formaram estes fósseis? Quais os fósseis que comprovam a existência do antigo continente Gondwana?

Tema 2 – O que é uma estratificação? E um estrato? O que é uma estratificação paralela?

Tema 3 – Qual a importância dos recursos geológicos para o Homem? O que são recursos não-renováveis? O que é uma mineração? Quais as implicações ambientais de uma exploração mineira? Como se processa a exploração da “Pedra Cariri”? Qual a importância destas explorações para a descoberta de fósseis?

Conceitos

Fóssil; Paleoambiente; Paleogeografia; Deriva continental; Rochas sedimentares; Estratificação; Recursos geológicos; Recursos não-renováveis; Mineração.

Estratégias e sugestões didáticas durante a exposição do geossítio

Tema1, Mostrar esquema com o paleoambiente do Membro Crato. Mostrar uma figura do antigo continente Gondwana. Mostrar um exemplar do peixe *Dastilbe*. Ver a coleção de fósseis que está no museu de Santana do Cariri. **Tema 2,** Fazer com que os visitantes procurem identificar na frente de lavra a estratificação das rochas e as diferentes

colorações. Mostrar um esquema com os diferentes tipos de estratificação das rochas sedimentares. **Tema 3**, Caso seja possível, sugere-se a visitação de uma exploração de calcário em atividade.

Materiais de apoio

Tema 1. Figura com a reconstituição do paleoambiente do Membro Crato (anexo).

Descrição dos conteúdos didáticos

Tema 1

Embora só tenha sido estudado paleontologicamente desde 1980, em pouco mais de 20 anos foram descobertas e descritas mais de 200 novas espécies a partir das rochas do Membro Crato. Este registo fossilífero destaca-se pela sua diversidade, abundância e qualidade de preservação dos fósseis. Este membro fossilífero inclui grupos de invertebrados, vertebrados e plantas. A biota do Membro Crato apresenta uma grande variedade de representantes fósseis da classe Insecta, que corresponde a cerca de 80% das espécies descritas para este membro. Já foram identificados inúmeros exemplares desta classe: ensíferos (grilos), efemerópteros (efémeras), hemípteros (percevejos), himenópteros (vespas e formigas), neurópteros (formigas de asas), homópteros (cigarrinhas), blatópteros (baratas), isópteros (térmitas), dermápteros (lacraias ou centopeias), coleópteros (besouros), lepidópteros (borboletas), tricópteros (pequenas mariposas), celíferos (gafanhotos) e dípteros (moscas e mosquitos). No mesmo nível desta rocha calcária, ocorrem restos vegetais de plantas, com flores, o que permite interpretar que, provavelmente, as primeiras polinizações de flores por insetos ocorreram nessa época do Cretáceo.

Através da análise dos fósseis do membro Crato, sugere-se como ambiente deposição, um ambiente deltáico-lacustre, dividido em quatro subambientes distintos: i) um lago salino, com a porção marginal constituída por água doce; ii) zona lacustre marginal, periodicamente inundada, circundada por pântanos e bosques tropicais húmidos; iii) zonas elevadas, acima do nível freático, porém bem drenadas; e iv) um relevo de colinas.

Dentro dos fósseis de vertebrados destaca-se aqui a grande ocorrência do fóssil de peixe *Dastilbe*, como também a sua importância na reconstituição da história da Terra. Alguns dos argumentos que comprovam a teoria da deriva continental, proposta Alfred

Wegener, são os elementos paleontológicos que estão registados nas rochas da bacia do Araripe. Durante os períodos Jurássico Superior e Cretácico Inferior, os continentes América do Sul e África formavam o antigo continente Gondwana, que lentamente se separou com a abertura do oceano Atlântico Sul. A deriva destes dois continentes, está comprovada, entre outras coisas, pelo peixe de água doce *Dastilbe*. Pois na verdade ocorrem várias espécies destes peixes nos depósitos de igual idade tanto no Gabão, África, quanto no Ceará brasileiro.

Tema 2

A Formação Crato é composta de calcários laminados de cor amarela a creme, com rochas bem estratificadas, de disposição horizontal, estratificação paralela (ver mais informações na descrição do tema2 do geossítio Cachoeira de Missão Velha).

Tema 3

Os recursos geológicos são todos os bens de natureza geológica, existentes na crusta terrestre, passíveis de serem utilizados pelo Homem, uma vez que constituem a fonte de matérias-primas de diversos produtos usados no quotidiano. Com o aumento da população humana e com desenvolvimento industrial a exploração dos recursos geológicos tem vindo a aumentar de forma dramática, onde muitos destes recursos caminham para o esgotamento, o que torna urgente a adoção de uma exploração sustentada.

Os recursos minerais são recursos não renováveis, isto é, recursos que são consumidos a uma velocidade superior àquela a que se formam. Um exemplo da exploração de recursos minerais está nos municípios de Santana do Cariri e Nova Olinda, que acolhem várias áreas de mineração de calcário laminado. A extração de calcário laminado, mais conhecido por “Pedra Cariri” existe nesta região desde séc. XIX, e tem-se mostrado como um importante fator de desenvolvimento económico da região. Esta pedra é muito utilizada na construção civil. Facilmente encontram-se casas inteiramente construídas com “Pedra Cariri”, mas como tem grande valor decorativo, a sua aplicação é maior em revestimentos de paredes, calçadas e pisos.

A tecnologia de extração destas pedras é bastante rudimentar. De uma forma genérica o processo de extração da “Pedra Cariri” consiste na remoção do solo e das camadas rochosas que não têm interesse para a exploração; depois de descobertas, as camadas rochosas de calcário laminando são cortadas em pequenas lajes quadrulares (o corte é feito no próprio piso com auxílio de serras); e finalmente as lajes são retiradas manualmente e empilhadas para posteriormente serem vendidas.

À medida que as áreas de extração vão avançando, a conformação natural das encostas calcárias vai alterando, criando assim uma nova paisagem. Por outro lado, permite a observação das rochas e de toda a arquitetura geológica do membro Crato. Outra consequência desta atividade é a ocorrência constante de um grande número de fósseis. Facto que tem proporcionado grandes descobertas para a ciência e aumentado o património paleontológico da região. Contudo, nem sempre isso acontece, pois muitas vezes estes fósseis são perdidos. Nos últimos anos, tem havido um enorme esforço para recolher os fósseis encontrados nas explorações de calcário. Esta ação de preservação tem permitido encaminhar os fósseis para o Museu de Paleontologia da URCA, e normalmente envolve estudantes, pesquisadores e os próprios trabalhadores das mineradoras.

7. Recomendações e informações úteis

Não esquecer de levar...

- Água e Alimentos ligeiros (fruta, bolachas);
- Chapéu para o sol (boné protege pouco); Camisa com mangas compridas; Sapatos ou botas confortáveis;
- Creme de proteção solar.

Cuidados especiais e normas de conduta...

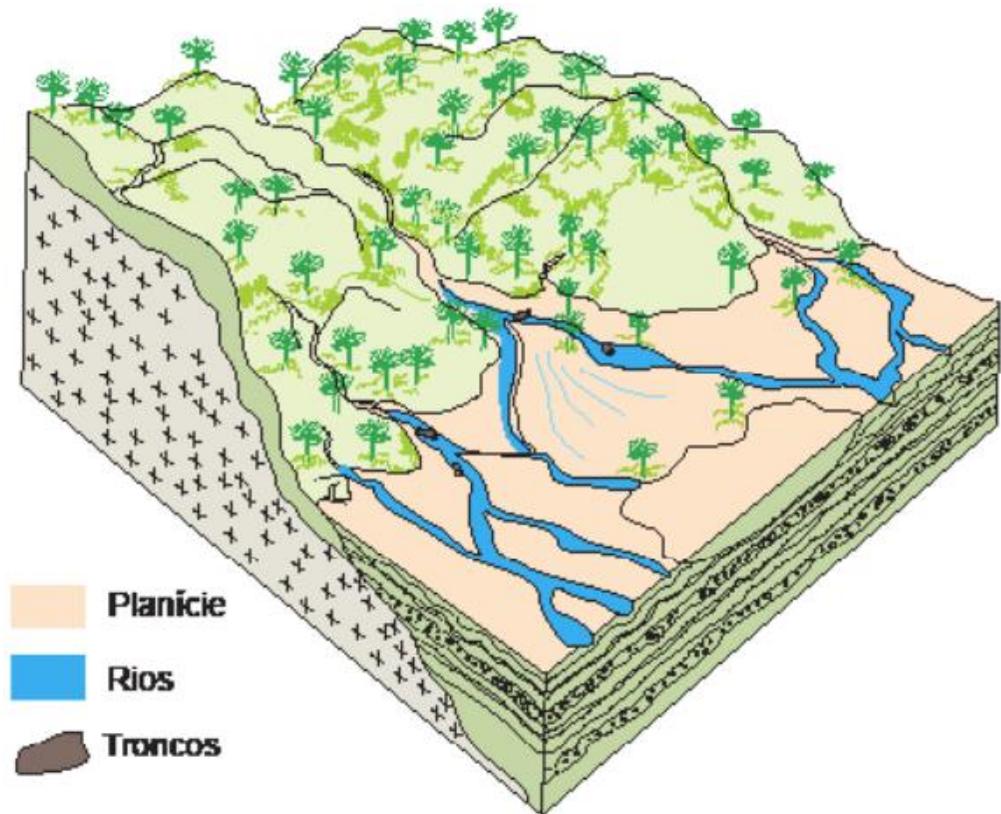
- Proibidos recolher ou danificar rochas, fósseis e qualquer outro bem natural;
- Atenção ao piso escorregadio;
- Evitar atitudes que perturbem a ordem do local;
- Observar a fauna à distância;
- Não abandonar lixo no chão e levar para um local onde haja serviço de recolha;
- Respeitar a propriedade privada;
- Não fazer lume;
- Ser afável com os habitantes locais, esclarecendo a atividade em curso.

- Anexo 2A-

Material de apoio para as saídas de campo interpretativas, representação do paleoambiente da Formação Missão Velha.

FORMAÇÃO MISSÃO VELHA

Na Formação Missão Velha ocorrem abundantes troncos e fragmentos de madeira silicificada, atribuídos à conífera *Dadoxilon benderi*. Esta abundância sugere que estas áreas deveriam ser cobertas por extensas florestas de coníferas localizadas em planícies fluviais de sistemas entrelaçados, com canais rasos e de alta energia.



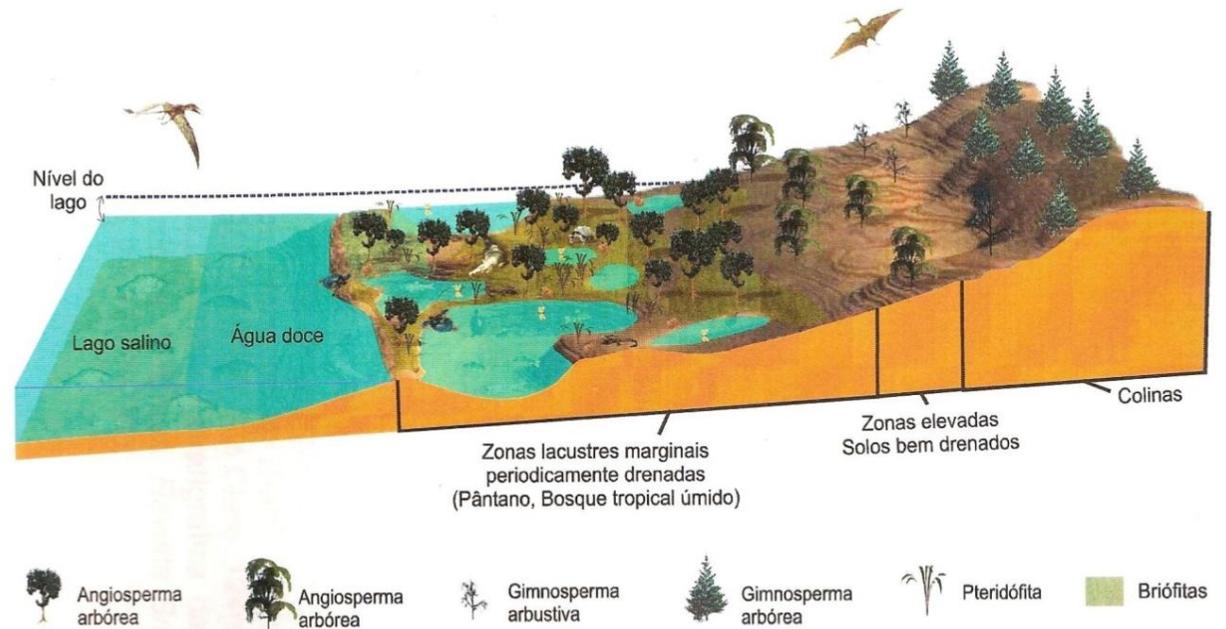
Representação do paleoambiente da Formação Missão Velha (Lima *et al.*, e publicação)

- Anexo 2B-

Material de apoio para as saídas de campo interpretativas, representação do paleoambiente da Formação Santana (Membro Crato).

FORMAÇÃO SANTANA (MEMBRO CRATO)

O ambiente deposição do Membro Crato, é deltáico-lacustre e está dividido em quatro subambientes distintos: i) um lago salino, com a porção marginal constituída por água doce; ii) zona lacustre marginal, periodicamente inundada, circundada por pântanos e bosques tropicais húmidos; iii) zonas elevadas, acima do nível freático, porém bem drenadas; e iv) um relevo de colinas.



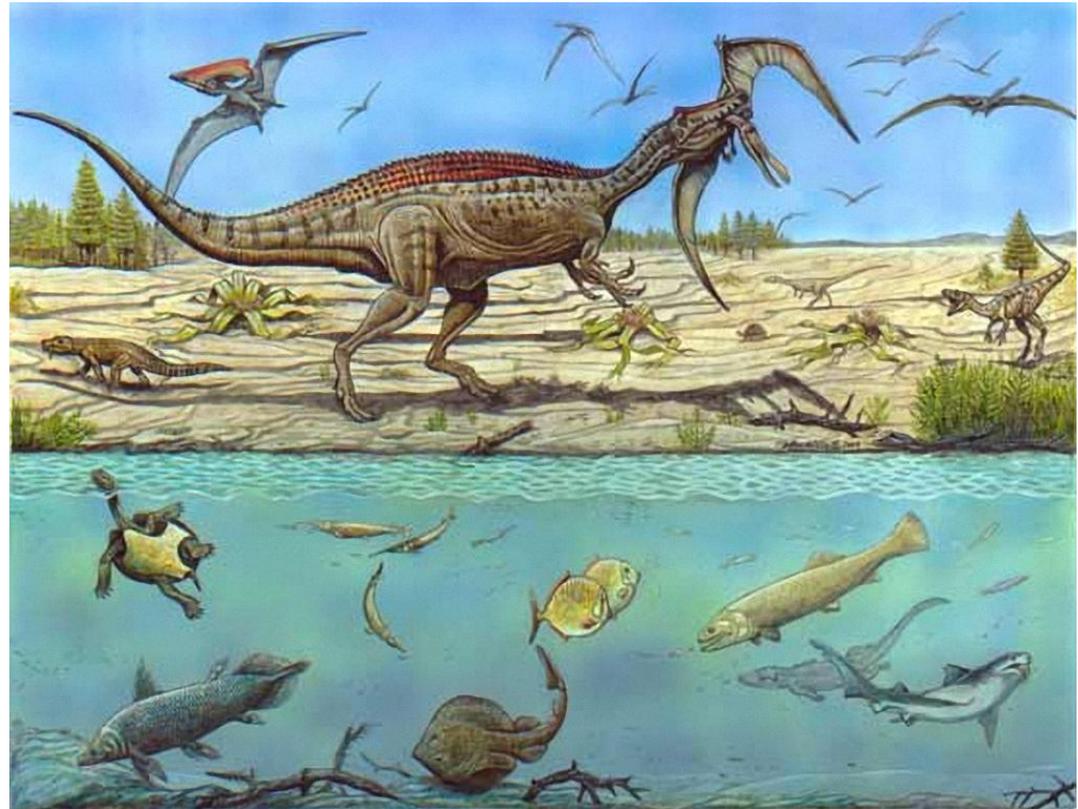
Reconstituição do paleoambiente do Membro Crato (adaptado de Neumann, 1999 in Moura *et al.*, 2006).

- Anexo 2C-

Material de apoio para as saídas de campo interpretativas, representação do paleoambiente da Formação Santana (Membro Romualdo).

FORMAÇÃO SANTANA (MEMBRO ROMUALDO)

Os fósseis do Membro Romualdo são a prova de existência de uma laguna com influência marinha. Nas rochas deste membro surgem com magníficos fósseis de artrópodes, moluscos, equinóides, peixes, dinossauros terópodes e grande variedade de pterossauros.



Reconstituição do paleoambiente do Membro Romualdo (Fraga, 2009).

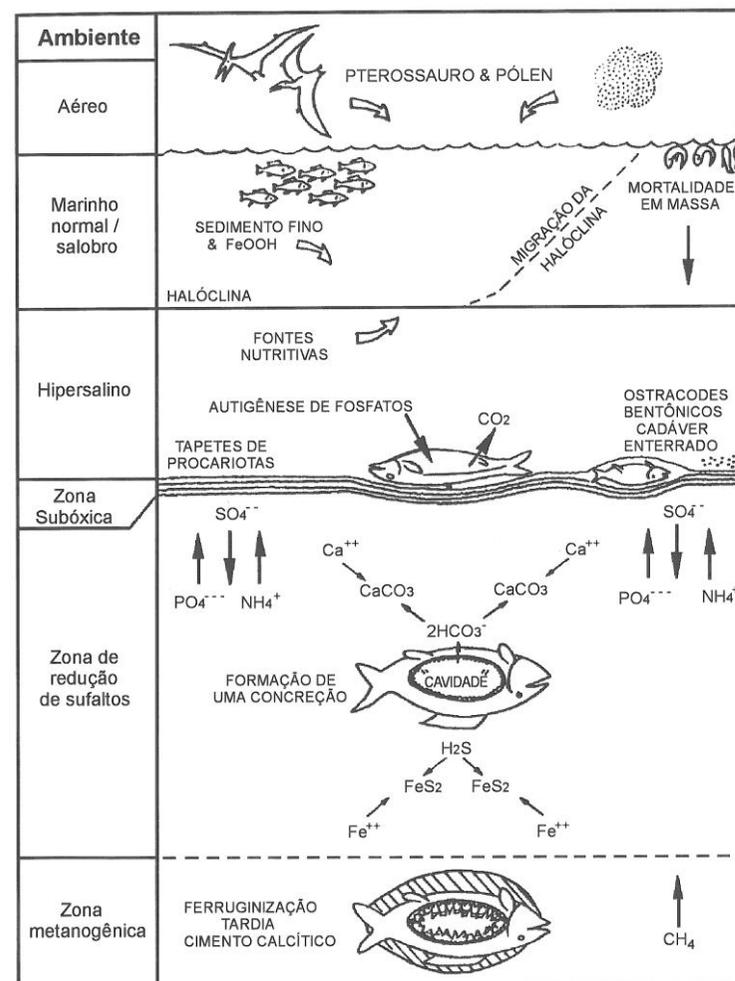
- Anexo 2D-

Material de apoio para as saídas de campo interpretativas, modelo interpretativo para a origem das concreções calcárias da Formação Santana.

CONCREÇÕES CALCÁRIAS FOSSILÍFERAS

Um dos melhores exemplos de formação de concreções calcárias ocorre nos depósitos fossilíferos da Formação Santana.

Neste caso particular, a precipitação do carbonato de cálcio em torno das carapaças pode ter iniciado mesmo antes do soterramento, como consequência da libertação de amónia e aminas resultantes da desagregação de moléculas orgânicas, elevando o pH do meio circundante e promovendo a precipitação de carbonato de cálcio sobre os tecidos moles. O processo continuou à medida que os restos afundavam progressivamente sob os sedimentos de acumulação, até formar um sólido envoltório ao redor das carapaças.

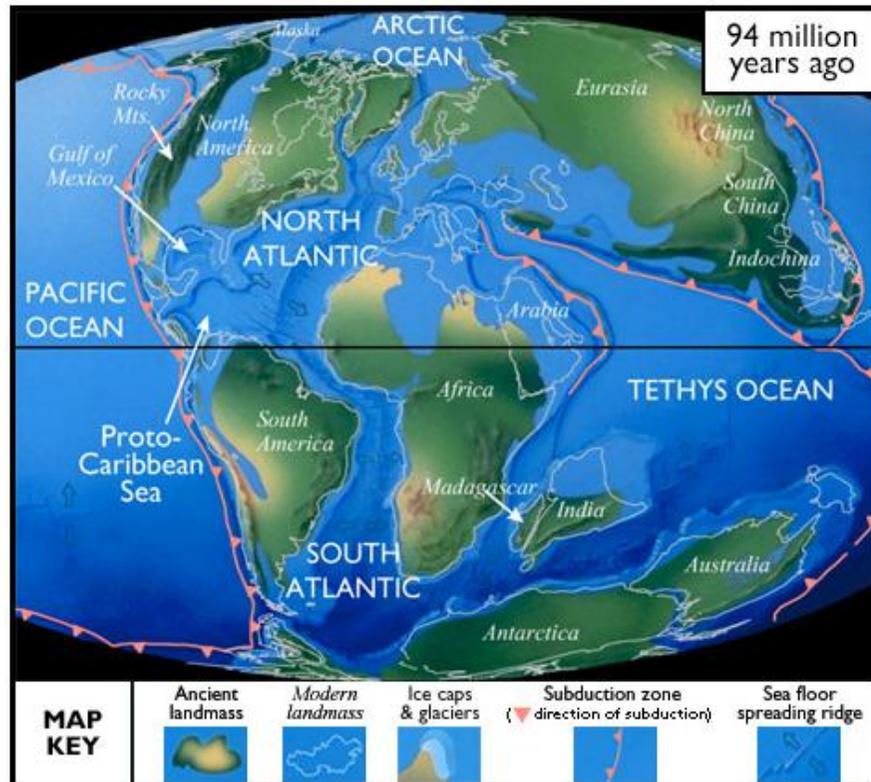


Modelo interpretativo da formação das concreções calcárias fossilíferas da Formação Santana (adaptado de Martill (1988) in Carvalho 2010).

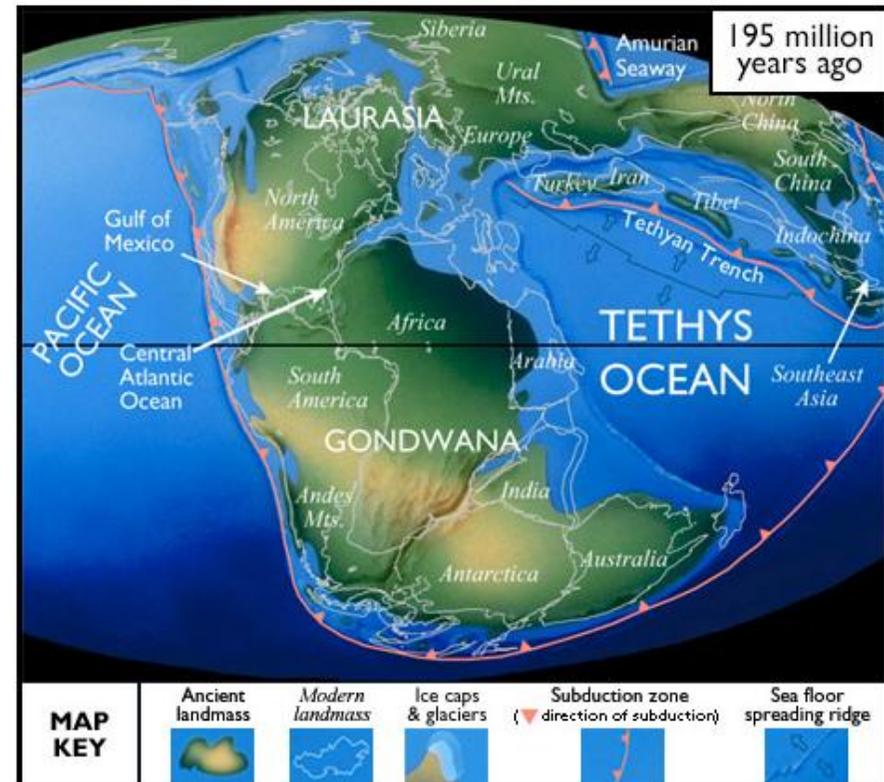
- Anexo 2E-

Material de apoio para as saídas de campo interpretativas, reconstituição da distribuição paleogeográfica dos continentes no período Jurássico (há 195 Ma) e Cretácico (94 Ma).

JURÁSSICO



CRETÁCICO



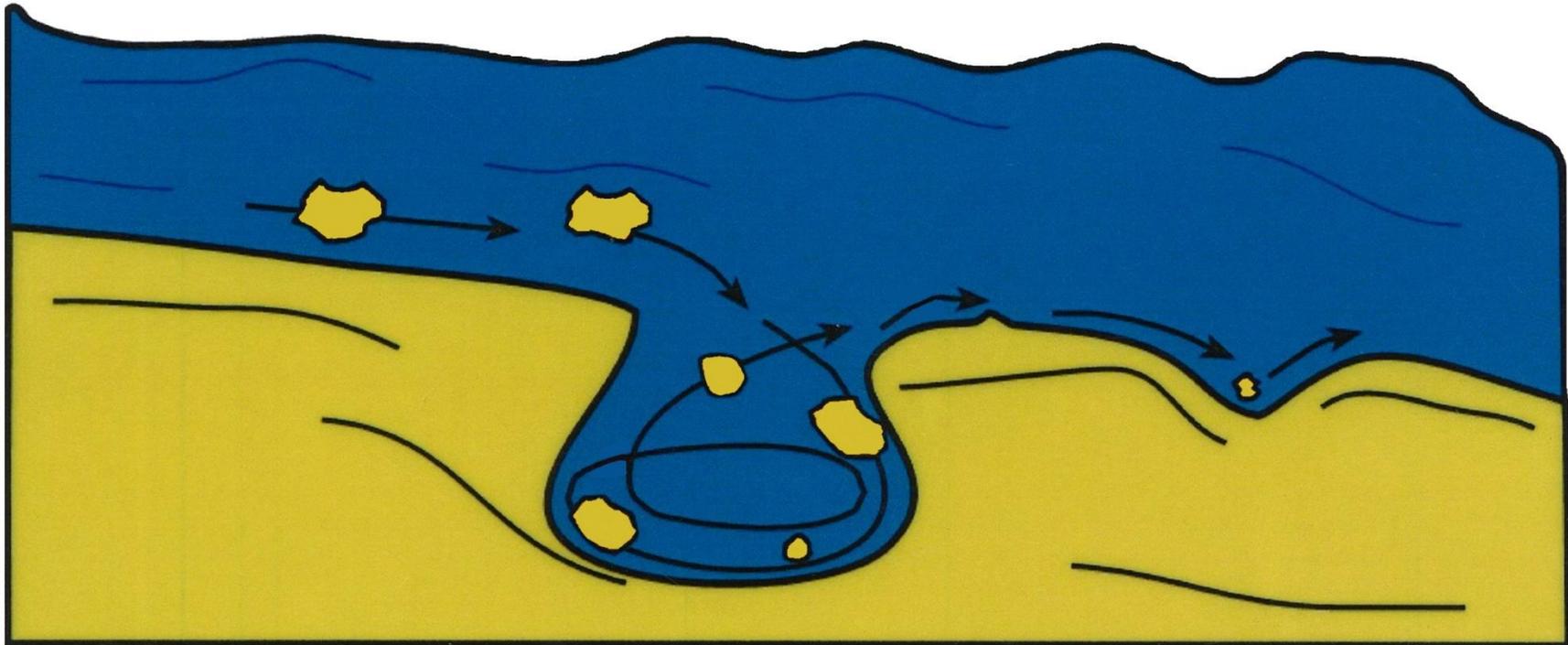
Reconstituição da distribuição paleogeográfica dos continentes no período Jurássico (há 195 Ma) e Cretácico (94 Ma) (Reconstituição paleogeográfica, 2012).

A Bacia do Araripe está estreitamente ligada aos períodos **Jurássico Superior** e **Cretácico Inferior**, quando os continentes América do Sul e África formavam o antigo continente Gondwana, que lentamente se separou com a abertura do oceano Atlântico Sul.

- Anexo 2F -

Material de apoio para as saídas de campo interpretativas, esquema explicativo da formação de uma marmita.

MARMITAS



As marmitas começam por ser pequenas cavidades, no leito de um rio. Devido a fortes correntes sazonais, os seixos são levados pelas correntes e acabam por ficar retidos junto a essas cavidades. Os movimentos turbilhonares fazem com que os seixos comecem a escavar o leito rochoso do rio, formando cavidades circulares, conhecidas por marmitas de gigante, marmitas, ou caldeirões.

Com o passar do tempo, as marmitas podem ficar cada vez maiores e os seixos aprisionados ficam esféricos, como também podem acabar por se juntar formando canais por onde passa a água.

- Anexo 3A-

Concurso o melhor fósil do ano, certificado de participação.

Certificado

Concurso

O fóssil do ano

Certifica-se que

Nome Completo da Pessoa

participou no concurso “O fóssil do ano”, realizado em Julho de Ano,

com a doação do fóssil Nome do Fóssil.

(Coordenador do Geopark Araripe)



(Fotografia do fóssil doado)

- Anexo 3B-

Concurso o melhor fóssil do ano, ficha de inscrição.

Concurso

Ficha de Inscrição

O fóssil do ano

Proveniência do fóssil:

Nome:

Data de nascimento:

Morada:

Código postal:

Município:

Contato:

Tomei conhecimento do regulamento deste concurso.

Assinatura

- Anexo 3C-

Concurso o melhor fósil do ano, regulamento do concurso.

O fóssil do ano

1. Condições de participação

- a) Os participantes deverão comprovar a sua residência no território do Geopark Araripe.
- b) A inscrição é gratuita.
- c) Não poderão concorrer a este concurso os elementos da organização, bem como os familiares em primeiro grau.
- d) A participação neste concurso implica a aceitação e cumprimento integral do presente regulamento.
- e) Os participantes não poderão alegar desconhecimento deste regulamento.

2. Inscrição

- a) A ficha de inscrição bem como o Regulamento do concurso deverão estar disponíveis no *website* do Geopark Araripe (www.geoparkararipe.org.br).
- b) Os participantes devem inscrever-se na sede do geoparque ou no Museu de Paleontologia da URCA até ao dia 30 de Abril de cada ano.
- c) No ato da entrega do fóssil, o participante deverá ter o conhecimento do Regulamento do concurso, bem como preencher a ficha de inscrição.

3. Apresentação do fóssil

- a) Cada participante só poderá submeter a concurso um fóssil.
- b) Em cada fóssil entregue deverá ser declarada a sua proveniência (p.e. o município ou a mineradora).
- c) No caso de participação de menores de idade exige-se uma autorização por escrito do respetivo tutor e/ou encarregado de educação.
- d) Na apresentação pública dos fósseis, estes deverão conter um selo do Geopark Araripe, do Museu de Paleontologia da URCA e do DNPM.

4. Seleção do fóssil vencedor

A seleção do vencedor será feita através da apreciação por parte de um júri, até ao dia 30 de Junho.

5. Júri

O júri será constituído por 4 elementos: um paleontólogo, um elemento do DNPM, um elemento do Museu de paleontologia da URCA e um elemento do Geopark Araripe.

6. Prémio

a) Será atribuído um prémio para “O fóssil do ano”.

b) O prémio do concurso será divulgado oportunamente pelo Geopark Araripe*.

*Como forma de reconhecimento será garantido um lugar de destaque para amostra vencedora, no Museu de Paleontologia da URCA, onde deverá estar discriminado o nome da pessoa que doou o fóssil. Consoante a disponibilidade orçamentária do geoparque sugerem-se alguns possíveis prémios: uma mota; um eletrodoméstico (p.e. frigorífico/geladeira, micro-ondas, fogão); um cabaz de alimentos; uma bolsa de estudos para os filhos. Face ao baixo nível social e educacional da maior parte dos trabalhadores das mineradoras, deve evitar-se um prémio monetário por forma a prevenir um uso inadequado do mesmo.

7. Divulgação dos resultados do concurso e entrega dos prémios

a) Os resultados serão divulgados no *website* do Geopark Araripe e a pessoa que doou o fóssil vencedor será contactada.

b) O prémio será entregue ao participante, ou a um representante, na ExpoCrato*.

c) Serão atribuídos certificados de participação a todos os concorrentes (em anexo).

* Sugere-se a entrega do prémio na ExpoCrato, a maior feira agropecuária do Sul do Ceará, uma vez que esta exposição proporciona grande visibilidade às atividades que são desenvolvidas pelo geoparque. Aliás, desde 2006, que o Geopark Araripe tem marcado presença neste evento, com atividades de orientação e informação sobre os principais geossítios, desenvolvendo ainda atividades no âmbito da educação ambiental.

- Anexo 4-

Regulamento de conduta para as atividades desenvolvidas junto das empresas mineradoras.

Regulamento de conduta para as atividades desenvolvidas junto das mineradoras

É vital seguir um regulamento de conduta e respeitar todas as leis aplicáveis com relação à colheita de fósseis, junto das mineradoras. Este regulamento declara sucintamente o que se espera dos visitantes e das empresas mineradoras:

1. Todos devem valorizar e proteger património paleontológico.
2. Evitar barulhos e atitudes que perturbem o normal funcionamento das mineradoras.
3. Não abandonar lixo no chão e levar para um local onde haja serviço de recolha.
4. Ser afável com os trabalhadores respeitando as suas orientações.
5. Todos os indivíduos devem respeitar e cooperar com os responsáveis da atividade.
6. Não se podem recolher amostras sem a permissão adequada.
7. A recolha de fósseis só pode ser efetuada nas áreas definidas pelos responsáveis das mineradoras.
8. É ilegal guardar os fósseis para proveito próprio.

*este regulamento deve ser assinado por um responsável do geoparque, pelo DNPM, pela mineradora e pelo participante.