

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA  
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL  
CONVÊNIO DNPM - CPRM

**PROJETO SANTANA**  
RELATÓRIO PRELIMINAR DA ETAPA I


João Francisco S. de Moraes

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

AGÊNCIA RECIFE

1975

I-96

 SUREMI  
SEDUTE

CPRM

ARQUIVO TÉCNICO

Relatório n.º 449-S

N.º de Volumes: 1 V.: -

UNIVERSIVO

PHL - 020658

PROJETO SANTANA

Chefe do Projeto : João Francisco S. de Moraes

Equipe Executora : Claudio Scheid

· José da Silva Amaral Santos

## APRESENTAÇÃO

O Projeto Santana tem por finalidade o estudo econômico-mineral das mineralizações de chumbo, zinco e cobre que ocorrem em determinado horizonte da Formação Santana.

Este relatório trata da compilação bibliográfica e da fotointerpretação da área de ocorrência da Formação Santana, a qual abrange parte dos Estados de Pernambuco, Ceará e Piauí.

O levantamento bibliográfico consta de 28 resumos oriundos de trabalhos consultados e, inclui índice bibliográfico. Em cada trabalho é dado maior ênfase a parte que trata da Formação Santana, as suas fácies, aspectos morfológicos, ambiente de deposição, recursos minerais, sobretudo a presença de sulfetos, os quais constituem o objetivo precípuo deste Projeto.

Através dos fatos observados e inferidos na fotoanálise, aliados às informações de trabalhos anteriores, são apresentados oito mapas fotogeológicos integrados na escala de 1:100.000, que cobrem toda a área do Projeto, cuja delimitação é de 7°-8° de latitude sul e 39°-41° de longitude oeste. Os mapas mostram a distribuição da Formação Santana e suas zonas de contato.

## S U M Á R I O

### PARTE I

1 - INTRODUÇÃO	
1.1 - Considerações Gerais .....	2
1.2 - Metodologia .....	4
2 - EVOLUÇÃO DOS CONHECIMENTOS GEOLÓGICOS .....	7
3 - CLIMA, VEGETAÇÃO E SOLOS .....	9
4 - ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS .....	11
5 - ANÁLISE FOTOGEOLÓGICA .....	13
5.1 - Comentários Gerais .....	13
5.2 - Unidades Geológicas .....	13
5.2.1 - Embasamento Cristalino .....	13
5.2.2 - Formação Serra Grande .....	14
5.2.3 - Formação Cariri .....	14
5.2.4 - Formação Brejo Santo .....	14
5.2.5 - Formação Missão Velha .....	15
5.2.6 - Formação Santana .....	15
5.2.7 - Formação Exu .....	18
5.3 - Aspectos Estruturais Regionais .....	19
5.4 - Estratigrafia .....	21
6 - CONSIDERAÇÕES PALEOECOLÓGICAS E PALEOGEOGRÁFICAS	24
7 - RECURSOS MINERAIS .....	27

### PARTE II

8 - CADASTRAMENTO BIBLIOGRÁFICO .....	32
8.1 - Resumo dos Trabalhos .....	32
8.2 - Índice Bibliográfico .....	101

PARTE III

9 - ANEXOS

9.1 - Mapas Fotogeológicos Integrados da Área de  
Ocorrência da Formação Santana, Escala ...  
1:100.000

FOLHAS:

- 1 - SB.24-Y-C-III (Fronteiras)
- 2 - SB.24-Y-D-I (Campos Sales)
- 3 - SB.24-Y-D-II (Santana do Cariri)
- 4 - SB.24-Y-D-III (Crato)
- 5 - SB.24-Y-C-VI (Simões)
- 6 - SB.24-Y-D-IV (Ouricuri)
- 7 - SB.24-Y-D-V (Bodocó)
- 8 - SB.24-Y-D-VI (Jardim)

PARTE I

## 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1 - Considerações Gerais

O Projeto Santana cobre uma área de aproximadamente 24.000 km<sup>2</sup>, localizada na região da Chapada do Araripe, abrangendo parte dos Estados de Pernambuco, Ceará e Piauí. A área total é limitada pelos paralelos de 7° e 8° de latitude sul e meridianos de 39° e 41° de longitude oeste (figura 1). Porém, a área efetiva de estudo restringe-se à Formação Santana e suas zonas de contato, envolvendo cerca de 2.000 km<sup>2</sup>.

A área foi mapeada geologicamente, na escala de 1:50.000, pela Divisão de Geologia da SUDENE. Foram publicados apenas os trabalhos realizados em quatro quadrículas de 30' de lado: Crato, Jardim, Bodocó e Ouricuri. Das quatro quadrículas restantes, Santana do Cariri, Campos Sales, Fronteiras e Simões, existem apenas esboços dos mapas geológicos.

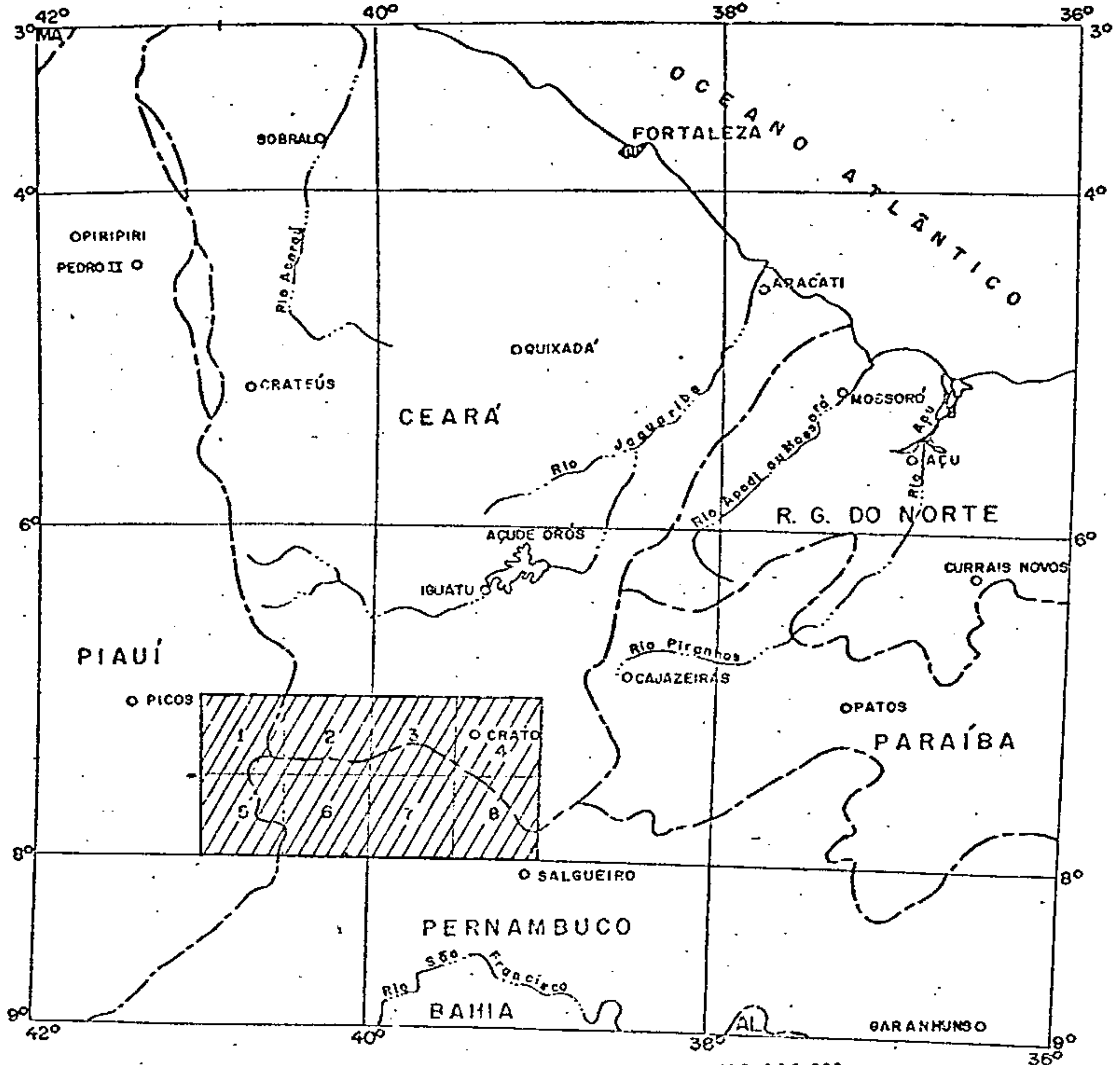
Existe recobrimento aerofotográfico 1:25.000, com exceção da quadrícula de Crato que dispõe de fotos aéreas 1:40.000. Toda a área possui mapas topográficos 1:100.000, editados pela SUDENE e Serviço Geográfico do Exército.

O trabalho do geólogo Mário Farina (1974) intitulado "Sequência Plumbífera do Araripe - Mineralização Sintética Sulfetada no Cretáceo Sedimentar Brasileiro" demonstrou as possibilidades econômicas da região.

Baseado nas evidências apontadas, foi elaborado pelo DNPM o Anteprojeto Santana, que foi encaminhado a CPRM



PROJETO SANTANA  
MAPA DE LOCALIZAÇÃO



ESCALA - 1:5.000.000



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA



ÁREA DO PROJETO

FOLHAS 1:100.000

- 1-FOLHA SB-24-Y-C-III - FRONTEIRAS
- 2-FOLHA SB-24-Y-D-I - CAMPOS SALES
- 3-FOLHA SB-24-Y-D-II - SANTANA DO CARIRÍ
- 4-FOLHA SB-24-Y-D-III - CRATO
- 5-FOLHA SB-24-Y-C-VI - SIMÕES
- 6-FOLHA SB-24-Y-D-IV - OURICURI
- 7-FOLHA SB-24-Y-D-V - BODOCÓ
- 8-FOLHA SB-24-Y-D-VI - JARDIM

FIGURA -1

através do ofício DGM 288/74. Logo a seguir a CPRM redigiu a programação e detalhamento do Projeto em epígrafe, a qual após análise e aprovação do DNPM, este órgão emitiu a Sol citação de Serviço nº 103/74, para a execução do trabalho. Em primeiro de fevereiro de 1975 teve início a fase opera cional do Projeto com a participação de dois geólogos.

Este Projeto tem por finalidade prospectar as mi neralizações de sulfetos, principalmente de chumbo, zinco e cobre, ao longo de toda a Formação Santana. Estes minerais foram encontrados em cinco localidades distintas, mas em idênticas associações litológicas, na base da formação.

O Projeto será desenvolvido em duas etapas suces sivas. A etapa I, ora em andamento, consta de compilação bi bliográfica, fotointerpretação, mapeamento geológico na es cala 1:25.000, serviço de orientação geoquímica, estudo fa ciológico e paleogeográfico das litologias mapeadas, bem co mo o estudo dos condicionamentos das mineralizações através de sedimentologia, geoquímica e metalogenia. A etapa II, es tá na dependência dos resultados obtidos durante a antece dente e constará basicamente de sondagem rotativa a diaman te em áreas previamente selecionadas para determinar a per sistência das mineralizações em profundidade. As especifica ções e metodologia deste serviço complementar serão forneci das no Relatório Final da Etapa I.

## 1.2 - Metodologia

O maior acervo bibliográfico de interesse para o Projeto, encontra-se na biblioteca da Divisão de Geologia da SUDENE. Outros órgãos que dispõem de publicações sobre a

área em estudo são o 4º Distrito do DNPM, o Instituto de Geociências da Universidade Federal de Pernambuco e Setor de Documentação da Agência, todos em Recife.

Tendo em vista o caráter específico do Projeto, efetuou-se uma triagem dos trabalhos publicados e para confecção dos resumos procurou-se extrair deles as informações de maior interesse para o estudo em questão.

Na análise fotogeológica foram usadas fotografias aéreas verticais, na escala de 1:25.000, cujo recobrimento foi realizado pelo SACS - Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A., em 1951. Para a quadrícula de Crato utilizou-se fotos aéreas na escala de 1:40.000, obtidas pela mesma empresa no período de 1955-1961. Foram selecionadas um total de 800 fotos aéreas que cobrem toda a área de ocorrência da Formação Santana e, em seguida efetuou-se a fotointerpretação com o auxílio de estereoscópio de bolso.

A drenagem, estradas, cidades e vilas foram traçadas em "overlays" e a geologia diretamente sobre as fotos. A combinação de fatores tais como drenagem, formas de relevo, tonalidade e textura permitiram a distinção e caracterização das unidades fotogeológicas e a correlação com as Formações mapeadas por Veiga (1966 e 1968), Caldasso (1967 a e b), Barreto e Porcher (inéditos). Os elementos fotointerpretados foram transferidos para as bases planimétricas 1:25.000, utilizando-se o Aero-Sketchmaster Zeiss Jena. Essas bases, perfazendo 47 folhas de 7'30" de lado, foram obtidas pela ampliação dos mapas topográficos 1:100.000, editados pela SUDENE e Serviço Geográfico do Exército. Os mapas fotogeológicos de serviço, assim obtidos, foram reunidos posteriormente em 8 mapas fotogeológicos integrados na esca

la de 1:100.000, com 30' de lado, com o propósito de simplificar a apresentação dos resultados nesta fase. Sua apresentação no presente relatório, objetiva permitir uma visualização ampla da área de trabalho e planejamento das atividades de campo. Estes mapas contêm as informações e conclusões relativas à compilação bibliográfica e fotointerpretação. Os 47 mapas de serviço na escala de 1:25.000 deverão receber um maior detalhamento durante a etapa de campo, a nível de fácies sedimentares, com estabelecimento dos controles das mineralizações. Portanto, os elementos existentes na atual fase de trabalho serão modificados, inclusive com redefinições dos contatos das unidades litoestratigráficas.



## 2 - EVOLUÇÃO DOS CONHECIMENTOS GEOLÓGICOS

A riquíssima fauna de macro e micro-fósseis, principalmente ictiólitos, na região da Chapada do Araripe vem merecendo atenções de cientistas desde o início do século passado. Datam de 1817 citações sobre fósseis dessa região, mas a primeira publicação que se tem notícia sobre os peixes fósseis surgiu em 1828, de autoria de Spix e Martius. Gardner em 1841 citou em seus trabalhos a rica fauna do Araripe. Agassiz em 1841 estudou as amostras coletadas por Gardner, classificando os principais gêneros de peixes. Hart em 1870 mencionou a presença de folhelhos betuminosos na área de Crato. Em 1885 e 1895, Cope e Woodward desenvolveram estudos paleontológicos na Série Araripe. Jordan e Branner também descreveram fósseis do Araripe. Crandall em 1910 noticiou a ocorrência de carvão na fazenda Santa Rosa, próximo da cidade de Crato. A primeira divisão da sequência sedimentar deve-se a Small em 1914, distinguindo como Série Araripe o pacote formado por um conglomerado basal, Arenito Inferior, Formação Santana e Arenito Superior. Moraes em 1924 correlacionou os sedimentos do Araripe com os de outras bacias do Nordeste (in Costa & Anjos, 1962; Beurlen, 1963; Santos & Valença, 1968). Desde 1945, Santos realiza a classificação sistemática dos fósseis da região. De 1958 a 1971, Beurlen, estudou e publicou vários trabalhos sobre a Série Araripe, estabelecendo a geologia, estratigrafia, paleontologia e origem dos sedimentos. Costa & Anjos (1962) estudaram as ocorrências de gipsita do Araripe e definiram a sua posição estratigráfica. Veiga (1967, 1968), Caldasso (1967 a e b), Barreto e Porcher (inéditos) executaram o mapeamento geológico da região na escala de 1:50.000. Munis

(1971) com base nos mapeamentos geológicos, prospecção geofísica e sondagem a diamante avaliou as reservas de gipsita do Araripe. Ocorrências de sulfetos na Formação Santana foram registradas por Barbosa (1964), Cassedanne (1965), Veiga (1966) e Viana et alii (1970). O trabalho mais recente foi realizado por Farina (1974) que percorreu sobre cinco ocorrências de sulfetos, principalmente galena, definindo as fácies mineralizadas da Formação Santana.

### 3 - CLIMA, VEGETAÇÃO E SOLOS

O clima da região é semi-árido de baixas latitudes (BSh), caracterizado por duas estações distintas, a chuvosa, "inverno", que se estende geralmente de dezembro ou janeiro a março ou abril, e a seca, "verão", que se alonga por oito meses, com quase ausência de chuva. A média pluviométrica anual varia de 700-1.000 mm e a evaporação excede a precipitação. No período de "inverno" as chuvas são torrenciais, de forte intensidade, os rios transbordam dos seus leitos e alagam os vales, por vezes provocando inundações de cidades. A zona que bordeja a parte setentrional da Chapada tem clima quente e úmido, com precipitações mais acentuadas, sendo chamada de brejo.

A média anual de temperatura varia de 25°-30°C, com umidade relativa do ar de 50-60%. Sobre a Chapada, a temperatura é mais amena, atingindo 18°C nos meses de "inverno".

A vegetação é muito diferenciada como decorrência da combinação de fatores climáticos, morfológicos e litológicos da região. Na área da Chapada a vegetação é extensiva, uniforme, com árvores de pequeno a médio porte e a mandioca representa a principal cultura. A zona que bordeja o sopé da Chapada é muito fértil, principalmente no lado norte, em terras cearenses. Em virtude do tipo de solo, sua maior espessura e umidade, a vegetação é mais densa, de maior porte e a atividade agrícola desenvolve-se com mais intensidade, com culturas variadas, destacando-se a cana de açúcar nas partes mais baixas. Esta zona, a medida que se afasta da Chapada, transiciona para uma vegetação típica da

caatinga, com plantas xerófilas de distribuição esparsa, do minando as cactáceas.

Sobre a Chapada desenvolve-se um solo uniforme, arenoso, essencialmente silicoso, poroso e permeável, de cor esbranquiçada a avermelhada, oriundo do intemperismo do arenito Exu. O solo formado sobre a Formação Santana é mais espesso, escuro, de baixa acidez, pouco permeável, úmido, de composição argilo-siltico-arenosa, contendo seixos, so bretuão do arenito superior; por causa dessas característi cas sua fertilidade sobrepuja os outros tipos da região. Na área do embasamento cristalino, o solo tem pequena possan ça, é pedregoso e sua composição e cor geralmente variam de acordo com a natureza das rochas.



#### 4 - ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

A Chapada do Araripe constitui a mais importante feição morfológica da área, sendo formada pelo Arenito Exu, o qual é praticamente desprovido de drenagem face a sua elevada porosidade e permeabilidade. A superfície da Chapada é quase plana, formando uma extensa mesa que segundo a direção leste-oeste se estende por cerca de 160 km, com largura variando de 30 a 50 km. A parte mediana do seu maior comprimento representa a fronteira entre os Estados de Pernambuco ao sul e Ceará ao norte. Na extremidade ocidental, próximo do limite entre esses dois Estados e o do Piauí, a Chapada sofre uma inflexão de noventa graus, formando outro ramo orientado segundo norte-sul, o qual tem comprimento da ordem de 60 km e largura média de 20 km. A parte central deste ramo serve de divisa entre os Estados de Pernambuco a leste e Piauí a oeste. A Chapada representa o divisor de águas entre as bacias hidrográficas do rio Jaguaribe ao norte e do rio São Francisco ao sul, e o ramo norte-sul separa esta última daquela formada pelo rio Parnaíba a oeste. As maiores altitudes estão na parte oriental da Chapada entre Crato, Porteiras, Jardim e Exu, com cotas superiores a 900 m, medindo 1.000 m a maior elevação situada ao norte de Porteiras. A altitude diminui gradativamente para oeste até pouco mais de 700 m nas imediações de Araripina. Mais a oeste, no lado do Piauí, denota-se um acréscimo na altitude, situando-se em torno de 760 m.

Em quase todos os lados, a Chapada é limitada por uma escarpa vertical de desnível considerável. Do lado norte, o cearense, a escarpa é cortada por vários anfiteatros de erosão, separados por espigões salientes. Na borda

meridional, lado pernambucano, apresenta três grandes anfiteatros, um oriental, dentro do qual localiza-se a cidade de Exu; um intermediário, separado do de Exu pelo espigão que forma a serra da Mandioca, em cujo centro situa-se a cidade de Ipubi; e um ocidental, abrigando em seu interior a cidade de Araripina e constitui o vértice do ângulo entre os dois ramos da Chapada.

No sopé da escarpa, em vários locais, são encontrados depósitos de talus, formados de blocos de arenito Exu, resultantes da erosão da escarpa da Chapada.

Numerosos riachos nascendo na base da escarpa, escoam pelos terrenos em declive e pouco permeáveis da Formação Santana, unindo-se a seguir para formar os principais rios intermitentes da região. Ensejam um modelo dendrítico de drenagem. No lado nordeste da Chapada existem numerosas fontes d'água permanentes na base da escarpa, que marcam a zona de contato entre as Formações Exu (permeável) e Santana, de baixa permeabilidade, evidenciando um pequeno mergulho do arenito capeante para norte.

Mais afastada da Chapada segue-se uma peneplanície de relevo ondulado, algo acidentada, formada em menor parte pelos sedimentos mais antigos da Série Araripe e, em grande parte, pelas rochas menos resistentes do embasamento cristalino. As rochas mais resistentes tais como granitos e migmatitos formam, por vezes, elevações pronunciadas que podem estar cobertas ou não de testemunhos do arenito Exu. O contato discordante do embasamento com a sequência sedimentar constitui uma superfície de erosão desenvolvida antes da deposição do pacote sedimentar.

## 5 - ANÁLISE FOTOGEOLÓGICA

### 5.1 - Comentários Gerais

Tendo em vista o caráter específico do Projeto, a fotointerpretação restringe-se apenas à Formação Santana e às formações que com ela fazem contato, como mostram os mapas anexos. Sobrepondo-se à Formação Santana encontra-se a Formação Exu. O contato basal da Santana é geralmente representado pela Formação Missão Velha ou pelas rochas do embasamento cristalino. Essas unidades litológicas traduzem características bem distintas nas fotografias aéreas. Os critérios utilizados para a distinção das formações foram as formas de relevo, a drenagem, a tonalidade e a textura fotográfica. De um modo geral, a delimitação das unidades foto geológicas mostra marcante correspondência com as formações mapeadas na escala de 1:50.000 por Veiga (1967 e 1968), Cal dasso (1967 a e b), Barreto e Porcher (inéditos). Porém, esses mapas estão distorcidos, pois na época em que foram elaborados não se dispunha de bases planimétricas precisas.

### 5.2 - Unidades Geológicas

#### 5.2.1 - Embasamento Cristalino (pC)

Neste capítulo reúne-se todas as rochas pertencentes ao Precambriano da área em estudo, tais como granitos, migmatitos, gnaisses, xistos e filitos. Os gnaisses são as rochas mais abundantes, ocorrendo principalmente da parte intermediária da Chapada para oeste, circundando-a por todos os lados, norte, sul e oeste, ou seja nas quadrículas de Campos Sales, Fronteiras, Simões e Ouricuri. Os xistos e

filitos têm larga distribuição na parte leste da Chapada, principalmente nas quadrículas de Bodocó e Jardim, ocorrendo também em menor área na quadrícula de Crato. Os granitos, em corpos pequenos e grandes, ocorrem em todas as quadrículas, principalmente nas de Ouricuri, Bodocó e Jardim. Nesta última, formam verdadeiras ilhas de contornos arredondados que se destacam na topografia, cujo terreno representado por xistos e filitos exibe um relevo de depressão com suaves colinas. Geralmente, os granitos constituem as maiores elevações do embasamento, os migmatitos exibem um relevo acidentado e os xistos as vastas depressões, ligeiramente onduladas.

#### 5.2.2 - Formação Serra Grande

Esta unidade ocorre apenas na extremidade noroeste da área do Projeto, sendo representada pelos arenitos que formam a Serra da Ibiapaba, considerados do Devoniano Inferior.

#### 5.2.3 - Formação Cariri

A Formação Cariri aflora apenas em pequena faixa na extremidade oriental da área do Projeto. Constitui a seção mais inferior da sequência sedimentar, apresentando um conglomerado basal e arenitos grosseiros, com estratificação cruzada.

#### 5.2.4 - Formação Brejo Santo

A Formação Brejo Santo ocorre também na extremidade oriental, sobreposta à anterior. A litologia é caracterizada por margas e folhelhos.



### 5.2.5 - Formação Missão Velha

Esta formação distribui-se na extremidade oriental da área, principalmente na quadrícula de Crato. Repousa sobre a Formação Brejo Santo, sendo formada essencialmente de arenitos, incluindo níveis argilosos. Nas fotografias aéreas esta unidade se apresenta com um relevo de depressão ondulado, formado por colinas estreitas e alongadas, de flancos erodidos, dissecados, com aspecto ruiforme, desprovidos de vegetação e de tonalidade branca. Os vales dos principais rios são bem abertos, como os do Salamanca, Batateiras, Missão Nova e outros; no topo das pequenas elevações os tons são escuros por causa da vegetação mais cerrada.

### 5.2.6 - Formação Santana

Normalmente se apresenta bordejando o sopé da escarpa da Chapada do Araripe, dispondo-se com grande extensão e pequena largura. Na extremidade nordeste e leste da Chapada ela é muito bem representada, ocorrendo como uma camada quase contínua, com extensão linear da ordem de 150 km, entre as quadrículas de Santana do Cariri, Crato e Jardim. Na quadrícula de Ouricuri também possui grande distribuição, estendendo-se linearmente por cerca de 50 km, com largura máxima de 20 km. Nas demais quadrículas: Campos Sales, Fronteiras, Simões e Bodocó, aparece descontinuamente em áreas reduzidas.

Morfologicamente, a parte superior é representada por uma encosta mais ou menos suave, cujo declive vai diminuindo gradativamente até atingir a área peneplanizada onde transiciona para a Formação Missão Velha. Naquela par

te do topo nascem numerosos riachos que vão se unindo en costa abaixo para formar os principais rios que ocupam os vales amplos, dando origem a uma drenagem dendrítica. O terreno é muito cultivado, e seus tons e textura fotográfi cas são cinza claros e fina, respectivamente.

Na extremidade oriental da Chapada, a Formação Santana assenta sobre a Missão Velha como ocorre em Crato, Barbalha, Abaiara e Porteiras. No resto da área, repousa di reta e discordantemente sobre rochas do embasamento crista lino. Nas principais áreas de afloramento da Formação San tana o seu contato superior é representado pela Formação Exu, mas em alguns locais ocorre isolada, preenchendo peque nas depressões do embasamento como ao norte de Rancharia e ao sul de Araripina, a sudeste de Ipubi, ou deslocada por falha de gravidade, como ao sul de Jardim.

A Formação Santana apresenta uma litologia muito diversificada, com lentes e interdigitações variadas, exi bindo uma série de horizontes descontínuos. Nela se distin guem três fases de sedimentação: detrítica, mista e quími ca. Na detrítica se destaca a deposição pelítica e em me nor grau a psamítica; a fase mista é representada pelas margas e delgados níveis carbonáticos intercalados em folhe lhos, siltitos e arenitos; a fase química divide-se em eva porítica e carbonática. As associações litológica e fossilí fera contidas na formação indicam variações importantes de ambientes de sedimentação. Os fósseis são de água doce, sa lobra e marinhos; as rochas evidenciam variações de ambien te redutor sapropélico a ambiente oxidante; condições mari nhas são documentadas por espessas camadas de calcário pu ro, laminado; e finalmente clima árido, quente, é caracte

rizado pela presença do horizonte evaporítico.

Segundo Veiga (1966), na quadrícula de Crato a base da formação é constituída por um folhelho betuminoso ou siltito com cimento calcífero, logo acima aparecem calcários laminados com folhas fósseis, contendo margas, argilas e folhelho; seguem-se calcários em bancos e laminados capeados por argilas encerrando conchostráceos, ostracodes e lamelibrânquios. Beurlen (1963) denomina esta sequência de Formação Crato. Para o topo, ocorre um horizonte gipsífero com espessura muito variável, atingindo no máximo 30 m; sobreposta à gipsita aparecem siltitos, calcários e argilas contendo concreções calcárias com peixes fósseis de até 30 cm de comprimento associados a ostracodes. Na parte superior afloram margas, folhelhos e argilas. Avaliou-se em 250 m a espessura da Formação nesta quadrícula. Os contatos desta unidade com as Formações Exu no topo e Missão Velha na base, parecem ser gradativos. Braun (1966) considera a Formação Santana como de idade Albiana-Aptiana.

Farina (op.cit.) realizou cinco perfis na base da Formação Santana, localizados na quadrícula de Crato. Constatou um empacotamento que designou de sequência plumbífera do Araripe. O conjunto litoestratigráfico é composto por calcários betuminosos foliados, margas betuminosas foliadas, folhelhos carbonáticos betuminosos e conglomerados calcários, com espessura total variando de 0,40 a 0,80 m. São mineralizados em galena, pirita, esfalerita, calcopirita e marcassita. Este conjunto está intercalado em folhelhos e argilitos cinzentos com 2-5 m na capa e 5-7 na lapa.

Na quadrícula de Jardim, conforme Caldasso (1967 a), a Formação Santana, a partir da base, constitui-se

de folhelhos betuminosos, calcários laminados, siltitos e arenitos calcíferos, argilitos calcíferos, gipsita e folhelhos contendo concreções calcárias que encerram ictiólitos. A espessura máxima da formação é estimada em 200 m.

A Formação Santana na quadrícula de Ouricuri, segundo Veiga (1968), inicia-se com calcário laminado contendo folhas fósseis, em parte silicificado, de espessura variável, alcançando até 25 m. Logo acima ocorrem argilas, folhelhos e gipsita, atingindo a camada de evaporito uma espessura máxima de 30 m. Seguem-se argilas e folhelhos calcíferos contendo concreções calcárias dentro das quais ocorrem peixes e ostracodes; para o topo aparecem ainda margas, calcários com gastrópodes e lamelibrânquios, siltitos e argilitos calcíferos com conchostráceos. A possança máxima da formação foi avaliada em 170 m.

De acordo com Beurlen (1963), no lado do Piauí, quadrículas de Fronteiras e Simões, falta a parte basal da Formação Santana que ele denominou de Formação Crato. A gipsita ocorre em pequenas lentes isoladas, à qual se sobrepõem margas e calcários.

#### 5.2.7 - Formação Exu

Esta unidade litológica constitui o topo da sequência sedimentar do Araripe e forma a chapada do mesmo nome. Tem vasta distribuição, estendendo-se como uma capa contínua em toda a área do Projeto. Onde existe a Formação Santana, a Exu sempre está recobrando-a; mas onde falta aquela formação, a Exu repousa direta e discordantemente sobre o embasamento cristalino. Geralmente o limite da chapada não coincide com o limite da formação, o qual sempre está um



pouco abaixo, contornando a linha de escarpa. Compõe-se de arenitos sub-horizontais, friáveis, porosos, permeáveis, algo argilosos e caolínicos, e de granulação variável. Na extremidade nordeste possui um fraco mergulho para norte.

As características fotográficas desta formação são bastante conspícuas; relevo elevado de topo sensivelmente plano, limitado por escarpa de traçado irregular, vertical e denteado. Praticamente desprovida de drenagem, vegetação densa e quase uniforme, imprimindo uma textura granular média. A vegetação é responsável pelos tons escuros, principalmente na escarpa e em sua base, onde se apresenta mais abundante; mas onde inexiste a vegetação a tonalidade é branca e não raro observa-se no "plateau" um caráter mos-queado.

A espessura do arenito é considerável e muito variável em virtude do relevo do embasamento. Segundo Beurlen (1963) pode atingir quase 300 m na área de Crato-Barbalha e na borda noroeste (Araripe); na área de Ipubi-Casa de Pedra, a possança é da ordem de 200 m. Ao norte de Araripina, próximo de Exu e em Caririmirim, a espessura é cerca de 100 m; mas na serra da Mandioca, onde existe uma elevação do embasamento, a espessura se reduz a menos de 100 m.

### 5.3 - Aspectos Estruturais Regionais

A deposição da sequência sedimentar do Araripe parece ter sido controlada pelo lineamento de Patos, pois a extensa falha transcorrente que compõe aquele conjunto tectônico passa pela extremidade setentrional do pacote sedimentar, quase tangenciando-o. Outras evidências são reforça

das pela disposição espacial da sequência que se alonga se gundo leste-oeste, paralelamente à direção do lineamento, e as estruturas das rochas cristalinas da parte nordeste e su deste da área têm a mesma orientação geral do lineamento. Na parte ocidental, as dobras e foliações têm orientação geral nordeste-sudoeste.

Do ponto de vista tectônico, Braun (op.cit.), di vide as formações que integram a Série Araripe em dois gru pos: o mais antigo, pré-tectônico, incluindo as unidades in feriores da série, Formações Tacaratu, Aliança e Sergi; o outro pós-tectônico, abrangendo as Formações Santana e Exu. A tectônica manifestou-se através de diaclasamentos e fa lhas de gravidade.

O mapeamento geológico na escala de 1:50.000 exe cutado por Veiga (op.cit.) e Caldasso (op.cit.) mostra um efeito tectônico muito reduzido nas formações inferiores da sequência, e restrito ao seu limite oriental, com apenas uma falha de gravidade que elevou um bloco da Formação Ca-riri (Tacaratu) relativamente a Formação Missão Velha (Ser-gi). As formações superiores, Santana e Exu, são inteiramen-te tranquilas e desprovidas de qualquer tipo de tectonismo. As deformações observadas nos sedimentos que intercalam o horizonte gipsífero têm origem sedimentar, e são atribuídas a fenômenos de acomodação de sedimentos plásticos, ocasiona-dos pelo aumento de volume do horizonte evaporítico quando da passagem da anidrita para gipsita, através de hidratação.

O relevo atual da sequência sedimentar, onde a Formação Exu ocupa as cotas mais elevadas da região forman-do um extenso "plateau", é atribuído a um levantamento epi rogenético ocorrido provavelmente durante o Terciário Supe-rior, segundo Beurlen (1963).

#### 5.4 - Estratigrafia

Já foram propostas várias colunas estratigráficas para a sequência sedimentar do Araripe, existindo controvérsias sobretudo quanto a nomenclatura adotada para as formações.

A primeira tentativa de separação das diversas unidades litológicas foi estabelecida por Small em 1914, diferenciando um conglomerado basal, seguindo-se o Arenito Inferior, a Formação Santana e o Arenito Superior capeando a sequência.

Muitos anos depois, Moraes (1962) adota a designação de Formação Cariri para o conglomerado basal de Small; de Formação Missão Velha, e Formação Arajara, para os arenitos Inferior e Superior, respectivamente, mantendo o mesmo nome para a Formação Santana. Com exceção do termo Arajara que modificou para Exu, a nomenclatura acima mencionada foi proposta por Beurlen (1963) que também criou a Formação Crato, representando a parte inferior da Santana.

Anjos (1964) discorda das designações de Exu e Arajara argumentando que essas localidades que emprestaram o nome a formação constituíam domínios de outras unidades litológicas. Assim propôs a denominação de Feira Nova para aquela formação, por ser o povoado mais importante na área de sua ocorrência. A secção inferior da Formação Missão Velha, destacou noutra que chamou de Brejo Santo. Finalmente sugeriu o nome de Mauriti em oposição a Formação Cariri.

Barbosa (1964) denominou de Tacaratu a Formação Cariri, correlacionando-a à Formação Serra Grande da bacia do Meio Norte, datada do Devoniano Inferior. Identificou

ostracóides e esterias típicas da Formação Aliança da bacia do Recôncavo-Tucano na Formação Brejo Santo, e por isso adotou aquela designação mais antiga de datação Jurássico Superior. Pela sucessão litológica e estratigráfica, bem como a presença de madeira silicificada, considerou a Formação Missão Velha equivalente a Formação Sergi, da bacia do Recôncavo-Tucano, do Jurássico Superior.

Beurlen (1971 b), subdividiu a Formação Santana em três membros: o inferior, Membro Crato, constituído de calcários e siltitos laminados; o médio, Membro Ipubi, com posto de gipsita, calcários e margas, encerrando concreções calcárias fossilíferas; e o superior, Membro Romualdo, com argilas e siltitos contendo conchostráceos e Craginia. Considerou do Neocomiano o Membro Crato e do Albiano-Aptiano os membros superiores.

Braun (1966) correlacionou a Formação Santana com a Formação Riachuelo da bacia de Sergipe e com a Formação Codó da bacia do Meio Norte, por possuírem fácies litológicas semelhantes e alguns fósseis comuns.

A figura 2 reproduz o quadro apresentado por Veiga (1966), comparando as diversas nomenclaturas propostas para a sequência sedimentar do Araripe. Complementando o quadro incluem-se as espessuras das formações, de acordo com Munis (op.cit.), e as idades atribuídas pelos diversos autores.



# COLUNAS ESTRATIGRÁFICAS DA SEQUÊNCIA SEDIMENTAR DO ARARIPE

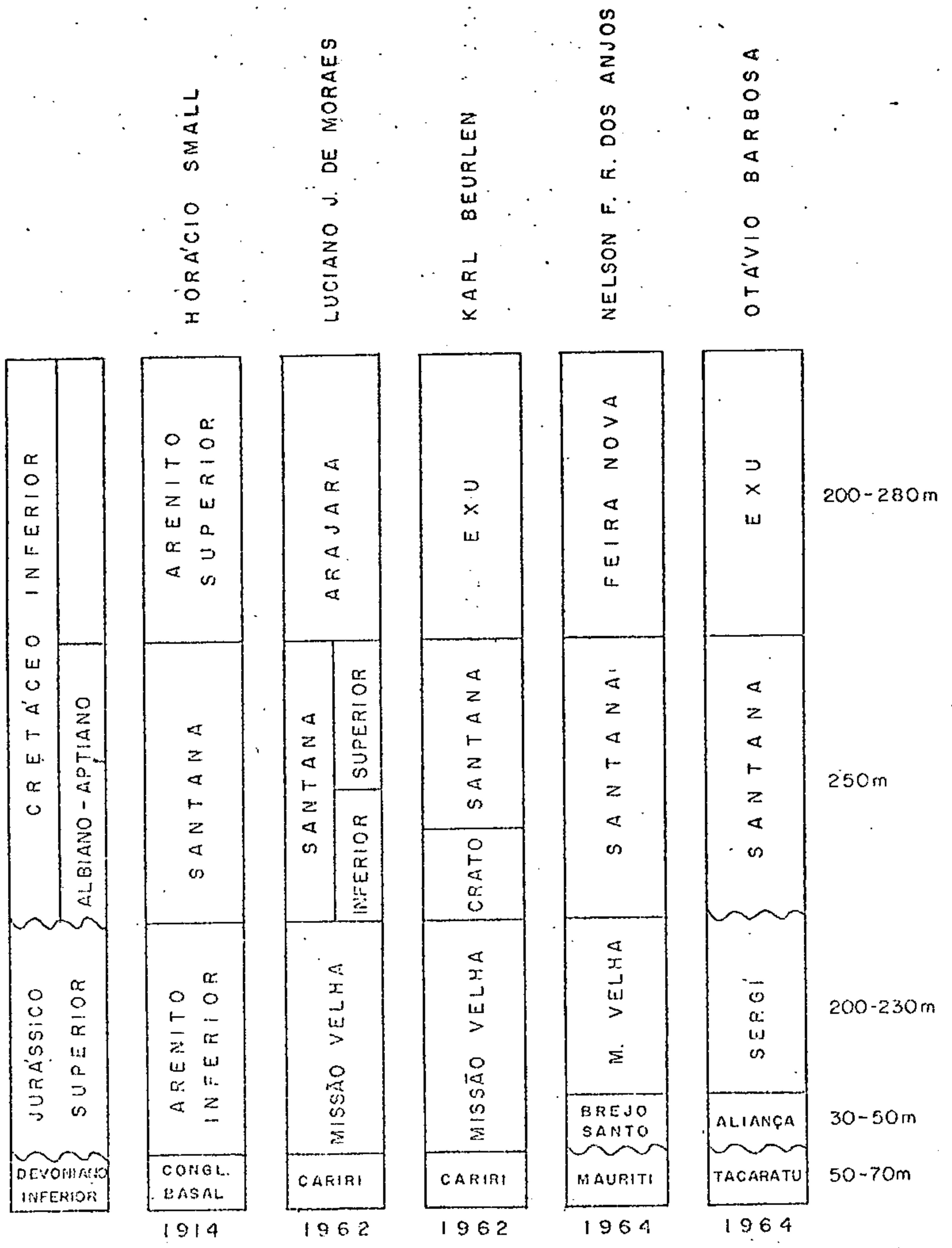


FIGURA - 2

MODIFICADO DE VEIGA (1966)

## 6 - CONSIDERAÇÕES PALEOECOLÓGICAS E PALEOGEOGRÁFICAS

À luz dos trabalhos realizados até o presente, o desenvolvimento paleogeográfico da bacia do Araripe teve início na sua extremidade nordeste, região de Crato, Barb lha, Missão Velha, Brejo Santo e Porteiras, numa depressão intracontinental sem ligação com o oceano, onde foram depositados sedimentos clásticos do tipo fluvial ou lacustre. Assim acumularam-se os sedimentos que deram origem às Forma ções Cariri e Missão Velha, cujo caráter litológico sugere esta ambiência. Em seguida a bacia foi muito ampliada para oeste e para sul (região de Ipubi), iniciando-se a deposição dos sedimentos que compõem a Formação Santana. Nesta formação, acima do horizonte gipsífero, existe um nível de argilas e margas encerrando grande concentração de peixes fósseis de diversos tamanhos, inclusos em concreções calcárias. Em quantidade bem menor ocorrem fósseis noutras camadas da formação, tanto abaixo como acima daquele nível. Além dos peixes foram identificados crustáceos (decápodos, conchostráceos e ostracóides), moluscos (lamelibrânquios e gasterópodos), equinóides, répteis e restos de plantas. Segundo Santos (1968), a ictiofauna da Formação Santana compreende um total de 18 espécies, distribuídas em 14 gêneros e 11 famílias. O estudo desses fósseis conduz a uma idade cretácea para a formação, manifestada pela presença de importantes grupos de teleósteos e reforçada pela existência de Rhinobatus. Em virtude da inclusão de gêneros do Jurássico torna-se mais conveniente considerá-la do Aptiano. A assembléia fossilífera não é uniforme, pois inclui formas de hábitos diversos e que viviam, provavelmente, em diferentes zonas do mar. Rhinobatus foi a única forma bentônica encon

trada; as espécies atuais desse gênero vivem no mar, na parte mais interna da zona sublitorânea. Existem peixes que pelas suas características sugerem um ambiente de mar calmo e raso; por outro lado, ocorrem formas pelágicas em maior quantidade. Tipos nadadores que se alimentavam do plancton litorâneo também estão presentes; essas espécies podiam penetrar em estuários ou lagunas. Os componentes da ictiofauna, corroborados pela presença de gasterópodos da família Cerithidae, equinóides e a associação litológica típica com evaporito, calcários e margas, indicam um ambiente marinho.

Os restos de plantas e de seres de água doce como conchostráceos, crocodilídeo e quelônios nessa formação, comprovam o afluxo de águas fluviais e pluviais na bacia de sedimentação. O representante atual do grupo Enneles é um peixe de água doce que habita os lagos e partes calmas dos rios; os ostracóides encontrados em diversas camadas da Formação Santana mostram associação de formas de água doce e salgada.

Calculado nos fatos acima mencionados, um ambiente estuarino reúne as condições necessárias para formar a associação litológica e fossilífera da Formação Santana. Após a deposição da Formação Missão Velha, a bacia teve uma ligação com o oceano, sendo alimentada de um lado pela água do mar e do outro por correntes fluviais, caracterizando um ambiente de sedimentação tipicamente parálico. Para atender a essas condições o clima reinante deveria ser úmido. A existência de camadas laminadas e de granulação fina tais como argilitos, folhelhos, siltitos, calcários e margas, abaixo do horizonte evaporítico, evidenciam um ambiente de águas calmas, pouco movimentadas. Ocasionalmente reinou um am-

biente redutor, sapropélico, responsável pela formação de sedimentos betuminosos e carbonosos com pirita que ocorrem na base da Formação Santana, documentados por folhelhos, argilitos, calcários e margas, todos laminados. Posteriormente a bacia se estendeu mais para sul e principalmente para oeste, talvez ampliando sua ligação com o mar, enquanto o clima da região passava para quente e árido, diminuindo bastante o afluxo de água doce na bacia. Em seguida, o fechamento parcial ou total da ligação com o mar ocasionou, pela evaporação intensa, o aumento de salinidade do meio até a precipitação da gipsita. Tal situação resultou num desequilíbrio do meio biótico que dizimou toda a fauna existente. Permanecem as mesmas condições de tranquilidade da água confirmadas pela excelente preservação dos peixes, inclusive das suas partes mais frágeis, bem como de animais de carapaça muito delicada como ostracóides e equinóides. Após a deposição desse nível fossilífero a ligação com o mar não mais existia, o clima voltou a ser úmido e os rios tornam a abastecer a bacia, cuja água acumulada vai sofrendo dessalinização até restabelecer o ambiente de água doce. Na área de Casa de Pedra existem conchostráceos em argilas situadas na zona de transição entre as Formações Santana e Exu, os quais confirmam o ambiente de água doce. Os sedimentos terrígenos depositados nesta última fase deram origem a Formação Exu.



## 7 - RECURSOS MINERAIS

Neste capítulo será apresentado apenas um sumário dos principais recursos minerais da área no que concerne aos não metálicos, posto que diversos trabalhos já foram publicados sobre a matéria e também pelo fato de não pertencer ao objetivo precípuo deste Projeto. Quanto aos indícios de mineralizações de sulfetos na Formação Santana será feita uma análise mais acurada, com base na consulta bibliográfica.

A água subterrânea constitui o principal recurso mineral da Formação Missão Velha. Na sua área de ocorrência, limites leste e nordeste da sequência sedimentar, existem vários poços tubulares abastecendo cidades, vilas e propriedades rurais.

Do ponto de vista econômico, a Formação Santana se sobressai como a mais importante de toda a Série Araripe, pois possui as maiores jazidas e minas de gipsita do Brasil, com uma reserva global estimada em 500 milhões de toneladas de gipsita explotável (Munis, op.cit.). As maiores minas se encontram na área de Casa de Pedra, município de Ipubi, Pernambuco, que encerram uma reserva medida de 54 milhões de toneladas com capeamento máximo de 20 m, segundo Munis (op.cit.). Este município juntamente com os de Ouricuri, Bodocó e Araripina, todos no mesmo Estado, respondem por cerca de 90 por cento da produção nacional de gipsita. No lado do Ceará existem extensos depósitos deste evaporito, mas a produção atual é pequena em relação a de Pernambuco. De oeste para leste, bordejando o sopé da Chapada do Araripe, os depósitos se estendem descontinuamente através dos seguintes municípios cearenses: Santana do Cariri,

Crato, Barbalha, Missão Velha, Abaiara, Brejo Santo e Por  
teiras. A gipsita da Formação Santana também forma depósi  
tos isolados e de menor porte nos municípios de Simões, Jai  
cós e Paulistana, no Estado do Piauí.

As camadas de calcário puro da Formação Santana  
podem ser usadas para corretivo de solo ácido, fabricação  
de cimento Portland e outras aplicações. Alguns níveis argi  
losos desta formação constituem outro recurso mineral de im  
portância econômica, sendo aproveitado para a fabricação de  
peças cerâmicas, principalmente telhas e tijolos. No municí  
pio de Barbalha está sendo implantada uma fábrica de cimen  
to Portland. As matérias primas necessárias, calcário, argi  
las e gipsita, serão obtidas dos jazimentos da Formação San  
tana.

Os indícios de sulfetos de chumbo, zinco e cobre  
em determinados horizontes da parte basal da Formação Santa  
na trazem novas perspectivas econômicas, uma vez que são  
bens minerais de vital importância para o desenvolvimento  
do país, mormente tendo em vista que as reservas nacionais  
conhecidas são modestas e insuficientes para atender a de  
manda interna e conseqüentemente a nação sofre crescente  
evasão de divisas com importações daqueles produtos.

O primeiro trabalho publicado sobre indício de  
sulfetos metálicos na Formação Santana deve-se a Cassedanne  
(op.cit.) que estudou a mineralização de galena, esfalerita,  
pirita e marcassita na localidade de Taboca, município de  
Crato, Ceará. A camada mineralizada é horizontal, com pos  
sança de 1-1,5 m, sendo formada por sedimentos laminados be  
tuminosos, concreções calcárias e brechas sin-sedimentares,  
intercalados em arenitos argilosos, margas e argilas. A ga

lena é mais abundante que a blenda e o banco mineralizado tem um teor da ordem de algumas unidades por cento de chumbo e zinco.

Veiga (1966), faz rápida citação a uma ocorrência de pequenos cristais de galena, no riacho da localidade de Cachoeirinha, município de Crato, Ceará.

Barbosa (op.cit.) executou serviços de orientação geoquímica para cobre em solos da Formação Santana, em duas localidades. Na seção efetuada no sítio Romualdo, município de Crato, três amostras revelaram valores de 200 a 700 ppm de cobre, entre as 21 coletadas. Ao longo do riacho Batateiras, no mesmo município, uma seção com 39 amostras, doze acusaram 150 a 325 ppm. Na amostragem de testemunho de dois furos de sonda executados no município de Ipubi, Pernambuco, um na localidade de Feitoria, com 62 amostras coletadas a intervalos de 2-2,5 m, revelou um trecho anômalo desde a boca do furo até 72 m de profundidade, com valores mínimo e máximo de 150 e 1.000 ppm, respectivamente. Na sondagem de serra Branca, das 54 amostras coletadas oito acusaram valores de 150 a 700 ppm na profundidade de 80 a 100 m. Estes resultados mostram, portanto, mineralização cuprífera nos sedimentos da Formação Santana.

Segundo Munis (op.cit.) a análise por espectrofotometria de absorção atômica de 168 amostras de testemunhos de cinco furos de sonda na Formação Santana em Casa de Pedra, município de Ipubi, mostrou várias anomalias. Dos elementos dosados, o zinco detém a maior anomalia com 7.000 ppm, mas a média foi de 210 ppm. Uma mesma amostra acusou 1.200 ppm de chumbo e 3.100 ppm de zinco. A média de zinco foi de 55 ppm. A anomalia máxima de cobre foi de 1.000 ppm,



o valor mínimo de 30 ppm, sendo a média de 50 ppm. O valor máximo de níquel foi de 100 ppm e a média de 45 ppm. O cobalto com um máximo de 130 ppm e média de 30 ppm, e a prata com valores sempre inferiores a 50 ppm e média de 15 ppm.

Farina (op.cit.) define o posicionamento estratigráfico de um horizonte mineralizado em sulfetos na parte nordeste da Chapada do Araripe, com o estudo de seis ocorrências na base da Formação Santana. A mineralização está contida numa sequência carbonático-argilo-orgânica com espessura de 0,4 a 1,5 m, representada por folhelho calcífero, marga laminada e conglomerado calcário, todos mais ou menos betuminosos, intercalados em argilitos que por sua vez são encaixados em arenitos. A análise espectrográfica de 62 amostras desses sedimentos apresentou concentrações elevadas de chumbo, zinco, manganês e ferro. O chumbo alcança 10.000 ppm em calcário laminado betuminoso, com média de 3.600 ppm, e varia de 200-1.500 ppm nos folhelhos calcíferos, betuminosos. O chumbo ocorre sob a forma de galena em cristais milimétricos. O zinco, sob a forma de esfalerita, revelou um máximo de 7.000 ppm e o intervalo de variação de 1.500 a 5.000 ppm nos folhelhos calcíferos betuminosos, e de 200 a 7.000 ppm em calcários laminados betuminosos, com uma média de 2.100 ppm. O ferro em concentração de 4-20% e o manganês sempre superior a 5.000 ppm. O conglomerado calcário apresenta um máximo de 7.000 ppm de chumbo e 75.000 ppm de manganês.

P. A R T E    I I

8 - CADASTRAMENTO BIBLIOGRÁFICO

8.1 - Resumo dos Trabalhos

ANJOS, Nelson F.R. - Novos elementos sobre a hidrogeologia do Alto Jaguaribe-Ceará. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Document., Recife, Ser. Hidrogeol., 1: 19 p., 1963.

### R E S U M O

Este trabalho é uma comunicação sobre as pesquisas realizadas pela Seção de Hidrogeologia do Grupo de Estudos do Vale do Jaguaribe, durante dez meses de 1963. A Formação Cariri, antigo conglomerado basal de H. Small, é destacada da Série Araripe pois parece estar em discordância nítida com os sedimentos que formam a mencionada Série. É constituída por um arenito provavelmente bem mais antigo que o Missão Velha, e que sofreu acentuados movimentos tectônicos. Entre as demais formações, Missão Velha, Santana e Exu, os contatos são gradacionais. A Formação Santana atinge espessura de 250 m e é representada por uma litologia constituída de argilas cinzentas e marrons, margas, calcários em bancos e em concreções, siltitos, gipsita e xisto betuminoso. Aparece bordejando toda a Chapada desde Crato até Jardim e no grande testemunho que é a Serra da Maõzinha. Os melhores afloramentos estão na região de Crato-Barbalha, onde ocorre o seguinte perfil, de cima para baixo: argila margosa cinza escura com concreções calcárias fossilíferas (peixes, ostracodes, gastrópodes e lamelibrânquios), 40 metros. Argila residual cinza esverdeada, 10 m. Gipsita, 30 m. Argila cinza-escura, 12 m. Calcário cinza-claro, laminado, 20 m. Argila cinza-escura, 2,5 m. Intercalações de calcário laminado, com folhas fósseis e argila cinza, 15 m. "Éboulis" do arenito superior que mascaram o perfil, 30 m. Siltito amarelo, 5 m. Siltito avermelhado com estratificação cruzada,

argiloso, 3 m. Xisto betuminoso, 1 metro. O perfil não é o mesmo em toda formação havendo variações de fácies, principalmente no noroeste da Chapada. A bacia do Cariri se estende por 3.500 km<sup>2</sup>; no extremo sudeste do Estado do Ceará; seu meio aquífero é constituído pelos arenitos inferiores e quartzíticos das Formações Missão Velha e Cariri, com espessura total de 200 metros. Repousam sobre o substrato cristalino pouco permeável e de relevo acidentado. O arenito Missão Velha apresenta maior importância pela sua extensão e características de bom reservatório d'água. A totalidade dos rios que correm no vale tem suas origens nas fontes da Chapada: Rios Batateiras, Salamanca, Cangati, Porteiras, Jardim, Jenipapeiro. Os arenitos da Chapada do Araripe representam um importante meio aquífero cujas reservas dinâmicas, em volume, são consideráveis, mas devido à profundidade da superfície das águas subterrâneas (média de 120 metros) só poderão ser utilizadas economicamente através das fontes.



BARBOSA, Otávio et alii - Geologia econômica de parte da região do Médio São Francisco, Nordeste do Brasil. Dep. Nac. Prod. Min., Div. Fom. Prod. Min., Rio de Janeiro, B. 140: 97 p., 1970.

### R E S U M O

Geologia básica de uma área de 60.000 km<sup>2</sup> definida por um conjunto de cinco e um quarto quadrículas de 1°x1°, entre os paralelos 7° S e 10°30'S e os meridianos 37° e 40° WGr. Investigações efetuadas na Chapada do Araripe permitiram várias conclusões: foi adotada a designação Tacaratu para os arenitos com leitos conglomeráticos da base da bacia, possivelmente correlacionados aos arenitos da Formação Serra Grande. Na zona da Formação Missão Velha, de Beurlen, foram encontradas realmente duas formações, em baixo, camadas Aliança com ostracodes e Estherias típicas, e acima, 200 metros de arenito Sergi com abundantes coníferas petrificadas. Acima das camadas Sergi vem 250 metros da Formação Santana, com ostracodes de idade Albiana-Aptia na. No alto da sucessão aflora a Formação Exu como descrita por Beurlen. No sítio do Romualdo, município de Crato, CE, foi efetuado um reconhecimento para cobre com uma seção de 21 amostras, das quais 3 mostraram valores de 200 a 700 ppm. Ao longo do riacho Batateiras, outra seção de 39 amostras, das quais 12 mostraram valores de 150 a 325 ppm. No município de Ipubi, Pernambuco, decidiu-se fazer uma amostagem nos testemunhos de duas sondagens. Na sondagem de Feitoria, 62 amostras tomadas com 2 a 2,5 metros de intervalo revelaram um trecho anômalo desde a boca do poço até 72 metros de profundidade, o poço foi amostrado até

167 m \*. Na serra Branca, em poço amostrado até 134 metros e 54 amostras tomadas, 8 revelaram teores de 150 a 700 ppm na profundidade de 80 a 100 metros. Na Formação Santana, acima do nível de gesso, no município de Crato, tem sido encontradas concreções de calcário com galena e cerusita, dentro de margas.

---

(\*) - O autor recomenda prospecção geoquímica com malha quadrada de 25 metros de lado, em torno desses poços.

BEURLEN, Karl - Geologia e estratigrafia da Chapada do Araripe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 17, Recife. Sociedade Brasileira de Geologia, 1963, 47 p.

### R E S U M O

3=

O trabalho descreve a geologia e a estratigrafia da Chapada do Araripe com base nos levantamentos sistemáticos realizados na área pelos alunos da Escola de Geologia da Universidade do Recife, orientados pelo autor. Em 1913 e 1914 os levantamentos e observações de H. Small identificaram a grande chapada com escarpas em todos os lados, constituída por uma sequência sedimentar de três secções, um arenito inferior com conglomerado basal, um calcário médio com gipsita intercalada e um arenito superior. A Chapada do Araripe localiza-se na região de fronteira entre os Estados de Pernambuco, Ceará e Piauí. Nestas formações ocorrem uma rica fauna de peixes fósseis e nelas estão intercaladas extensas jazidas de gipsita. A superfície da Chapada é bem plana com uma altitude de mais de 900 m na parte oriental entre Crato, Exu e Jardim; esta altitude diminui gradativamente para oeste até pouco mais de 700 m na região de Araripina. Mais a oeste, no lado do Piauí, observa-se um ligeiro aumento da altitude. A Chapada apresenta uma extensão longitudinal de cerca de 160 km, segundo E-W. A fronteira entre Pernambuco e Ceará segue a Chapada que representa o divisor de águas entre as bacias hidrográficas do rio Jaguaribe, ao norte, e do rio São Francisco, ao sul. A extensão transversal varia de 30-50 km. Na extremidade ocidental a Chapada continua, embora formando outro ramo com direção N-S, ao longo da fronteira de Pernambuco com o Piauí. Este ramo, com

extensão da ordem de 60 km e largura de cerca de 25 km, representa o divisor de águas entre as bacias do rio São Francisco e do rio Parnaíba. Em quase todos os lados, a Chapada é limitada por uma escarpa íngreme; no flanco norte, a escarpa é cortada por grandes e numerosos anfiteatros de erosão, formados por fontes e rios permanentes e separados por espigões proeminentes; no flanco sul, a escarpa apresenta três grandes anfiteatros, um a leste, em cujo centro se encontra a cidade de Exu; um médio, separado do de Exu pelo grande espigão da serra da Mandioca, em cujo centro se situa a cidade de Ipubi, e o ocidental, em cujo centro está a cidade de Araripina e que constitui o vértice entre os dois ramos da Chapada. A parte inferior da sequência sedimentar geralmente é coberta e mascarada pelo talude da escarpa da Chapada. Não foram observadas falhas nem outros eventos tectônicos. Na parte oriental há um mergulho para norte, muito suave, de poucos graus; na parte ocidental, há um mergulho muito fraco para sudoeste e oeste. A sequência sedimentar repousa com bem pronunciada discordância, diretamente sobre o embasamento cristalino, geralmente orientado segundo NE-SW e constituído por granitos, gnaisses, micaxistos e migmatitos. Na região nordeste da Chapada (região de Missão Velha-Milagres-Mauriti), o embasamento cristalino é constituído quase exclusivamente por ardósia argilosa, com xistosidade E-W. O relevo da superfície do embasamento é de erosão, tendo sido formado antes da deposição da sequência sedimentar. Esta sequência é denominada de Série Araripe, sendo subdividida nas Formações Cariri, Missão Velha, Crato, Santana e Exu. A Formação Cariri é a secção mais inferior da sequência e corresponde ao conglomerado basal de Small. Apresenta espessura de 10-20 m, atingindo localmente, ao norte de



Missão Velha, quase 50 m de potência. Aflora a nordeste da Chapada, região de Crato, Juazeiro do Norte, norte de Missão Velha, Milagres e Mauriti, repousando diretamente sobre o embasamento cristalino. Trata-se de um conglomerado grosso, cujos seixos, principalmente de quartzo rolado, atingem até mais de 10 cm de diâmetro. Por vezes ocorre arenito grosseiro; a estratificação é cruzada e muito irregular; o arenito e a matriz arenítica dos conglomerados contêm sempre feldspato, fresco ou caolinizado. A coloração é sempre amarela. O conglomerado em parte é friável, quase inconsolidado, mas grande parte é silicificado. A Formação Missão Velha repousa sobre a Formação Cariri e aflora na mesma área nordeste da Chapada. A parte superior da formação constitui, em Barbalha e ao sul de Missão Velha e de Milagres a secção inferior da escarpa. Esta formação corresponde ao arenito inferior de Small (op.cit.). A espessura pode atingir na região de Barbalha e Missão Velha quase 250 m. É constituída de um arenito, em geral friável e argiloso, de granulação média ou fina, predominando a coloração vermelha. Na parte superior intercalam-se pequenas camadas conglomeráticas com diminutos seixos bem rolados de quartzo. Na parte média ocorrem leitões intercalados de argila, de coloração cinzenta ou esverdeada. A parte inferior constitui-se de um arenito vermelho com estratificação cruzada. Na parte média predomina uma estratificação regular, paralela. No arenito fino e médio, na lapa das intercalações de argila, ocorre madeira silicificada, acumulada principalmente em um banco na região entre Missão Velha e Milagres. Além dos numerosos fragmentos, ocorrem troncos de até 30 cm de diâmetro. Na região das cidades Crato, Barbalha e Missão Velha, segue-se na capa do arenito Missão Velha, uma sequência de siltitos e

calcários de coloração clara que se caracteriza por uma estratificação paralela, muito regular, laminada. De vez em quando intercalam-se pequenos leitos de folhelhos betuminosos. Às vezes encontram-se também argilas escuras. Na região de Barbalha-Missão Velha a formação tem cerca de 50 m de espessura. Ocasionalmente, ocorrem conchostráceos, ostracodes, e pequenos lamelibrânquios. A Formação Santana repousa na capa da Formação Crato, em todas as áreas onde esta é desenvolvida, isto é, a nordeste da Chapada (Santana do Cariri, Crato, Missão Velha, Porteiras, Jardim) e no sul da Chapada (Bodocó, Ipubi, Casa de Pedra). Além disso, ocorre em toda a área a sudoeste da Chapada, ou seja, a oeste e ao sul de Araripina e no Piauí. Na região de Exu, Araripina e no Piauí as camadas da Formação Santana repousam diretamente sobre a capa de sílica do embasamento. Esta Formação inicia-se por uma camada de gipsita que localmente pode atingir mais de 20 m de potência. Na capa da gipsita segue-se um perfil muito variado com uma espessura total que pode exceder 150 m. Trata-se de uma sequência de margas e argilas, nas quais se intercalam leitos de concreções calcárias, bancos calcários e calcários estratificados. Onde falta a camada de gipsita, como na região de Exu e diversas localidades da região de Araripina e no lado do Piauí, as margas e os calcários repousam diretamente sobre o cristalino. Esta Formação é a secção mais fossilífera da Série Araripe; na capa da camada de gipsita segue-se uma sequência de margas com concreções calcárias, nas quais ocorrem muitos restos de peixes fósseis associados com ostracodes. Na parte superior da formação, na qual predomina uma fácies de bancos calcários, de margas ou de argilas sílticas, normalmente não ocorrem peixes, mas encontra-se uma associação típica

de moluscos, localmente de equinóides, como em Araripina e Ipubi. A Formação Exu, que corresponde ao arenito superior, constitui a própria Chapada e os paredões da parte superior da escarpa; é a única formação que é uma capa contínua por toda a extensão da Chapada. Onde a Formação Santana falta, o arenito Exu repousa diretamente sobre o embasamento. A litologia é constituída por arenitos friáveis, argilosos, algo caolínicos, de granulação variável, finos a grosseiros. Dentro dos bancos ocorre estratificação cruzada, e a coloração dominante é avermelhada. A espessura é variável, sendo na região de Crato-Barbalha próximo de 300 m e perto de Exu cerca de 100 m. Devido a situação geográfica da Chapada do Araripe, quase no centro do Nordeste do Brasil, sua sequência sedimentar foi considerada como uma formação intra-continental, sem ligação com o oceano. O caráter litológico das Formações Cariri, Missão Velha e Exu corresponde a esta interpretação; trata-se de sedimentos clásticos de tipo fluvial ou lacustre. A ocorrência de conchostráceos nas argilas basais da Formação Exu em Casa de Pedra confirma o ambiente de água doce. A existência de potente camada de gipsita na base da Formação Santana sugere uma bacia intra-continental sob condições de clima árido que causou intensa evaporação, com uma ligação qualquer com o oceano pela qual penetrava a água marinha. Pelo caráter litológico, a sequência superior desta formação indica um ambiente marinho. A maior parte dos peixes, que ocorrem nas margas desta Formação é de origem marinha. A presença dos ostracodes evidencia uma ligação temporária da bacia com o oceano, pois a associação é de água doce ou salobra, faltando os elementos tipicamente marinhos. A existência de moluscos e equinóides marinhos na parte mais superior da Formação Santana revela



uma segunda ingressão marinha, após a deposição de gipsita. Nas camadas de transição entre as Formações Santana e Exu, a ocorrência de conchostráceos documenta a restituição definitiva de ambiente lacustre de água doce. A fauna característica da Série Araripe a documenta no Cretáceo; a Formação Santana deve ser do Aptiano ou Albiano e as formações inferiores (Cariri, Missão Velha e Crato) pertencem provavelmente ao Neocomiano. A Série Recôncavo e Jatobá (bacia de Tucano) com idade Neocomiana pode ser correlacionada com a sequência inferior da Série Araripe, todas exclusivamente de água doce. Do ponto de vista paleogeográfico são bacias independentes, sem relações ou ligações e estão bem distantes. As faunas das bacias do Recôncavo e Tucano são diferentes daquelas da bacia do Cariri. A Formação Riachuelo (Aptiano-Albiano) em Sergipe é a única representação do Cretáceo Inferior que pode ser correlacionada com a Formação Santana. Apesar da proximidade, é improvável a correlação entre as bacias do Cariri (Série Araripe) e a de Igatu-Rio do Peixe. Identificou-se uma correlação estratigráfica e grandes analogias litológicas e faciológicas entre as Formações Codó da bacia do Maranhão e Santana; é possível que no Cretáceo Inferior tenha existido relações estreitas entre as bacias do Maranhão e do Cariri. A reconstituição paleogeográfica da sequência sedimentar do Araripe começa com a deposição em depressões locais de areias em parte conglomeráticas, procedentes da capa de intemperismo e transportada pelos rios, que deram origem a Formação Cariri. Possivelmente, por causa de um clima mais árido, o transporte e a sedimentação fluvial cessou. Os sedimentos foram consolidados por uma silicificação mais ou menos intensa. A conservação dos troncos silicificados confirma um clima árido. Na segunda fase, que corresponde a Formação Missão Ve-

lha, constituiu-se uma bacia de sedimentação, restrita ao nordeste da Chapada. A bacia era lacustre de água doce, na qual se depositaram areias oriundas da Formação Cariri com acumulações locais de troncos silicificados, e areias e argilas da capa da intemperismo das áreas em torno da bacia. Na terceira fase, correspondente a Formação Crato, a bacia lacustre ampliou-se, principalmente para o sul (região de Ipubi), conforme atesta a espessura considerável desta Formação determinada por sondagem perto de Ipubi. Devido a maior extensão da bacia houve uma sedimentação de material mais fino; na bacia existia uma fauna de água doce e localmente reinou um ambiente sapropélico que indica uma vegetação de algas. A quarta fase, Formação Santana, iniciou-se por um mergulho epirogênico geral, pelo qual a bacia se estendeu muito para sul e principalmente para oeste. Na bacia do Maranhão ocorreu também epirogênese que ocasionou uma ingressão marinha, procedente do norte, abrindo-se uma ligeira ligação entre as duas bacias. Devido a situação geográfica e ao clima árido houve nestas bacias intracontinentais um ambiente salinar e precipitação de gipsita. Em seguida, a ligação da bacia do Araripe com o oceano fechou-se e foi restituída uma bacia fechada, com diminuição da salinidade. O período da Formação Santana foi provavelmente encerrado por movimentos epirogênicos que causaram um levantamento da faixa Paleozóica do Piauí, formando uma elevação de direção N-S que separou as bacias do Araripe e do Maranhão. A erosão da elevação paleozóica ocasionou a deposição das Formações Itapecuru e Exu nas amplas baixadas do Maranhão e do Araripe. Atualmente, a superfície da Chapada mergulha ligeiramente para oeste devido a movimentos epirogênicos do Terciário.

BEURLLEN, Karl - Bacias sedimentares no bloco brasileiro. Estudos Sedimentológicos, Natal, UFRN, 1(2): 7-31, 1971 a.

### R E S U M O

Na Geologia do Brasil quase todas as áreas sedimentares são chamadas de "bacias" e constituem formas diferentes no sentido morfológico como também no sentido sedimentar. Deste modo, as bacias cretáceas do interior do Nordeste brasileiro constituíram uma grande área de sedimentação, quase contínua, onde as ocorrências atuais são apenas blocos afundados ou elevados dentro de estruturas tectônicas. Ao contrário das pequenas bacias isoladas e preenchidas por sedimentos cretáceos como as do Rio do Peixe (Paraíba), de Icó, Lima Campos e Iguatu (Ceará), a sequência sedimentar do Araripe apresenta-se em forma de chapada bem elevada repousando sobre a relíquia da extremidade setentrional da bacia do Recôncavo-Tucano-Jatobá, representada pelas Formações Aliança e Sergi. As formações sedimentares do Araripe devem ser correlacionadas com o Cretáceo inferior da bacia do Piauí - Maranhão (Formações Codó e Itapecuru); seriam relíquias de uma capa sedimentar então contínua. A ingressão marinha da Formação Codó teria provindo do SE, não existindo uma ligação da bacia de Codó para Norte e a atual faixa costeira do Maranhão era elevada naquele período. As Formações Codó e Santana e seus equivalentes na Serra Negra (Jatobá, Pernambuco) são de idade Aptiana. No Aptiano iniciou-se a transgressão marinha na faixa costeira de Sergipe que se estendeu por amplas regiões do nordeste até a atual bacia do Maranhão, depositando uma pouco espessa mas contínua capa sedimentar, da qual a maior parte foi removida pe

la erosão posterior. A partir do Albiano iniciou-se novo desenvolvimento tectônico - geológico e as relíquias conservadas da bacia sedimentar Aptiana apresentam-se em condições geológicas diferentes, como relíquia na capa da bacia de Jatobá, como Chapada (no Araripe), ou como preenchimento superior da bacia de Piauí-Maranhão.



BEURLÉN, Karl - As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). An. Acad. Brasil. Ciênc., Rio de Janeiro, 43 (Suplemento): 411 - 415, 1971 b.

#### R E S U M O

A Formação Santana caracteriza-se por uma grande diversidade litológica, abrangendo calcários, margas, argilas, siltitos e uma camada de gipsita, localmente bem espessa. As camadas inferiores, destacadas como Formação Crato apresentam estratificação muito fina e regular, paralela; litologicamente, trata-se de calcários margosos, siltitos com cimento calcário e argilitos. A estratificação indica um ambiente muito calmo de sedimentação. Encontram-se conchostráceos, ostracodes e pequenos peixes, indicando depósito de uma ampla lagoa de água doce. As camadas são restritas à parte oriental da Chapada. A Formação Santana inicia-se por uma camada de gipsita e estende-se por toda Chapada, do extremo leste para o extremo oeste, atingindo uma espessura de pelo menos 30 metros. A extensão e espessura da gipsita indicam sedimento evaporítico precipitado em bacia de água salgada. Uma ingressão marinha vinda do oeste (bacia do Maranhão) afetou as condições paleogeográficas na bacia lacustre da Formação Crato, constituindo uma situação supersalinar e, mesmo, uma precipitação de gipsita devido a um clima quente-árido com intensa evaporação. Na capa de gipsita segue-se calcário ou marga, com muitas concreções calcárias e bancos calcários intercalados. Neste horizonte encontra-se a rica associação de peixes e bancos de ostracodes. Na região de Araripina e Ipubi foi encontrada uma pequena fauna

de Turritellidae, Naticidae e Scalidae, e representantes de Pteriidae, Isognomonidae e pelecípodes do tipo dos Veneridae, além de duas espécies de equinóides. Na porção leste da Chapada foram encontrados somente ostracodes e pequenos lamelibrânquios. A associação de peixes é bem representada por toda a área, levando o autor à conclusão de que reinavam na bacia as condições salobras de uma bacia intracontinental, a oeste ligada com o oceano. Os peixes são mais resistentes contra as variações de salinidade sendo por isto encontrados por toda a área, o mesmo acontece com os ostracodes que são em geral eurihalinos. Esta interpretação não concorda com a situação geológica pois os perfis indicam continuidade da sedimentação, sem qualquer hiato, entre a gipsita (ambiente salinar) e os calcários (ambiente salobro). Uma transição tão brusca de ambiente salinar para salobro exigiria mudanças fundamentais das condições geológicas: clima e situação paleogeográfica. Três fases bem típicas são destacadas na Formação Santana: 1ª Fase, camadas calcárias, argilosas e sílticas, finamente estratificadas e laminadas, representando um depósito lacustre de água doce, de extensão restrita. O autor as destacou da Formação Santana como formação autônoma Crato. 2ª Fase, uma ingressão marinha procedente do oeste depositou camadas gipsíferas e calcários fossilíferos sob condições salinares; reinou clima árido e forte evaporação. Subfase A, afluência de águas marinhas e condições áridas; houve extensa e espessa precipitação de gipsita. Subfase B, ampliou-se a ligação com o oceano, possibilitando circulação e intercâmbio mais livres; calcários fossilíferos sob condições moderadamente salinares. Subfase C, em consequência das condições áridas, fechou-se definitivamente a bacia, originando um ambiente su



persalinar com extinção da fauna e precipitação de pequenas e locais lentes de gipsita. A 3ª Fase, sob condições de clima úmido foram depositadas camadas argilosas e silticas, com dulcificação rápida da bacia até a fase lacustre final. O autor sugeriu a subdivisão da Formação Santana em três membros: o inferior seria o membro Crato (calcários e siltitos laminados), o médio abrange a gipsita, calcários e margas com concreções calcárias. É o membro fossilífero e seria chamado Ipubi, pois aflora muito bem nos arredores desta cidade, onde apresenta um desenvolvimento típico. O membro superior seria denominado de membro Romualdo, representado pela sequência superior de argilas e siltitos com conchostráceos e Craginia. Suas camadas estão expostas casualmente e quase sempre cobertas pelo talude do arenito superior (Exu); apresentam perfil muito bem exposto no Sítio Romualdo, município de Crato.

BEURLLEN, Karl - A Paleontologia na Geologia do Cretáceo do Nordeste do Brasil. An. Acad. Brasil. Ciênc., Rio de Janeiro, 43 (Suplemento): 89 - 101, 1971 c.

#### R E S U M O

A sequência sedimentar que constitui a Chapada do Araripe representa uma ocorrência isolada, não ligada a qualquer outra formação sedimentar. A fauna de peixes e elementos marinhos é completamente diferente das faunas do Cretáceo do Recôncavo-Tucano. Também a distribuição dos fósseis marinhos, restrita à extremidade ocidental da Chapada, torna impossível uma ligação para as formações marinhas da costa Atlântica, a leste. A sequência cretácica do Apodi inicia-se no Turoniano e a do Araripe indica idade do Cretáceo inferior, desse modo não pode haver relações do Araripe para o norte. A presença de componentes marinhos na fauna da Formação Santana elimina também a hipótese de uma bacia intracontinental isolada. A única possibilidade de reconstrução paleogeográfica, acredita o autor, seria a idéia de uma ligação para oeste, com o Cretáceo de Codó na Bacia do Maranhão, separada da Chapada do Araripe pela faixa Paleozóica do Piauí. O perfil das duas ocorrências é bastante concordante, o mesmo acontecendo com a fauna dos ostracodes. No Cretáceo inferior a Bacia do Maranhão não existia do modo como a conhecemos hoje, a faixa devoniana do Piauí (atual margem da Bacia do Maranhão) ocupou um nível muito mais baixo. Um levantamento epirogenético pós-Cretáceo inferior (Terciário superior e Quaternário) teria posicionado a faixa devoniana até onde a conhecemos atualmente, com seus níveis relativamente elevados e relevo de cuestas. Uma aná

lise mais detalhada do desenvolvimento geomorfológico da região associada a pesquisas paleo-ecológicas e o aproveitamento de métodos estatísticos são fundamentais para a reconstrução dos ambientes originais, e fornecerão valiosos subsídios para futuras pesquisas no Cretáceo brasileiro e maior desenvolvimento da Paleontologia neste setor.

BRAUN, Oscar P.G. - Notas estratigráficas sobre a bacia do Araripe. Comunicação ao XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Poços de Caldas, 1964, 8 p.

### R E S U M O

A bacia do Araripe ocupa uma área muito maior do que a chapada propriamente dita. Este trabalho faz correlações entre esta bacia e outras do Nordeste do Brasil, com base nas colunas das bacias do Recôncavo e Tucano. A sequência sedimentar do Araripe foi dividida em cinco unidades estratigráficas: Arenitos conglomeráticos duros, com estratificação cruzada, claros, com cimento silicoso (Formação Cariri); argilitos, siltitos e folhelhos, marrom escuro a vermelho, lâminas de calcário ostracodal (Formação Missão Velha Inferior); arenitos finos a grosseiros, com leitos conglomeráticos cruzados, em parte caolínicos, camadas de siltitos e argilitos coloridos intercalados, com troncos silicificados (Formação Missão Velha Superior); siltitos, margas, calcários e folhelhos com importante intercalação de gipsita (Formação Santana); arenitos heterogêneos, médios a grosseiros, com estratificação cruzada, limonitizados, algo caolínicos, com bancos conglomeráticos intercalados, formando escarpas que sustentam a Chapada (Formação Exu). A Formação Missão Velha de Beurlen (1962) deve ser dividida em duas unidades distintas, uma onde predominam folhelhos e outra com dominância de arenitos. Quanto a tectônica tafrogênica pode-se separar a coluna da bacia do Araripe em dois grupos distintos, um pré-tectônico, formado pelas Formações Cariri, Missão Velha Inferior e Superior; o outro pós-tectônico, envolvendo as Formações Santana e Exu. O primeiro gru



po. sofreu tectonismo caracterizado por falhas de gravidade e o segundo não foi atingido por estes falhamentos, apenas apresentando pequenas estruturas na Formação Santana, devido a fenômenos de hidratação da anidrita. As unidades Missão Velha Inferior, Superior e Santana apresentam fósseis que permitem sua caracterização paleo-estratigráfica, porém, as unidades Cariri e Exu são desprovidas de fósseis e usa-se o aspecto litológico como elemento de correlação. A Formação Cariri tem litologia muito semelhante a Formação Tacaratu da Bacia de Jatobá, atribuída ao Devoniano. A microfauna encontrada na Formação Missão Velha Inferior é do Jurássico Superior e sua litologia é idêntica a das Formações Aliança e Japoatã Médio. Nos arenitos da Formação Misção Velha Superior ocorrem troncos silicificados de gymnosperma e suas características litológicas são as mesmas da Formação Sergi da Bacia do Jatobá e Japoatã Superior da Bacia de Sergipe, que também possuem a mesma flora. Com respeito aos macrofósseis da Formação Santana, os equinóides constituem um importante elemento para correlação, além de explicar a formação de evaporitos pela existência de ambiente parálico. Quanto a microfósseis, existe uma rica fauna de ostracodes, encontrados em folhelhos e calcários, tanto acima como abaixo do nível de gesso. Esta formação possui as mesmas características faciológicas da Formação Riachuelo, em Sergipe, na sua parte não marinha, além de exibir a mesma microfauna de ostracodes; idêntico conjunto faciológico é também encontrado na Formação Codó da Bacia do Maranhão. Os ostracodes encontram-se associados a foraminíferos tipicamente Albiano-Aptiano, em sedimentos marinhos e não marinhos interdigitados. A Formação Exu pode ser correlacionada litologicamente ao arenito que capeia a Serra Negra na Bacia de Jatobá.



BRAUN, Oscar P.G.-Estratigrafia dos sedimentos da parte interior da Região Nordeste do Brasil. Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Min., Rio de Janeiro, B. 236: 75 p., 1966.

### R E S U M O

As formações superiores da região do Araripe podem ser correlacionadas com sedimentos mesozóicos de Goiás e Maranhão e as inferiores aos sedimentos das Bacias do Recôncavo e Sergipe. A Formação Missão Velha descrita por Beurlen (1963) inclui duas unidades geneticamente distintas. A inferior constituída de argilitos, folhelhos, siltitos e arenitos finos, castanho-avermelhados, com intercalações de lâminas de aragonita e calcário ostracodal, corresponde a Formação Aliança do Recôncavo. A superior composta de arenitos claros heterogêneos, caolínicos, com leitos conglomeráticos incluindo troncos silicificados, mostra identidade com a Formação Sergi do Recôncavo. Delgadas intercalações de siltitos e folhelhos são observadas, e aquelas unidades têm cada uma cerca de 150 m de espessura. A Formação Cariri de Beurlen (op.cit.) mostra identidade litológica com a Formação Tacaratu e se supõe que esta corresponde a uma extensão da Formação Serra Grande. As Formações Candeias, Ilhas e São Sebastião não foram identificadas na região do Araripe, donde se conclui que a Formação Santana repousa em discordância sobre a Sergi, ocorrendo um hiato, correspondente ao Cretáceo Inferior. A Formação Santana, com espessura estimada em torno de 220 m, possui os mesmos caracteres gerais da Formação Riachuelo (Sergipe) e suas fácies são semelhantes aos da Formação Codó (Maranhão). O an

biente parálico evidenciado pela ocorrência de evaporitos e intercalações de sedimentos marinhos, indica estar a Santana no mesmo nível paleogeográfico da Formação Riachuelo. A Formação Exu que forma a mesa da Chapada do Araripe, tem litologia e nível semelhante a da Formação Urucuia em Goiás. Os movimentos tectônicos começaram na Bacia do Araripe após ou no final da sedimentação do Sergi, extinguindo-se antes da deposição do Santana. Esta formação post-tectônica possui uma pequena estruturação devido a hidratação e dissolução da anidrita. Os ostracodes encontrados nas Formações Aliança, Candeias, Ilhas e Santana são espécies de água doce e nenhum fóssil marinho foi localizado. Fósseis marinhos na Formação Santana são encontrados numa delgada zona de transição pré-transgressiva. O ambiente de sedimentação nesas bacias era marinho no Devoniano, passando depois de um período de emersão, a ambiente continental, o qual perdurou até o Albiano, época em que uma transgressão marinha formou, na Bacia do Araripe, um ambiente misto do tipo parálico, voltando depois ao caráter continental, pois a Formação Exu se identifica com tal ambiente. A sedimentação da Formação Santana começou numa pediplanície, resultante do arrasamento pronunciado da região do Araripe, onde a drenagem estagnada deu origem a alagadiços e lagoas. Ao mesmo tempo as camadas Codó e Riachuelo começavam a sedimentar-se no Maranhão e em Sergipe, respectivamente. Com uma ligeira subsidência nessas bacias, no fim do Aptiano, o mar transgrediu, tanto na costa leste como na costa norte, onde, através do Maranhão, penetrou em lentos avanços, criando o ambiente propício à formação de evaporitos. Com o entulhamento da Bacia Maranhão-Araripe o mar começou a regredir, iniciando-se ao mesmo tempo o levantamento da região. Em consequência

desse novo soerguimento fraturou-se a costa nos dois flancos dando ensejo a que se efetuasse a transgressão Campaniana-Maestrichtiana. Os sedimentos continentais da Formação Exu devem ter sido depositados no final do Albiano quando a região estava elevada e sofrendo erosão.

CALDASSO, Alfeu L.S. - Geologia da quadrícula E-094, folha Crato. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol., Recife, Ser. Geol. Regional, 3: 35 p., 1967 a.

### R E S U M O

Mapeamento geológico na escala 1:50.000 compreendendo partes dos estados do Ceará e Pernambuco tendo por coordenadas limites  $7^{\circ}30'$  -  $8^{\circ}00'$  de latitude sul e  $39^{\circ}00'$  -  $39^{\circ}30'$  de longitude oeste. Ao norte da quadrícula ocorrem os sedimentos e ao sul as rochas do embasamento cristalino. O embasamento cristalino da área é representado por uma unidade de filitos e xistos de baixo grau de metamorfismo, resultado da evolução metamórfica de uma sequência original de sedimentos pelíticos aluminosos. Os solos encontrados na área mapeada apresentam dominância de litossolo desenvolvido sobre as rochas do embasamento e o arenito conglomerático da Formação Cariri. Apresenta o horizonte "A", logo seguido pelo "C". O solo desenvolvido sobre filitos e xistos é vermelho, argiloso, contendo seixos. Nos granitos, gnais heterogêneos e arenito conglomerático a coloração é mais clara e o solo torna-se mais arenoso, detalhes importantes para a fotointerpretação. Solos desenvolvidos sobre as rochas sedimentares são mais espessos, com todos horizontes representados. A rede hidrográfica em sua totalidade é intermitente, porém na época das chuvas os riachos se tornam caudalosos, ocasionando por vezes inundações. Sobre as rochas do embasamento cristalino, observa-se um padrão dendrítico retangular denso; sobre as sedimentares a drenagem é mais rala, por vezes sem um padrão definido. Na superfície da Chapada a drenagem é arreica: extravasamento na es



carpa sob forma de fontes, após percolação em subsuperfície das águas de precipitação. A Formação Cariri jaz discordantemente sobre as rochas do embasamento, apresenta espessura estimada de 70 metros na área mapeada, estendendo-se principalmente a nordeste da quadrícula e além da área mapeada, nos arredores de Crato, Juazeiro do Norte, Missão Velha, próximo de Brejo Santo, etc. Trata-se de arenito grosseiro, arcoseano, conglomerático, contendo seixos rolados de quartzo, imersos na matriz arenosa. Tem cimento silicoso e apresenta frequentemente bolas de argila verde; a característica principal é a estratificação cruzada em grandes cunhas de águas correntes fortes. O autor acredita ser esta formação independente da Série Araripe; há uma forte discordância angular entre o arenito conglomerático da Formação Cariri e os sedimentos argilo-margosos e arenosos das formações sobrepostas, além de ocorrências isoladas e distantes da chapada. A Formação Cariri apresenta fortes mergulhos e uma "superfície" de erosão no contato com formações sobrepostas, estas com mergulhos sub-horizontais e brusca variação na fácies litológica. O arenito conglomerático foi sujeito a intenso tectonismo, evidenciado por fraturas e falhas, sendo também comum encontrar sedimentos da Formação Cariri em cotas mais elevadas que os sedimentos inferiores do Araripe. Acredita-se por isso que este arenito conglomerático seja uma unidade litológica e estratigráfica independente dos sedimentos da Chapada do Araripe, podendo-se correlacioná-la à Formação Serra Grande, de idade Devoniana inferior, localizada mais para oeste. Com a Formação Brejo Santo inicia-se a "Série Araripe". Ela assenta discordantemente sobre o arenito conglomerático e também o embasamento cristalino, sendo constituída por folhelhos siltico-argilo-



2: sos, argilitos calcíferos e margas. Sua idade é Jurássico Superior, com base na correlação com a Formação Aliança do Recôncavo. Concordante com essa formação e de passagem gradativa vem a Formação Missão Velha, com siltitos e arenitos finos na base e grosseiros no topo. Pode ser correlacionada à Formação Sergi (Jurássico Superior) do Recôncavo. A seguir aconteceu a deposição dos sedimentos da Formação Santana; a partir da base temos sedimentos de água doce, passando a sedimentos de água salobra, até o máximo de salinidade com os evaporitos. Em seguida se torna novamente o ambiente de águas salobras até atingir sedimentos de água doce no topo da formação. Na área mapeada a espessura máxima da Formação Santana é estimada em 200 metros. Encimando a série ocorre a Formação Exu por vezes repousando diretamente sobre rochas do embasamento cristalino. Após a deposição dos arenitos da Formação Exu cessou a deposição da "Série Araripe" talvez como consequência de um movimento epirogênico positivo mantido até hoje. Entre os recursos minerais encontram-se na área, além de argilas, gipsita, calcários e água subterrânea, ocorrências de menor importância sobre as rochas do embasamento como uma ocorrência de minério de ferro 6 km ao sul de Jati. Também ouro em finas palhetas é encontrado no elúvio de encostas a sul de Cedro, e uma pequena ocorrência de amianto anfíbolítico já bastante explorada aparece no local chamado Queimadas, a SW de Mundo Novo.

CALDASSO, Alfeu L.S. - Geologia da quadrícula E-093, folha Crato. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol., Recife, Ser. Geol. Regional, 4: 47 p., 1967 b.

### R E S U M O

O trabalho versa sobre o mapeamento geológico na escala de 1:50.000 de uma área situada a NW do Estado de Pernambuco, na parte sul da Chapada do Araripe, delimitada pelas coordenadas  $7^{\circ}30'$  -  $8^{\circ}00'$  de latitude sul e  $39^{\circ}30'$  -  $40^{\circ}00'$  de longitude oeste. Quase toda a área é constituída de rochas do embasamento cristalino, ocorrendo sedimentos principalmente na parte NW. As rochas cristalinas são ectinitos, granitos e migmatitos. Os ectinitos são representados por gnaisses, calcários, quartzitos e xistos, com direção geral NE-SW e dobramentos normais. Nos calcários cristalinos ao sul da área, ocorrem veios milimétricos de sulfetos de cobre. Os granitos são de dois tipos, um cinza porfiroblástico, considerado sincinemático e o outro róseo equigranular, intrusivo. Os sedimentos são representados pela parte superior da Formação Santana e pela Formação Exu, no topo da Chapada. A primeira, preenche as depressões do embasamento cristalino e a Exu, muitas vezes, repousa diretamente sobre a superfície irregular do cristalino. Os sedimentos da Formação Santana que ocorrem na área são de ambiente marinho, passando a salobro até atingir os sedimentos de água doce das partes superiores (Exu). O horizonte marinho é representado por uma camada de gipsita, com espessura estimada de 10 m, intercalada em folhelhos calcíferos e argilitos calcíferos (margas), contendo ostracodes; acima da gipsita, há intercalações de concreções calcárias

com abundância de peixes fósseis. Na parte superior, a Formação Santana passa gradativamente para siltitos e arenitos argilosos da Formação Exu. Esta evolui para o topo a arenitos médios e grosseiros, às vezes conglomeráticos, notando-se com frequência estratificação cruzada.

CASSEDANNE, Jacques P. - Indice de sulfures sedimentaires de Taboca, Municipe de Crato, État du Ceará, Brésil.  
Bull. Soc. Géol. de France, 7 (VII): 177-186, 1965.

#### R E S U M O

No sudoeste do Ceará, no lugar chamado Taboca, existe mineralização sedimentar contendo sulfetos de chumbo, zinco e ferro, encaixados em camadas horizontais não falhadas do Cretáceo Inferior, inexistindo rochas eruptivas nas proximidades. A camada mineralizada, com possança de 1-1,5 m, é formada por sedimentos laminados betuminosos, concreções calcárias e brechas sin-sedimentares, intercaladas em arenitos argilosos, margas e argilas. A presença de melnicovita, pirita framboidal, blenda e marcassita epigenéticas, ostracodes e outros fatos sugerem uma mineralização sin-sedimentar, remobilizada durante a diagênese. O em basamento, em parte peneplanizado antes do Cretáceo, mostra ainda importantes ondulações locais, condicionando o com portamento da série sedimentar. A Formação Cariri corresponde ao preenchimento de uma depressão do escudo, por sedimen tos grossieiros, seguido por intensa silicificação. A Forma ção Missão Velha, é um depósito lacustre e a Formação Cra to, de maior extensão, parece indicar um abaixamento epiro gônico, da região oeste da atual Chapada. O abaixamento epi rogênico torna-se mais importante durante a deposição da Formação Santana, permitindo uma ligação com o golfo situa do a oeste no atual estado do Maranhão, com incursões mari nhas na base e no topo da formação, sendo interrompidas pe lo soerguimento do Paleozóico do Piauí. A Formação Exu, de trítica, encerra o ciclo sedimentar. A mineralização foi



formada durante um curto período de sedimentação instável intercalada numa série pouco complexa e com variações lentas, correspondendo às Formações Crato e Santana. Ensaio microquímicos indicam presença de traços de arsênio e ausência de prata, antimônio, bismuto e ferro. A blenda é menos abundante que a galena, e rara nas rochas betuminosas. A pirita ocorre dispersa sob a forma de uma infinidade de pontuações nos calcários, em cubos raros ou agregados sem forma definida. A marcassita é bastante menos abundante que a pirita, sendo observada em calcários e auréolas ao redor de nódulos de pirita. Esqueletos de ostracodes substituídos por marcassita e blenda parecem indicar transformações a baixa temperatura, como a disseminação de sulfetos de chumbo, zinco e ferro no seio de calcários que não sofreram transformação química. Assim numa região calma pouco oxigenada depositam-se folhelhos betuminosos, recebendo de tempos em tempos aportes calcários das zonas vizinhas. Durante os fenômenos de diagênese, os sulfetos migram parcialmente, o zinco migra mais que o chumbo. Quanto a origem do chumbo e do zinco é necessário pesquisar as mineralizações do escudo cristalino, seu processo de destruição e relações com a bacia sedimentar, como a presença de "debris" de quartzo nos calcários. O autor já mencionara em trabalho de 1964 a forte erosão sofrida por mineralizações do escudo, frequentemente reduzidas ao estado de jazidas residuais. O teor do banco mineralizado deve ser de algumas unidades por cento de chumbo e zinco. Nenhuma pesquisa mineral ou geológica neste aspecto tem sido realizada até agora.



COSTA, W.D. & ANJOS, N.F.R. - Gipsita no estado de Pernambuco. Recife, Comissão de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco, 1962, 56 p., ilustr.

#### R E S U M O

A região do Araripe pode ser dividida morfologicamente em três unidades que apresentam características distintas: chapada, talude e morros testemunhos, e pediplano cristalino. A chapada compreende também as escarpas, geralmente verticais ou pouco inclinadas. A zona de transição entre a chapada e o cristalino corresponde aos taludes e morros testemunhos, estes desligados e isolados da chapada por ação dos diversos agentes erosivos. O pediplano cristalino apresenta as mais variadas formas em consequência de sua variação litológica, com formas arredondadas e aspecto geral ondulado. A Formação Santana da Chapada do Araripe inicia-se com marga de coloração verde e espessura de 10 a 20 metros. Em seguida um folhelho sobreposto por um calcário finamente laminado com espessura de cerca de 50 metros, capeado por uma marga semelhante a já mencionada. Em seguida a gipsita com espessura em torno de 20 metros, capeada por argilas e margas com concreções calcárias fossilíferas. A espessura da Formação Santana foi calculada em 240 metros, e seus membros mais inferiores não aparecem na margem meridional. Para a pesquisa da gipsita os mais importantes indícios são: presença de concreções calcárias, fossilíferas ou não; solo argiloso ou margoso, geralmente de cor marrom escuro, e depressões no cristalino que se comportam como bacias de deposição. São citadas ainda várias ocorrências de gipsita no estado de Pernambuco.

CRUZ, Waldemir B. - A gipsita do Araripe. Jornal Clube Mineral., Recife, 2 (7-8-9): 102-105, 1962.

### R E S U M O

A Chapada do Araripe situa-se nos limites dos Estados de Pernambuco, Piauí e Ceará. Estende-se por cerca de 160 km na direção E-W, tendo um prolongamento N-S no limite Pernambuco-Piauí. É constituída por uma sequência sedimentar sub-horizontal que repousa em discordância sobre o em basamento cristalino. O pacote sedimentar tem maior espessura ao norte, no Ceará, atingindo até 600 m, ao sul e a oeste a espessura se reduz a cerca de 200 m. O conglomerado basal ocorre apenas a nordeste da bacia, de Juazeiro do Norte a Milagres. Tem cor branca e cinza, pouco consolidado, composto de seixos de quartzo, com espessura máxima de 50 m; em parte, tem aspecto de arenito conglomerático com grãos de feldspatos; indica uma sedimentação continental, de caráter fluvial. Sobre esta unidade repousa o Arenito Inferior, vermelho e amarelo, com intercalações argilosas, granulação média a grosseira, estratificação cruzada, com espessura média de 190 m; na parte superior ocorrem arenitos finos, siltitos e folhelhos betuminosos; contêm troncos de madeira silicificada. Segue-se a Formação Santana com calcários, margas e siltitos, com espessura máxima de 240 m. Nos perfis mais completos, o nível mais inferior consta de siltito micáceo, creme, ao qual segue calcário laminado, com 80 m de potência, incluindo restos de plantas. Acima, aparecem margas e argilas com bancos calcários intercalados, ocorrendo fósseis de peixes, moluscos (gastropodes e lamelibrânquios), e crustáceos; os peixes são contidos em con

creções calcárias de forma ovóide imersos em leito argiloso. Esta formação ocorre nos três Estados, repousa sobre o Arenito Inferior ou diretamente no cristalino e encerra um horizonte gipsífero. Encerra a coluna o Arenito Superior, com estratificação cruzada, e cerca de 100 m de espessura. A gipsita aflora no Ceará próximo ao pé das escarpas da Chapada, nos municípios de Crato, Barbalha, Missão Velha, Milagres, Brejo Santo, Santana do Cariri e Assaré; em Pernambuco, nos municípios de Araripina, Ouricuri, Exu e Bodocó; e no Piauí aparece em Jaicós, Simões e Paulistana. Os depósitos formam corpos descontínuos, de caráter lenticular, cuja espessura em afloramentos é de 5-10 m. A camada é maciça, e contém bolsões friáveis, algo argilosos. A gipsita tem hábito fibroso paralelo, agregando-se em várias placas que no conjunto formam uma estrutura tabular. Os fenômenos de dissolução são bem marcados em todos os depósitos; a superfície da camada é ondulada e irregular, coroada por um resíduo de material argiloso que protege os depósitos contra a percolação de água. Os calcários e margas sobrepostos contribuem também com seu resíduo de decomposição para evitar a dissolução do gesso. A dissolução forma dolinas e causa desmoronamentos que expõem a camada com forte mergulho em certos locais. As dobras e outras deformações que ocorrem na gipsita e nos sedimentos encaixantes são atribuídas a fenômenos de hidratação que acarretaram aumento de volume do evaporito. No Ceará, na lapa da gipsita ocorre um calcário laminado, espesso, com restos vegetais; mas, em Pernambuco não existe este horizonte calcário e a gipsita repousa sobre margas e calcários ou praticamente sobre o cristalino. Na capa da gipsita a 10-20 m acima, existe um importante horizonte guia representado por um nível argi

loso contendo concreções calcárias com peixes. A decomposi  
ção das rochas calcárias e sílticas forma um solo argiloso,  
cinza escuro, impermeável, lamacento, do tipo massapê, evi  
denciando a Formação Santana. Na parte meridional da Chapa  
da a formação se encontra, muitas vezes, nas depressões do  
cristalino.



CRUZ, Waldemir B. & FRANÇA, H.P.M. - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste. Folha nº 14 - Jaguaribe - SO. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Document., Recife, Ser. Hidrogeol., 31: 222 p., 1971.

### R E S U M O

Investigação hidrogeológica de uma área de 72.000 km<sup>2</sup>, limitada pelos meridianos 39° e 42° WG, e paralelos 6° e 8° S, sendo enfatizado neste resumo a parte relacionada à Chapada do Araripe. A Formação Santana ocorre de um modo geral margeando o contorno das escarpas da Chapada do Araripe, frequentemente coberta por pedimentos detriticos. Apresenta suave mergulho das camadas em direção norte, evidenciado pelas inúmeras fontes no sopé da escarpa, no contato com a Formação Feira Nova. Repousa normalmente sobre a Formação Missão Velha, mas na borda sul da Chapada ocorre preenchendo uma depressão alongada do embasamento cristalino. Os principais aquíferos da bacia são os arenitos das Formações Feira Nova, Missão Velha e Mauriti. A Formação Feira Nova forma um grande platô; o aquífero é do tipo livre e seu limite inferior é constituído pelos folhelhos e margas da Formação Santana. A superfície da Chapada é praticamente desprovida de rede hidrográfica (apenas incipiente nas bordas); a quase totalidade do volume precipitado anualmente volta à atmosfera através dos mecanismos de evapotranspiração, ou se infiltra (0,6%) nos arenitos Feira Nova. Do total de 700 mm precipitado sobre a área de recarga do aquífero (Chapada do Araripe), 4 mm se infiltram e os restantes 696 mm são consumidos pela evapotranspiração. O aquífero Missão Velha apresenta taxa de infiltração de



0,36%, já subtraída a contribuição da chapada por infiltração profunda. O aquífero Mauriti, constituído por arenitos pouco permeáveis é separado do aquífero superior Missão Velha por argilas e margas da Formação Brejo Santo. É muito pouco conhecido devido a inexistência de sondagens até este horizonte. Em relação a composição das águas, distinguem-se na bacia do Araripe 4 zonas: 1 - zonas com águas mistas semelhantes as do mesmo grupo encontradas na bacia do Maranhão. Predomina a relação  $Cl > HCO_3 > SO_4$  e são águas agressivas levemente ácidas, com pH inferior a 7. 2 - zonas com águas cloretadas onde predomina a relação  $Cl > HCO_3 > SO_4$ ;  $Na > Ca > Mg$ . São águas moles a duras e neutras a ligeiramente alcalinas. 3 - zonas com águas cloretadas-bicarbonatadas, e 4 - outros tipos de águas que ocorrem com menor frequência como as bicarbonatadas (10% das análises), cloretadas-sulfatadas (5%) e as sulfatadas (3%). Os três primeiros grupos correspondem a 82% das águas do Araripe, sendo as águas mistas as mais abundantes (41% das análises), seguidas das cloretadas (22%) e cloretadas - bicarbonatadas (19%). As águas mistas são típicas do aquífero superior (arenitos da Formação Feira Nova) enquanto as mais mineralizadas ocorrem nos níveis intermediários argilo-margosos e calcários da Formação Santana e no sistema aquífero inferior (arenitos jurássicos e devonianos). Águas sulfatadas estão associadas a presença de gipsita na Formação Santana e ocorrem também ao sul, na área de Ouricuri-Araripeina.

DANTAS, J.R.A. - Levantamento dos estudos geológicos no Nordeste. Dep. Nac. Prod. Min., 4º Distrito, Recife, Rel. 1 (1/2): 194 p., 1971.

### R E S U M O

Este trabalho é uma compilação dos relatórios de graduação dos alunos do Curso de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco, no período de 1957 a 1970. Neste resumo serão citados apenas os relatórios de interesse para o Projeto Santana. Gusmão (1961) mapeou uma área com cerca de 310 km<sup>2</sup>, cujos limites aproximados são 39°15' - 39°20' e 7°05' - 7°25' na folha de Juazeiro do Norte, Ceará. O embasamento é representado por xistos e granitos; da Série Sedimentar do Araripe afloram o conglomerado basal, o arenito inferior e a Formação Santana. Albuquerque (1962) realizou investigações geológicas numa área a SE do povoado de Rancharia, ao sul de Araripina, Pernambuco. Na área ocorrem a Formação Santana e o Arenito Superior, repousando em discordância sobre gnaisses. A Santana ocupa as depressões do embasamento e é formada por pequenas lentes de gipsita e por horizontes superiores de marga com concreções calcárias fossilíferas. O Arenito Superior repousa sobre a Santana, ora diretamente sobre o embasamento, e na área tem caráter argiloso. Anjos (1962) mapeou uma área de 159 km<sup>2</sup> no município de Ipubi, Pernambuco. Afloram margas com concreções calcárias fossilíferas, argilas, siltitos, calcários e gipsita, da Formação Santana, e o Arenito Superior. Costa (1962) descreveu a geologia da região a oeste de Rancharia, a SW da cidade de Araripina. Repousando em discordância sobre a superfície ondulada do embasamento ocorrem descontinuamente

as Formações Santana e o Arenito Superior. A Santana apresenta folhelho betuminoso, argilas moles e siltes, com calcário intercalado e gipsita. Na lapa e capa da formação as fácies são de água doce, mas na parte intermediária a gipsita caracteriza uma fácies marinha típica, ocorrendo abundante fauna de peixes, ostracodes, gastrópodes, lamelibrânquios, equinóides e conchostráceos. Costa (1962) mapeou uma área de 161 km<sup>2</sup>, no sopé da Chapada do Araripe, nos municípios de Ipubi e Bojó, Pernambuco. Descreveu a Formação Santana com folhelho betuminoso na base, seguindo-se calcário, gipsita, marga e siltito. Leal (1962) mapeou uma área ao sul de Serra Branca, no extremo oeste de Pernambuco. Citou a Formação Santana iniciando com argilas, seguindo-se marga contendo concreções calcárias fossilíferas, calcários, margas, siltitos e argilas até o topo. Neves (1962) ao descrever a geologia de Espírito Santo, a SSW da Chapada do Araripe, Pernambuco, citou a Formação Santana constituída por siltitos, argilas, gipsita que atinge 30 m de espessura, margas com concreções calcárias fossilíferas e calcários. Silva (1962) descreveu a geologia da área de Lagoa de Dentro, sul de Araripina, Pernambuco. A Formação Santana ocupa depressões isoladas do embasamento e é formada por gipsita, marga com concreções calcárias, calcário e folhelho esverdeado.

DUARTE, E.W. - Inquérito hidrogeológico do Cariri, Ceará.

SUDENE, Recife, Junho 1962, 32 p.

### R E S U M O

Estudo introdutório à hidrogeologia do Cariri visando aproveitamento racional das reservas aquíferas. Vários fatores atuam nesta área contra a conservação das reservas aquíferas, como a grande evaporação nas zonas de caatinga e a devastação de florestas. Dois recursos d'água subterrâneas são verificados nesta área, o setor oriental e meridional da Chapada do Araripe e a peneplanície do Cariri. O arenito Superior da Chapada atua como verdadeiro filtro natural das águas de chuva, que atingem pluviosidade superior a 1.000 mm por ano no lado leste, influenciado principalmente pela cobertura florestal. Um exemplo deste fato são os riachos que nascem ao sopé da chapada, que nada mais são que fontes perenes originadas pelo escoamento das águas subterrâneas do arenito superior, quando se acham em contato com a Formação Santana (impermeável). Dois perfis são analisados para melhor visualização da coluna estratigráfica. O perfil Sítio São Romualdo (município do Crato) inicia a uma altitude de 420 metros com siltito laminado e espessura de 100 metros, apresentando restos vegetais e ostracodes. A 540 metros ocorre um calcário bem estratificado na base e com espessura de 20 metros. A 560 metros inicia a gipsita, tem uma espessura de 30 metros, e na parte superior há 10 metros de argila residual. A 600 metros aparece uma camada de argila margosa e concreções calcárias de peixes fósseis. A 640 metros esta sequência termina e a Formação Santana fica com uma espessura da ordem de 200 metros. No sítio Fun



dão, perto da nascente do rio Batateiras (município do Crato) ocorre uma sequência disposta da seguinte maneira: a 422 metros, talude do Arenito Superior, onde nasce o rio Batateiras. A 460 metros começa um siltito com concreções calcárias, não fossilíferas. A 470 metros aflora um calcário escuro e betuminoso, tem fósseis e fragmento de madeira fossilizada. A 480 metros tem-se um folhelho betuminoso negro, que chega a dar combustão. Para cima aflora um calcário laminado de cor amarelada e restos (folhas) vegetais. A 490 metros termina esta sequência. Neste perfil a Formação Santana atinge somente 30 metros de espessura.



FARINA, Mário - Sequência plumbífera do Araripe. Mineralização singenética sulfetada no Cretáceo Sedimentar brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre, 1974. Anais do 28º Congresso Brasileiro de Geologia, 1974 (no prelo).

#### R E S U M O

A região do Araripe, localizada na porção limítrofe dos Estados do Piauí, Pernambuco e Ceará, constitui-se de rochas sedimentares não dobradas, repousando discordantemente sobre metamorfitos precambrianos. Os sedimentos cobrem uma área da ordem de 8.000 km<sup>2</sup>, estendendo-se por cerca de 160 km na direção E-W e formam uma chapada que supera 900 m de altitude em alguns pontos. As rochas precambrianas são representadas por granitos, migmatitos, gnaisses, micaxistos e filitos, intensamente dobrados e falhados. A estratigrafia da sequência sedimentar ainda não é bem estabelecida. Segundo Braun (1966) as camadas mais antigas são arenitos conglomeráticos do Devoniano Inferior/Siluriano que compõem a Formação Tacaratu, correlacionável a Formação Serra Grande da Bacia do Meio Norte. Segue-se em contato discordante a Formação Aliança e logo acima a Sergi, ambas do Jurássico; a primeira composta por argilitos, siltitos e folhelhos com finas lâminas de aragonita e calcário com ostracodes; a outra com predominância de arenitos, incluindo folhelhos e siltitos com troncos de árvores silicificados. A seguir, em discordância, jaz a Formação Santana, do Cretáceo, contendo mineralizações sulfetadas. No topo da coluna estratigráfica, posiciona-se a Formação Exu, também do Cretáceo, representada por arenitos conglomeráticos. Algumas das formações descritas por Braun (op.cit.) não coincidem

com as de Beurlen (1963) e Veiga (1967). Uma comparação entre as diversas colunas estratigráficas foi fornecida por Munis (1971), indicando as espessuras das formações: Tacaratu 50-70 m, Aliança 30-50 m, Sergi 200-230 m, Santana 250 m, Exu 200-280 m. Braun (op.cit.) cita como pré-tectônicas as Formações Tacaratu, Aliança e Sergi, as quais foram afetadas por diaclasamentos e falhamentos; as formações superiores, Santana e Exu, são post-tectônicas. Na região do Crato, Ceará, a Formação Santana apresenta na base folhelhos betuminosos ou siltitos amarelados com cimento calcífero; a seguir, ocorrem calcários finamente laminados com intercalações de margas, argilas e folhelhos cinza escuro; logo acima, calcário creme em bancos com pequenos peixes fósseis e calcário laminado; sobre este horizonte repousam argilas cinza-escuro, contendo conchostráceos, ostracodes e lamelibrânquios; em seguida ocorre uma camada de gipsita com até 30 m de espessura, à qual se sobrepõem siltitos esbranquiçados, calcários e argilas com concreções calcárias, contendo peixes e ostracodes; capeando a sequência existem margas, folhelhos e argilas escuras com conchostráceos. A sudoeste da Chapada, na região de Ouricuri, Pernambuco, a sequência é quase idêntica, faltando os folhelhos betuminosos da base da formação. Beurlen (1971a), subdivide a formação em três membros: o inferior, Membro Crato, composto de calcários e siltitos laminados; o médio, Membro Ipubi, contendo a gipsita, calcários e margas; e o superior, Membro Romualdo, com argilas e siltitos. O Membro Crato é considerado lacustre de água doce; o Ipubi formou-se em clima árido e com ligação marinha, cuja evaporação originou a gipsita. Na segunda fase a bacia estaria fechada e o ambiente super-salino extinguiu a fauna. O Membro Romualdo deu-se em clima úmido e

ambiente lacustre de água doce. Ocorrência de sulfetos na região do Araripe foi estudada por Cassedanne (1965), no lugar de Taboca, município de Crato, Ceará. Viana et alii (1970) noticiam ocorrência de galena no riacho Olho d'Água do Milho, município de Brejo Santo, Ceará. A área objeto deste trabalho corresponde ao bordo nordeste da Chapada do Araripe, no lado do Ceará, cobrindo uma área delimitada pelos meridianos de  $39^{\circ}00'$  e  $39^{\circ}45'$  e pelos paralelos de  $7^{\circ}10'$  e  $7^{\circ}30'$ . Foram estudadas as fácies inferiores da Formação Santana. De leste para oeste, foram estudadas as seguintes ocorrências de sulfetos na Formação Santana: São Felipe, Carrancudo, Gameleira, Correntinho, Fundão e Taboca. A ocorrência de São Felipe localiza-se próximo ao povoado homônimo, no município de Brejo Santo. A mineralização ocorre no vale do riacho Olho d'Água do Milho, onde a seção geológica é a seguinte: horizonte inferior predominam arenitos róseos com estratificação cruzada flúvio-lacustre, contendo ainda folhelhos e siltitos; o horizonte médio, com cerca de 9 m de espessura, consta de folhelhos e argilitos; no topo ocorre uma camada de calcário margoso, betuminoso, cinzento, bem foliado, com abundante matéria orgânica, contendo leitos milimétricos com ostracodes. Esta camada com espessura da ordem de 50 cm é mineralizada em galena, esferulita e pirita. A galena é o sulfeto mais abundante, ocorrendo disseminada por toda a camada em cristais milimétricos atingindo até 3 mm. Logo acima da camada mineralizada ocorre um nível coberto e folhelho negro. O horizonte superior consta de arenitos friáveis, amarelo-avermelhados. A ocorrência de Carrancudo localiza-se no riacho do mesmo nome, município de Missão Velha. Existem três horizontes bem definidos, o basal e o do topo são arenitos idênticos aos



da ocorrência de São Felipe. O horizonte médio, com cerca de 10 m de espessura, constitui-se de folhelhos e argilitos, dominando as cores cinza e cinza esverdeado. A zona mineralizada tem cerca de 40 cm, gradando entre calcários e margas, laminados, ricos em matéria orgânica e muitos ostracodes. Nesta zona são frequentes pisólitos calcários com diâmetro da ordem de 1 cm, concentrados nos 10 cm inferiores. A galena aparece disseminada em dimensões de 1-4 mm, ocorrendo ainda pirita e raros cristais de blenda, calcopirita e marcassita. A ocorrência de Gameleira está próxima da vila do mesmo nome, no município de Missão Velha. Os afloramentos observados ocorrem no vale do riacho Piedade em condições semelhantes aos de São Felipe e Carrancudo. Sobre uma camada de argilito cinza-preto, com cerca de 1 m de espessura, ocorre o nível mineralizado com calcários e margas laminadas e conglomerados calcários, com potência da ordem de 80 cm. Aqui também são comuns os níveis ostracodais e os pisólitos calcários. Observam-se minúsculos cristais de galena em associação direta com matéria orgânica e concreções de ankerita marrom em íntima relação com pirita. No vale do riacho do Saco, localidade Correntinho, município de Barbalha, encontra-se uma situação litológica-estratigráfica análoga a das demais ocorrências. Porém, não foi constatada a presença de sulfetos. A ocorrência de Fundão, situa-se no leito do riacho Batateiras, município de Crato, destacando-se como a mais mineralizada de todas as outras investigadas. Repete-se o mesmo condicionamento litológico-estratigráfico com uma sequência média carbonática-argilo-orgânica intercalada em rochas essencialmente arenosas. A sequência média inicia-se com uma camada de argilito cinza amarronzado, carbonoso e algo carbonático. Se

gue-se a zona mineralizada com espessura da ordem de 70 cm, tendo na base 10 cm de folhelho carbonático betuminoso, cinza, com lamelas de gipsita. Logo acima, com cerca de 30 cm, um nível carbonático, contendo uma fração argilosa e outra de matéria orgânica. São frequentes os pisólitos calcários e os ostracodes. Em seguida, ocorre um conglomerado calcário com espessura da ordem de 30 cm. No topo ocorre folhelho cinza escuro com cerca de 3 m de espessura. A mineralização dominante é de galena, ocorrendo ainda pirita, esfalerita e marcassita. A ocorrência de Taboca está próxima ao lugarejo homônimo, município de Crato. Segundo Cassedanne (op.cit.) a mineralização com a paragênese representada por galena, esfalerita, pirita e marcassita, está contida num nível com 1-1,5 m de espessura, composto por folhelhos betuminosos, incluindo nódulos calcários, ostracodes e matéria orgânica. Geoquimicamente, o horizonte médio da Formação Santana, carbonático-argilo-orgânico, tem caráter redutor, enquanto que os níveis arenosos do topo e da base possuem caráter oxidante. Através da análise espectrográfica e dos dados de campo conclui-se que a mineralização plumbo-zincífera sulfetada ocorre apenas quando assume expressão a fase carbonática, com calcários e folhelhos carbonáticos. Os folhelhos e argilitos que encaixam os estratos mineralizados não apresentam anomalia geoquímica para nenhum dos elementos estudados. Os conglomerados calcários revelaram anomalias de 7.000 ppm de chumbo e 75.000 ppm de manganês. Os elementos que apresentam concentrações elevadas são Pb, Zn, Mn e Fe. O chumbo alcança 10.000 ppm em calcário laminado betuminoso, com média de 3.600 ppm, e varia entre 200-1.500 ppm nos folhelhos carbonáticos betuminosos. O zinco mostra um teor máximo de 7.000 ppm, com variações de 1.500-



5.000 ppm nos folhelhos carbonáticos betuminosos e de 200-7.000 ppm nos calcários laminados betuminosos, com média de 2.100 ppm. O ferro atinge 20% no folhelho carbonático betuminoso e nos calcários laminados betuminosos apresenta uma concentração média de 4%. Nos calcários laminados betuminosos o manganês está sempre acima de 5.000 ppm. Estudos micropaleontológicos de amostras da sequência média desta formação revelam fósseis marinhos como é o caso da família Cerithidae (classe Gastropoda) e diversos ostracodes, e também formas de água doce. Admite-se que o nível plumbífero tenha sido formado num ambiente marinho costeiro, com deposição em clima quente, talvez árido. As camadas laminadas, com sedimentos finos, caracterizam um ambiente calmo de deposição, mas os conglomerados calcários denunciam a ruptura do equilíbrio da sedimentação, com o subsequente retorno às condições tranquilas evidenciadas pelos estratos sobrepostos aos conglomerados. A assembléia de fósseis permite situar a sequência plumbífera no Eocretáceo, mais precisamente no Aptiano. As diversas fácies da Formação Santana na região de Crato denunciam uma sequência positiva de sedimentação até o nível evaporítico e em seguida uma sequência negativa até o topo. O ciclo positivo, começa com folhelhos betuminosos, evoluindo para calcários até atingir a camada de gipsita. O ciclo posterior, negativo, inicia-se com os evaporitos, passando para calcários até alcançar folhelhos e argilas escuras. A mineralização está inserida na parte inferior da sequência positiva, coincidindo com a curva de previsão do Kupferschiefer (Mansfeld) que também é positiva. O posicionamento do horizonte mineralizado está situado no ponto de reversão da sequência positiva para a negativa, devendo ser atribuído a uma das oscilações da sedimenta

ção. Os controles da mineralização são bem definidos; o controle estratigráfico caracteriza-se por estratos quase horizontais, situados na sequência inferior da Formação Santa na; o controle litológico é representado por folhelho carbonático, marga laminada, calcário laminado e conglomerado calcário, todos mais ou menos betuminosos; o controle geoquímico caracterizado por ambiente redutor, carbonatado, com matéria carbonosa, betume e micro-organismos. O relacionamento dos depósitos sulfetados sedimentares com evaporitos tem sido notado em importantes jazidas, como o Kupferschiefer (Alemanha) e o Copperbelt da Rodésia, onde nos exemplos citados, tais depósitos jazem estratigraficamente abaixo dos evaporitos. O caráter singenético da mineralização sulfetada do Araripe é evidenciado pelos seguintes argumentos: depósito estratiforme com ampla distribuição horizontal; ausência de ligação com condutos tectônicos; as camadas encaixantes do nível mineralizado, representadas por argilitos e folhelhos, são de baixa permeabilidade e dificultam a percolação vertical de soluções; as camadas areníticas das sequências superior e inferior não contêm sulfetos, apesar da permeabilidade e porosidade altas. A sequência plumbífera do Araripe mostra grandes similaridades, principalmente geológicas e geoquímicas, com o grande jazimento do Kupferschiefer que se constitui o principal exemplo de depósito sedimentar estratiforme de sulfetos metálicos em todo o mundo.

FEITOSA, Edilton C. - Estudo geofísico da área de Casa de Pedra - Projeto gipsita - Chapada do Araripe, PE. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Hidrogeol., Recife, 1972, 25 p. (inédito).

### R E S U M O

A área coberta pela prospecção geofísica, medindo 8 km<sup>2</sup>, situa-se no município de Ipubi, na extremidade SW da folha NE da quadrícula de Ouricuri, Pernambuco. A mina Casa de Pedra, contida nesta área, está a cerca de 13 km a SW da cidade de Ipubi, por estrada carroçável. O trabalho objetivou a determinação das espessuras do capeamento do horizonte gipsífero, bem como a detecção de possíveis descontinuidades daquele horizonte. Na área em apreço, aflora apenas a Formação Santana, repousando em discordância sobre o embasamento cristalino. Do topo para a base ocorrem folhelhos e argilas cinza escuros, às vezes com concreções calcárias fossilíferas e intercalações de margas, calcários e siltitos; na parte inferior predominam margas; este horizonte constitui o capeamento da gipsita e sua espessura varia de alguns metros até 70 m. A gipsita, com espessura máxima de 25 m, constitui lentes e pode faltar na sequência. Segue-se calcário cinza claro, geralmente silicificado, podendo passar a silxito, com potência de 30-50 m. No contato da gipsita com o calcário pode ocorrer um nível argiloso com 5-10 m de espessura. Foram realizadas 63 prospecções geofísicas por eletroresistividade, dispostas em malha quadrada com 400 m de lado. O método de eletroresistividade revelou a inexistência de gipsita na parte sul da área; dois altos estruturais onde a espessura do capeamento da gipsita é inferior a 10 m, em Casa de Pedra e Rosado; a espessura do capeamento varia desde alguns metros até 75 m.

MABESOONE, J.M. - Sediments of the intracontinental cretaceous basins in northeastern Brazil. Estudos Sedimentológicos, Natal, UFRN, 1 (2): 33 - 52. 1971

### R E S U M O

As bacias sedimentares intracontinentais do Nordeste brasileiro mostram uma deposição em dois períodos. O primeiro (Devoniano inferior) está representado pela Formação Tacaratu, sedimentada num ambiente de mar raso com correntes fortes. No segundo período, entre o Jurássico Superior e o Cretáceo Médio, depositou-se uma sequência sedimentar principalmente de origem continental, sendo observados quatro modelos: Formações Aliança e Sergi (caráter lacustre e fluvial), Formação Iguatu - Rio do Peixe (sedimentos grossos e finos preenchem bacia de água doce); Formação Marizal (um sedimento correlativo do desenvolvimento do relevo) e as Formações Exu e Santana (bacia intracontinental). O Membro Crato da Formação Santana mostra uma sequência típica de calcários finos, argilitos e folhelhos, sendo frequentes as perturbações no acamamento. Onde predomina o material argiloso muitas vezes rico em matéria orgânica a laminação pode até ser convoluta. Especialmente nas camadas perturbadas pode ocorrer mineralização. Cassedanne (1965) estudou em detalhe estes processos de mineralização observando que a camada contendo sulfetos de chumbo, zinco e ferro é encontrada em folhelho betuminoso intercalado em calcário fino. A galena ocorre em cristais de 1-4 mm dispersos nos folhelhos, por vezes em calcários; a esfalerita é menos frequente, somente ocorrendo em veios de calcário no contato com galena. Os sulfetos de ferro, pirita e marcassita consti



tuem a maior parte da mineralização sendo principalmente encontrados em pequenas fraturas sob a forma de incrustações de 2-3 mm de espessura. A pirita também ocorre com textura framboidal causada pela flocculação de géis. Em calcários onde são abundantes os ostracodes, carapaças são substituídas por marcassita e esfalerita. Estes sulfetos são tipicamente de origem sedimentar, sem perturbações tectônicas nem associações com centros eruptivos. A origem é puramente diagenética, como explicada por Amstutz e outros (1964). A camada lenticular de gipsita correspondente ao Membro Ipubi aflora a seguir, com espessuras de até 30 metros. Por vezes ocorrem dobramentos enterolíticos devido a alteração diagenética da anidrita original em gipsita. Concreções calcárias e fósseis bem preservados aparecem na Formação Santana em seu Membro Romualdo, tendo sido descritos 18 espécies de peixes, distribuídos em 14 gêneros e 11 famílias (Silva Santos e Valença, 1968). Arenitos de granulometria variada, de cor amarela ou avermelhada indicam a Formação Exu capeando a Chapada do Araripe. No topo ocorre geralmente uma crosta laterítica, formada no Terciário. A atual ocorrência em platôs de cota elevada é consequência de atuação diastrófica até os tempos recentes. Na época de deposição a área apresentava, em geral, cotas baixas, formando áreas contínuas de sedimentação e deviam ter conexões entre si, posteriormente cortadas por movimentos tectônicos.



MABESOONE, J.M. & TINOCO, I.M. - Paleoecology of the aptian Santana Formation (northeastern Brazil). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. Amsterdam, 14: 97-118, 1974.

#### R E S U M O

No interior do nordeste brasileiro ocorre a Formação Santana de idade aptiana subdividida por Beurlen(1971b) em três membros: Crato, Ipubi e Romualdo. O Membro Crato (inferior), ocorre principalmente na porção leste da chapa da e mostra a seguinte sequência sedimentar: na base um cal cário clástico e quartzoso de reduzida espessura; a seguir uma sequência laminada de calcário fino e folhelho síltico. As lâminas de calcário são de cor cinza clara, os folhelhos são mais escuros, alguns mais negros com a presença de mate rial betuminoso. A sequência apresenta uma espessura total de 50 m. Estudos petrográficos mostram lâminas de calcário micrítico alternadas com lâminas de argila calcária ou sil tito de coloração escura, por vezes com matéria orgânica, lo calmente com pirita e outros sulfetos; concentrações de os tracodes e conchostráceos produzindo um calcário micrítico argiloso e laminado. Nesta sequência (Cassedanne, 1965) ocor reu uma diagênese com mineralização de sulfetos: pirita, mar cassita, galena e melnikovita, em esqueletos de ostracodes. O Membro Ipubi (médio) está representado por uma camada de gipsita de 30 metros de espessura, onde pequenos nódulos de anidrita ainda estão preservados. Na porção oeste da Chapa da o Membro Ipubi depositou-se nas depressões do antigo em basamento cristalino. Completando a sequência aflora o Mem- bro Romualdo, são calcários com espessura de mais de 150 me

tros; no topo estes calcários são mais argilosos que na base. Ocorrências locais de arenito são encontradas tanto no Membro Crato como no Romualdo e representam invasões temporárias de material terrígeno continental circundando a bacia ou então sedimentos costeiros, como no caso de um arenito eólico aflorando no topo da sequência próximo de Crato. No topo, o calcário argiloso grada para um siltito laminado, em seguida para uma sequência argilosa considerada como pertencente ao membro inferior da Formação Exu. Isto significa que a Formação Exu representa a continuação do período de sedimentação da Formação Santana, e pertence ao mesmo modelo sedimentar (Mabesoone, 1971). A espessura total da Formação Exu varia de 100 a 320 metros. Uma rica associação de peixes é encontrada em várias porções da área nas camadas inferiores do Membro Romualdo, de datação aptiana. O ambiente era de mar calmo e raso, gradando para região costeira com praias e estuários. Um estudo dos processos de fossilização leva a conclusão de que a fauna de peixes esteve exposta a fortes raios solares. Vários materiais como grãos de areia e argila aderem para formar uma massa protetora. Há uma destruição por plasmólise, constituindo-se um micro-ambiente completamente diferente da porção externa da concreção. Resulta um molde interno no qual as águas intersticiais ocasionam precipitação tardia de calcita durante a litificação dos sedimentos adjacentes. A dispersão de gorduras orgânicas estende-se pelos sedimentos circundantes, completando a cimentação das concreções. Processos semelhantes tem sido observados por Berner (1968). Comparando-se a associação de fósseis com os modelos propostos por Johnson (1960) pode-se concluir para o Membro Crato um ambiente de águas calmas com a gradual acumulação dos organismos, uma

associação ecologicamente coerente, apresentando evidências de condições anaeróbicas. Entretanto a fauna encontrada no Membro Romualdo não indica ambiente tão calmo e condições estáveis. Por vezes encontra-se gastrópodes em bancos e vários espécimes quebrados; a associação de fósseis não é tão coerente. Embora os calcários estejam fortemente recristalizados, ainda mostram características grosseiramente detriticas apesar de se tornarem mais finos em direção ao topo. A cobertura do arenito Exu faz com que a unidade calcária fosse menos sujeita à erosão, proporcionando melhor conservação de suas feições litológicas. A Formação Exu foi a última unidade depositada durante o ciclo de reativação do Cretáceo e o soterramento de toda a sequência sedimentar nunca foi muito profunda; no Terciário Médio houve elevação até quase o nível atual. A Formação Exu é considerada como pertencente ao mesmo modelo sedimentar. Apresenta na base uma sequência de siltitos (Membro Inferior) indicando uma transição gradual para ambiente continental, seguida por uma espessa sequência de arenitos fluviais (Membro Superior).

MEDEIROS, R.B. - Projeto perfuração, completação e desenvolvimento de poço na Chapada do Araripe, CE. - Relatório final de sondagem. Recife, C.P.R.M., D.N.P.M., 1973, 13 p. (inédito).

#### R E S U M O

O trabalho refere-se a execução do poço ISC-01-CE, na Chapada do Araripe, localidade de Dom Leme, município de Santana do Cariri, Ceará, visando o estudo das características hidrogeológicas da Formação Feira Nova ou Exu. A sondagem atravessou os arenitos desta Formação, com espessura de 280 m, e penetrou 30 m na Formação Santana. A Feira Nova é constituída de arenito fino, argiloso, de coloração vermelha, com uma delgada intercalação de arenito de granulação média a grosseira, pouco argiloso, passando para arenito fino a médio, pouco argiloso e muito friável. Próximo ao contato com a Formação Santana encontra-se uma intercalação de siltito argiloso avermelhado. A Santana, nos 30 m atravessados, consta de folhelho verde escuro, calcífero com pequenas intercalações de siltito argiloso, de coloração amarela, com cimento calcífero. No contato entre as duas Formações existem inúmeras fontes d'água que representam o escoamento natural da água percolada nos arenitos superiores. O resultado do furo para água subterrânea foi negativo; embora o material atravessado seja essencialmente arenítico, inexistem níveis argilosos impermeáveis necessários ao confinamento de aquíferos.



MUNIS, Marcos B. - Quantificação dos depósitos de gipsita do Araripe (área Casa de Pedra - Ouricuri - Pernambuco).  
SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol., Recife, 1971, 24 p.  
(inérito).

### R E S U M O

Para a determinação das reservas de gipsita da Chapada do Araripe foi criado o Projeto Gipsita envolvendo uma área limitada pelos paralelos  $7^{\circ}$  e  $8^{\circ}$  de latitude sul e pelos meridianos de  $39^{\circ}$  e  $41^{\circ}$  de longitude oeste. Realizou-se o mapeamento geológico da referida área na escala de 1:50.000. O embasamento cristalino é representado por rochas migmatizadas, seguidas por xistos e filitos; ocorrem granitos intrusivos principalmente dentro dos filitos. O pacote sedimentar do Araripe inicia por um conglomerado basal constituindo a Formação Mauriti de N.F.R. dos Anjos, também chamada de Formação Cariri por L.J. de Moraes e K. Beurlen. É restrita à parte leste da Chapada e formada por arenitos grosseiros a conglomeráticos de cores claras, com estratificação cruzada, repousando em discordância sobre o cristalino. Embora afossilífera, é correlacionada com as Formações Serra Grande e Tacaratu do Devoniano Inferior das Bacias do Parnaíba e Jatobá, respectivamente. Sua espessura nas quadrículas de Jardim e Crato varia de 50-70 m. A Formação Brejo Santo repousa em discordância sobre a Mauriti; consta de margas, folhelhos e argilitos calcíferos; sua espessura varia de 30-50 m; é fossilífera e correlacionada com a Formação Aliança do Recôncavo Baiano, do Jurássico Superior. Acima desta, jaz concordante a Formação Missão Velha, constituída de siltitos e arenitos finos, passando a grossei-

ros, com estratificação cruzada; é sub-horizontal, com es pes su ra da ordem de 200-230 m, e contém madeiras fósseis si lic ifi ca das; é correlacionada com a Formação Sergi do Recôn ca vo, do Jurássico Superior. Segue-se a Formação Santana, distribuída em todas as oito quadrículas da área mapeada, repousando sobre os arenitos Missão Velha ou diretamente so br e o embasamento. Na parte inferior ocorrem calcários lami na dos e siltitos claros que Beurlen (1963) chamou de For ma ç ã o Cr ato. As sondagens realizadas na região de Casa de Pe dr a revelaram que este calcário é silicificado, passando as vezes a silexito. A parte superior, composta de margas, sil ti tos e folhelhos com intercalações de gipsita, é muito ri ca em fósseis. A gipsita forma lentes que atingem até 27 m de espessura. O ambiente de deposição desta Formação passou de calcário no início para predominantemente argiloso, re du tor, com argilas escuras e folhelhos betuminosos com piri ta; talvez no limite entre os dois ambientes deu-se a de po si ç ã o da gipsita. Esta acha-se localmente dobrada, bem como as argilas próximas ao contato com a gipsita, sug er in do uma migração para as partes mais superiores da seq uê n ci a, numa espécie de diapirismo. O aumento de volume, oca sio na do pela hidratação da anidrita original, teria formado as estruturas atectônicas. Outra hipótese seria pr ess õ es diferenciais acarretadas pela variação da espessura de sed im en tos devido a topografia irregular do embasamento. A For ma ç ã o Santana atribuída ao Aptiano ou Albiano, tem esp ess u ra da ordem de 250 m. A Formação Exu, também chamada de Fei ra Nova, Arajara e arenito superior de Small (1914), é for ma da por siltitos e arenitos argilosos, passando a gr os sei ros, com estratificação cruzada; apresenta poucos con ch os tr á ce os e sua espessura varia de 200-280 m. Foram cal cul a

das as reservas medidas e indicadas de gipsita com capeamento inferior a 20 m nas áreas de Casa de Pedra e Auzentes, perfazendo 2.000 hectares, com base na prospecção geofísica por eletroresistividade e por sondagem a diamante. A reserva medida da área de Casa de Pedra é de 54 milhões de toneladas de gipsita com espessura média de 13 m; as reservas indicadas nas áreas Casa de Pedra e Auzentes são da ordem de 100 milhões de toneladas e infere-se para toda a área mapeada, uma reserva da ordem de 500 milhões de toneladas de gipsita explorável. Foram analisadas por espectrofotometria de absorção atômica um total de 168 amostras da Formação Santana na área de Casa de Pedra, procedentes de testemunhos de 5 furos de sonda. Dos elementos dosados, o zinco detém a maior anomalia com 7.000 ppm, mas a média foi de 210 ppm. O chumbo deu um máximo de 1.200 ppm e essa mesma amostra acusou 3.100 ppm de zinco; a média de Pb foi de 55 ppm. A anomalia máxima de cobre foi de 1.000 ppm e valor mínimo de 30 ppm, sendo a média de 50 ppm. O valor máximo de níquel foi de 100 ppm e a média de 45 ppm. O cobalto com valor máximo de 130 e média de 30 ppm; e a prata com valores sempre inferiores a 50 ppm e média 15 ppm.

REZENDE, H.P. - Projeto IBACIP - Relatório final de sondagem - Recife, C.P.R.M.-I.B.A.C.I.P., 1972, 110 p. (inédito).

### R E S U M O

O relatório trata da sondagem a diamante com tes temunhagem contínua nos níveis inferiores da Formação Santa na, visando o suprimento de calcário e argilas para a Indús tria Barbalhense de Cimento Portland S/A - IBACIP. Foram realizados 68 furos, perfazendo 1.906,7 m perfurados, numa área situada nos distritos de Caldas e Arajara, distantes 13 km a sudoeste e 14 km a oeste da cidade de Barbalha, Cea rá. Do topo para base, ocorrem argilas e argilitos cinza a esverdeado, calcíferos, com intercalações de arenitos fi nos, friáveis; calcário com espessura média de 5 m, incluin do leitos margosos, lâminas carbonosas e uma pequena interca lação de folhelho cinza chumbo; seguem-se folhelhos cinza escuro a esverdeado, em parte calcíferos, contendo por ve zes nódulos de pirita, com espessura média da ordem de 30m; delgadas intercalações argilosas, arenosas e margosas po dem ocorrer neste horizonte; na base deste, encontra-se um calcário com níveis margosos e delgados leitos carbonosos, com espessura de até 9 m; logo abaixo ocorrem argilitos arenosos ou arenitos finos argilosos.



SANTOS, R.S. & VALENÇA, J.G. - A Formação Santana e sua paleoictiofauna. An. Acad. Brasil. Ciênc., Rio de Janeiro, 40 (3): 339 - 360, 1968.

#### R E S U M O

A Chapada do Araripe é um extenso planalto com cerca de 160 km de comprimento segundo leste-oeste e largura variando de 30-50 km, situada na região limítrofe entre os Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí. A sequência sedimentar do Araripe tem 600-700 m de espessura e sua área de ocorrência transcende de muitos quilômetros os limites da Chapada. A Formação Crato, bem exposta na região de Crato, Barbalha, Missão Velha e ao sul de Milagres no Estado do Ceará, consiste em geral de argilas verdes escuras, em parte calcíferas, siltitos e calcário argiloso cinza claro. Folhelhos betuminosos com ostracóides, restos de peixes e concreções esféricas de calcário (0,5 - 1,5 cm de diâmetro) estão intercalados nos siltitos e argilas. A Formação Santana se inicia com uma camada de gipsita que capeia a Formação Crato. O evaporito pode atingir localmente 30 m de espessura e apresenta-se contínuo ao longo de toda a borda nordeste da Chapada, desde Santana do Cariri até Jardim. O mesmo acontece na região de Bodocó, Ipubi e Casa de Pedra, onde também se mostra espesso. A gipsita pode faltar ou apresentar-se em lentes de potência reduzida, como em Exu e Caririmirim. Sobre a gipsita segue-se um perfil muito variado constituído predominantemente de margas e argilas sílticas, por vezes calcíferas, com intercalações lenticulares de calcário. Esta formação é a mais fossilífera da Série Araripe; as margas contêm concreções calcárias dentro das quais existem

peixes fósseis. De acordo com L.J. Moraes (1963), o autor considera a seguinte classificação estratigráfica para a Série Araripe: Formação Feira Nova com arenitos vermelhos predominantes, e leitos conglomeráticos. Formação Santana dividivida em dois membros; o Superior constituído de margas com concreções calcárias, lentes de calcário e argilas; e o membro inferior com gipsita, calcário argiloso laminado, siltitos, folhelhos e argilas. Formação Missão Velha com siltitos e arenitos vermelhos, e a formação basal, chamada Cariri, composta de arenito conglomerático. A ictiofauna da Formação Santana compreende, até o presente, um total de 18 espécies, distribuídas em 14 gêneros e 11 famílias; todas as espécies são encontradas nas concreções calcárias; nos folhelhos calcíferos foram identificados Leptolepis, Dastilbe e Tharrias e no folhelho betuminoso Cladocyclus. Cerca de seis gêneros são conhecidos em estratos mesozóicos clássicos da Europa e da África. Com exceção de Rhinobatus, tais gêneros são abundantes e característicos dos terrenos jurássicos. A fauna da Formação Santana é do Cretáceo, confirmada pela presença de Rhinobatus e de importantes grupos teleosteos. Face a elevada percentagem de gêneros do jurássico, deve ser considerada do Aptiano. A fauna do Araripe não é uniforme, pois inclui formas de hábitos diversos e que viviam, provavelmente, em diferentes zonas do mar. Rhinobatus foi a única forma bêntica encontrada; existiam formas que habitavam lugares de águas calmas e pouco profundas, mas os seres pelágicos eram bem mais numerosos. Haviam peixes predutores e nadadores que podiam penetrar em baías ou lagunas para capturar suas presas. O representante atual do grupo Enneles é um peixe de água doce, vivendo nos lagos e partes calmas dos rios. Além dos peixes, foram assinalados nas

camadas da Formação Santana crustáceos (decápodos, conchos tráceos e ostracóides), moluscos (lamelibrânquios e gasterópodos), equinóides, répteis e restos de plantas. Os componentes da ictiofauna da Santana indicam um caráter marinho, corroborado pelos equinóides encontrados. A associação litológica com margas e evaporito reflete uma fácies marinha cuja área teria ficado, por algum tempo, total ou parcialmente, sem ligação com o oceano, ocasionando ambiente de supersalinidade, indicado pela gipsita, devido a concentração dos sais por intensa evaporação. A assembléia de fósseis de água doce e salgada nas camadas da Formação Santana evidencia um ambiente estuarino, cuja bacia era alimentada de um lado pela água do mar e do outro por correntes de águas fluviais e pluviais.

SILVA, Mariano D. - Geologia estratigráfica da Chapada do Araripe. UFPE, Ser. Cient., Paleont. 2: 29 p., 1967.

### R E S U M O

Neste trabalho são apresentadas considerações gerais sobre a geologia da Chapada do Araripe, com vistas ao estudo dos ostracodes fósseis. Pesquisas sobre a sequência estratigráfica e documentário paleontológico das formações desta unidade sedimentar são efetuadas, para o levantamento das características paleogeográficas. Na década de 20 Small elaborou o primeiro perfil da Chapada dividindo os sedimentos em três unidades estratigráficas segundo a ordem de posição: Arenito Inferior (conglomerático), Calcário Santana (camada média calcária) e Arenito Superior. Esta idéia inicial foi modificada por Beurlen na década de sessenta propondo uma divisão em Formação Cariri, Missão Velha, Crato, Santana e Exu. Barros (1963) propôs uma sequência disposta da seguinte maneira: Formação Cariri, Missão Velha, Santana, e Arajara (arenitos vermelhos, compactos, as vezes conglomerados, no lugar do "Arenito Superior" de Small). O autor apresenta um perfil litológico da Chapada iniciando pela Formação Exu com seus arenitos finos afossilíferos. Destaca a Formação Santana com seu valioso documentário paleontológico de peixes em grande número e importância, e a semelhança morfológica dos ostracodes aí presentes, com os do Recôncavo. Admite condições paleoecológicas muito semelhantes nestas duas bacias. O estudo paralelo entre os gêneros do Recôncavo e os da Serra do Araripe parece tornar evidente que são praticamente os mesmos e isto poderá conduzir a conclusões interessantes relacionadas ao ambiente reinante



na época; habitat, deposição de sedimentos, condições de vida do meio aquático tais como salinidade, gases dissolvidos, espessura e movimentação da lâmina d'água, fauna e flora associados, isto é, os parâmetros físicos e químicos do ambiente de sedimentação. Destaca também a descoberta de bancos de equinóides em calcário da Formação Santana e o importante valor econômico dos grandes depósitos de gipsita. A Formação Crato é menos pródiga em restos fossilíferos, embora uma quantidade apreciável de ostracodes estejam presentes no calcário laminado desta formação. Beurlen aí identificou o gênero Paracypridea obovata, Swain. A Formação Missão Velha contribui com restos de vegetais fragmentados que ocorrem em diversas localidades. Esses fósseis vegetais, como troncos de madeira intensamente silicificada tem sido pouco estudados até agora pelo fato de se encontrarem completamente silicificados em sua grande maioria, não permitindo um exame mais acurado pela ausência de fibras conservadas. Na Formação Cariri não foram encontrados restos fósseis.

VASCONCELLOS, Francisco M. - Relatório de pesquisa da jazida de gipsita e associados da localidade de Lagoa de Dentro, município de Araripina, estado de Pernambuco. Recife, 1960, 7 p. (inédito).

#### R E S U M O

O depósito de gipsita se encontra no sopé da serra do Inácio, contraforte da Chapada do Araripe, no local Lagoa de Dentro, município de Araripina, Pernambuco. A área pesquisada tem 60 hectares, sendo representada pela Formação Santana, constituída de calcários, com intercalação de gipsita, calcários betuminosos, folhelhos e folhelhos betuminosos. Sobrepe-se a estes sedimentos um arenito com cerca de 250-300 m de espessura, de grande interesse para a hidrogeologia. Os calcários da base da gipsita são, em geral, laminados e por vezes betuminosos, enquanto os sobrejacentes são mais compactos e contêm fósseis de peixes. Os poços e furos de trado realizados revelaram que o capeamento da gipsita varia de 0,30 m a 6,0 m, sendo constituído de solo massapê, siltito e margas. A pesquisa revelou uma reserva global de 5.721.700 toneladas de gipsita, com espessura média de 10 m e densidade de 2,3.

VEIGA, Plínio - Geologia da quadrícula Juazeiro do Norte (E-082), folha Crato. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol. Recife, Ser. Geol. Regional, 1: 56 p., 1966.

### R E S U M O

Mapeamento geológico compreendendo partes dos estados do Ceará e Pernambuco, tendo por coordenadas limites  $7^{\circ}00'$  -  $7^{\circ}30'$  de latitude sul e  $39^{\circ}00'$  -  $39^{\circ}30'$  de longitude oeste. É utilizada a nomenclatura de Ribeiro dos Anjos (1963) para a Formação Cariri, chamada de Formação Mauriti, com espessura média de 50 metros. A Formação Missão Velha de Beurlen (1963) é separada em duas seções; a superior, arenítica e com madeira silicificada, chamada Missão Velha. A inferior, predominantemente argilosa, é designada de Brejo Santo. Esta ocorre em pequenas exposições e aflora com maior destaque na área compreendida entre Brejo Santo e Missão Velha, as espessuras atingem, no máximo, 30 metros na área mapeada. Estudos realizados conduziram à identificação de ostracodes e esterias que são típica da Formação Aliança sugerindo possível correlação entre ambas. A Formação Missão Velha foi correlacionada à Formação Sergi devido a ocorrência de madeira silicificada e por estar sobreposta ao nível argiloso com ostracodes. Apresenta seções com espessura de 230 metros. Apesar da grande diferença litológica, a Formação Santana (com espessura de 250 m aproximadamente) apresenta contato gradativo com as Formações Missão Velha e Feira Nova, inferior e superior, através de siltito amarelo. A litologia da porção superior da Formação Santana é frequentemente coberta por depósitos de talus, dificultando a delimitação do contato entre as duas formações superiores.

res da Série Araripe. A Formação Feira Nova aflora sobreposta concordantemente à Formação Santana, com arenitos argilosos intercalados a outros arenitos de granulometria variável. Pode atingir espessura de 280 metros. Depósitos quaterternários de areias e argilas de composição variável ocorrem nas margens dos principais rios, alcançando 8-10 metros de espessura. Uma expressiva zona de talus acumula-se em baixo da escarpa da Chapada, originada pela desintegração dos arenitos da Formação Feira Nova. As principais ocorrências minerais são a gipsita que é bastante explorada na área, calcário para cimento, argilas para cerâmica, e cobre. São citadas duas ocorrências de chumbo na área, uma no riacho que passa na "Cachoeirinha" - Crato, constituído de pequenos cristais de galena na Formação Santana. Próximo ao Sítio Luiz Maia, no Riacho da Chita, Missão Velha, há uma mineralização incipiente de galena e pirita, nos filitos e ardósias que ali ocorrem.



VEIGA, Plínio - Geologia da quadrícula Ouricuri, Região do Araripe, Pernambuco. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol. Recife, Ser. Geol. Regional, 9: 52 p. 1968.

### R E S U M O

A área mapeada na escala de 1:50.000 corresponde a quadrícula de Ouricuri, situada no extremo norte do Estado de Pernambuco e ao sul da Chapada do Araripe, delimitada pelas coordenadas  $7^{\circ}30'$  -  $8^{\circ}00'$  de latitude sul e  $40^{\circ}00'$  -  $40^{\circ}30'$  de longitude oeste. O embasamento cristalino é constituído por ectinitos (clorita-xistos e filitos), migmatitos, hornblenda-diorito, anfibolito, granitos metassomáticos e intrusivos. A sequência sedimentar é representada apenas pelas duas Formações Superiores da Série Araripe, designadas de Santana e Exu. Estes sedimentos que repousam em discordância sobre as rochas cristalinas, não mostram efeitos tectônicos e as camadas tem um mergulho sub-horizantal para NE. A Formação Santana aflora em grande extensão entre o sítio Melreiro de Cima a nordeste e fazenda Aluísio a noroeste. Inicia-se por um calcário cinza-claro, laminado, silicificado, com pequenas folhas fósseis e espessura variável; na parte nordeste da área alcança espessura máxima da ordem de 25 m. Em direção ao topo da sequência ocorrem argilas, folhelhos e gipsita com espessura irregular, atingindo um máximo de 30 m. Sobre a gipsita segue-se com cerca de 150 m de espessura, uma sequência de folhelhos e argilas cinza escura, calcífera, incluindo concreções calcárias contendo peixes e ostracodes, margas, calcário encerrando gastrópodes e lamelibrânquios. No contato com a Formação sobreposta (Exu), aparecem siltitos e argilitos calcíferos

com conchostráceos. A Formação Exu, que capeia a sequência sedimentar do Araripe, é sobreposta concordantemente à Santana ou está em discordância com o embasamento. Trata-se de um capeamento arenítico com pronunciada estratificação cruzada, cuja granulometria varia de fina a muito grosseira, e com espessura estimada de 200 m.

## 8.2 - Índice Bibliográfico

- ANJOS, Nelson F.R. - Novos elementos sobre a hidrogeologia do Alto Jaguaribe-Ceará. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Document., Recife, Ser. Hidrogeol., 1: 19 p., 1963.
- BARBOSA, Otávio et alii - Geologia econômica de parte da região do Médio São Francisco, Nordeste do Brasil. Dep. Nac. Prod. Min., Div. Fom. Prod. Min., Rio de Janeiro, B. 140: 97 p., 1970.
- BEURLIN, Karl - Geologia e estratigrafia da Chapada do Araripe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 17, Recife. Sociedade Brasileira de Geologia, 1963, 47 p.
- \_\_\_\_\_ - Bacias sedimentares no bloco brasileiro. Estudos Sedimentológicos, Natal, UFRN, 1(2): 7-31, 1971 a.
- \_\_\_\_\_ - As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). An. Acad. Brasil. Ciênc., Rio de Janeiro, 43 (Suplemento): 411 - 415, 1971 b.
- \_\_\_\_\_ - A Paleontologia na Geologia do Cretáceo do Nordeste do Brasil. An. Acad. Brasil. Ciênc., Rio de Janeiro, 43 (Suplemento): 89 - 101, 1971 c.
- BRAUN, Oscar P.G. - Notas estratigráficas sobre a bacia do Araripe. Comunicação ao XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Poços de Caldas, 1964, 8 p.

- BRAUN, Oscar P.G. - Estratigrafia dos sedimentos da parte interior da Região Nordeste do Brasil. Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Min., Rio de Janeiro, B. 236: 75 p., 1966.
- CALDASSO, Alfeu L.S. - Geologia da quadrícula E-094, folha Crato. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol., Recife, Ser. Geol. Regional, 3: 35 p., 1967 a.
- \_\_\_\_\_ - Geologia da quadrícula E-093, folha Crato. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol., Recife, Ser. Geol. Regional, 4: 47 p., 1967 b.
- CASSEDANNE, Jacques P. - Indice de sulfures sedimentaires de Taboca, Municipie de Crato, État du Ceará, Brésil. Bull. Soc. Géol. de France, 7 (VII): 177-186, 1965.
- COSTA, W.D. & ANJOS, N.F.R. - Gipsita no estado de Pernambuco. Recife, Comissão de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco, 1962, 56 p., ilust.
- CRUZ, Waldemir B. - A gipsita do Araripe. Jornal Clube Mineral., Recife, 2 (7-8-9): 102-105, 1962.
- CRUZ, Waldemir B. & FRANÇA, H.P.M. - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste. Folha nº 14 - Jaguaribe - SO. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Document., Recife, Ser. Hidrogeol., 31: 222 p., 1971.
- DANTAS, J.R.A. - Levantamento dos estudos geológicos no Nordeste. Dep. Nac. Prod. Min., 4º Distrito, Recife,



Rel. 1 (1/2): 194 p., 1971.

DUARTE, E.W. - Inquérito hidrogeológico do Cariri, Ceará.  
SUDENE, Recife, Junho 1962, 32 p.

FARINA, Mário - Sequência plumbífera do Araripe. Mineralização singenética sulfetada no Cretáceo Sedimentar brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre, 1974. Anais do 28º Congresso Brasileiro de Geologia, 1974 (no prelo).

FEITOSA, Edilton C. - Estudo geofísico da área de Casa de Pedra - Projeto gipsita - Chapada do Araripe, PE. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Hidrogeol., Recife, 1972, 25 p. (inédito).

MABESOONE, J.M. - Sediments of the intracontinental cretaceous basins in northeastern Brazil. Estudos Sedimentológicos, Natal, UFRN, 1 (2): 33 - 52, 1971.

MABESOONE, J.M. & TINOCO, I.M. - Paleogeology of the aptian Santana Formation (northeastern Brazil). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. Amsterdam, 14: 97-118, 1974.

MEDEIROS, R.B. - Projeto perfuração, completção e desenvolvimento de poço na Chapada do Araripe, CE - Relatório final de sondagem. Recife, C.P.R.M., D.N.P.M., 1973, 13 p. (inédito).

MUNIS, Marcos B. - Quantificação dos depósitos de gipsita

- do Araripe (área Casa de Pedra - Ouricuri - Pernambuco).  
SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol., Recife, 1971, 24 p.  
(inédito).
- REZENDE, H.P. - Projeto IBACIP - Relatório final de sonda-  
gem - Recife, C.P.R.M.-I.B.A.C.I.P., 1972, 110 p. (iné-  
dito).
- SANTOS, R.S. & VALENÇA, J.G. - A Formação Santana e sua  
paleoictiofauna. An. Acad. Brasil. Ciênc., Rio de Janei-  
ro, 40 (3): 339 - 360, 1968.
- SILVA, Mariano D. - Geologia estratigráfica da Chapada do  
Araripe. UFPE, Ser. Cient., Paleont. 2: 29 p., 1967.
- VASCONCELLOS, Francisco M. - Relatório de pesquisa da jazí-  
da de gipsita e associados da localidade de Lagoa de  
Dentro, município de Araripina, estado de Pernambuco.  
Recife, 1960, 7 p. (inédito).
- VEIGA, Plínio - Geologia da quadrícula Juazeiro do Norte  
(E-082), folha Crato. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol.  
Recife, Ser. Geol. Regional, 1: 56 p., 1966.
- \_\_\_\_\_ - Geologia da quadrícula Ouricuri, Região do  
Araripe, Pernambuco. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol.  
Recife, Ser. Geol. Regional, 9: 52 p., 1968.

P A R T E III

## 9 - A N E X O S

- Mapas Fotogeológicos Integrados da Área de Ocorrência da Formação Santana, Escala 1:100.000.

### - FOLHAS:

- 1 - SB.24-Y-C-III (Fronteiras)
- 2 - SB.24-Y-D-I (Campos Sales)
- 3 - SB.24-Y-D-II (Santana do Cariri)
- 4 - SB.24-Y-D-III (Crato)
- 5 - SB.24-Y-C-VI (Simões)
- 6 - SB.24-Y-D-IV (Guricuri)
- 7 - SB.24-Y-D-V (Bodocó)
- 8 - SB.24-Y-D-VI (Jardim)