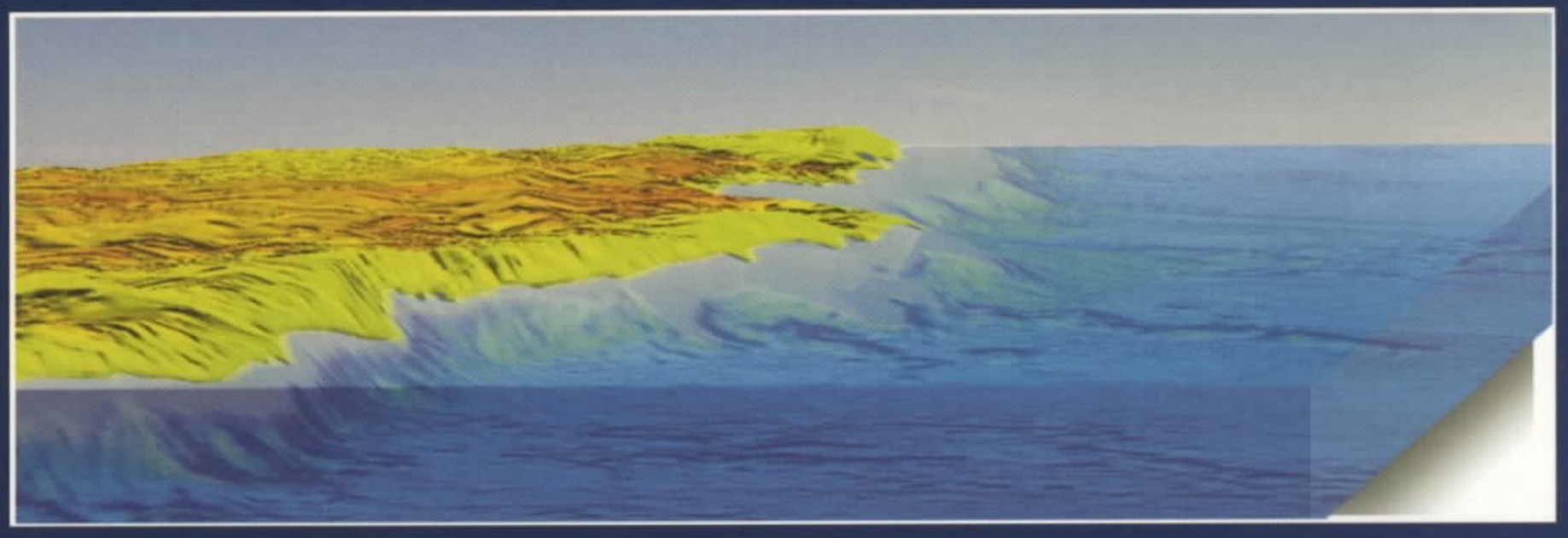
INFORME DE RECURSOS MINERAIS

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

Série Recursos Minerais Marinhos, nº 01

Avaliação dos Recursos não Vivos da Plataforma Continental Brasileira



POTENCIALIDADE DOS GRANULADOS MARINHOS DA PLATAFORMA CONTINENTAL LESTE DO CEARÁ

Recife – 2007

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME

Nelson José Hubner Moreira
Ministro de Estado (Interino)

Nelson José Hubner Moreira
Secretário Executivo

Cláudio Scliar
Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

Agamenon Sergio Lucas Dantas
Diretor-Presidente

Manoel Barretto da Rocha Neto
Diretor de Geologia e Recursos Minerais - DGM

Fernando Pereira de Carvalho
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento - DRI

José Ribeiro Mendes
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial - DHT

Eduardo Santa Helena
Diretor de Administração e Finanças - DAF (Interino)

Reinaldo Santana Correia de Brito
Chefe do Departamento de Recursos Minerais - DEREM

José Wilson de Castro Temoteo
Superintendente Regional de Recife - SUREG-RE

Darlan Filgueira Maciel
Chefe da Residência de Fortaleza - REFO

República Federativa do Brasil
Ministério de Minas e Energia
Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral
CPRM - Serviço Geológico do Brasil
Diretoria de Geologia e Recursos Minerais
Departamento de Recursos Minerais

SÉRIE RECURSOS MINERAIS MARINHOS

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

AVALIAÇÃO DOS RECURSOS NÃO VIVOS DA
PLATAFORMA CONTINENTAL BRASILEIRA

ÁREA RECURSOS MINERAIS DO MAR

POTENCIALIDADE DOS GRANULADOS MARINHOS DA PLATAFORMA CONTINENTAL LESTE DO CEARÁ

Superintendência Regional de Recife
2007

Elaboração do Informe

Reinaldo Santana Correia de Brito
Chefe do Departamento de Recursos Minerais

Kaiser Gonçalves de Souza
Chefe da Divisão de Geologia Marinha

Adeilson Alves Wanderley
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

José Pessoa Veiga Junior
Gerente de Relações Inst. e Desenvolvimento

Hortencia Maria Barboza de Assis
Organizadora do Informe

Flávio Porfírio Alves
Robson de Carlo da Silva
Cartografia Digital

Claudio Scheid
Editoração Eletrônica

Dalvanise da R. S. Bezerril
Analista de Informações

EQUIPE TÉCNICA

Execução da Pesquisa

Hortencia Maria Barboza de Assis
Coordenação Técnica Geral - CPRM

George Satander Sá Freire
Coordenação Técnica - UFC

Marcelo Soares Bezerra
Consultoria

Wellington F. da Silva Filho
Diolande Ferreira Gomes
Ronaldo Bezerra Gomes
Profissionais Colaboradores - UFC

Jaime Quintas dos S. Colares
Colaborador REFO/CPRM

Ana Angélica da Silva Gomes
Patrícia Reis Alencar Oliveira
Sara Albano Rodrigues
Janaína Ferreira Aderaldo
Regis Lopes Melo
Inácio Ocinaí de Lima Neto
Alunos de Graduação - UFC

Coordenação Editorial: Serviço de Edição Regional Luciano Tenório de Macêdo
Avenida Sul, 2291 Afogados - Recife - PE

Informe de Recursos Minerais, Série Recursos Minerais Marinhos, nº 01

Ficha Catalográfica

P861 Potencialidade dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental Leste do Ceará / Hortencia Maria Barboza de Assis (Coord.), George Satander Sá Freire...[et al.] - Recife: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2007.
45p.; il. color ; 21x29,7 cm + 3 mapas (Informe de Recursos Minerais - Série Recursos Minerais Marinhos, 01).

Cartas Faciológicas escala 1:100.000

1. Minerais Marinhos 2. Siliciclásticos 3.Bioclastos 4. Faciologia 5. Potencialidade Mineral I. Bezerra, Ronaldo G. II. Bezerra, Marcelo Soares III. Gomes, Diolande Ferreira IV. Silva Filho, Wellington F. da V. Título II. Série

CDD 551.460781131

Permitida a reprodução desde que mencionada a fonte

AUTORIA

Introdução:
Hortencia Maria Barboza de Assis - MSc. Geóloga do Serviço Geológico do Brasil - CPRM

Área da Pesquisa:
George Satander Sá Freire - Prof. Dr. da Universidade Federal do Ceará

Métodos:
George Satander Sá Freire - Prof. Dr. da Universidade Federal do Ceará
Wellington F. da Silva Filho - Prof. Dr. da Universidade Federal do Ceará
Diolande Ferreira Gomes - Prof.ª Drª. da Universidade Federal do Ceará
Ronaldo Bezerra Gomes - Prof. MSc. da Universidade Federal do Ceará

Mapeamento dos Recursos Minerais Marinhos:
George Satander Sá Freire - Prof. Dr. da Universidade Federal do Ceará
Wellington F. da Silva Filho - Prof. Dr. da Universidade Federal do Ceará
Ronaldo Bezerra Gomes - Prof. MSc. da Universidade Federal do Ceará
Hortencia Maria Barboza de Assis – MSc. Geóloga do Serviço Geológico do Brasil - CPRM

Avaliação da Potencialidade dos Recursos Minerais Marinhos:
Hortencia Maria Barboza de Assis - MSc. Geóloga do Serviço Geológico do Brasil - CPRM
Marcelo Soares Bezerra - Consultor

Perspectivas de Mercado para Granulados Marinhos:
Marcelo Soares Bezerra - Consultor

Aspectos Econômicos e Ambientais:
Marcelo Soares Bezerra - Consultor
Hortencia Maria Barboza de Assis - MSc. Geóloga do Serviço Geológico do Brasil - CPRM

Apresentação

O Informe de Recursos Minerais objetiva sistematizar e divulgar os resultados das atividades da CPRM nos campos da geologia econômica, prospecção, pesquisa e economia mineral. Tais resultados são apresentados em diversos tipos de mapas, artigos bibliográficos e relatórios.

Este exemplar faz parte de uma nova série intitulada "Série de Recursos Minerais Marinhos" cuja abordagem temática está relacionada à potencialidade estratégica dos bens minerais marinhos da plataforma continental rasa do Brasil.

Compõe, portanto, a nona série dentre as já existentes, a seguir relacionadas, de diferentes temas abordados, cujas listagens são apresentadas ao fim deste informe:

1) Série Metais do Grupo da Platina e Associados;
2) Série Mapas Temáticos do Ouro, escala 1:250.000;
3) Série Ouro - Informes Gerais;
4) Série Insumos Minerais para Agricultura;
5) Série Pedras Preciosas;
6) Série Economia Mineral;
7) Série Oportunidades Minerais - Exame Atualizado de Projeto;
8) Série Diversos;
9) Série de Recursos Minerais Marinhos.

A aquisição de exemplares deste Informe poderá ser efetuada diretamente na Superintendência Regional de Recife ou na Divisão de Documentação Técnica, no Rio de Janeiro. Os endereços e e-mails correspondentes estão listados na contracapa.

Sumário

1 - INTRODUÇÃO 01

2 - ÁREA DA PESQUISA 02
2.1- Parâmetros oceanográficos 03
2.2 - Condições climáticas 04

3 - MÉTODOS 06
3.1 - Sedimentologia 06
3.1.1 - Amostragem de sedimentos 06
3.1.2 - Análise granulométrica e composicional 06
3.1.3 - Análise geoquímica 06
3.1.4 - Determinação dos minerais pesados 06
3.2 - Ecobatimetria 06
3.3 - Cartografia 07
3.3.1 - Carta batimétrica 07
3.3.2 - Carta faciológica 08

4 - MAPEAMENTO DOS RECURSOS MINERAIS MARINHOS 10
4.1 - Ocorrências litoclásticas 10
4.2 - Ocorrências bioclásticas 11
4.3 - Caracterização geoquímica das ocorrências 13

5 - AVALIAÇÃO DA POTENCIALIDADE DOS RECURSOS MINERAIS MARINHOS 17
5.1 - Potencialidade de uso 17
5.1.1 - O panorama do aproveitamento dos granulados marinhos 18
5.2 - Oferta de areias no Ceará 23
5.3 - Oferta de carbonatos no Ceará 23
5.4 - Emprego dos granulados marinhos da plataforma continental leste do Ceará 24
5.4.1 - Siliciclastos 24
5.4.2 - Bioclastos 24

6 - PERSPECTIVAS DE MERCADO PARA GRANULADOS MARINHOS 28
6.1 - Construção civil 28
6.2 - Engorda de praia 34
6.3 - Cimento 34
6.4 - Fabricação da cal 30
6.5 - Vidros 31
6.6 - Tintas 31
6.7 - Cerâmicas 32
6.8 - Ração animal 33
6.9 - Corretivo de solos 33
6.10 - Termoplásticos 33
6.11 - Outros usos 33

7 - ASPECTOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS 35
7.1 - Tipos de dragas e meios de transporte 35
7.2 - Custos envolvidos 35
7.3 - Dragagem e meio ambiente 38

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 40

ANEXOS (Escala 1:100.000)
Anexo I - Carta Faciológica Área Aquiraz
Anexo II - Carta Faciológica Área Beberibe
Anexo III - Carta Faciológica Área Areia Branca

1 - Introdução

A explotação de granulados marinhos já é uma realidade em muitos países. Estados Unidos, Japão, Grã Bretanha, França, Bélgica, Canadá e Dinamarca (Marine Habitat Committees, 2000) estão entre aqueles que mais fazem uso dos granulados de origem marinha como matéria prima, principalmente, para a construção civil, remediação de problemas ambientais e correção de solos. Entendem-se como granulados os materiais minerais, na fração, areia, cascalho e lama terrígenos ou biogênicos que se encontram na plataforma continental. Eles podem ser classificados como Siliciclastos, quando a composição é predominantemente silicosa e, nesse caso, dependendo de suas características físicas, podem ser usados como material para regeneração de praias ou como componente de massas e concretos na indústria de construção civil, onde concorrem com os agregados naturais (graúdos e miúdos) e artificiais (areia de britagem e pó de pedra). Quando esses materiais combinam propriedades físicas e químicas dentro de especificações bem definidas, podem ser usados também como fonte de sílica na indústria de transformação.

Os granulados marinhos são também classificados como bioclastos, quando sua composição é predominantemente carbonatada e, nesse caso, concorrem com outras fontes de carbonato de cálcio lavradas no continente, como o calcário.

No Brasil, a plataforma continental abriga um dos mais longos e contínuos ambientes de deposição carbonática do mundo, estendendo-se desde a foz do Rio Pará até a proximidade de Cabo Frio, com pouca profundidade e inteiramente coberta por sedimentos carbonáticos biogênicos. Apesar da abundância desse recurso mineral, ainda não foram estabelecidos pelos órgãos competentes, tanto federais como estaduais, os critérios necessários à regulamentação para concessão e licenciamento ambiental de áreas de dragagem de granulados marinhos. Embora exista hoje um número expressivo de solicitações para a lavra de bioclastos na plataforma continental brasileira, não há consenso sobre responsabilidades institucionais em relação a normas e procedimentos que levem à autorização da explotação.

A explotação de granulados marinhos requer estudos prévios de avaliação da potencialidade exploratória e análise dos impactos ambientais, no sentido de viabilizar uma gestão racional e equilibrada desses recursos, obedecendo aos preceitos da sustentabilidade. Nos países em que a mineração de granulados já ocorre, os critérios para explotação estão bem definidos. Na França a dragagem só é permitida a uma distância de 3km da costa e em profundidades superiores a 20m. No Reino Unido, é proibido explotar até a distância de 600m, com isóbatas variando de 19m a 22m. Já a Holanda e Nova Iorque (USA) usam apenas como critério limitante a profundidade, respectivamente, de 20m e 18m (Hilton, 1993).

O **Projeto Granulados Marinhos da Plataforma Continental Rasa do Brasil - GranMar Brasil** tem por objetivos, entre outros, preencher essa lacuna no que diz respeito às pesquisas voltadas ao disciplinamento do uso dos recursos minerais marinhos, através do reconhecimento do potencial da plataforma continental brasileira como fonte de recursos minerais, sobretudo granulados siliciclásticos e bioclásticos, na escala 1:100.000, até a profundidade de 30 metros.

O projeto é executado na Plataforma Continental de vários estados da federação pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM. No Ceará, foi desenvolvido conjuntamente com pesquisadores da Universidade Federal do Ceará por meio de contrato com a Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura da Universidade - FCPC.

2 - Área da Pesquisa

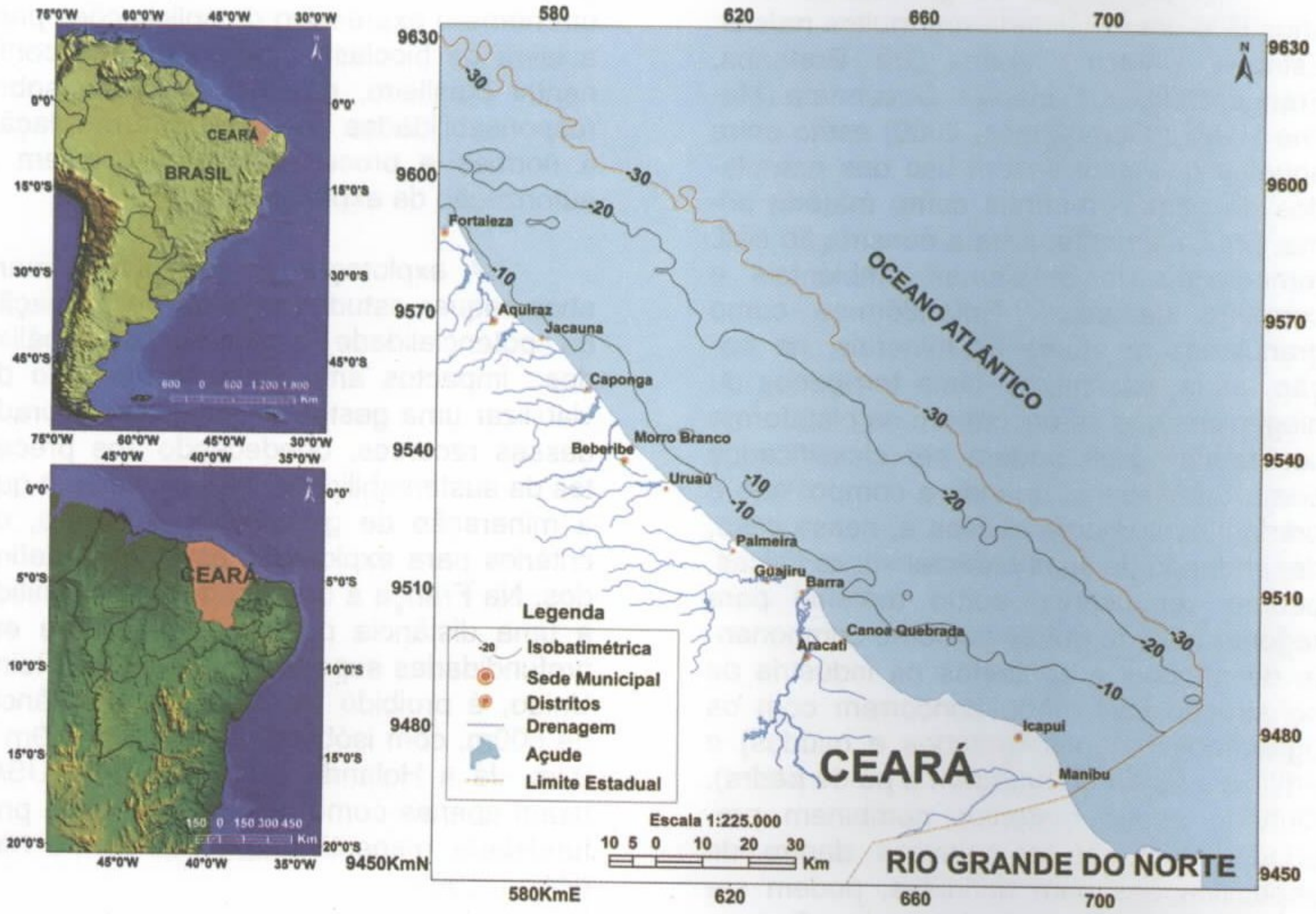


Figura 1 - Localização da área da pesquisa.

A área da pesquisa abrange a plataforma continental leste do Estado do Ceará, da isóbata zero até trinta metros de profundidade, mais precisamente entre Fortaleza e o distrito de Manibu, no limite com o Estado do Rio Grande do Norte (**Figura 1**).

A plataforma continental nessa área possui largura média de 56 km e máxima de 63 km no limite sudeste, na altura da enseada do distrito de Manibu, município de Icapuí e mínima de 52 km no limite noroeste, nas proximidades de Fortaleza.

Abrange a plataforma interna e parte da externa com base na fragmentação proposta por Freire (1985), que dividiu a plataforma continental ao largo do Ceará em plataforma interna, até a profundidade de 20 m, e plataforma externa, até a zona de quebra, com profundidade de até 80 m.

A plataforma interna, em quase toda sua extensão, é marcada por maior declive, abrangendo a isóbata de 0 m a 15 m, com maior freqüência na isóbata de 10 metros e declividade variando em torno de 1:670. Esse declive é característico e constante, em geral mostra-se estreito e, nas proximidades de Fortaleza, apresenta sua largura mínima, alargando-se tanto para leste como para oeste, chegando a atingir 8 km de largura. Segue-se a ele uma porção relativamente plana na plataforma interna, representando a parte mais regular de toda a plataforma continental. Os gradientes variam de quase nulos a 1:1150 (Silva Filho, 2004), onde os bancos algálicos são menos espessos que os da plataforma externa.

A plataforma externa, por sua vez, é caracterizada por várias quebras de declividade, conformando patamares que caracterizam uma ruptura múltipla em degraus (Freire, 1985). Em decorrência, os gradientes são mais variados que na plataforma interna, alcançando valores entre 1:570 a 1:190 nas quebras mais pronun-

ciadas. Os referidos patamares correspondem a terraços de borda de plataforma. Estes são bem caracterizados no setor próximo a Fortaleza onde ocorre um primeiro nível entre 23 a 26 metros de profundidade, e um segundo, entre 30 e 40 metros. No setor próximo à desembocadura do rio Jaguaribe, a tendência é de que os patamares ocorram a maiores profundidades, com o primeiro, entre 26 e 34 metros e o segundo em torno de 47 metros. Já no extremo sudeste da área, o relevo da plataforma externa torna-se mais regular, sem patamares bem individualizados.

De modo geral, a plataforma apresenta cobertura sedimentar composta de litoclastos e bioclastos com textura variando de areia a cascalho. As lamas só ocorrem em locais mais próximos à costa e também em locais abrigados.

Os sedimentos bioclásticos são formados por cinco associações carbonáticas principais, passíveis de serem cartografadas na escala em que foi desenvolvida a pesquisa: *maerl* (predomínio de algas coralíneas); areia e/ou cascalho de *Halimeda*, foraminíferos, vermetídeos e biodetritos (mistura de fragmentos de moluscos, briozoários, algas calcárias, e outros).

2.1 Parâmetros oceanográficos

As correntes na plataforma interna da área da pesquisa registram direções longitudinais NW e NNW e correntes que variam de SW a N. Mostram velocidade de corrente variando de 0,16 m/s a 0,59 m/s, com média de 0,23 m/s e direção no quadrante de 2940 N a 3330 N.

O fato de a costa do Ceará situar-se perto do Equador, em torno de quatro graus de latitude sul, torna o clima de onda peculiar, com ventos muito persistentes ao longo de praticamente todo o ano, procedentes do quadrante leste. Não há presença de correntes reversas de monções, como as que ocorrem em latitudes semelhantes, sendo o caso da Índia, nem muito menos furacões e tempestades tropicais, como no Atlântico Sul.

Portanto, são inexistentes esses riscos geológicos costeiros na região da pesquisa. O clima de onda do Ceará é dominado, conseqüentemente, por ondas de períodos curtos e geradas localmente do quadrante leste. Por causa desse quadro quase permanente, o clima de ondas da área da pesquisa promove o transporte de areia no sentido noroeste, como demonstrado por Morais (1981).

Durante os meses de dezembro a março, ondulações (swell), com longos períodos que alcançam até 20 segundos, atingem toda a região de Fortaleza em forma de grandes ressacas. Esse fenômeno foi considerado por Morais (1980), como resultante das mudanças de direção de vento, com concentração de ventos de NE, e fontes distantes de tempestades extratropicais no Atlântico Norte.

As alturas significativas (Hs) apresentam um máximo relativo de freqüência de 17,91 % de ocorrência na faixa de 1,1 a 1,2 m. O período (Tz) apresenta freqüência relativa máxima de 49,53 %, ocorrendo entre 5 e 6 segundos. A concentração das direções de ondas em 95,45 % posiciona-se entre 75 e 105 graus. Para a varredura espectral, foi notada a concentração de freqüência relativa de 88,37 % mais alta do que 0,6 m e mais baixa do que 1 m. Já as alturas máximas apresentam freqüência relativa máxima de 10,50% entre 2,0 m e 2,1 m.

As marés do litoral do Ceará são semidiurnas e apresentam período médio de 12h 40m, valor máximo médio de amplitude em preamar de sizígia de 3,3 m e mínimos médios de quadratura de 0,9 m, tendo média de amplitude de 3,1 m, enquadrando-se, portanto, como região de mesomarés segundo dados da Diretoria de Hidrografia e Navegação.

As maiores concentrações de salinidade se encontram na parte mais próxima da linha da costa com valores que variam de 35,5 a 41,5 no período de estiagem e média de 37.

O mesmo se verifica em relação às temperaturas que se apresentam maiores na proximidade da linha de costa, variando de 27,5°C a 30°C, e atingem gradativamente 28°C ao se distanciar da mesma. Devido à maior nebulosidade ocorrente no período de chuvas, as temperaturas permanecem em torno de 27,5°C.

2.2 Condições Climáticas

A área está integrada na região climática tipo AW' (de acordo com a classificação de Köeppen), com clima designado de tropical chuvoso, quente e úmido, com chuvas de verão e outono. A precipitação média anual no período de 2000 a 2004 alcançou 1.833,6 mm (FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, 2005), com médias mensais, variando de 10,1 mm a 494,10 mm.

Os dados demonstram escassez de chuvas no período de julho a dezembro e precipitações pluviométricas significativas no período de janeiro a junho, com máximas nos meses de março a abril (**Figura 2**).

A série histórica de medidas de temperaturas de 1961 a 1990 demonstrou que, em geral, os meses de novembro, dezembro e janeiro apresentam as maiores temperaturas médias anuais, entre 26°C e 27°C, enquanto os meses de março, julho e agosto apresentam as mais baixas temperaturas médias anuais, em torno de 26ºC, podendo chegar a 25,7ºC no mês de julho (**Figura 3**).

A evaporação total nesse mesmo período apresentou-se bastante elevada, com média anual de 1.469,2 mm e médias mensais variando de 68 mm a 175 mm (**Figura 4**). Esses resultados demonstram que há durante o período de março a maio um balanço hídrico positivo, coincidindo com a estação chuvosa.

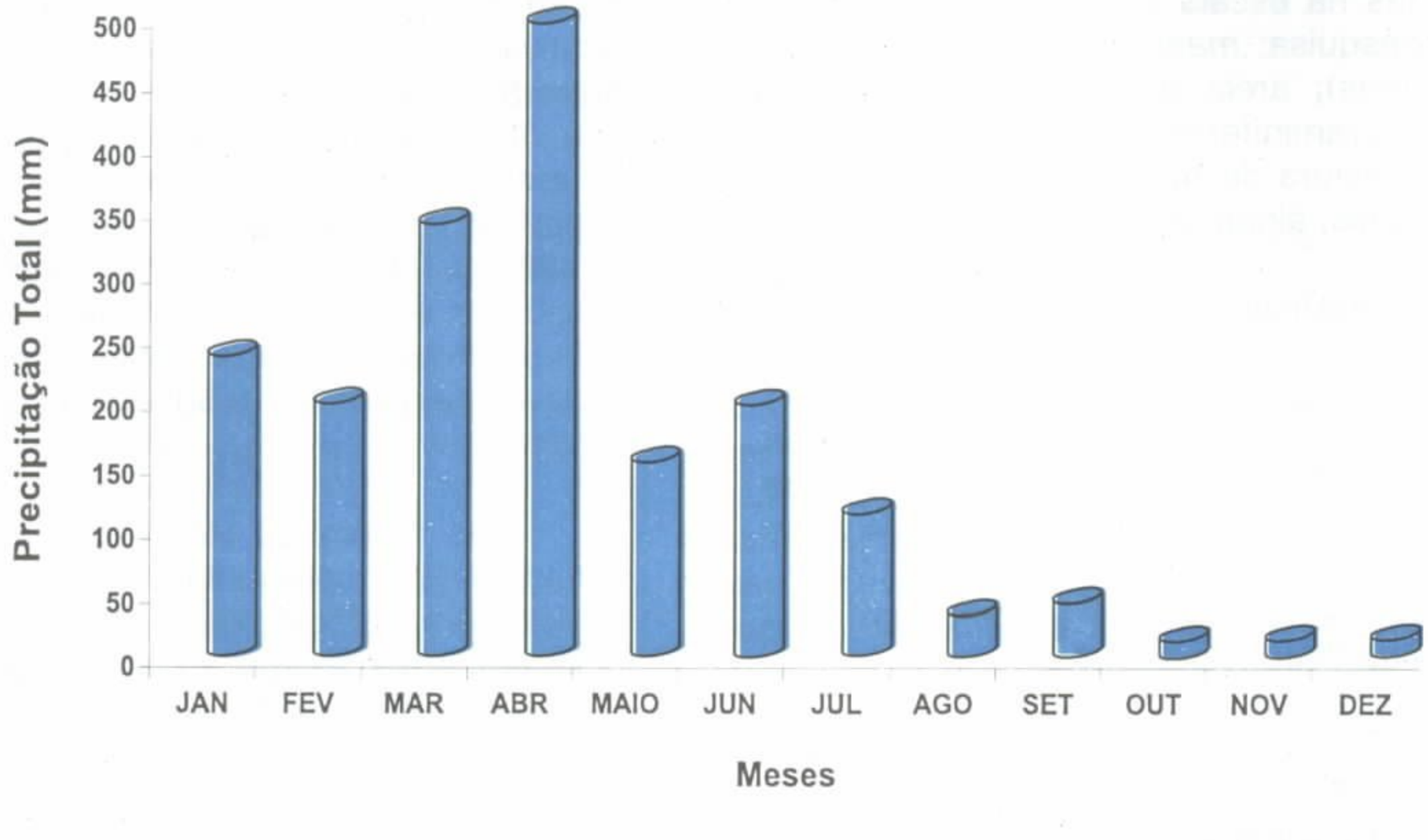


Figura 2 - Médias mensais de precipitação durante o período de 2000 a 2004. Fonte: FUNCEME, 2005.

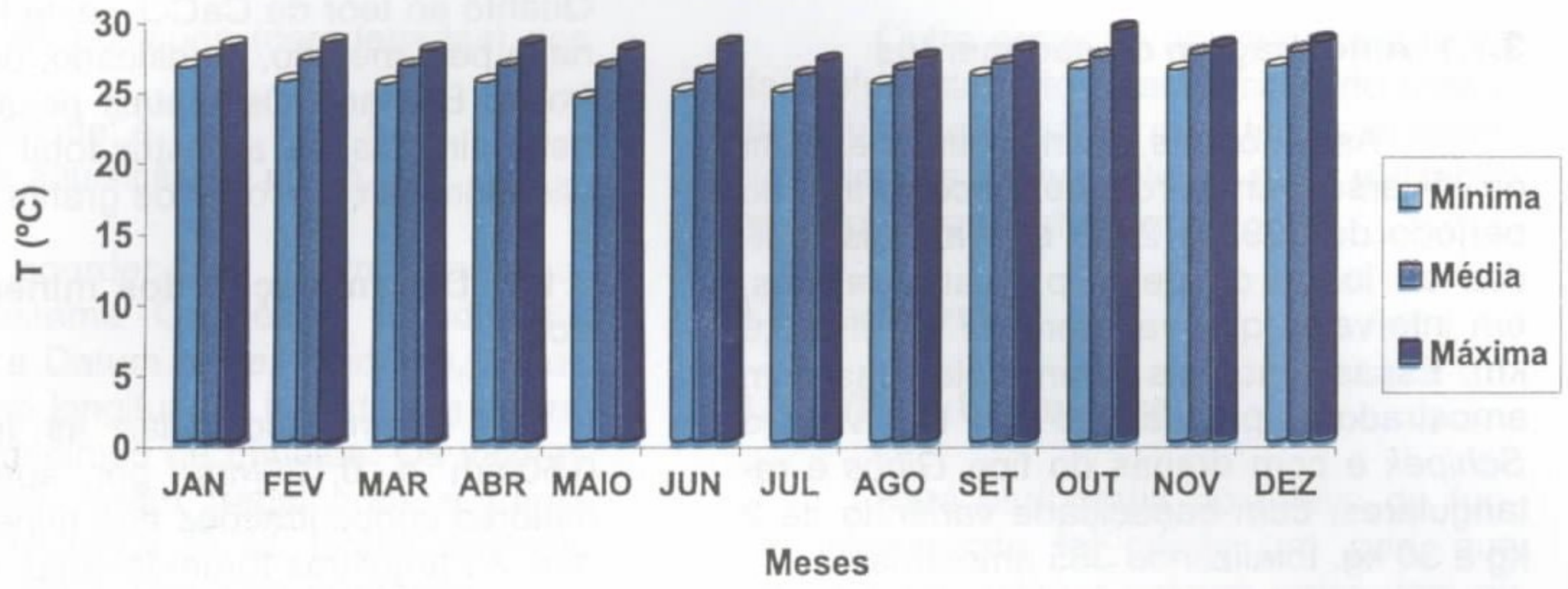


Figura 3 - Médias mensais de temperaturas mínimas, médias e máximas durante o período de 1961 a 1990. Fonte: FUNCEME, 2005.

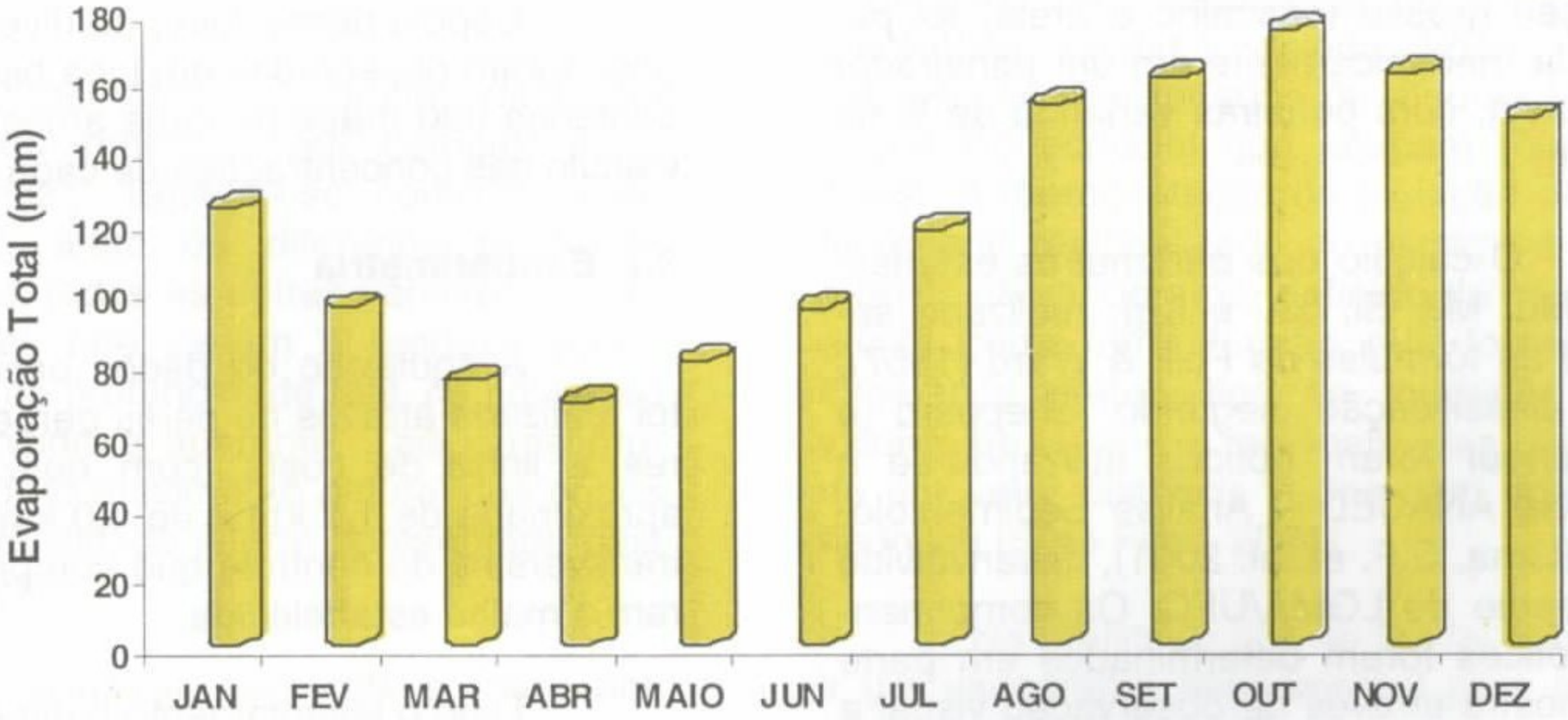


Figura 4 - Médias mensais de evaporação durante o período de 1961 a 1990. Fonte: FUNCEME, 2005.

Os trabalhos que culminaram com a elaboração deste documento foram executados em etapas, obedecendo à seguinte seqüência de atividades:

3.1 Sedimentologia

3.1.1 Amostragem de sedimentos

As amostras foram obtidas a partir de diversos cruzeiros que ocorreram no período de 1993 a 2005 e foram distribuídas ao longo de perfis pré-estabelecidos, em intervalos que variaram de 1 km a 3,6 km. Essas amostras foram coletadas com amostradores pontuais do tipo *Van Veen* e *Schipek* e com dragas do tipo *Gibbs* e retangulares, com capacidade variando de 2 kg a 30 kg, totalizando 385 amostras.

3.1.2 Análise granulométrica e composicional

A análise textural foi realizada segundo o método adotado pelo LGMA – Laboratório de Geologia Marinha Aplicada da UFC, utilizando-se 100 gramas para o peneiramento úmido no intervalo de 0,062 µm e 2 mm, de onde foram obtidas as frações cascalho, areia e lama. Destas, a fração grossa (cascalho e areia) foi peneirada mecanicamente em um peneirador Granutest, com peneiras variando de ¼ de Ø (phi).

O cálculo dos parâmetros estatísticos (Md. Mz, Si, SKi e Kg), realizado segundo as fórmulas de Folk & Ward (1957), e a classificação segundo Sheppard e Larssoneur foram obtidos utilizando-se o *software* ANASED – Análise Sedimentológica, (Lima, S.F. et. al. 2001), desenvolvido com apoio do LGMA/UFC. Os componentes bióticos foram determinados em parte da amostra através de observação visual a olho nu e através de uma lupa binocular. Nessa observação, foram contados e identificados 400 indivíduos e utilizou-se o método proposto por Tinoco (1989).

3.1.3 - Análise geoquímica

A análise geoquímica foi realizada na fração total, e a digestão se deu por ataque forte com água régia para abertura total do material. Para a análise da composição das algas calcárias, a abertura foi feita através de ataque com ácido HCl 0,1N, para determinação dos trocáveis. Os extratos em triplicatas foram analisados por espectrometria de absorção atômica. Quanto ao teor de $CaCO_3$, este foi determinado pelo método, modificado, do Calcímetro de Bernard. Os metais pesados foram determinados na amostra total por absorção atômica com forno de grafite.

3.1.4 Determinação dos minerais pesados

Foram escolhidas as frações de 0,50mm a 0,125mm, por apresentarem maiores concentrações dos minerais pesados. As amostras foram lavadas inicialmente com ácidos clorídricos e nítricos e posteriormente com água destilada para a limpeza dos grãos. Estes foram levados a uma bateria de funis em três níveis para a separação dos minerais leves dos pesados, utilizando-se bromofórmio ($CHBr_3$, densidade 2,89). Em seguida, os minerais pesados foram passados no eletroímã *Frantz* para separação nas diversas classes de suscetibilidade magnética.

Depois dessa fase, as diversas frações foram observadas em lupa binocular e contados 300 grãos de cada amostra, para cálculo das concentrações de cada mineral.

3.2 Ecobatimetria

A aquisição de dados batimétricos foi realizada através de perfis perpendiculares à linha de costa, com eqüidistância aproximada de 1,0 km e de 4,0 km e perfis transversais de controle que complementaram a malha estabelecida.

Todo o levantamento batimétrico foi efetuado com ecobatímetro EDO 185 Oceanográfico de 12 KHz e com uma vídeo sonda Furuno Modelo GP-1650F (Furuno Eletric Co.), tela LCD colorida à prova d'água de 5,6", com 2 portas de dados NMEA. Um GPS de marca Furuno Modelo GP-25SG foi acoplado ao ecobatímetro e com comunicação a um *Notebook*, gerando em tempo real os dados de profundidade e

posição. Ao todo foram adquiridos 7.569 pontos.

No tratamento dos dados dos arquivos recebidos, foi efetuada a separação dos parâmetros X, Y, Z e H, onde:

X e Y são as posições (coordenadas) dos pontos;
Z a profundidade; e
H a hora da aquisição do ponto.

As coordenadas foram referenciadas ao Sistema Geodésico Mundial 84 (WGS 84) e Datum correspondente, sendo salvas como longitude e latitude em graus, minutos e décimos de minutos. Os valores das posições foram trabalhados e transformados, respeitando as fontes originais do sistema geocêntrico de referência, para a Projeção Transversa de Mercator (UTM) e *Datum South American* 1969 (SAD-69) Zona 25 S.

A hora (H), de extrema importância para a correção pontual de cada valor de profundidade, teve um pequeno ajuste no que diz respeito apenas ao formato de aquisição para utilização nas correções da maré, devido a sua aplicação na fórmula gerada.

O parâmetro Z, profundidade, foi extraído em metros e dele corrigido erros de aquisição. Entende-se como erro de aquisição, além da diferença produzida pela maré, todas as outras variáveis e condicionantes que vieram a produzir deslocamento da profundidade real, na aquisição da profundidade aparente. Tais erros provêm desde o movimento natural das ondas até a instabilidade lateral apresentada pela embarcação.

A correção conferida à maré nos dados de profundidade foi realizada segundo informações das tábuas de marés dos Portos de Fortaleza (Ce) e Guamaré (RN). Os dados foram inicialmente separados por data, onde, após serem gerados os gráficos com as curvas da maré correspondente e delas extraídas suas equações de 2ª e/ou 3ª ordem, foram a partir dessas equações corrigidos e reduzidos ao nível de profundidade zero correspondente ao Nível Zero da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). Os erros inerentes a essa correção são da ordem de 10 a 20 cm, sendo expressamente recomendado que o levantamento executado nesta pesquisa não venha a ser utilizado para fins de navegação.

Outra correção aplicada nos dados da profundidade foi o acréscimo do calado da embarcação (+0.90 m) a todos os dados classificados como válidos para utilização na modelagem batimétrica.

3.3 Cartografia

3.3 1 Carta batimétrica

Para cartografia do relevo de fundo, inicialmente foi criado um *grid,* que consiste em estimar valores entre dois ou mais pontos medidos envolvendo cálculos numéricos, baseados em formulações matemáticas. Na modelagem do relevo, utilizou-se a união entre *grids* (mosaico de *grids*) como ferramenta de aproveitamento de um maior número de pontos do suporte de amostragem.

Na confecção do modelo batimétrico, foi utilizado o método de krigagem, que é baseado na investigação do comportamento das "variáveis regionalizadas", cujos valores são relacionados de alguma forma à posição espacial que ocupam (Guerra, 1988). A representação da variação de um fenômeno regionalizado no espaço é feita através do variograma, definido de maneira ampla como uma função que fornece a esperança matemática da mudança dos valores de variáveis regionalizadas, segundo um vetor distância h, também denominado lag (Silva Filho, 2004).

Na prática, o que se fez foi construir um variograma experimental para pares de amostras com distâncias entre eles de 1h, 2h, 3h,..., até um limite pré-estabelecido. O passo seguinte foi tentar encontrar uma função (variograma teórico) que melhor se ajustasse à forma do variograma experimental. Como o aumento da distância considerada entre os pares (lag) provoca também uma diminuição da quantidade de pares contribuindo para o cálculo, pontos do variograma mais próximos da

origem (distâncias menores) são mais fidedignos na representação do comportamento espacial que aqueles com distâncias maiores (Clark, 1979a).

Como as profundidades com freqüência aumentam no sentido da bacia oceânica, caracteriza-se uma tendência de aumento contínuo da variância com a distância entre os pares. Portanto, exemplificam um fenômeno não estacionário, ou seja, que apresenta alto grau de variabilidade das propriedades de seu modelo estatístico (média e variância). Nesse caso, para a construção do variograma foi feita a remoção da tendência, através da utilização da krigagem universal em detrimento da krigagem ordinária (Guerra, 1988).

Dessa forma, na variografia do conjunto dos dados batimétricos, buscou-se o melhor ajuste possível de um variograma teórico (**Figura 5**). Uma vez efetuada a modelagem do variograma, procedeu-se à krigagem pontual com deriva linear, utilizando-se o padrão do SURFER 8.0. O processo de interpolação gerou um modelo que apresentou um erro residual quadrático médio (*Root Mean Square*) da ordem de 1 metro. Tal erro, na verdade, apresenta-se como uma influência da irregularidade da superfície com relevos positivos e negativos, aliada às poucas informações na margem da área, quae mascaram e aumentam o erro residual da modelagem.

3.3.2 Carta faciológica

As cartas faciológicas foram feitas pela UFC a partir de dados existentes no BNDO - Banco Nacional de Dados Oceanográficos e no Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada – LGMA/UFC, oriundos dos Cruzeiros Vitor Hensen, JOBs I e II; GEOCOSTA, I, II e III; e GEOMAR XI e VXIII (Freire e Cavalcanti, 1998), além de trabalhos de graduação. Esses mapas foram confeccionados em escala de 1:100.000, utilizando-se os *softwares Geosoft 6.0* e *ArcGis 9.1*.

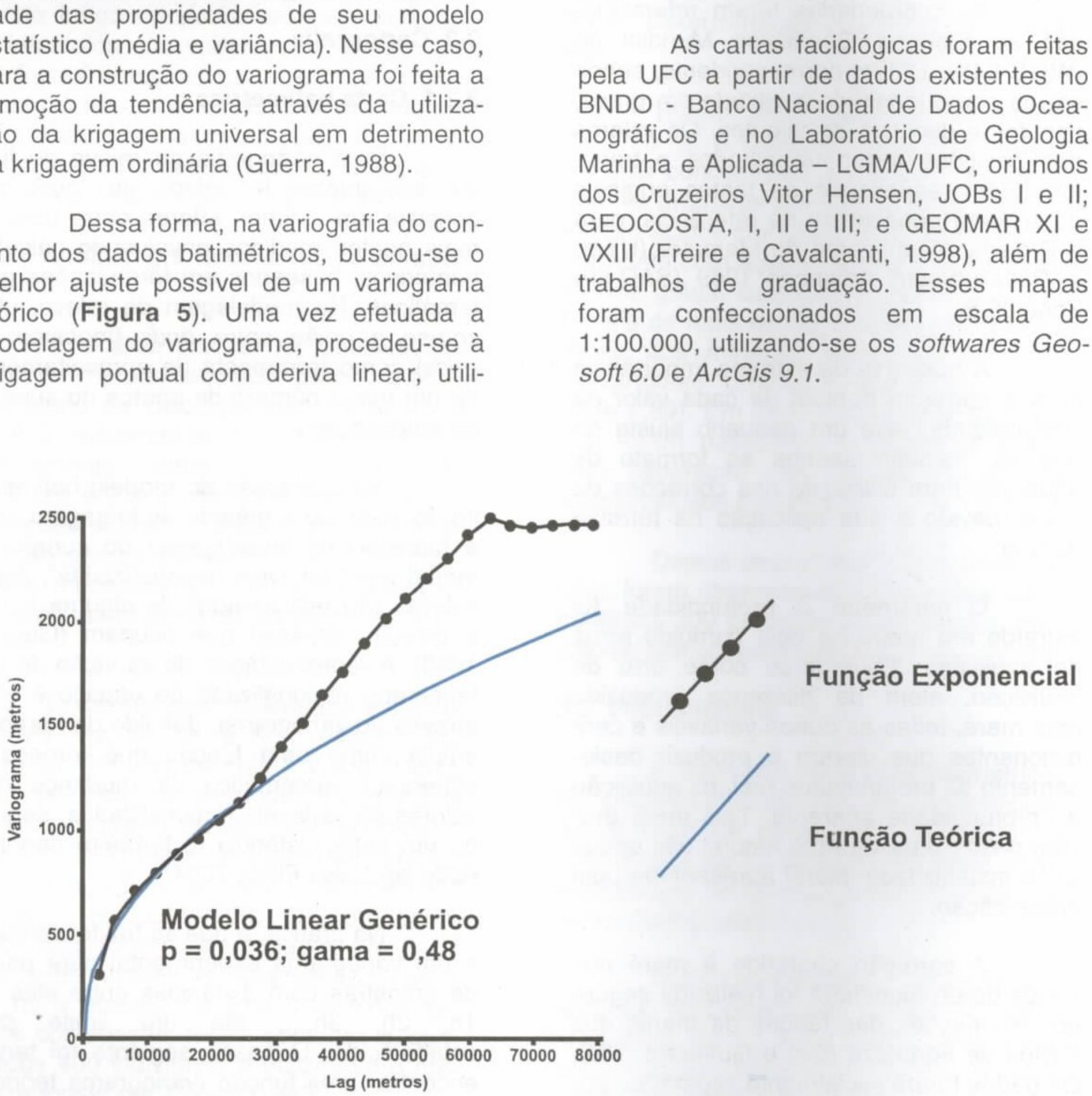


Figura 5 - Variograma experimental e teórico dos dados batimétricos da plataforma continental interna leste do Ceará.

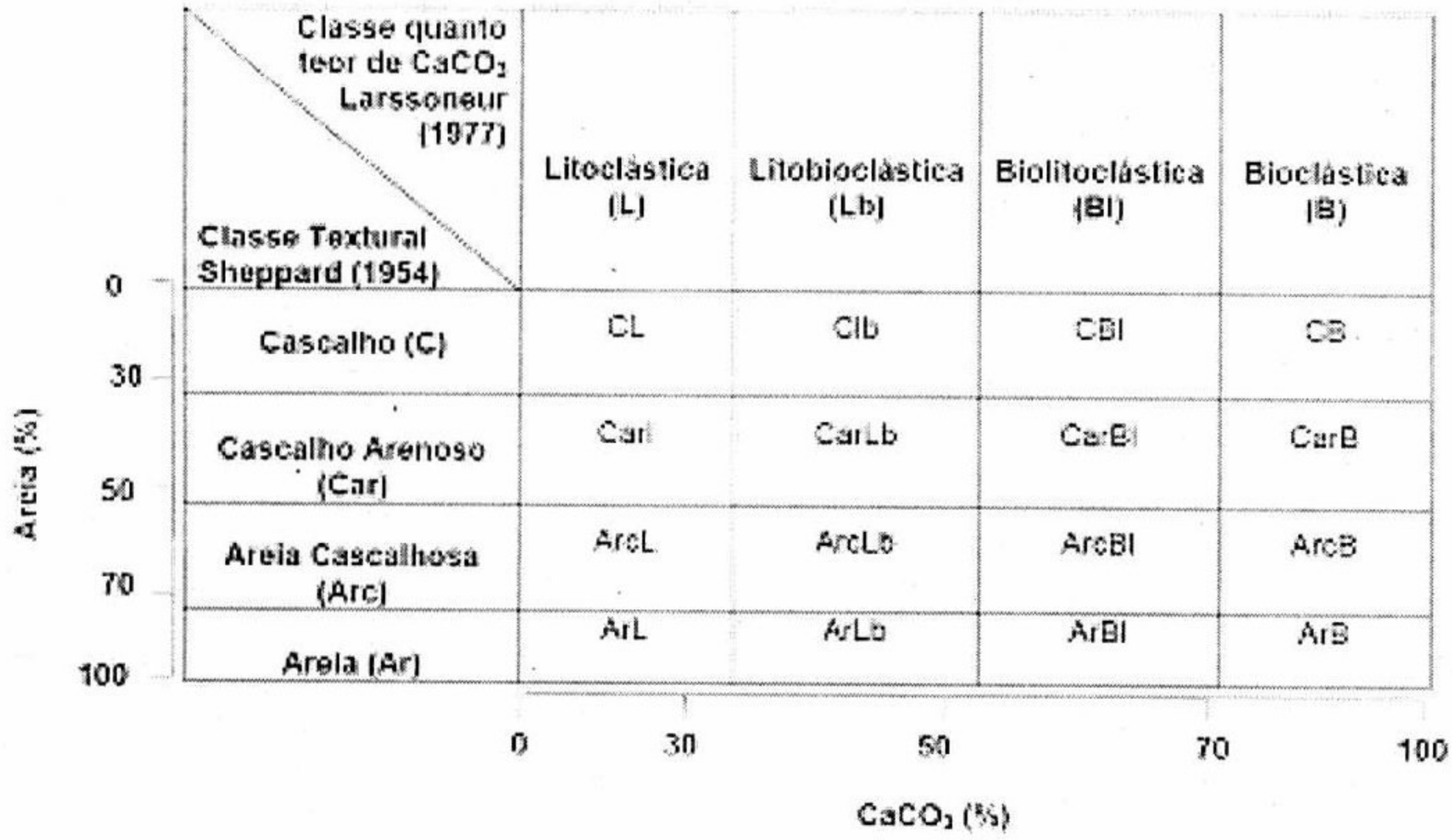


Figura 6 - Classificação de fáceis sedimentares adotada pelo LGMA, adaptada de Sheppard (1954) e Larssoneur (1977, in Freire *et al.*, 1997).

A definição das associações faciológicas foi baseada em parâmetros condicionantes, entre eles, textura, teor de $CaCO_3$, biocenose, retrabalhamento dos grãos e composição mineralógica. A análise desses parâmetros demonstrou que o mais indicado para os sedimentos seria subdividi-los em duas associações faciológicas, uma carbonática e outra litoclástica.

Para determinação da fácies existente, utilizou-se a classificação de Sheppard (1954), que leva em consideração a relação entre a quantidade de cascalho, areia e lama, e a classificação de Larssoneur modificada (1977, in Freire *et al.*, 1997), que se baseia em parâmetros texturais e nos teores de carbonato de cálcio.

A classificação utilizada na confecção dos mapas da plataforma continental leste do Ceará foi baseada nessas duas classificações, resultando em um esquema classificatório apresentado na **Figura 6**, proposto pelo LGMA, que levou em consideração o caráter misto dessa plataforma e as ocorrências irrisórias de lama.

4 - Mapeamento dos Recursos Minerais Marinhos

Na plataforma leste do Ceará foram identificados dois tipos de ocorrências minerais: as ocorrências litoclásticas e as bioclásticas, distribuídas numa superfície de aproximadamente 8.656,80 km^2 e com espessura aproximada, com base em dados geofísicos, respectivamente, de 19 m e 14 m, segundo informação verbal de Freire (2006). Para melhor representação dessa faciologia em carta, a área da pesquisa foi segmentada em três: Área Aquiraz, Área Beberibe e Área Areia Branca, individualizadas, conforme mostra a **Figura 7** e apresentadas em cartas faciológicas, anexas a este Informe.

4.1 Ocorrências litoclásticas

A associação litoclástica divide-se em cinco fácies, assim definidas: Cascalho Arenoso Litoclástico, Areia Cascalhosa Litoclástica, Areia Cascalhosa Litobioclástica, Areia Litoclástica e Areia Litobioclástica. A fração organógena dessas fácies é composta por algas coralíneas, Halimedas, conchas de moluscos, briozoários entre outros.

Areia Litoclástica é a fácies predominante em toda a plataforma continental interna e média, entre Fortaleza e Barra de Sucatinga (Cartas Faciológicas Área Aquiraz e Área Beberibe). Representam, dentro da classificação adotada pelo LGMA, sedimentos na fração areia com percentual de no máximo 30% de $CaCO_3$. Na área da foz do Rio Jaguaribe, ela aparece como uma faixa aproximadamente perpendicular à linha de costa (ver Cartas Faciológicas Área Beberibe e Área Areia Branca), alcançando a isóbata de 20 metros.

Essas areias apresentam o grau de assimetria variando de muito negativa para positiva, com predominância das negativas, indicando tendência a material mais grosso (**Figura 8**). O grau de seleção varia de pobre a moderadamente selecionado, com exceção na região defronte à praia do Iguape que apresenta areias terrígenas moderadamente a bem selecionadas de cor branca.

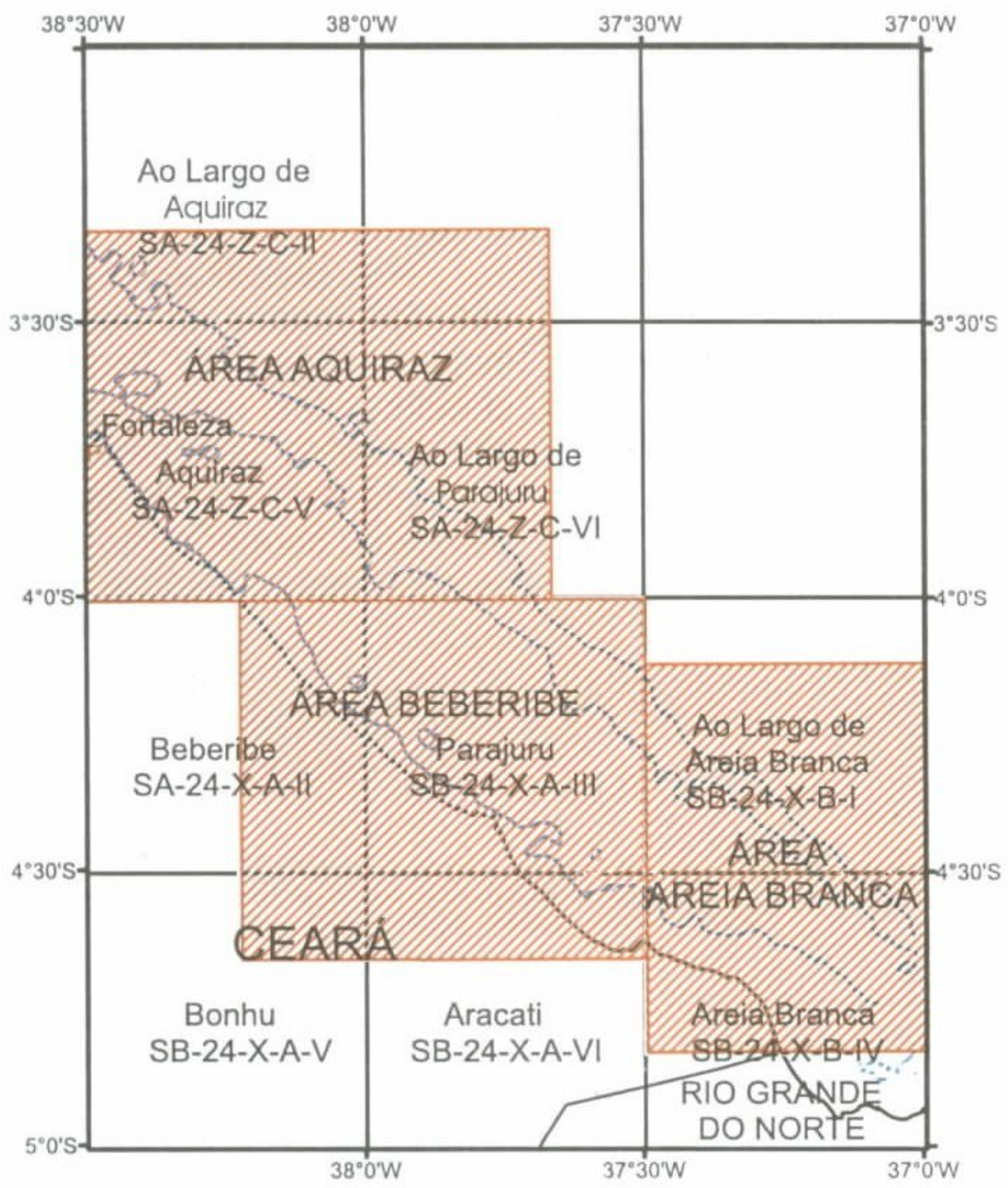


Figura 7 - Mapa de localização da área da pesquisa.

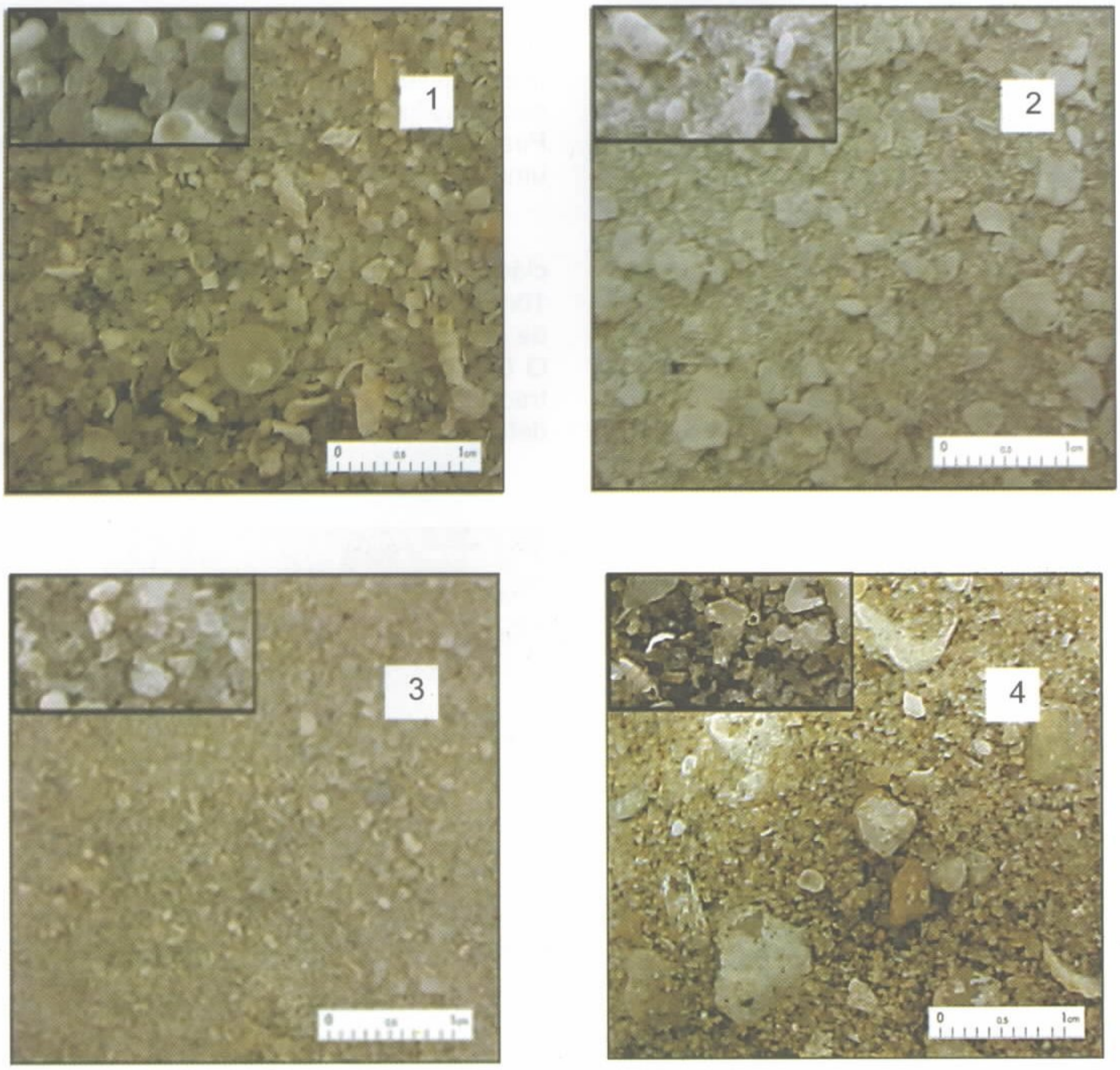


Figura 8 - Amostras das ocorrências litoclásticas, fotos 1 e 2 na Área Aquiraz; fotos 3 e 4 na Área Beberibe.

A fácies Areia Litobioclástica compreende os sedimentos na fração areia com enriquecimento maior de bioclastos, que varia de 30% a 50%. A fácies está distribuída em toda a plataforma interna, de forma paralela à linha de costa, cobrindo uma área de aproximadamente 308,66 km^2 e se estende até a isóbata de 10 metros. Nas proximidades de Canto Verde, essa areia apresenta-se como uma faixa estreita próxima à costa.

A fácies Cascalho Arenoso Litoclástico, foi encontrada somente bem próximo à costa, entre a isóbata de 0 e 5 metros, nas proximidades da região Barra de Jacutinga na Folha Beberibe, com área aproximada de 9,04 km^2 (ver Carta Faciológica Área Beberibe).

A Areia Cascalhosa Litobioclástica e a fácies Areia Cascalhosa Litoclástica ocorrem somente nas proximidades de Uruaú e Parajuru (ver Carta Faciológica Área Beberibe), com áreas aproximadas, respectivamente, de 3,32 km^2 e 3,28 km^2.

4.2 Ocorrências bioclásticas

A Associação Carbonática apresenta cinco fácies, a saber: Areia Biolitoclástica, Areia Cascalhosa Biolitoclástica,

Areia Bioclástica, Areia Cascalhosa Bioclástica e Cascalho Arenoso Bioclástico.

Areia Bioclástica é a fácies predominante desta associação carbonática, e cobre uma superfície de aproximadamente 3.237,79 km^2 se estendendo da profundidade de 5m a 10 m até o limite da área da pesquisa, que é a isóbata de 30 m (ver Cartas Faciológicas Área Beberibe e Área Areia Branca). Caracterizam-se como sedimentos na fração areia com 70% a 100% de $CaCO_3$ (**Figura 9**).

A fácies Areia Biolitoclástica é a segunda em dominância. Aparece sob a forma de cordões, perfazendo uma área total aproximada de 380,49 km^2, e situa-se ao longo da isóbata de 10 m (**Figura 10**).

A fácies Areia Cascalhosa Bioclástica apresenta-se defronte das desembocaduras dos rios Jaguaribe, Rio Choró e Pirangi, em áreas bem restritas e totalizam uma superfície de 82,33 km^2 (**Figura 11**).

A fácies Areia Cascalhosa Biolitoclástica ocorre entre as isóbatas de 0 a 10m, em pontos isolados paralelo à linha de costa, com uma área total de 51,44 km^2. O Cascalho Arenoso Bioclástico foi encontrado somente na isóbata de 20 metros, defronte à foz do rio Jaguaribe.

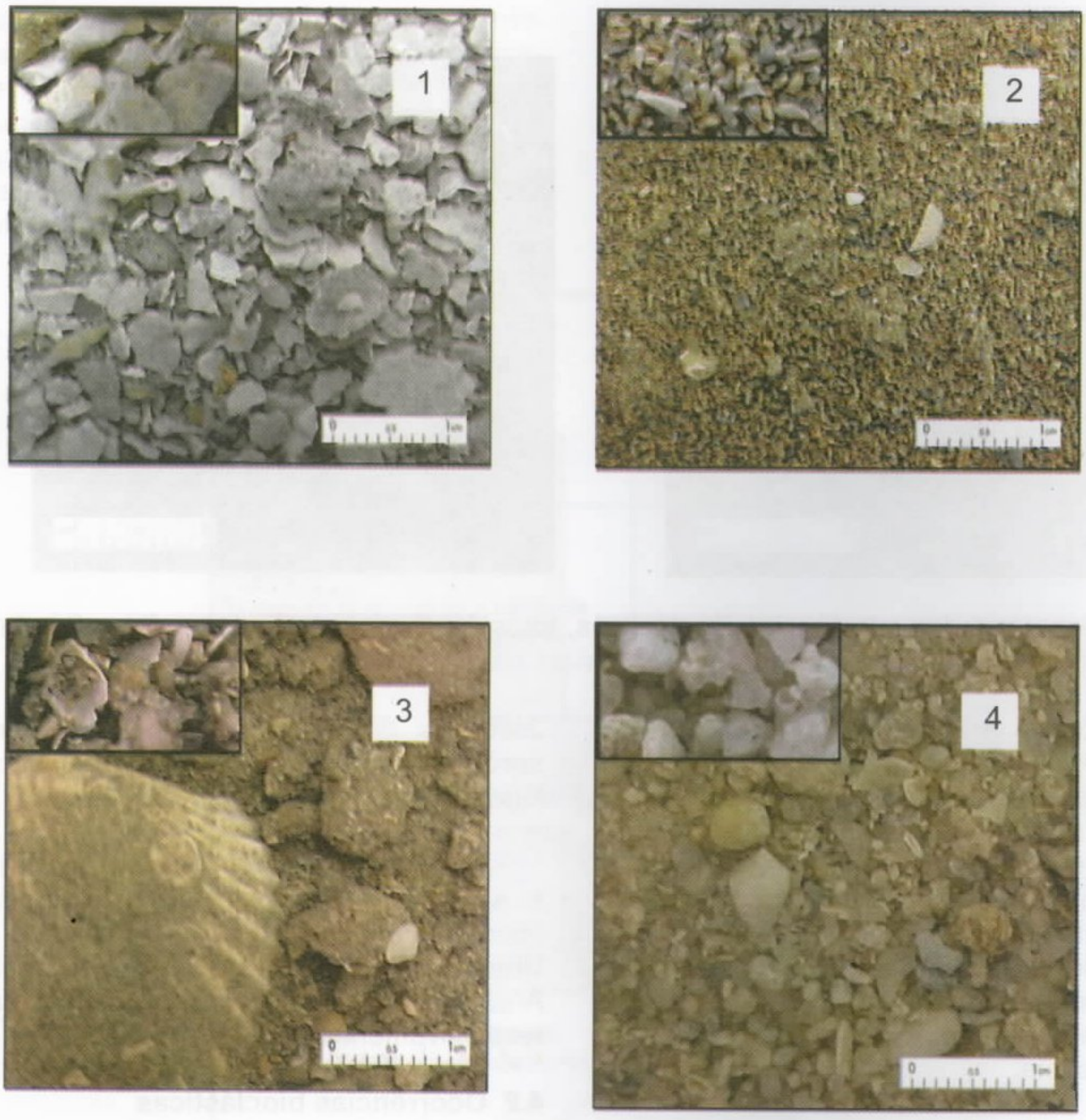


Figura 9 - Amostras da fácies Bioclástica. Fotos 1 e 2 da Área Areia Branca; fotos 3 e 4 da Área Aquiraz.

Figura 10 - Amostras da fácies Biolitoclástica. Foto 1 da Área Areia Branca; foto 2 da Área Beberibe.

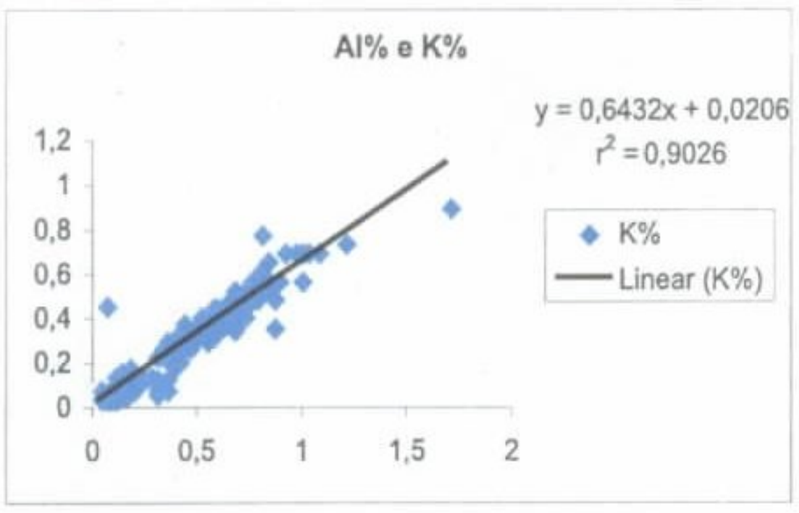
Figura 11 - Amostra da fácies Areia Cascalhosa Bioclástica na Área Beberibe.

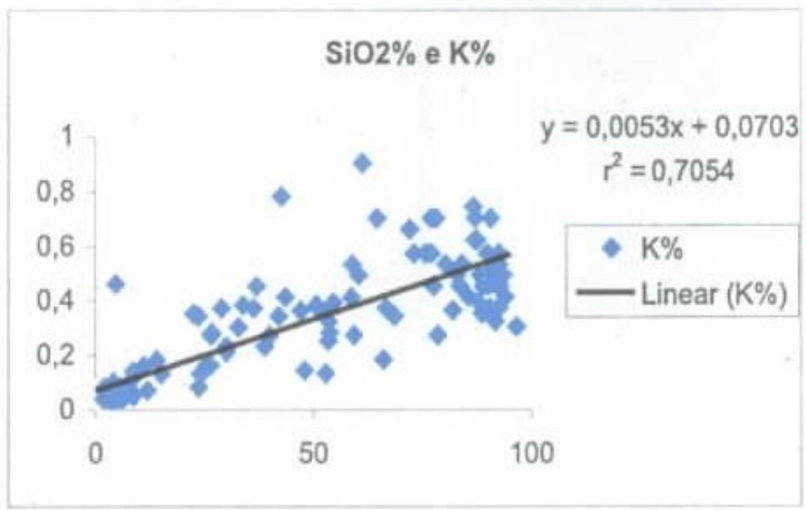
4.3 Caracterização geoquímica das ocorrências

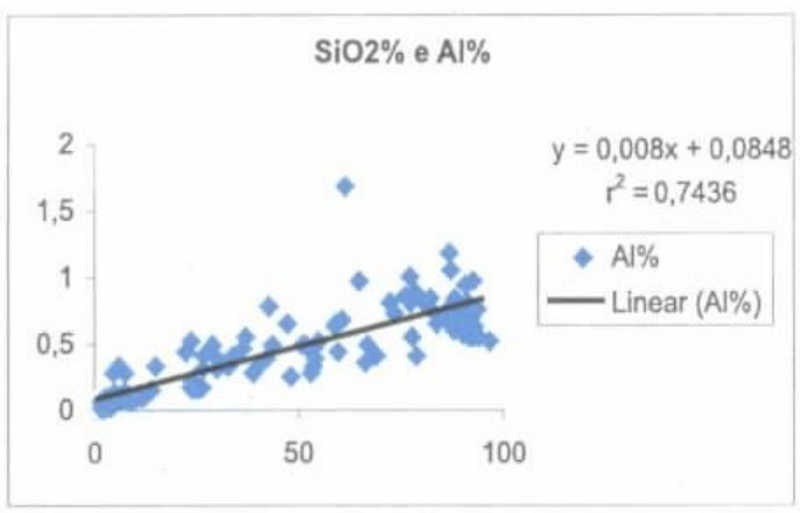
De acordo com o teor de $CaCO_3$, maior ou menor que 50%, foram discriminadas duas associações sedimentares na área: associação bioclástica e associação litoclástica. A matriz de correlação entre esses elementos caracteriza dois grupos bem distintos que refletem as fontes principais de sedimentos para a plataforma continental. O grupo de elementos de origem continental (associação litoclástica) consiste de Al, Si e K, com coeficientes de correlação maior que 0,86 (**Tabela 1**). Nesse grupo pode-se incluir também o Ti e o Fe que apresentam correlação negativa com o Ca (**Figura 12**). As maiores concentrações dos elementos desse grupo ocorrem mais próximas à linha de costa, comprovando a importância da contribuição fluvial (ver encartes na Carta Faciológica Área Aquiraz, anexa).

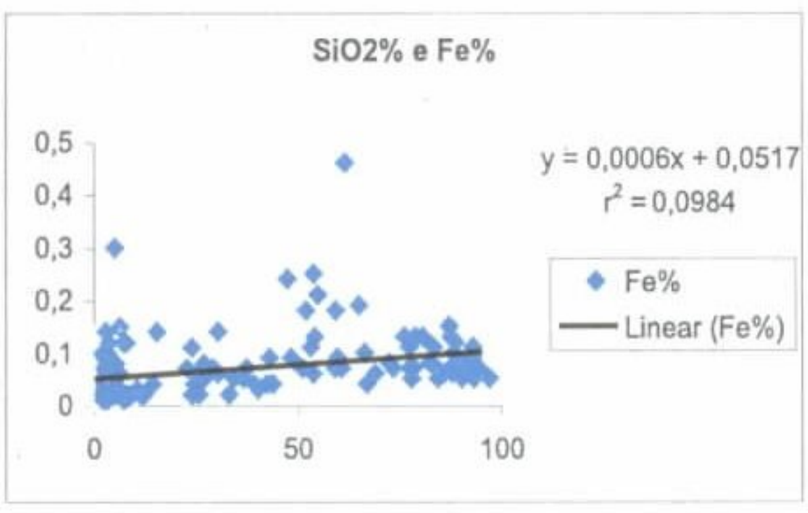
Tabela 1 - Correlação dos elementos.

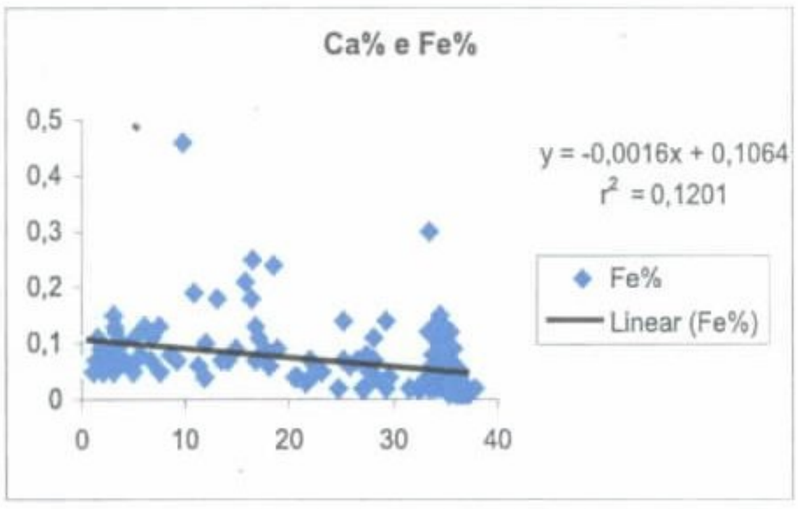
Correlação	Ca%	SiO2%	Al%	Mg%
Ca %	1	-0,997	-0,879	0,820
SiO_2 %	-0,997	1,000	0,862	-0,847
Al %	-0,879	0,862	1,000	-0,756
Mg %	0,820	-0,847	-0,756	1,000
Fe %	-0,347	0,314	0,563	-0,193
Ti %	-0,563	0,543	0,675	-0,409
P_2O_5 %	0,444	-0,456	-0,345	0,405
K %	-0,855	0,840	0,950	-0,762
Sr ppm	0,776	-0,760	-0,651	0,413
Cu ppm	-0,359	0,365	0,248	-0,275
Cr ppm	0,652	-0,657	-0,510	0,615
Ni ppm	0,310	-0,326	-0,201	0,356
Mn ppm	-0,335	0,310	0,464	-0,173











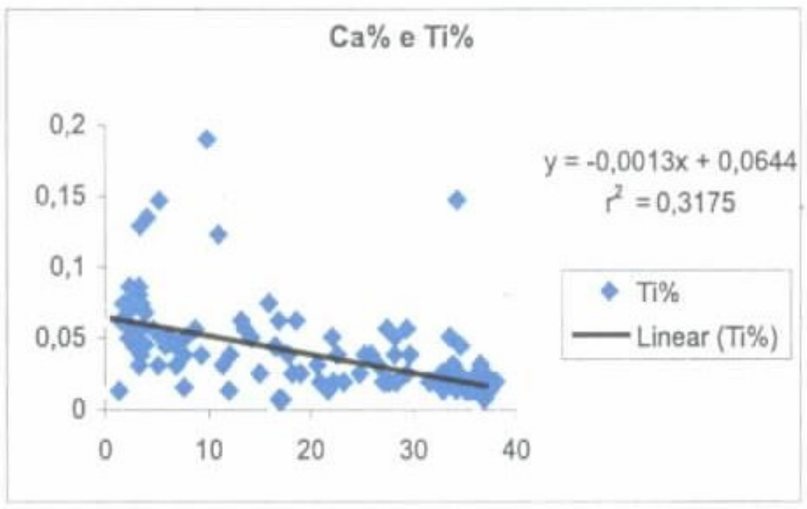


Figura 12 - Gráficos de correlação (regressão linear) do grupo de elementos da associação litoclástica.

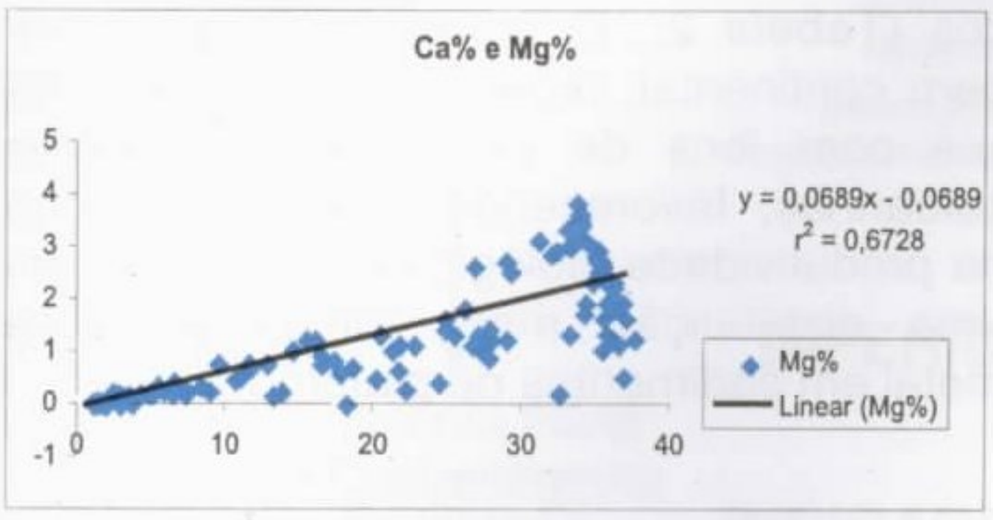


Figura 13 - Gráficos de correlação (regressão linear) do grupo de elementos da associação bioclástica.

Tabela 2 - Distribuição dos elementos químicos nas ocorrências litoclásticas e bioclásticas.

Ele/ Ocorrências	SiO_2 (%)	Al (%)	Ca (%)	Mg (%)	P_2O_5 (%)	Ti ($\mu g.g^{-1}$)	Fe (%)	Ni ($\mu g.g^{-1}$)
Litoclásticas	3,5 a 95,2	0,18 a 0,87	12,4 a 34,8	0,05 a 2,8	0,01 a 0,19	60 a 1.890	0,03 a 0,46	4 - 12
Bioclásticas	0,07 a 49,3	0,02 a 0,15	0,46 a 37,2	0.26 a 3,9	0,02 a 0,34	10 a 430	0,01 a 0,18	4 - 14

O grupo que representa elementos típicos de origem marinha (associação carbonática) é representado pelo Ca e o Mg, e apresenta matriz de correlação na ordem de 0,82 (**Tabela 1**). A absorção de metais dissolvidos durante o processo de biomineralização é responsável pela presença desses elementos em componentes de fundo, particularmente através de algas coralíneas. Esses elementos (Ca, Mg e Sr) são precipitados certamente como carbonatos (**Figura 13**). Porém, P, Cr e Ni, provavelmente, são absorvidos e incluídos nos materiais biogênicos pela produção primária.

A distribuição dos elementos químicos variou nas ocorrências litoclásticas e bioclásticas com a distribuição apresentada na **Tabela 2**.

As maiores concentrações de Si e Al nos litoclásticos indicam influência direta do continente através das descargas dos rios. Enquanto as maiores concentrações de Ca estão associadas a amostras enriquecidas em materiais organógenos.

Na plataforma continental leste do Ceará, os sedimentos organógenos são localizados predominantemente na plataforma externa, sendo compostos, em sua maioria, por algas calcárias dos *tipos Lithothamnium* (algas coralíneas) e *Halimeda*. A textura predominante dessas ocorrências é de areias e cascalhos, geralmente presentes a uma profundidade superior a 15 metros.

Os resultados da análise química de amostras das fácies carbonáticas são mostrados na **Tabela 3**. Como esperado,

as *Halimedas* apresentam teores mais elevados de cálcio que o *maerl*, formado, principalmente, por talos livres ou ramificados de algas coralíneas, sendo o inverso para o magnésio.

As concentrações de Níquel (Ni) são ligeiramente maiores nos sedimentos bioclásticos que nos sedimentos litoclásticos (**Tabela 2**). O níquel, embora de origem continental, facilmente forma complexos com íons de cloreto em ambientes estuarinos, favorecendo sua incorporação na produtividade biológica e resultando em uma distribuição mais constante desse metal em sedimentos de plataforma.

Tabela 3 - Resultados de análises químicas de material carbonático algálico.

Elementos	*Mäerl* (%)	*Halimeda* (%)
Sódio	0,97 - 3,24	1,76 - 4,49
Potássio	0,09 - 0,53	0,07 - 0,39
Lítio	0,15 - 0,20	0,23 - 0,35
Ferro	0,03 - 0,14	0,01 - 0,09
Cálcio	18,50 - 33,60	23,80 - 37,60
Magnésio	1,66 - 2,99	0,32 - 0,45

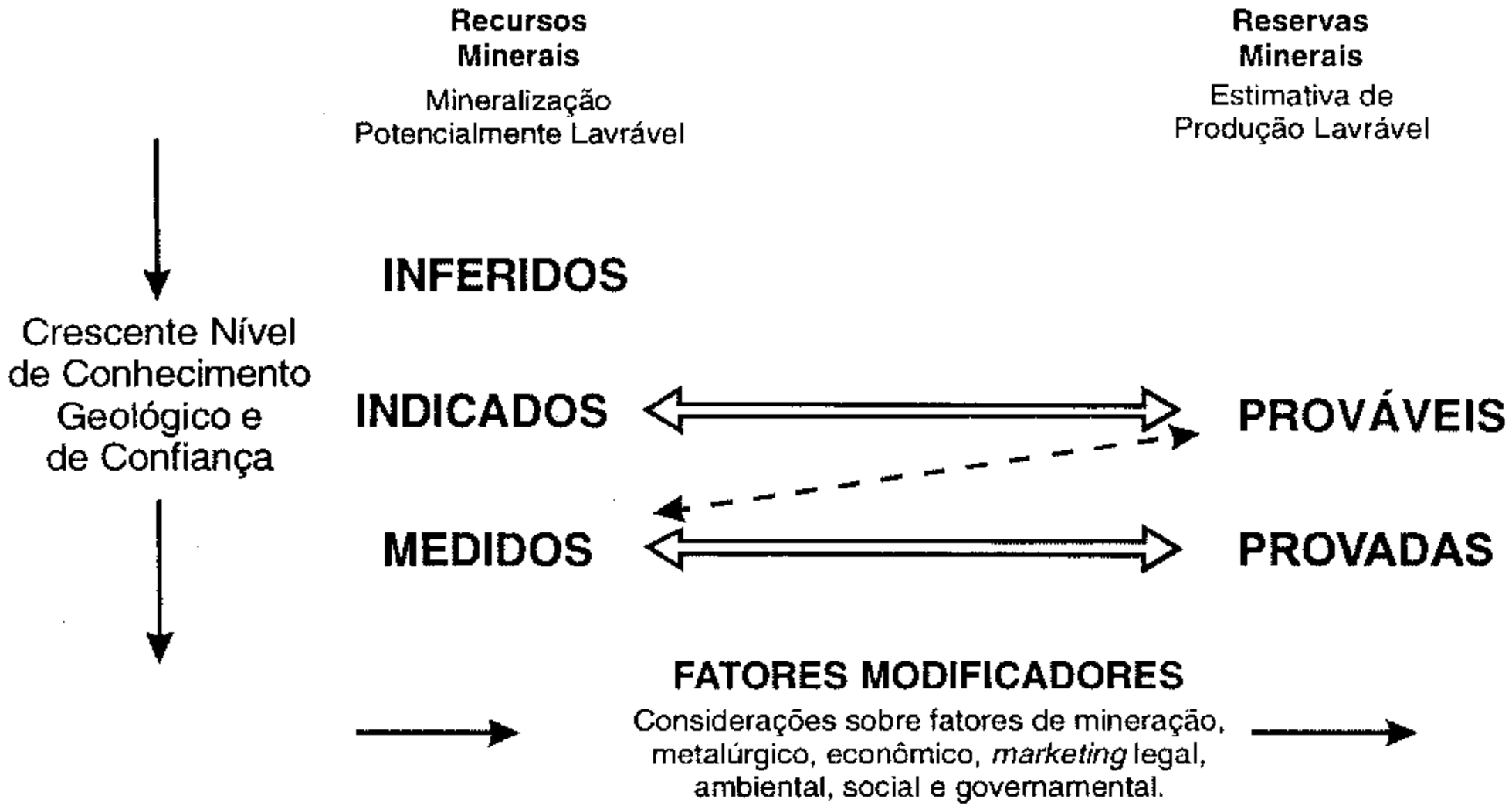


Figura 14 - Relação entre recursos minerais e reservas minerais.

As referências a recursos minerais, aqui enfocadas, estão relacionadas a depósitos minerais potencialmente aproveitáveis, estimados com base em informações geocientíficas, independente da viabilidade econômica de seu aproveitamento. Já as Reservas Minerais estão relacionadas a jazidas cuja produção está economicamente demonstrada, levando em consideração outros fatores modificadores que reforçam o nível da estimativa, e que estão relacionados ao desenvolvimento das pesquisas, aos avanços das técnicas de extração e processamento mineral, além das mudanças na economia e no mercado, incluídos também os aspectos ambientais e legais.

A **Figura 14**, adaptada do *The Society for Mining, Metallurgy and Exploration* (1999) sintetiza esse contexto e nela podem-se observar as relações em duas vias, entre o aumento do nível de confiança na avaliáção de um depósito e as considerações sobre os fatores modificadores que influenciam na conversão de um recurso em reserva e vice versa. Com isso demonstra-se a dinâmica do processo e a importância de sua compreensão, quando se lida com projetos minerais, ainda em sua fase embrionária.

5.1 Potencialidade de uso

O conhecimento dos depósitos minerais marinhos e o desenvolvimento de técnicas de extração para sua recuperação e aproveitamento têm se desenvolvido rapidamente nas ultimas décadas, oferecendo novos recursos básicos de enorme potencial econômico.

O grande desafio no aproveitamento desses recursos tem sido reduzir os custos de produção e as restrições ambientais, para competir com os minerais produzidos no continente.

A areia e o cascalho dragados em muitos países para aproveitamento como material de construção e regeneração de praias, na zona litorânea e offshore, representam hoje, mundialmente, o maior valor de produção, estimado em três bilhões de dólares por ano ou cerca de US$ 15/t (*Marine Mineral Resources*, 2000). Tratando-se de minerais de baixo valor unitário, o custo de transporte para os centros consumidores tem sido de fundamental importância na avaliação da viabilização desses empreendimentos.

Espera-se que, na medida em que escasseiem os recursos em terra, em que novos trabalhos de pesquisa sejam realizados ou em que os avanços tecnológicos reduzam os custos da extração no mar, seja aportada aos recursos marinhos uma característica estratégica, como bens minerais para diversos usos.

5.1.1 O panorama do aproveitamento dos granulados marinhos

• Granulados siliciclásticos como agregado natural

Os siliciclastos são usados como agregado natural na construção civil, tal qual a areia do continente, mas cuja extração em certas áreas se torna muitas vezes antieconômica, por conta da distância do depósito em relação ao mercado, das especificações técnicas quanto ao tamanho dos fragmentos e das restrições impostas pelos órgãos ambientais.

O aproveitamento da areia ocorre com ênfase nas proximidades dos grandes centros urbanos, cuja expansão sempre provoca litígios quanto ao uso da terra, provocando o deslocamento das operações para sítios mais distantes da ocupação urbana, e em conseqüência é esperado um aumento no preço desses insumos, puxado pelo custo de transporte. Esse fenômeno estimula a alternativa do granulado siliciclástico nas zonas litorâneas urbanas.

As estatísticas sobre reservas e produção de areia para construção são deficientes, considerando-se a informalidade do setor na maioria dos países e a diversidade de normas e especificações do produto. Na **Tabela 4**, são apresentados alguns dados citados na literatura que fornecem uma noção da participação dos siliciclastos nesse setor.

• Granulados siliciclásticos como material de engorda de praia

Com a crescente demanda de recuperação do perfil de praia, que foi modificado pela erosão costeira que traz como conseqüência sérios problemas nas orlas marítimas urbanizadas, o granulado siliciclástico se torna um importante recurso na contenção da erosão, e diversos países vêm mantendo programas permanentes de estudos direcionados à identificação de depósitos apropriados para essa finalidade.

Pesquisas realizadas na plataforma rasa norte-americana, por exemplo, estimaram recursos da ordem de 21 bilhões de toneladas de granulados marinhos, tendo sido usados 17,5 milhões de metros cúbicos desse material para restauração e engorda de 144 quilômetros de linha costeira, em 17 projetos executados em regiões distintas daquele país, no período entre 1995 e 2005 (*Marine Management Services*, 2005).

Tabela 4 - Produção de areia e de siliciclastos (areia marinha) para a construção civil em alguns países

PAÍS	PRODUÇÃO DE AREIA NO CONTINENTE	PRODUÇÃO DE SILICICLASTO (areia marinha)
Japão (2004)	150 milhões t	80 milhões t
França (2003)	394 milhões t	6 milhões t
Inglaterra (2003)	73 milhões t	18 milhões t
Canadá (2000)	25 milhões t	8 milhões t
Dinamarca	sem quantificação	sem quantificação
Suécia	sem quantificação	sem quantificação

Fontes: Diversas

O Brasil tem feito aproveitamento de granulados siliciclásticos para engorda de praias em diversos pontos de nossa extensa costa, mas não existem estatísticas consolidadas.

• Granulados siliciclásticos como fonte de sílica industrial

Os granulados siliciclásticos também constituem fontes de areia silicosa, material caracterizado por alto teor de sílica (>99 %) na forma de quartzo, que é usado para aplicações industriais outras, que não a da construção civil. As especificações mais rígidas para esse produto incluem, ainda, uma estreita faixa de distribuição dos grãos, em geral entre 0,5 a 0,1mm, e a ausência de impurezas deletérias, como o ferro, a argila, a cromita e outros.

Em estado bruto, a areia geralmente não atende a essas especificações, sendo então submetida a processos de lavagem, classificação, atrição e peneiramento, podendo inclusive exigir processos de flotação, como preparação para a transformação industrial. Em conseqüência, os preços no mercado são mais altos que os da areia para construção, permitindo o transporte a maiores distâncias, registrando-se inclusive o comércio entre países.

Grandes depósitos de areia são explorados no mundo, localizados próximos aos centros industriais e às aglomerações populacionais, e as reservas minerais costumam ser controladas em função do planejamento territorial e das restrições ambientais locais.

Entre os produtores e consumidores internacionais destacam-se os Estados Unidos, ofertando areia de alta qualidade para uma variedade de indústrias, a um preço médio de US$ 22,30 por tonelada. A produção mundial, com base em informações do *USGS - United States Geological Survey*, referente ao ano de 2004, foi de 111 milhões de toneladas, destacando-se, entre outros produtores, Alemanha, Espanha, Austrália, França, Japão e Reino Unido. Em adendo, a literatura relata a dragagem de granulados de areia silicosa no mar de alguns países, a exemplo do Japão e no Mar Báltico, mas não foram obtidas estatísticas recentes.

Na Nova Zelândia, que não está listada entre os principais produtores de areia silicosa, é relatado que, na região de Pakiri Beach, ocorre uma reserva de 18 milhões de metros cúbicos, e as autoridades locais consentiram às firmas extratoras de granulados cotas, totalizando 217.000 metros cúbicos por ano, para fins industriais diversos.

• Granulados bioclásticos como fonte de carbonato de cálcio

Os granulados bioclásticos, por sua composição química, têm sido utilizados da mesma forma que o calcário do continente e que sob a forma natural, ou transformado em cal, é provavelmente a substancia mineral de mais ampla variedade de usos industriais.

Embora seja também um bem mineral amplamente distribuído em todas as partes do mundo, algumas das aplicações do calcário requerem um elevado grau de pureza química e/ou características físicas adequadas em termos de grau de finura e de alvura. Tais especificações nem sempre são encontradas no produto natural, sendo necessário, para algumas aplicações, um processamento da matéria prima, para obtenção de carbonato de cálcio moído (GCC) ou de carbonato de cálcio precipitado (PCC).

Os recursos de calcário são incomensuráveis, por ser ele encontrado em depósitos contidos em rochas sedimentares, metamórficas e sedimentos (algas e conchas calcárias), entre outros. As reservas existentes nos diversos países são abundantes, mas com restrições para os usos mais exigentes.

A produção mundial de calcários em 2004, segundo dados do *United States Geological Survey*, foi de 121 milhões de toneladas, liderada pela China (23,5 milhões) e pelos Estados Unidos (20,4 milhões), seguidos pela Rússia, pelo Japão, pelo México, pela Alemanha e pelo Brasil.

Nessas estatísticas não está individualizada a produção de origem marinha, sendo, entretanto obtidas em outras fontes as informações citadas na **Tabela 5**.

No Brasil, levantamentos regionais que vêm sendo realizados desde a década de 1970 apontam para a existência de ocorrências de algas calcárias e um potencial de recursos carbonatados que se estendem por toda a plataforma continental. O Anuário Mineral Brasileiro (2005) relata uma reserva de 6,1 milhões de toneladas de algas e conchas calcárias no litoral da Bahia, atualmente sem produzir. Nas praias de Santa Catarina estão cubadas reservas de mais de 6,1 milhões de toneladas de conchas calcárias, sendo produzido, em 2004, um total de 99,4 mil toneladas para agricultura e ração animal, preço bruto 25,00/t e beneficiado 137,00/t.

A Companhia Baiana de Pesquisa Mineral está disponibilizando, como oportunidade de investimento, um depósito de 84 milhões de toneladas de carbonatos biodetríticos, acumuladas no litoral sul da Bahia. É registrada também a extração localizada e descontínua de conchas e algas calcárias no Rio de Janeiro e no Espírito Santo.

O acesso ao SIGMINE, sistema que informa sobre os títulos minerários gerenciados pelo DNPM, permite avaliar o interesse na exploração dos recursos do mar, sendo coletados no dia 05/02/2006, dados de processos, na margem costeira brasileira, relatados na **Tabela 6** e espacialmente representados nas **Figuras 15** e **16**.

Tabela 5 - Produção de bioclastos em alguns países.

PAÍS	TIPO DE MATERIAL	APLICAÇÃO
França	areias calcárias depositadas em dunas subaquosas	500.000 t/ano para fabricação de cimento
Ilhas Fiji	areias coralíneas	fabricação de cimento
Índia (Venbanad)	conchas calcárias	exportação
Estados Unidos (Baía de São Francisco).	conchas calcárias	diversas
Islândia	conchas calcárias	argamassa e cimento

Fontes: diversas

Tabela 6 - Processos de concessão mineral na plataforma brasileira.

ESTADO	SUBSTÂNCIA	SITUAÇÃO LEGAL
AL	Calcário coralíneo	Requerimento de lavra - exigência
BA	Calcário	Autorização de pesquisa pendente
	Calcário	Área em disponibilidade
	Calcário	Relatório de pesquisa em análise
	Ouro	Autorização de pesquisa
	Areia	Registro de licenciamento
ES	Salgema	Autorização de pesquisa
	Calcário coralígeno	Autorização de pesquisa
	Calcário coralígeno	Requerimento de lavra
	Algas calcárias	Autorização de pesquisa
MA	Calcário	Alvará de pesquisa
	Calcário	Alvará de pesquisa pendente
	Zircão	Autorização de pesquisa
PE	Calcário conchífero e coralíneo	Requerimento de lavra – exigência
RJ	Algas calcárias	Autorização de pesquisa
	Ilmenita	Autorização de pesquisa
	Areia para vidro	Requerimento de lavra – exigência
	Areia de fundição	Área em disponibilidade
SC	Argila refratária	Autorização de pesquisa
	Cromita	Autorização de pesquisa
	Saibro e areia	Relatório de pesquisa – exigência
	Concha calcária	Autorização de pesquisa
SP	Argila	Requerimento de lavra
	Areia	Autorização de pesquisa
	Saibro	Registro de licenciamento

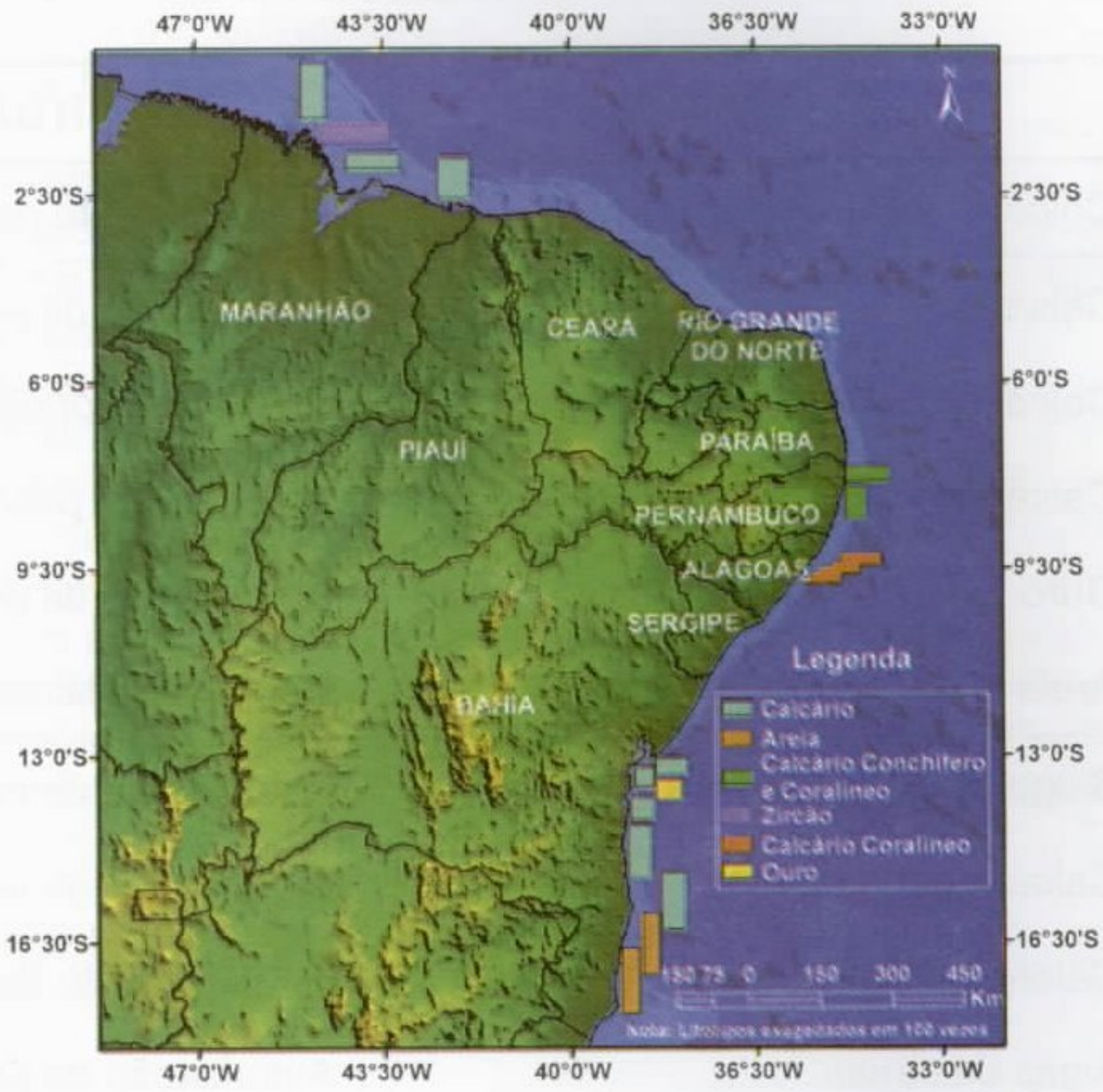


Figura 15 - Áreas de concessão mineral na plataforma continental Nordeste (Fonte: DNPM, 2006).

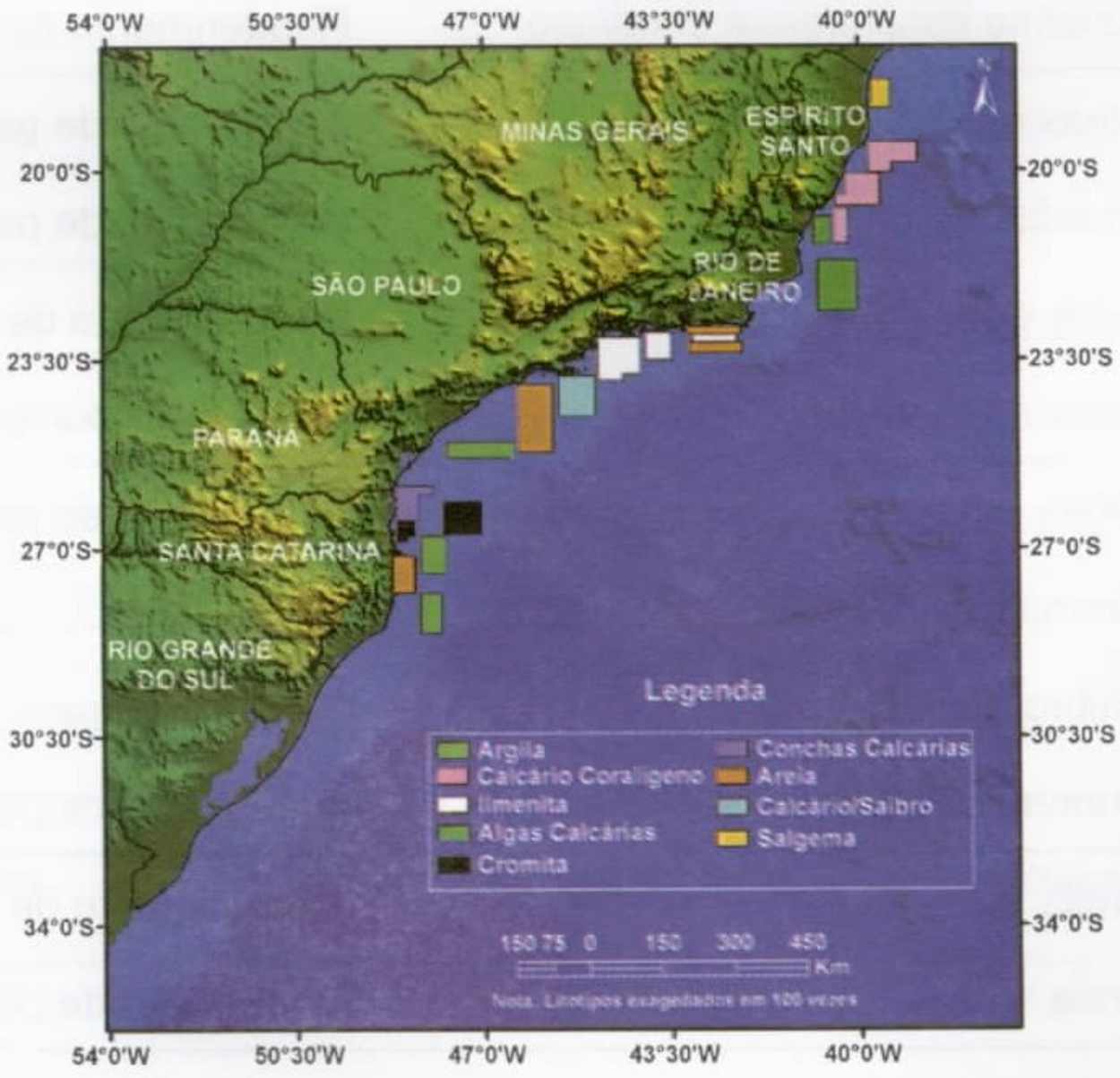


Figura 16 - Áreas de concessão mineral na plataforma continental Sudeste e Sul (Fonte: DNPM, 2006).

5.2 Oferta de areias no Ceará

Os recursos disponíveis, no continente, de areia para construção civil são significativos, embora não constem dados de reserva no Anuário Mineral Brasileiro DNPM (2005), em face da informalidade do setor e da opção de regularização pelo regime de licenciamento que dispensa a realização da pesquisa mineral. Os depósitos continentais de areia fina estendem-se ao longo da faixa costeira do Estado do Ceará, relacionados geologicamente às dunas quaternárias e aos sedimentos terciários do Grupo Barreiras. Areias finas e grossas ocorrem nos canais ativos e nos terraços aluviais das principais drenagens, com destaque para os rios Pacoti, Ceará, São Gonçalo e Cauípe, e seus afluentes.

No que tange à areia industrial, regida pelo regime de concessão, o Estado do Ceará dispõe de reservas medidas que alcançam cerca de 17,5 milhões de toneladas, das quais, apenas 5,9 milhões são classificadas como lavráveis. O município de Horizonte detém 10 % dessas reservas, e os 90 % restantes estão localizados fora da área metropolitana, em Sobral e Camocim.

Em relação aos granulados siliciclásticos identificados na plataforma leste cearense, pela presente pesquisa, a fácies litoclástica se destaca por seu percentual de sílica expressivo. Considerando a espessura aproximada de 19 m obtida a partir de dados de geofísica, segundo informação verbal de Freire (2006), pode-se citar a existência de recursos inferidos da ordem de 86,97 bilhões de m3 de granulado siliciclástico.

A produção estadual de areia continental, pelos dados oficiais de 2004, atinge um montante de 3,2 milhões de metros cúbicos, englobando os materiais destinados à construção civil e ao setor industrial, enquanto os recursos marinhos somente têm sido produzidos para atender a eventuais projetos de engorda de praia.

Os municípios tradicionais produtores de areia para construção na Região Metropolitana de Fortaleza e que estão mais próximos aos maiores centros urbanos são Aquiraz, Caucaia, Eusébio, Fortaleza, Pacatuba, Itaitinga, Maracanaú e Guaiúba. Fora dos limites da área metropolitana despontam, como grandes produtores, os municípios de Paracuru e São Luiz do Curu.

A extração formal enfrenta litígios quanto ao uso do solo, muito embora ocorra em diversos pontos da região a exploração clandestina em pequenos areeiros, tal qual ocorre com maior ou menor intensidade nas demais regiões metropolitanas. Ressalta-se que as jazidas de areia explotadas na capital do estado, ou em suas proximidades, encontram obstáculos crescentes à sua exploração, por conta da expansão urbana e das exigências ambientais em vigor, o que tem levado ao afastamento das atividades de produção nas proximidades do grande pólo consumidor, provocando o conseqüente encarecimento do custo de transporte.

A extração estadual de areia é obtida por 12 minas de pequeno porte, a céu aberto, com produção bruta entre 10.000 e 100.000 toneladas por ano. Concorrem, ainda na oferta de areia, diversos microprodutores clandestinos, muitas vezes tutelados por grandes consumidores.

Essa produção é destinada principalmente ao mercado da construção civil, sendo o preço médio de comercialização em torno de R$ 4,00 por metro cúbico na boca da mina. No que se refere à produção de areia industrial, esta é em sua maior parte destinada a abastecer clientes cativos do setor de transformação de minerais não metálicos.

5.3 Oferta de carbonatos no Ceará

As estatísticas oficiais registram, para a área continental do Estado do Ceará, recursos de 5,3 bilhões de toneladas de calcário, das quais, 2,0 bilhões são classificadas como reservas lavráveis ou provadas, além de 13,2 milhões de toneladas de calcita. O calcário está presente na Região Metropolitana de Fortaleza e em outros 15 municípios, sob a forma de lentes de extensão quilométrica e até dezenas de me-

tros de espessura. São tipos magnesianos ou calcíticos, impuros, utilizados na fabricação de cal. A quantidade produzida de calcário, conforme dados do DNPM - Anuário Mineral Brasileiro (2004) atingiu 1,8 milhões de toneladas e apresenta um perfil diversificado, com uma produtora de grande porte, fornecendo acima de 1.000.000 de toneladas anuais para uma fábrica de cimento, uma empresa de médio porte produzindo acima de 100.000 toneladas e 10 de pequeno porte, suprindo indústrias diversas. Concorrem, ainda, na oferta de calcário, diversas microempresas e produtores clandestinos, distribuídos nas diversas regiões do estado.

No que tange à potencialidade marinha, a exemplo das ocorrências siliciclásticas, considerando a espessura aproximada de 14 m, obtida a partir de dados de geofísica, segundo informação verbal de Freire (2006), pode-se citar a existência de recursos inferidos da ordem de 45,32 bilhões de m^3 de granulado bioclástico, medidos com base na fácies Areia Bioclástica, que apresenta uma área de aproximadamente 3.237,79 Km^2.

5.4 Emprego dos granulados marinhos da plataforma continental leste do Ceará

A potencialidade de uso aqui enfocada destina-se à avaliação das areias marinhas, de composição quartzosa e bioclástica, já que a concentração de minerais pesados ocorre num percentual muito pequeno, que variou de 0,55 % a 6,70 %.

O prognóstico de uso aqui apresentado foi feito com base apenas nos resultados disponíveis de análises granulométricas e químicas realizadas nos siliciclastos e bioclastos estudados.

5.4.1 Siliciclastos

Todas as amostras coletadas foram submetidas à análise granulométrica, que revelou a ocorrência de materiais nas frações areia e cascalho. Na dosagem da composição química de 29 amostras, obteve-se em duas delas, coletadas na Área Aquiraz (Folha Aquiraz) um teor médio de 93,8 % de SiO_2 e uma na Área Areia Branca (Folha ao Largo de Areia Branca) com teor de 92,03 %, todas classificadas na faixa granulométrica da fração areia. As demais amostras analisadas revelaram teores abaixo de 60 % de SiO_2.

Esses resultados indicam, em princípio, o emprego nos seguintes setores consumidores (**Figura 17**):

• na construção civil, o que poderá ser atestado com ensaios complementares, sendo que, na Área Aquiraz e na Área Areia Branca, concentram-se as ocorrências potencialmente mais interessantes, por apresentarem teores de sílica acima de 90%;

• na engorda de praia, onde a seleção do material depende de sua compatibilidade granulométrica com a dos grãos da areia original da praia. Esse uso é certamente um campo de aplicação a ser atendido com as ocorrências de granulados siliciclásticos da plataforma continental do Ceará. A escolha da área a ser lavrada deverá ser feita a partir de uma confrontação dos resultados das análises granulométricas realizadas, com as características dos grãos demandados para cada local específico de engorda e

• na indústria de vidro plano e embalagens, onde se exigiria a adoção de processos de beneficiamento que viessem a melhorar a qualidade química do produto bruto, para algo em torno de 99 % de sílica.

5.4.2 Bioclastos

A composição dos sedimentos bioclásticos estudados na plataforma leste cearense é mostrada na **Tabela 7**, com base em 139 amostras selecionadas para esta análise, entre 348 amostras coletadas na presente pesquisa. Adotou-se, como parâmetro para a seleção, um teor de corte de carbonato de cálcio superior a 70%, considerando-se que calcários com menores teores dificilmente encontrariam aproveitamento econômico.

Os resultados apontam, como de maior pureza em termos de carbonato de cálcio, os bioclastos concentrados nas

Folhas Areia Branca e Ao Largo de Parajuru, seguidos pelas ocorrências das Folhas Parajuru e Ao Largo de Areia Branca e por último Aquiraz e Beberibe (**Figura 17**).

Ressalta-se que, em todas as amostras coletadas e submetidas à análise química, os resultados laboratoriais obtidos se referem às análises de material no estado bruto, sendo, portanto presumível que com o minério beneficiado obtenham-se maiores teores.

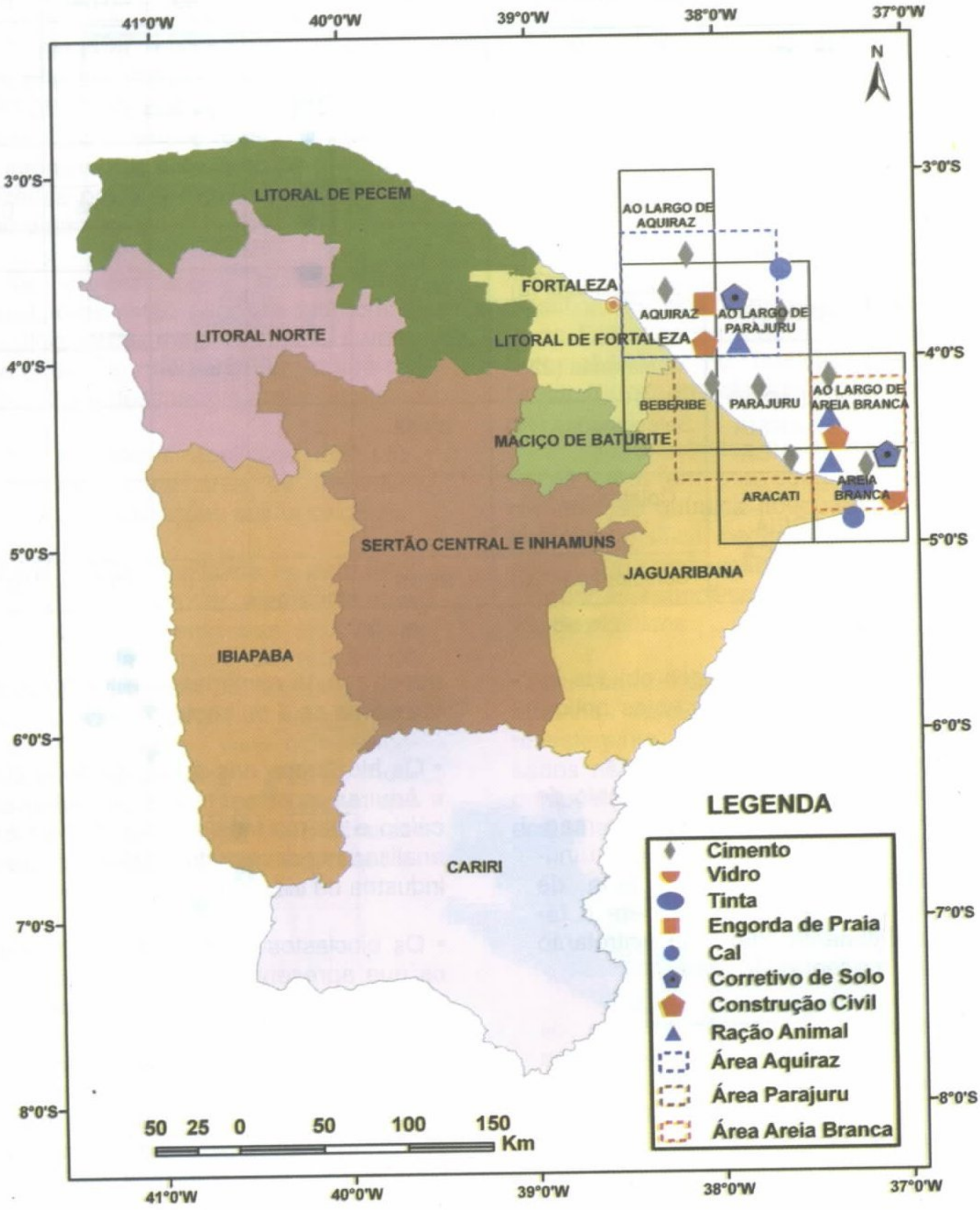


Figura 17 - Potencialidade de usos dos bioclastos e siliciclastos.

Tabela 7 - Composição química média das amostras de bioclastos.

Carta faciológica	Folhas	Amostras (quantidade)	$CaCO_3$%	SiO_2%	Mg%	Fe%	P_2O_5%
Área Beberibe	PARAJURU	Coletadas (133)					
		Selecionadas (70)	84,31	1,7	1,99	0,09	0,13
	BEBERIBE	Coletadas (57)		-	-	-	-
		Selecionadas (3)	79,55				
Área Aquiraz	AQUIRAZ	Coletadas (94)					
		Selecionadas (31)	83,02	3,1	1,1	0,04	0,14
	AO LARGO DE PARAJURU	Coletadas (32)					
		Selecionadas (8)	90,00		-	-	-
Área Areia Branca	AO LARGO DE AREIA BRANCA	Coletadas (22)					
		Selecionadas (17)	83,69	-	-	-	-
	AREIA BRANCA	Coletadas (10)					
		Selecionadas 10)	95,26	2,5	3,1	0,06	0,11

Os resultados analíticos obtidos indicam possibilidade para diferentes aplicações.

• As amostras com teores de carbonato de cálcio acima de 80 % e carbonato de magnésio abaixo de 6 % credenciam os granulados bioclásticos analisados como de composição química adequada para a fabricação do cimento, devendo entretanto ser controlado o teor de fósforo.

• Em termos da composição química, os granulados se mostram apropriados para a fabricação de cal para argamassa, siderurgia, indústria do açúcar, tinta e outros usos, destacando-se as ocorrências da Área Aquiraz e da Área Areia Branca, com teores médios acima de 90 %, como as mais indicadas para obtenção de um produto de melhor qualidade. Atenção deve ser dada também à dimensão dos grãos, pois o processo de calcinação faz exigência quanto à granulometria do material calcário, sendo exigida no forno vertical uma granulometria maior que 15 centímetros e, no forno rotativo, acima de 6 milímetros.

• Os bioclastos das áreas de Areia Branca e Aquiraz mostram teores de carbonato de cálcio e de magnésio e dos demais óxidos analisados, dentro das especificações da indústria de vidro.

• Os bioclastos da Área Areia Branca são os que apresentam as especificações químicas mais próximas dos padrões da indústria de tintas, em termos de pureza do carbonato de cálcio e da ausência de ferro. Outras características físicas, notadamente a alvura e a superfície específica, precisam ser determinadas para definir seu aproveitamento para essa finalidade.

• Sabe-se que o calcário é fonte de cálcio e é um dos elementos essenciais para os animais. Os bioclastos podem ser aplicados na formulação da ração animal, otimizando o rendimento econômico da produção. A dieta alimentar inclui ainda o fósforo,

o sódio e o magnésio, sendo desejável o conhecimento da composição química antes da formulação preparada. A presença de alguns elementos traços é importante, como o cobalto, o cobre, o ferro, o manganês, o zinco, o selênio e o iodo. Elementos como o vanádio e o flúor são tidos como nocivos à alimentação.

A literatura relata o uso de algas calcárias nos alimentos (2% a 3%) e nos complementos minerais vitaminados (40%), e também, nas "camas" dos galpões de criação intensiva de aves, porcos e ovinos são utilizadas por sua forte capacidade de adsorção da amônia.

As especificações apresentadas pelos produtores estão relacionadas com o teor de cálcio >37%, magnésio <2%, e uma granulometria fina, que varia com o tipo de animal ao qual é destinada a ração.

Os resultados analíticos dos bioclastos estudados na área de Beberibe atendem às especificações acima exigidas.

• O calcário moído é aplicado no solo para corrigir a acidez e prover elementos que favoreçam o crescimento das plantas. A acidez é corrigida a partir da reação do cálcio com o hidrogênio em excesso, provocando a elevação do pH do solo. A taxa de aplicação de calcário varia com as características do solo e com o grau de moagem e a composição química da rocha, que lhe conferem a capacidade de neutralização ácida, expressa em termos de equivalente em carbonato de cálcio puro.

Os calcários marinhos das áreas de Areia Branca e Aquiraz apresentam composição química apropriada para os tipos de corretivos calcíticos, tendo como vantagem melhor reatividade com os solos, em função de sua porosidade conferir maior superfície específica de atuação.

• Os carbonatos são largamente utilizados na indústria de termoplásticos, principalmente na fabricação de PVC (poli cloreto de vinila), PP (polipropileno) e PE (polietileno), sob a forma de GCC e PCC, tendo como fonte os calcários cristalinos ou as conchas calcárias. Sua adição se dá na faixa de 15 a 30 % em peso na fabricação de conexões e tubos plásticos, em combinação com as resinas, tornando-as mais plastificáveis; nos compostos de fechamento de fios e cabos elétricos e da indústria automobilística; na fabricação de luvas, filmes, forros, embalagens, entre outros.

Os bioclastos da região da pesquisa não têm em seu estado natural uma composição química adequada em termos de cálcio e sílica, necessitando de um processo de cominuição e purificação para atender às especificações rígidas da indústria de plásticos.

• Outro campo de aplicação dos granulados marinhos seria na cerâmica branca e de revestimento, entretanto os materiais analisados não têm em seu estado bruto, uma composição química com teores adequados para esse setor.

6 - Perspectivas de Mercado para Granulados Marinhos

6.1 Construção civil

A areia é um insumo básico da cadeia produtiva da construção civil, sendo um componente essencial, tanto na preparação de produtos intermediários - concretos argamassas e produtos pré-fabricados de cimento, como no produto final constituído por obras de infra-estrutura (rodovias, ferrovias, portos, aeroportos, saneamento) e por edificações residenciais, industriais e de serviços.

Em cada um desses usos são recomendados ensaios específicos regulados por normas técnicas, referentes às suas propriedades físicas, mecânicas, petrográficas e químicas.

Tratando-se de uma mercadoria onde não há a formação de estoques, nem comércio internacional, a demanda está em balanço com a oferta, tendo o consumo nacional atingido 79,8 milhões de toneladas, com um consumo per capita de 1,4 toneladas (DNPM, 2004).

O valor de mercado dessa demanda, segundo o DNPM, foi de 203 milhões de dólares, ou cerca de 467 milhões de reais, estimando-se que a segmentação do mercado seja de 50 % para argamassas e 50 % para concretos (**Figura 18**), onde a areia representa em torno de 40 % do volume.

A consideração sobre a importância desse valor na economia nacional não se restringirá a uma abordagem setorial, mas incorporando também as contas nacionais elaboradas pelo IBGE, instrumentos que representam a economia do país e possibilitam o conhecimento de sua estrutura produtiva. Entre essas contas, foi selecionada a do Valor Adicionado Bruto, que conceitualmente, corresponde ao valor acrescentado pela atividade aos bens e serviços consumidos em seu processo produtivo, destacando-se os setores da construção civil (100.951 milhões de reais) e da indústria em geral (540.890 milhões de reais), que são apresentados para comparação na **Figura 19** (Fonte: Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil - CBIC - 2003/2004).

O consumo de areia no Estado do Ceará tem oscilado nos últimos cinco anos, na faixa entre 2,7 milhões e 3,8 milhões de metros cúbicos anuais, conforme a demanda da construção civil. Se mantido esse nível, conservadoramente, para os próximos vinte anos, seria necessário um volume de areia superior a 65 milhões de metros cúbicos para atender à demanda de uma região que desconhece ainda hoje a disponibilidade de suas reservas lavráveis. Esse fato denota uma grande vulnerabilidade para a gestão territorial e aumenta a importância estratégica dos recursos de granulados.

O calcário que também pode ser utilizado in natura, na construção civil, como agregado na preparação de concreto e em lastro de rodovias, não encontra mercado para tal aplicação na região, por falta de jazidas apropriadas e pela boa situação das pedreiras de rochas graníticas.

As perspectivas de crescimento do consumo de materiais de construção estão obviamente amarradas ao desempenho do setor de construção da Região Metropolitana de Fortaleza, enumerando-se os seguintes argumentos que poderão alavancar a demanda nos próximos anos:

• o Ministério das Cidades registrou um déficit habitacional básico em 2000 de 122.988 domicílios, aí incluídos os domicílios improvisados, as famílias conviventes, os cômodos e os domicílios rústicos;

• o crescimento demográfico estadual a uma taxa em torno de 1,73% que vem se registrando nos últimos anos, projetando uma população próxima a nove milhões de habitantes, para o ano 2010, além de um processo intensivo de urbanização que subiu de 22,7 % no ano de 1940, para 76,5% em 2004, aquecendo o mercado imobiliário residencial e de serviços;

• os programas governamentais com ações na infra-estrutura metropolitana e na melhoria de condições do pessoal de baixa renda. Esses programas visam à redução do déficit habitacional, a ampliação do atendimento de esgoto sanitário, obras civis de grande porte como a transposição de

bacia e o abastecimento de água, à ampliação do metrô, a duplicação da rodovia BR-116, o terminal de uso múltiplo do porto de Pecém e à dragagem do porto de Mucuripe, entre outros; e

• os investimentos estruturadores de iniciativa pública e privada, com implantação anunciada de grandes empreendimentos industriais, como a siderúrgica, ferrovia transnordestina, centrais hidroelétricas, gasodutos, usinas eólicas, perímetros irrigados e sistemas adutores, demandando obras de construção industrial, de saneamento, de distribuição de energia elétrica e incentivando a migração por empregos.

De acordo com estudos realizados pelo ETENE/Banco do Nordeste, esses investimentos aportariam, até o ano 2010, mais de 12 bilhões de reais na economia da região em torno da capital cearense.

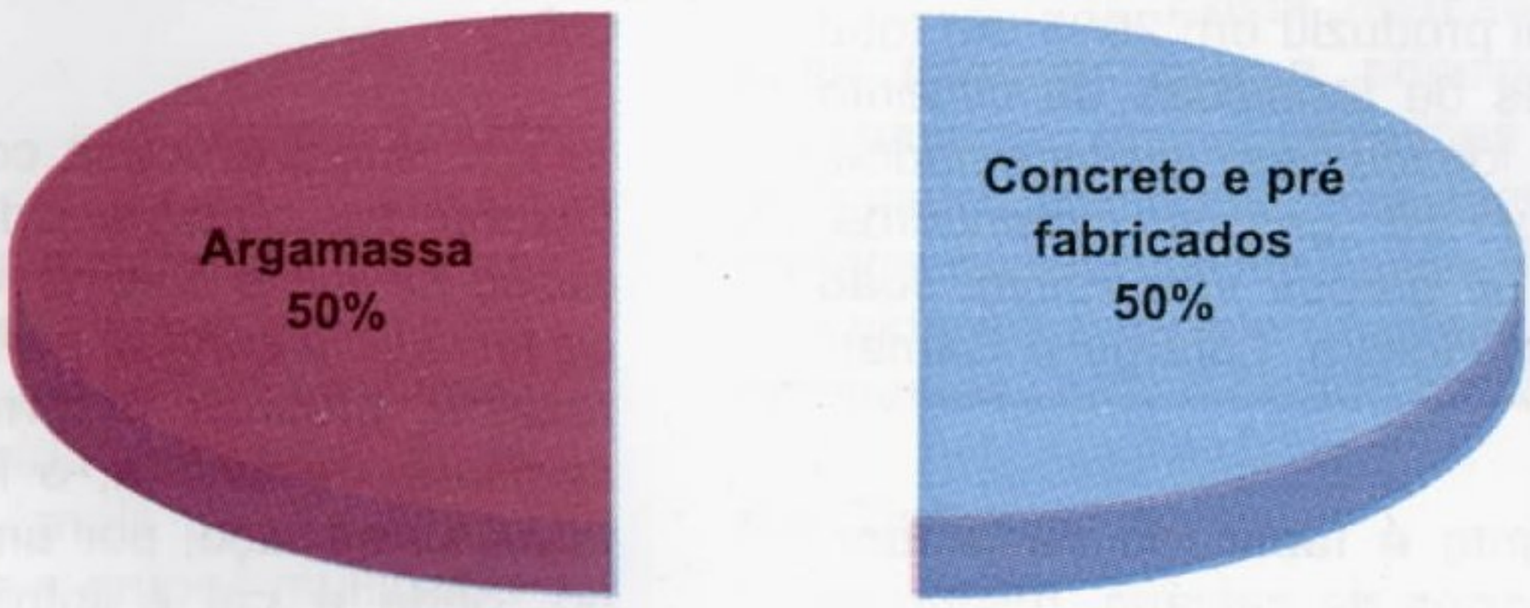


Figura 18 - Segmentação do mercado de areia.

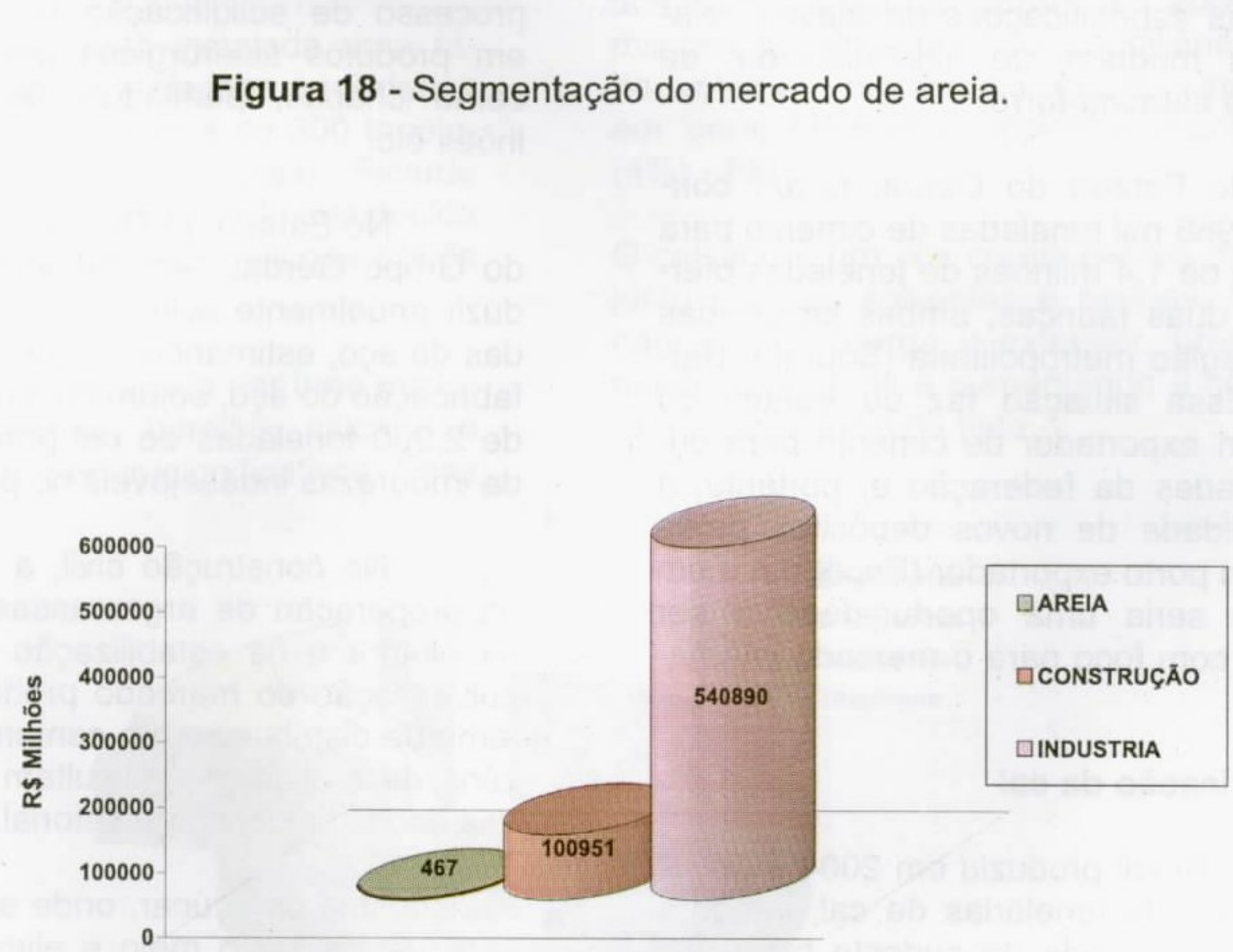


Figura 19 - Valor adicionado por setores econômicos.

6.2 Engorda de praia

A técnica de engordamento de praia é amplamente utilizada na restauração de praias erodidas, e, no Ceará, registram-se operações de engorda na praia de Iracema, onde foram utilizados 800 mil metros cúbicos de areia, estando prevista uma nova operação envolvendo cerca de 500 mil metros cúbicos, como também no porto de Mucuripe um projeto de dragagem de 5 milhões de metros cúbicos.

6.3 Cimento

O Brasil produziu em 2005 um total de 34,4 milhões de toneladas de cimento em 57 fábricas locadas em vários estados, controladas por 10 grupos cimenteiros, destacando-se os grupos Votorantim, João Santos, Cimpor, Holcim, Lafarge e Camargo Correia.

O cimento é fabricado na proporção de 1:1,4 partes de calcário, misturado com argila e óxido de ferro, aportando ao produto as especificações desejáveis relativas aos módulos de hidraulicidade, de sílica e de alumina-ferro.

No Estado do Ceará, foram consumidas 986 mil toneladas de cimento para produção de 1,4 milhões de toneladas ofertada por duas fábricas, ambas localizadas fora da região metropolitana (Sobral e Barbalha). Essa situação faz do Estado do Ceará um exportador de cimento para outras unidades da federação e, portanto, a disponibilidade de novos depósitos próximos a um porto exportador (Pecém) e a um gasoduto seria uma oportunidade a ser pensada com foco para o mercado internacional.

6.4 Fabricação da cal

O Brasil produziu em 2004 mais de 6,9 milhões de toneladas de cal, sendo a maior parte oriunda do sudeste brasileiro, estimando-se que a região nordeste produza em torno de 5 % desse total. Cerca de 25 % dessa produção é suprimento próprio de empresas consumidoras intensivas da cal, como a industria siderúrgica. Outros setores de importância no consumo da cal são: a construção civil, o tratamento de água, a indústria de papel e celulose, a indústria química e a do açúcar.

No Ceará, a produção de cal tem se concentrado nas regiões interiores onde empresas produtoras e ou compradoras de calcário ofertam um ou os dois produtos ao mercado. Quatro empresas de pequeno porte atuam no setor em Acarape e Tabuleiro do Norte, além de diversos microprodutores que também atuam em outras regiões do estado, numa cadeia produtiva de extração e calcinação carente de organização, de tecnologia e de assistência financeira.

A cal é usada como fundente e ou fluxante na indústria siderúrgica, cujo processo se inicia com a redução do minério de ferro com carvão, para eliminar as impurezas e produzir o ferro gusa. Na etapa seguinte, de aciaria, o ferro gusa é transformado em aço, por um processo de refino, onde a cal é introduzida. Na última etapa, chamada de laminação, o aço em processo de solidificação é transformado em produtos siderúrgicos para consumo, como chapas, perfilados, barras, vergalhões etc.

No Estado do Ceará, uma empresa do Grupo Gerdau tem capacidade de produzir anualmente acima de 200 mil toneladas de aço, estimando-se que, na etapa de fabricação do aço, sejam consumidas cerca de 2.000 toneladas de cal para separação de impurezas indesejáveis no produto.

Na construção civil, a cal é usada na preparação de argamassas e estuque, na pintura e na estabilização de solos. A pulverização do mercado produtor e o sistema de distribuição em centenas de armazéns de construção dificultam a obtenção dos dados do consumo setorial.

Na indústria do açúcar, onde a cal é usada para neutralizar o meio e eliminar impurezas contidas no caldo da cana, opera apenas uma empresa na moagem de cana, mas situada distante da área metropolitana objeto do estudo de mercado.

Na região, não foram localizadas indústrias de papel, celulose, pelotização e química, consumidoras de cal, sendo registrados outros usos em quantidades pouco significativas e ocasionais, como agente químico no tratamento de águas duras, como desinfetante e outros, mas não foi possível mensurar a demanda.

O INMETRO vem realizando um Programa de Análise de Cal Hidratada, com o intuito de coibir a oferta de produto fora das especificações desejadas, iniciativa que visa conscientizar o produtor e o consumidor pela busca da qualidade do mercado.

6.5 Vidros

A capacidade instalada para produção de vidro no Brasil supera 2 milhões de toneladas por ano, estando concentrada no sudeste e distribuída por mais de 70 empresas, das quais, mais de 30 são de grande porte e ligadas a grupos multinacionais.

No Ceará, está instalada uma fábrica de vidro para embalagens e utilidades com capacidade para cerca de 300 toneladas/dia, pertencente ao Grupo Ricardo Brennand (CIV), que vem sendo abastecida por minas cativas de areia silicosa obtida no continente.

O vidro é composto por uma mistura de areia silicosa, barrilha, calcário e outros materiais menos significativos. Essa mistura granulada e dosada é conduzida a forno de fusão e sob efeito do calor é conformada nos variados tipos de uso do produto final: embalagens, doméstico, plano, impresso e numa etapa posterior a lã de vidro.

A areia silicosa funciona como fonte de sílica que representa 70 % da composição do vidro e tem seu consumo atenuado com a reciclagem de cacos. O calcário, com participação de cerca de 5%, fornece a cal para a composição sílica-soda-cal.

Embora exista mercado, é importante informar que a principal empresa consumidora revela restrições ao uso de granulados marinhos, visto que os revestimentos dos fornos de fusão do vidro têm sua vida útil reduzida na presença de contaminantes como o cloreto de sódio.

6.6 Tintas

Cerca de 300 fabricantes espalhados pelo Brasil produziram, em 2004, 912 milhões de litros de tinta imobiliária (77% do volume), automotiva (3,5%), indústria em geral (15,5%) e repintura automotiva (4%) - **Figura 20**.

O calcário é um dos componentes da tinta, junto com os solventes e resinas, funcionando como carga e extensor, proporcionando opacidade e aumentando a cobertura e a resistência da tinta.

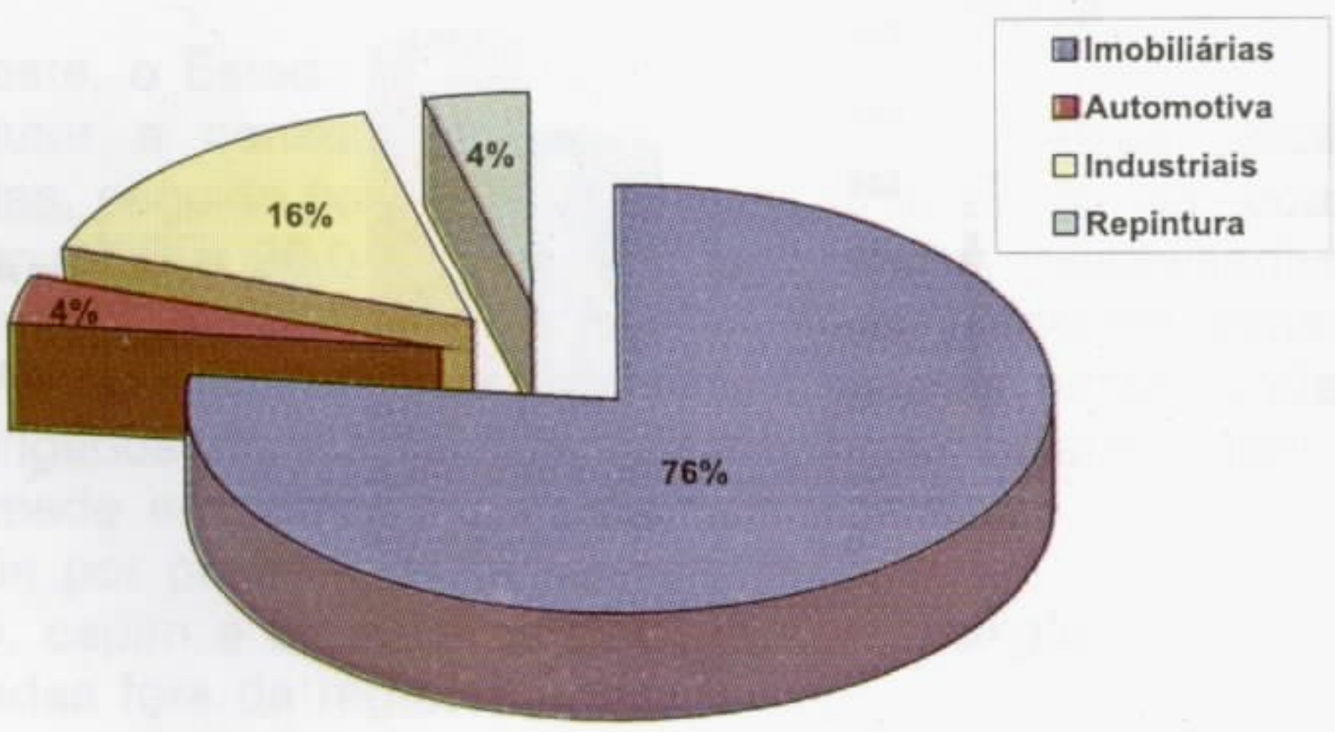


Figura 20 - Tipos de tinta produzidos no Brasil em 2004.

No levantamento para esta pesquisas, foram cadastradas três empresas produtoras de tintas e massas, Plavinil, Hidracor e Fortex, tendo sido apontado por uma delas, um uso de 1.200 toneladas anuais de calcário dolomítico; as demais informaram um consumo de 340 toneladas de carbonato de cálcio precipitado e confirmaram o uso de calcário e dolomito, sem quantificar o consumo.

6.7 Cerâmicas

Os grandes segmentos dessa indústria constituem a cerâmica vermelha (tijolos, telhas, tubos, etc.), a cerâmica de revestimento e as louças sanitárias. Os dois últimos segmentos consomem calcário e areia industrial na composição de suas massas.

A indústria de revestimento cerâmico para piso, parede, fachada e porcelanato é um setor produtivo em expansão, trabalhando com processos tecnologicamente atualizados e que vem alcançando cifras crescentes de participação no mercado internacional, com exportações da ordem de 120 milhões de metros quadrados. O parque produtivo nacional desse segmento é composto por 117 plantas industriais espalhadas pelo território nacional, com forte concentração nas regiões sul e sudeste do país, que adotam os processos de via seca ou úmida, com uma capacidade produtiva evoluindo de um total de 536 milhões de metros quadrados, no ano 2000, para algo em torno de 684 milhões em 2005 (**Figura 21**).

O Estado de São Paulo concentra a produção direcionada para o mercado de menor renda, enquanto em Santa Catarina predomina o porcelanato para o mercado de luxo, que enfrenta a concorrência de preços do produto chinês. Algumas empresas desses pólos estão implantando fábricas no nordeste brasileiro, procurando atender ao mercado local e também aos clientes externos com prazos e custos de logística menos onerosos.

O segmento de louças sanitárias, fortemente concentrado no sul e no sudeste, é atendido por 13 fábricas com capacidade de produzir mais de 16 milhões de peças anuais para os mercados interno e externo.

No levantamento, foram contatadas na região uma fábrica de revestimento cerâmico (CERBRÁS), uma de louça sanitária (Santa Aliança) e uma de isoladores cerâmicos (CELENE), que não registram consumo de calcário e informam consumir 624 toneladas anuais de quartzo moído na malha 325 e pureza de 99% de óxido de silício, como componente das massas esmaltadas.

Figura 21 - Evolução da capacidade produtiva da indústria cerâmica no Brasil.

6.8 Ração animal

A *indústria brasileira de ração animal* atingiu em 2004 uma produção de 43,4 milhões de toneladas, com faturamento de 8,4 bilhões de dólares, demandando diversos insumos, entre os quais, 634 milhões de toneladas de calcário, para avicultura, suinocultura, bovinocultura e outros.

Na região desta pesquisa, foram identificadas cinco empresas produtoras de ração animal (Agromix, Aviário Cearense, Dispa, Nutritek e RBL), sendo que uma delas informou não consumir calcário, duas *não informaram o consumo, e outras duas* consumiram no ano de 2005 cerca de 72 toneladas de calcário moído, utilizado como fonte de cálcio na alimentação.

*As empresas regionais, fornecedo*ras de calcário produzido no continente, vêm atendendo a essa demanda, mas considere-se que, em outras praças, os preços de mercado para o produto à base de conchas calcárias encontram melhor cotação que o proveniente da rocha.

6.9 Corretivo de solos

Segundo dados da ABRACAL, o Brasil consumiu em 2004 um montante superior a 28,3 milhões de toneladas de *calcário para fins agrícolas, e o consumo* vem crescendo acentuadamente nos estados do centro oeste, do sul e do sudeste, registrando-se um percentual acumulado de 70 % entre os anos de 1998 e 2003.

No Nordeste, o Estado da Bahia é o principal produtor e consumidor, com 606,6 mil toneladas, seguido por Alagoas e Pernambuco, com 97,6 e 90,0 mil toneladas respectivamente. O consumo cearense vem sendo estimulado pela implantação de 14 perímetros irrigados do DNOCS, cuja área de plantio mede em torno de 51.400 hectares, ocupada por projetos de fruticultura, arroz, milho, capim e algodão. Essas áreas estão situadas fora da região metropolitana e, com base em parâmetros médios *de aplicação de calcário, constatados* em projetos similares na região semi-árida, estima-se um consumo de 11.000 toneladas de corretivo de solos nesses perímetros. Embora os calcários marinhos apresentem potencialidade de uso, dentro des*se mercado, teriam desvantagem competi*tiva face aos custos de transporte, já que as minas e as plantas de moagem estão implantadas mais próximas das zonas interiores de consumo.

6.10 Termoplásticos

Foram identificadas na região diversas empresas fabricantes de produtos plásticos, mas sem registro de consumo de calcário.

6.11 - *Outros Usos*

Complementando o amplo espectro de aplicação das rochas carbonatadas, existem alguns usos mais específicos para *os granulados marinhos e, embora os seto*res de atividade adiante abordados tenham pouco significado na economia local, considera-se que a disponibilidade do insumo, estimule a atração de novos empreendimentos, como:

• indústria de cosméticos

O carbonato de cálcio de alta pureza, natural ou precipitado quimicamente, é usado na fabricação de dentifrícios e sais de banho; também em cataplasmas e en*voltórios medicamentosos aplicados nos* Centros de Estética ou de Talassoterapia, tratamento com a água do mar, muito comum em países europeus.

• Dietética

Algas calcárias do gênero *litho*thamnium, de ocorrência registrada nas áreas pesquisadas, são usadas como complemento alimentar humano para atender às necessidades de cálcio, magnésio, iodo e ferro, além de atuar como agente antiácido.

• Cirurgia

O implante em cirurgia óssea é um *ramo da medicina que tem se popularizado* mundo afora. A fabricação de materiais biocerâmicos, com propriedades de bioafinidade com dentes, ossos e juntas, é um

mercado em crescimento, puxado pelo aumento na expectativa de vida da população idosa e na ocorrência de acidentes de tráfego. A Hidroxiapatita, um desses materiais, é obtida pela substituição do carbonato das algas, por fosfatos, oferecendo a compatibilidade estrutural, química e biológica demandada pelos tecidos ósseos.

• Tratamento de água

A aplicação de bioclastos em lagos e águas paradas tem influenciado as características da acidez da água e provocado a precipitação da matéria orgânica em putrefação, restabelecendo as condições aeróbicas propícias e a atividade biológica. Em ambientes aquáticos poluídos com nitratos, uma mistura de palha (usada como fonte do carbono) finamente moída e algas é capaz de combater bactérias heterotróficas e promover sua desnitrificação.

O combate às bactérias autotróficas pode ser feito com a percolação da água em uma camada formada em partes iguais por grânulos de enxofre (dimensões de 2 a 5 milímetros) e algas da espécie *maerl*, também identificada nas prospecções realizadas por esta pesquisa. Esse substrato promove a multiplicação da *biomassa desnitrificante* (*Thiobacyllus denitrificans*). O carbonato de cálcio da alga é a fonte de carbono e de oligoelementos necessários às diferentes reações enzimáticas.

O aproveitamento econômico das ocorrências minerais identificadas está, intrinsecamente, relacionado à explotação por dragagem aos custos de transporte dos bens minerais para as zonas consumidoras e às restrições ambientais que se colocam aos empreendimentos voltados ao aproveitamento dos recursos naturais.

7.1 Tipos de dragas e meios de transporte

Os tipos de dragas existentes são classificados em mecânicos, hidráulicos e mistos, cada um com diferentes mecanismos e formas de operação. Na explotação de granulados, são utilizadas as dragas de caçamba e hidráulicas, que extraem o material do fundo submarino para barcaças, fazendo-se uma prévia operação de classificação granulométrica quando são rejeitadas impurezas indesejáveis.

As barcaças fazem o transporte do material selecionado para o porto de desembarque na linha do litoral, onde ele é submetido a um processo de lavagem e secagem.

Quando possível, nas operações mais próximas da costa, a dragagem hidráulica transporta diretamente o material extraído para o local de aplicação, como é comum na exploração visando à engorda de praia.

As dragas hidráulicas móveis são as mais utilizadas para remover e transportar, em meio aquoso, sedimentos inconsolidados, por meio de moto bombas centrífugas que conduzem a polpa por tubulações de diâmetro entre 0,15 a 1,2 metros.

7.2- Custos envolvidos

A operação de dragagem envolve custos de propriedade ou de capital e custos operacionais em rubricas de combustível e lubrificantes, material de consumo, manutenção e reparos, reposição de peças e tubos, tripulação e seguros.

No ciclo da dragagem para mineração, observa-se que a produção está na dependência de fatores inerentes aos equipamentos, às características da jazida e à localização da operação. Dessa forma, são condicionantes dos custos unitários parâmetros tais como, a batimetria, que indica a profundidade em que se encontra o material a ser dragado, o volume de produção, a recuperação na lavra, o fator de tonelagem (quantidade de mineral minério contido por volume extraído), assim como o local de desembarque ou de despejo, no caso de material para engorda de praia.

No Brasil, a atividade de dragagem no mar está direcionada principalmente ao aprofundamento de portos e canais, com operações até 15 metros de profundidade e próximas à linha de costa. Dados de custo desse tipo de operação, coletados em trabalhos consultados (Torre, 2000), mostram variação entre US$ 1,45 e US$1,98 por metro cúbico.

Numa análise comparativa do custo de extração em terra firme e dragagem no mar, é possível avaliar a competitividade do aproveitamento dos recursos minerais marinhos. Na **Tabela 8**, é apresentada uma simulação comparativa do custo de extração do continente na região, com o custo de dragagem de areia de um projeto executado na Praia de Iracema, contratado a R$6,00 por metro cúbico, em valores referentes ao ano de 2002 (informação verbal do professor Luis Parente, da UFC). Para a comparação com o continente, esse valor foi corrigido pelo INCC – Índice Nacional da Construção Civil (janeiro 2003 a março 2006) e transformado o custo unitário por volume para custo unitário por massa (R$5,80/tonelada).

Outros atributos foram utilizados nessa análise, como os custos de transporte por tonelada e por quilômetro percorrido, obtido junto às empresas que operam nas modalidades de transporte de carga rodoviário e marítimo.

O preço final do produto entregue ao consumidor, da areia continental e marinha, pode ser representado graficamente a partir de uma equação linear (y= a + bx), condicionada ao custo de transporte, onde:

Y = custo final (R$/t) incluindo transporte;

a = custo operacional de mineração ou de dragagem (R$/t);

b = fator condicionado ao custo de cada tipo de transporte; e

x = distância de transporte (km).

Na comparação dos custos da areia continental com a areia marinha, verifica-se que, a partir de uma distância de transporte de 13 quilômetros, há superação do custo final do material do continente em relação ao granulado siliciclástico **(Figura 22).**

A mesma sistemática foi usada para simular as operações de mineração de calcário no continente com a dragagem de granulados bioclásticos, como mostrado na **Tabela 9**.

Nesse caso, o custo de dragagem foi obtido da literatura internacional (*International Seabed Authority*, 2000), que estima, para operações de dragagem em águas até 50 metros de profundidade e em locais mais distantes do litoral, custos da ordem de US$ 4 a US$ 8 por metro cúbico.

No estabelecimento do custo de produção do sedimento bioclástico da área da pesquisa, foi utilizado o valor de oito dólares em que, fazendo a conversão cambial a R$2,20, obtém-se um custo em real de R$13,20 por metro cúbico.

O fator de tonelagem, que permite a conversão do custo por volume para custo por massa, não foi determinado nos trabalhos de pesquisa geológica, mas para o cálculo é aqui estimado em R$0,90 tonelada por metro cúbico, a partir dos seguintes dados: o peso específico determinado em laboratório para algumas amostras de sedimento bioclástico em 1,8 tonelada por metro cúbico; o teor de corte considerado em 70 % de carbonato de cálcio, para estimativa das reservas de bioclasto, e eficiência da operação admitida em 70 %.

Como resultado, tem-se um custo por massa igual R$ 14,70 por tonelada de bioclasto, que na **Tabela 9** é comparado ao custo de lavra de rocha calcária no continente.

Os parâmetros técnicos definidos no continente são para operação de lavra a céu aberto, em bancadas, desmonte com explosivo, e uma relação capeamento/minério de 1/5, onde o custo atinge cerca de R$21,00 por tonelada na boca da mina.

Tabela 8 - Simulação da operação de mineração no continente x dragagem de areia marinha.

Tipo de operação	**Mineração de areia continental**	**Dragagem de areia marinha siliciclástica**
Método de extração	cavas a céu aberto	hidráulico
Parâmetros técnicos	sem capeamento	profundidade 15 metros
Desmonte	mecânico	sucção
Custo unitário (R$/t)	4,60	5,80
Tipo de transporte	rodoviário (*truck*)	marítimo (barcaças)
Custo transp. ($/t/km)	0,17	0,08

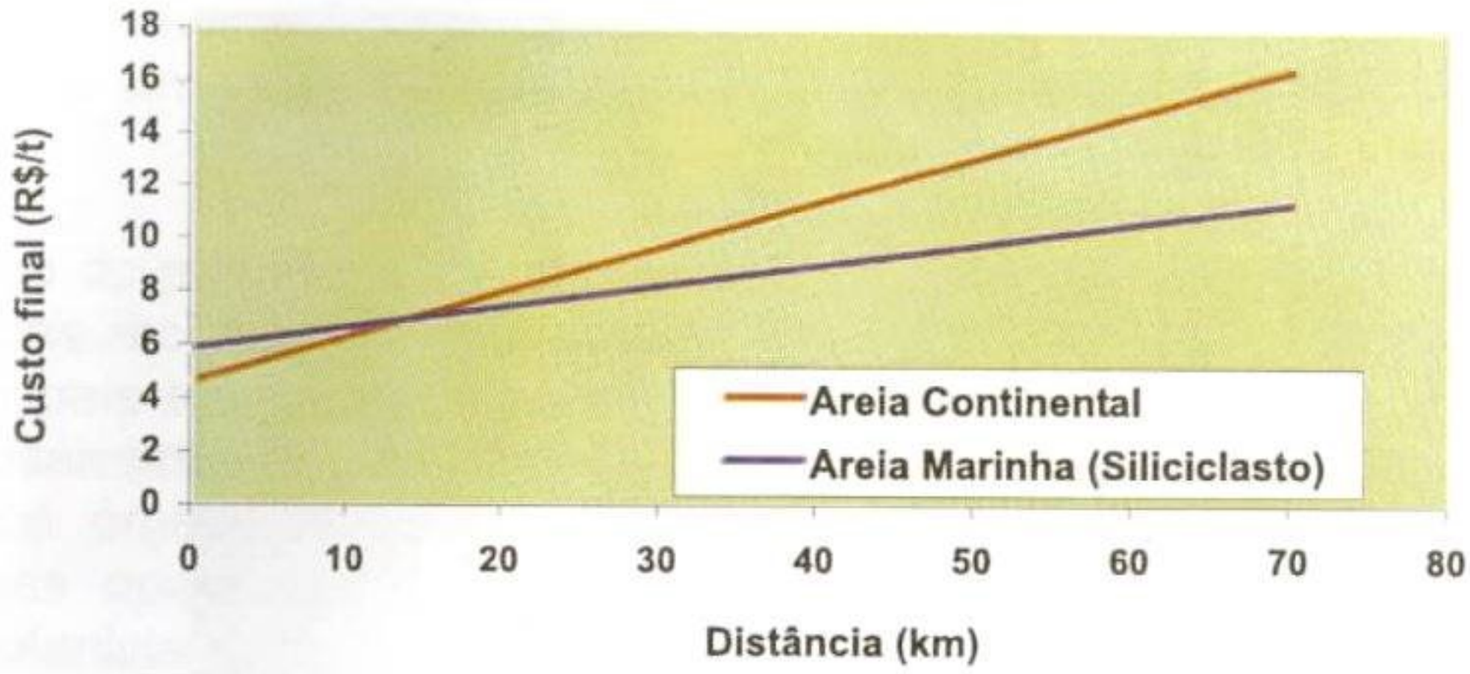


Figura 22 - Comparação de custo da areia continental x areia marinha (siliciclastos).

Tabela 9 - Simulação da operação de mineração x dragagem de calcário.

Tipo de operação	Mineração de calcário	Dragagem de bioclasto
Método de extração	cavas a céu aberto	hidráulico
Parâmetros técnicos	capa/minério = 1:5	profundidade 30 metros
Desmonte	explosivo	sucção
Custo operacional (R$/t)	21,00	14,70
Tipo de transporte	rodoviário (truck)	marítimo (barcaças)
Custo de transporte ($/t/km)	0,17	0,08

Na **Figura 23**, está apresentada a comparação do custo final da rocha calcária versus os granulados bioclásticos. Verifica-se para as condições simuladas a vantagem do material marinho face à rocha calcária, por apresentar menores custos operacionais, tanto na extração como também para o transporte à mesma distância.

Ressalta-se, entretanto, que no caso do granulado, não estão computadas no custo final as despesas portuárias e de um eventual transporte terrestre para entrega do produto.

Ressalve-se que, face ao propósito desta pesquisa, a simulação tem caráter apenas indicativo das possibilidades competitivas dos granulados marinhos.

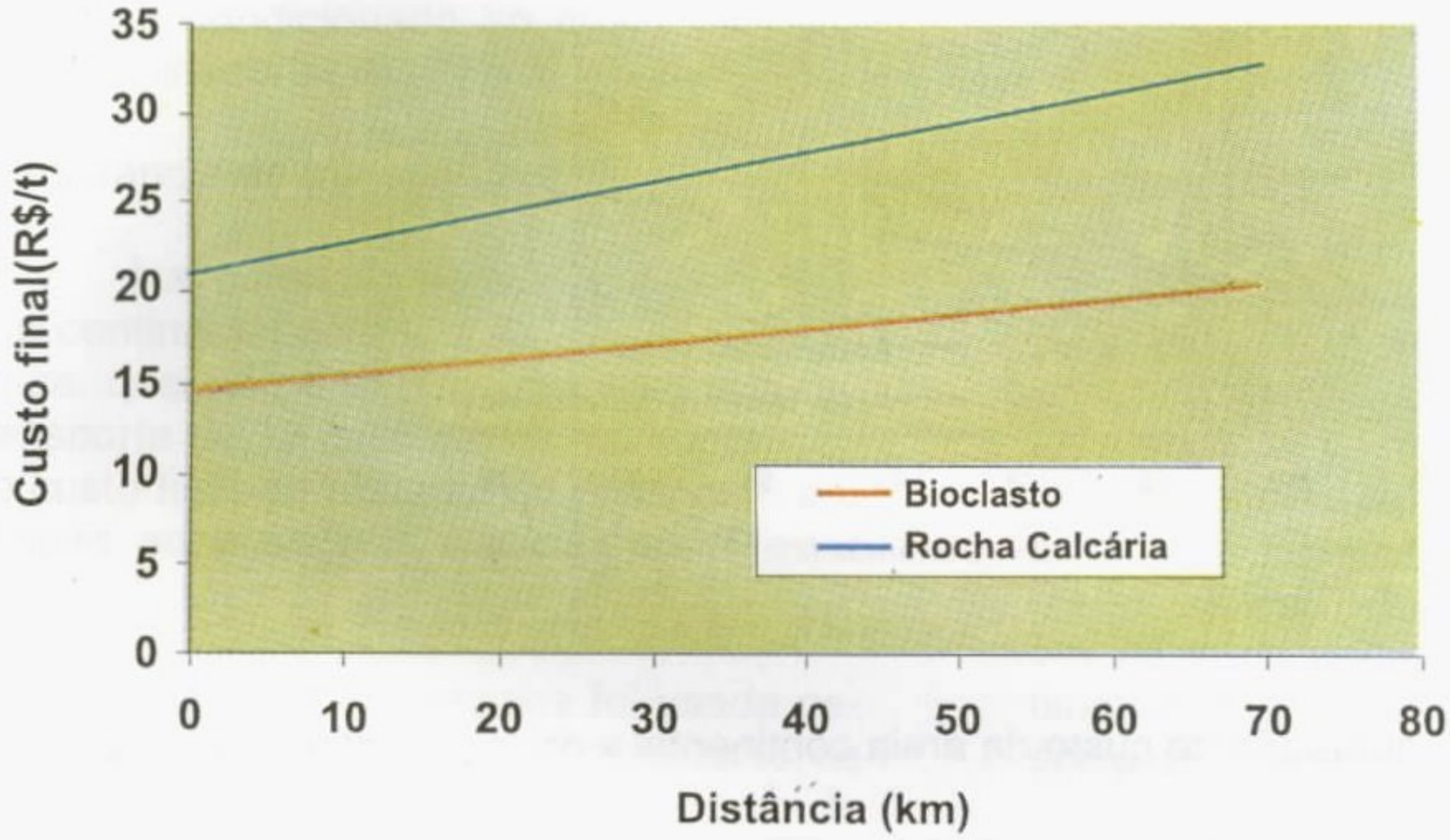


Figura 23 - Comparação de custo da rocha calcária x bioclastos (sedimentos carbonáticos marinhos).

7.3 Dragagem e meio ambiente

A explotação do fundo marinho, da mesma forma que a explotação em terra, quaisquer que sejam os objetivos e precauções tomadas, produz modificações temporárias ou permanentes no meio ambiente.

Os impactos causados pelas atividades minerais são avaliados pelas mesmas técnicas utilizadas para medir os impactos provocados por outras atividades antrópicas. Os métodos empregados objetivam demonstrar o grau de poluentes introduzidos pelas diversas fases da mineração nos ambientes físico, biótico e antrópico, caracterizar os impactos e suas causas, monitorar a implementação de medidas mitigadoras e de recuperação das áreas degradadas.

O CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, através de suas resoluções, define normas para elaboração de Relatórios de Impacto Ambiental e para observação e monitoramento de atividades modificadoras do meio ambiente. Algumas dessas resoluções são específicas para a extração mineral, e os títulos de concessão outorgados pelo DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral ficam na dependência da apresentação e da aprovação do Plano de Controle Ambiental, do Relatório de Controle Ambiental e do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, além da obtenção da licença ambiental.

O Código de Mineração estabelece, para o aproveitamento dos bens minerais administrados pelo DNPM, os regimes de Autorização de Pesquisa e Concessão de Lavra e o de Licenciamento. O primeiro é aplicado para as substâncias que se destinam à indústria de transformação, quando se exige a realização de trabalhos técnicos para dimensionamento das reservas e a elaboração de um projeto de aproveitamento econômico da jazida.

O segundo é aplicado na utilização de materiais *in natura* na construção civil, como é o caso de areia para engorda de praia, e, nesses casos, exige-se apenas o registro da área pretendida no DNPM , a licença da autoridade administrativa da região onde se situa a jazida e a autorização do órgão ambiental.

Além dessas entidades, existem normas reguladoras do Ministério da Marinha - Diretoria de Portos e Costas e Diretoria de Hidrografia e Navegação, no que se refere à licença e à sinalização para a navegação no mar.

À exceção do petróleo e do gás, o aproveitamento dos recursos minerais marinhos em nosso país tem ocorrido de forma incipiente, possivelmente pela pertinente precaução dos órgãos ambientais em liberar as licenças operacionais, ou também pela ótica ufanista como se costuma ver o potencial do nosso subsolo em terra. Sem dúvida, a realização de estudos técnico-científicos mais aprofundados sobre os recursos marinhos poderá dar sustentação a uma tomada de decisão que venha a estimular o aproveitamento desses recursos, como já vem ocorrendo em diversos outros países.

Os desafios ambientais a enfrentar numa operação de dragagem de depósitos de siliciclastos e bioclastos no mar exigem, portanto, o conhecimento prévio dos recursos naturais e da biota existente no fundo do mar, de maneira a orientar no estabelecimento de áreas e de critérios para extração, obedecendo aos seguintes princípios:

• localizar e respeitar as zonas de proteção em torno das várias embarcações naufragadas na costa, que têm valor histórico, turístico e esportivo;

• identificar a fauna e a flora bentônicas que têm o solo marinho como seu habitat, estabelecendo limites à profundidade de escavação das dragas, de forma a permitir a revitalização do ecossistema depois de cessada a operação;

• levantar as atividades pesqueiras, cuidando para deixar a morfologia de fundo com as formas próximas da primitiva, onde os peixes buscavam alimentação e deixavam seus ovos; e

• estudar os efeitos da dragagem no aumento da erosão na linha de costa e estabelecer áreas para desenvolvimento das operações com base na análise da dinâmica dos padrões de ondas.

8 - Referências Bibliográficas

ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO. Brasília: DNPM, v.35, 2005. 396p. il.

ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO. Brasília: DNPM, v.35, 2004. 392p. il.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE CALCÁRIO AGRÍCOLA ***Produção e comercialização de calcário agrícola no Brasil em 2004***. Porto Alegre, 2005. Disponível em:< www.sindical.com.br > Acesso dia: 31 ago. 2006.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICAS PARA REVESTIMENTOS. ***O perfil da indústria de cerâmicas para revestimento***. São Paulo, 2005. Disponível em < www.anfacer.org.br > Acesso: dia: 31 ago. 2006.

BARBOSA, L. M. et al. The Quaternary coastal deposits of the state of Alagoas: influence of the relative sea level changes. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SEA LEVEL CHANGES AND QUATERNARY SHORELINES, 1986, São Paulo. ***Special Publication***. São Paulo: IN-QUA, 1986. v.3 p.25-26.

BARBOSA, L. M. et al. Geologia do quaternário costeiro do Estado de Alagoas. In: BRASIL Departamento Nacional da Produção Mineral. ***Mapa geológico do Estado de Alagoas . Escala 1: 250.000. Texto e anexos***. Recife, 1986. 90p. il. (Série Mapas e Cartas de Síntese, 2:. Seção Geologia, 2) p.73-76.

BARRETO, H. T.; SUMMERHAYES, C. P. Oceonograthy and suspended mater of Northeastern Brazil. **Journal Sedimentary Petrology,** v. 45, n.4, p. 822-833, 1975.

BEZERRA, M. S. ***Indicadores econômicos para o pequeno minerador***. Recife: FIDEM/CPRM, 1994. 17p. (Série Recursos Minerais, 1).

BOLAN, W. P. Sand and gravel. In: MINERALS YEARBOOK. United States: U.S. Geological Survey, 2004. Disponível em < www.usgs.gov. > Acesso em: 31 ago. 2006.

BRANCO, P. C. M. P de A.; RAMALHO, R. ***Projeto Lagoa de Araruama. Relatório final.*** Rio de Janeiro: CNA; CPRM, 1984. 8v.

BRASIL Departamento Nacional da Produção Mineral [CD ROM] ***1º ciclo nacional de debates e cursos sobre a mineração de agregados***. Brasíla, 2005. 1 CD ROM.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. Relatório 2003/2004. Banco de dados – CBIC. Disponível em:< www.cbic.org.br > Acesso em: 31 maio 2006.

CARANNANTE, G. et al. Carbonate lithofacies as palaeolatitude indicators: problems and limitations. **Sedimentary Geology**, v.60, p.333-346, 1988.

CAVALCANTE, V. M. M.; FREIRE, G. S.; GOMES, D. F. Depósitos de minerais pesados de interesse econômico na plataforma interna leste do Estado do Ceará. **Rev. Geol.**,Fortaleza, v.6, p.75-91, 1995.

CLARK, I. The semivariogram - part 1. **Engineering and Mining Journal**, New York, p.90-94, 1979a.

CLARK, I. The semivariogram - part 2. **Engineering and Mining Journal**, New York, p.92-97, 1979b.

COUTINHO, P. N. ***Geologia marinha da Plataforma Continental Alagoas-Sergipe.*** Recife, 1976. 119p. Tese (Livre Docencia) – Universidade Federal de Pernambuco.

COUTINHO, P. N. Sedimentation at the mouth of the Sao Francisco River (Brasil). **Trab. Oceanogr**. UFPE, n.9/11, p.41–50, 1970.

COUTINHO, P. N. Sedimentacion dans l'estuaire de Potengi, Natal (Nordest du Brésil). **Trab. Oceanogr.**, UFPE, n.9/11, p.27-39, 1970.

DAMUTH, J. L. et al. Anatomy and growth pattern of Amazon deep-sea fan as revealed by long-range scan sonar (GLORIA) and high-resolution seismic studies **American Association. Petroleum. Geol. Bull.**, v.72, n.8, p.885-911, 1988.

DAVIS, J. C. ***Statistics and data analysis in geology***. New York: John Wiley, 1973. 646p.

DIAS, G. T. M. Granulados bioclásticos- algas calcárias. **Revista Brasileira de Geofísica**, v.18, n.3, p.307-318, 2000.

EL-ROBRINI, M. Evolução geológica da Plataforma Continental Norte durante o quaternário (Pleistoceno/Holoceno)/Programa Revizeee/NO. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DA AMAZONIA, 5, 1996, Belém. ***Boletim de resumos expandidos e guia de excursões.*** Belém: SBG. Núcleo Norte, 1996. 427p. il. p.19-20.

FOLK, R. L.; WARD, C. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, v.27, n.1. p.3-26, 1957.

FRANCISCONI, O. et al. Geologia costeira e sedimentos da plataforma continental Brasileira. In: PROJETO REMAC. ***Coletânea de trabalhos (1974 a 1977).*** Rio de Janeiro: PETROBRÁS, 1979. 329p. il. (Projeto REMAC, 5) p.35-51.

FRANCISCONI, O. et al. Geologia costeira e sedimentos da plataforma continental brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, 1974, Porto Alegre. ***Anais***: Porto Alegre: SBG, 1974. 7v. v.3 p.305-321.

FREILE, D.; HILLIS, L. Carbonate productivity in Halimeda incrassata near the land proximal lagoon of Pico Feo, San Blas, Panama. In: INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM, 8, 1996. Panama. ***Proceeding***. Panama, 1996. v.1, p.767-772.

FREIRE, G. S. S. ***Geologia marinha da Plataforma Continental do Estado do Ceará.*** Recife, 1985. 162p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco.

FREIRE, G. S. S.; CAVALCANTI, V.M.M. ***A cobertura sedimentar quaternária da Plataforma Continental do Estado do Ceará.*** Fortaleza:DNPM.10º Distrito/UFC. Departamento de Geologia. Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada, 1998.42p.il.

FREIRE, G. S. S.; GOMES, D. F. Evolução quaternário dos manguezais do Rio Pirangi. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 15, 1993, Natal. ***Atas do...*** Natal: SBG. Núcleo Nordeste, 1993: 382p. il. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 13) p.349-350.

FREIRE, G. S. S.; MAIA, L. P. Regime hidrodinâmico do estuário do rio Pacoti. **Revista de Geologia**, U.F.C., v.4, p.29-32, 1994.

FREIRE, G. S. S.; CAVALCANTI, V. M. M.; GOMES, D. F. Possibilidade de utilização de areias marinhas como substituição das areias de dunas e de rios na região Metropolitana de Fortaleza**. Revista de Geologia**, U.F.C., v.6, p.92-110, 1996.

FREIRE, G. S. S.; MAIA, L. P.; CASTELO BRANCO, M. P. N. Frente salina e balanço do sal no estuário do rio Pacoti. **Revista de Geologia**, U.F.C., v.4, p.33-42, 1994.

FREIRE, G. S. S.; MAIA, L. P.; GOMES, D. F. Evidência da variação do nível do mar na plataforma continental do Estado do Ceará.. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 15, 1993, Natal. ***Atas do...*** Natal: SBG. Núcleo Nordeste, 1993. 382p. il. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 13) p.347-348.

FREIRE, G. S. S.; MAIA, L. P.; MORAIS, J. O. Frente salina e balanço do movimento do sal no estuário do Rio Pacoti - Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. ***Boletim de resumos expandidos.*** São Paulo: SBG, 1992. 2v. il. v.2 p.295.

FREIRE, G. S. S.; MAIA, L. P.; MORAIS, J. O. Natureza do material em suspensão do estuário do Rio Pacoti. In: In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. ***Boletim de resumos expandidos.*** São Paulo: SBG, 1992. 2v. il. v.2 p.296

FREIRE, G. S. S.; OTTMANN, F.; MELO, O. O. Ocorrência de pirita e gipso no estuário do rio Pacoti, Euzébio/Ceará. **Revista de Geologia**, U.F.C., v.4, p.5-12, 1994.

FREIRE, G. S. S. et al. Classificação dos sedimentos da plataforma continental do Estado do Ceará. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 17, 1997, Fortaleza. ***Resumos expandidos***. Fortaleza: SBG. Núcleo Nordeste, 1997. 537p. il. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 15) p.209-211.

FREIRE,G. S. S. et al Distribuição dos minerais pesados na plataforma Continental Interna do Estado do Ceará (Costa Leste). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 15, 1993, Natal. ***Atas do...*** Natal: SBG. Núcleo Nordeste, 1993. 382p. il. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 13) p.351.

FREIRE, G. S. S.et al. Natureza do material em suspensão do estuário do rio Pacoti. **Revista de Geologia,** U.F.C., v.4, p.13-20, 1994.

FUNDAÇÃO CEARENCE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS ***Boletins meteorológicos***. Fortaleza, 2005. Disponível em:< http://www.funceme.br > Acesso dia: 11 nov. 2005.

GOMES, A. S; PALMA, J. J. C; SILVA, C. G. Causas e conseqüências do impacto ambiental da exploração dos recursos minerais marinhos. **Revista Brasileira de Geofísica,** v.18, n.3, p.447-454, 2000.

GUERRA, P. A. G. ***Geoestatística operacional.*** Brasília: DNPM, 1988. 143 p.

HALL-SPENCER, J. Conservation issues relating to maerl beds as habitats for molluscs. **Journal of Conchology Special Publication**, v.2, p.271-286, 1998.

HILTON, M. J. Applying the principle of sustanaibility to coastal sand mining: the case of Pakiri-Mangawhai Beach, New Zealand. **J. Environmental Management**, 1993. Disponível em: http://www.seafriends.org.nz/oceano/seasand.htm. Acesso em: 05 out. 2005.

INTERNATIONAL SEABED AUTHORITY. Minerals other than Polymetallic Nodules of the International Seabed Area; *Proceedings of the International Seabed Authority's Workshop*, Kingston, Jamaica, June 26-30, 2000 (ISA/04/01) (ISBN 976-610-647-9). Chapter 20, p 816-836. Disponível em < www.isa.org.br > Acesso em: 25 jan. 2006.

INTERNATIONAL SEABED AUTHORITY. Marine Mineral Resources. Scientific Advances and Economic Perspectives (A joint UN-DAOLOS/ISA Publication), Kingston, Jamaica, 2000

ISBN:976-610-712-2 .Chapter 3: Marine Mineral Resources: Scientific Aspects. Disponível em < www.isa.org.br > Acesso em:15 mar. 2006.

KOWSMANN R.O., COSTA, M. P. A. Paleolinhas de costa na Plataforma Continental das regiões Sul e Norte Brasileiras. **Revista Brasileira de Geociências**., São Paulo,v.4, n.4, p.215-22, dez. 1974.

LARSSONEUR, C. La cartographie des dépots meubles sur le plateau continental français: mèthode miseau point et utilisée em Manche. **J. Rech. Oceanogra**., v.2, p.34-39, 1977.

LEÃO, Z. M. A. N. ***Morphology, geology and developmental history of the southernmost coral reef of Western Atlantic, Abrolhos bank, Brazil.*** Florida, 1982. 216p. PhD Dissertation (PHD) - University of Miami, Coral Gables, Florida.

LEES, A. Possible influence of salinity and temperature on modern shelf carbonate sedimentation. **Marine Geology**, v.19, p.159-198, 1975.

LEES, A.; BULLER, A. T. Modern temperate-water and warm-water shelf carbonate sediment contrasted. **Marine Geology**. v.13, p.M67-M73, 1972.

LIMA, S. F. et al. ***Software ANASED 5.0 – Análise granulométrica***,. Fortaleza, 2001. 28p.

MARINE HABITAT COMMITTEES. ***Report of the working on the effects of extraction of marine sediments on the marine ecosystem***. Gdánsk: International Council for the Exploration of the Sea; Conseil International pour l´Exploration de la Mer, 2000. 169p. il. (ICES CM 2000/e:07. Ref.: ACME).

MARINE MANAGEMENT SERVICES. ***U.S.A. Marine Minerals Program***. Washington, 2005. Disponível em < www.mms.gov > Acesso dia: 31 ago. 2006.

MARINHO, J. M. L. et al. Estudo gravimétrico e magnetométrico preliminar da zona costeira de Aracatí. **Revista de Geologia**, U.F.C, v.3, p. 51-58, 1993.

MARTINS, L.R.; COUTINHO, P.N. 1981. The brazilian continental margin. **Earth Science Reviews**. v.17, p.87-107, 1981.

MILLER, M. M. Lime. In: MINERALS YEARBOOK. United States: U.S. Geological Survey, 2004. Disponível em < www.usgs.gov > Acesso dia: 31 ago. 2006.

MILLIMAN, J. D. ***Recent sedimentary carbonates 1: Marine carbonates.*** New York: Springer-Verlag, 1974. 375p.

MILLIMAN, J. D. Sedimentation on the Amazon Continental margin: a model. ***Geol. Soc. Am. Bull.***, v.86, p.610-614, 1975.

MILLIMAN, J. D.; AMARAL, C. A. B. Economic potential of Brazilian continental margin sediments. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, 1974, Porto Alegre. ***Anais do.*** Porto Alegre: SBG, 1974. 7v. v.3 p.335-344.

MILLIMAN, J. D.; EMERY, K. O. Sea levels during the past 35.000 years. **Science**, Washington, v.162, p.1121-1123, 1968.

MILLIMAN, J. D.; SUMMERHAYES, C. P. Upper continental margin sedimentation of Brazil. **Contrib. Sedimen**, v.4, p.1-175, 1974.

MONT'ALVERNE, A. A. F. ***Estudo dos calcários na plataforma continental de Pernambuco.*** Recife, 1982. 195p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.

MORAIS, J. O. ***Aspectos da geologia ambiental costeira do município de Fortaleza (Estado do Ceará).*** Fortaleza, 1980. 282p. Tese (Professor Titular) - Departamento de Geociências, Universidade Federal do Ceará.

MORAIS, J. O. Aspectos do transporte de sedimentos no município de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil. **Arq. Ci. Mar**, Fortaleza, v.20, n.1/2, p.71-100, dez. 1980.

MORAIS, J. O. Evolução sedimentar da Enseada do Mucuripe. **Arq. Ci. Mar**, Fortaleza, v.21, p.20-32, 1981.

PALMA, J. J. da C. Depósitos de minerais pesados. In: AMARAL, C. A. B. (Ed.) ***Recursos minerais da margem continental brasileira e áreas oceânicas adjacentes (Relatório final).*** Rio de Janeiro, PETROBRAS, 1979. 112p. il. (Série Projeto REMAC, 10) p.33-50.

PALMA, J. .J. da C. Geomorfologia da plataforma continental Norte Brasileira. In: CHAVES, H. A. F. (Ed.) ***Geomorfologia da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes.*** Rio de Janeiro: PETROBRÁS, 1979. 177p. il. (Série Projeto REMAC, 7) p.25-51.

PARFENOFF, A.; POMEROL, C.; TOURENQ, J. **Les minéraux en grains:** méthodes d' étude et détermination. Paris: Masson, 1977. 578 p.

POMERANCBLUM, M.; COSTA, M. P. A. Sedimentologia da plataforma continental Norte Brasileira. In: PROJETO REMAC. ***Coletânea de trabalhos***. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, 1977. 1v. (Série Projeto REMAC, 1) p.125-146.

SAMPAIO, J. A; ALMEIDA, S. L. M. Calcário e dolomito. In: LUZ. A. B. da; LINS, F. F. (Eds.) ***Rochas e minerais industriais do Brasil***. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005. p.327-350.

SHEPARD, F. P. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. **Journal of Sedimentary Petrology,** v.24, n.3, p.151 - 158, 1954.

SILVA, C. G; JUNIOR, A.G.F; BREHME, I. Granulados litoclásticos. **Revista Brasileira de Geofísica,** v.18, n.3, p.319-326, 2000.

SILVA FILHO,W. F. ***Domínios morfoestruturais da plataforma continental do Estado do Ceará***. Porto Alegre, 2004. 272p. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. ***Demanda de Macro Ingredientes em 2004.*** São Paulo, 2005. Disponível em < www.sindrações.com.br > Acesso dia: 25 mar 2006.

TESTA, V. ***Quaternary sediments of the shallow shelf, Rio Grande do Norte, Brasil***. London, 1996. 411p. Thesis, (PHD) - Royal Holloway, University of London.

TESTA, V; BOSENCE, D. W. J. Physical and biological control on the formation of carbonate and siliciclastic bedforms on the northeast Brazilian shelf. **Sedimentology**, v.46, p.279-301, 1999.

THE SOCIETY FOR MINING, METALLURGY AND EXPLORATION, INC. ***A guide for reporting exploration information, mineral resources, and mineral reserves.*** Colorado, 1999. 17p.

TINOCO, I. de M. ***Introdução ao estudo dos componentes bióticos dos sedimentos marinhos recentes.*** Recife: Ed. Universitária, 1989. 218p.

TORRE, J. R. ***Uma análise preliminar dos processos de dragagem do porto de Rio Grande, RS.*** Porto Alegre, 2000. 190p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

VAN LANCKER, V. et al. *Management, research and budgeting of aggregates in shelf seas related to end-users (Marebasse).* Belgian: Belgian Science Policy, 2004. 144p. il. (Scientific Report Year, 2) Disponível em:< http://allserv.ugent.be/~vvlancke/Marebasse/ > Acesso: 31 ago. 2006.

UNITED KINGDOM MINERALS YEARBOOK. London: British Geological Survey, 2003.

ZEMBRUSCKI, S. Geomorfologia da margem continental sul-brasileira e das bacias oceânicas adjacentes. In: CHAVES, Hernani A. F. (Ed.) ***Geomorfologia da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes (relatório final).*** Rio de Janeiro: PETROBRÁS. 1979. 177p. (Série Projeto REMAC, 7) il. p.129-177

LISTAGEM DOS INFORMES DE RECURSOS MINERAIS

SÉRIE METAIS DO GRUPO DA PLATINA E ASSOCIADOS

Nº 01 - Mapa de Caracterização das Áreas de Trabalho (Escala 1:7.000.000), 1996.
Nº 02 - Mapa Geológico Preliminar da Serra do Colorado - Rondônia e Síntese Geológico-Metalogenética, 1997.
Nº 03 - Mapa Geológico Preliminar da Serra Céu Azul - Rondônia, Prospecção Geoquímica e Síntese Geológico-Metalogenética, 1997.
Nº 04 - Síntese Geológica e Prospecção por Concentrados de Bateia nos Complexos Canabrava e Barro Alto - Goiás, 1997.
Nº 05 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Migrantinópolis - Rondônia, 2000.
Nº 06 - Geologia e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Corumbiara/Chupinguaia - Rondônia, 2000.
Nº 07 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Serra Azul - Rondônia, 2000.
Nº 08 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Rio Branco/Alta Floresta - Rondônia, 2000.
Nº 09 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Santa Luzia - Rondônia, 2000.
Nº 10 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Nova Brasilândia - Rondônia, 2000.
Nº 11 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica da Área Rio Madeirinha - Mato Grosso, 2000.
Nº 12 - Síntese Geológica e Prospectiva das Áreas Pedra Preta e Cotingo - Roraima, 2000.
Nº 13 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Santa Bárbara - Goiás, 2000.
Nº 14 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Barra da Gameleira - Tocantins, 2000.
Nº 15 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Córrego Seco - Goiás, 2000.
Nº 16 - Síntese Geológica e Resultados Prospectivos da Área São Miguel do Guaporé - Rondônia, 2000.
Nº 17 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Cana Brava - Goiás, 2000.
Nº 18 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Cacoal - Rondônia, 2000.
Nº 19 - Geologia e Resultados Prospectivos das Áreas Morro do Leme e Morro Sem Boné - Mato Grosso, 2000.
Nº 20 - Geologia e Resultados Prospectivos das Áreas Serra dos Pacaás Novos e Rio Cautário - Rondônia, 2000.
Nº 21 - Aspectos Geológicos, Geoquímicos e Potencialidade em Depósitos de Ni-Cu-EGP do Magmatismo da Bacia do Paraná - 2000.
Nº 22 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Tabuleta - Mato Grosso, 2000.
Nº 23 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Rio Alegre - Mato Grosso, 2000.
Nº 24 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Figueira Branca/Indiavaí - Mato Grosso, 2000.
Nº 25 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar das Áreas Jaburu, Caracaraí, Alto Tacutu e Amajari - Roraima, 2000.
Nº 26 - Prospecção Geológica e Geoquímica no Corpo Máfico-Ultramáfico da Serra da Onça - Pará, 2001.
Nº 27 - Prospecção Geológica e Geoquímica nos Corpos Máfico-Ultramáficos da Suíte Intrusiva Cateté - Pará, 2001.
Nº 28 - Aspectos geológicos, Geoquímicos e Metalogenéticos do Magmatismo Básico/Ultrabásico do Estado de Rondônia e Área Adjacente, 2001.
Nº 29 - Geological, Geochemical and Potentiality Aspects of Ni-Cu-PGE Deposits of the Paraná Basin Magmatism, 2001.

SÉRIE MAPAS TEMÁTICOS DE OURO - ESCALA 1:250.000

Nº 01 - Área GO-09 Aurilândia/Anicuns - Goiás, 1995.
Nº 02 - Área RS-01 Lavras do Sul/Caçapava do Sul - Rio Grande do Sul, 1995.

SÉRIE MAPAS TEMÁTICOS DE OURO - ESCALA 1:250.000 (cont.)

Nº 03 - Área RO-01 Presidente Médici - Rondônia, 1996.
Nº 04 - Área SP-01 Vale do Ribeira - São Paulo, 1996.
Nº 05 - Área PA-15 Inajá - Pará, 1996.
Nº 06 - Área GO-05 Luziânia - Goiás, 1997.
Nº 07 - Área PA-01 Paru - Pará, 1997.
Nº 08 - Área AP-05 Serra do Navio/Cupixi - Amapá, 1997.
Nº 09 - Área BA-15 Cariparé - Bahia, 1997.
Nº 10 - Área GO-01 Crixás/Pilar - Goiás, 1997.
Nº 11 - Área GO-02 Porangatu/Mara Rosa - Goiás, 1997
Nº 12 - Área GO-03 Niquelândia - Goiás, 1997.
Nº 13 - Área MT-01 Peixoto de Azevedo/Vila Guarita - Mato Grosso, 1997.
Nº 14 - Área MT-06 Ilha 24 de Maio - Mato Grosso, 1997.
Nº 15 - Área MT-08 São João da Barra - Mato Grosso/Pará, 1997.
Nº 16 - Área RO-02 Jenipapo/Serra Sem Calça - Rondônia, 1997.
Nº 17 - Área RO-06 Guaporé/Madeira - Rondônia, 1997.
Nº 18 - Área RO-07 Rio Madeira - Rondônia, 1997.
Nº 19 - Área RR-01 Uraricaá - Roraima, 1997.
Nº 20 - Área AP-03 Alto Jari - Amapá/Pará, 1997.
Nº 21 - Área CE-02 Várzea Alegre/Lavras da Mangabeira/Encanto - Ceará, 1997.
Nº 22 - Área GO-08 Arenópolis/Amorinópolis - Goiás, 1997.
Nº 23 - Área PA-07 Serra Pelada - Pará, 1997.
Nº 24 - Área SC-01 Botuverá/Brusque/Gaspar - Santa Catarina, 1997.
Nº 25 - Área AP-01 Cassiporé - Amapá, 1997.
Nº 26 - Área BA-04 Jacobina Sul - Bahia, 1997.
Nº 27 - Área PA-03 Cuiapucu/Carará - Pará/Amapá, 1997.
Nº 28 - Área PA-10 Serra dos Carajás - Pará, 1997.
Nº 29 - Área AP-04 Tumucumaque - Pará, 1997.
Nº 30 - Área PA-11 Xinguara - Pará, 1997.
Nº 31 - Área PB-01 Cachoeira de Minas/Itajubatiba/Itapetim - Paraíba/Pernambuco, 1997.
Nº 32 - Área AP-02 Tartarugalzinho - Amapá, 1997.
Nº 33 - Área AP-06 Vila Nova/Iratapuru - Amapá, 1997.
Nº 34 - Área PA-02 Ipitinga - Pará/Amapá, 1997.
Nº 35 - Área PA-17 Caracol - Pará, 1997.
Nº 36 - Área PA-18 Vila Riozinho - Pará, 1997.
Nº 37 - Área PA-19 Rio Novo - Pará, 1997.
Nº 38 - Área PA-08 São Félix - Pará, 1997.
Nº 39 - Área PA-21 Marupá - Pará, 1998.
Nº 40 - Área PA-04 Três Palmeiras/Volta Grande - Pará, 1998.
Nº 41 - Área TO-01 Almas/Natividade - Tocantins, 1998.
Nº 42 - Área RN-01 São Fernando/Ponta da Serra/São Francisco - Rio Grande do Norte/Paraíba, 1998.
Nº 43 - Área GO-06 Cavalcante - Goiás/Tocantins, 1998.
Nº 44 - Área MT-02 Alta Floresta - Mato Grosso/Pará, 1998.
Nº 45 - Área MT-03 Serra de São Vicente - Mato Grosso, 1998.
Nº 46 - Área AM-04 Rio Traíra - Amazonas, 1998.
Nº 47 - Área GO-10 Pirenópolis/Jaraguá - Goiás, 1998.
Nº 48 - Área CE-01 Reriutaba/Ipu - Ceará, 1998.
Nº 49 - Área PA-06 Manelão - Pará, 1998.
Nº 50 - Área PA-20 Jacareacanga - Pará/Amazonas, 1998.
Nº 51 - Área MG-07 Paracatu - Minas Gerais, 1998.
Nº 52 - Área RO-05 Colorado - Rondônia/Mato Grosso, 1998.
Nº 53 - Área TO-02 Brejinho de Nazaré - Tocantins, 1998.
Nº 54 - Área RO-04 Porto Esperança - Rondônia, 1998.
Nº 55 - Área RO-03 Parecis - Rondônia, 1998.

SÉRIE MAPAS TEMÁTICOS DE OURO - ESCALA 1:250.000 (cont.)

Nº 56 - Área RR-03 Uraricoera - Roraima, 1998.
Nº 57 - Área GO-04 Goiás - Goiás, 1998.
Nº 58 - Área MA-01 Belt do Gurupi - Maranhão/Pará, 1998.
Nº 59 - Área MA-02 Aurizona/Carutapera - Maranhão/Pará, 1998.
Nº 60 - Área PE-01 Serrita - Pernambuco, 1998.
Nº 61 - Área PR-01 Curitiba/Morretes - Paraná, 1998.
Nº 62 - Área MG-01 Pitangui - Minas Gerais, 1998.
Nº 63 - Área PA-12 Rio Fresco - Pará, 1998.
Nº 64 - Área PA-13 Madalena - Pará, 1998.
Nº 65 - Área AM-01 Parauari - Amazonas/Pará, 1999.
Nº 66 - Área BA-01 Itapicuru Norte - Bahia, 1999.
Nº 67 - Área RR-04 Quino Maú - Roraima, 1999.
Nº 68 - Área RR-05 Apiaú - Roraima, 1999.
Nº 69 - Área AM 05 Gavião/Dez Dias - Amazonas, 1999.
Nº 70 - Área MT-07 Araés/Nova Xavantina - Mato Grosso, 2000.
Nº 71 - Área AM-02 Cauaburi - Amazonas, 2000.
Nº 72 - Área RR-02 Mucajaí - Roraima, 2000.
Nº 73 - Área RR-06 Rio Amajari - Roraima, 2000.
Nº 74 - Área BA-03 Jacobina Norte - Bahia, 2000.
Nº 75 - Área MG-04 Serro - Minas Gerais, 2000.
Nº 76 - Área BA-02 Itapicuru Sul - Bahia, 2000.
Nº 77 - Área MG-03 Conselheiro Lafaiete - Minas Gerais, 2000.
Nº 78 - Área MG-05 Itabira - Minas Gerais, 2000.
Nº 79 - Área MG-09 Riacho dos Machados - Minas Gerais, 2000.
Nº 80 - Área BA-14 Correntina - Bahia, 2000.
Nº 81 - Área BA-12 Boquira Sul - Bahia, 2000.
Nº 82 - Área BA-13 Gentio do Ouro - Bahia, 2000.
Nº 83 - Área BA-08 Rio de Contas/Ibitiara Sul - Bahia, 2000.
Nº 84 - Área MT-05 Cuiabá/Poconé - Mato Grosso, 2000.
Nº 85 - Área MT-04 Jauru/Barra dos Bugres - Mato Grosso, 2000.

SÉRIE OURO - INFORMES GERAIS

Nº 01 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1996.
Nº 02 - Programa Nacional de Prospecção de Ouro - Natureza e Métodos, 1998.
Nº 03 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1998.
Nº 04 - Gold Prospecting National Program - Subject and Methodology, 1998.
Nº 05 - Mineralizações Auríferas da Região de Cachoeira de Minas – Municípios de Manaíra e Princesa Isabel - Paraíba, 1998.
Nº 06 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 2000.
Nº 07 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Minas do Camaquã - Rio Grande do Sul, 2000.
Nº 08 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Ibaré - Rio Grande do Sul, 2000.
Nº 09 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Caçapava do Sul - Rio Grande do Sul, 2000.
Nº 10 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Passo do Salsinho - Rio Grande do Sul, 2000.
Nº 11 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Marmeleiro - Rio Grande do Sul, 2000.
Nº 12 - Map of Gold Production and Reserves of Brazil (1:7.000.000 Scale), 2000
Nº 13 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Cambaizinho - Rio Grande do Sul, 2001.

SÉRIE OURO - INFORMES GERAIS (cont.)

Nº 14 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Passo do Ivo - Rio Grande do Sul, 2001.
Nº 15 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Batovi - Rio Grande do Sul, 2001.

SÉRIE INSUMOS MINERAIS PARA AGRICULTURA

Nº 01 - Mapa Síntese do Setor de Fertilizantes Minerais (NPK) no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1997.
Nº 02 - Fosfato da Serra da Bodoquena - Mato Grosso do Sul, 2000.
Nº 03 - Estudo do Mercado de Calcário para Fins Agrícolas no Estado de Pernambuco, 2000.
Nº 04 - Mapa de Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais nos Estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
Nº 05 - Estudo dos Níveis de Necessidade de Calcário nos Estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
Nº 06 - Síntese das Necessidades de Calcário para os Solos dos Estados da Bahia e Sergipe, 2001.
Nº 07 - Mapa de Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais de Rondônia, 2001.
Nº 08 - Mapas de Insumos Minerais para Agricultura nos Estados de Amazonas e Roraima, 2001.
Nº 09 - Mapa-Síntese de Jazimentos Minerais Carbonatados dos Estados da Bahia e Sergipe, 2001.
Nº 10 - Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais nos Estados do Pará e Amapá, 2001.
Nº 11 - Síntese dos Jazimentos, Áreas Potenciais e Mercado de Insumos Minerais para Agricultura no Estado da Bahia, 2001.
Nª 12 - Rochas Carbonáticas da Região de Apuí - Amazonas, 2006

SÉRIE PEDRAS PRECIOSAS

Nº 01 - Mapa Gemológico da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, 1997.
Nº 02 - Mapa Gemológico da Região Lajeado/Soledade/Salto do Jacuí - Rio Grande do Sul, 1998
Nº 03 - Mapa Gemológico da Região de Ametista do Sul - Rio Grande do Sul, 1998.
Nº 04 - Recursos Gemológicos dos Estados do Piauí e Maranhão, 1998.
Nº 05 - Mapa Gemológico do Estado do Rio Grande do Sul, 2000.
Nº 06 - Mapa Gemológico do Estado de Santa Catarina, 2000.

SÉRIE OPORTUNIDADES MINERAIS - EXAME ATUALIZADO DE PROJETO

Nº 01 - Níquel de Santa Fé - Estado de Goiás, 2000.
Nº 02 - Níquel do Morro do Engenho - Estado de Goiás, 2000.
Nº 03 - Cobre de Bom Jardim - Estado de Goiás, 2000.
Nº 04 - Ouro no Vale do Ribeira - Estado de São Paulo, 1996.
Nº 05 - Chumbo de Nova Redenção - Estado da Bahia, 2001.
Nº 06 - Turfa de Caçapava - Estado de São Paulo, 1996.
Nº 08 - Ouro de Natividade - Estado do Tocantins, 2000.
Nº 09 - Gipsita do Rio Cupari - Estado do Pará, 2001.
Nº 10 - Zinco, Chumbo e Cobre de Palmeirópolis - Estado de Tocantins, 2000.
Nº 11 - Fosfato de Miriri - Estados de Pernambuco e Paraíba, 2001.
Nº 12 - Turfa da Região de Itapuã - Estado do Rio Grande do Sul, 1998.
Nº 13 - Turfa de Águas Claras - Estado do Rio Grande do Sul, 1998.
Nº 14 - Turfa nos Estados de Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
Nº 15 - Nióbio de Uaupés - Estado do Amazonas, 1997.
Nº 16 - Diamante do Rio Maú - Estado da Roraima, 1997.
Nº 18 - Turfa de Santo Amaro das Brotas - Estado de Sergipe, 1997.
Nº 19 - Diamante de Santo Inácio - Estado da Bahia, 2001.

SÉRIE OPORTUNIDADES MINERAIS - EXAME ATUALIZADO DE PROJETO (cont.)

Nº 21 - Carvão nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 1997.
Nº 22 - Coal in the States of Rio Grande do Sul and Santa Catarina, 2000.
Nº 23 - Kaolin Exploration in the Capim River Region - State of Pará - Executive Summary, 2000.
Nº 24 - Turfa de São José dos Campos - Estado de São Paulo, 2002.
Nº 25 - Lead in Nova Redenção - Bahia State, Brazil, 2001.

SÉRIE DIVERSOS

Nº 01 - Informe de Recursos Minerais - Diretrizes e Especificações - Rio de Janeiro, 1997.
Nº 02 - Argilas Nobres e Zeolitas na Bacia do Parnaíba - Belém, 1997.
Nº 03 - Rochas Ornamentais de Pernambuco - Folha Belém do São Francisco - Escala 1:250.000 - Recife, 2000.
Nº 04 - Substâncias Minerais para Construção Civil na Região Metropolitana de Salvador e Adjacências - Salvador, 2001.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Sede
SGAN Quadra 603-Conjunto "J", Parte A, 1º andar
Cep: 70830-030 – Brasília – DF
Telefones: (61) 3223 1166; (61) 2192 8252 (PABX)
Fax: (61)3225 3985
E-mail: cprmsede@df.cprm.gov.br

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais - DGM
Telefone: (21) 2295 6196
Fax: (21) 2295 6196

Escritório Rio
Av. Pasteur, 404 – Urca - Cep: 22290-240
Rio de Janeiro - RJ
Telefones: (21) 2295 5337 - (21) 2295 0032 (PABX)
Fax: (21) 2542 3647
E-Mail: cprm@rj.cprm.gov.br

Departamento de Recursos Minerais - DEREM
Telefone: (21) 2295 5446
E-Mail: derem@rj.cprm.gov.br

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento - DRI
Telefone: (21) 2295 5837
Fax: (21) 2295 5947

Divisão de Documentação Técnica
Telefones: (21) 2295 5997
Fax (21) 2295 5897
E-Mail: seus@cprm.gov.br

Superintendência Regional de Belém
Av. Dr. Freitas, 3645 - Marco - Cep: 66095-110
Belém - PA
Telefones: (91) 3182 1308 - (91) 3182 1300 (PABX)
Fax: (91) 3276 4020
E-Mail: sureg@be.cprm.gov.br

Superintendência Regional de Belo Horizonte
Av. Brasil, 1731 - Funcionários - Cep: 30140-002
Belo Horizonte - MG
Telefones: (31) 3878 0332 - (31) 3878 0300 (PABX)
Fax: (31) 3878 0383
E-Mail: suregbh@bh.cprm.gov.br

Superintendência Regional de Goiânia
Rua 148, 485 - Setor Marista - Cep: 74170-110
Goiânia - GO
Telefones: (62) 3240 1401 - (62) 3240 1400 (PABX)
Fax: (62) 3240 1417
E-Mail: cprm@go.cprm.gov.br

Superintendência Regional de Manaus
Av. André Araújo, 2160 - Aleixo - Cep: 69060-001
Manaus - AM
Telefones: (92) 2126 0301 - (92) 2126 0300 (PABX)
Fax: (92) 2126 0319
E-Mail: suregma@ma.cprm.gov.br

Superintendência Regional de Porto Alegre
Rua Banco da Província, 105 - Cep: 90840-030
Porto Alegre - RS
Telefones: (51) 3406 7313 - (51) 3406 7300 (PABX)
Fax: (51) 3233 7772
E-Mail: sureg@pa.cprm.gov.br

Superintendência Regional de Recife
Av. Sul, 2291 - Afogados - Cep: 50770-011
Recife - PE
Telefone: (81) 3316 1401 - 3316 1400 (PABX)
Fax: (81) 3316 1403
E-Mail: cprm@re.cprm.gov.br

Superintendência Regional de Salvador
Av. Ulisses Guimarães, 2862
Centro Administrativo da Bahia - Cep: 41213-000
Salvador - BA
Telefones: (71) 3230 0025 - (71) 3230 9977 (PABX)
Fax: (71) 3371 4005
E-Mail: suregsa@sa.cprm.gov.br

Superintendência Regional de São Paulo
Rua Costa, 55 - Cerqueira Cezar - Cep: 01304-010
São Paulo - SP
Telefone: (11) 3775 5102 - (11) 3775 5100 (PABX)
Fax: (11) 3256 8430
E-Mail: cprmsp@sp.cprm.gov.br

Residência de Fortaleza
Av. Antônio Sales, 1418 - Joaquim Távora
Cep: 60135-101 - Fortaleza - CE
Telefones: (85) 3246 1642 - (85) 3246 1242 (PABX)
Fax: (85) 3246 1686
E-Mail: refort@fo.cprm.gov.br

Residência de Porto Velho
Av. Lauro Sodré, 2561 - Bairro Tanques
Cep: 78904-300 - Porto Velho - RO
Telefones: (69) 3901 3710 - (69) 3901 3701 (PABX)
Fax: (69) 3901 3702
E-Mail: secretaria@pv.cprm.gov.br

Residência de Teresina
Rua Goiás, 321 - Sul - CEP: 64001-570
Teresina - PI
Telefones: (86) 3222 6963 - (86) 3222 4153 (PABX)
Fax: (86) 3222 6651
E-Mail: cprm@te.cprm.gov.br

INFORME DE RECURSOS MINERAIS

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

Série Recursos Minerais Marinhos, nº01

Avaliação dos Recursos não Vivos da Plataforma Continental Brasileira

POTENCIALIDADE DOS GRANULADOS MARINHOS DA PLATAFORMA CONTINENTAL LESTE DO CEARÁ

O produto Informe de Recursos Minerais, parte integrante do Programa Geologia do Brasil, objetiva sistematizar e divulgar os resultados das atividades e projetos desenvolvidos pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM nos campos da geologia econômica, prospecção, pesquisa e economia mineral. Tais resultados são apresentados sob a forma de estudos, artigos, relatórios e mapas.

Cada exemplar da Série de Recursos Minerais Marinhos apresenta os resultados da abordagem temática relacionada à potencialidade estratégica dos bens minerais da plataforma continental rasa, na perspectiva de promover o interesse da indústria de mineração para novos alvos de investimento no país.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN978-85-7499-024-8

9 788574 990248

Sede
SGAN-Quadra 603 - Conjunto J - Parte A - 1º andar
Brasília - DF
CEP: 70830-030
Tel: 61 3224-2069 - 61 2192-8252 PABX
Fax: 61 3224-1616

Escritório Rio de Janeiro
Av. Pasteur, 404 - Urca - Rio de Janeiro - RJ
CEP: 22290-240
Tel: 21 2295-5337 - 21 2295-0032 PABX
Fax: 21 2295-6347

Presidência
Tel: 61 3224-2069 - 61 2192-8252 PABX
Fax: 61 3225-3985

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais
Tel: 61 3223-1166 - Fax: 61 3224-0687

Departamento de Recursos Minerais
Tel: 61 3223-7925 - Fax: 61 3225-9913

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento
Tel: 61 3321-8173 - Fax: 61 3323-6600

Superintendência Regional de Recife
Av. Sul, 2291- Afogados Recife - PE
CEP: 50770-011
Tel: 81 3316-1400 - Fax: 81 3316-1403
E-mail: bibliotecare@re.cprm.gov.br

Assessoria de Comunicação
Tel: 61 3321-2949 - Fax: 61 3323-6600
E-mail: asscom@df.cprm.gov.br

Divisão de Marketing e Divulgação
Tel.: 31 3878-0373 - Fax: 31 3878-0383
E-mail: marketing@bh.cprm.gov.br

Ouvidoria
Tel: 21 2295-4697 - Fax: 21 2295-0495
E- mail: ouvidoria@rj.cprm.gov.br

Serviço de Atendimento ao Usuário - SEUS

www.cprm.gov.br

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Ministério de Minas e Energia

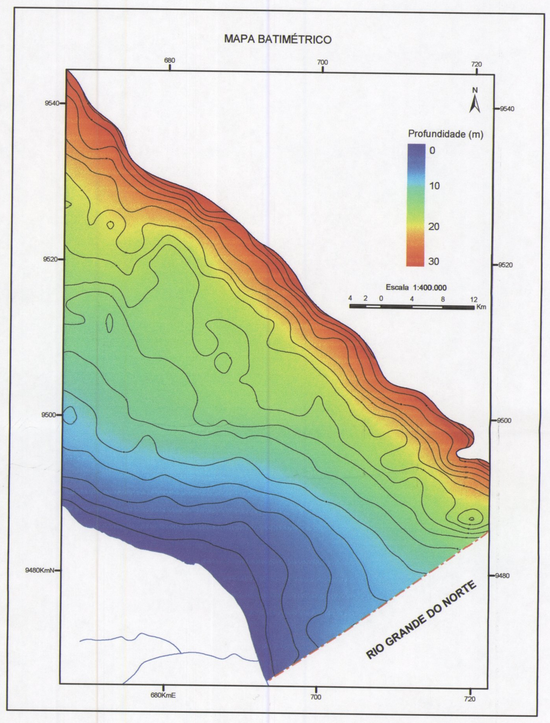
BRASIL UM PAÍS DE TODOS GOVERNO FEDERAL

AÇÃO: AVALIAÇÃO DOS RECURSOS NÃO-VIVOS DA ZONA ECONÔMICA EXCLUSIVA (ZEE)
PROJETO GRANULADOS MARINHOS DA PLATAFORMA RASA DO BRASIL - GranMar BRASIL

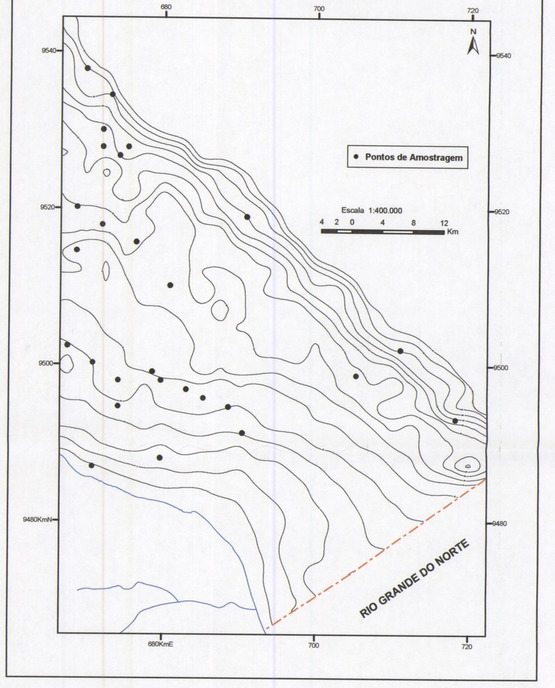
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
SUBPROGRAMA DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA
CARTA FACIOLÓGICA - ESCALA 1:100.000

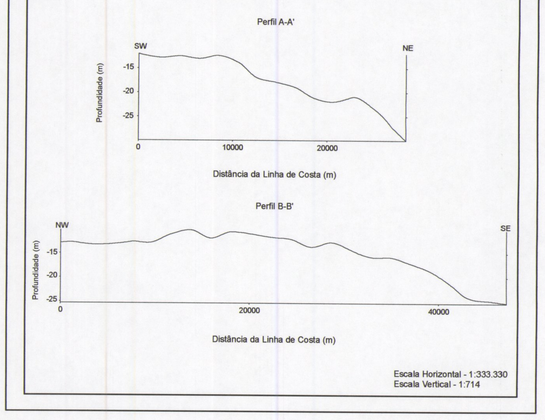
MAPA BATIMÉTRICO



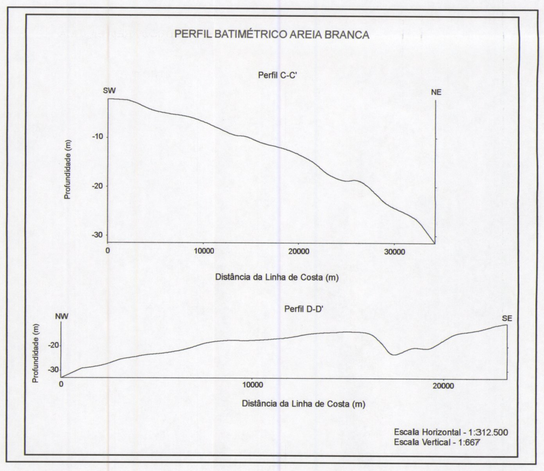
MAPA DE PONTOS DE AMOSTRAGEM

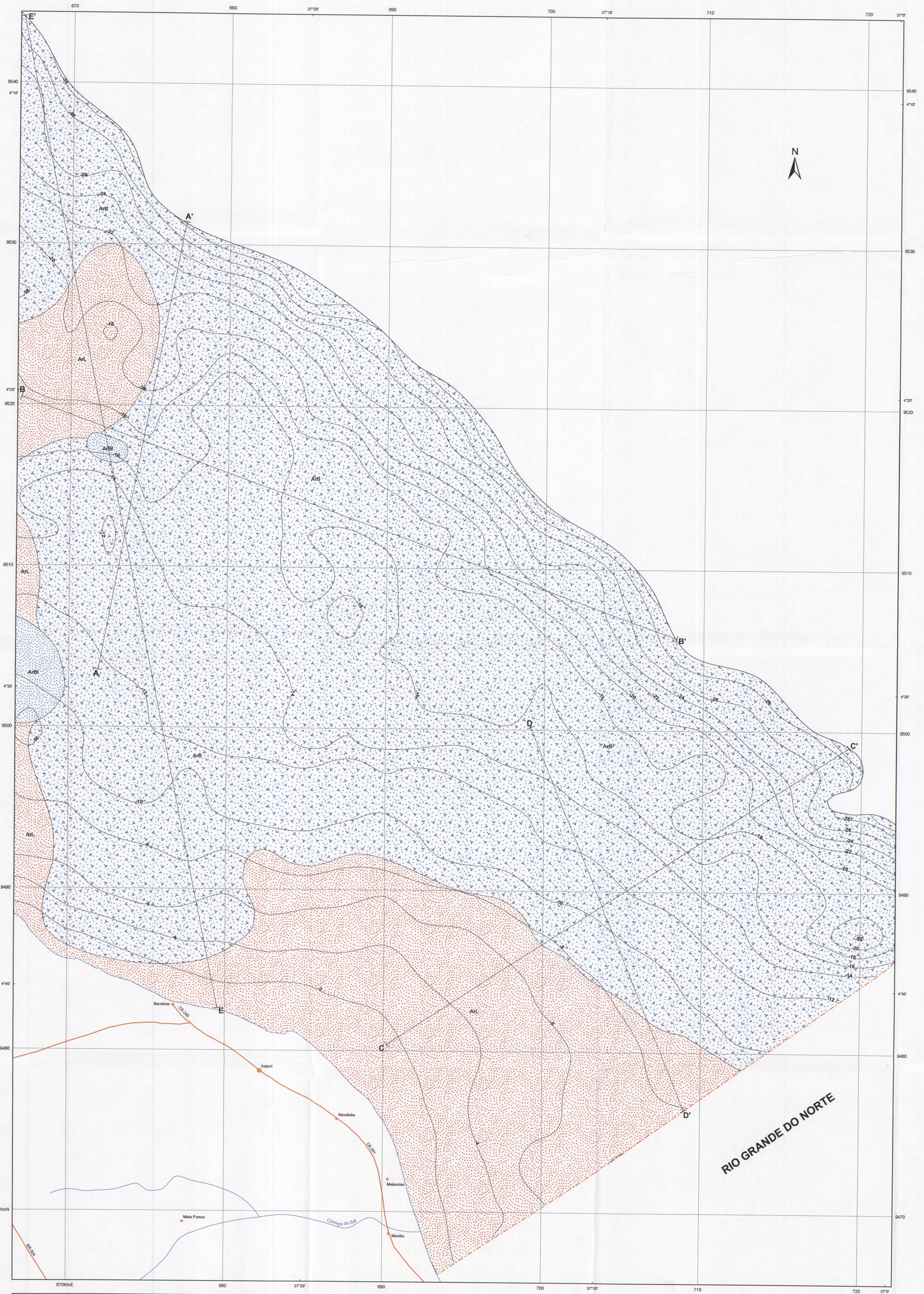


PERFIL BATIMÉTRICO AO LARGO DE AREIA BRANCA



PERFIL BATIMÉTRICO AREIA BRANCA





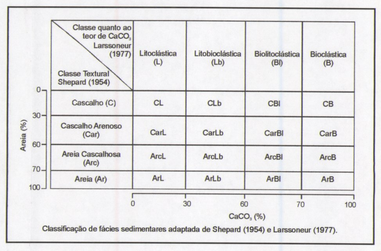
FACIOLOGIA

- ArB — Areia Bioclástica, contendo entre 70% a 100% de areia e entre 70% e 100% de $CaCO_3$.
- ArL — Areia Litoclástica, contendo entre 70% e 100% de areia e entre 0% a 30% de $CaCO_3$.
- ArBl — Areia Biolitoclástica, contendo entre 70% a 100% de areia e entre 50% e 70% de $CaCO_3$.

Nota: Os termos areia e cascalho aqui utilizados referem-se ao tamanho da partícula (granulometria).

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- -20 — Isobatimétrica
- A — A' — Perfil
- Sede Municipal
- Distrito
- Drenagem
- Rodovia Pavimentada
- Limite Estadual



Classificação de fácies sedimentares adaptada de Shepard (1954) e Larssoneur (1977).

Base Planimétrica digital obtida a partir das folhas S B.24-X-B-I Ao Largo de Areia Branca, SB.24-X-B-IV Areia Branca, dos mapas de infra -estrutura do Atlas Digital publicado em 2005 pela CPRM em escala de 1:500.000, ajustada às imagens do Mosaico GeoCover - 2.000, ortorretificado e georreferenciado segundo o datum WGS84, de imagens ETM+ do Landsat 7 resultante da fusão das bandas 7,4,2 e 8, com resolução espacial de 14,25 metros.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME
Nelson José Hubner Moreira
Ministro do Estado (Interino)
Nelson José Hubner Moreira
Secretário Executivo
Cláudio Scliar
Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
Agamenon Sergio Lucas Dantas
Diretor-Presidente
Manoel Barreto da Rocha Neto
Diretor de Geologia e Recursos Minerais - DGN
Reinaldo Santana C. de Brito
Chefe do Departamento de Recursos Minerais - DEREM
José Wilson de Castro Temoteo
Superintendente Regional de Recife - SUREG-RE
Darlan Filgueira Maciel
Chefe da Residência de Fortaleza – REFO
Kaiser Gonçalves de Souza
Chefe da Divisão de Geologia Marinha – DIGE0M
Adeilson Alves Wanderley
Gerente de Recursos Minerais - GEREMI
José Pessoa Veiga Junior
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento - GERIDE

O Programa Geologia do Brasil – PGB é executado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, através de suas Unidades Regionais. O Projeto GranMar foi executado pela Superintendência Regional de Recife em parceria com a Universidade Federal do Ceará, sob a supervisão do Departamento de Recursos Minerais – DEREM/Diretoria de Geologia e Recursos Minerais – DGM.

Hortencia Maria Barboza de Assis
Coordenadora Nacional do Projeto GranMar
George Satander Sá Freire
Coordenador do Projeto GranMar na UFC
Jaime Quintas dos S. Colares
Colaborador – CPRM /REFO

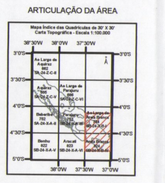
Equipe Técnica Responsável – Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura da Universidade Federal do Ceará/UFC – Contrato CPRM/FCPC nº 035/PR/04:

Wellington Ferreira da Silva Filho
Diolande Ferreira Gomes
Ronaldo Bezerra Gomes

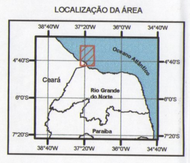
Alunos de Graduação:
Patrícia Reis Alencar Oliveira
Ana Angélica da Silva Gomes
Sara Albano Rodrigues
Janaína Ferreira Aderaldo
Regis Lopes Melo
Inácio Ocinal de Lima Neto

Cartografia Digital:
Flávio Porfírio Alves – CPRM/SUREG-RE
Robson de Carlo da Silva – CPRM/SUREG-RE
David Brito de Cerqueira – CPRM/SUREG-SA
Jocilene dos Santos Santana – UFBA
Thais Andréia dos S. Canabrava – UFBA

ARTICULAÇÃO DA ÁREA



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA



CARTA FACIOLÓGICA ÁREA AREIA BRANCA

ESCALA 1:100.000

2 1 0 2 4 6 Km

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central 39° W.Gr. acrescidas as constantes: 10.000Km e 500Km, respectivamente.

Datum horizontal: WGS84

Declinação magnética do centro da folha em 2005: 21° 45' W

UFC

CPRM Serviço Geológico do Brasil

MINISTÉRIO DA DEFESA

Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Ministério de Minas e Energia

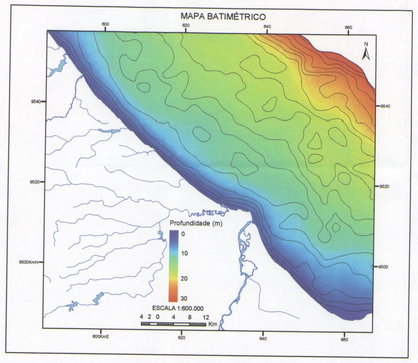
BRASIL UM PAÍS DE TODOS GOVERNO FEDERAL

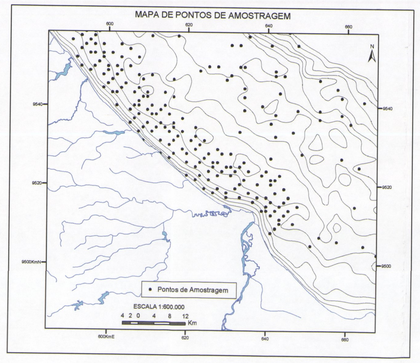
2007

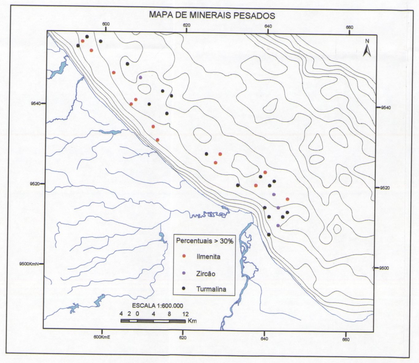
AÇÃO: AVALIAÇÃO DOS RECURSOS NÃO-VIVOS DA ZONA ECONÔMICA EXCLUSIVA (ZEE)
PROJETO GRANULADOS MARINHOS DA PLATAFORMA RASA DO BRASIL - GranMar BRASIL

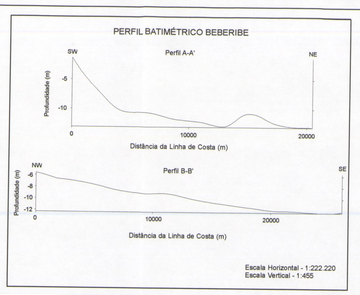
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

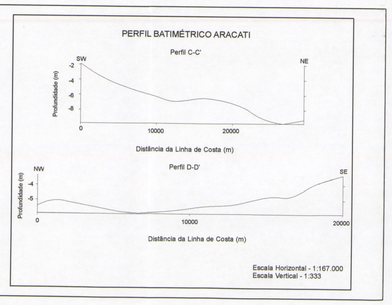
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
SUBPROGRAMA DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA
CARTA FACIOLÓGICA - ESCALA 1:100.000

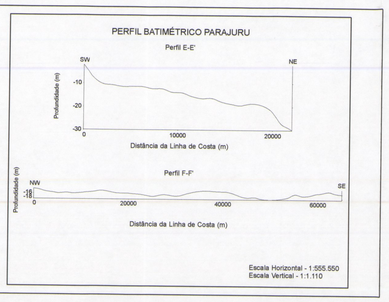


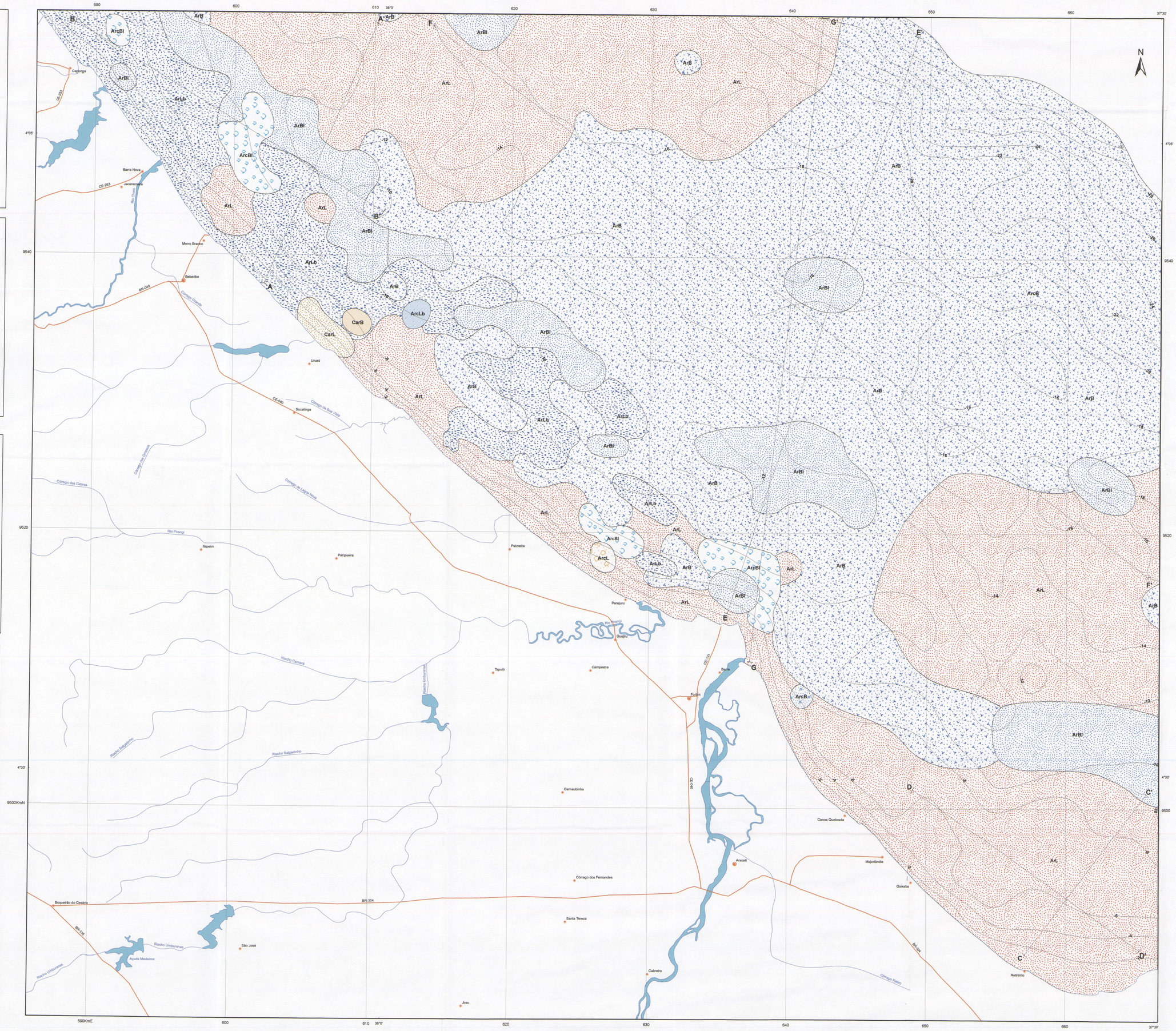












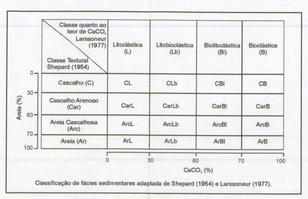
FACIOLOGIA

- ArB — Areia Bioclástica, contendo entre 70% a 100% de areia e entre 70% e 100% de $CaCO_3$.
- ArBl — Areia Biolitoclástica, contendo entre 70% a 100% de areia e entre 50% e 70% de $CaCO_3$.
- ArcB — Areia Cascalhosa Bioclástica, contendo entre 50% a 70% de areia cascalhosa e entre 70% a 100% de $CaCO_3$.
- ArcBl — Areia Cascalhosa Biolitoclástica, contendo entre 50% e 70% de areia cascalhosa e entre 50% e 70% de $CaCO_3$.
- ArcLb — Areia Cascalhosa Litobioclástica, contendo entre 50% e 70% de areia cascalhosa e entre 30% e 50% de $CaCO_3$.
- ArcL — Areia Cascalhosa Litoclástica, contendo entre 50% e 70% de areia cascalhosa e entre 0% e 30% de $CaCO_3$.
- ArLb — Areia Litobioclástica, contendo entre 70% e 100% de areia e entre 30% a 50% de $CaCO_3$.
- ArL — Areia Litoclástica, contendo entre 70% e 100% de areia e entre 0% a 30% de $CaCO_3$.
- CarB — Cascalho Arenoso Bioclástico, contendo entre 30% e 50% de areia e entre 70% e 100% de $CaCO_3$.
- CarL — Cascalho Arenoso Litoclástico, contendo entre 30% e 50% de areia e entre 0% e 30% de $CaCO_3$.

Nota: Os termos areia e cascalho aqui utilizados referem-se ao tamanho da partícula (granulometria).

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Isobatimétrica (-20)
- Perfil (A — A')
- Sede Municipal
- Distrito
- Drenagem
- Açude
- Rodovia Pavimentada



Classificação de fácies sedimentares adaptada de Shepard (1954) e Larssoneur (1977).

Base Planimétrica digital obtida a partir das folhas SA.24-X-A-II Beberibe, SB.24-X-A-III Parajuru, SB.24-Z-A-V Bonhu, SB.24-X-A-VI Aracati, dos mapas de infra-estrutura do Atlas Digital publicado em 2005 pela CPRM em escala de 1:500.000, ajustada às image ns do Mosaico GeoCover - 2.000, ortorretificado e georreferenciado segundo o datum WGS84, de imagens ETM+ do Landsat 7 resultante da fusão das bandas 7,4,2 e 8, com resolução espacial de 14,25 metros.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME
Nelson José Hubner Moreira
Ministro do Estado (Interino)
Nelson José Hubner Moreira
Secretário Executivo
Cláudio Scliar
Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
Agamenon Sergio Lucas Dantas
Diretor-Presidente
Manoel Barretto da Rocha Neto
Diretor de Geologia e Recursos Minerais - DGM
Reinaldo Santana C. de Brito
Chefe do Departamento de Recursos Minerais – DEREM
José Wilson de Castro Temoteo
Superintendente Regional de Recife - SUREG-RE
Darlan Filgueira Maciel
Chefe da Residência de Fortaleza – REFO
Kaiser Gonçalves de Souza
Chefe da Divisão de Geologia Marinha – DIGEOM
Adelson Alves Wanderley
Gerente de Recursos Minerais - GEREMI
José Pessoa Veiga Junior
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento - GERIDE

O Programa Geologia do Brasil – PGB é executado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, através de suas Unidades Regionais. O Projeto GranMar foi executado pela Superintendência Regional de Recife em parceria com a Universidade Federal do Ceará, sob a supervisão do Departamento de Recursos Minerais – DEREM/Diretoria de Geologia e Recursos Minerais – DGM.

Hortencia Maria Barboza de Assis
Coordenadora Nacional do Projeto GranMar
George Satander Sá Freire
Coordenador do Projeto GranMar na UFC
Jaime Quintas dos S. Colares
Colaborador – CPRM/REFO

Equipe Técnica Responsável – Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura da Universidade Federal do Ceará/UFC – Contrato CPRM/FCPC nº 035/PR/04:

Wellington Ferreira da Silva Filho
Diolande Ferreira Gomes
Ronaldo Bezerra Gomes

Alunos de Graduação:
Patrícia Reis Alencar Oliveira
Ana Angélica da Silva Gomes
Sara Albano Rodrigues
Janaina Ferreira Aderaldo
Regis Lopes Melo
Inácio Ocinal de Lima Neto

Cartografia Digital:
Flávio Porfírio Alves – CPRM/SUREG-RE
Robson de Carlo da Silva – CPRM/SUREG-RE
David Brito de Cerqueira – CPRM/SUREG-SA
Joceline dos Santos Santana – UFBA
Thaís Andréia dos S. Canabrava – UFBA

ARTICULAÇÃO DA ÁREA

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

CARTA FACIOLÓGICA ÁREA BEBERIBE

ESCALA 1:100.000

2 1 0 2 4 6 Km

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central 39° W.Gr.
acrescidas as constantes: 10.000Km e 500Km, respectivamente.

Datum horizontal: WGS84

Declinação magnética do centro da folha em 2005: 21° 45' W

UFC

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Ministério de Minas e Energia

MINISTÉRIO DA DEFESA

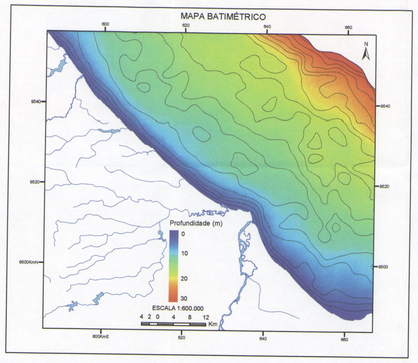
BRASIL UM PAÍS DE TODOS GOVERNO FEDERAL

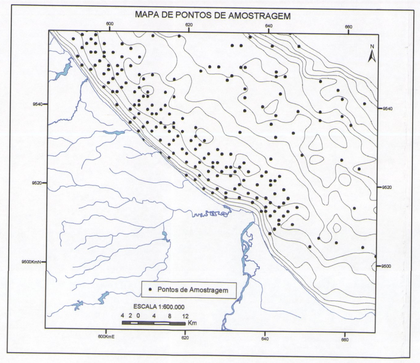
2007

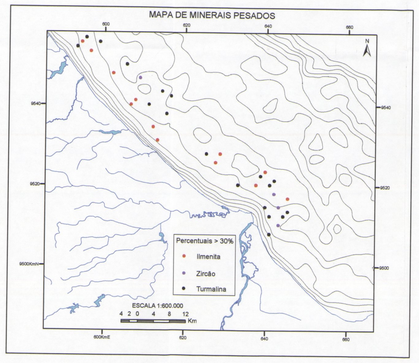
AÇÃO: AVALIAÇÃO DOS RECURSOS NÃO-VIVOS DA ZONA ECONÔMICA EXCLUSIVA (ZEE)
PROJETO GRANULADOS MARINHOS DA PLATAFORMA RASA DO BRASIL - GranMar BRASIL

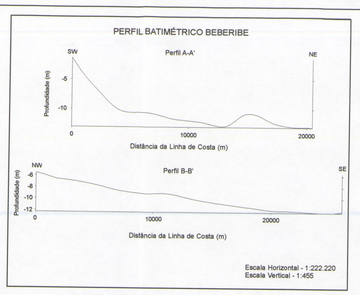
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

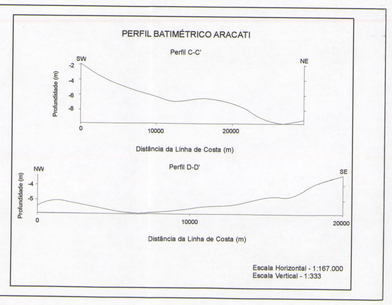
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
SUBPROGRAMA DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA
CARTA FACIOLÓGICA - ESCALA 1:100.000

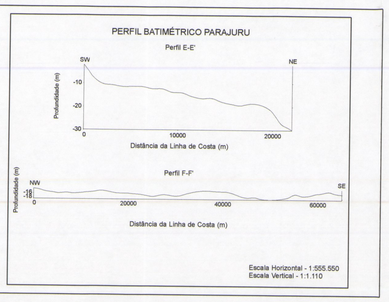


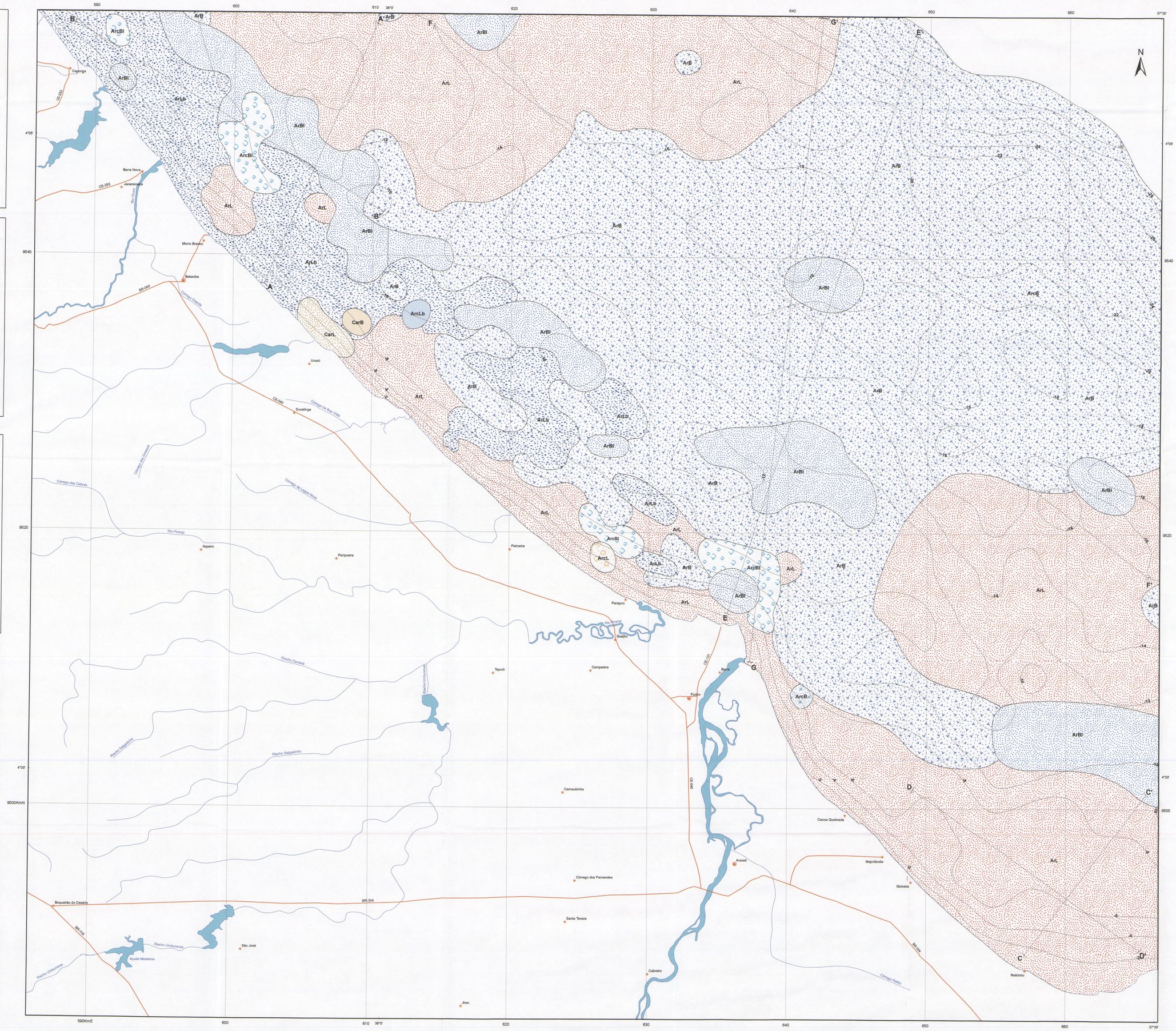












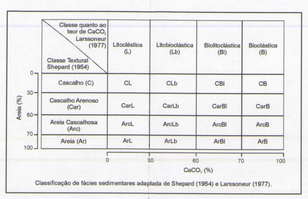
FACIOLOGIA

- ArB — Areia Bioclástica, contendo entre 70% a 100% de areia e entre 70% e 100% de $CaCO_3$.
- ArBl — Areia Biolitoclástica, contendo entre 70% a 100% de areia e entre 50% e 70% de $CaCO_3$.
- ArcB — Areia Cascalhosa Bioclástica, contendo entre 50% a 70% de areia cascalhosa e entre 70% a 100% de $CaCO_3$.
- ArcBl — Areia Cascalhosa Biolitoclástica, contendo entre 50% e 70% de areia cascalhosa e entre 50% e 70% de $CaCO_3$.
- ArcLb — Areia Cascalhosa Litobioclástica, contendo entre 50% e 70% de areia cascalhosa e entre 30% e 50% de $CaCO_3$.
- ArcL — Areia Cascalhosa Litoclástica, contendo entre 50% e 70% de areia cascalhosa e entre 0% e 30% de $CaCO_3$.
- ArLb — Areia Litobioclástica, contendo entre 70% e 100% de areia e entre 30% a 50% de $CaCO_3$.
- ArL — Areia Litoclástica, contendo entre 70% e 100% de areia e entre 0% a 30% de $CaCO_3$.
- CarB — Cascalho Arenoso Bioclástico, contendo entre 30% e 50% de areia e entre 70% e 100% de $CaCO_3$.
- CarL — Cascalho Arenoso Litoclástico, contendo entre 30% e 50% de areia e entre 0% e 30% de $CaCO_3$.

Nota: Os termos areia e cascalho aqui utilizados referem-se ao tamanho da partícula (granulometria).

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Isobatimétrica (-20)
- Perfil (A — A')
- Sede Municipal
- Distrito
- Drenagem
- Açude
- Rodovia Pavimentada



Classificação de fácies sedimentares adaptada de Shepard (1954) e Larssoneur (1977).

Base Planimétrica digital obtida a partir das folhas SA.24-X-A-II Beberibe, SB.24-X-A-III Parajuru, SB.24-Z-A-V Bonhu, SB.24-X-A-VI Aracati, dos mapas de infra-estrutura do Atlas Digital publicado em 2005 pela CPRM em escala de 1:500.000, ajustada às image ns do Mosaico GeoCover - 2.000, ortorretificado e georreferenciado segundo o datum WGS84, de imagens ETM+ do Landsat 7 resultante da fusão das bandas 7,4,2 e 8, com resolução espacial de 14,25 metros.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME
Nelson José Hubner Moreira
Ministro do Estado (Interino)
Nelson José Hubner Moreira
Secretário Executivo
Cláudio Scliar
Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
Agamenon Sergio Lucas Dantas
Diretor-Presidente
Manoel Barretto da Rocha Neto
Diretor de Geologia e Recursos Minerais - DGM
Reinaldo Santana C. de Brito
Chefe do Departamento de Recursos Minerais – DEREM
José Wilson de Castro Temoteo
Superintendente Regional de Recife - SUREG-RE
Darlan Filgueira Maciel
Chefe da Residência de Fortaleza – REFO
Kaiser Gonçalves de Souza
Chefe da Divisão de Geologia Marinha – DIGEOM
Adelson Alves Wanderley
Gerente de Recursos Minerais - GEREMI
José Pessoa Veiga Junior
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento - GERIDE

O Programa Geologia do Brasil – PGB é executado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, através de suas Unidades Regionais. O Projeto GranMar foi executado pela Superintendência Regional de Recife em parceria com a Universidade Federal do Ceará, sob a supervisão do Departamento de Recursos Minerais – DEREM/Diretoria de Geologia e Recursos Minerais – DGM.

Hortencia Maria Barboza de Assis
Coordenadora Nacional do Projeto GranMar
George Satander Sá Freire
Coordenador do Projeto GranMar na UFC
Jaime Quintas dos S. Colares
Colaborador – CPRM/REFO

Equipe Técnica Responsável – Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura da Universidade Federal do Ceará/UFC – Contrato CPRM/FCPC nº 035/PR/04:

Wellington Ferreira da Silva Filho
Diolande Ferreira Gomes
Ronaldo Bezerra Gomes

Alunos de Graduação:
Patrícia Reis Alencar Oliveira
Ana Angélica da Silva Gomes
Sara Albano Rodrigues
Janaina Ferreira Aderaldo
Regis Lopes Melo
Inácio Ocinal de Lima Neto

Cartografia Digital:
Flávio Porfírio Alves – CPRM/SUREG-RE
Robson de Carlo da Silva – CPRM/SUREG-RE
David Brito de Cerqueira – CPRM/SUREG-SA
Joceline dos Santos Santana – UFBA
Thaís Andréia dos S. Canabrava – UFBA

ARTICULAÇÃO DA ÁREA

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

CARTA FACIOLÓGICA ÁREA BEBERIBE

ESCALA 1:100.000

2 1 0 2 4 6 Km

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central 39° W.Gr.
acrescidas as constantes: 10.000Km e 500Km, respectivamente.

Datum horizontal: WGS84

Declinação magnética do centro da folha em 2005: 21° 45' W

UFC

CPRM Serviço Geológico do Brasil

Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Ministério de Minas e Energia

MINISTÉRIO DA DEFESA

BRASIL UM PAÍS DE TODOS GOVERNO FEDERAL

2007