

Departamento de Apoio Técnico
Giuseppina Giaquinto de Araújo

Divisão de Cartografia
Paulo Roberto Macedo Bastos

Divisão de Editoração Geral
Maria da Conceição C. Jinno

EQUIPES DE PRODUÇÃO

Cartografia Digital

Carlos Alberto da Silva Copolillo	José Pacheco Rabelo
Carlos Alberto Ramos	Julimar de Araújo
Elaine de Souza Cerdeira	Leila Maria Rosa de Alcantara
Elcio Rosa de Lima	Luiz Guilherme Araújo Frazão
Hélio Tomassini de O. Filho	Marco Antonio de Souza
Ivan Soares dos Santos	Maria Luiza Poucinho
Ivanilde Muniz Caetano	Marília Santos Salinas do Rosário
João Bosco de Azevedo	Paulo José da Costa Zilves
João Carlos de Souza Albuquerque	Risonaldo Pereira da Silva
Jorge de Vasconcelos Oliveira	Samuel dos Santos Carvalho
José Barbosa de Souza	Sueli Mendes Sathler
José Carlos Ferreira da Silva	Valter Alvarenga Barradas
José de Arimathéia dos Santos	Wilhelm Petter de Freire Bernard

Editoração

Antonio Lagarde	Marília Asfura Turano
Edalair Rizzo	Pedro da Silva
Jean Pierre Souza Cruz	Sandro José Castro
José Luiz Coelho	Sergio Artur Giaquinto
Laura Maria Rigoni Dias	

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

<i>Ministro de Estado</i>	Rodolpho Tourinho Neto
<i>Secretário Executivo</i>	Helio Vitor Ramos Filho
<i>Secretário de Minas e Metalurgia</i>	Luciano de Freitas Borges

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM
Serviço Geológico do Brasil

<i>Diretor-Presidente</i>	Umberto Raimundo Costa
<i>Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial</i>	Thales de Queiroz Sampaio
<i>Diretor de Geologia e Recursos Minerais</i>	Luiz Augusto Bizzi
<i>Diretor de Administração e Finanças</i>	José de Sampaio Portela Nunes
<i>Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento</i>	Paulo Antonio Carneiro Dias
<i>Chefe do Departamento de Geologia</i>	Sabino Orlando C. Loguércio

SUPERINTENDÊNCIAS REGIONAIS

<i>Superintendente de Belém</i>	Xafi da Silva Jorge João
<i>Superintendente de Belo Horizonte</i>	Osvaldo Castanheira
<i>Superintendente de Goiânia</i>	Mário de Carvalho
<i>Superintendente de Manaus</i>	Fernando Pereira de Carvalho
<i>Superintendente de Porto Alegre</i>	Cladis Antonio Presotto
<i>Superintendente de Recife</i>	Marcelo Soares Bezerra
<i>Superintendente de Salvador</i>	José Carlos Vieira Gonçalves da Silva
<i>Superintendente de São Paulo</i>	José Carlos Garcia Ferreira
<i>Chefe da Residência de Fortaleza</i>	Clodionor Carvalho de Araujo
<i>Chefe da Residência de Porto Velho</i>	Rommel da Silva Sousa

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

Escalas 1:500.000 – 1:250.000 – 1:100.000 – 1:50.000

COORDENAÇÃO NACIONAL DO PROGRAMA

Inácio de Medeiros Delgado

COORDENAÇÃO TEMÁTICA

Nacional

Bases de Dados Nelson Custódio da Silva Filho

Geofísica Mário J. Metelo

Geologia Estrutural Reginaldo Alves dos Santos

Geoquímica Carlos Alberto C. Lins e Gilberto José Machado

Metalogenia/Geologia Econômica Inácio de Medeiros Delgado

Petrologia Luiz Carlos da Silva

Sedimentologia Augusto José Pedreira

Sensoriamento Remoto Cidney Rodrigues Valente

Regional

Superintendência Regional de Recife

Coordenador Regional Adeílson Alves Wanderley

Supervisor de Projetos Edilton José dos Santos

Geofísica Roberto Gusmão de Oliveira

Geoquímica Carlos Alberto Cavalcanti Lins

FOLHA SÃO LUÍS NE/SE

Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil

Folhas em Execução

NA. 19-Z	Alto Rio Negro ⁹	SC. 24-V	Aracaju NW ^β	SE. 23-Z-B-IV	Serro ¹
NA. 20	Boa Vista ³	SC. 24-V-A-I	Riacho Queimadas ¹	SE. 23-Z-D-I	Conceição do Mato Dentro ¹
SA. 22-X-D	Belém ⁴	SD. 22-Z-A	Itapaci ¹	SF. 23-Y	Rio de Janeiro SW ^β
SB. 22-X-B	Rondon do Pará ⁴	SD. 22-Z-B	Uruaçu ¹	SG. 22-X-B	Itararé ¹
SC. 20	Porto Velho ³	SD. 24-Y-B	Ilhéus ¹	SH. 22	Porto Alegre ⁸
SC. 21-Z-A	Ilha 24 de Maio ¹	SE. 22-V-A	Guiratinga ¹		

Folhas Impressas

NA. 20-X	Borda Oeste	SB. 25-V-C	Natal ²	SD. 24-V-A	Seabra ² (CD-ROM)
NA. 20-X-C-III	Creporizão (Geoquímica)	SB. 25-V-C-IV	João Câmara ¹	SD. 24-V-A-I	Seabra ¹
NA. 20-X-C-VI	Roraima Central ⁹ (CD-ROM)	SB. 25-Y-C-V	Limoieiro ¹	SD. 24-V-A-II	Utinga ¹
NA. 20-Z	Paredão ¹	SC. 20-V-B-V	Porto Velho ¹	SD. 24-V-A-V	Lencóis ¹
NB. 20-Z-B-V	Serra do Ajarani ¹	SC. 20-V-C-V	Abuna ¹	SD. 24-V-C	Livramento do Brumado
NB. 20-Z-B-VI	Caracará ³	SC. 20-V-C-VI	Mutumparaná ¹	SD. 24-V-C-II	Mucugê ¹
NB. 20-Z-D-I	Monte Roraima ¹	SC. 20-V-D-I	Jaciparaná ¹	SD. 24-Y-A	Vitória da Conquista ²
NB. 20-Z-D-III	Monte Caburai ¹	SC. 20-Z-C-V	Paulo Saldanha ¹	SD. 24-Y-B-V	Ibicaraí ¹
NB. 20-Z-D-V	Rio Quinó ¹	SC. 20-Z-C-VI	Rio Pardo ¹	SD. 24-Y-B-VI	Itabuna ¹
NB. 20-Z-D-VI	Rio Cotíngo ¹	SC. 22-X-A	Redenção ⁴ (CD-ROM)	SE. 21-Y-D	Corumbá ¹
NB. 21-Y-A-IV	Vila Pereira ¹	SC. 22-X-B	Conceição do Araguaia ⁴	SE. 22-V-B	Iporá ²
NB. 21-Y-C-I	Rio Viruquim ¹	SC. 23-Y-D	Fomosa do Rio Preto ¹	SE. 22-V-B	Iporá ¹ (1999)
SA. 20-V	Sem denominação	SC. 23-X-D-IV	Campo Alegre de Lourdes ¹	SE. 22-X-A	São Luís de Montes Belos ²
SA. 23-Z-C	Sem denominação	SC. 23-Z-A-Y-B	Curimatá Corrente ¹	SE. 22-X-A-II	Sanclerlândia ¹ (CD-ROM)
SA. 22-Y-D	Rio Cuiuni ¹	SC. 23-Z-C	Santa Rita de Cássica ¹	SE. 22-X-A-III	Itaberai ¹
SA. 23-V-C	Itapecuru-Mirim ⁴	SC. 24-V-A	Paulistana ¹	SE. 22-X-A-VI	Nazário ¹
SA. 23-V-D	Altamira ⁴	SC. 24-V-A-II	Paulistana ¹	SE. 22-X-B	Goiânia ²
SA. 23-V-E	Castanhal ⁴ (CD-ROM)	SC. 24-V-A-III	Santa Filomena ¹	SE. 22-X-B	Goiânia ³ (1999)
SA. 23-V-F	Turiacu ⁴	SC. 24-V-A-IV	Barra do Bonito ¹	SE. 22-X-B-I	Nerópolis ¹
SA. 23-X-C	São Luís SWNW ^β	SC. 24-V-A-V	Afrânio ¹	SE. 22-X-B-II	Anápolis ¹
SA. 23-Y-B	Cururu ⁴	SC. 24-V-A-VI	Riacho do Caboclo ¹	SE. 22-X-B-IV	Goiânia ¹
SA. 23-Z-A	Pinheiro ⁴	SC. 24-V-B-IV	Cristália ¹	SE. 22-X-B-V	Leopoldo de Bulhões ¹
SA. 23-Z-D	São Luís ⁴	SC. 24-V-C	Petrolina ¹	SE. 22-X-B-VI	Caraliba ¹
SA. 24-Y-D-V	Santa Inês ⁴	SC. 24-V-C-III	Petrolina ¹	SE. 22-X-D	Mirinhos ²
SB. 20-Z-B-VI	Irauçuba ³ (CD-ROM)	SC. 24-V-D	Uauá ²	SE. 23-V-B	São Romão ²
SB. 21-V-D	Mutum ¹	SC. 24-V-D-I	Itamotinga ¹	SE. 23-Z-B	Guanhães ²
SB. 21-X-C	Vila Mamãe Ana ⁸ (CD-ROM)	SC. 24-X-A	Belém de S. Francisco ¹ (CD-ROM)	SE. 23-Z-C	Belo Horizonte ²
SB. 21-Y-B	Caracol ⁹ (CD-ROM)	SC. 24-X-C-V	Santa Brígida ¹	SE. 23-Z-C-VI	Belo Horizonte ¹ (CD-ROM)
SB. 21-Z-A	Jacareacanga ⁸ (CD-ROM)	SC. 24-X-C-VI	Piranhas ¹	SE. 23-Z-D	Ipatinga ²
SB. 21-Z-C	Vila Riozinho ⁸ (CD-ROM)	SC. 24-X-D-V	Arapiraca ¹	SE. 23-Z-D-IV	Itabira ¹ (CD-ROM)
SB. 22-Y-B	Rio Novo ⁸ (CD-ROM)	SC. 24-Y-B	Senhor do Bonfim ²	SE. 24-V-A	Almenara ²
SB. 22-X-D	São Félix do Xingu ⁴	SC. 24-Y-B-I	Euclides da Cunha ³	SE. 24-Y-C-V	Baixa Guandu ¹
SB. 22-Z-A	Serra Pelada ⁴	SC. 24-Y-C	Jacobina ²	SE. 24-Y-C-VI	Colatina ¹
SB. 22-Z-B	Marabá ⁴	SC. 24-Y-C-V	Morro do Chapéu ¹	SF. 21	Campo Grande ⁸ (CD-ROM)
SB. 22-Z-C	Serra dos Carajás ⁴	SC. 24-Y-D	Seminha ¹ (rev.)	SF. 21-V-B	Aldeia Tomásia ¹
SB. 22-Z-D	Xambioá ⁴	SC. 24-Y-D-I	Seminha ²	SF. 21-V-D	Porto Murinho ¹
SB. 22-Z-E	Xinguara ⁴	SC. 24-Y-D-II	Gavião ¹	SF. 21-X-A	Aquidauana ¹
SB. 23-V-A	Xinguara ⁴ (CD-ROM)	SC. 24-Y-D-IV	Mundo Novo ¹	SF. 23-V-D-V-4	São Gonçalo do Sapucaí ¹
SB. 23-V-B	Araguaina ⁴	SC. 24-Y-D-V	Pintadas ¹	SF. 23-X-B-I	Mariana ¹
SB. 23-V-C	Açailândia ⁴ (CD-ROM)	SC. S4-Y-D-VI	Seminha ¹	SF. 23-X-B-II	Ponte Nova ¹
SB. 23-V-D	Vitorino Freire ⁴	SC. 24-Z-A-I	Jeremoabo ¹	SF. 23-X-B-IV	Rio Espera ¹
SB. 23-X-A	Imperatriz ⁴	SC. 24-Z-A-II	Carira ¹	SF. 23-X-C-III	Barbacena ¹
SB. 23-X-B	Barra do Corda ⁴	SC. 25-V-A-II	Vitória de Santo Antão ¹	SF. 23-X-C-VI	Lima Duarte ¹
SB. 23-X-C	Bacabal ⁴	SD. 21-Y-C-II	Pontes e Lacerda ¹	SF. 23-X-D-I	Rio Pomba ¹
SB. 24-V-C-III	Caxias ¹	SD. 21-Z-A	Rosário do Oeste ²	SF. 23-Y-B-II-2	Heliodora ¹
SB. 24-V-D-V	Presidente Dutra ⁴	SD. 21-Z-C	Cuiabá ²	SF. 24-V-A-I	Afonso Cláudio ¹
SB. 24-X-B-D	Cratéis ¹	SD. 22-X-D	Porangatu ²	SF. 24-V-A-II	Domingos Martins ¹
SB. 24-Y-B	Mombuca ¹	SD. 22-Z-B	Uruaçu ²	SF. 24-V-A-V	Cachoeira de Itapemirim ¹
SB. 24-Y-B-I	Areia Branca/Mossoró ²	SD. 22-Z-C	Ceres ²	SF. 24-V-A-VI	Piúma ¹
SB. 24-Y-C-V	Iguatu ¹	SD. 22-Z-C-II	Morro Agudo ¹	SG. 22-X-D-I	Curitiba ⁸ (CD-ROM)
SB. 24-Y-C-VI	Catarina ¹	SD. 22-Z-C-V	Goias ¹	SG. 22-Z-B	Joinville ²
SB. 24-Z-B	Patos ¹ (PI)	SD. 22-Z-C-VI	Itaguara ¹	SG. 22-Z-D-I-2	Botuverá
SB. 24-Z-B-I	Simões ¹	SD. 22-Z-D	Goianésia ²	SG. 22-Z-D-II-1	Brusque ¹
SB. 24-Z-B-II	Caicó ¹	SD. 22-Z-D-IV	Jaraguá ¹	SG. 22-Z-D-V	Florianópolis ¹
SB. 24-Z-B-III	Currais Novos ³	SD. 22-Z-D-V	Pirenópolis ¹	SG. 22-Z-D-VI	Lagoa ¹
SB. 24-Z-B-IV	Jardim do Seridó ³	SD. 23-X-B	Ibotirama ²	SH. 22-V-C-IV	Santa Maria
SB. 24-Z-C	Serra Talhada ¹	SD. 23-X-C-V	Coribe ¹	SH. 22-Y-A	Cachoeira do Sul ²
SB. 24-Z-C-I	Serra Talhada ¹ (1999)	SD. 23-X-D	Bom Jesus da Lapa ²	SH. 22-Y-A	Cachoeira do Sul ² (CD-ROM)
SB. 24-Z-C-II	Afoçados da Ingazeira ¹	SD. 23-Y-C	Brasília ²	SH. 22-Y-C	Pedro Osório ¹ (CD-ROM)
SB. 24-Z-D-I	Patos ¹ (PB)	SD. 23-Y-D	Buritis ²	SH. 22-Y-A-I-4	Passo do Salsinho ¹
SB. 24-Z-D-II	Juazeirinho ¹	SD. 23-Z-D-I	Monte Azul ³	SH. 22-Y-B	Porto Alegre ¹
SB. 24-Z-D-III	Monteiro ¹	SD. 23-Z-D-IV	Janaúba ³		
SB. 24-Z-D-IV	Sumé ¹	SD. 23-Z-D-V	Rio Pardo de Minas ³		

Folhas em Editoração

NA. 20-Y	Serra Imeri ¹	SB. 24-Z	Jaguaribe SE ^β	SC. 24-Y	Aracaju SW ^β
SA. 23-Z	São Luís NE/SE ^β	SC. 24-X	Aracaju NE ^β	SH. 22-X-B-IV	Criúma ¹
SB. 24-Y	Jaguaribe SW ^β	SC. 24-Z	Aracaju SE ^β	SH. 22-Y-C-II	Piratini ¹

¹Levantamento Geológico/Geoquímico/Metalogenético nas escalas 1:500.000, 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000; ²Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais escala 1:250.000; ³Mapas de Previsão de Recursos Hídricos Subterrâneos escala 1:100.000; ⁴Projeto Especial Mapas de Recursos Minerais, de Solos e de Vegetação para a Área do Programa Grande Carajás - Subprojeto Recursos Minerais; ⁵Levantamento geológico visando ao meio ambiente; ⁶Levantamentos aerogeofísicos; ⁷Integração geológica/geoquímica de regiões metropolitanas; ⁸Integração geológica/metalogenética nas escalas 1:500.000 e 1:250.000; ⁹Mapeamento Geológico/Metalogenético da Região Amazônica na escala 1:500.000.

CRÉDITOS DE AUTORIA

Capítulos 1 e 2 José Pessoa Veiga Júnior

Capítulo 3 José Pessoa Veiga Júnior e
Roberto Gusmão de Oliveira

Capítulo 4 e 5 José Pessoa Veiga Júnior

Cartas:

Mapa Geológico: José Pessoa Veiga Júnior

Ref. Bibliográficas Dalvanise da Rocha S. Bezerril

Revisão Final:

José Pessoa Veiga Júnior

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL
PROJETO DE MAPEAMENTO GEOLÓGICO/METALOGENÉTICO SISTEMÁTICO

Executado CPRM – Serviço Geológico do Brasil
Superintendência Regional de Recife

Coordenação Editorial a cargo da
Divisão de Editoração Geral – DIEDIG
Departamento de Apoio Técnico – DEPAT

V426 Veiga Júnior, José Pessoa

Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. São Luís NE/SE, Folhas SA.23-X e SA.23-Z. Estados do Maranhão e Piauí. Escala 1:500.000. / Organizado por José Pessoa Veiga Júnior. – Brasília: CPRM, 2000.
1 CD-ROM.: il, mapas.

Projeto de Mapeamento Geológico / Metalogenético Sistemático.
Executado pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de Recife.

1. Geologia – Maranhão – Mapas. 2. Geologia – Piauí – Mapas. 3. Mapeamento geológico – Maranhão. 4. Mapeamento geológico – Piauí. I. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. II. Título.

CDD 558.121
CDD 558.122

Departamento de Apoio Técnico
Giuseppina Giaquinto de Araújo

Divisão de Cartografia
Paulo Roberto Macedo Bastos

Divisão de Editoração Geral
Maria da Conceição C. Jinno

EQUIPES DE PRODUÇÃO

Cartografia Digital

Carlos Alberto da Silva Copolillo	José Pacheco Rabelo
Carlos Alberto Ramos	Julimar de Araújo
Elaine de Souza Cerdeira	Leila Maria Rosa de Alcantara
Elcio Rosa de Lima	Luiz Guilherme Araújo Frazão
Hélio Tomassini de O. Filho	Marco Antonio de Souza
Ivan Soares dos Santos	Maria Luiza Poucinho
Ivanilde Muniz Caetano	Marília Santos Salinas do Rosário
João Bosco de Azevedo	Paulo José da Costa Zilves
João Carlos de Souza Albuquerque	Risonaldo Pereira da Silva
Jorge de Vasconcelos Oliveira	Samuel dos Santos Carvalho
José Barbosa de Souza	Sueli Mendes Sathler
José Carlos Ferreira da Silva	Valter Alvarenga Barradas
José de Arimathéia dos Santos	Wilhelm Petter de Freire Bernard

Editoração

Antonio Lagarde	Marília Asfura Turano
Edalair Rizzo	Pedro da Silva
Jean Pierre Souza Cruz	Sandro José Castro
José Luiz Coelho	Sergio Artur Giaquinto
Laura Maria Rigoni Dias	

RESUMO

Este texto representa a nota explicativa da carta geológica das folhas São Luís NE (SA.23-X) e São Luís SE (SA.23-Z), na escala 1:500.000, as quais estão inseridas na área do Programa Grande Carajás – PGC. As folhas fazem parte do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, Subprograma Integração Geológico-Metalogénica.

As folhas são limitadas pelos meridianos 42 00' e 45 00' W e os paralelos 0 00' e 2 00' / 2 00' e 4 00' S e situam-se na porção setentrional do Nordeste Brasileiro, envolvendo parte dos estados do Maranhão e do Piauí.

A área estudada inclui parte de duas províncias estruturais: a Província Parnaíba e a Província Costeira e Margem Continental. A Província Parnaíba é representada pela porção setentrional da Bacia do Parnaíba, tida como uma bacia intracratônica. A Província Costeira e Margem Continental é representada pelas bacias marginais de São Luís e Barreirinhas, implantadas durante o rifteamento que provocou a deriva das placas Sul-Americana e Africana e a formação do Oceano Atlântico. Essas províncias são separadas por um alto tectônico do embasamento cristalino, denominado de Cráton de São Luís.

O embasamento cristalino que aflora ao norte da Bacia do Parnaíba, pertence à Suíte Subvulcânica Rosário, de idade paleoproterozóica, constituída por quartzo dioritos, tonalitos, granodioritos e andesitos.

A Bacia do Parnaíba está representada pelas formações Cabeças, Longá, Poti e Piauí, do Paleozóico; e pelas formações Sardinha, Codó e Itapecuru, do Mesozóico. Os sedimentos correspondem a ci-

clos transgressivos-regressivos, com depósitos de origens continental, transicional e marinha, além de sedimentos de origem lagunar associados a bacias restritas, evaporíticas, depositados sob condições climáticas de extrema aridez.

A Bacia de São Luís, na área, é constituída por rochas cretácicas da Formação Itapecuru, recobertas por formações superficiais. A Bacia de Barreirinhas ocupa as porções norte e nordeste da Folha São Luís SE e na área está recoberta por extensa cobertura arenosa, de idade cenozóica.

As Formações Superficiais incluem todas as coberturas cenozóicas, abrangendo os sedimentos do Paleogeno, Paleogeno-Neogeno (Grupo Barreiras), as coberturas lateríticas neogeno-quadernárias e as coberturas quadernárias.

O arcabouço tectônico da área é definido por dois compartimentos principais que representam domínios sedimentológicos, tectônicos e geocronológicos distintos: a Bacia do Parnaíba, a sul; e as bacias da Província Costeira e Margem Continental (São Luís e Barreirinhas), a norte. Separando estes domínios ocorrem os arcos tectônicos de Ferrer-Rosário-Bacaba e Urbano Santos, que representam importantes divisores eocretácicos, os quais propiciaram a erosão dos pacotes sedimentares mais novos da Bacia do Parnaíba, influenciando fortemente na evolução das bacias da margem costeira.

Foram cadastrados 148 jazimentos minerais na área, agrupados em rochas e minerais industriais (areia, argila, brita, cascalho, calcário, caulim e sal marinho) e substâncias energéticas e água mineral (turfa e água mineral).

ABSTRACT

This text represents the explanatory note of São Luís NE (SA.23-X) and São Luís SE (SA.23-Z) sheets, in the scale 1:500.000, which are inserted in the area of the Grande Carajás Program, and taking part of the Brazilian Basic Geological Survey Program, Geologic-Metallogenic Integration Subprogram.

The sheets limited by the meridians 42°00' and 45°00' W and parallels 0°00' and 2°00' / 2°00' and 4°00' S and are located in the northern portion of the Northeast Brazil, involving part of the states of Maranhão and Piauí.

The studied area includes part of two tectonic domains: the Parnaíba and the Coastal and Continental Margin Provinces. The Parnaíba Province is represented by the northern portion of the Parnaíba Basin, which is considered as an intracratonic basin. The Coastal and Continental Margin Province is represented by the marginal basins of São Luís and Barreirinhas, formed during the rifting that motivated the drift of the South-American and African plates. The Parnaíba and the Coastal and Continental Margin Provinces are separated by a tectonic high of the crystalline basement, denominated São Luís Craton. This crystalline basement is formed by the Rosário Subvolcanic Suite, of Paleoproterozoic age, which is constituted by quartz-diorites, tonalites, granodiorites and andesites.

The Parnaíba Basin is represented by the Cabeças, Longá, Poti and Piauí Formations, of Paleozoic age; and by Sardinha, Codó and Itapecuru Formations Mesozoic. These sediments corre-

spond to transgressive-regressive cycles, with deposits of continental, marine and transitional origins, and also sediments of lagoonal origin, associated to restrict evaporite basins, deposited under climatic conditions of extreme aridity.

In this area, the São Luís Basin is constituted by Cretaceous rocks of the Itapecuru Formation, covered by unconsolidated sediments. The Barreirinhas Basin occupies the north and northeast portion of the São Luís SE sheet and in the area it is covered by an extensive sandy layer of Cenozoic age.

The unconsolidated cover includes all the Cenozoic sediments, embracing sequences of the Paleogene, Paleogene-Neogene (Barreiras Group), Neogene-Quaternary laterites and other Quaternary sediments.

The tectonic framework is defined by two main compartments that represent distinct sedimentologic, tectonic and geochronological domains: the Parnaíba Basin, to the south, and the basins of Coastal and Continental Margin (São Luís and Barreirinhas basins), to the north. The Ferrer-Rosário-Bacaba and Urbano Santos uplift splits apart these domains and represent an important Eocretaceous divisor, which gave place to the erosion of younger units of the Parnaíba Basin and has exerted enormous influence on the evolution of the coastal and continental margin basins.

This study has catalogued 148 mineral occurrences and deposits, which are represented by rocks and industrial minerals (sand, clay, broken stone, gravel, limestone, kaolin and marine salt), energetic minerals (peat) and mineral water.

1

INTRODUÇÃO

1.1 Histórico e Metodologia

As folhas São Luís NE (SA.23-X) e SE (SA.23-Z), objeto deste trabalho, estão inseridas na área do Programa Grande Carajás – PGC e devido a sua importância para o Setor Mineral Brasileiro e principalmente para o planejamento de ações governamentais nos níveis: federal, estadual e municipal, foram enquadradas no Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, Subprograma Integração Geológico-Metalogenética, ficando a Superintendência Regional de Belém responsável pela execução de sua parte ocidental (folhas SA.23-V e SA.23-Y) e a Superintendência Regional do Recife por sua porção oriental (folhas SA.23-X e SA.23-Z).

A metodologia empregada neste trabalho consistiu no levantamento, compilação, análise e integração dos dados preexistentes (geológicos, geofísicos, geoquímicos, geomorfológicos, petrográficos e de cadastramento mineral) nas diversas fontes disponíveis; interpretação de fotos aéreas, imagens de radar e de satélites; e trabalhos de campo, onde os dados eram escassos ou muito antigos. O levantamento de campo, em uma das etapas, contou com a colaboração dos geólogos Augusto José

Pedreira (SUREG-SA) e Telmo Luiz das Neves Rodrigues (SUREG-PA).

A integração geológica foi elaborada a partir de cartas geológicas na escala 1:250.000, sendo três já impressas anteriormente (SA.23-X-C, SA.23-Z-A e SA.23-Z-C) e duas impressas através do presente trabalho (SA.23-Z-B e SA.23-Z-D). Durante a integração, todas as folhas foram digitalizadas nesta escala e, posteriormente integradas e editadas na escala 1:500.000. Desta forma, além do presente produto digital, o PLGB incorpora ao seu acervo, para consulta, as cartas geológicas digitais das folhas individuais na escala 1:250.000.

O mapa geológico, escala 1:500.000, foi elaborado a partir da documentação discriminada na figura 1.1. Para completá-lo, foram realizados perfis geológicos nas folhas Barreirinhas (SA.23-Z-B) e Chapadinha (SA.23-Z-D). Este mapa abrange as duas folhas 1:500.000 estudadas, em razão de a Folha São Luís NE (SA.23-X) ter uma área emersa muito reduzida.

Os dados gravimétricos utilizados na interpretação foram obtidos pela Petrobras no período de 1956 a 1960 em perfis regionais com estações espaçadas de 750m ao longo de estradas, com estações-base referenciadas à rede internacional Woolard (1954).

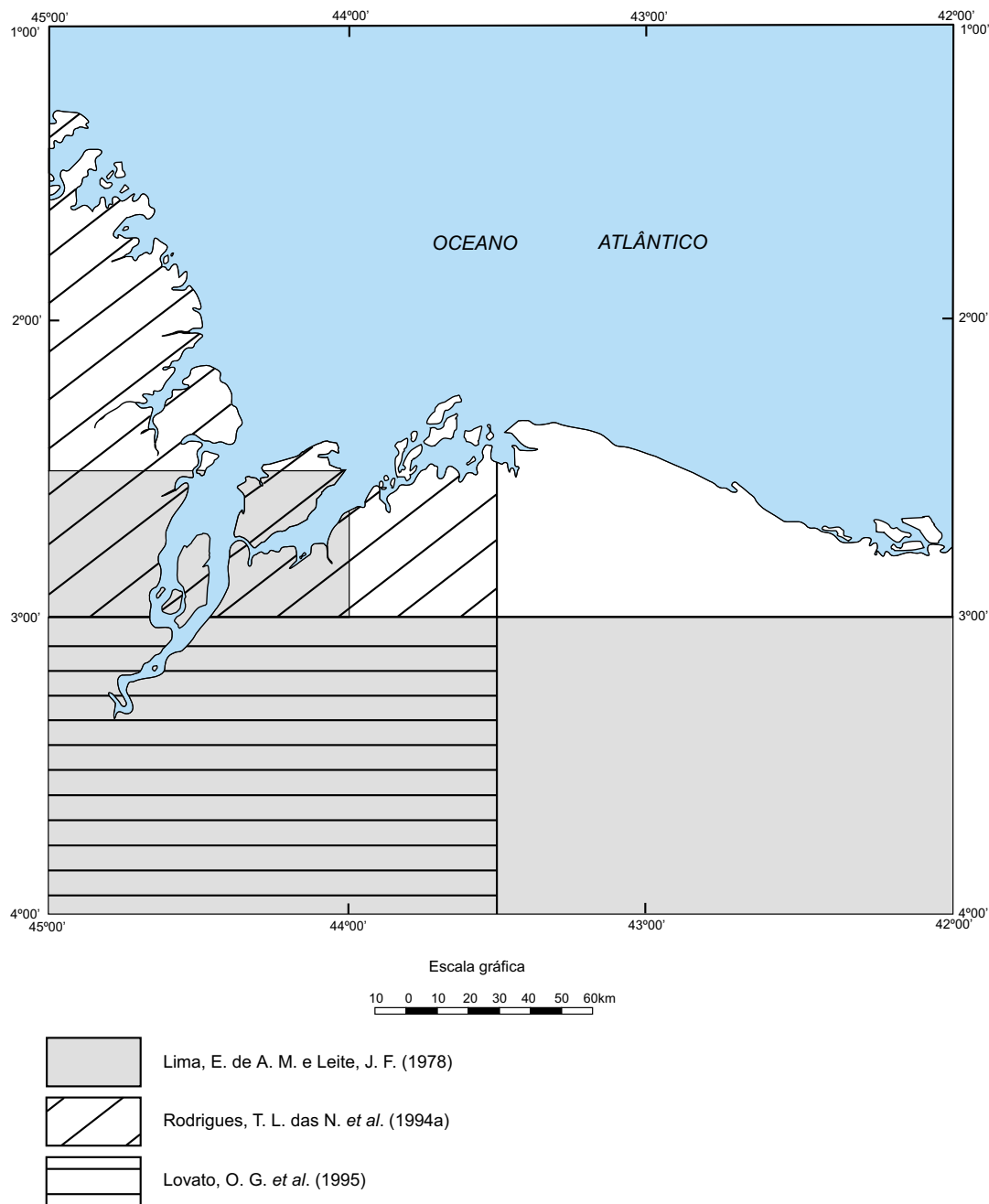


Figura 1.1 – Principais trabalhos utilizados na elaboração do mapa geológico.

Entre 1961 e 1967 foram realizados trabalhos de detalhamentos em anomalias identificadas na primeira etapa do levantamento. O mapa gravimétrico da Bacia do Parnaíba na escala 1:1.000.000 utilizado nesta interpretação está apresentado em Góes *et al.* (1993).

Os dados aeromagnéticos utilizados na interpretação foram levantados entre 1967 e 1989 em diversos projetos executados pela Petrobras, CPRM, ESSO e IRN-MA. As altitudes de vôo varia-

ram entre 150 e 1.000m e o espaçamento entre 1.000 e 3.000m. As direções das linhas de vôo, com algumas exceções, foram predominantemente N-S. Esses dados foram reprocessados pela Petrobras, por meio dos sistemas MAGMAP e GEOMAP, para a construção do mapa aeromagnético do campo total residual de 90% da Bacia do Parnaíba. O mapa na escala 1:1.000.000 utilizado nesta interpretação está apresentado em Góes *et al.* (1993).

1.2 Localização e Acesso

As folhas São Luís NE (SA.23-X) e SE (SA.23-Z) cobrem uma área de aproximadamente 60.000 km² e estão situadas no nordeste do Estado do Maranhão e noroeste do Estado do Piauí (figura 1.2), delimitadas pelas meridianos 42 00' - 45 00' de longitude oeste de Greenwich e pelos respectivos paralelos 0 00' - 2 00' / 2 00' - 4 00' de latitude sul.

Além da cidade de São Luís, capital do Estado do Maranhão, as cidades de Esperantina e Luzilândia, no Estado do Piauí; Barreirinhas, Brejo, Chapadinha, Itapecuru-Mirim, São José do Ribamar e Vargem Grande, no Estado do Maranhão, são os principais núcleos urbanos das folhas.

O acesso à área é feito, principalmente, por via rodoviária, sendo a região cortada pelas rodovias BR-135 e 222, e pelas MA-104, 106, 222, 230. A área é também servida pela Estrada de Ferro Carajás, pertencente à Companhia Vale do Rio Doce, que atravessa a sua porção noroeste, e pela Ferrovia Teresina - São Luís, da RFFSA, margeando o rio Itapecuru.

1.3 Aspectos Geográficos

Geomorfologicamente, a área abrange as seguintes unidades morfoestruturais, definidas pelo Projeto RADAM (Brasil-DNPM, 1973): Planície Flú-

vio-Marinha do Golfão Maranhense, Superfície Sublitorânea de Bacabal, Superfície Sublitorânea de Barreirinhas e Pediplano Central do Maranhão. Destas, a mais característica é a Planície Flúvio-Marinha do Golfão Maranhense.

A rede hidrográfica das folhas é constituída principalmente por parte das bacias dos rios Parnaíba, Itapecuru, Mearim, Munim e Pericumã, além da totalidade das bacias dos rios Preguiça, Piriá e Barro Duro.

O clima da região situa-se entre o superúmido da Amazônia e o semi-árido do Nordeste Brasileiro. Segundo o IBGE (1977), caracteriza-se como semi-úmido tropical de zona equatorial, a oeste da área estudada, e, na porção leste, o clima é quente semi-árido tropical de zona equatorial, caracterizado por um período seco de 4 a 6 meses e por um período úmido, marcado por chuvas torrenciais. Ao longo do litoral o clima varia de superúmido a semi-úmido. A temperatura média anual é de 27 °C.

A vegetação conforme o Mapa Fitoecológico do RADAM (1973) é caracterizada por áreas de cerrado, floresta secundária e formações pioneiras.

A atividade econômica principal é a agricultura irrigada para produção de cereais (soja, arroz etc.), secundada pela pecuária. As atividades do setor mineral estão voltadas principalmente para extração de rochas e minerais industriais (argila, areia, brita, calcário, caulim e cascalho); e, exploração de água mineral nas cercanias da cidade de São José do Ribamar - MA.

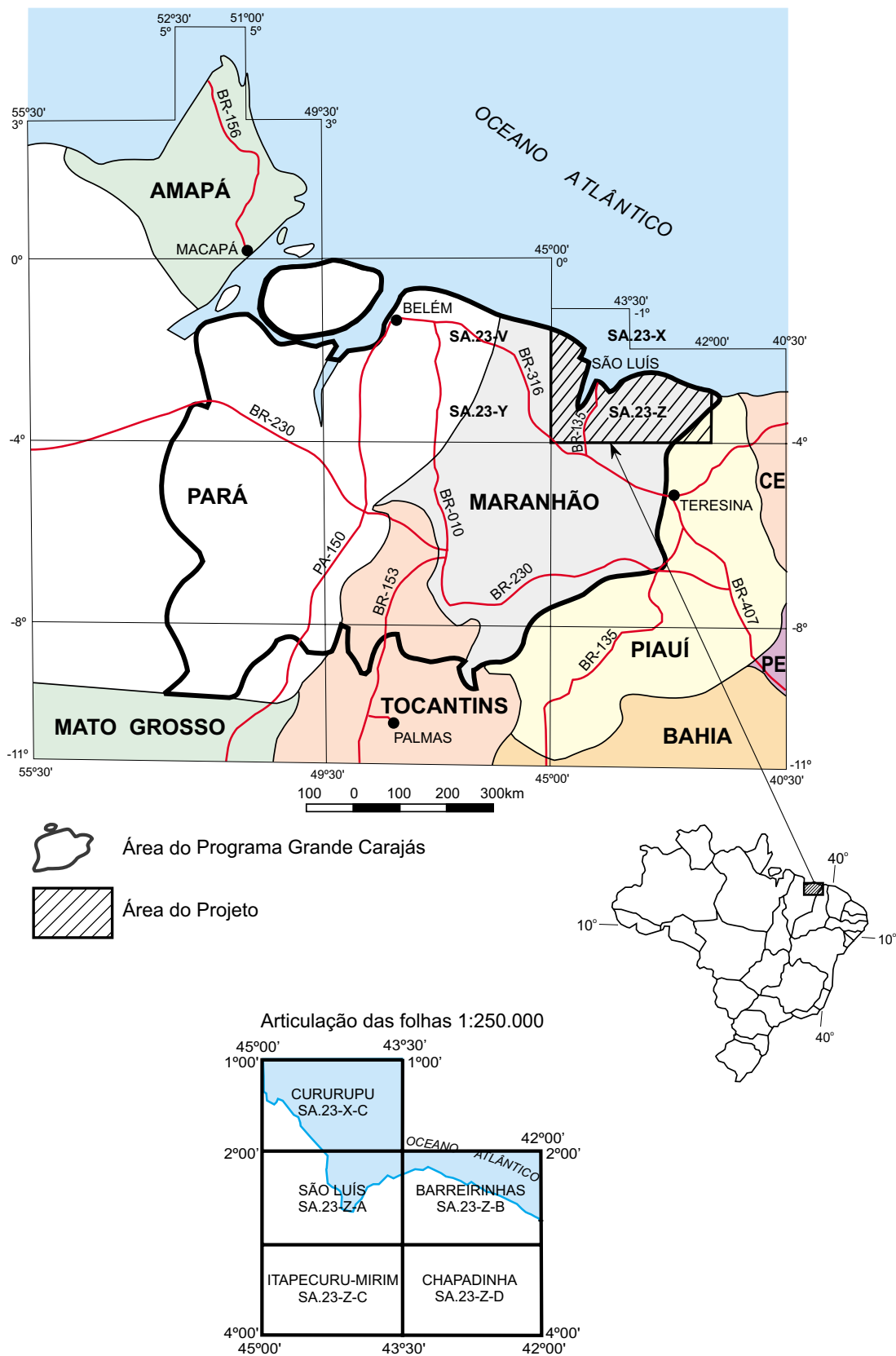


Figura 1.2 – Mapa de localização das folhas São Luís NE e SE.

2

ESTRATIGRAFIA

As folhas São Luís NE (SA.23-X) e SE (SA.23-Z) abrangem duas províncias estruturais, definidas por Almeida *et al.* (1977): a Província Parnaíba e a Província Costeira e Margem Continental.

Na área estudada, a Província Parnaíba é representada pela sua porção setentrional. Trata-se de uma bacia intracratônica, que ocupa uma área de 600.000km², preenchida essencialmente por sedimentos terrígenos, tendo mais de 3.000m de coluna sedimentar, dos quais 2.500m de sedimentos de idade paleozóica.

A Província Costeira e Margem Continental, no âmbito da Folha São Luís, é representada pelas bacias marginais de São Luís e Barreirinhas, implantadas durante o rifteamento que provocou a migração das placas Sul-Americana e Africana.

Estas províncias são separadas pelo soerguimento do embasamento cristalino (Cráton de São Luís), na área, materializado pelo Bloco de Rosário, situado ao longo do Arco Ferrer-Rosário-Bacaba.

2.1 Cráton de São Luís

O embasamento cristalino que aflora ao norte da Bacia do Parnaíba foi denominado por Almeida

(1967) de Cráton de São Luís. Estas rochas afloram, na área estudada, como uma “janela” do embasamento, com aproximadamente 150km², entre os rios Mearim e Munim, delimitando-se a norte e oeste com os depósitos holocênicos da planície flúvio-marinha e manguezais; a sul, as rochas do embasamento são recobertas pela cobertura paleogeno-quadernária detrítico-laterítica e a leste são sobrepostas por depósitos pleistocênicos, tanto marinhos como eólicos.

Neste trabalho optou-se por utilizar a denominação de Suíte Subvulcânica Rosário, em lugar de Suíte Intrusiva Rosário, de Rodrigues *et al.* (1994a), para estas rochas do embasamento, em virtude da sua associação com rochas vulcânicas.

2.1.1 Suíte Subvulcânica Rosário – PPr

Esta suíte aflora nas cercanias da cidade de Rosário no Estado do Maranhão e é constituída por um conjunto de rochas magmáticas, caracterizadas petrograficamente como quartzo dioritos, tonalitos, granodioritos e andesitos, com predominância dos termos tonalíticos. As análises petrográficas destas rochas mostram uma grande similaridade mineralógica, restringindo-se às proporções variáveis de

minerais máficos e félsicos. Os litótipos desta suíte encontram-se deformados, exibindo foliação evidenciada principalmente pela orientação dos minerais máficos, com *trend* N40 -55 W e mergulho de 45 -85 para SW. Ocorrem tipos texturais isotrópicos que podem representar corpos tardi a pós-tectônicos.

Rodrigues *et al.* (1994a) correlacionaram estas rochas com a Associação Anorogênica Tromaí. Recentemente, Almeida e Martins (no prelo) substituíram a denominação Associação Anorogênica Tromaí por Suíte Tromaí, termo utilizado por Costa *et al.* (1977).

A idade atribuída a esta suíte é de 2,0Ga, por correlação com as datações K/Ar e Rb/Sr determinadas na Suíte Tromaí, a qual é considerada como representativa de uma fase magmática em período tardi-geossinclinal Gurupí.

2.2 Bacias Sedimentares do Parnaíba, São Luís e Barreirinhas

2.2.1 Bacia do Parnaíba

A Bacia do Parnaíba tem seu arcabouço influenciado por feições estruturais do embasamento cristalino. Limita-se a leste, nordeste e sudoeste com rochas de idade pré-cambriana; ao norte é separada das bacias marginais de São Luís e Barreirinhas pelos arcos Ferrer-Rosário-Bacaba e Urbano Santos; a oeste separa-se do Cráton Amazônico pela Faixa Tocantins-Araguaia; e, ao sul separa-se da Bacia do São Francisco pelo arco homônimo.

A coluna sedimentar da bacia apresenta uma espessura da ordem de 3.400m e pode ser dividida em cinco seqüências deposicionais, denominadas de seqüências siluro-ordoviciana (I), devoniana (II), carbonífero-triássica (III), jurássica (IV) e cretácica (V) (figura 2.1), separadas por discordâncias regionais e correlacionáveis a eventos tectônicos de natureza global (Soares *et al.*, 1978; Góes *et al.*, 1993 e Góes & Feijó, 1994).

A Seqüência I corresponde ao Grupo Serra Grande (formações Ipu, Tianguá, Jaicós). Trata-se de um ciclo transgressivo-regressivo completo, representativo da primeira manifestação marinha na bacia. O início da sedimentação ocorreu em consequência da atuação de um megassistema de fraturas, associado com a contração térmica ocorrida no final da Orogenia Brasileira e o seu término é atribuído aos reflexos da Orogenia Caledoniana da Cordilheira Andina, provavelmente entre o Siluriano e o Devoniano. Esta seqüência não aflora na área objeto deste trabalho.

A Seqüência II corresponde ao Grupo Canindé (formações Itaim, Pimenteiras, Cabeças, Longá e Poti) e indica uma nova fase de subsidência e expansão da bacia, resultando na implantação de um novo ciclo transgressivo-regressivo, refletindo as oscilações do nível do mar e representando sua maior ingressão marinha. O final da sedimentação é atribuído ao soerguimento provocado pelos reflexos da Orogenia Eo-Herciniana, da Cordilheira dos Andes.

A Seqüência Carbonífero-Triássica (Seqüência III) corresponde ao Grupo Balsas (formações Piauí, Pedra de Fogo, Motuca e Sambaíba) e marca mudanças estruturais e ambientais profundas na bacia. Seus principais eixos deposicionais, antes controlados por expressivas zonas de fraqueza de direção nordeste e noroeste, deslocaram-se em direção ao centro da bacia e os mares abertos com ampla circulação e clima temperado (Caputo, 1984) passaram para mares de circulação restrita e clima quente. Aqui também se tem um novo ciclo transgressivo-regressivo, no entanto sob condições de mar raso e restrito, caracterizando uma sedimentação controlada por condições severas de aridez, responsáveis pela deposição de evaporitos e pela implantação de desertos no início e fim do ciclo. O término da sedimentação é atribuído a um soerguimento generalizado, resultante da Orogenia Gonduanide (Zalan, 1991).

A Seqüência Jurássica (Seqüência IV), corresponde ao Grupo Mearim (formações Pastos Bons e Corda), o qual apresenta-se com distribuição restrita e espessuras bastante reduzidas, marcando uma deposição exclusivamente continental na bacia. Sua deposição é creditada ao peso do pacote vulcânico resultante do magmatismo básico ocorrido na bacia durante o Triássico (Formação Mosquito).

A Seqüência Cretácica (Seqüência V), corresponde às formações Grajaú, Codó e Itapecuru; caracterizada por uma nova subsidência da Bacia do Parnaíba, propiciando um novo ciclo de sedimentação marinha, resultante de uma rápida transgressão, seguida da retirada definitiva do mar, culminando com uma sedimentação continental e o encerramento do ciclo sedimentar.

A coluna estratigráfica da bacia compreende rochas do Paleozóico, representadas pelas formações Cabeças, Longá, Poti (Seqüência II) e Piauí (Seqüência III), envolvendo sedimentos correspondentes a ciclos transgressivo-regressivos, com depósitos de origem continental, transicional e marinho; rochas mesozóicas da Formação Sardinha, constituída pelas intrusivas básicas, originadas de

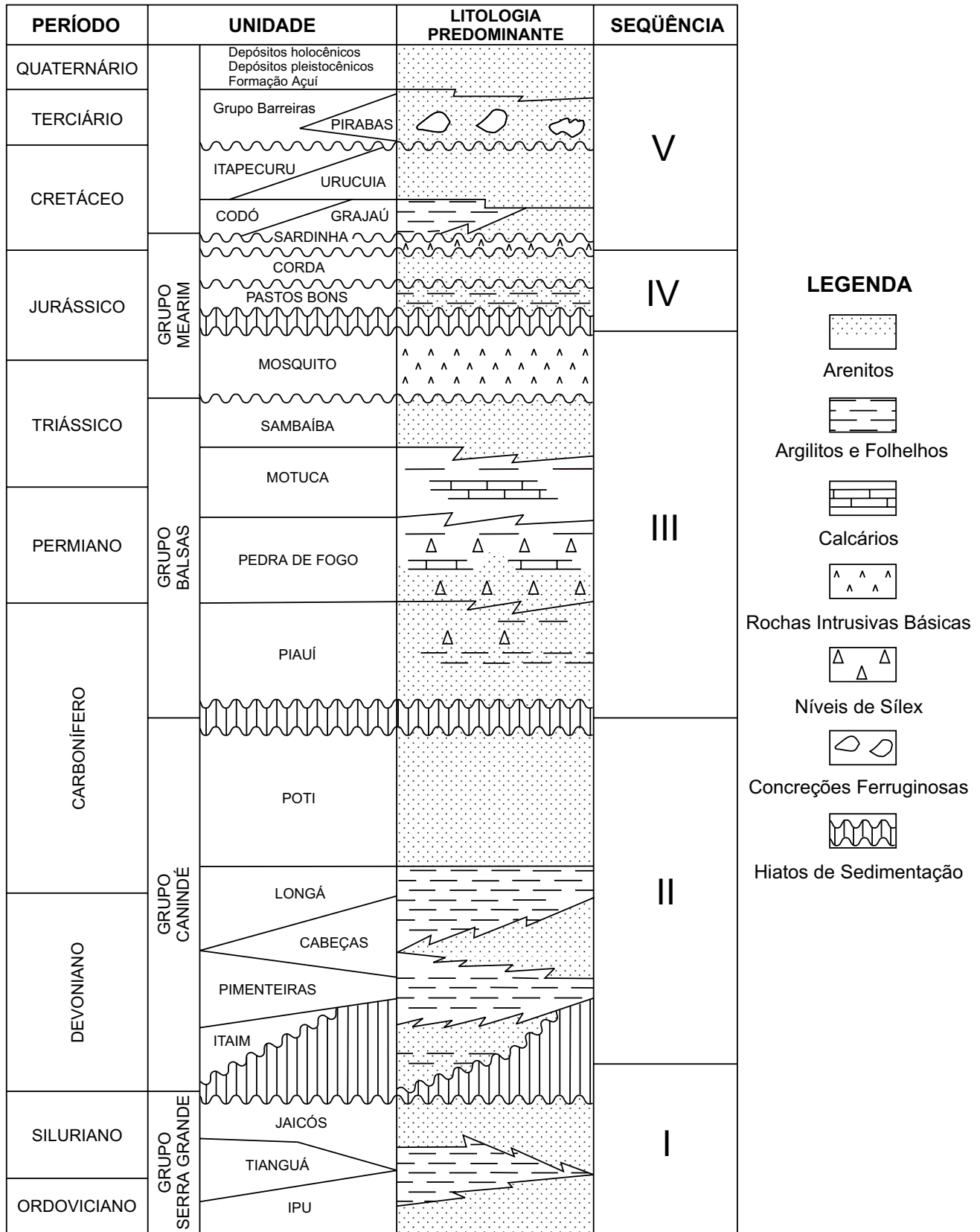


Figura 2.1 – Coluna estratigráfica generalizada da Bacia do Parnaíba, modificada de Góes et al. (1990).

eventos magmáticos do Eocretáceo e sedimentos das formações Codó e Itapecuru (Seqüência V); a primeira de origem lagunar associada a bacias restritas evaporíticas e a segunda de origem transicional (deltaico e planície de maré), recobertos pelos sedimentos das formações superficiais do Cenozóico (figura 2.2).

2.2.1.1 Grupo Canindé

Na área trabalhada o Grupo Canindé compreende as formações Cabeças, Longá e Poti. As duas primeiras têm idade devoniana e a última carbonífera. O grupo se sobrepõe discordantemente sobre o Grupo Serra Grande, que não aflora na área, e é sobreposto pelo Grupo Balsas, através de um contato normal (Góes *et al.*, 1990).

Formação Cabeças – Dc

Esta unidade estratigráfica quando definida por Plummer (1946) foi caracterizada por uma seqüência predominantemente arenosa que aflora na Vila de Cabeças (norte de Picos, PI) e foi dividida em três membros: Passagem, Oeiras e Ipiranga.

Blankennagel (1952) não considerou a subdivisão da Formação Cabeças proposta por Plummer (1946), fato ratificado por Lima e Leite (1978) e adotada neste trabalho.

A Formação Cabeças ocorre nas proximidades da cidade de Esperantina (PI), ao longo do leito do rio Longá, no extremo-sudeste da área trabalhada. Suas melhores exposições estão na Cachoeira do Urubu (Parque Ecológico Cachoeira do Urubu-PI) e no sítio Tapuio, 5km a oeste de Esperantina.

Na área não aflora a Formação Pimenteirias que é sotoposta à Formação Cabeças (contato inferior não é observado) e a relação de contato com a Formação Longá, sobreposta, é materializada pela mudança brusca da litologia e dos processos deposicionais.

Litologicamente a Formação Cabeças é representada por arenitos finos, róseo-avermelhados, grãos subarredondados, silicificados, aflorando sob a forma de blocos isolados de aspecto ruiforme, exibindo externamente disjunções poligonais (dando um aspecto de "casco-de-tartaruga") e internamente estratificação plano-paralela (foto 1). No Parque Ecológico da Cachoeira do Urubu, esta formação ocorre em grandes bancos de arenitos com até 6m de espessura, constituindo ciclos de *thickening up* (foto 2), sobrepostos por camadas de arenitos semelhantes aos descritos anterior-

mente, mostrando internamente estratificação sigmoidal. Notou-se em alguns afloramentos a presença de icnofósseis, provavelmente pertencentes à icnofácies Scolithos.

As estruturas sedimentares encontradas na Formação Cabeças indicam sua deposição em águas rasas e aprofundamento da lâmina d'água, com progradação dos sedimentos. A deposição em água rasa, em um ambiente de intermaré é evidenciada pela presença dos icnofósseis. Este fato também é comprovado pela presença de estratificações cruzadas sigmoidais entre planos de estratificação, estrutura interpretada como sigmoides de maré. A progradação dos sedimentos é interpretada a partir dos ciclos *thickening up*, também observados.

Assim é sugerido um ambiente deltaico para deposição da Formação Cabeças, com influência de marés.

Brito & Santos (1965), a partir da descrição de microfósseis do gênero *Pseudolunulidia*, posicionaram a Formação Cabeças no Devoniano Médio, fato corroborado por Lima & Leite (1978) com base na associação de polinomorfos do Struniano e Fameniano, atribuindo idades meso e neodevoniana para esta formação.

A Formação Cabeças é correlacionada com os intervalos médio e superior da Formação Curuá, e com o intervalo superior da Formação Oriximiná da bacia amazônica; e com a Formação Inajá da Bacia do Jatobá, no Nordeste do Brasil. Crow (1952, *in* Caputo, 1984) e Bar & Riegal (1974, *in* Caputo, 1984), correlacionaram a Formação Cabeças com as camadas de arenitos vermelhos Takoradi, da Série Sekondian da Bacia Accra (Gana).

Formação Longá – DCI

A Formação Longá foi descrita inicialmente por Albuquerque & Dequech (1946) para caracterizar folhelhos cinza-escuros que afloram no vale do rio Longá, nas cercanias da cidade de Campo Maior (PI).

Campbell (1949) denominou de Formação Longá os folhelhos com intercalações de siltitos e correlacionáveis com as camadas Itaueiras de Plummer (1946).

Mesner e Wooldridge (1964) descreveram a Formação Longá como uma unidade estratigráfica formada por folhelhos cinza-escuros, finamente laminados, betuminosos e siltitos micáceos, com leitões contorcidos e tubos de vermes.

Mabesoone (1977) descreveu esta unidade como pertencente a uma fácies especial de ambiente de maré, em fase regressiva, do Devoniano Superior.

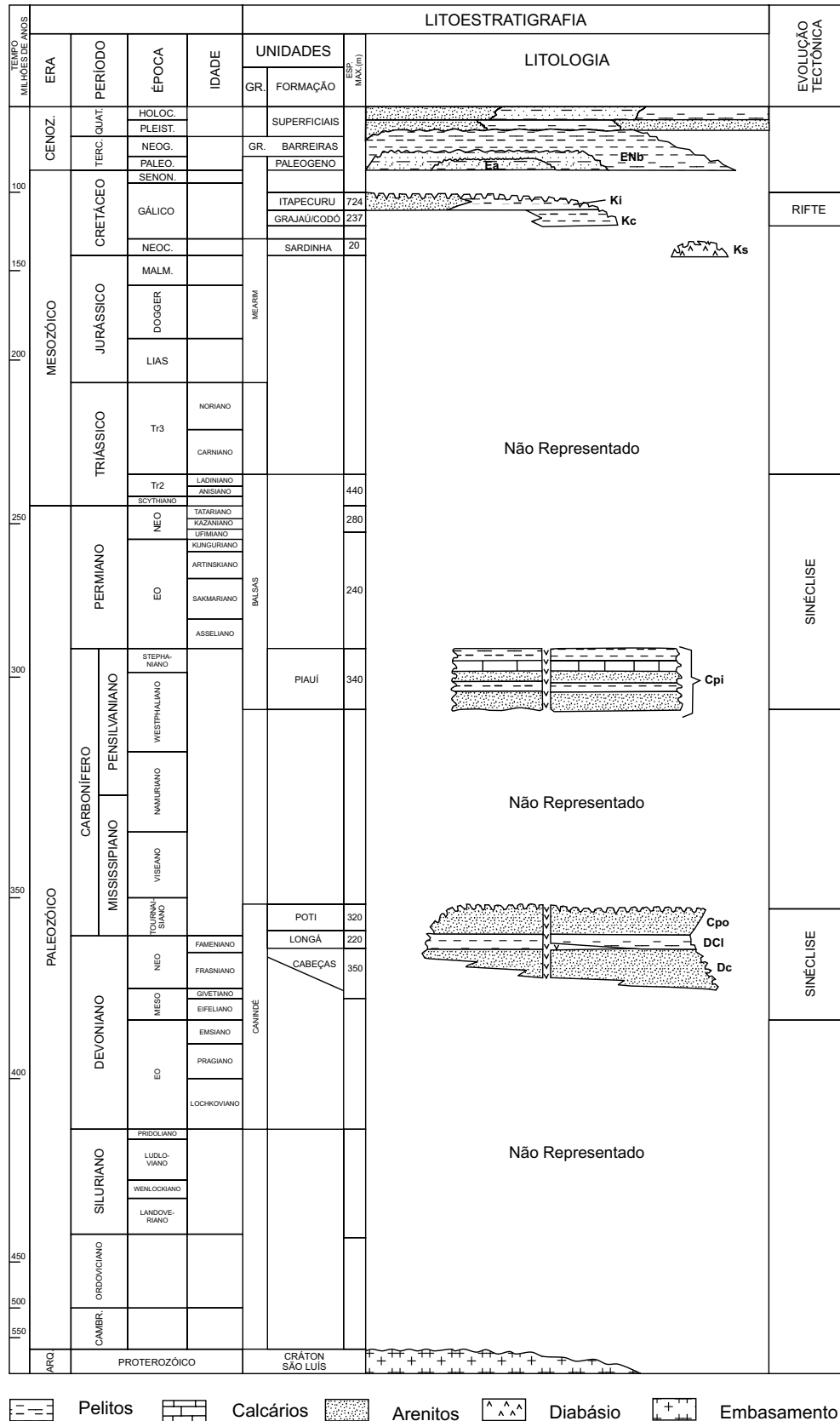


Figura 2.2 – Coluna estratigráfica da Bacia do Parnaíba nas folhas São Luís NE e SE, adaptada de Góes et al. (1990).

Lima & Leite (1978) concordaram com Campbell (1949), dizendo, entretanto, que na parte intermediária das camadas de folhelhos ocorrem intercalações de arenitos e siltitos cinza-claros a esbranquiçados e laminados; proposição adotada neste trabalho.

A Formação Longá ocorre a sudeste e principalmente a norte da cidade de Esperantina-PI e a oeste da cidade de Matias Olímpio-PI. Seus melhores afloramentos encontram-se na localidade de Boa Vista, nas proximidades da cidade de Morro do Chapéu do Piauí.

O contato inferior com a Formação Cabeças dá-se através de mudança brusca de litologia, o mesmo ocorrendo na relação de contato com a unidade que a sobrepõe, a Formação Poti.

Esta unidade é constituída por delgadas intercalações de camadas de arenitos com espessura variando de 3 a 10cm, separadas por níveis de silte e/ou argila com 1 a 2cm de espessura. Os arenitos geralmente apresentam estratificação plano-paralela, mostrando gradação normal e bases abruptas; às vezes laminação cruzada e marcas onduladas assimétricas, indicando transporte para sudoeste.

Na rodovia PI-117, que liga as cidades de Batalha e Esperantina, a 12,5km desta última, foram observadas camadas de siltito com cerca de 1cm de espessura e estratificação plano-paralela, separadas por pelitos. Superposto ao afloramento ocorre um *hardground* com fendas de dessecação e icnofósseis, que se apresentam como traços curvos de largura milimétrica, com relevo positivo.

Os ciclos com base abrupta e gradação (fotos 3 e 4) caracterizam turbiditos que são depósitos de correntes carregadas de sedimentos. No caso presente, os turbiditos são de baixa densidade, ou seja, turbiditos distais.

A presença de *hardground* indica um ambiente onde os processos deposicionais e erosionais ficam em equilíbrio. Tais ambientes são propícios à fixação de organismos, o que é indicado pela presença de icnofósseis, que aliado a presença de fendas de dessecação indica exposição subaérea e assim um ambiente de inter a supramaré.

Kegel (1953), estudando rochas da Formação Longá da borda leste da serra de Campo Maior, encontrou uma fauna de lamelibrânquios, característicos da parte inferior do Devoniano Superior.

Cruz *et al.* (1973), através de estudos bioestratigráficos regionais, indicam que as divisões estratigráficas estabelecidas pela palinologia nas unidades Longá e Poti, colocam a primeira no intervalo

compreendido entre o Devoniano Superior e o Andar Viseano, do Carbonífero Inferior.

Lima & Leite (1978) em análises paleontológicas identificaram em componentes microfaunísticos e macrofaunísticos, associações representativas de um mesmo intervalo de tempo para a sedimentação Longá, nos flancos leste e sudoeste da bacia, sendo datados do Neodevoniano/Eocarbonífero.

A Formação Longá é correlacionada a seções superiores das formações Ponta Grossa e Curuá, das bacias do Paraná e do Amazonas, respectivamente.

Formação Poti – Cpo

A Formação Poti foi definida por Lisboa (1914) para designar os folhelhos carbonáceos que afloram no vale do rio Poti, no Estado do Piauí. Posteriormente, Oliveira & Leonardos (1943), Campbell (1949) e Lima & Leite (1978), confirmaram a definição inicial, posicionando-a estratigraficamente entre as formações Longá e Piauí.

Na área, a Formação Poti ocorre principalmente nas margens do rio Parnaíba, ao sul da cidade de Nova Santa Quitéria-MA. Aflora também de maneira descontínua, formando corpos isolados, justapostos ou não à Formação Longá, com a qual faz contato gradacional; a sul da cidade de Esperantina-PI e no extremo-oriental da área.

Ela consiste em arenitos finos com ondulações truncadas (*hummocky*) e laminações plano-paralelas, além de intercalações de arenitos e folhelhos contendo estruturas *wavy* e *linsen*, mostrando marcas onduladas, caracterizando o retrabalhamento por ondas, devido provavelmente a tempestades. Em alguns afloramentos, as marcas onduladas indicam paleocorrente para sudoeste (220° / 230° Az).

Em um afloramento no extremo-oriental da área, na rodovia PI-213, que liga as cidades de Esperantina e Rosário, observou-se que os arenitos desta formação possuem marcas onduladas de topo plano e *ladderback ripples* (foto 5).

Na cidade de Nossa Senhora dos Remédios-PI, a Formação Poti é constituída por arenitos vermelhos e siltitos esbranquiçados, onde se observa o topo das camadas marcado por onda assimétrica de cristas retas (foto 6), com indicação de transporte para noroeste, marcas de onda de interferência e identificou-se um icnofóssil que, segundo Ribeiro *et al.* (1998), trata-se possivelmente de um traço meandriforme de Helminthoída.

As estruturas sedimentares (*wavy, linsen, marcas onduladas de topo plano e ladderback ripples*), encontradas nos sedimentos da Formação Poti, indicam sua deposição em planície de maré, possivelmente na sua porção média. E o retrabalhamento de seus sedimentos por ondas sugere que esta planície de maré foi localmente afetada por tempestades.

Aguiar (1971), baseando-se em análises de micro e microfósseis, posiciona a Formação Poti no Eocarbonífero (Mississípiano).

A Formação Poti, baseado nas similaridades litológica e palinológica, é correlacionada à Formação Faro, da Bacia Amazônica e à Formação Inajá da Bacia Tucano-Jatobá.

2.2.1.2 Grupo Balsas

O Grupo Balsas foi proposto por Góes (1990, 1993) para reunir o complexo clástico-evaporítico, sobreposto em discordância ao Grupo Canindé e sotoposto, também em discordância, às formações Mosquito (leste da bacia), Grajaú, Codó e Itapecuru (norte e nordeste da bacia), Urucuaia (sul da bacia) e ao Grupo Mearim na parte central. É constituído por quatro formações: Piauí, Pedra de Fogo, Motuca e Sambaíba, ocupando o intervalo compreendido entre o Neocarbonífero (Formação Piauí) e o Paleotriássico (Formação Sambaíba).

Na área trabalhada, o Grupo Balsas é representado apenas pela Formação Piauí.

Formação Piauí – Cpi

A Formação Piauí foi definida por Small (1914) que utilizou o termo Série Piauí para designar a seqüência paleozóica completa da Bacia do Parnaíba. Posteriormente, estudos regionais de Oliveira & Leonardos (1934, *apud Santos et al.*, 1984) e de Duarte (1936) restringiram o termo “série” para representar somente as camadas carboníferas do Pensilvaniano.

A Formação Piauí ocorre na margem esquerda do rio Parnaíba, no extremo-sul da Folha São Luís SE. Seus melhores afloramentos foram encontrados entre as cidades de Buriti e Duque Bacelar, fora do limite sul da área.

Litologicamente, a Formação Piauí, no âmbito das folhas estudadas, é constituída de arenitos, siltitos e folhelhos; apresentando geometria tabular com baixa lenticularidade e mostrando grande persistência lateral. Os arenitos são de granulometria fina a média com matriz caulínica, onde predominam estratificações plano-paralelas e cruzadas de

baixo ângulo, do tipo *herring bone*. Nos siltitos e folhelhos observam-se marcas onduladas com topo plano, indicando transporte para oeste.

Este conjunto de rochas indica que trata-se de depósitos de praia (zona litorânea), em regime de fluxo superior, associado a depósitos de planície de maré.

Campanha & Rocha Campos (1979), estudando a microfauna de conodontes em calcários do topo da Formação Piauí, chegaram à conclusão que esta formação é datada do Pensilvaniano Inferior a Médio.

Anelli (1993), estudando os pelecípodes desta formação, admite que a assembléia encontrada foi formada no Neopaleozóico, com distribuição geológica correspondente a todo o Pensilvaniano.

A Formação Piauí é correlacionada com a Formação Monte Alegre da Bacia do Amazonas e com o Grupo Aquidauana da Bacia do Paraná.

2.2.1.3 Grupo Mearim

O Grupo Mearim foi proposto por Lisboa (1914) e posteriormente por Aguiar (1969) para englobar as formações Mosquito, Pastos Bons, Corda e Sardinha, ocupando o intervalo compreendido entre o Neotriássico (Formação Mosquito) e o Eocretáceo (Formação Sardinha). O Grupo Mearim é representado na área trabalhada apenas pela Formação Sardinha.

Formação Sardinha - Rochas Intrusivas Básicas – Ks

As rochas intrusivas básicas que ocorrem na Bacia do Parnaíba são classificadas petrograficamente como diabásios. Na área correspondem ao vulcanismo Sardinha do Cretáceo Inferior.

A Formação Sardinha foi denominada por Aguiar (1969) para definir os basaltos que afloram a sudoeste da cidade de Barra do Corda, próxima à Aldeia Sardinha, e mapeados anteriormente por Moore (1961). Aguiar (*op. cit.*) posicionou estratigraficamente a Formação Sardinha acima da Formação Corda e abaixo da Formação Itapecuru.

Cunha & Carneiro (1972) posicionaram os basaltos Sardinha acima da Formação Grajaú e abaixo da Formação Codó. Eles correlacionaram em linha de tempo às soleiras de diabásio intrudidas nas unidades Pastos Bons e Grajaú, região de Colinas - Mirador.

A Formação Sardinha ocorre no extremo-sudeste da Folha São Luís SE, nas cercanias das cidades de Esperantina e Luzilândia, onde constituem lentes ou soleiras, geralmente interpostas entre as unidades estratigráficas Cabeças e Longá ou Longá e

Poti. Não se observou a relação de contato com estas formações, delimitando-se seus corpos através de interpretações de fotografias aéreas e imagens de satélite. Foram observados também diques de direção NW-SE e NE-SW, não mapeáveis na escala deste trabalho.

Litologicamente, a Formação Sardinha, na área trabalhada, é constituída essencialmente por diabásio e, raramente, gabro. Eles foram intrudidos sob condições subaéreas e têm características semelhantes aos da Formação Mosquito, também definida por Aguiar (1969), às quais atribui-se idade juro-triássica.

O vulcanismo básico é testemunho da atividade tectônica que atuou na plataforma brasileira. É de natureza episódica e está associado ao amplo magmatismo básico que se estendeu por todo o Continente Gondwana.

A Formação Sardinha de idade eocretácica é considerada correlacionável à Formação Serra Geral, da Bacia do Paraná.

2.2.1.4 Formação Codó – Kc

O termo Formação Codó foi utilizado inicialmente por Campbell (1949) para denominar a unidade estratigráfica constituída de folhelhos betuminosos, calcários, lentes e concreções de gipsita, que ocorrem acima da Formação Corda e sob a Formação Itapecuru.

Mesner & Wooldridge (1964) atribuíram idade cretácica e paleoambiência lagunar para a Formação Codó e subdividiram-na em três membros: inferior, constituído de folhelhos pretos e betuminosos, com intercalações de lâminas de calcários fossilíferos; médio, constituído de arenitos com fósseis marinhos; e, superior, de folhelhos cinza com fósseis de gastrópodes marinhos.

Resende & Pamplona (1970) relacionaram a sedimentação da Formação Codó com a evolução do Arco Ferrer-Urbano Santos.

Aguiar (1971) concordou com Campbell (1949), concluindo que os contatos da Formação Codó com as formações Grajaú (base) e Itapecuru (topo) são concordantes, mas que, devido às irregularidades da Superfície pré-Grajaú, ela pode repousar sobre unidades mais antigas.

Carneiro (1974) concluiu que as formações Codó e Grajaú são interdigitadas e seus contatos com a Formação Corda subjacente são concordantes.

Leite *et al.* (1975) subdividiram a Formação Codó em três unidades: inferior, constituída por conglomerados e folhelhos pretos e cinza-esverdeados, lami-

nados, com finas intercalações de calcário e no topo uma camada de gipsita; média, composta de um conglomerado polimítico, sotoposta por folhelhos com ostracodes na base e margas com ostracodes, gastrópodes e lamelibrânquios no topo; superior, constituída por arenito calcífero, cinza, micáceo e silito com restos de plantas, ostracodes e gastrópodes.

Para Caputo (1984), a Formação Codó mergulha para norte em suave discordância angular com as rochas pré-Codó que mergulham para sul. Ele subdividiu a formação em três partes: basal, lagunar-evaporítica; média, marinho-lagunar; e superior, lacustrino-deltaica.

Neste trabalho utiliza-se o termo Formação Codó como proposto por Campbell (1949) e adotou-se a subdivisão proposta por Lima & Leite (1978).

Na área trabalhada a Formação Codó ocorre ao sul da cidade de Chapadinha (Folha São Luís SE), ao longo do vale do rio Munim. Em nenhum local observou-se diretamente a natureza do contato com as formações pré-Codó. Na Bacia do Parnaíba, como um todo, admite-se que o contato da Formação Codó com as formações mais antigas seja marcado por discordância angular erosional e o seu contato com a unidade mais nova (Formação Itapecuru) é admitido como transicional. Quando esta formação está em contato com a cobertura terciária (Grupo Barreiras), seu contato é discordante e erosional, marcado normalmente por um conglomerado desorganizado.

Litologicamente é constituída por folhelhos vermelhos, argilosos, calcíferos ou não, e calcilutitos creme a castanho-claros recristalizados. Estas rochas pertencem à unidade inferior da Formação Codó e constituem a unidade de fácies denominada de evaporítica, que possui duas litofácies (quadro 2.1): a primeira de folhelhos avermelhados, argilosos, em parte não calcíferos, de laminação ondulada a plano-paralela (fv), e a segunda constituída por calcilutitos creme a castanho-claros, sacaroidais, recristalizados e com baixa lenticularidade (cr).

Rodrigues *et al.* (1994b), em amostras de calcilutitos parcialmente recristalizados, semelhantes aos aqui encontrados, identificaram esporomorfos e ostracodes do Cretáceo (Aptiano-Albiano), o que corrobora com o posicionamento da Formação Codó no Eocretáceo (Aptiano).

Levando-se em consideração a litologia encontrada e o conteúdo fóssil da Formação Codó, sugere-se um ambiente lagunar de águas rasas que manteve por algum tempo uma estreita ligação com o mar, terminando com uma regressão que causou a deposição da seqüência evaporítica da Formação Codó que ocorre na área trabalhada.

Quadro 2.1 – Caracterização e interpretação das litofácies da Formação Codó.

UNIDADE DE FÁCIES	LITOFÁCIES	LITOLOGIA/TEXTURA	ESTRUTURAS SEDIMENTARES	GEOMETRIA	INTERPRETAÇÃO
EVAPORÍTICA	fv	Folhelhos vermelhos argilosos.	Laminação ondulada a plano-paralela.	Tabular	Lagunar de água rasa.
	cr	Calclutitos creme a castanho-claros, sacaroidais, recristalizados.	Maciço	Baixa lenticularidade	Lagunar de água rasa, restrita.

A Formação Codó é correlacionável à Formação Santana, da Bacia do Araripe.

2.2.1.5 Formação Itapecuru – Ki

O termo Itapecuru foi inicialmente utilizado por Lisboa (1914) que denominou de Camadas Itapecuru os sedimentos aflorantes nos vales dos rios Itapecuru e Alpercatas, ao norte da cidade de Pastos Bons, posicionando-os, com dúvidas, no Permiano.

Campbell (1949) inicialmente propôs o nome de Formação Serra Negra para os sedimentos referidos ao Terciário e que ocorrem sotopostos ao Grupo Barreiras e sobrepostos à Formação Codó, encontrados na serra homônima. Ele dividiu o perfil aflorante em dois pacotes: um basal, constituído por folhelhos vermelhos e cinzentos, contendo lentes de arenitos, calcíferos ou não, distribuídos nas terras baixas em torno das colinas; denominando-o de Camadas Sopé; e outro superior, formado por arenitos de textura fina a conglomerática com estratificação cruzada e siltito de cores variegadas, contendo folhelhos vermelhos; denominando-o de Camadas Serra. A unidade basal que se assenta discordantemente sobre a Formação Corda, foi interpretada como de fácies subaquosa, e a presença de camadas calcíferas indicaria a mudança da sedimentação marinha para sedimentação continental. Posteriormente, Campbell (1949), propôs o termo Formação Itapecuru para designar as Camadas Itapecuru de Lisboa (1914), incluindo nesta unidade estratigráfica a Formação Serra Negra, proposta anteriormente por ele.

Lima & Leite (1978) adotaram a posição de Campbell (1949), referindo como Formação Itapecuru ao conjunto de arenitos de cores variegadas com estratificação cruzada e plano-paralela, textura fina a grossa e intercalações de siltito e lamito. Mencionaram que na porção noroeste da bacia ocorrem crostas lateríticas e bauxíticas, derivadas desta unidade. Para eles, a Formação Itapecuru re-

pousa discordantemente sobre a Formação Codó ou sobre unidades mais antigas.

A Formação Itapecuru que ocorre na porção da Bacia do Parnaíba estudada neste trabalho, compreende exatamente a área mapeada por Lovato *et al.* (1995). Para estes autores, a Formação Itapecuru que ocorre na área é semelhante em termos: litológico, faciológico e de ambiente deposicional, ao Membro Alcântara, da Formação Itapecuru, cartografado por Rodrigues *et al.* (1994a) na Bacia de São Luís. Portanto, neste trabalho, essas unidades foram cartografadas como Formação Itapecuru (Ki).

Para eles, a Formação Itapecuru aflorante na área é constituída de uma litofácies dominante, à qual se associam quatro litofácies subordinadas. A litofácies dominante foi designada de pelitos com laminação plano-paralela (pp) e as subordinadas de: pelitos com geometria sigmoidal (ps), pelitos arenosos com estratificação cruzada de baixo ângulo (pac), argilitos tabulares com intercalações de calcário (atc) e arenitos finos com grânulos de quartzo (af). O quadro 2.2 resume as características dessas litofácies.

Lovato *et al.* (1995), levando em consideração as diversas litofácies desta formação, aflorante na porção setentrional da Bacia do Parnaíba, sugeriram que a deposição dos seus sedimentos se deu em um ambiente transicional de provável planície sublitorânea, fato ratificado neste trabalho. O estabelecimento deste ambiente foi resultado da instabilidade tectônica, associada ao rifteamento que conduziu à abertura do Atlântico Equatorial, possibilitando a evolução de um sistema fluvial oriundo de oeste, representado nas folhas São Luís NW e SW (Almeida & Martins, 1999).

Price (1947), identificou vértebras de saurópodos em arenitos da Formação Itapecuru na ilha de Livramento, em frente à cidade de Alcântara (MA), que indicaram idade posterior ao Triássico e anterior aos sedimentos Barreiras, do Terciário.

Mesner & Wooldridge (1964) e Miura & Barbosa (1972), colocaram a Formação Itapecuru no Cretáceo, Andar Albiano.

Quadro 2.2 – Caracterização das litofácies da Formação Itapecuru, modificada de Lovato et al. (1995).

LITOFÁCIES	LITOLOGIA/TEXTURA	ESTRUTURAS SEDIMENTARES	GEOMETRIA	INTERPRETAÇÃO
pp	Siltitos e argilitos laminados, lateritizados.	Estratificação plano-paralela.	Tabular	Produtos de tração-suspensão em ambiente subaquoso de baixa energia.
pac	Siltitos arenosos	Estratificação cruzada de baixo ângulo, com truncamentos.		Produtos de tração-suspensão com episódio de decantação em ambiente de baixa energia. Fácies distais de prováveis frentes deltaicas.
ps	Siltitos e arenitos muito finos e argilitos.	Estratificação plano-paralela, marcas onduladas e fissibilidade nos argilitos.	Sigmoidal amalgamada	Prováveis lobos deltaicos em lagos rasos de águas calmas.
atc	Argilitos fósseis e calcilitos peletoidais.	Estratificação ondulada a plano-paralela.	Tabular	Ambiente subaquoso de baixa energia e deposição em lagos de regiões áridas.
af	Arenitos finos a muito finos com grânulos de quartzo.	Estratificação cruzada acanalada, gradação normal.	Lenticular	Depósitos de preenchimento de canal fluvial.

Colares & Araújo (1990), ratificaram a idade cretácica para esta formação, baseando-se em seu conteúdo fóssil.

A Formação Itapecuru é correlacionada à Formação Tutóia, da Bacia de Barreirinhas (Mesner & Wooldridge, *op. cit.*) e Uruçuia, da Bacia Sanfranciscana (Barbosa *et al.*, 1966).

2.2.2 Bacias de São Luís e de Barreirinhas

A porção setentrional da Folha São Luís SE e a totalidade da Folha São Luís NE são cobertas por sedimentos das bacias de São Luís e Barreirinhas, implantadas ao norte da Sinéclise Paleozóica do Parnaíba, como resultado da Reativação Wealdeniana da Plataforma Brasileira (Almeida, 1967). Elas são bacias do tipo rifte fissural.

Limitam-se ao sul pelos arcos Ferrer-Rosário-Bacaba e Urbano Santos, de direção aproximada leste-oeste e ao norte por falhas com rejeito vertical de 2.000 a 4.000m. São separadas pelo Alto de Rosário, nas proximidades da cidade homônima; constituído por tonalitos pré-cambrianos. O limite ocidental da Bacia de São Luís é o Alto Tocantins, que a separa da Fossa de Marajó e o limite oriental da Bacia de Barreirinhas são as rochas cristalinas do Maciço de Granja, de Almeida (1967).

A Bacia de São Luís ocupa uma área continental de aproximadamente 33.000km², enquanto a Bacia de Barreirinhas alcança 15.000km². Na primeira, a coluna sedimentar atinge a espessura de aproximadamente 4.500m, dos quais, 2.500m são do Mesozóico (Cretáceo) e o restante do Cenozóico. Na Bacia de Barreirinhas teriam se acumulado 10.000m de sedimentos, dos quais 8.000m pertencem ao Mesozóico (Cretáceo Inferior a Superior) e o restante ao Cenozóico.

2.2.2.1 Bacia de São Luís

Na área, a Bacia de São Luís é constituída por rochas cretácicas da Formação Itapecuru, recobertas por formações superficiais de idade cenozóica: Paleogeno, Grupo Barreiras, coberturas lateríticas e depósitos quaternários (figura 2.3).

As rochas de idade cretácica da Bacia de São Luís, que ocorrem na área objeto deste trabalho, foram estudadas por Rodrigues *et al.* (1994a) e consideradas como pertencentes a uma única unidade estratigráfica, a Formação Itapecuru. Estes autores a subdividiram em duas subunidades: uma inferior, denominada de Membro Psamítico, e outra superior, denominada de Membro Alcântara, coincidente em parte com a Formação Alcântara, proposta por Cunha (1968).

Membro Psamítico da Formação Itapecuru

O Membro Psamítico aflora entre as cidades de São João Batista e São Bento e em áreas restritas na base de falésias na cidade de Alcântara (foto 7) e nas praias de São Francisco, São Marcos e Boqueirão, situadas na ilha de São Luís.

Esse membro repousa concordantemente sobre a Formação Codó e, discordantemente, sobre os sedimentos do Mesozóico, Paleozóico e de rochas do embasamento (Caputo, 1984). São recobertos, através de pequena discordância angular, pelo pacote pelítico-carbonático do Membro Alcântara dessa mesma formação e por sedimentos flúvio-lacustres holocênicos das planícies de inundação dos rios Pericumã e Aurá (Rodrigues *et al.*, 1994a).

Suas rochas foram afetadas por processos de lateritização, tendo-se desenvolvido um perfil pouco

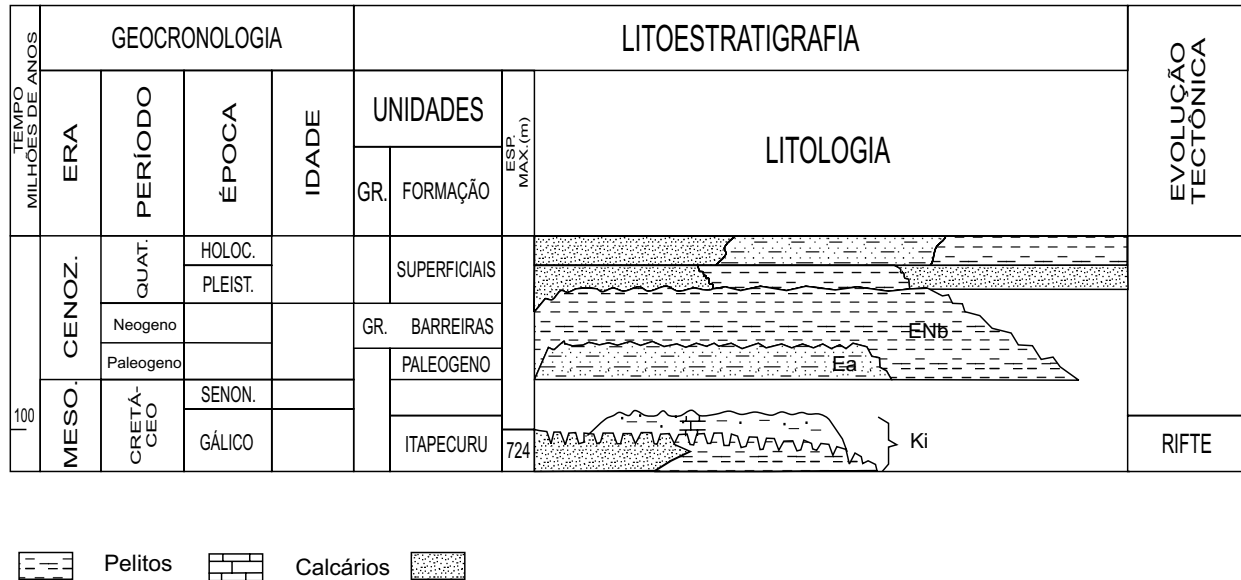


Figura 2.3 – Carta estratigráfica da Bacia de São Luís, adaptada de Góes et al. (1990).

evoluído, de pequena espessura (3 a 4m de pos-sança), caracterizando uma cobertura detrítico-laterítica.

Rodrigues *et al.* (*op. cit.*) estudando um afloramento deste membro na cidade de Alcântara, identificaram duas unidades de fácies: a inferior arenosa (A), com quatro litofácies e a superior síltico-carbonática (S), com três litofácies. A unidade de fácies arenosa é constituída pelas seguintes litofácies, da base para o topo: arenitos vermelhos com estratificação cruzada acanalada de grande porte e feições do tipo costela (ac); arenitos vermelhos fluidizados (vf); arenitos brancos e vermelhos com estratificação do tipo 2D e plano-paralela (sp) e arenitos brancos e vermelhos com estratificação cruzada festonada (cf). A unidade de fácies síltico-carbonática, também da base para o topo, compõe-se das seguintes litofácies: siltitos vermelhos de estratificação plano-paralela (pp); pelitos com estruturas *wavy*, *linsen* e *climbing* (pw) e calcilutitos dolomitizados com estratificação ondulada (cd). O quadro 2.3 mostra as principais características de cada litofácies e sua interpretação genética.

As medidas de paleocorrentes obtidas por Rodrigues *et al.* (1994a) nos sedimentos transicionais da unidade de fácies arenosa (A), indicam transporte para nordeste e sudeste. O sentido nordeste coincide com a tendência geral de afundamento da Bacia São Luís, a partir de seu bordo interno configurado pelo Arco Ferrer-Urbano Santos. Este sentido seria o mesmo de transporte das marés de vazante, enquanto que o sentido sudeste representaria aquele de marés cheias que avançaram sobre a

zona de praia, retrabalhando os sedimentos aí depositados.

Membro Alcântara da Formação Itapecuru

Rodrigues *et al.* (1994a) utilizaram o termo Membro Alcântara, da Formação Itapecuru, para designar os siltitos e folhelhos vermelhos, coesos, com estratificação plano-paralela, acanaladas, baixo ângulo e pequenos sigmóides; em camadas decimétricas de grande continuidade lateral, que intercalam alguns bancos tabulares e lenticulares de calcário creme-esbranquiçado (figura 2.4).

Esta unidade aflora em áreas muito restritas, geralmente em cortes de falésias, não cartografáveis na escala deste trabalho, e geralmente capeada por sedimentos terciários. Seus melhores afloramentos são: no continente; na falésia de Alcântara, pela margem direita do igarapé Puçá e na falésia do litoral de Peru, área do antigo Farol do Itacolomi; e na ilha de São Luís, nas falésias das praias de Boqueirão (ao lado do Porto de Itaquí) e São Francisco (onde se localiza o Farol de São Marcos).

O Membro Alcântara repousa em discordância angular sobre os sedimentos do Membro Psamítico e, quando está sobreposto por sedimentos pertencentes ao Grupo Barreiras, o contato é erosional discordante.

Suas rochas foram submetidas a processos de lateritização, tendo desenvolvido um perfil pouco evoluído, apresentando processos de ferruginização e caulnização em todos os perfis estudados.

Quadro 2.3 – Caracterização e interpretação das litofácies do Membro Psamítico da Formação Itapecuru (modificado de Rodrigues et al., 1994a).

UNID. FÁCIES	LITOFÁCIES	LITOLOGIA/ TEXTURA	ESTRUTURAS SEDIMENTARES	GEOMETRIA	INTERPRETAÇÃO
SILTICO-CARBONÁTICA (S)	cd	Calcarenito de intraclastos e pelóides (25%) imersos em matriz micrítica dolomitizada (75%). Veios de calcita espática.	Laminação ondulada e truncada por ondas.	Tabular com acunhamento	Ambiente de baixa a média energia, possivelmente da zona de intermaré a submaré rasa.
	pw	Pelitos micáceos em parte fluidizados e com feições de escape de fluidos.	Laminação plano-paralela e ondulada. Estruturas wavy, linsen e climbing ripple. Cruzadas de baixo ângulo.	Tabular	Plataforma rasa, protegida, de baixa energia, em contexto de baía ou golfo resultante de transgressão marinha. Escasso aporte de clásticos continentais mais grosseiros.
	pp	Siltito micáceo de aspecto bioturbado.	Estratificação plano-paralela	Tabular	Plataforma rasa, protegida, de baixa energia, em contexto de baía ou golfo resultante de transgressão marinha.
ARENOSA (A)	cf	Arenito fino a médio, quartzoso, caulinizado, escassa matriz argilosa, submaturo.	Maciço na base. Para o topo, estratificações cruzadas festonadas, cortadas por ondas.	Lenticular	Preenchimento de canais fluviais de ambiente transicional para plataforma rasa, encaixados na litofácies Asp.
	sp	Arenito fino a médio, com feldspato caulinizado, escassa matriz argilosa, submaturo.	Tidal bundles com lama, espinhas-de-peixe, estratificação plano-paralela, wavy, climbing, catenárias, hummockies.	Lenticular	Ambiente de <i>shoreface</i> com episódios marcados por ondas de alta energia e influência de marés, num contexto de plataforma rasa sem influência deltaica. No topo, processos subaquosos de baixa energia, envolvendo tração e suspensão.
	vf	Arenito fino a médio, quartzoso, caulinizado, escassa matriz argilosa, submaturo.	Maciço, fluidizado. Raras estruturas de colapso. Corte por ondas no topo.	Irregular	Prováveis <i>tidal bundle</i> e/ou dunas eólicas de planície costeira retrabalhadas pelo mar em contexto de <i>shoreface</i> .
	ac	Arenito vermelho, granulometria fina a média, submaturo, micáceo.	Estratificações cruzadas acanaladas de grande porte e costelas. Estratificação plano-paralela. Tidal bundles com neap e spring tide.	Lenticular	Formas de leito caracterizadas pela migração de dunas de pequena amplitude, em ambiente de <i>shoreface</i> , com transporte bidirecional. Em parte, sugerem natureza eólica.

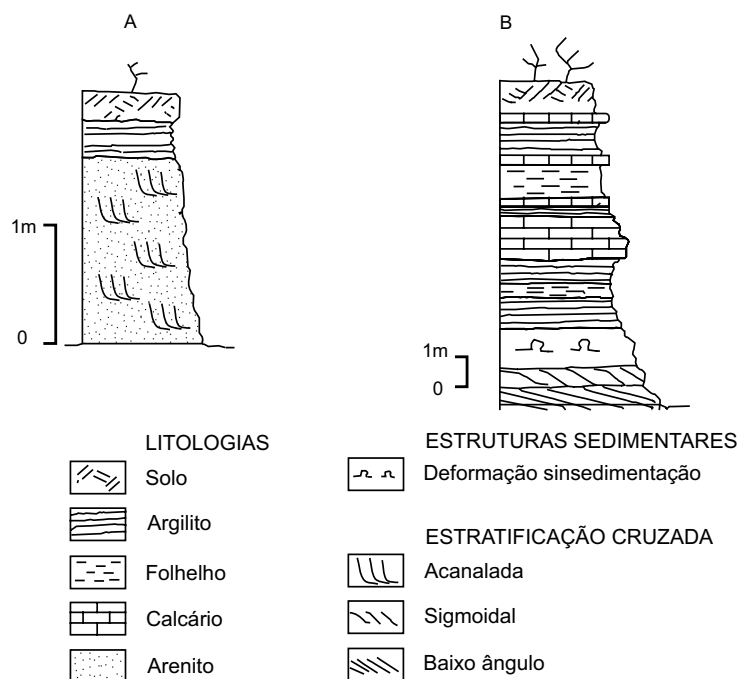


Figura 2.4 – Colunas estratigráficas do Membro Alcântara da Formação Itapecuru, em Alcântara - MA (segundo A.J. Pedreira).

Aqueles autores afirmam que o Membro Alcântara apresenta duas unidades de fácies: uma pelítica, com duas litofácies e a outra de natureza carbonática, também com duas litofácies. A fácies pelítica (P), formada por uma litofácies basal síltico-arenosa (sa), e a litofácies do topo essencialmente argilosa (pp). A fácies carbonática (C) é constituída pelas litofácies calcilutito micrítico (cm) (foto 8) e argilito creme (ag). O quadro 2.4 resume as caracterização e interpretação das fácies sedimentares do Membro Alcântara.

Segundo Rodrigues *et al.* (1994a) o Membro Psamítico da Formação Itapecuru tem idade cretácica (Albiano) e o Membro Alcântara tem idade cretácica superior.

2.2.2.2 Bacia de Barreirinhas

A Bacia de Barreirinhas ocupa a porção nordeste da Folha São Luís SE e também foi estudada por Rodrigues *et al.* (1994a). Na área objeto deste trabalho, esta bacia está recoberta por extensa cobertura arenosa, fracamente a não-consolidada, de idade cenozóica.

Essa bacia vem sendo estudada de forma sistemática pela Petrobras, desde a década de 60.

Noguti (1964) dividiu os sedimentos da Bacia de Barreirinhas em dois grupos: Canárias (inferior), que compreende as formações Tutóia e Itapecuru, além de um intervalo não definido; e, Caju (superior), que engloba as formações Barreirinhas e Humberto de Campos.

Pamplona (1969), integrando dados de geofísica e de subsuperfície, reinterpreto a seqüência sedimentar de idade cretácica da Bacia de Barreirinhas, admitindo dois ciclos de evolução: um terrígeno inferior pertencente ao Grupo Canárias, e um superior, carbonático, pertencente ao Grupo Caju.

Brasil-DNPM (1987) subdividiu a Formação Humberto de Campos em dois membros: Areinhas (seção arenosa) e Ilha de Santana (seção calcárgilosa).

Rodrigues *et al.* (1994a) encontraram um único afloramento de sedimentos arenosos, localizado na margem direita do rio Munim, na cidade de Icatu, caracterizando-o como pertencente à Formação Humberto de Campos (Grupo Caju), do Cretáceo, da Bacia de Barreirinhas. Segundo aqueles autores, na área trabalhada, a Formação Humberto de Campos é constituída por arenito fino com estratificação plano-paralela e siltito creme de aspecto placoso que o sobrepõe. De acordo com os mesmos autores, não foi possível observar o contato

dessas rochas com as rochas sotopostas, entretanto, eles observaram que a Formação Humberto de Campos está em contato com sedimentos de natureza eólica, pertencentes ao Quaternário (Pleistoceno), através de uma discordância.

Rodrigues *et al.* (1994a) caracterizaram uma única unidade de fácies para a Formação Humberto de Campos, que da base para o topo está representada pelas litofácies de arenito creme e siltito placoso. Eles admitem que ambas as litofácies desta unidade pertençam a depósitos marinhos litorâneos de fácies proximal de plataforma rasa, que teria caracterizado o paleoambiente da Bacia Barreirinhas no Cretáceo.

Miura & Barbosa (1972) colocam a Formação Humberto de Campos no Cretáceo, de idade turo-niana a santoniana.

A área de afloramento da Formação Humberto de Campos não é cartografável na escala deste trabalho.

2.3 Formações Superficiais

As coberturas cenozóicas que ocorrem no âmbito das folhas São Luís NE e SE foram agrupadas como Formações Superficiais e abrangem o Paleogeno, o Grupo Barreiras, as coberturas lateríticas terció-quaternárias e as coberturas quaternárias (pleistocênicas e holocênicas).

2.3.1 Paleogeno – Ea

Esta unidade foi informalmente denominada por Rodrigues *et al.* (1994a). Seus sedimentos encontram-se sobrepostos discordantemente ao Membro Alcântara da Formação Itapecuru e sotopostos, também discordantemente, ao Grupo Barreiras, cujo contato é caracterizado por uma superfície erosiva ondulada. Litologicamente esta unidade é constituída de um modo geral por siltitos e argilitos de várias cores, contendo intercalações de arenitos finos a médios, também de cores variegadas. São sedimentos pouco consolidados, de baixa diagênese, bastante lateritizados e caulinizados.

Englobam os sedimentos considerados em trabalhos anteriores como pertencentes à Formação Pirabas (Lima & Leite, 1978), que ocorrem na ilha de São Luís e à Formação Alter do Chão (Cunha, 1968), das falésias entre as baías de Cumã e São Marcos. Também são semelhantes aos depósitos da Formação Ipixuna, descritos por Francisco *et al.* (1971).

Quadro 2.4 – Caracterização e interpretação das litofácies do Membro Alcântara da Formação Itapecuru (modificado de Rodrigues et al., 1994a).

UNID. FÁCIAS	LITOFÁCIAS	LITOLOGIA/TEXTURA	ESTRUTURAS SEDIMENTARES	GEOMETRIA	INTERPRETAÇÃO
CARBONÁTICA (C)	ac	Argila maciça, dura, muito fragmentada, mostrando fraturas conchoidais.	Estratificação plano-paralela (?).	Tabular	Decantação de argila de suspensão em ambiente de baía e/ou lagunar.
	cm	Calculito impuro peletoidal, levemente neomorfizado.	Laminação ondulada, estilolitização incipiente.	Tabular a lenticular	Deposição química de carbonato em ambiente de baía e/ou lagunar de águas calmas em contexto de submaré.
PELÍTICA (P)	pp	Silte a argila com níveis de areia muito fina, submaturos, micáceos.	Estratificação plano-paralela bem definida e internamente nos sets wavy, linsen e climbing.	Tabular	Formas de leito com tração de fundo, originando depósitos de frente deltática com barras de plataforma (turbiditos distais).
	sa	Silte e areia muito fina, com argila, imaturos e micáceos.	Fluidização parcial, estratificação plano-paralela, wavy, linsen, climbing. Pequenos sigmóides do tipo 2D.	Tabular	Formas de leito plano com aporte escasso de areias finas, originando depósitos de frente deltática pelítica.

Segundo Rodrigues *et al.* (1994a) estes sedimentos ocorrem em extensão contínua na porção setentrional da ilha de São Luís e a oeste da cidade de Palmeirândia (MA), além de um corpo, delimitado durante os trabalhos de campo, localizado na margem esquerda do rio Parnaíba, nas cercanias da cidade de Nova Santa Quitéria (MA) e na entrada da cidade de São Bernardo (MA), não mapeável nesta escala.

Estes autores, reuniram as rochas desta unidade informal em duas unidades de fácies: uma arenosa, com seis litofácies e outra lamosa com quatro litofácies. As litofácies da unidade de fácies arenosa (A) são: conglomerado (cg), arenitos lenticulares fluidizados (lf), arenitos com *tidal bundles* (tb), arenitos com filmes de lama (fl), arenitos médios com cruzadas festonadas (cf) e arenitos com estratificação plano-paralela e *curllets* (pc); e as da unidade de fácies lamosa (L) são: pelitos e arenitos com *wavy* e *linsen* (wl), pelitos ondulados com *megaripples* (mr), pelitos com *swale* e *megaflaser* (sf) e pelitos laminados (pp) (fotos 9 e 10). A figura 2.5 mostra um perfil esquemático caracterizando as litofácies desta unidade, em um afloramento situado na praia de Calhau (desembocadura do rio Cojupe), na ilha de São Luís.

Os quadros 2.5 e 2.6 resumem as características das diferentes litofácies, inclusive com a interpretação dos ambientes e processos sedimentares nelas atuantes.

Os sedimentos da unidade informal Paleogeno são afossilíferos. Rodrigues *et al.* (1994a), baseando-se em trabalhos anteriores e em dados de campo, considerou seus sedimentos como de idade terciária paleogena.

2.3.2 Grupo Barreiras – ENb

O termo Barreiras foi usado inicialmente por Branner (1902) para designar as camadas areno-argilosas de cores variegadas que afloram nas falésias ao longo do litoral do Nordeste brasileiro.

Bigarella & Andrade (1964) formalizaram o termo Grupo Barreiras para aquelas camadas de cores variegadas que ocorrem no litoral de Pernambuco, de idade cenozóica.

Lima & Leite (1978) incluem no Terciário os sedimentos imaturos que ocorrem sob a forma de extensas coberturas, capeando todas as unidades da Bacia do Parnaíba, como sendo pertencentes ao Grupo Barreiras.

Rodrigues *et al.* (1994a), no mapeamento das folhas São Luís e Cururupu, escala 1:250.000, que compõem as folhas objeto deste trabalho, consideraram que os sedimentos areno-argilosos que ocorrem naquelas folhas pertencem à Formação Barreiras.

Para eles, naquela área, a Formação Barreiras é constituída de três unidades de fácies: conglomerática (C), arenosa (A) e pelítica (P). A conglomerática (foto 11) com uma única litofácies: conglomerado de canga laterítica ou petroplintitos (cg); a arenosa constituída de duas litofácies: arenitos argilosos (ag) e arenitos de preenchimento de canais (pc); e a pelítica formada por três litofácies: siltitos argilosos ocre (as), argilas avermelhadas (av) e argilas esbranquiçadas (ab). O quadro 2.7 apresenta as principais características de cada litofácies e suas interpretações genéticas.

Neste trabalho volta-se a utilizar o termo proposto por Bigarella & Andrade (1964), Grupo Barreiras,

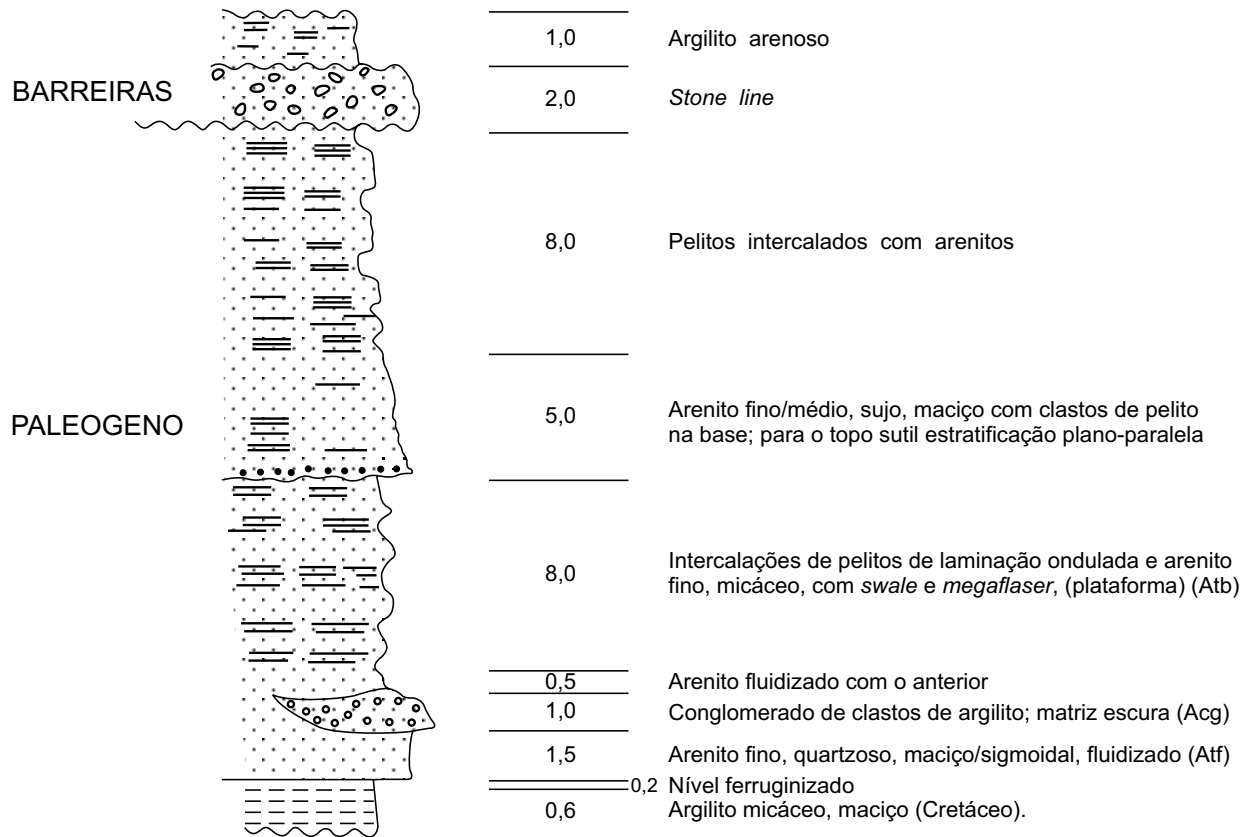


Figura 2.5 – Perfil caracterizando as litofácies da unidade Paleogeno (Ea) na praia de Calhau (desembocadura do rio Cojupe), em São Luís-MA (Rodrigues et al., 1994a). As espessuras das camadas estão expressas em metros.

para designar os sedimentos continentais que estão amplamente distribuídos em toda a área trabalhada, separados da linha de costa pelas coberturas pleistocênicas e holocênicas. São correlatos a duas fases de pediplanização que ocorreram ao longo de toda costa brasileira, durante o Cenozóico (Andrade, 1995; Bigarella & Andrade, 1964). A primeira desenvolveu-se no Plioceno Inferior, gerando a Superfície Americana (King, 1956) e a segunda, do Plioceno Superior, que deu origem à Superfície Velhas, do mesmo autor.

O Grupo Barreiras repousa sobre unidades mais antigas do Pré-Cambriano até o Paleogeno (foto 12) e é recoberto discordantemente pelos sedimentos de idade quaternária (pleistocênica e holocênica).

Os sedimentos do Grupo Barreiras são afossilíferos, o que dificulta sua datação. Mabesoone *et al.* (1972) e Ghignone (1979) consideram-nos mais recentes que o Mioceno. Para Salim *et al.* (1975) sua idade situa-se entre o Terciário Médio e o Pleistoceno. Suguio *et al.* (1986) coloca-os entre o Plioceno Inferior e o Superior.

2.3.3 Coberturas Lateríticas – NQI

Braun (1971) utilizou a expressão “depósitos neógenos indiferenciados” para caracterizar todas as coberturas arenosas, argilosas e lateríticas que capeiam os remanescentes das superfícies de aplainamento do Ciclo Sul-Americano de King (1956), posicionando-os no Terciário.

Lima & Leite (1978) citam que estas coberturas recobrem indistintamente todas as unidades da Bacia do Parnaíba, posicionando-as no Tércio-Quaternário.

Costa (1984) apresentou um modelo de formação e evolução dos lateritos, utilizando exemplos encontrados no nordeste do Pará e noroeste do Maranhão. Este autor classificou os lateritos que ocorrem no Maranhão como imaturos, por apresentarem um perfil geológico simples, constituído de horizontes bem definidos. Ele distinguiu, do topo para a base: horizonte concrecionário, horizonte mosqueado, horizonte pálido e rocha-mãe.

A cobertura laterítica distribui-se na porção centro-oeste da Folha São Luís SE e em grande parte da Folha São Luís NE. Na primeira, esta cobertura

Quadro 2.5 – Caracterização e interpretação das litofácies da unidade de fácies arenosa (A), do Paleogeno (modificado de Rodrigues et al., 1994a).

UNID. FÁCIES	LITOFÁCIES	LITOLOGIA/ TEXTURA	ESTRUTURAS SEDIMENTARES	GEOLOGIA	INTERPRETAÇÃO
ARENOSA (A)	cg	Conglomerado desorganizado de seixos de argila em matriz arenosa.	Maciço	Lenticular (preenchimento de canais).	Originado por processos de tração subaquosa em regime de fluxo de alta energia; fácies de preenchimento de canal fluvial.
	tf	Areia fina com bolas de argilito.	<i>Tidal bundles</i> em parte fluidizados; plano-paralela.	Lenticular	Originado por processo de tração subaquosa por <i>sand waves</i> em contexto de <i>shoreface</i> .
	tb	Areia fina, submatura.	<i>Tidal bundles</i> com <i>neap e spring tide</i> , espinha-de-peixe, estruturas de <i>slump</i> , dobras convolutas e fluidização	Lenticular	Originado por processo de tração subaquosa por <i>sand waves</i> em contexto de <i>shoreface</i> .
	fl	Areia fina a silte, com filmes de lama.	Estratificação ondulada e cruzada de baixo ângulo, <i>flaser</i> , <i>drapes</i> de argila, microespíngas de peixe, marcas de ondas assimétricas.	Tabular, em parte lenticular	Originado por processo de tração subaquosa que desenvolveram formas de leito suavemente onduladas; períodos de estagnação com decantação de lama. Provável planície de maré, fácies de <i>sand flat/mixed flat</i> .
	cf	Areia média com grânulos, escassa matriz, submatura, gradação normal.	Estratificação festonada e cruzada tabular.	Lenticular	Originado por processo de tração subaquosa caracterizada pela migração de pequenas dunas e por acreção lateral; fácies de canal e barras de canal; ambiente de planície de maré.
	pc	Areia fina, limpa, matura, bimodal. <i>Curllets</i> de lama.	Estratificação cruzada de pequenas dunas e plano-paralela.	Lenticular a bancos tabulares.	Originado por processos de tração subaérea pelo vento, que mobilizou areias da planície de maré (intermaré e supramaré).

Quadro 2.6 – Caracterização e interpretação das litofácies da unidade de fácies lamosa (L), do Paleogeno (modificado de Rodrigues et al., 1994a).

UNID. FÁCIES	LITOFÁCIES	LITOLOGIA/ TEXTURA	ESTRUTURAS SEDIMENTARES	GEOMETRIA	INTERPRETAÇÃO
LAMOSA (L)	wl	Lama e areia muito fina intercaladas.	Estrutura ondulada com <i>megaflaser</i> , <i>drapes</i> de argila e <i>megaripples</i> , <i>wavy</i> e <i>linsen</i> .	Tabular	Originado por processos de tração subaquosa em regime de fluxo inferior, ambiente de planície de maré mista, tendo ocorrido, ainda, decantação de lama.
	mv	Lama, rara areia muito fina.	Estrutura marcada por ondas, <i>megaripples</i> , <i>drapes</i> de argila; alguns <i>wavy</i> e <i>linsen</i> .	Tabular	Originado por processos de tração subaquosa em regime de fluxo inferior e processos de decantação; ambiente de planície da maré lamosa (<i>mud flat</i>).
	sf	Lama e areia muito fina.	Estrutura tipo <i>swale</i> e <i>megaflaser</i> , raros <i>wavy</i> .	Tabular (?)	Originada por processos de decantação/ tração subaquosa; ambiente de plataforma rasa que afogou a planície de maré mista.
	pp	Lama	Laminação plano-paralela e suavemente ondulada; <i>mud cracks</i> e/ou bioturbação (?).	Tabular	Originado por processos de decantação em ambiente de plataforma influenciada por ondas de baixa energia que invadiu planície de maré ou fácies de lamas doce a salobra de planície de maré.

desenvolveu-se essencialmente sobre os sedimentos areno-pélticos da Formação Itapecuru, constituindo um perfil laterítico pouco evoluído e caracterizado geomorfologicamente por uma superfície peneplanizada, formada de platôs elevados (Lovato et al., 1995). Ao norte da Folha São Luís SE e na Folha São Luís NE estas coberturas desenvolveram-se sobre todas as unidades de idades inferiores ao Terciário, originando também lateritos imaturos, argilo-arenosos, representados em afloramentos pelos horizontes mosqueado e/ou pálido, de

Costa (1978), ocupando os níveis mais baixos da topografia (Rodrigues et al., 1994a).

Para Costa (1987), os lateritos são rochas peculiares, distinguindo-se das demais pela estruturação característica em horizontes mineralógica e quimicamente diferenciados, além dos aspectos texturais, estruturais e outras propriedades físicas, guardando um certo parentesco com as rochas sedimentares. Suas condições de formação são tipicamente de superfície e controladas pela sua posição geográfica, em escala global, dentro da faixa de clima tropical.

Quadro 2.7 – Caracterização e interpretação das litofácies do Grupo Barreiras (modificado de Rodrigues et al., 1994a).

UNID. FÁCIES	LITOFÁCIES	LITOLOGIA/ TEXTURA	ESTRUTURAS SEDIMENTARES	GEOMETRIA	INTERPRETAÇÃO
Conglomerática (C)	cg	Conglomerado suportado pelos grãos, em parte desorganizado, cimento hematítico.	Maciça	Lenticular	Originado por processos de tração, envolvendo fluxo de detritos, em contexto de eventos de peneplanização; constitui <i>stone lines</i> .
Arenosa (A)	ag	Areia fina a média, com seixos e concreções ferruginosas; imatura; intercalações argilosas.	Estratificação plano-paralela delimitada por filmes de lama, em parte maciça.	Tabular (?)	Originado por processos viscosos de tração do tipo fluxo de detritos não canalizados e episódios do tipo fluxos de lama; fácies de leques costeiros.
	pc	Areia média a fina com grânulos, imatura, grada para o topo.	Maciça	Lenticular	Originado por processos de tração do tipo fluxo de enxurrada confinado a canais da fácies de leques distais.
Pelítica (P)	sa	Silte argiloso a arenito muito fino, com grânulos de quartzo e filmes de argila.	Estratificação plano-paralela, sugerida por filmes de lama, em parte maciça.	Tabular (?)	Originado por processos de tração do tipo fluxo de lama; fácies distal de leques costeiros.
	av	Argilas homogêneas, em parte intercaladas na litofácies Aag.	Maciça, em parte estratificação plano-paralela e cruzadas de baixo ângulo.	Tabular a lenticular	Originado por processos viscosos de tração do tipo fluxo de lama; fácies mais distais de leques costeiros entrando em corpo d'água.
	ab	Argilas caulínicas homogêneas, em parte com concreções ferruginosas.	Maciça, ocasionalmente estratificação plano-paralela.	Tabular	Originado por processos viscosos de tração do tipo fluxo de lama; fácies mais distais de leques costeiros entrando em corpo d'água.

Modificações climáticas e/ou tectônicas podem causar paralisação nos processos de lateritização e provocam o desmantelamento e a inversão do perfil laterítico constituído.

Rodrigues *et al.* (1994a), observaram três níveis irregulares de conglomerados de canga laterítica, que constituem *stone lines*, caracterizando os episódios de peneplanização que ocorreram desde o Neocretáceo até o Quaternário (Holoceno). O nível inferior marca, em alguns locais, a discordância entre o Cretáceo e o Paleogeno; e o intermediário, a Superfície pré-Barreiras.

Admite-se que os processos de lateritização foram desencadeados a partir do final do Cretáceo - início do Paleogeno, em toda a região, atuando sobre as rochas do embasamento cristalino e sedimentos cretácicos e terciários.

2.3.4 Coberturas Quaternárias

2.3.4.1 Pleistoceno

As coberturas quaternárias pleistocênicas foram agrupadas em três unidades: depósitos de cordões litorâneos (QPcl), depósitos de argilas adensadas com areias (QPag) e depósitos eólicos continentais (QPe).

Depósitos de Cordões Litorâneos (QPcl)

Esses depósitos ocorrem principalmente na porção setentrional da Folha São Luís SE, formando "ilhas" no interior dos depósitos eólicos continentais (QPe) e são bem caracterizados em fotografias aéreas, onde apresentam-se como corpos de areais de geometria linear, paralelos e de baixo relevo.

São constituídos de areias predominantemente quartzosas, granulação média, mal selecionadas, com grãos manchados de óxido de ferro, originadas através de processos de tração de detritos sob condições de fluxo aquoso de alta energia; fácies de preenchimento de canais.

Depósitos de Argilas Adensadas com Areias (QPag)

Esses depósitos são encontrados na porção oeste da área trabalhada, nas margens do rio Meirim. São constituídos de argilas adensadas com areia fina disseminada, maciça, localmente bioturbadas, originadas por processos de suspensão/decantação com alguma tração; fácies de assoreamento de um amplo golfo (assoreamento do Golfão Maranhense).

Depósitos Eólicos Continentais (QPe)

Os depósitos eólicos continentais (QPe) ocorrem em grande área, na porção setentrional da Folha São Luís SE, constituídos por areias esbranquiçadas de granulometria fina a média, bem selecionada, madura, com estruturas de *grain fall* e cruzadas de baixo ângulo.

São originados por processos eólicos de tração, saltação e suspensão subaérea; fácies de dunas e interdunas de planície costeira.

2.3.4.2 Holoceno

As coberturas quaternárias holocênicas, na área trabalhada, englobam os depósitos diferenciados em: depósitos de mangues (QHm), depósitos marinhos litorâneos (QHml), depósitos eólicos litorâneos (QHe), depósitos flúvio-marinhos (QHfm), depósitos aluvionares e coluvionares (QHa) e depósitos flúvio-lacustres (QHfl).

Depósitos de Mangues (QHm)

Esses depósitos estão localizados próximos ao litoral, geralmente submetidos a ação das marés e estão associados aos depósitos de cordões litorâneos (QPcl), aos depósitos de argilas adensadas com areias (QPag), aos depósitos marinhos litorâneos (QHml) e aos depósitos flúvio-marinhos (QHfm).

São constituídos por lamas arenosas, plásticas, não adensadas, maciças e bioturbadas, recobertas por vegetação arbustiva característica, desenvolvendo manguezais. São originados por processos de tração/suspensão subaquosa, pela ação das marés; representando fácies de intermaré/submaré rasa.

Depósitos Marinhos Litorâneos (QHml)

Esses depósitos ocorrem na faixa costeira, constituindo os depósitos arenosos de toda zona de praia da planície costeira atual, suavemente inclinada em direção ao mar. Submete-se também à ação das marés.

São areias esbranquiçadas, de granulometria fina a média, quartzosas, bem selecionadas, limpas, mostrando marcas de onda de corrente e de interferência, *ripples* de adesão, *parting lineation* e bioturbação.

São originados por processos de tração subaquosa, sob influência de marés em planície costeira

suavemente inclinada; correspondendo a fácies de intermaré.

Depósitos Eólicos Litorâneos (QHe)

Estes depósitos ocorrem principalmente na porção emersa da Bacia de Barreirinhas, constituindo corpos de dunas eólicas (geralmente móveis) litorâneas, que atingem até 15m de altura. Ao norte da cidade de Barreirinhas (MA), ocorre um grande corpo deste tipo de depósito, que é conhecido mundialmente como os Lençóis Maranhenses, constituindo hoje uma reserva ambiental, denominada de Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (foto 13).

São constituídos por areias esbranquiçadas de textura fina a média, bem selecionadas, com grãos arredondados, formando campos de dunas e interdunas atuais. São originados por processos eólicos de tração, suspensão e saltação; representando a fácies de dunas da planície costeira.

Depósitos Flúvio-Marinhos (QHfm)

Estes depósitos formam as ilhas nos baixos cursos das principais drenagens e os terraços das margens das baías. Eles sofrem influência dos rios e das marés. São constituídos de areias finas, esbranquiçadas, quartzosas, texturalmente maduras. Segundo Rodrigues *et al.* (1994a), são originados por processos de tração subaquosa, caracterizada pela migração de dunas de acreção lateral; constituem fácies de canal e barras de canal.

Depósitos Aluvionares e Coluvionares (QHa)

Estes depósitos ocorrem em um grande corpo na margem esquerda da Baía de São Marcos e ao longo dos vales dos principais rios que drenam a região, principalmente os rios Parnaíba, Munim, Mearim e Itapecuru.

Os depósitos aluvionares são constituídos por areias médias, mal selecionadas, quartzosas, submaturas a maduras, apresentando intercalações de pelitos, formando os depósitos de canal, de barras de canal e da planície de inundação dos cursos médios dos rios. Originam-se por processos de tração subaquosa; compreendendo fácies de canal e barras de canal fluvial.

Os depósitos coluvionares são de ocorrência restrita, podendo ser observados nas porções médias internas do Golfão Maranhense. São constituídos predominantemente por material conglomerático; originados por processos viscosos do tipo flu-

xo de detritos, constituem fácies de leques aluviais de enxurradas.

Depósitos Flúvio-Lacustres (QHfl)

Ocorrem principalmente na porção sudoeste da Folha São Luís SE, na área de interligação entre o rio Mearim e os lagos existentes naquela região e suas extensas planícies de inundação. Segundo

Lovato *et al.* (1995), as litologias mais comuns compreendem depósitos de barra de pontal, originários do regime meandrante dos rios locais, com areias finas a médias intercaladas com pelitos; depósitos de transbordamento constituídos por planície de inundação, ocasionada pelas cheias, com grande aporte de material siltico-argiloso e depósitos lacustres, com deposição sob baixa energia, resultando em fácies mais argilosas.

3

ARCABOUÇO TECTÔNICO

O arcabouço da Folha São Luís, baseado fundamentalmente nos dados geofísicos, é definido por dois compartimentos principais (figura 3.1) que representam domínios sedimentológicos, tectônicos e geocronológicos distintos: a Bacia do Parnaíba, a sul e as bacias mesozóicas da margem continental, a norte. Separando estes domínios ocorrem os arcos tectônicos de Ferrer-Rosário-Bacaba e Urbano Santos, cuja posição pode ser visualizada na figura 3.1 e na seção geológica esquemática apresentada na figura 3.2. Esses arcos representaram importantes divisores eocretáceos, que permitiram a erosão dos pacotes sedimentares mais superiores da Bacia do Parnaíba e influenciaram fortemente na evolução das bacias da margem costeira.

3.1 Bacia do Parnaíba

Modelos preliminares de evolução tectônica, baseados em dados gravimétricos, sugerem que processos de *underplating* desenvolveram uma crosta com densidade anômala subjacente à Bacia do Parnaíba (Souza, 1995). Esse *underplating* e as estruturas grabeniformes precursoras, seguidos por

uma subsidência termal, teriam sido os mecanismos formadores da bacia. Modelagens termomecânicas realizadas por Souza (1997), indicam que a subsidência regional teria se desenvolvido em pulsos intermitentes do Neoproterozóico até o Ordoviciano Superior, prevalecendo até o Mesozóico, quando a abertura do Atlântico teria interrompido o processo. Segundo Souza (1997), os maiores valores de atenuações obtidos com o modelo de Royden-Keen, correlacionam-se com as regiões dos grábens precursores e com anomalias *Bouguer* positivas. Essas regiões também apresentam valores de rigidez flexural (T_e) baixos (T_e variando de 24 a 30km), em contraste com a litosfera mais resistente ($T_e = 58$ km) que domina no restante da bacia (Vidotti *et al.*, 1997).

A margem norte da Bacia do Parnaíba foi muito afetada pela evolução eocretácica dos arcos tectônicos (figuras 3.1 e 3.2). Nessa região não ocorre a Seqüência Permo-Carbonífera, que foi erodida durante o soerguimento crustal. Os dados gravimétricos e aeromagnéticos definem duas feições tectônicas de primeira ordem: um alto tectônico de direção NE-SW que se ramifica a partir do Alto Urbano Santos e o Gráben de Itapecuru-Mirim (figura 3.1).

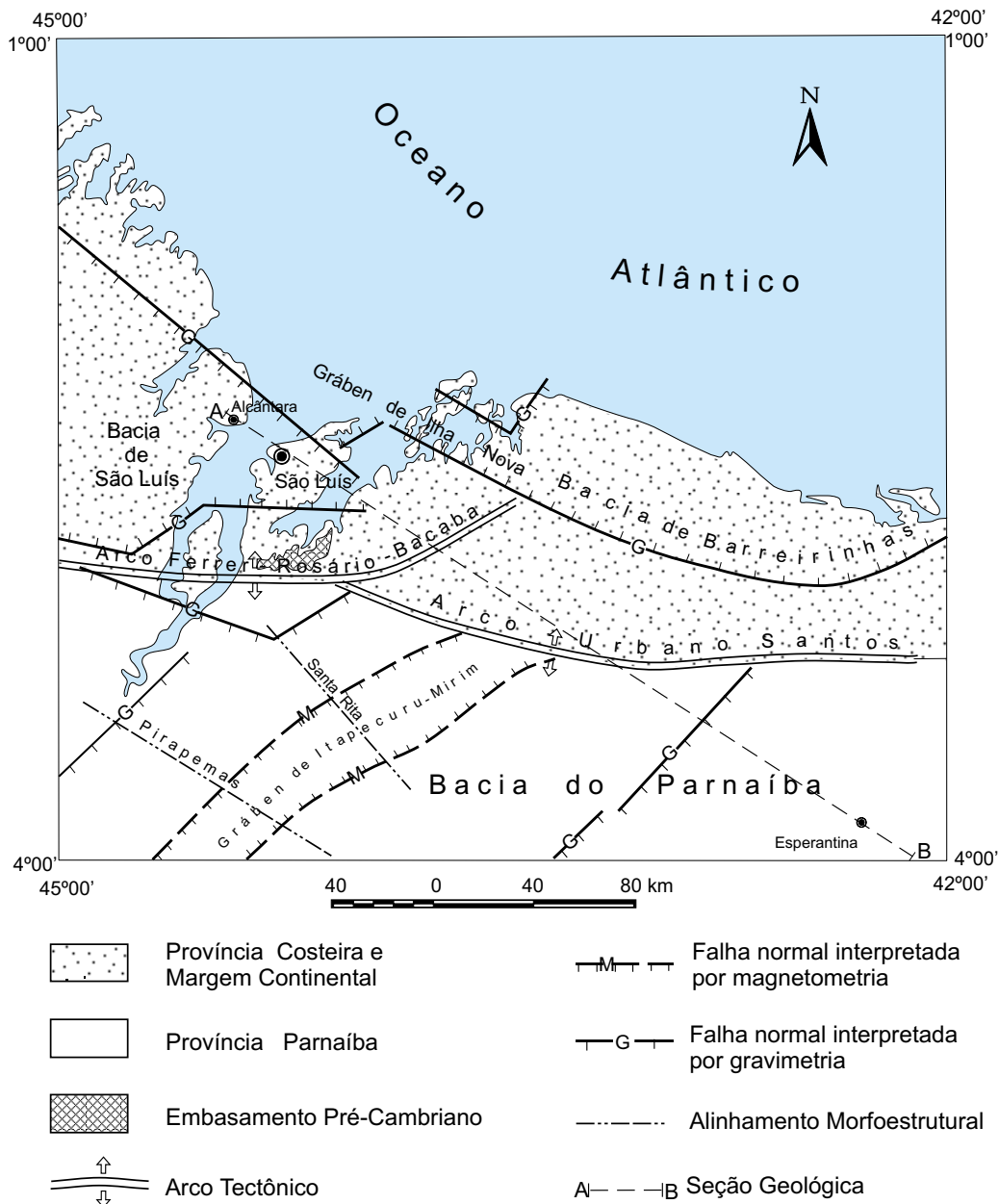


Figura 3.1 – Compartimentação tectônica das folhas São Luís NE e SE, apresentando as bacias, falhas interpretadas por geofísica e arcos tectônicos (modificada de Góes *et al.*, 1993).

O alto tectônico é caracterizado por uma faixa de anomalias magnéticas (figura 3.3) com 25km de largura com eixos negativos orientados na direção NE-SW e com um eixo de anomalia gravimétrica positiva com amplitude de 20 mGal. O Gráben de Itapecuru-Mirim evoluiu no flanco oeste desse alto e a sua espessura sedimentar foi modelada a partir de eixos magnéticos positivos com direção NE-SW (Góes *et al.*, 1993). As falhas normais que condicionaram o encaixe tectônico foram interpretadas com base em lineamentos aeromagnéticos.

No quadrante SW da área (figura 3.1) destacam-se o Alinhamento morfoestrutural de Santa Rita, que encaixa a inflexão NW-SE do rio Munim; e o Alinhamento Pirapemas, no qual se insere uma brusca inflexão NW-SE do rio Itapecuru (vide mapa geológico). No quadrante SE ocorre uma trama cruzada de alinhamentos magnéticos NW-SE e NE-SW (figura 3.3) correlacionados com faixas catacladasas do embasamento, que controlam estruturas nas quais se posicionou o curso do rio Parnaíba.

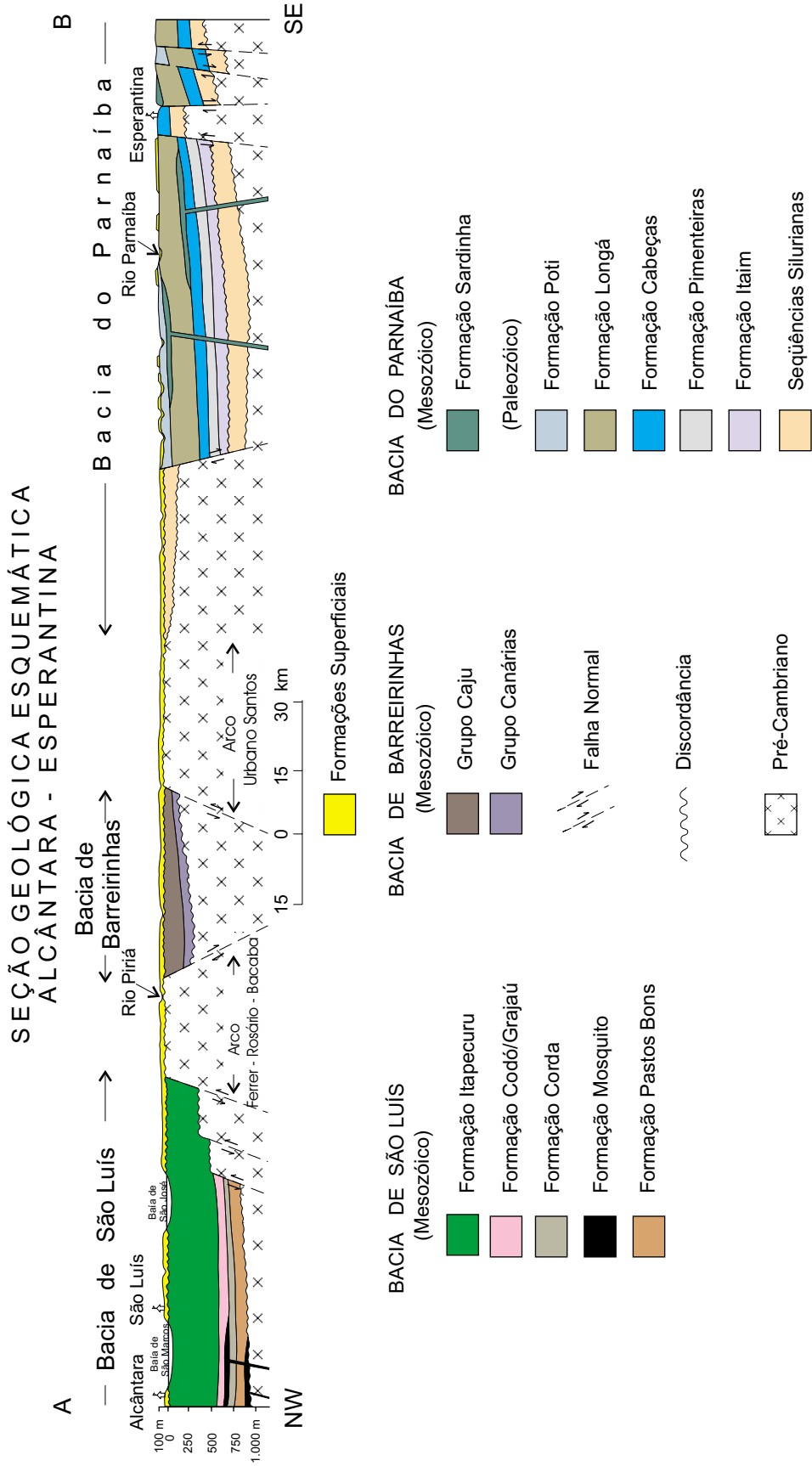


Figura 3.2 – Seção geológica esquemática entre as cidades de Alcântara e Esperantina. As inferências de subsuperfície foram feitas com base em dados geofísicos, mapas de isópacas e informações de poços disponíveis em Góes et al. (1993).

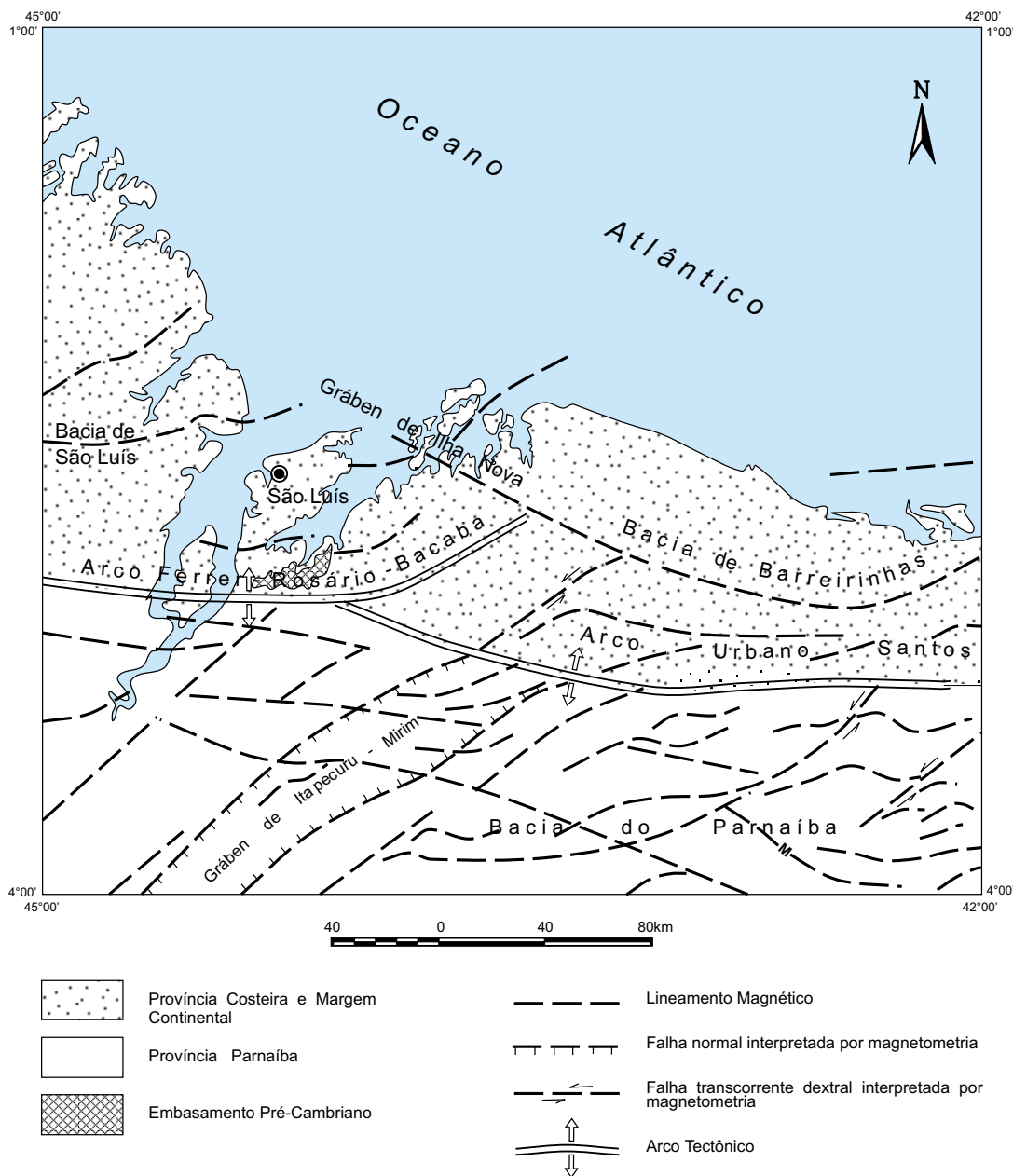


Figura 3.3 – Lineamentos aeromagnéticos das folhas São Luís NE e SE (modificado de Góes et al., 1993).

O embasamento pré-cambriano da bacia é constituído a oeste pelos metassedimentos neoproterozóicos da Faixa Gurupi e a leste pelo prolongamento das rochas metamórficas do Maciço de Granja (figura 3.4).

3.2 Arcos Tectônicos

Os arcos são altos do embasamento muito bem definidos por anomalias gravimétricas positivas e for-

tes alinhamentos magnéticos. Eles evoluíram no Mesozóico e tiveram muito influência nos processos tectônicos e sedimentares da margem continental.

O Arco Ferrer-Rosário-Bacaba, proposto por Góes et al. (1993), desenvolveu-se sobreposto aos limites colisionais entre os metassedimentos neoproterozóicos da Faixa Móvel Gurupi e as rochas ígneas e metamórficas paleoproterozóicas/arqueanas do Crátom de São Luís. O Arco Urbano Santos é a continuação dessa estrutura para leste. Ambos correspondem ao limite norte da Baía do Parnaíba

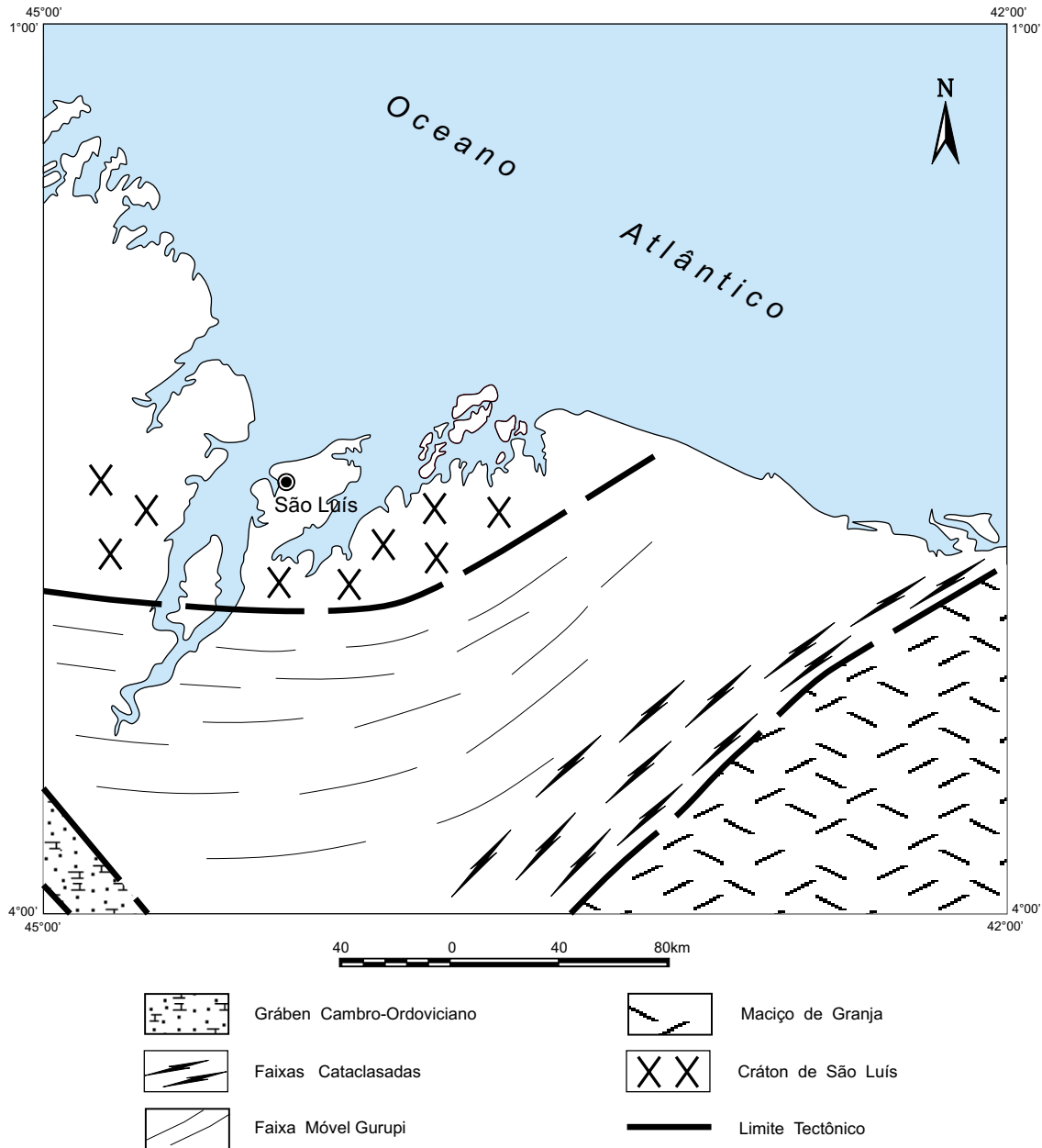


Figura 3.4 – Mapa tectônico de embasamento (modificado de Góes *et al.*, 1993).

(figuras 3.1 e 3.2). O soerguimento crustal associado é definido por um eixo positivo de anomalia *Bouguer* com 20mGal de amplitude.

A evolução dos arcos está intimamente associada com a abertura do Oceano Atlântico. Segundo Góes *et al.* (1993), as relações entre os arcos, as unidades paleozóicas e as unidades cretácicas, sugerem a sua atuação como um divisor no Eocretáceo. O mecanismo de formação teve início durante o processo de rifteamento mesozóico que originou as bacias de São Luís e Barreirinhas quando a crosta no norte da Bacia do Parnaíba foi soerguida

em ombreiras. O aumento da espessura do pacote sedimentar das bacias mesozóicas foi acompanhado por uma maior rigidez flexural da crosta continental, forçando o deslocamento das isotermas para o interior do continente e dando formas finais ao arco (Góes *et al.*, 1993).

3.3 Bacias Mesozóicas da Margem Continental

As bacias mesozóicas de São Luís, Ilha Nova e Barreirinhas (figuras 3.1 e 3.2) formam um sistema de

grábens profundos, limitados por falhas normais orientadas na direção NW-SE, localizado a norte dos arcos tectônicos, sobre as rochas ígneas e metamórficas do Cráton de São Luís. O prolongamento NE-SW do Arco Ferrer-Rosário-Bacaba corresponde ao limite entre as bacias de São Luís e Barreirinhas.

Bacia de São Luís – dados gravimétricos indicam que essa bacia apresenta na porção noroeste espessuras sedimentares em torno de 5.000m. A região central é marcada por um complexo padrão estrutural, em que falhas normais de direção noroeste são deslocadas por estruturas transcorrentes de direção E-W. Esse padrão dominante na região central, aparentemente, continua para leste na parte submersa da bacia (Aranha *et al.*, 1990).

Gráben de Ilha Nova – apresenta forma assimétrica e está separado da Bacia de São Luís por um alto do embasamento. O processo de rifteamento desenvolveu falhas normais com estruturas do tipo *roll over* e propiciou a deposição de espessas seqüências sedimentares (Aranha *et al.*, 1990). A sua extremidade SE interliga-se com a Bacia de Barreirinhas.

Bacia de Barreirinhas – possui um pacote sedimentar com espessura estimada entre 5.000 e 6.000m, depositado do Albiano ao Campaniano. A seqüência sedimentar é constituída por sete formações e onze membros, que compõem os grupos Canárias (inferior), que corresponde ao ciclo terrígeno e Caju (superior) que representa o ciclo carbonático (Pamplona, 1969).

3.4 Evolução Tectono-Sedimentar

Segundo Góes *et al.* (1993) a depressão formada da Bacia do Parnaíba evoluiu inicialmente como conseqüência da contração térmica ocorrida no final do Ciclo Brasileiro e propiciou, no Siluriano, a deposição dos sedimentos fluviais e marinhos rasos do Grupo Serra Grande. Essa sedimentação foi fortemente influenciada pelas linhas estruturais de direção NE-SW. No Devoniano, a continuação desse processo termomecânico promoveu o aumento da rigidez flexural e, em conseqüência, a expansão da área deposicional, com sedimentação das seqüências transgressivas e regressivas do Grupo Canindé. No Neocarbonífero a sedimentação foi condicionada pelas estruturas NW-SE e pelo soerguimento da borda leste da bacia. O Grupo Balsas é o representante desse período de deposição em condições marinhas restritas e de desertificação. No Permo-Carbonífero a bacia adquiriu a sua forma oval, porém no Triássico o ciclo sedimentar foi interrompido, em conseqüência de

um soerguimento generalizado. No Juro-Triássico ocorreram os estágios iniciais da fragmentação de Gondwana, gerando no âmbito da bacia a reativação de falhas e um intenso magmatismo básico intrusivo. O peso da carga vulcano-sedimentar que se instalou sobre a crosta permitiu a deposição dos sedimentos clásticos do Grupo Mearim. No Eocretáceo, o intenso processo de deriva continental induziu um segundo estágio de magmatismo, representado pelo vulcanismo Sardinha que marca o fechamento do ciclo de evolução da bacia.

O contexto de evolução das bacias marginais costeiras está relacionado com a abertura do Atlântico Equatorial. Segundo Aranha *et al.* (1990), no Aptiano ocorreu a primeira fase de estiramento crustal, formando-se uma grande depressão onde foram depositados sedimentos lacustres e flúvio-deltaicos (formações Codó e Grajaú) que assoalham a Bacia de São Luís. No Gráben de Ilha Nova o estiramento crustal foi mais intenso, com um controle mais efetivo sobre a sedimentação. É possível que esse gráben tenha funcionado como um alimentador do lago aptiano da Bacia de São Luís. No Eoalbio o tectonismo foi mais intenso, com esforços transtensivos causados pelos movimentos de deslocamento das placas. Nesse contexto depositaram-se os clásticos do Sistema Itapecuru-Canárias, encaixados em blocos abatidos por falhas normais. No Neocretáceo os componentes de esforços cisalhantes alteraram as feições preexistentes, reativando as falhas de direção NW-SE. Quando cessou o movimento ocorreu um grande basculamento para norte, permitindo a deposição dos carbonatos e folhelhos do Sistema Itapecuru-Caju nas bacias de Barreirinhas e Ilha Nova. O evento final do ciclo sedimentar é caracterizado por leques costeiros nas bacias de Ilha Nova e Barreirinhas (Grupo Humberto de Campos) que marcam a etapa de subsidência térmica flexural da crosta continental.

No Neogeno/Paleogeno o rejuvenescimento do relevo causou uma regressão do nível de base de erosão e produziu uma rápida deposição de clásticos terrígenos, com geração de leques costeiros e progradação sobre a plataforma (Grupo Barreiras). A principal fonte de sedimentos foram os arcos tectônicos.

O Quaternário foi marcado pela deposição de aluviões, dunas, depósitos de mangues e coluviões que jazem discordantemente sobre as unidades estratigráficas mais antigas. Esses sedimentos ocupam campos e baixadas da região costeira e, em alguns locais, dunas eólicas de até 15m de altura formam corpos de areia, estreitos e alongados, paralelos à costa.

4

RECURSOS MINERAIS

Foram cadastrados 148 jazimentos minerais nas folhas São Luís NE (11) e São Luís SE (137) (figura 4.1), compreendendo mina, garimpos e ocorrências, agrupados segundo a classificação das substâncias minerais em: rochas e minerais industriais e substâncias energéticas e água mineral (figura 4.2 e quadro 4.1). As principais informações dos jazimentos cadastrados estão disponíveis na listagem dos recursos minerais anexa (Apêndices). Dados complementares poderão ser obtidos no Banco de Dados de Ocorrências Minerais da CPRM (Base META), disponível para o público em geral.

4.1 Rochas e Minerais Industriais

Nesta categoria destacam-se os materiais para construção civil que incluem os agregados: areia, argila, brita e cascalho, além de calcário e caulim.

4.1.1 Areia (a)

A areia é explorada para utilização na construção civil (areia grossa), em áreas onde afloram os sedimentos cenozóicos (Paleogeno e Grupo Barreiras), principalmente ao longo do acesso a Porto Grande, no SW da ilha de São Luís, na localidade denominada de vila Maranhão. Sua exploração é realizada utilizando-se chupadeiras, tratores e pás-carregadeiras. Também é explorado este bem mineral nos municípios de Bequimão (21) e Palmeirândia (51).

Garimpos inativos de areia foram encontrados nos municípios de Alcântara (localidade de Cajitiva - 17), de onde foi retirada areia para as obras de construção do Centro de Lançamento de Foguetes de Alcântara e do Aeroporto Regional de Pinheiro em São José do Ribamar (próximo a Itaperá - 16).

4.1.2 Argilas (ag)

As argilas são o bem mineral de maior exploração na área trabalhada. Quase toda a sua produção destina-se à indústria de cerâmica vermelha. Elas são lavradas principalmente da alteração das rochas do embasamento (Suíte Subvulcânica Rosário) em Bacabeira, município de Rosário - MA onde, segundo o Anuário Mineral Brasileiro de 1997, existe uma reserva medida de 5.000.000t. Também são exploradas em sedimentos pertencentes à Formação Itapecuru (Ki), Paleogeno (Ea), Grupo Barreiras (ENb), Cobertura Laterítica (NQi) e nas Coberturas Quaternárias (pleistocênicas e holocênicas), notadamente nas aluviões dos grandes rios.

Rodrigues *et al.* (1994a) realizaram algumas análises em argilas exploradas na área (quadro 4.2) e constataram que:

i) as argilas derivadas da alteração do embasamento e dos sedimentos de idade cretácica são adequadas para utilização na indústria de cerâmica vermelha, principalmente para produção de telhas e tijolos;

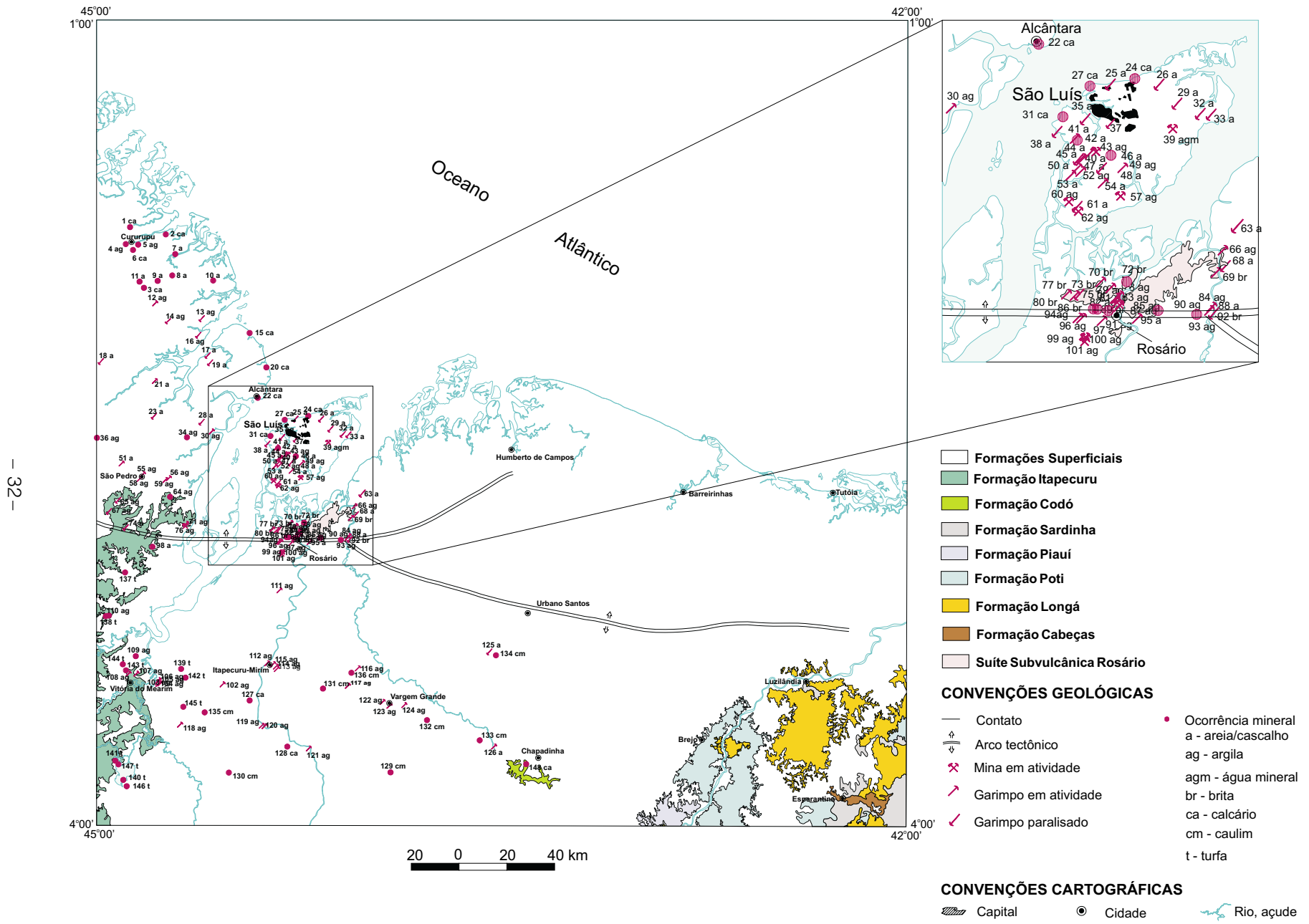


Figura 4.1 – Distribuição dos jazimentos minerais.

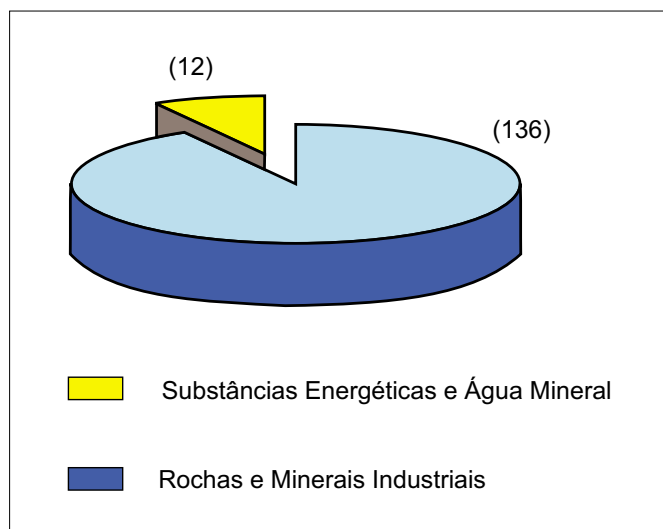


Figura 4.2 – Distribuição do número de jazimentos por classe de substâncias.

ii) as argilas encontradas nos sedimentos de idade paleogênica são mais nobres e merecem estudos complementares que visem uma utilização mais adequada com as suas propriedades.

Lovato *et al.* (1995) constataram que a exploração de argilas que ocorrem nas coberturas quaternárias são utilizadas na fabricação de tijolos e telhas e localizam-se nas proximidades dos núcleos urbanos.

4.1.3 Brita (br)

A brita encontra sua fonte nas rochas do embasamento cristalino que afloram na região de Rosário, abrangendo os municípios maranhenses de Rosário, Axixá e Morros. Em Rosário existem seis pedreiras, das quais cinco encontram-se em atividade (70, 73, 77, 80 e 89) e uma paralisada (75), além de duas ocorrências (72 e 86). Segundo Rodrigues *et al.* (1994a) as pedreiras em atividade tinham uma capacidade instalada superior a 60.000m³/mês de brita (00, 01, 02, 03 e pó fino e grosso), utilizadas para conservação da Estrada de Ferro Carajás (40.000m³/mês de brita 03) e obras de engenharia civil de toda a região.

No município de Axixá (69) há exploração rudimentar de matacões do embasamento para produção de paralelepípedos, que são utilizados no revestimento de ruas de cidades próximas.

Utilizam-se também como brita e pedra lavrada para construção (pedra de cantaria) os blocos feruginosos da canga laterítica, não havendo entretanto uma exploração organizada e sistemática.

As reservas medidas de brita na região de Rosário são da ordem de 6.794.491m³, de acordo com o Anuário Mineral Brasileiro de 1997.

4.1.4 Calcário (ca)

Na Folha São Luís NE (SA.23-X) ocorrem quatro ocorrências de calcário nas proximidades das cidades de Cururupu e Cocal (01, 02, 03 e 06).

Na Folha São Luís SE (SA.23-Z) foram cadastradas dez ocorrências nos municípios de Alcântara (15, 20 e 22), São Luís (24, 27 e 31), Cantanhede (127), Pirapemas (128) e Chapadinha (148). Com exceção da ocorrência do município de Chapadinha, que pertence à Formação Codó (Kc) e que já foi explorada de maneira rudimentar para produção de cal virgem, todas as outras ocorrências foram encontradas nos sedimentos da Formação Itapeturu (Ki), constituídas de calcilutitos creme, formando bancos tabulares de grande continuidade lateral e pequenas espessuras (0,20 a 0,30m), sotopostos a um pacote espesso de capeamento (20m), tornando-as economicamente inviáveis, prestando-se somente para uso como pedra de construção, no próprio local da ocorrência.

4.1.5 Caulim (cm)

Lovato *et al.* (1995) cadastraram oito ocorrências de caulim (129 a 136) e destacaram a ocorrência da fazenda Iguará (129) no município de Vargem Grande, constituída de argilitos completamente caulinizados e que aflora em forma de paredões de 10m de altura. Esta ocorrência, segundo aqueles autores, mereceria um estudo mais detalhado para se aferir a sua real potencialidade.

4.1.6 Cascalho (a)

Em toda a área existem excelentes “piçarreiras” que são exploradas de forma intermitente e fornecem excelente material para sub-base, base e revestimento de estradas pavimentadas e conservação e melhoria de estradas municipais (estradas vicinais).

4.1.7 Sal Marinho

Rodrigues *et al.* (1994a) informam que ao longo do litoral dos municípios maranhenses de Cururupu, Alcântara, Icatu, Rosário e Guimarães, o sal marinho é lavrado, produzindo um sal grosseiro dos tipos I, II e III. Os tipos I e II, dependendo do grau de impurezas, prestam-se para o consumo humano e

Quadro 4.1 – Frequência de ocorrência dos recursos minerais.

RECURSOS MINERAIS		STATUS				TOTAL
		OCORRÊNCIA	GARIMPO ATIVO	GARIMPO INATIVO	MINA	
ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS	Areia - a	-	7	4	-	11
	Argila ag	9	51	6	-	66
	Brita - br	2	2	6	-	10
	Calcário - ca	13	-	-	-	13
	Caulim - cm	8	-	-	-	8
	Cascalho - a	8	1	17	-	26
	Cascalho/Areia - a	-	1	1	-	2
SUBSTÂNCIAS ENERGÉTICAS E ÁGUA MINERAL	Turfa - t	11	-	-	-	11
	Água Mineral - agm	-	-	-	1	1
TOTAIS		51	62	34	1	148

Quadro 4.2 – Composição média das argilas (adaptada de Rodrigues et al., 1994a).

Composição Média (%)	Pré-Cambriano	Cretáceo	Paleogeno	Neogeno	Quaternário	
	Suíte Subvulcânica Rosário	Formação Itapecuru	Paleogeno	Grupo Barreiras	Pleistoceno	Holoceno
Caulinita	69,6	32,5	66,0	90,5	48,8	54,4
Illita	14,0	22,5	13,0	6,7	28,6	15,4
Illita-Esmectita	10,3	4,0	21,0	2,7	4,8	4,2
Esmectita	6,0	41,0	-	-	17,8	26,3
Nº de Amostras	3	6	2	7	5	12

o tipo III é utilizado na pecuária e indústrias de transformação.

No ano de 1996, o Estado do Maranhão produziu 10.000t de sal marinho, perfazendo 0,02% da produção nacional, segundo o Anuário Mineral Brasileiro de 1997.

4.2 Substâncias Energéticas e Água Mineral

4.2.1 Turfa (t)

Na porção sudoeste da área, conhecida como região dos lagos, Araújo & Veríssimo (1984) cadas-

taram onze ocorrências de turfa, todas com condições desfavoráveis de cobertura, espessura e poder calorífico, para o seu aproveitamento economicamente viável.

4.2.2 Água Mineral (agm)

A água mineral é explotada no município de São José do Ribamar (39) em dois poços tubulares com profundidade de 16m e uma vazão de 108.000 l/dia (Rodrigues et al., 1994a) e engarrafada pela Indaiá do Brasil Águas Minerais, atendendo a demanda local e das regiões vizinhas.



Foto 1 – Lobos empilhados da Formação Cabeças, mostrando internamente estratificação plano-paralela. Sítio Tapuio, oeste de Esperantina - PI (Foto por A. J. Pedreira).



Foto 2 – Arenitos da Formação Cabeças formando ciclos thickening-up. Parque Ecológico da Cachoeira do Urubu, Esperantina - PI.



Foto 3 – Camadas gradadas de arenitos interacamadas com siltitos/argilitos da Formação Longá. Ao norte da localidade de Boa Vista - Morro do Chapéu do Piauí (Foto por A. J. Pedreira).



Foto 4 – Turbiditos distais, com o topo dos sets ondulado, da Formação Longá. Ao norte da localidade de Boa Vista - Morro do Chapéu do Piauí (Foto por A. J. Pedreira).



Foto 5 – Marcas onduladas de topo plano e ladderback ripples, da Formação Poti. Rodovia PI-213, extremo-leste da Folha São Luís SE (Foto por A. J. Pedreira).



Foto 6 – Intercalações de arenitos e siltitos mostrando marcas onduladas assimétricas de crista reta, com indicação de transporte para W-NW. Formação Poti. Proximidades de Nossa Senhora dos Remédios - PI.



Foto 7 – Arenitos finos a médios mostrando feições do tipo “costelas”, que indicam transporte para sudeste, do Membro Psamítico da Formação Itapecuru. Substrato da falésia de Alcântara - MA (Foto por T. L. das N. Rodrigues).



Foto 8 – Detalhe dos bancos de calcilutitos recristalizados com 25cm de espessura, separados por camadas de argilito. Falésia de Alcântara - MA (Foto por T. L. das N. Rodrigues).



Foto 9 – Pelitos e arenitos finos com estratificação swale (swale cross stratification) do Paleogeno. Proximidades da cidade de Nova Santa Quitéria - MA.



Foto 10 – Arenito fino com estratificação sigmoidal do Paleogeno. Entrada da cidade de São Bernardo - MA.



Foto 11 – Aspecto da discordância erosiva entre o Paleogeno e o Grupo Barreiras. Entrada da cidade de São Bernardo - MA.



Foto 12 – Conglomerado seixoso com matriz siltica-argilosa, mostrando incipiente estratificação plano-paralela grosseiramente desenvolvida e tabular do Grupo Barreiras. Rodovia MA-034, proximidade da localidade de Mundo Novo - MA.



Foto 13 – Fotografia aérea dos Lençóis Maranhenses (depósitos eólicos litorâneos - QHe). Foto obtida pelo SACS (vôo PC-A4 16 - foto 2901 - escala 1:70.000) em junho de 1976.

5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão geológica das folhas São Luís NE e São Luís SE permitiu estabelecer uma versão atualizada da cartografia geológica da área, principalmente na sua porção sedimentar, que foi tratada à luz dos modernos conceitos dos sistemas deposicionais. Do ponto de vista de avanços dos conhecimentos, deve-se destacar os seguintes pontos relevantes:

- 1) A compartimentação de diversas províncias estruturais, com apoio de dados geofísicos, considerando-se o alto grau de intemperismo químico da área e o extenso recobrimento por formações superficiais: dessa forma foi possível reconhecer os limites do Cráton de São Luís com a Faixa Gurupí e a presença do Maciço de Granja sob a cobertura fanerozóica; este embasamento, entretanto, só aflora em uma área reduzida, o Alto de Rosário, que materializa o Arco mesozóico Ferrer-Rosário-Bacaba; trata-se de uma suíte subvulcânica félsica-intermediária, de provável idade paleoproterozóica; a cobertura sedimentar fanerozóica inclui a parte noroeste da Província Parnaíba e parte da Província Costeira e Margem Continental, representada pelas bacias marginais de São Luís e de Barreirinhas; entretanto a cobertura dominante é representada por formações superficiais cenozóicas, que ocupam mais de 80% das folhas;
- 2) A precisa delimitação da Bacia do Parnaíba, a qual está representada pelo estágio de sinéclise gondwânica, aflorante principalmente na parte sudeste da folha: a bacia possui uma coluna predominantemente siliciclástica, devoniana-carbonífera, com sedimentos marinhos, passando a um sistema deltaico em um ambiente de intermaré e, posteriormente para turbiditos distais, retornando para sedimentos de fácies deltaica e planície de maré; ocorrem ainda restritos vulcanitos básicos mesozóicos, precedendo o estágio rifte da evolução atlântica, representada por sedimentos cretácicos de mar restrito e lagunar e de planície sublitorânea;
- 3) A delimitação das bacias de São Luís e Barreirinhas, já caracterizada por investigações anteriores, tendo sido aprimorada através da reinterpretação dos dados de sísmica e aeromagnetometria disponíveis, haja vista que as mesmas são quase que totalmente recobertas por formações superficiais;
- 4) A reinterpretação do arcabouço tectônico pré-cenozóico, com definição precisa dos arcos tectônicos delimitadores da bacia, o reconhecimento

- to de novas estruturas extensionais e sua influência na deposição da pilha sedimentar;
- 5) O aprimoramento da cartografia das coberturas cenozóicas e das formações superficiais, de modo a permitir um fiel diagnóstico da dinâmica dos sedimentos eólicos continentais e marinhos, aluviais, de manguezais, que constituem a base geológica do ecossistema costeiro e litorâneo do Maranhão;
 - 6) Do ponto de vista dos recursos minerais, foi realçada a potencialidade da área pré-cambriana para extração de bens minerais para utilização na construção civil (rochas e minerais industriais); do potencial da cobertura fanerozóica também para rochas e minerais industriais, bem como para água mineral. Em particular, deve-se destacar a potencialidade da cobertura intempérica para argilas, sobretudo do Paleogeno-Neogeno, com grandes possibilidades para delimitação de reservas de argilas nobres;
 - 7) Por fim, deve-se destacar o potencial da área para o turismo ecológico, em função da preservação de algumas áreas que constituem verdadeiros paraísos ecológicos, já demonstrada pela presença de alguns parques nacionais de preservação ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, G.A. de Bacia do Maranhão: geologia e possibilidades de Petróleo. Belém: Petrobras, 55p. 1969. (Petrobras, Relatório Interno, 371).
- AGUIAR, G.A. de. Revisão geológica da Bacia do Maranhão. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, 1971, São Paulo. *Anais*. São Paulo: SBG. 1971. 3v. v.1. p.113-122.
- ALBUQUERQUE, O.R.; DEQUECH, V. Contribuição para a geologia do meio-norte, especialmente Piauí e Maranhão. Brasil. *In*: CONGRESSO PANAMERICANO DE ENGENHARIA DE MINAS E GEOLOGIA, 2, Petrópolis, 1946. *Anais*. Rio de Janeiro, 1946. v.3, p. 69-109.
- ALMEIDA, F.F.M. de. Origem e evolução da Plataforma Brasileira. Rio de Janeiro: DNPM/DGM. 1967. 38 p. il. (Boletim, 241).
- ALMEIDA, F.F.M.; BRITO NEVES, B.B. de; FUCK, R.A. Províncias estruturais brasileiras. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8, 1977, Campina Grande. *Atas*. Campina Grande: SBG, 1977. 499 p. il. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 6, p. 363-391).
- ALMEIDA, H.G.; MARTINS, R.C. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Programa Grande Carajás. Folhas SA.23-V e SA.23-Y. Estados do Pará e Maranhão. Escala 1:500.000. Brasília: CPRM, 1999. (No prelo).
- ANDRADE, G.O. Itamaracá: contribuição para o estudo geomorfológico da costa pernambucana. Recife: Imprensa Oficial, 1955. 90 p.
- ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO, 1997. Brasília: DNPM. v. 26, 1997. 393 p.
- ANELLI, L.E. Pelecípodes da Formação Poti (Neocarbonífero), da Bacia do Parnaíba, Brasil. São Paulo, 1993. 20 p. il. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1993.
- ARANHA, L.G.F.; LIMA, H.P.; SOUZA, J.M.P.; MAKINO, R.K. Origem e evolução das bacias de Bragança-Viseu, São Luís e Ilha Nova. *In*: RAJA GABAGLIA, G.P.; MILANI, E.J. (coordenadores) Origem e evolução de bacias sedimentares. PETROBRAS: Rio de Janeiro. 1990.
- ARAÚJO, C.C. de; VERÍSSIMO, L.S. Projeto prospecção de turfa e linhito no Nordeste Setentrional. Relatório final das etapas I e II. Fortaleza: DNPM/CPRM, 1984. 2 v.
- BAR, P.; RIEGEL, W. Les microfiores des Séries Paléozoïques du Ghana (Afrique Occidentale) et leurs relations paleofloristiques. *In*: CAPUTO, M. V. Stratigraphy... Califórnia, 1984. p. 330.
- BARBOSA, O. *et al*. Geologia estratigráfica, estrutural e econômica da área do projeto Araguaia. Rio de Janeiro: DNPM, 1966, 94 p. (Monografia, 19)
- BIGARELLA, J.J.; ANDRADE, G.O. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). Arq. Ins. Ciênc. Terra, Recife, nº 2, p. 2-14, 1964.
- BLANKENNAGEL, R.K. de. Bacia do Maranhão. *In*: Brasil. Conselho Nacional do Petróleo. Relatório de 1952. Rio de Janeiro, 1953. p. 196-199. il.
- BRANNER, J.C. Geology along the Pernambuco coast south of Recife. *B. Geol. Soc. Amer.*, v. 13, p. 58-92, 1902.
- BRASIL. DNPM. Projeto RADAM. Folha SA.23-São Luís e parte da Folha SA.24-Fortaleza; geologia, geomorfologia: solos, vegetação e uso potencial

- da terra. Rio de Janeiro, 1973. "paginação irregular". il. (Levantamento de Recursos Minerais, 3).
- BRASIL. DNPM. Mapa Geológico do Estado do Maranhão. Fortaleza, 1987. Escala 1:1.000.000.
- BRAUN, O.P.G. Contribuição à Geomorfologia do Brasil Central. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 3, p. 3-39, 1971.
- BRITO, I. M.; SANTOS, A.S. Contribuição ao conhecimento dos microfósseis silurianos e devonianos da Bacia do Maranhão: Os Netromorphitae (Leiofusidae). Rio de Janeiro: DNPM, 1965. 129 p.
- CAMPANHA, V.; ROCHA CAMPOS, A.C. Alguns microfósseis da Formação Piauí (Neocarbonífero) – Bacia do Parnaíba. São Paulo: USP/Instituto de Geociências, 1979. p.10-67.
- CAMPBELL, D.F. Revised report on the reconnaissance geology of the Maranhão Basin. Belém: Petrobras, 1949. (Rept. 7).
- CAPUTO, M.V. Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology and paleogeography of northern basins of Brazil. Santa Barbara, University of California, 1984. 593p.il. (Tese de Doutorado).
- CARNEIRO, R.G. Mapeamento estrutural da área de Grajaú - Imperatriz. Belém: Petrobras, 1974. 45p. (Relatório Técnico, 385)
- COLARES, J.Q.S.; ARAÚJO, C.C. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Projeto especial mapas de recursos minerais, de solos e de vegetação para área do Programa Grande Carajás. Subprograma recursos minerais. Santa Inês. Folha SA.23-Y-D. Estado do Maranhão. Escala 1:250.000. Recife: DNPM/CPRM, 1990. 61 p.
- COSTA, J.L.; VILAS BOAS, J.M.; PASTANA, J.M. do N.; WANDERLEY, V.J.R.; ARAÚJO, A.A.F.; FRIZZO, S.J. Projeto Gurupi. Relatório final. Belém: DNPM/CPRM, 1977. v. 1. il.
- COSTA, M.L. da. A dinâmica de formação de lateritas: o exemplo do NE do Pará e do NW do Maranhão. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 33, 1984. Rio de Janeiro. *Anais*. Rio de Janeiro: SBG. 1984. v. 4, p. 4.823-4.837.
- COSTA, M.L. da. Mineralizações do tipo supergênicas em ambientes lateríticos. PETROMISA. Belém. 1987.
- CROW, A.T. The rocks of the Sekondi Series of the Gold Coast. *In: CAPUTO, M. V. Stratigraphy...*, Califórnia, 1984. p. 330.
- CRUZ, W.B. *et al.* Projeto carvão da Bacia do Parnaíba. Relatório final da etapa 1. Recife: DNPM/CPRM. 1973. 3v. il.
- CUNHA, B.C.C. da; CARNEIRO, R.G. Interpretação fotogeológica do centro-oeste da Bacia do Maranhão. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 26, 1972, São Paulo. *Anais*. São Paulo: SBG. 1972. p. 65-79.
- CUNHA, F.M.B. Fotointerpretação da Bacia de São Luís, Maranhão. Belém: Petrobras. 1968. 1 v. (Relatório Interno Renor, 318/1968).
- DUARTE, A.G. Estado de Sergipe [Estudos geológicos]. *In: BRASIL. Serviço Geológico e Mineralógico. Relatório annual do director...anno de 1935*. Rio de Janeiro, Direct. Estat. Produção Mineral, 1936. 187 p. p. 39-46.
- FRANCISCO, B.H.R.; LOEWENSTEIN, P.; SILVA, O.F. da; SILVA, G.G. da. Contribuição à geologia da folha de São Luís (SA.23) no estado do Pará. III. Estratigrafia; IV. Recursos Minerais. *B. Museu Paraense Emílio Goeldi*, Geologia. Belém, nº 17, ago. 1971. 39 p.
- GHIGNONE, J.I. Geologia dos sedimentos fanerozóicos do estado da Bahia. *In: INDA, Hermes Verner (org.). Geologia e recursos minerais do estado da Bahia: textos básicos*. Salvador: SME/CPE, 1979. v. 1. il. p. 24-117.
- GÓES, A.M.O.; SOUZA, J.M.P. de; TEIXEIRA, L.B. Estágio exploratório e perspectivas petrolíferas da Bacia do Parnaíba. *Bol. Téc. da Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 4, nº1, p. 56-64, 1990.
- GÓES, A.M.O.; TRAVASSOS, W.A.; NUNES, K.C. Projeto Parnaíba – Reavaliação da bacia e perspectivas exploratórias. Belém: Petrobras, 1993, v. 1.
- GÓES, A.M.O.; FEIJÓ, F. Bacia do Parnaíba. B. Geoci. Petrobras, Rio de Janeiro, v. 8, nº 1, p. 57-67, jan./mar.1994.
- GÓES, A.M.O.; TRAVASSOS, W.A.S.; NUNES, K.C. Projeto Parnaíba. Reavaliação da bacia. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA*, 4, 1994. Belém. *Boletim*. Belém: SBG, 1994. p. 11-17. il.
- IBGE. Geografia do Brasil: *Região Nordeste*. Rio de Janeiro, 1977. 534 p.
- KEGEL, W. Contribuição para o estudo do Devoniano da Bacia do Parnaíba. Rio de Janeiro: DNPM, 1953. 46 p. il. (Boletim, 141).
- KING, L.C. A geomorfologia do Brasil oriental. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 18, nº 2, p. 147-265, 1956.
- LEITE, J.F.; ABOARRAGE, A.M.; DAEMON, R.F. Projeto carvão da Bacia do Parnaíba. Relatório final das etapas II e III. Recife: DNPM/CPRM, 1975. v.1.
- LIMA, E. de A.M.; LEITE, J.F. Projeto estudo global dos recursos minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba; integração geológica-metalogenética.

- Relatório Final da Etapa – Recife: DNPM/CPRM, 1978. 16 v. il. mapa.
- LISBOA, M.A.R. The permian geology of Northern Brazil. *American Journal of Science*, New Haven, Ser. 4, v. 37, n. 221, p. 425-443, may. 1914.
- LOVATO, O.G.; CAYE, B.R.; ARAÚJO, C.C. de . Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Itapecuru-Mirim. Folha SA.23-Z-C. Estado do Maranhão. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM, 1995. 100 p. il.
- MABESOONE, J.M.; SILVA, A.C.; BEURLIN, K. Estratigrafia e origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 2, nº 3, p. 173-188, set. 1972.
- MABESOONE, J.M. Formação Longá na bacia do Piauí - Maranhão. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 8, 1977, Campina Grande. Atas. Campina Grande: SBG, 1977. 499 p. il. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 6, p. 29-36. il.)
- MESNER, J.; WOOLDRIDGE, P. Estratigrafia das Bacias Paleozóica e Cretácea do Maranhão. *Boletim Técnico PETROBRAS*, Rio de Janeiro, v. 7, nº 2, p. 137-164, 1964.
- MIURA, K.; BARBOSA, J.C. Geologia da Plataforma Continental do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 26, 1972, Belém. *Anais*. Belém: SBG, 1972. v. 1. il. p. 57-66.
- MOORE, B. South central Maranhão field project. Belém: PETROBRAS, "não paginado" (Relatório Técnico).
- NOGUTI, I. Estudo das fácies carbonáticas da Bacia de Barreirinhas. Rio de Janeiro: PETROBRAS/RENOR. 1964. 14 p. (Relatório Interno).
- OLIVEIRA, A.I.; LEONARDOS, O.H. Geologia do Brasil. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1943. 813 p. (Série Didática, 2).
- PAMPLONA, H.R.P. Litoestratigrafia da Bacia Cretácea de Barreirinhas. *Boletim Técnico PETROBRAS*, Rio de Janeiro, v. 12, nº 3, p. 261-290, jul./set. 1969.
- PLUMMER, F.D. Report on Maranhão and Piauí geosyncline. Rio de Janeiro: Conselho Nacional do Petróleo. 1946. Inédito.
- PRICE, L.I. Sedimentos mesozóicos na Baía de São Marcos, Estado do Maranhão. Rio de Janeiro: DNPM. 1947. 12 p. il.
- RESENDE, W.M.; PAMPLONA, A.H.R.P. Estudo do desenvolvimento do Arco Ferrer-Urbano Santos. *Boletim Técnico Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 13, nº 1/2, p. 5-14, 1970.
- RIBEIRO, J.A.P.; MELO, F.; VERÍSSIMO, L.S. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Caxias. Folha SB.23-X-B. Estado do Maranhão. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM, 1998. 99 p. il.
- RODRIGUES, T.L. das N; ARAÚJO, C.C. de; CAMOZZATO, E.; RANGRAB, G.E. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. São Luís, Folha SA.23-Z-A. Cururupu. Folha SA.23-X.C. Estado do Maranhão. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM, 1994a. 114p. il.
- RODRIGUES, T.L. das N.; FAVILLA, C.A.C.; CAMOZZATO, E.; VERÍSSIMO, L.S. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Bacabal. Folha SB.23-X-A. Estado do Maranhão. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM, 1994b. 124 p. il.
- SANTOS, E.J. dos *et al.* A região de dobramentos nordeste e a bacia do Parnaíba, incluindo o cráton de São Luís e as bacias marginais. *In: SCHOBBEENHAUS, C. et al.* (Coordenadores) - *Geologia do Brasil*. Brasília, DNPM, 1984. Cap. 4, p.131-189.
- SALIM, J. *et al.* Novos subsídios para a elucidação do episódio "Barreiras" no Rio Grande do Norte. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 7. 1975, Fortaleza. Atas. Fortaleza: SBG, 1975. 314 p. il. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 5) p. 149-158.
- SMALL, H.L. Geologia e suprimento d'água no Piauí e parte do Ceará. Rio de Janeiro: Inspeção Federal de Obras Contra as Secas, série 1-D, publ. 32, 1914. 146 p.
- SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; FÚLFARO, V.J. Tectonic cycles and sedimentary sequences in the Brazilian intracratonic basins. *Bulletin Geological Society of America*, n. 89, p. 181-191. 1978.
- SOUZA, M.A. Regional gravity interpretation of Parnaíba basin (Northern Brazil). *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOFÍSICA*, 4, Conferência da União Latino-Americana de Geofísica, 1, 1995. Rio de Janeiro. *Resumos Expandidos*, Rio de Janeiro: SBF, 1995. p.184-187.
- SOUZA, M.A. Subsidence modelling of the Parnaíba basin (NE Brazil). *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOFÍSICA*, 5, 1997. São Paulo, *Resumos Expandidos*. São Paulo: SBF, 1997, 2 v. il. v. 2, p. 880-882.
- SUGUIO, K.; BIDEGAIN, J.C.; MORNER, N.A. Dados preliminares sobre as idades paleo-magnéticas do Grupo Barreiras e da Formação São Paulo.

- Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, nº 16, p. 171-175, 1986.
- VIDOTTI, R.M.; EBINGER, C.J.; FAIRHEAD, J.D. 1997. Flexural rigidity at Parnaíba basin - Brazil. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOFÍSICA, 5, 1997, São Paulo. *Resumos Expandidos*. São Paulo: SBGF, 1997. 2 v. il. v. 2, p. 879.
- ZALÁN, P.V. Influence of Pre-Andean Orogenies on the Paleozoic Intracratonic Basins of South America. *In*: SIMPÓSIO BOLIVARIANO, 4, 1991 Bogota. Memorias, tomo I, trabajo 7. 1991.

Listagem dos Recursos Minerais

1/11

Nº DE ORDEM	Nº DO DOCMETA	SUBSTÂNCIA MINERAL	LOCAL	MUNICÍPIO	UF	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	HOSPEDEIRA / ENCAIXANTE	STATUS DA MINERALIZAÇÃO / DADOS ECONÔMICOS
01	21.603	Calcário	Norte de Cururupu	Cururupu	MA	1º 46'17"	44º 52'33"	Calcário	Ocorrência
02	21.606	Calcário	Norte de Rumo	Cururupu	MA	1º 47'55"	44º 44'38"	Calcário	Ocorrência
03	21.605	Calcário	NE de Cururupu	Cururupu	MA	1º 49'00"	44º 49'29"	Calcário	Ocorrência
04	21.596	Argila	SW de Cururupu	Cururupu	MA	1º 49'54"	44º 53'30"	Argilito lateritizado	Ocorrência
05	21.597	Argila	Sul da faz. Boa Vista	Cururupu	MA	1º 50'18"	44º 50'58"	Argilito	Ocorrência
06	21.604	Calcário	Sul de Cururupu	Cururupu	MA	1º 51'23"	44º 51'54"	Calcário	Ocorrência
07	21.598	Cascalho	Faz. Mato Grosso	Cururupu	MA	1º 52'19"	44º 42'31"	Aluvião	Ocorrência
08	21.600	Cascalho	S de Boa Vista	Cururupu	MA	1º 57'05"	44º 43'12"	Aluvião	Ocorrência
09	21.599	Cascalho	SE da faz. Santiago	Cururupu	MA	1º 58'19"	44º 46'26"	Aluvião	Ocorrência
10	21.602	Cascalho	Faz. Mato Grosso	Cururupu	MA	1º 58'14"	44º 34'06"	Aluvião	Ocorrência
11	21.601	Cascalho	SE de Cururupu	Cururupu	MA	1º 58'29"	44º 50'27"	Aluvião	Ocorrência
12	21.595	Argila	Próximo a Colônia	Mirinzal	MA	2º 03'21"	44º 47'00"	Aluvião	Garimpo ativo / Produção 2.000t/mês.
13	21.591	Argila	N de Guimarães	Guimarães	MA	2º 06'42"	44º 36'37"	Argilito	Garimpo inativo

Nº DE ORDEM	Nº DO DOCMETA	SUBSTÂNCIA MINERAL	LOCAL	MUNICÍPIO	UF	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	HOSPEDEIRA / ENCAIXANTE	STATUS DA MINERALIZAÇÃO / DADOS ECONÔMICOS
14	21.583	Argila	SW de Mirinzal	Mirinzal	MA	44° 44'06"	44° 44'47"	Argilito lateritizado	Garimpo Inativo
15	21.589	Calcário	Farol de Itacolomi	Alcântara	MA	2° 09'57"	44° 26'00"	Calcário	Ocorrência
16	21.592	Argila	SW de Guimarães	Guimarães	MA	2° 10'25"	44° 37'22"	Argilito	Garimpo inativo
17	21.594	Areia	Próximo a Cajitiva	Alcântara	MA	2° 14'57"	44° 35'17"	Aluvião	Garimpo inativo
18	21.593	Cascalho	Próximo a Cocó	Guimarães	MA	2° 16'17"	44° 59'00"	Aluvião	Garimpo inativo
19	21.584	Cascalho	Próximo a Santana	Alcântara	MA	2° 16'34"	44° 34'45"	Aluvião	Garimpo inativo
20	21.590	Calcário	SE do Igarapé do Peru	Alcântara	MA	2° 17'38"	44° 22'17"	Calcário	Ocorrência
21	21.586	Areia	SW de Quindua	Bequimão	MA	2° 20'42"	44° 47'05"	Aluvião	Garimpo ativo
22	21.585	Calcário	Ig. do Puçá	Alcântara	MA	2° 24'26"	44° 24'12"	Calcário	Ocorrência
23	21.582	Cascalho	Ramal do Macajubal	Bequimão	MA	2° 28'31"	44° 47'13"	Aluvião	Garimpo inativo
24	21.543	Calcário	Olho D'Água	São Luís	MA	2° 28'29"	44° 12'58"	Calcário	Ocorrência
25	21.542	Cascalho	Praia do Calhau	São Luís	MA	2° 29'08"	44° 15'46"	Aluvião	Garimpo inativo
26	21.555	Areia	Próximo a Itapera	São José de Ribamar	MA	2° 29'08"	44° 10'05"	Aluvião	Garimpo inativo
27	21.541	Calcário	Farol de São Marcos	São Luís	MA	2° 29'21"	44° 18'12"	Calcário	Ocorrência

Nº DE ORDEM	Nº DO DOCMETA	SUBSTÂNCIA MINERAL	LOCAL	MUNICÍPIO	UF	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	HOSPEDEIRA / ENCAIXANTE	STATUS DA MINERALIZAÇÃO / DADOS ECONÔMICOS
28	21.581	Cascalho	Próximo a Tiquara	Alcântara	MA	2º 29'51"	44º 36'38"	Aluvião	Garimpo inativo
29	21.556	Cascalho	Próximo a Toari	Paço do Lumiar	MA	2º 31'23"	44º 08'00"	Aluvião	Garimpo inativo
30	21.573	Argila	Esteios	Alcântara	MA	2º 31'59"	44º 34'27"	Aluvião	Garimpo ativo / Produção: 121t/mês.
31	21.564	Calcário	Praia do Boqueirão	São Luís	MA	2º 32'58"	44º 21'21"	Calcário	Ocorrência
32	21.565	Cascalho	São José dos Índios	São José de Ribamar	MA	2º 32'34"	44º 05'17"	Aluvião	Garimpo inativo
33	21.550	Cascalho	N de São José de Ribamar	São José de Ribamar	MA	2º 32'39"	44º 04'00"	Aluvião	Garimpo inativo
34	21.572	Argila	Itamotatua	Alcântara	MA	2º 33'16"	44º 39'55"	Argilito lateritizado	Ocorrência
35	21.537	Argila	Campus da UEMA	São Luís	MA	2º 33'12"	44º 18'43"	Argilito	Garimpo inativo
36	21.577	Argila	Rio da Prata	Peri-Mirim	MA	2º 33'23"	44º 59'55"	Argilito	Ocorrência
37	21.551	Cascalho	Bairro João Paulo	São Luís	MA	2º 33'45"	44º 15'46"	Argilito lateritizado	Garimpo inativo
38	21.544	Cascalho	Porto de Itaqui	São Luís	MA	2º 34'42"	44º 22'00"	Aluvião	Garimpo inativo
39	21.517	Água mineral	Próximo à vila Kita	São José de Ribamar	MA	2º 34'23"	44º 08'32"	Arenito	Mina Ativa
40	21.512	Areia	Próximo à vila Maranhão	São Luís	MA	2º 37'57"	44º 19'31"	Aluvião	Garimpo inativo
41	21.547	Cascalho	Conceição	São Luís	MA	2º 35'32"	44º 19'57"	Aluvião	Garimpo Ativo

Nº DE ORDEM	Nº DO DOCMETA	SUBSTÂNCIA MINERAL	LOCAL	MUNICÍPIO	UF	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	HOSPEDEIRA / ENCAIXANTE	STATUS DA MINERALIZAÇÃO / DADOS ECONÔMICOS
42	21.563	Cascalho	Sítio São Benedito	São Luís	MA	2º 35'42"	44º 19'41"	Aluvião	Ocorrência
43	21.509	Argila	Pedreiras	São Luís	MA	2º 37'05"	44º 17'31"	Argilito	Garimpo ativo / Produção: 1.800t/mês
44	21.553	Areia	Próximo a Maracanã	São Luís	MA	2º 37'07"	44º 18'04"	Aluvião	Garimpo ativo
45	21.510	Areia	Próximo à vila Maranhão	São Luís	MA	2º 37'52"	44º 19'11"	Aluvião	Garimpo ativo
46	21.552	Cascalho	Próximo a Maracanã	São Luís	MA	2º 37'29"	44º 15'45"	Aluvião	Ocorrência
47	21.511	Areia	Próximo à vila Maranhão	São Luís	MA	2º 38'07"	44º 19'15"	Aluvião	Garimpo ativo
48	21.545	Cascalho	Distrito Industrial	São Luís	MA	2º 38'59"	44º 16'48"	Aluvião	Garimpo inativo
49	21.518	Argila	Próximo a Ribeira	São Luís	MA	2º 38'59"	44º 14'24"	Argilito	Garimpo Ativo / Produção: 75t/mês
50	21.513	Areia	Próximo à vila Maranhão	São Luís	MA	2º 39'02"	44º 19'42"	Aluvião	Garimpo ativo
51	21.588	Areia	Próximo ao rio S. Miguel	Palmeirândia	MA	2º 39'08"	44º 54'28"	Aluvião	Garimpo ativo
52	21.514	Argila	Próximo a Sta. Cruz	São Luís	MA	2º 39'25"	44º 19'18"	Aluvião	Garimpo ativo / Produção: 20t/mês
53	21.515	Areia	Próximo a Tahim	São Luís	MA	2º 39'51"	44º 20'26"	Aluvião	Garimpo ativo
54	21.554	Cascalho	Próximo a Itapera	São Luís	MA	2º 40'46"	44º 16'41"	Aluvião	Garimpo inativo
55	21.571	Argila	São Bento	São Bento	MA	2º 41'33"	44º 49'45"	Argilito lateritizado	Garimpo ativo / Produção: 100t/mês

Nº DE ORDEM	Nº DO DOCMETA	SUBSTÂNCIA MINERAL	LOCAL	MUNICÍPIO	UF	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	HOSPEDEIRA / ENCAIXANTE	STATUS DA MINERALIZAÇÃO / DADOS ECONÔMICOS
56	21.570	Argila	Olaria	Cajapió	MA	2º 42'26"	44º 43'58"	Argilito	Garimpo ativo / Produção: 300t/mês
57	21.516	Argila	Formigueiro	São Luís	MA	2º 42'17"	44º 14'38"	Argilito	Garimpo ativo / Produção: 3.840t/mês
58	21.574	Argila	S de São Bento	São Bento	MA	2º 42'35"	44º 50'27"	Argilito	Garimpo ativo
59	21.569	Argila	Próximo a Bacurituba	Cajapió	MA	2º 42'51"	44º 44'43"	Argilito	Garimpo ativo / Produção: 60t/mês
60	21.519	Argila	Estiva	São Luís	MA	2º 42'58"	44º 20'41"	Argilito	Garimpo ativo / Produção: 1.500t/mês
61	21.546	Cascalho	Santa Fé	São Luís	MA	2º 43'31"	44º 19'39"	Aluvião	Garimpo inativo
62	21.520	Argila	Estiva	São Luís	MA	2º 44'05"	44º 19'34"	Argilito	Garimpo ativo / Produção: 2.000t/mês
63	21.562	Areia	Quartel	Icatu	MA	2º 46'08"	44º 01'03"	Aluvião	Garimpo inativo
64	21.575	Argila	Santa Maria	Cajapió	MA	2º 46'34"	44º 43'40"	Argilito	Ocorrência
65	21.578	Argila	Guarapiranga	São Bento	MA	2º 47'20"	44º 55'12"	Argilito	Garimpo inativo
66	21.536	Argila	Igarapé Taperi	Icatu	MA	2º 48'40"	44º 02'40"	Argilito	Garimpo ativo
67	21.579	Argila	Bacurizeiro	São Bento	MA	2º 49'48"	44º 57'13"	Argilito	Garimpo inativo
68	21.560	Cascalho	Una dos Morais	Morros	MA	2º 50'04"	44º 02'13"	Aluvião	Garimpo inativo
69	21.558	Brita	Rui Vaz	Axixá	MA	2º 51'16"	44º 03'29"	Granitóide	Garimpo ativo

Nº DE ORDEM	Nº DO DOCMETA	SUBSTÂNCIA MINERAL	LOCAL	MUNICÍPIO	UF	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	HOSPEDEIRA / ENCAIXANTE	STATUS DA MINERALIZAÇÃO / DADOS ECONÔMICOS
70	21.548	Brita	Igarapé das Pedras	Rosário	MA	2º 52'23"	44º 16'57"	Granitóide	Garimpo ativo
71	21.576	Argila	SE de Cajapió	Cajapió	MA	2º 52'37"	44º 40'08"	Granitóide alterado	Garimpo ativo
72	13.876	Brita	Mojó	Rosário	MA	2º 52'20"	44º 13'54"	Granitóide	Ocorrência
73	13.875	Brita	Fazenda Boa Vista	Rosário	MA	2º 53'06"	44º 15'47"	Granitóide	Garimpo ativo
74	21.580	Cascalho	Próximo a Casa Grande	São Bento	MA	2º 53'24"	44º 53'28"	Aluvião	Garimpo inativo
75	13.878	Brita	Primavera	Rosário	MA	2º 53'48"	44º 19'24"	Granitóide	Garimpo inativo
76	21.568	Argila	Fazenda Fonte Limpa	Cajapió	MA	2º 53'06"	44º 40'18"	Argilito	Garimpo ativo / Produção: 1.080t/mês
77	13.879	Brita	Perizes de Baixo	Rosário	MA	2º 53'51"	44º 20'58"	Granitóide	Garimpo ativo
78	21.532	Argila	Fazenda Boa Vista	Rosário	MA	2º 54'01"	44º 14'50"	Granitóide alterado	Garimpo ativo / Produção: 500t/mês
79	21.530	Argila	Fazenda Boa Vista	Rosário	MA	2º 54'14"	44º 15'02"	Granitóide alterado	Garimpo ativo / Produção: 300t/mês
80	13.877	Brita	Primavera	Rosário	MA	2º 54'08"	44º 19'47"	Granitóide	Garimpo ativo
81	21.529	Argila	Fazenda Boa Vista	Rosário	MA	2º 54'20"	44º 15'16"	Granitóide alterado	Garimpo ativo / Produção: 200t/mês
82	21.528	Argila	Rosário	Rosário	MA	2º 54'53"	44º 15'07"	Granitóide	Garimpo ativo / Produção: 750t/mês
83	21.531	Argila	Fazenda Boa Vista	Rosário	MA	2º 54'20"	44º 15'03"	Granitóide alterado	Garimpo ativo / Produção: 290t/mês

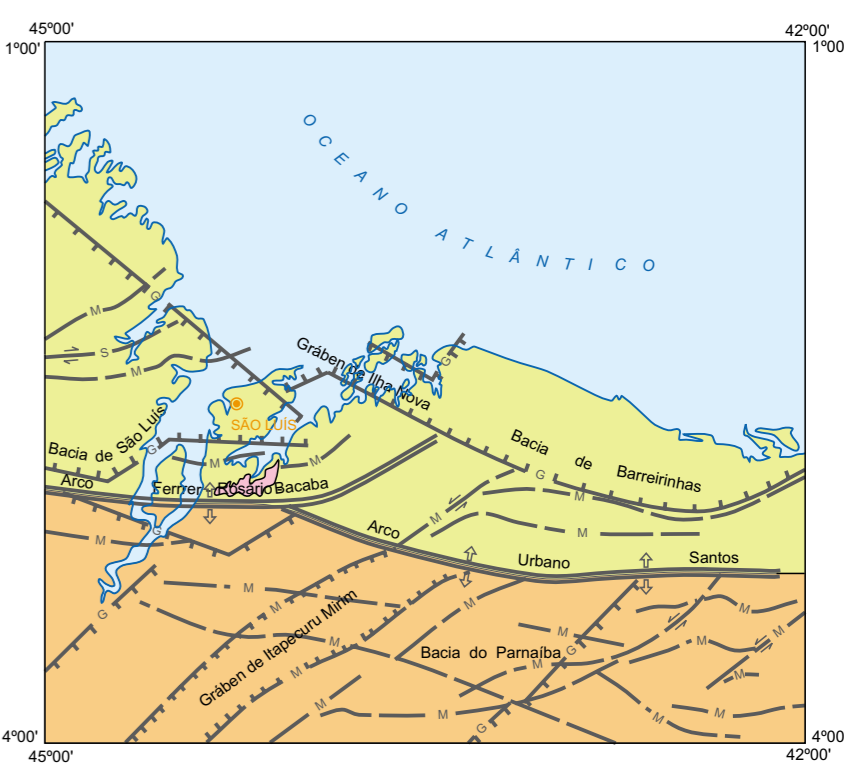
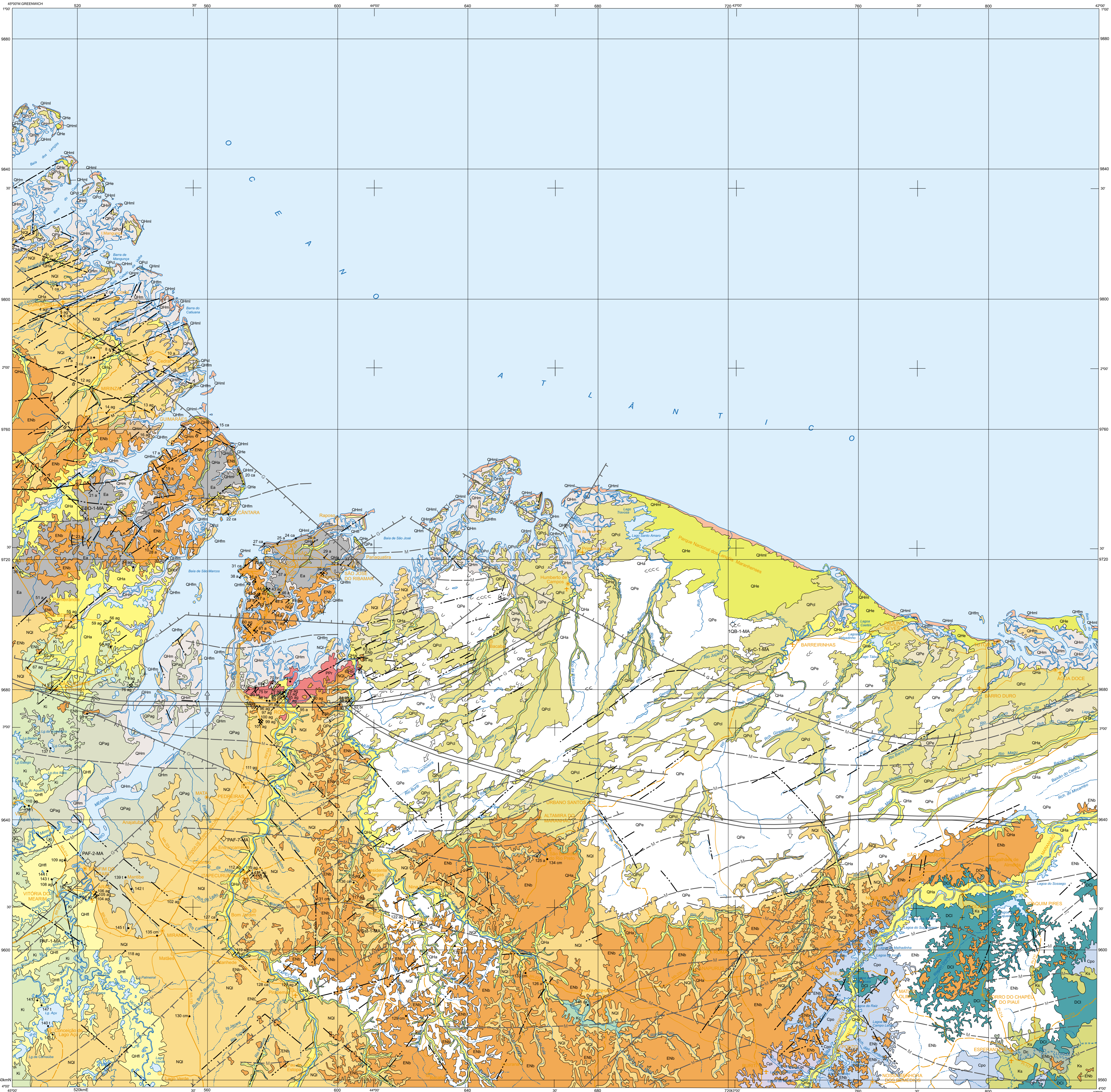
Nº DE ORDEM	Nº DO DOCMETA	SUBSTÂNCIA MINERAL	LOCAL	MUNICÍPIO	UF	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	HOSPEDEIRA / ENCAIXANTE	STATUS DA MINERALIZAÇÃO / DADOS ECONÔMICOS
84	21.534	Argila	Presidente Juscelino	Axixá	MA	2º 55'20"	44º 03'59"	Aluvião	Garimpo ativo / Produção: 250t/mês
85	21.527	Argila	Rosário	Rosário	MA	2º 55'04"	44º 14'46"	Aluvião	Garimpo ativo / Produção: 1.150t/mês
86	21.538	Brita	Vídeo	Rosário	MA	2º 55'32"	44º 17'47"	Granitóide	Ocorrência
87	21.526	Argila	Rosário	Rosário	MA	2º 55'19"	44º 14'52"	Aluvião	Garimpo ativo / Produção: 750t/mês
88	21.559	Cascalho	Presidente Juscelino	Axixá	MA	2º 55'45"	44º 04'16"	Aluvião	Garimpo Inativo
89	21.549	Brita	Vídeo	Rosário	MA	2º 55'34"	44º 17'19"	Granitóide	Garimpo ativo
90	21.539	Argila	Riacho Seco	Rosário	MA	2º 55'43"	44º 10'13"	Argilito lateritizado	Ocorrência
91	21.535	Argila	Olaria Maran	Rosário	MA	2º 55'45"	44º 16'02"	Argilito lateritizado	Ocorrência
92	21.561	Brita	Cachoeira de Morros	Morros	MA	2º 56'01"	44º 03'42"	Granitóide	Garimpo inativo
93	21.540	Argila	Boa Vista	Rosário	MA	2º 56'11"	44º 05'43"	Argilito	Ocorrência
94	21.521	Argila	Alto Castelo	Rosário	MA	2º 56'37"	44º 19'37"	Argilito	Garimpo ativo / Produção: 30t/mês
95	21.557	Cascalho	Próximo a São Simão	Rosário	MA	2º 56'40"	44º 12'41"	Aluvião	Garimpo inativo
96	21.552	Argila	Alto Castelo	Rosário	MA	2º 56'39"	44º 19'11"	Argilito	Garimpo ativo / Produção: 400t/mês
97	21.525	Argila	Sapucaia	Rosário	MA	2º 56'57"	44º 16'49"	Argilito	Garimpo ativo / Produção: 75t/mês

Nº DE ORDEM	Nº DO DOCMETA	SUBSTÂNCIA MINERAL	LOCAL	MUNICÍPIO	UF	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	HOSPEDEIRA / ENCAIXANTE	STATUS DA MINERALIZAÇÃO / DADOS ECONÔMICOS
98	21.587	Cascalho	São João Batista	Cajapió	MA	2º 57'44"	44º 47'35"	Aluvião	Ocorrência
99	21.523	Argila	Bacateiro	Rosário	MA	2º 58'56"	44º 18'43"	Argilito lateritizado	Garimpo ativo / Produção: 1.500t/mês
100	21.524	Argila	Bacateiro	Rosário	MA	2º 59'01"	44º 18'40"	Argilito lateritizado	Garimpo ativo / Produção: 2.500t/mês
101	21.533	Argila	Bacabeira	Rosário	MA	2º 59'20"	44º 18'48"	Argilito lateritizado	Garimpo ativo / Produção: 2.750t/mês
102	21.470	Argila	Pindoval	Miranda	MA	3º 28'31"	44º 32'00"	Argilito	Garimpo ativo
103	21.471	Argila	Muquila	Arari	MA	3º 28'14"	44º 45'57"	Aluvião	Garimpo ativo
104	21.464	Argila	Muquila	Arari	MA	3º 28'17"	44º 46'15"	Aluvião	Garimpo ativo
105	21.472	Argila	Muquila	Arari	MA	3º 28'01"	44º 46'23"	Aluvião	Garimpo ativo
106	21.473	Argila	Muquila	Arari	MA	3º 27'41"	44º 46'14"	Aluvião	Garimpo ativo
107	21.474	Argila	Jacaraí	Vitória do Mearim	MA	3º 26'07"	44º 51'10"	Aluvião	Garimpo ativo
108	21.475	Argila	Jacaraí	Vitória do Mearim	MA	3º 26'07"	44º 52'55"	Aluvião	Garimpo ativo
109	21.476	Argila	Itaquipectuba	Vitória do Mearim	MA	3º 22'11"	44º 51'17"	Aluvião	Garimpo Ativo
110	21.461	Argila	Palmares	Viana	MA	3º 13'05"	44º 57'15"	Aluvião	Garimpo ativo
111	21.477	Argila	Morada Nova	Santa Rita	MA	3º 07'29"	44º 19'22"	Argilito	Garimpo ativo

Nº DE ORDEM	Nº DO DOCMETA	SUBSTÂNCIA MINERAL	LOCAL	MUNICÍPIO	UF	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	HOSPEDEIRA / ENCAIXANTE	STATUS DA MINERALIZAÇÃO / DADOS ECONÔMICOS
112	21.478	Argila	Itapecuru-Mirim	Itapecuru-Mirim	MA	3º 23'57"	44º 21'50"	Aluvião	Garimpo ativo
113	21.479	Argila	Itapecuru-Mirim	Itapecuru-Mirim	MA	3º 24'54"	44º 20'13"	Argilito	Garimpo ativo
114	21.480	Argila	Itapecuru-Mirim	Itapecuru-Mirim	MA	3º 24'30"	44º 20'23"	Argilito	Garimpo ativo
115	21.462	Argila	Alto da Antena	Itapecuru-Mirim	MA	3º 24'05"	44º 20'50"	Aluvião	Garimpo ativo
116	21.481	Argila	Presidente Vargas	Presidente Vargas	MA	3º 24'53"	44º 01'56"	Argilito	Garimpo ativo
117	21.465	Argila	Fazenda Primavera	Presidente Vargas	MA	3º 28'48"	44º 04'11"	Argilito	Garimpo ativo
118	13.873	Argila	Escondido	Arari	MA	3º 37'31"	44º 41'26"	Argilito	Garimpo ativo
119	21.482	Argila	Galvão	Cantanhede	MA	3º 37'49"	44º 22'43"	Aluvião	Garimpo ativo
120	21.483	Argila	Marajá	Cantanhede	MA	3º 37'45"	44º 23'13"	Aluvião	Garimpo ativo
121	21.484	Argila	Provisória	Pirapemas	MA	3º 42'49"	44º 12'50"	Aluvião	Garimpo ativo
122	13.874	Argila	Vargem Grande	Vargem Grande	MA	3º 32'29"	43º 55'48"	Argilito	Garimpo ativo
123	21.486	Argila	Riacho do Soldado	Vargem Grande	MA	3º 33'08"	43º 54'42"	Argilito	Garimpo ativo
124	21.487	Argila	Madalta	Vargem Grande	MA	3º 33'01"	43º 52'12"	Argilito	Garimpo ativo
125	21.488	Cascalho / Areia	Campo Lira	São Benedito do Rio Preto	MA	3º 21'06"	43º 32'39"	Argilito lateritizado	Garimpo inativo

Nº DE ORDEM	Nº DO DOCMETA	SUBSTÂNCIA MINERAL	LOCAL	MUNICÍPIO	UF	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	HOSPEDEIRA / ENCAIXANTE	STATUS DA MINERALIZAÇÃO / DADOS ECONÔMICOS
126	21.489	Cascalho / Areia	Pitombeira	Chapadinha	MA	3º 42'19"	43º 31'39"	Aluvião	Garimpo ativo
127	21.490	Calcário	Itapiracó	Cantanhede	MA	3º 32'04"	44º 25'58"	Argilito Lateritizado	Ocorrência
128	21.491	Calcário	Boa União	Pirapemas	MA	3º 42'23"	44º 17'35"	Argilito Lateritizado	Ocorrência
129	21.492	Caulim	Fazenda Iguará	Vargem Grande	MA	3º 48'06"	43º 54'37"	Argilito	Ocorrência
130	21.493	Caulim	Palmeiral	Cantanhede	MA	3º 48'12"	44º 30'35"	Argilito	Ocorrência
131	21.494	Caulim	Redenção	Itapecuru-Mirim	MA	3º 29'24"	44º 09'39"	Argilito	Ocorrência
132	21.495	Caulim	Unha de Gato	Vargem Grande	MA	3º 36'26"	43º 46'32"	Argilito	Ocorrência
133	21.496	Caulim	Centro dos Buracos	Chapadinha	MA	3º 40'55"	43º 34'48"	Argilito	Ocorrência
134	21.497	Caulim	Cadete	São Benedito do Rio Preto	MA	3º 21'55"	43º 31'13"	Argilito	Ocorrência
135	21.498	Caulim	Centrinho	Miranda	MA	3º 34'44"	44º 35'58"	Argilito	Ocorrência
136	21.499	Caulim	Ferrugem	Presidente Vargas	MA	3º 25'52"	44º 03'20"	Argilito	Ocorrência
137	21.463	Turfa	Lago Coqueiro	São João Batista	MA	3º 03'29"	44º 53'39"	Aluvião	Ocorrência
138	21.466	Turfa	Palmares	Viana	MA	3º 13'15"	44º 57'57"	Aluvião	Ocorrência
139	21.500	Turfa	Mantibe	Arari	MA	3º 25'01"	44º 41'12"	Aluvião	Ocorrência

Nº DE ORDEM	Nº DO DOCMETA	SUBSTÂNCIA MINERAL	LOCAL	MUNICÍPIO	UF	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	HOSPEDEIRA / ENCAIXANTE	STATUS DA MINERALIZAÇÃO / DADOS ECONÔMICOS
140	21.501	Turfa	Lago Açú	Conceição do Lago Açú	MA	3° 49'50"	44° 54'03"	Aluvião	Ocorrência
141	21.502	Turfa	Intã	Conceição do Lago Açú	MA	3° 45'33"	44° 55'50"	Aluvião	Ocorrência
142	21.503	Turfa	Boca do Caminho	Arari	MA	3° 26'59"	44° 40'14"	Aluvião	Ocorrência
143	21.504	Turfa	Jaguari	Vitória do Mearim	MA	3° 25'21"	44° 53'28"	Aluvião	Ocorrência
144	21.505	Turfa	Lago Porno Açú	Vitória do Mearim	MA	3° 24'00"	44° 54'10"	Aluvião	Ocorrência
145	21.506	Turfa	Mutunzinho	Miranda	MA	3° 33'29"	44° 40'43"	Aluvião	Ocorrência
146	21.507	Turfa	Fazenda Santo Antônio	Conceição do Lago Açú	MA	3° 51'15"	44° 53'18"	Aluvião	Ocorrência
147	21.508	Turfa	Cantagalo	Conceição do Lago Açú	MA	3° 46'21"	44° 55'08"	Aluvião	Ocorrência
148	21.083	Calcário	Lagoa do Nel	Chapadinha	MA	3° 46'13"	43° 24'27"	Folhelhos lateritizados	Ocorrência



Análise estrutural integrada baseada em sísmica, gravimetria, magnetometria, geologia de superfície, sensores remotos e dados modificados de Goes et al., 1993 e Azeite et al., 1994.

Legend for surface formations (FORMAÇÕES SUPERFICIAIS) with symbols for faults, folds, and tectonic features.

Geological time scale table (IDADE (Ma), PERÍODO, ÉPOCA) showing Cenozoic, Mesozoic, Paleozoic, and Proterozoic periods.

Table detailing sedimentary basins (BACIAS SEDIMENTARES) including the Bacia do Parnaíba and Bacia de São Luís, with their tectonic evolution and stratigraphic units.

Table detailing the Rosário Subvolcânica Suite (SUÍTE SUBVOLCÂNICA ROSÁRIO) within the Parnaíba Embayment (EMBASAMENTO).

- Legend for surface formations (FORMAÇÕES SUPERFICIAIS) with descriptions for Quaternary, Neogene-Quaternary, Paleogene-Neogene, and Paleozoic units.

- Legend for sedimentary basins (BACIAS SEDIMENTARES) with descriptions for Cretaceous and Carboniferous units.

- Legend for embayments (EMBASAMENTO) with descriptions for Paleoproterozoic units.

- Legend for geological features and symbols, including faults, folds, tectonic features, and topographic elements like dunes and rivers.

Base planimétrica e tema digitalizados pelo Setor de Digitalização da SUREGIRE... Autor: José Pessoa Veiga Junior... Supervisor: Edilton José dos Santos...

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS table showing the grid of geological sheets (SA.23-NW, SA.23-X, SA.24-V, etc.)

