UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA E GEOFISICA APLICADA
GEO 064 – TRABALHO FINAL DE GRADUACAO

Estudos das Texturas Sedimentares da Superfície de Fundo Oceânico da Baía de Todos os Santos

Kalina Alves Dias
Matrícula: 98100586-1

Orientador: Prof. Guilherme C. Lessa

Salvador, Novembro de 2003

Aos meus pais, a Fausto e a Rodriguinho, que me inspiraram cada minuto neste ano de 2003

A autora agradece ao professor Guilherme Lessa pela dedicada orientação, ao professor Luis Rogério Leal, pela orientação e apoio, ao Departamento de Geologia e Geofísica Aplicada e ao Centro de Pesquisa em Geofísica e Geologia pelo fornecimento de material e infra-estrutura para realização deste trabalho.

ÍNDICE

1. RESUMO 6

2. INTRODUÇÃO 7

3. OBJETIVOS 18

4. ÁREA DE ESTUDO 18

4.1. GEOLOGIA 20

4.2. CLIMA 23

4.3. HIDROLOGIA 23

5. METODOLOGIA 24

5.1. MAPEAMENTO COM SIDESCAN 24

5.2. CONFECÇÃO DO GUIA DE ANÁLISE 27

5.3. CRUZAMENTO DE DADOS BIBLIOGRÁFICOS E ELABORAÇÃO DO MAPA DE FÁCIES 27

6. RESULTADOS 29

6.1. INTEGRAÇÃO DOS MAPAS DE LITOFÁCIES 29

6.2. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DO SIDE-SCAN 34

7. DISCUSSÃO 39

8. CONCLUSÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES 40

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 42

10. ANEXOS 45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização e toponimia junto a bacia de drenagem da Baia de Todos os Santos. *11*

Figura 2 – Mapa de distribuição textural dos sedimentos de fundo oceânico (segundo Bittencourt et alli., 1974). *12*

Figura 3 – Mapa de distribuição textural dos sedimentos de fundo oceânico (segundo Bittencourt et alli., 1976). *13*

Figura 4 – Mapa de distribuição textural dos sedimentos de fundo oceânico (segundo Brichta, 1977). *14*

Figura 5 – Mapa de distribuição textural dos sedimentos de fundo (segundo Avanzo, 1977). *15*

Figura 6 – Mapa de distribuição textural dos sedimentos de fundo oceânico (segundo Corrêa & Ponzi, 1979). *16*

Figura 7 – Mapa de setorização das áreas investigadas pelos diferentes autores e localização dos pontos de coleta de sedimentos. *17*

Figura 8 – Batimetria da Baía de Todos os Santos. *19*

Figura 9 - Mapa Geológico da área em superfície ao redor da BTS. Fonte: CBPM – 2002 ..... *22*

Figura 10 – Sonar de varredura lateral. *25*

Figura 11 – Amostrador Van Veen *25*

Figura 12 – Área de ação do sonar de varredura lateral e pontos de coleta de sedimentos. *26*

Figura 13 – Mapa de integração das fácies - Corrêa & Ponzi (1979) e Brichta (1977). *30*

Figura 14 – Mapa de integração das fácies - Bittencourt et alli (1976) e de Bittencourt et alli (1974). *31*

Figura 15 – Mapa de integração das fácies - Corrêa & Ponzi (1979), Brichta (1977) e Avanzo (1977). *32*

Figura 16 – Mapa final de integração das fáceis texturais da BTS, propostas na literatura. *33*

Figura 17 – Mapa com 1.552 pontos do sonar de varredura lateral, descritos segundo a composição textural. *37*

Figura 18 – Nova proposta de distribuição de fácies texturais na Baía de Todos os Santos. *38*

1. RESUMO

Os estudos das fácies sedimentares superficiais da Baía de Todos os Santos foram iniciados há mais de 30 anos, tendo sempre privilegiado as características texturais dos sedimentos. Os mapas de litofácies de fundo existentes na literatura integram os resultados de análise em amostras de sedimentos de fundo as Baía de Todos os Santos com o objetivo de obter um quadro da distribuição textural e, em certos casos, composicional, dos sedimentos do fundo.

Com o objetivo de reavaliar a distribuição e padronizar a classificação das fácies texturais associadas aos sedimentos de fundo da BTS, foi realizada uma reavaliação dos mapas de fácies produzidos até o momento, lançando-se mão ainda de registros de sonar de varredura lateral e amostras adicionais coletadas para confecção de guia de análise das fácies texturais.

Os resultados indicam onze fácies granulométricas, entre elas cascalho carbonático em geral com matriz arenosa, ocorrendo principalmente na baía de Iguape, no canal e foz do Rio Paraguaçu; areias e areias lamosas ocorrendo em grande quantidade no Canal de Salvador e Itaparica, o primeiro podendo estar relacionado a erosão dos sedimentos arenosos da Formação Sergi, e o segundo às correntes de maré na entrada da baía, que trazem sedimentos siliciclásticos; argilas arenosas a siltosas ocorrem principalmente no centro-norte da baía e nas baías de Iguape, a oeste, e Aratu, ao norte de Salvador, e podem ter origem nos sedimentos argilosos do Grupo Ilhas, que afloram extensamente a norte e leste da baía.

2. INTRODUÇÃO

Os sedimentos de superfície do fundo de ambientes subaquáticos refletem a interação entre a energia hidrodinâmica do ambiente, o aporte sedimentar e a natureza do substrato. Sendo assim, constituem informação importante para a compreensão dos processos de sedimentação e identificação de fácies sedimentares. Uma fácies deve, idealmente, ser um pacote sedimentar (diagenizado do ou não) distinto, formado sob determinadas condições de sedimentação, refletindo um processo ou ambiente particular (Reading, 1986). As fácies podem ser subdivididas em sub-fácies secundárias ou agrupadas em associações de fácies. As fácies são definidas com base na cor, textura, composição (mineral e biológica) e estruturas sedimentares. Dependendo da ênfase empregada no esforço de diferenciação de fácies, estas podem ser divididas em tipos específicos como biofácies (ênfase na composição paleontológica), fácies sísmicas (ênfase nas diferentes assinaturas de um registro sísmico) ou litofácies, quando ênfase for dada às características físicas e químicas dos sedimentos.

Os estudos das fácies sedimentares superficiais da Baía de Todos os Santos (Figura 1) foram iniciados há mais de 30 anos, tendo sempre privilegiado as características texturais dos sedimentos.

Leão (1971) caracterizou duas sub-fácies sedimentares nas proximidades de Laje da Ipeba, setor oeste da BTS: uma sub-fácies de alga Hallimeda, e outra sub-fácies de Ostra e Plicátula, constituídas destas associações orgânicas básicas, respectivamente.

Na Baía de Aratu, Bittencourt et alli (1974) investigaram 135 amostras de sedimentos de fundo com o objetivo de obter um quadro da distribuição, composição e textura dos sedimentos do fundo (Figura 2). Os autores mostraram a predominância de material argilo-siltoso com áreas marcadamente argilosas. Grandes áreas de material grosso foram encontradas, na maioria das vezes associadas a depósitos de conchas e fragmentos esqueletais que foram considerados de formação local, com pequeno transporte. Isso refletiria a pouca correlação que o calibre dos sedimentos têm com o nível de energia de correntes e ondas.

Bittencourt *et alli.* (1976), visando a caracterização das fácies sedimentares de fundo da BTS, analisaram 119 amostras de fundo e dados relativos aos depósitos conchíferos do fundo da baía, colhidos na Companhia de Cimento Salvador (COCISA). Estes autores descreveram quatro fácies sedimentares: fácies de areia quartzosa, fácies lama, fácies mista e fácies de biodetritos (Figura 3).

Macedo (1977), utilizando-se das 119 amostras coletadas por Bittencourt *et alli.* (1976), procurou identificar o nível de energia associado às fácies sedimentares através das características texturais e composicionais dos sedimentos superficiais do fundo. Foram identificados três ambientes de deposição distintos na baía: um ambiente de baixa energia associado à fácies lamosa, um ambiente de alta energia associado à fácies de areia quartzosa e um ambiente de energia intermediária associado à fácies mista (caracterizada pela mistura, em diferentes proporções, de areia quartzosa, lama e biodetritos). Não foi elaborado, no entanto, um mapa com a disposição das fácies sedimentares, mantendo-se o mapeamento realizado por Bittencourt *et alli.* (1976).

Em um estudo sobre a sedimentação na foz do rio Paraguaçu (Figura 4), Brichta (1977) analisou 72 amostras de sedimentos e propôs a existência de 4 litofácies: arenosa, areno-argilosa, argilosa e conchífera. As fácies lamosas foram mapeadas no centro do canal e na foz do rio Paraguaçu. As fácies arenosas foram mapeadas próximo às margens. Estas se constituem por sedimentos arenosos e areno-argilosos, distribuídos no leito principal do rio e na sua projeção dentro da baía.

Na baía de Iguape (Figura 5), localizada na desembocadura do rio Paraguaçu, Avanzo (1977) identificou, com base em 93 amostras, 08 classes texturais de sedimentos de fundo, distribuídas em duas grandes regiões: um grande corpo raso à saída do rio, abrindo-se em leque a partir da desembocadura e caracterizado como ambiente fluvial, e um setor adjacente a este, formado por canais profundos bordejados por planícies de maré.

Corrêa & Ponzi (1979), trabalhando no setor oeste da BTS, desde a saída do Canal do Paraguaçu até as proximidades da Ilha dos Frades (Figura 6), descrevem, com base em 161 amostras, aspectos da sedimentação da área e as porcentagens de carbonato de cálcio presentes nos sedimentos. Estes autores propuseram a existência das fácies cascalho-arenosa, fácies arenosa, fácies areno-lamosa e fácies lamosa. O material carbonático, composto por fragmentos de conchas, esqueletos e

carapaças contidos nos sedimentos, foram expressos em porcentagens em torno de 5% na área de influência do rio Paraguaçu, aumentando de 5 a 50% em direção ao mar.

Com o objetivo de fornecer uma avaliação cronológica aos sedimentos de fundo da BTS, Lessa et. al. (2000), revisando os trabalhos acima, propuseram a existência de três fácies sedimentares transgressivas e duas fácies sedimentares regressivas na baía: fácies transgressiva de areia marinha siliciclástica, fácies transgressiva de areia marinha carbonática e fácies transgressiva areno-lamosa da baía, fácies regressiva de lama da baía e fácies regressiva de areia fluvial. A fácies transgressiva de areia marinha siliciclástica é composta principalmente por grãos de quartzo e detritos de carbonato (fragmentos de moluscos, Hallimeda e Briozoas), este último contribuindo entre 10% a 50% do peso total da amostra. Esta fácies está provavelmente associada com o transporte de areia durante a última transgressão marinha. A fácies transgressiva de areia marinha carbonática é, na maior parte, composta por fragmentos bem arredondados de moluscos, que compõem mais de 50% da amostra (Macedo, 1977). Propõe-se que esta fácies esteja associada com produção *in situ* do material carbonático, retrabalhado por ondas e correntes. A fácies transgressiva areno-lamosa da baía é constituída de areia com 10% a 30% de argila. A presença de limonita, hematita, feldspato e micas, também observados nas amostras do Canal do Paraguaçu e na parte central da baía (Brichta, 1977, Avanzo, 1977, Macedo, 1977), sugere a origem fluvial dos sedimentos (Corrêa & Ponzi, 1980). A fácies regressiva de lama da baía é composta por argila e silte, com menos de 10% de areia. O índice de carbonato, geralmente menor que 20%, pode alcançar mais de 50% localmente, nas áreas classificadas previamente como um fácies de biodetritos (Bittencourt el alli, 1976). O fácies é interpretado como os sedimentos superiores da baía, distribuídos pela drenagem nos últimos 5000 anos. A fácies regressiva de areia fluvial é observada dentro da baía de Iguape, com menos de 5% de carbonatos (Avanzo, 1977). Esta fácies dá forma a um delta progradando na frente dos rios Paraguaçu e Subaé.

Formatado

As amostras de sedimento coletadas pelos trabalhos acima, em número total de 582 amostras, apresentam-se esparsamente distribuídas (Figura 7), e grandes interpolações acabaram sendo feitas na tentativa de gerar mapas que representassem a distribuição espacial sedimentológica do fundo.

Como parte de um projeto para avaliação dos impactos de derrame de óleo na BTS, foi realizado, em abril de 2003, uma campanha de mapeamento do fundo da baía com sonar de varredura lateral. Esta campanha cobriu aproximadamente 850 km de varredura, gerando resultados com potencial de reavaliação dos limites das fácies sedimentares, limites estes propostos até então com base em dados esparsos.

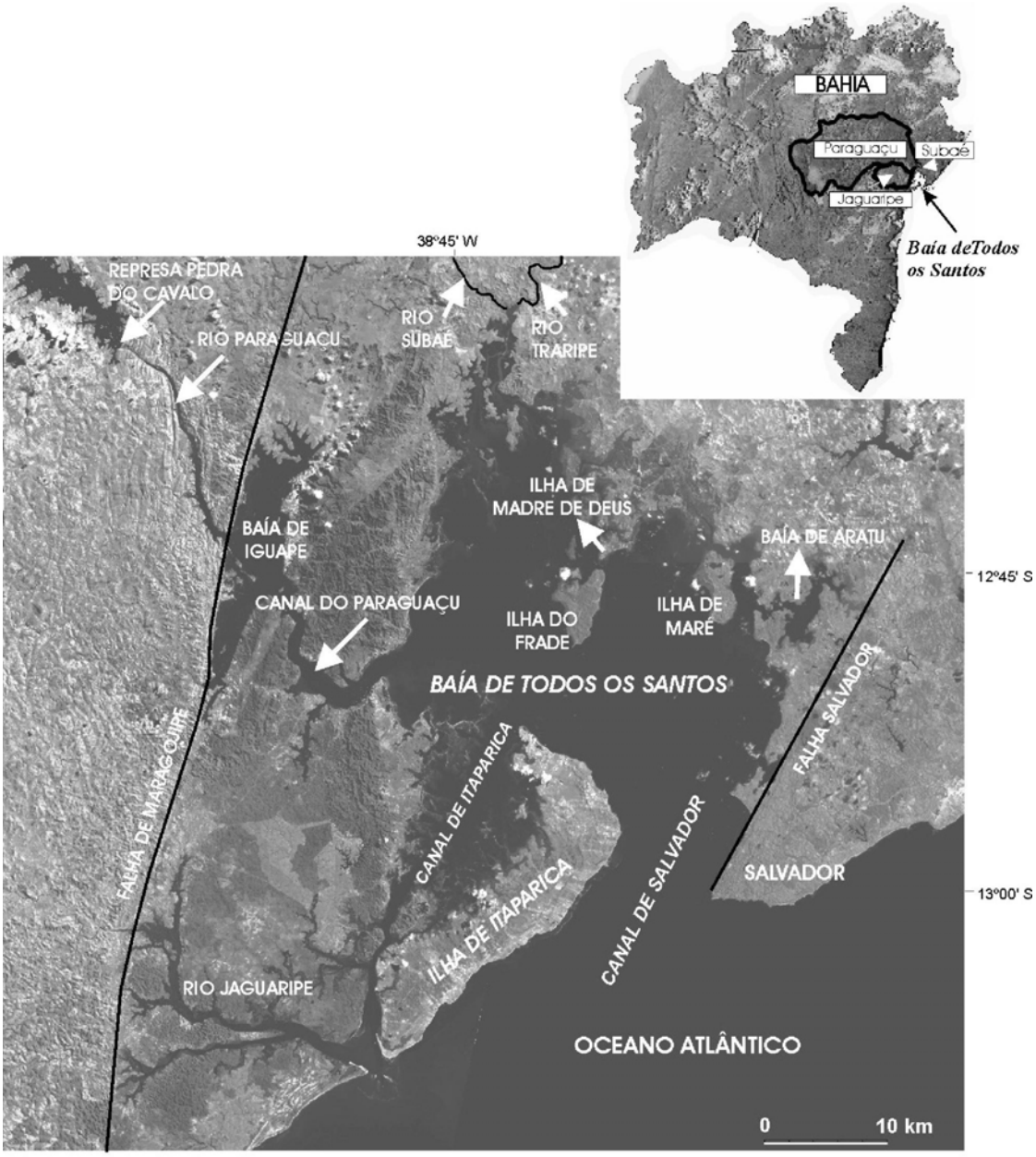


Figura 1 – Mapa de localização e toponimia junto a bacia de drenagem da Baia de Todos os Santos.

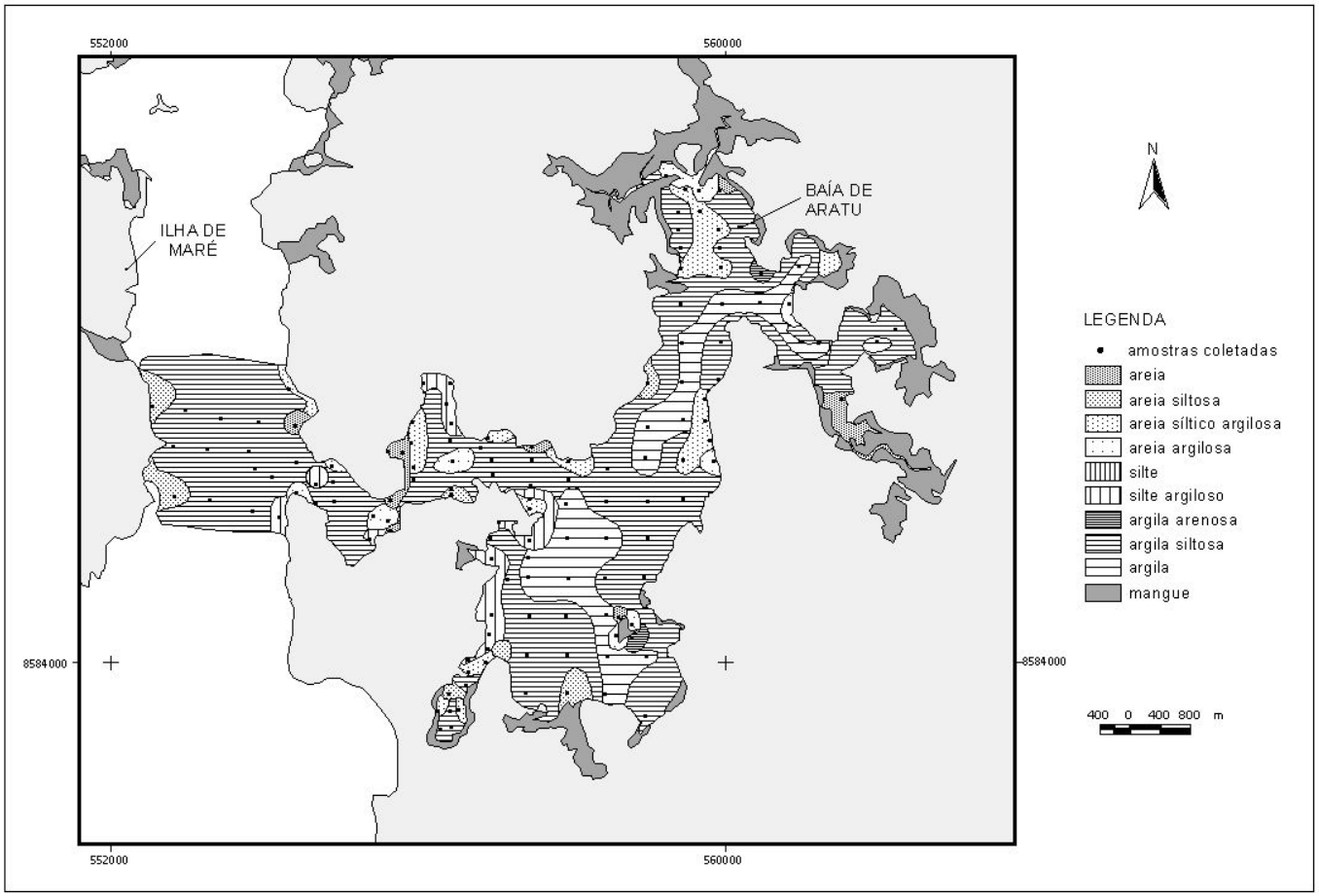


Figura 2 – Mapa de distribuição textural dos sedimentos de fundo oceânico (segundo Bittencourt et alli., 1974).

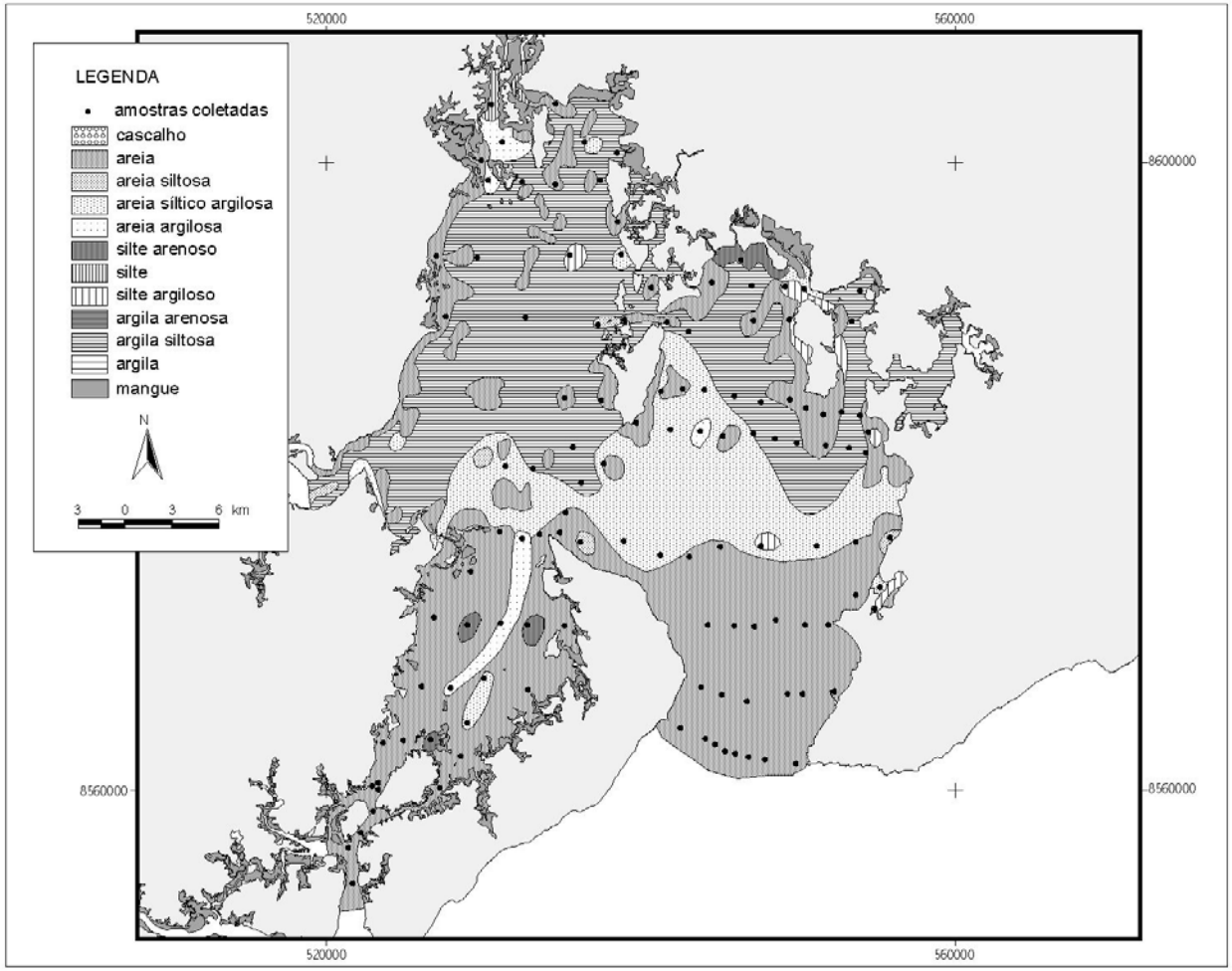


Figura 3 – Mapa de distribuição textural dos sedimentos de fundo oceânico (segundo Bittencourt et alli., 1976).

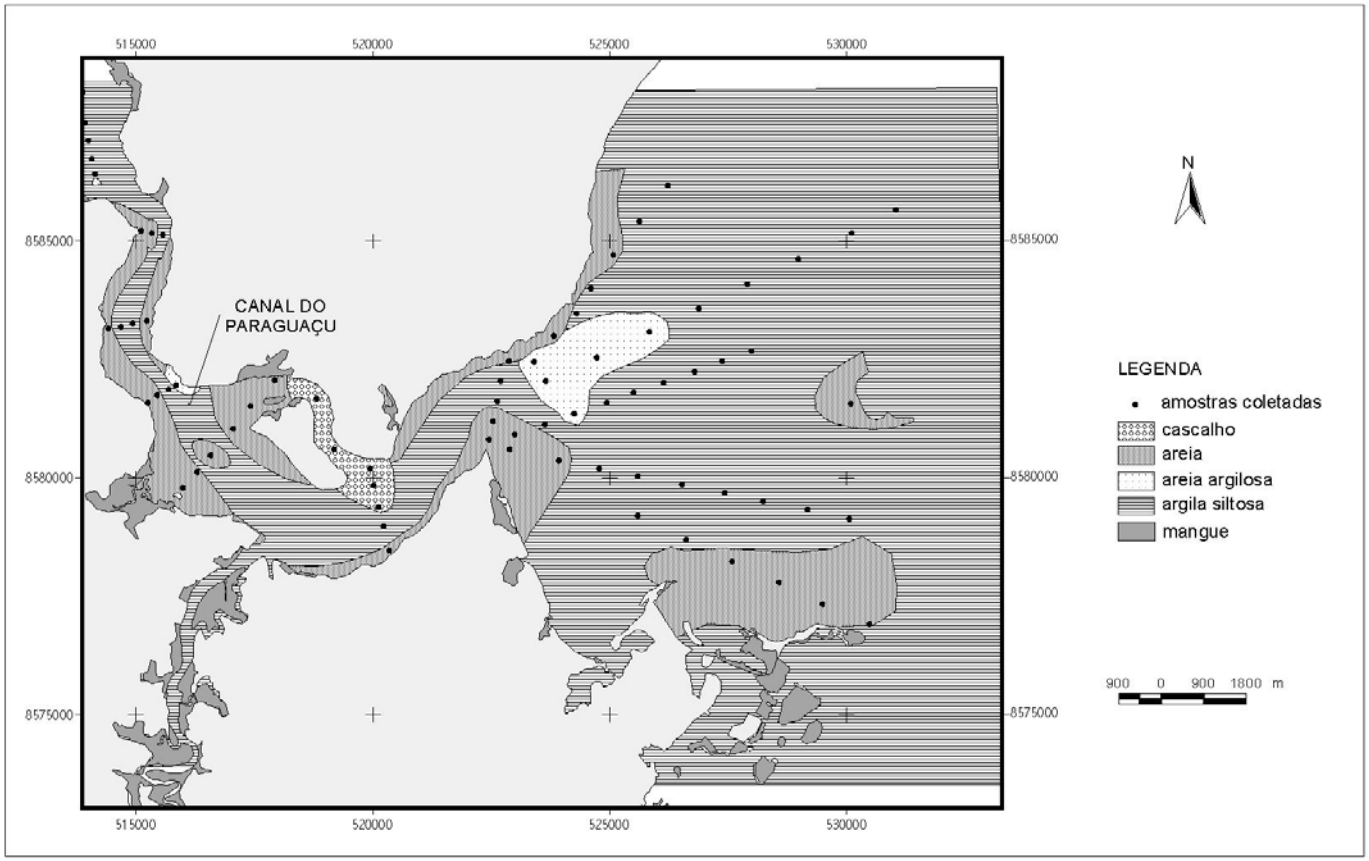


Figura 4 – Mapa de distribuição textural dos sedimentos de fundo oceânico (segundo Brichta, 1977).

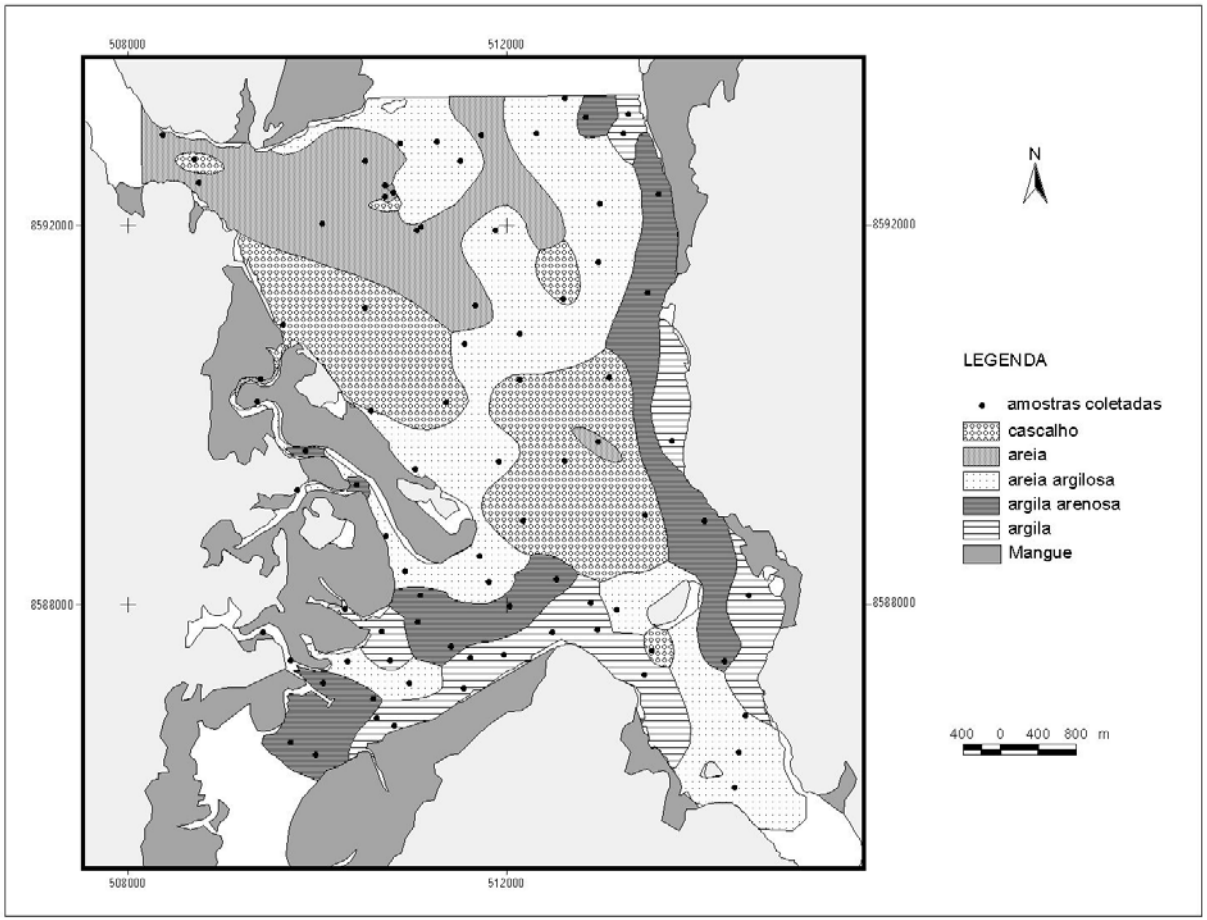


Figura 5 – Mapa de distribuição textural dos sedimentos de fundo (segundo Avanzo, 1977).

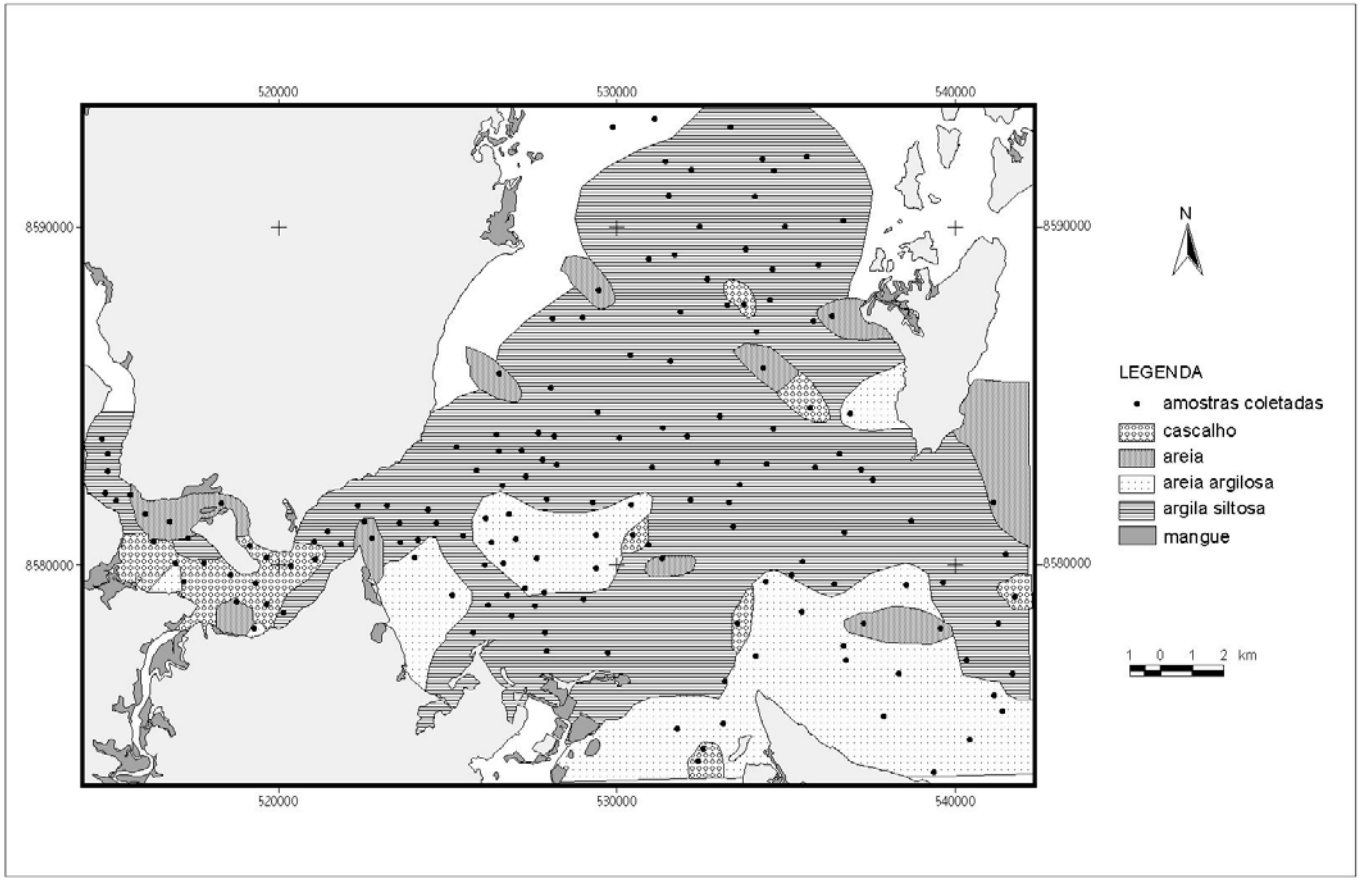
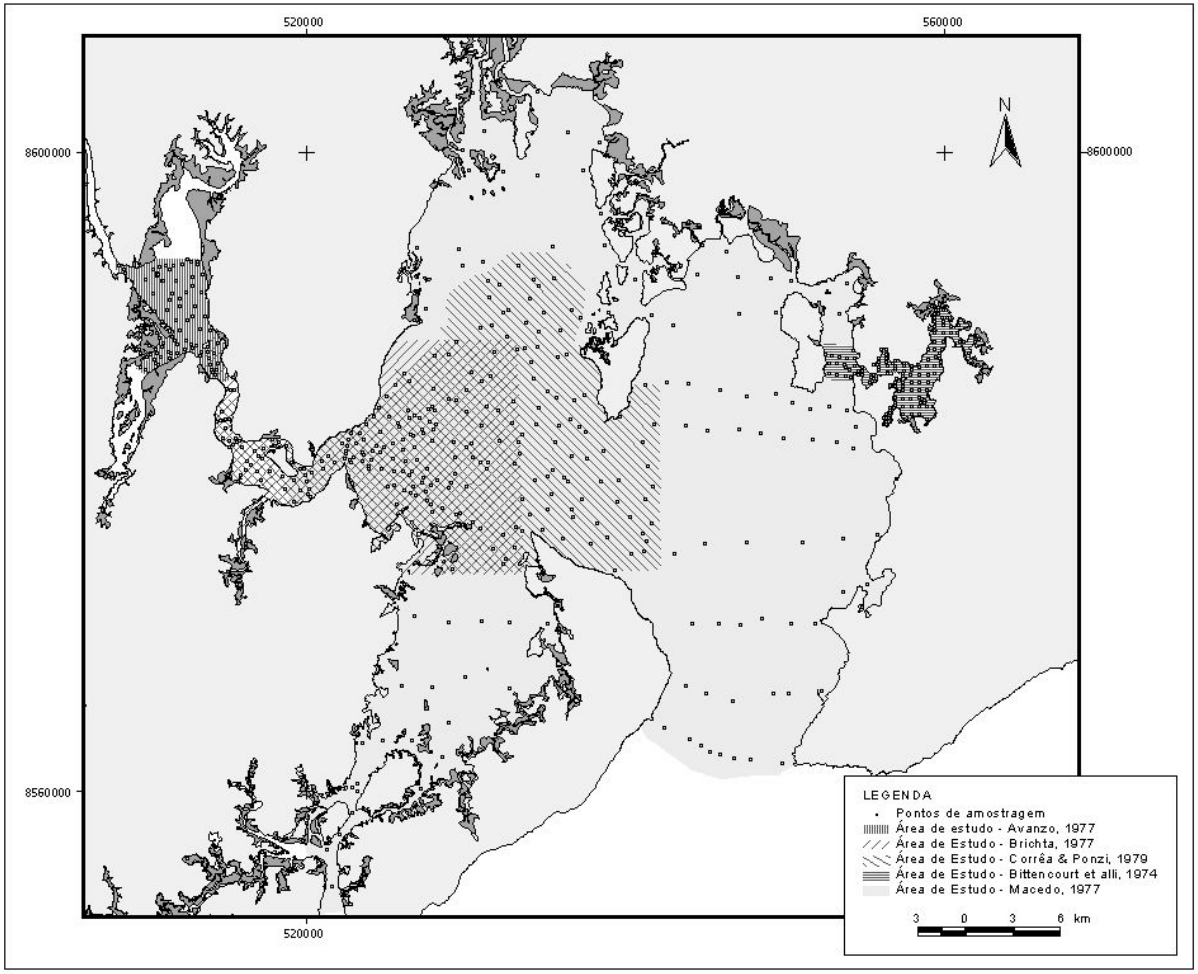


Figura 6 – Mapa de distribuição textural dos sedimentos de fundo oceânico (segundo Corrêa & Ponzi, 1979).



~~2.~~*Figura 7 – Mapa de setorização das áreas investigadas pelos diferentes autores e localização dos pontos de coleta de sedimentos.*

Formatados: Marcadores e numeração

3. OBJETIVOS

Este trabalho tem como principal objetivo a reavaliação da distribuição e a padronização da classificação das fácies texturais associadas aos sedimentos de fundo da BTS. Para alcançar este objetivo as seguintes metas deverão ser concluídas:

1 – Compilação e resgate das informações sobre as fácies texturais da Baía de Todos os Santos;

2 – Produção de um mapa georeferenciado das fácies até então propostas;

3 – Produção de um mapa síntese, padronizando e agrupando as fáceis propostas;

4 – Análise e interpretação dos registros do sidescan, e produção de um guia de interpretação e,

5 – Produção de um mapa final, de maior detalhe, das litofácies da BTS, com a determinação do tamanho de suas respectivas áreas e intervalos de profundidade onde estas ocorrem.

4. ÁREA DE ESTUDO

A Baía de Todos os Santos é a segunda maior baía do Brasil e as suas maiores Ilhas são Itaparica, Ilha do Frade, Ilha de Maré e Ilha de Madre de Deus. Sua área, incluindo-se as áreas intermareais vegetadas e excluindo as 91 ilhas, é de 1.229 km^2 na maré alta e 895 km^2 na maré baixa (Santos et alli, 2003) A área de ilhas pertencentes a BTS, excetuando-se Itaparica (170 km^2), corresponde a 86 km^2. Os manguezais abrangem uma área de 123 km^2, predominando nas proximidades do Rio Jaguaripe, Baía de Iguape e Município de São Francisco do Conde. O perímetro litorâneo interno à baía é de 1.175 km ao longo da margem continental (Santos et alli, 2003).

A maior parte da baía apresenta topografia de fundo com relevo pouco expressivo, com profundidades não superiores a 50 m. Profundidades maiores que 20 m são encontradas em alguns canais entre ilhas, na foz do Rio Paraguaçu e no Canal de Salvador, onde atingem valores maiores do que 50 m, podendo, localmente, atingir 100 m (Figura 8).

Recifes de corais bordam, quase que continuamente, a parte leste e sudeste da Ilha de Itaparica, e são também encontrados ao redor da Ilha de Maré, Ilha dos Frades e litoral da cidade de Salvador até as proximidades de São Tomé do Paripe. A baía apresenta numerosos bancos, a norte, no Canal de Itaparica e a sul de Caixa-Pregos.

Dois canais dão acesso à baía: Canal de Itaparica, a oeste, bastante estreito e pouco profundo, e o segundo, Canal de Salvador, a leste, largo e profundo.

De uma maneira geral, a topografia das áreas marginais à baía é relativamente plana, com morros isolados atingindo cotas de 50 m, em média. Inclui a existência de dunas, planícies e manguezais no litoral.

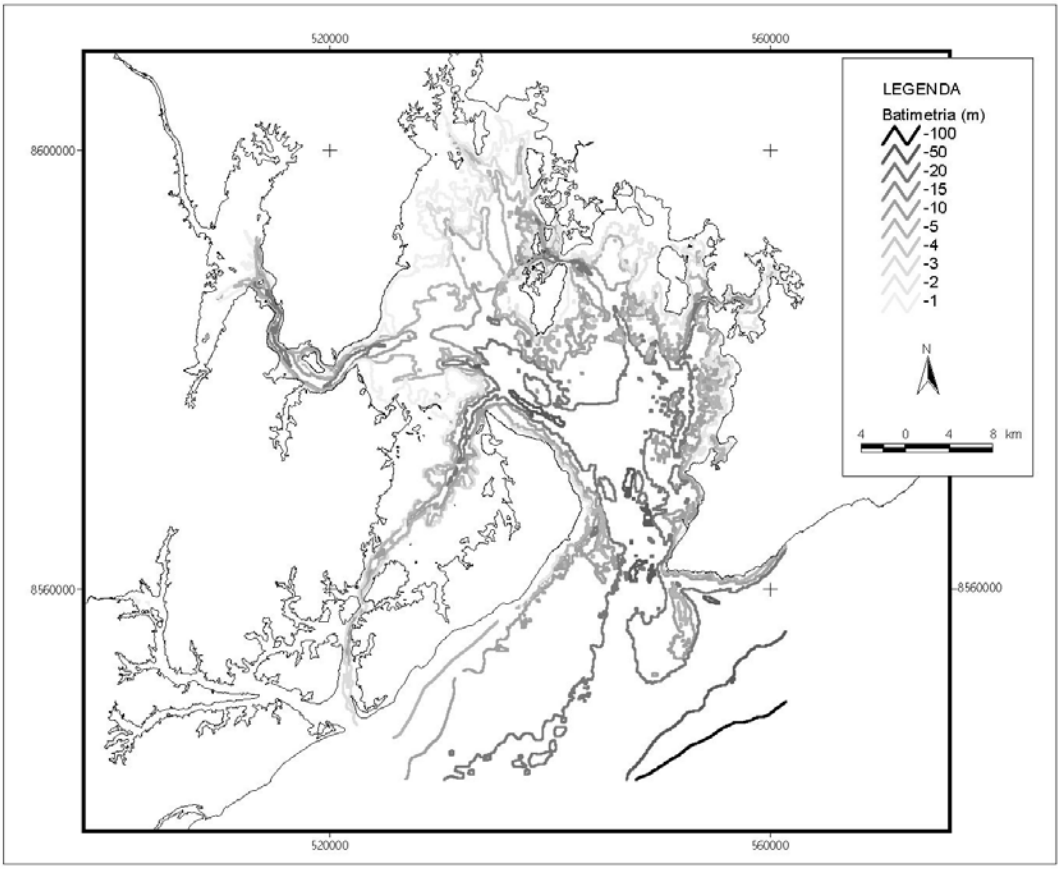


Figura 8 – Batimetria da Baía de Todos os Santos.

4.1. GEOLOGIA

A Baía de Todos os Santos tem sua origem relacionada com linhas de falha Cretáceas, que deram forma à bacia do Recôncavo (Medeiros & Ponte, 1981). A bacia é limitada pelas falhas de Salvador e Maragogipe, com rejeitos verticais de 6.000 metros e 300 metros, respectivamente. (Figura 9)

O embasamento está inscrito no domínio geotectônico do Cinturão Salvador-Esplanada (Barbosa, 1996), um cinturão alongado na direção N45ºE, incluindo as cidades de Salvador e Esplanada. Constituído por rochas metamórficas de alto grau (fáceis granulito), com idade em torno de 2,2 Ga (Fujimori & Fyfe, 1984). São granulitos, granodioritos gradando para adamelitos, granitos com afinidade alcalina, gnáisses de composição diorito/granodiorito/granítica e anfibolitos de composição gabróica de afinidade toleítica. Cortando esta seqüência são encontrados diques máficos Proterozóicos, basáltico toleíticos, anfibolíticos e metabasitos, localizados nas circunvizinhanças de Salvador (Barbosa, 1996).

A Bacia do Recôncavo se estabeleceu no Neojurássico sobre um substrato Paleozóico na forma de uma grande bacia interior (Depressão Afro-Brasileira), precursora do rifte que originou as bacias do Recôncavo, Tucano e Jatobá. No Eocretáceo, esta depressão passou por um processo de rifteamento que culminou com a separação entre a América do Sul e África e a formação do Atlântico Sul. Um braço abortado deste rifte (Estrella, 1972; Asmus & Porto, 1972), com a orientação norte-nordeste, gerou a Bacia do Recôncavo-Tucano-Jatobá.

A geometria do rifte é uma estrutura em meio-graben, controlada por uma falha de borda principal (Falha de Salvador), com orientação norte-nordeste.

Segundo o Mapa Geológico da CBPM, na escala de 1:1.000.000 (2002), ao longo da costa norte e oeste afloram folhelhos, ritmitos, arenitos e rochas carbonáticas do Cretáceos inferior (Grupo Ilhas), além dos arenitos e folhelhos do Grupo Santo Amaro e arenitos, folhelhos e siltitos da Formação São Sebastião, também do Cretáceo Inferior. Ainda, na margem ocidental sul e ao longo do canal do Paraguaçu, afloram extensamente arenitos finos a conglomeráticos e folhelhos do Jurássico Superior (Grupo Brotas). Na baía de Iguape as rochas do Grupo Santo Amaro aparecem no contato com o embasamento Pré-cambriano ao longo da falha

de Maragogipe. Os depósitos Quaternários aluviais, terraços marinhos e o mangue ocorrem ao longo das margens, especialmente na metade ocidental da baía.

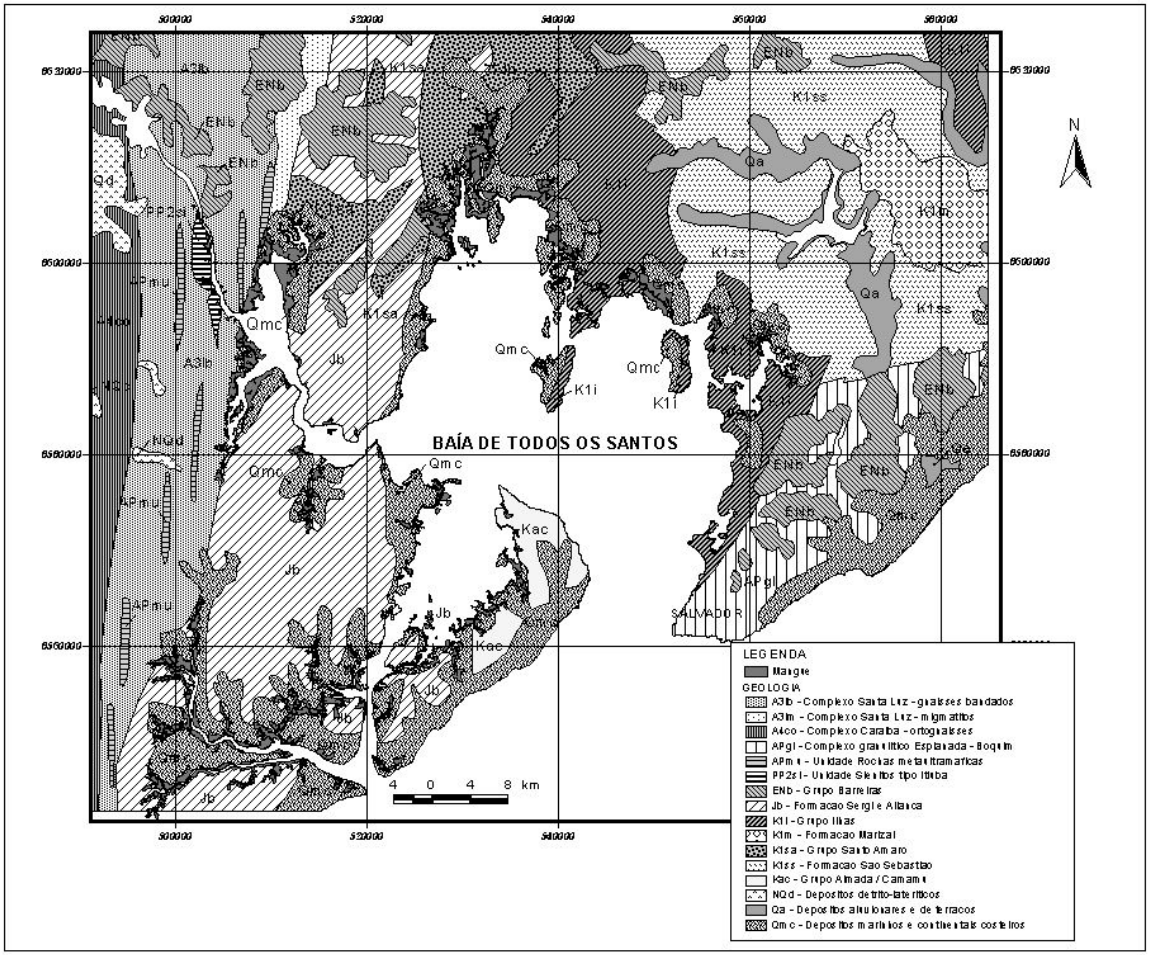


Figura 9 - Mapa Geológico da área em superfície ao redor da BTS. Fonte: CBPM – 2002

4.2. CLIMA

Na região que inclui a BTS a temperatura mínima anual é 18ºC e a máxima é de 30ºC. A média de precipitação anual é de 1500 mm e a umidade relativa do ar fica em torno de 80%. A período úmido se estende de março a agosto, com precipitação entre 160 e 240 mm mensais, e o período seco prolonga-se de setembro a fevereiro com médias mensais de precipitação entre 80 e 160 mm. A insolação média é de 2.220 horas de exposição anual ao sol (INMET, 2003). Durante o outono e o inverno a região passa a sofrer a influência de frentes frias relacionadas à Frente Polar Atlântica em seu avanço para latitudes mais baixas, quando se intensificam as chuvas, geralmente acompanhadas de ventos provindos de S e SSE (SEPLANTEC, 1978).

4.3. HIDROLOGIA

Um dos maiores rios do Estado da Bahia, o Paraguaçu, desemboca na costa oeste da baía em forma de estuário, com uma área de drenagem de 56.300 km^2. Além deste, desembocam na baía, o rio Jaguaripe, com 2.200 km^2 e o rio Subaé, com apenas 660 km^2 de área de drenagem. A vazão média anual para estes três rios principais, acrescentando-se as 93 micro-bacias periféricas, é de 120 m^3/s. Somando-se a vazão média fluvial com a vazão média meteórica, chega-se à vazão média anual de água doce de 162 m^3/s (Santos et alli, 2003).

Os valores de descarga de água doce são muito pequenas em relação às vazões de maré médias calculadas em sizígia, de aproximadamente 1,3 x 105 m^3/s. A construção da represa de Pedra do Cavalo no rio Paraguaçu em 1985 reduziu em 23% a descarga fluvial para a baía (Santos et alli, 2003), e pode ter impactado o suprimento de sedimento na baía. As medidas de salinidade e de temperatura ao longo da linha central principal da baía, sugerem condições marinhas abertas, com características estuarinas encontradas no Canal do Paraguaçu (Lima e Lessa, 2002).

5. METODOLOGIA

Durante o trabalho foram realizadas as seguintes etapas: mapeamento com sonar de varredura lateral, coleta de amostras dos sedimentos de fundo da baía, confecção de guia de análise das fácies sedimentares, e integração dos dados bibliográficos para reavaliação e geração do mapa final de distribuição das litofácies.

5.1. MAPEAMENTO COM SIDESCAN

O imageamento do fundo da baía com sonar de varredura lateral (Figura 10) cobriu um percurso de 850 km. A campanha ocorreu entre 21 e 30 de janeiro de 2003, sendo utilizado um equipamento da Odom Hydrographic, modelo Hydrotac SM200SSS, pertencente ao Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Meio Ambiente – da UFRN. Este sistema opera na freqüência de 200kHz, com resolução de 0.01 metro, precisão de + 0.1% da profundidade e porta para receptor GPS (marca Starlink Invicta, modelo MBA-2). Este sonar emite ondas apenas de um lado e tem recobrimento de até 80 metros.

Os registros foram separados em segmentos com suposta similaridade textural para definição de pontos de coleta de sedimentos, de modo a estabelecer uma correlação mais precisa entre os registros sísmicos e a textura sedimentar.

O trabalho de coleta de sedimentos envolveu amostragem em 44 pontos com amostrador de mandíbula Van Veen (Figura 11). Foram feitas duas saídas ao campo no período de 14 a 17 e no dia 25 de março de 2003 (Figura 12). As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e descritas macroscopicamente em relação à textura e a composição dos grãos.

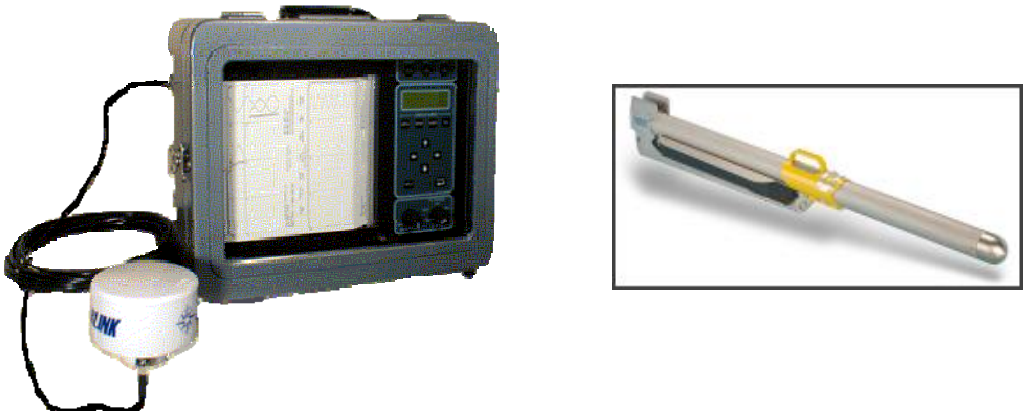


Figura 10 – Sonar de varredura lateral.

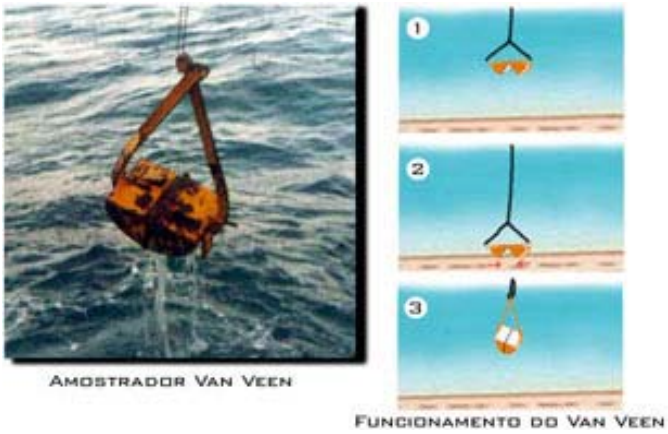


Figura 11 – Amostrador Van Veen

À direita: (1) Posição de lançamento a partir do barco; (2) Momento em que as mandíbulas se fecham coletando o sedimento (3) Equipamento sendo resgatado para o barco pelo cabo.

Fonte: www.geotrack.hpg.ig.com.br/relat1.htm.

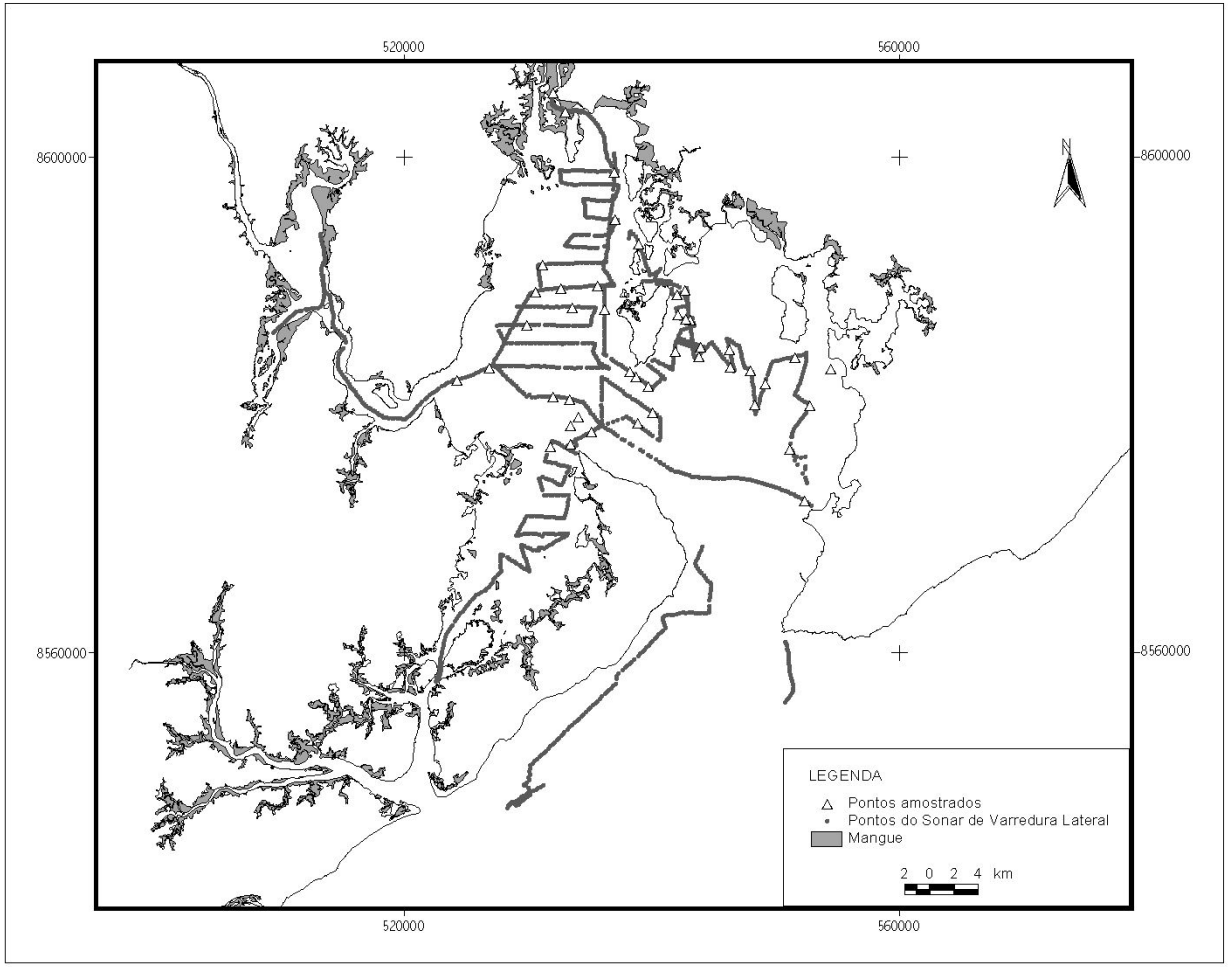


Figura 12 – Área de ação do sonar de varredura lateral e pontos de coleta de sedimentos.

5.2. CONFECÇÃO DO GUIA DE ANÁLISE

Um guia de análise das fácies sedimentares foi elaborado cruzando as características das 43 amostras com as imagens de sidescan de cada ponto coletado. Este guia, apresentado no Anexo 1, caracteriza quatro texturas de sedimento e três tipos de fundo rígido. O guia foi utilizado na interpretação dos 850 km de registro sísmico, permitindo definir áreas associadas a litofácies específicas. Desta forma, foi gerado um mapa com 1.552 pontos descritos, ao longo da linha de navegação. Este mapeamento, gerado sobre base cartográfica em ambiente ArcView, foi então confrontado com os mapeamentos pretéritos.

5.3. CRUZAMENTO DE DADOS BIBLIOGRÁFICOS E ELABORAÇÃO DO MAPA DE FÁCIES

Os mapas de litofácies de fundo existentes na literatura (Leão, 1971; Bittencourt et alli, 1974; Bittencourt *et alli.*, 1976; Macedo, 1977; Brichta, 1977; Avanzo, 1977 e Lessa *et alli.*, 2001) foram reproduzidos em “scanner” e georeferenciados com o auxílio de imagens de satélite e cartas náuticas, utilizando-se de ArcView 3.2a. Devido às imperfeições dos mapas originais, impressos, desenhados à mão, onde o posicionamento das amostras foi feito com sextante e triangulação de pontos notáveis em terra, e muitas vezes em cópias apresentando distorções, o erro médio estimado no georeferenciamento é de $\pm$ 75 m, considerando apenas a distorção de digitalização e a escala dos mapas impressos (em média 1:150.000). O objetivo foi levar todas as informações para um ambiente SIG (Sistema de Informações Georeferenciadas), após obter a padronização dos dados. Este processo é necessário pois o Arc View é baseado em um banco de dados, de maneira que todos os elementos estejam relacionados à informações sobre sua localização espacial e outras características como: composição dos sedimentos, tipo de amostragem e área das fácies. Este processo facilita a relação entre os componentes, bem como a armazenagem, coleta e recuperação de informações.

Inicialmente foi feita a padronização da classificação faciológica, baseada no diagrama de Shepard (1954). Este trabalho de padronização foi realizado com base na descrição das amostras, densidade de amostragem, adequação dos extrapolamentos e resultados das análises texturais presentes em alguns dos

documentos. No mapa de Brichta (1977), houve apenas uma correção na nomenclatura. Onde o autor utilizou o termo arenoso, optou-se por areia, onde utilizou o termo areno-argiloso, optou-se por areia argilosa, onde utilizou o termo argiloso, optou-se por argila e onde utilizou fácies conchífera optou-se por cascalho. Em Avanzo (1977) foi elaborada uma tabela de comparação de dados para renomear as fácies (Tabela 1). Em Bittencourt *et alli.* (1974) e Corrêa & Ponzi (1979) não houve alterações na nomenclatura, pois os autores utilizaram-se do triângulo de Shepard (1954). Quando houve divergências entre os autores considerou-se os dados daqueles que apresentaram os resultados de análises nas suas publicações.

Com o banco de dados completo e padronizado, e a integração dos dados, foi gerado um mapa síntese. A correção dos limites de fácies granulométricas, considerando o mapeamento obtido com o sonar de varredura lateral, foi feita em seguida.

TABELA 1 – Padronização dos dados de Avanzo (1977).

Classificação do Autor	**Classificação Utilizada**	
Fácies (Avanzo, 1977)	**Fácies**	**Id**
Cascalho arenoso	Cascalho	1
Areia cascalhosa	Areia	10
Areia argilosa com cascalho	Areia argilosa	8
Areia	Areia	10
Areia argilosa	Areia argilosa	8
Argila cascalhosa	Argila arenosa	4
Argila ligeiramente cascalhosa	Argila	2
Argila arenosa	Argila arenosa	4
Argila	Argila	2

6. RESULTADOS

6.1. INTEGRAÇÃO DOS MAPAS DE LITOFÁCIES

Os primeiros mapas texturais a serem integrados foram os de Corrêa & Ponzi (1979) e o mapa de Brichta (1977), gerando o mapa da Figura 13. Este mapa englobou os dados de todos os 235 pontos de amostragem dos dois autores. Nas áreas onde havia divergência entre os dois mapas prevaleceu os dados de Brichta (1977) que estavam acompanhados de uma tabela completa com os resultados das análises das amostras (no trabalho de Corrêa & Ponzi apenas consta a posição das amostras). Em uma segunda fase fez-se a integração de dados dos mapas de Bittencourt et alli (1976) e de Bittencourt et alli (1974), com sobreposição apenas na saída da Baía de Aratu, gerando o mapa da Figura 14. Neste local considerou-se os dados de Bittencourt et alli (1974) por ser o único a ter amostras no local. Na terceira fase integrou-se os mapas das figuras 13 com o mapa de Avanzo (1977) (Figura 15). Este também consistiu em uma união de áreas diferentes, com uma pequena área de integração, entre os dados de Brichta (1977) e Avanzo (1977) na saída da baía de Iguape. Nesta posição houve uma discordância de resultados. Onde Avanzo indicava a presença de areia argilosa, Brichta (1977) indicava argila siltosa. Ambos somaram 07 (sete) pontos de amostragem na área de litígio, porém Brichta (1977), com um número maior de amostras (quatro), foi o único a apresentar os resultados das análises. Sendo assim foi considerada a classificação de argila siltosa. Por último, o cruzamento de dados dos mapas das figuras 14 e 15 que resultou no mapa final com dados de todos os autores (Figura 16).

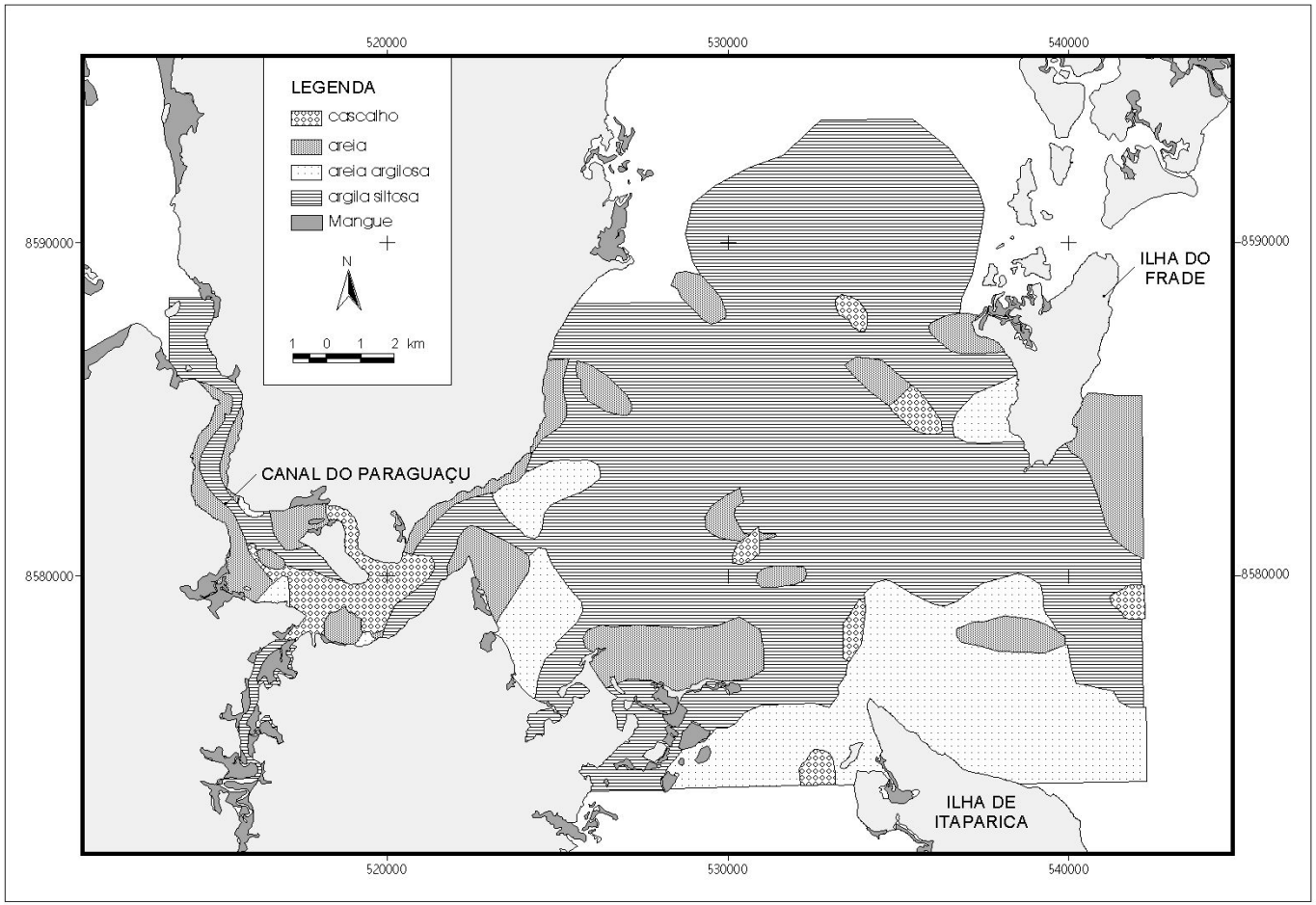


Figura 13 – Mapa de integração das fácies - Corrêa & Ponzi (1979) e Brichta (1977).

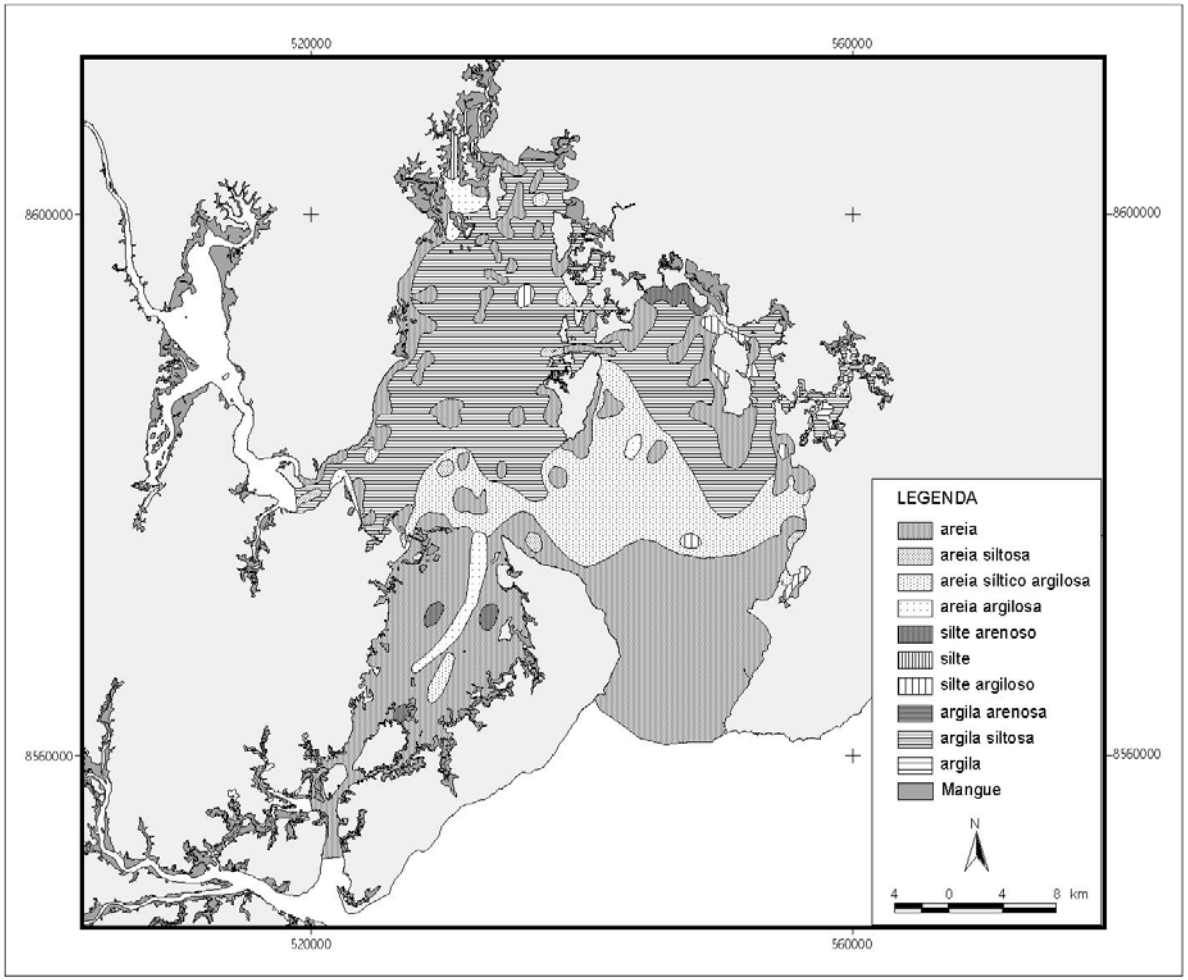


Figura 14 – Mapa de integração das fácies - Bittencourt et alli (1976) e de Bittencourt et alli (1974).

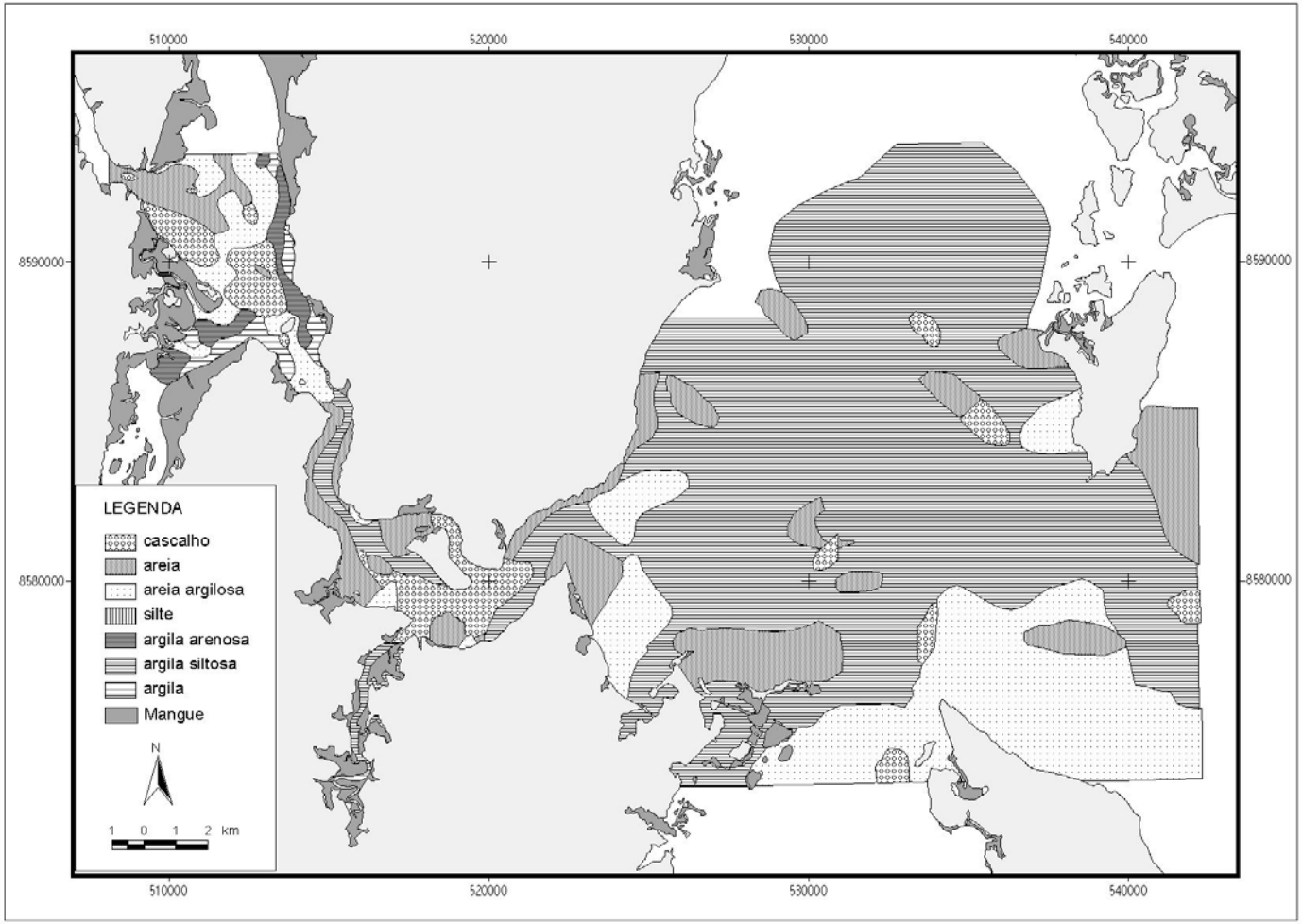


Figura 15 – Mapa de integração das fácies - Corrêa & Ponzi (1979), Brichta (1977) e Avanzo (1977).

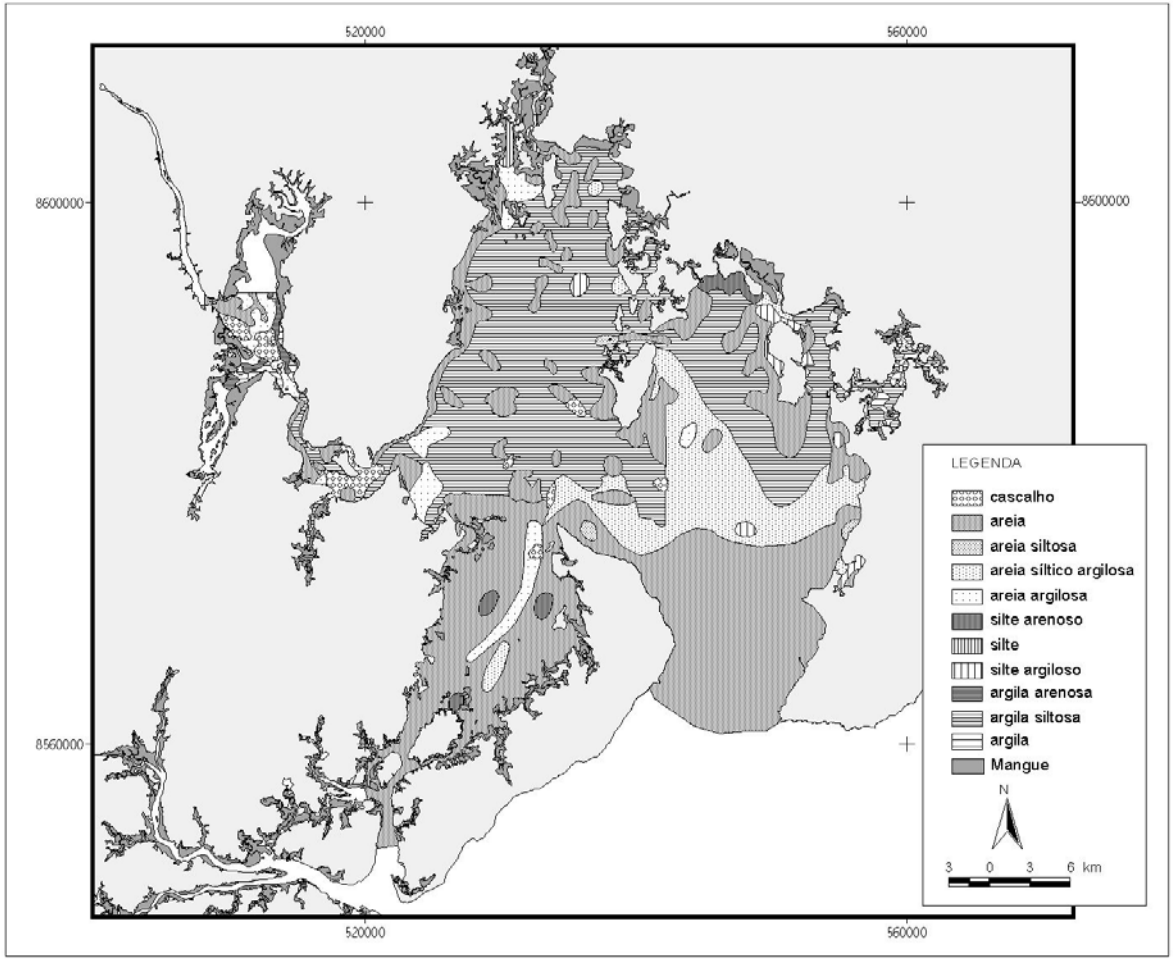


Figura 16 – Mapa final de integração das fáceis texturais da BTS, propostas na literatura.

6.2. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DO SIDE-SCAN

As 44 amostras coletadas foram descritas macroscopicamente, apresentando resultados conforme a Tabela 2. As seguintes fácies acústicas foram definidas: cascalho, areia, argila inconsolidada e argila plástica. Além disso, foram definidos dois fundos rígidos: recife e recife com cobertura arenosa. Estas fácies foram confrontadas com os resultados do mapa final de integração das litofácies (Figura 16), utilizando-se 1.552 pontos descritos segundo a composição textural (Figura 17).

Observa-se na Figura 17 que a fácies arenosa está distribuída principalmente no canal de Salvador, no centro-leste da baía e no canal do rio Subaé no extremo norte. Ao norte, na baía de Iguape concentram-se as fácies argilosa e argilo-arenosa, além do Canal de Itaparica. As fácies cascalhosas estão concentradas no Canal do Paraguaçu em alguns pontos no Canal e Itaparica e no centro e norte da BTS. Os recifes ocorrem com maior freqüência a norte da baía, entre a Ilha do Frade e o continente. Ocorrem também nos Canais de Salvador, Itaparica e na região central da BTS.

No processo de integração, as modificações mais importantes em relação ao mapa da figura 16 foram:

- A areia que ocupa o Canal de Salvador e o Canal de Itaparica foi estendida ao longo de todo o lado leste da ilha de Itaparica, até Caixa Prego, ocupando agora uma área total de 353,14 km^2.
- A baía apresenta, também, pontos com ocorrências de recifes a aproximadamente 6,0 km a oeste de Salvador e próximo a Caixa Prego. Os recifes ocorrem principalmente na região entre a Ilha dos Frades e Ilha de Maré.
- Uma grande área da fácies areia silto-argilosa que ocupava a área central da BTS foi substituída por duas pequenas áreas, uma a norte da ilha de Itaparica e outra a sul da baía de Iguape.
- A área com argila siltosa que ocupa a parte central da baía foi pouco modificada, com exceção da área a oeste da ilha de Madre de Deus, onde foi mapeado 12,98 km^2 de argila arenosa, ocorrendo alguns pontos de areia, principalmente a leste da ilha.
- No canal do Rio Subaé, antes mapeado como silte com base em apenas um ponto de amostragem por Bittencourt et alli (1976), foi identificado pela leitura do

sonar de varredura como área de areia, confirmado pela amostra 0425 e, na desembocadura do rio uma pequena ocorrência de argila arenosa, junto ao mangue.

- Na Baía de Iguape e no Canal do Paraguaçu são propostas poucas modificações, como remarcações nos contatos entre algumas ocorrências de cascalho, argila e argila arenosa na baía de Iguape. Não foram feitas modificações na área da baía de Aratu.

TABELA 2 - Descrição das amostras de sedimentos coletados após a passagem do sonar de varredura.

Amostra	Descrição
0018	Recife Gaiutuba. No van veen coral mole (Porífera), pouco sedimento.
0035	Areia média a grossa de composição carbonática com lama.
0059	Areia fina carbonática. Apresenta Hallimeda viva e Coral mole (Orthocoral).
0076	Areia grossa a média de composição carbonática com bolas de lama.
0091	Lama cinza escura.
0102	Recife repleto de Zoontídeos, alguns corais e porífera. Formação carbonática aparentemente extensa, porém com pouca projeção vertical. Sem sedimentos ao redor.
0121	Lama cinza escura.
0132	Recife com faixas de areia intercaladas a este. Pequena projeção vertical.
0148	Recife. Poucos fragmentos de alga calcária vermelha, bivalves. Orthocoral e poríferas vivas em substrato de Rhodofita.
0163	Lama cinza escura com pouca areia média.
0173	Lama com areia fina carbonática e fragmentos de conchas e algas calcárias com até 5 cm de diâmetro.
0203	Lama areno-cascalhosa, carbonática. Apresenta conchas bivalves e polychaetas de vida livre.
0227	Areia fina carbonática com lama cinza escura.
0241	Areia média com cascalho carbonático.
0245	Lama de consistência média com areia fina e poucos fragmentos carbonáticos.
0266	Lama arenosa com fragmentos de bivalves.
0282	Recife.
0299	Cascalho carbonático com seixos de até 2,0 cm. Apresenta areia média, bolas de lama cinza escura, conchas inteiras de bivalves e organismos vivos. Bastante compacto.

0314	Cascalho de granulometria de grânulos a seixos, de composição carbonática (bivalves), com areia grossa lamosa. Compacto, difícil de retirar a amostra.
0324	Cascalho carbonático com bastante lama cinza escura (±50%). Compacto.
0351	Areia fina a média com lama. Contém fragmentos de conchas em pequena quantidade. Apresenta alga verde filamentosa não carbonática.
0425	Areia fina com lama.
0435	Lama com areia fina carbonática e conchas inteiras retrabalhadas.
0472	Lama cinza escura, pouco consistente.
0550	Lama cinza escura, consistência média. Galhos e folhas na amostra.
0617	Lama bastante consistente coletada nas hastes do Van Veen, devido à correnteza.
0634	Lama cinza escura, pouco consistente.
0647	Lama cinza escura, consistência média.
0656	Cascalho com areia média carbonáticos, pouca lama e fragmentos de bivalves (alguns inteiros). Sedimento mal selecionado.
0686	Lama cinza escura, plástica.
0698	Cascalho carbonático com fragmentos de bivalves e bolas de lama cinza escura. Os grão apresentam-se amarelos por oxidação. Apresentou bivalve vivo.
0860	Lama com fragmentos carbonáticos incluindo de duas conchas bivalves incrustadas por pólipos de coral e polychaetas.
0896	Lama bastante consistente coletada nas hastes do Van Veen, devido à correnteza.
1018	Lama cinza escura, inconsolidada, plástica.
1024	
1031	Lama pouco plástica com areia fina de fragmentos de conchas. Apresenta pequena quantidade de cascalho carbonático.
1052	Areia média siliciclástica com grãos subarredondados de quartzo e poucos fragmentos carbonáticos. Apresenta bastante lama cinza escura.
1067	Lama cinza escura com cascalho carbonático.
1270	Lama pouco plástica com areia fina de fragmentos de conchas. Apresenta pequena quantidade de cascalho carbonático.
1273	Areia média a grossa quartzosa, grãos subarredondados com cascalho carbonático com grãos de até 4 cm de diâmetro e lama cinza escura.
1313	Lama cinza escura, com areia e grânulos de composição carbonática (bivalves). Apresenta organismos vivos.
1334	Areia fina de composição silicática e carbonática. Apresenta minerais opacos disseminados e bolas de lama cinza escura.
1415	Areia média siliciclástica com fragmentos carbonáticos (Hallimeda e bivalves) com até 0,5 cm de diâmetro.

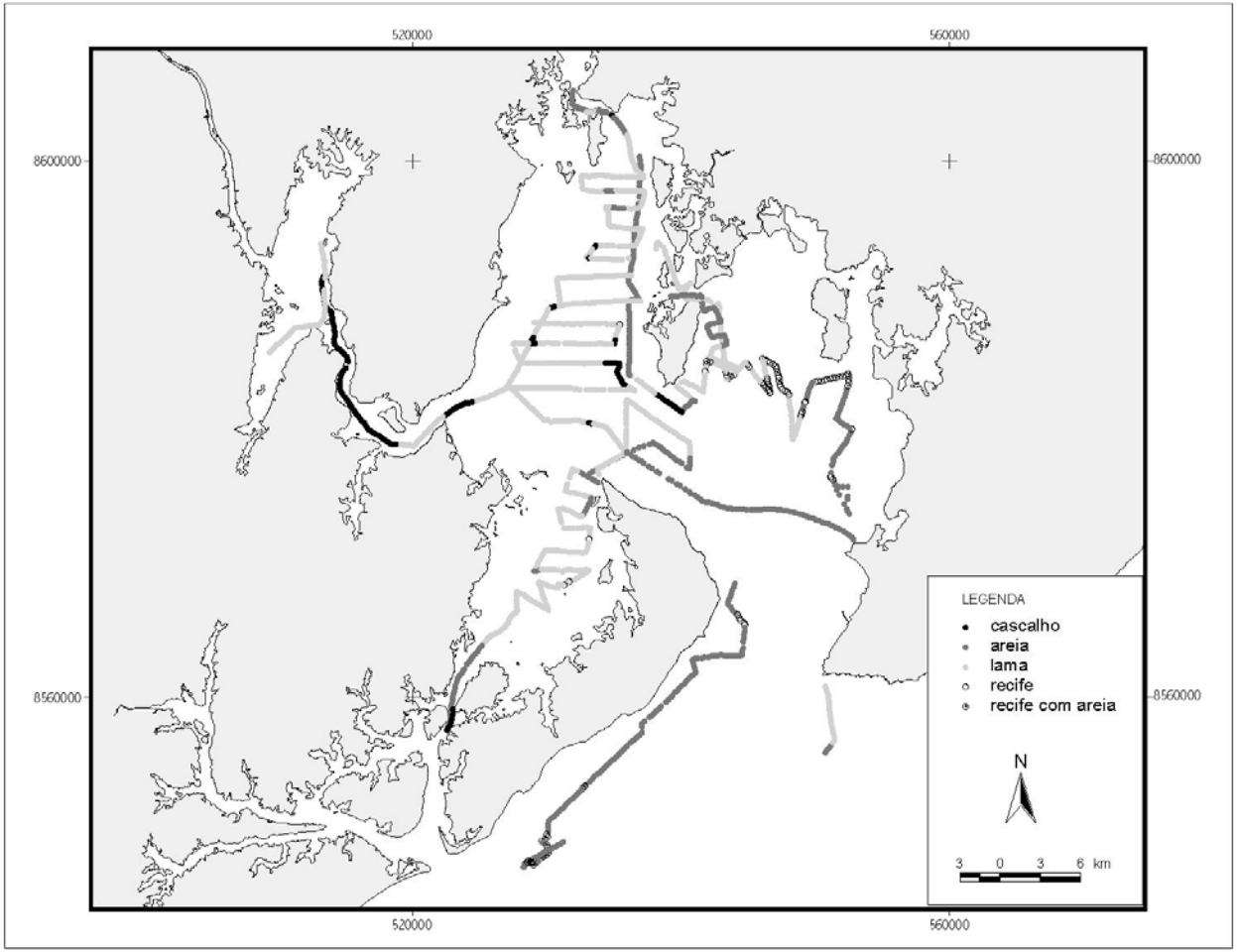


Figura 17 – Mapa com 1.552 pontos do sonar de varredura lateral, descritos segundo a composição textural.

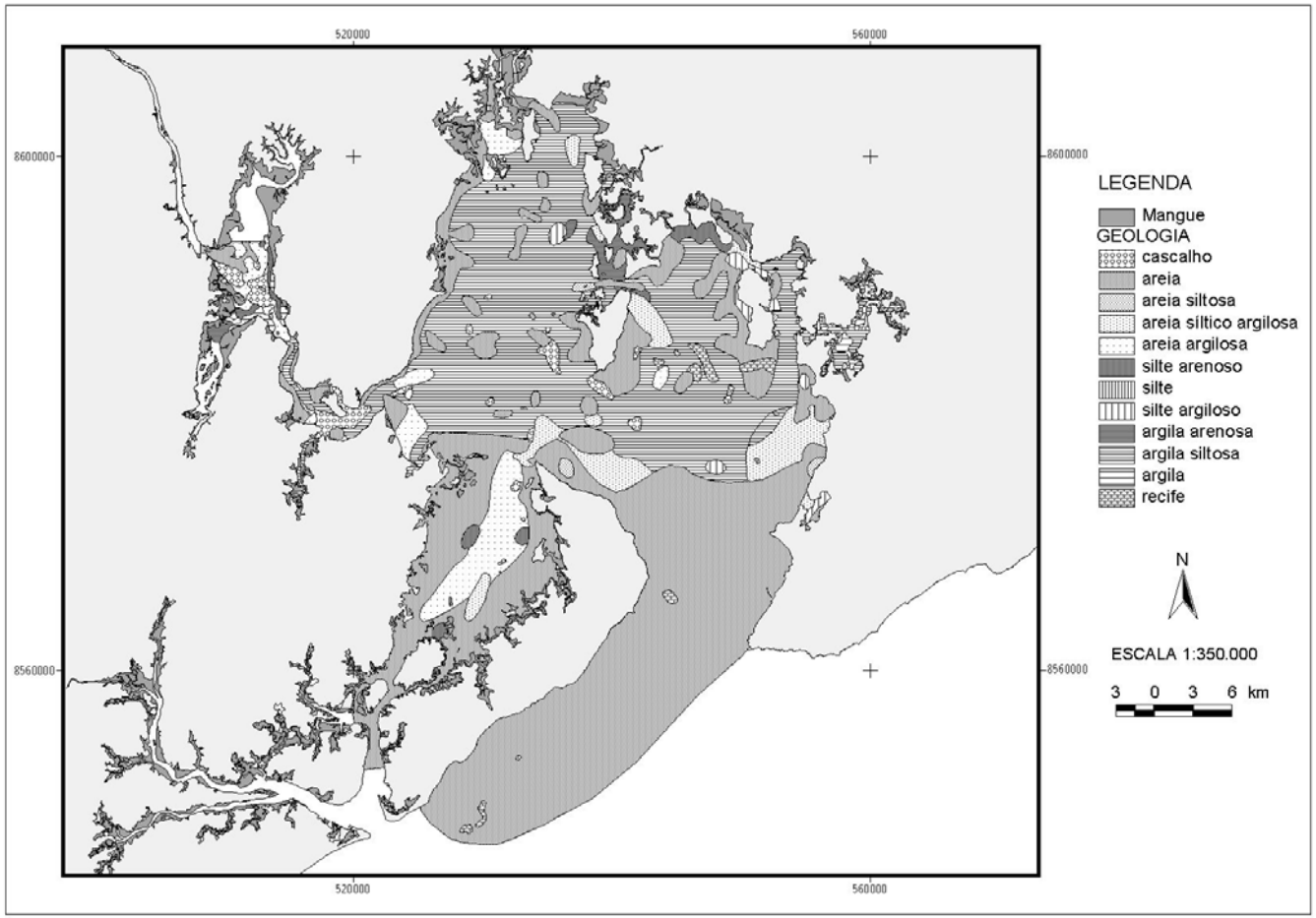


Figura 18 – Nova proposta de distribuição de fácies texturais na Baía de Todos os Santos.

7. DISCUSSÃO

A amostragem mais densa de sedimentos realizada na BTS foi a de Corrêa & Ponzi (1979), que estendeu-se por 294,55 km^2, até as proximidades da ilha do Frade computando 0,3 amostras/km^2. No entanto, o trabalho não apresenta os resultados das análises texturais. Brichta (1977) amostrou todo o canal do Paraguaçu em cortes transversais ao canal, apresentando mais informações sobre suas margens. Assim, ao unir os dados destes dois trabalhos, foi mantida a área com cobertura arenosa proposta por Brichta (1977) junto às margens. A ocorrência de cascalho foi estendida no centro do Canal do Paraguaçu, citado por Corrêa & Ponzi (1979), onde Brichta (1977) não tem amostras. Muitas interpolações foram feitas e a amostragem mais densa de Corrêa & Ponzi (1979) foi utilizada para suprir estas lacunas na interpretação.

Ao integrar os dados de Brichta (1977) e Avanzo (1977) observou-se, na pequena área de intersecção na Baía de Iguape, uma divergência dos dados. O primeiro mapeou a área como argila siltosa e o segundo como areia argilosa. Observando os dados das 07 (sete) amostras dos dois autores, resolveu-se manter a área como areia argilosa, já que a maioria das amostras confirmou isto.

Não houve divergências entre os dados de Bittencourt et alli (1974) e Macedo (1977) que na área de sobreposição, na saída da baía de Aratu, mapearam argila siltosa, apesar de que apenas o primeiro autor ter obtido amostras neste local.

Em geral o mapeamento com sonar de varredura lateral confirmou a extensão das duas maiores fácies texturais, areia na área sul da baía e argila siltosa no centro e norte. Foi possível identificar a posição de várias construções recifais, principalmente entre as ilhas do Frade e Maré, todas associadas aos altos topográficos observados nas cartas náuticas. Além disso, os contatos entre fácies foram confirmados e melhor delimitados.

Foi mapeada uma área de 460,18 km^2 de fácies lamosas (argila e silte), 764,78 km^2 de areias e areias argilosas a siltosas, e 20,94 km^2 de sedimentos carbonáticos cascalhosos. A maior fácies textural dentro da baía, com 634,36 km^2, é a areia, seguida por argila siltosa com 412,75 km^2.

Os bolsões de areia e cascalho que aparecem isolados na área centro-norte são geralmente carbonáticos, endógenos, não tendo as mesmas características da

areia siliciclástica do Canal de Salvador, que tem origem nas areias oceânicas, trazidas pelas correntes de maré (Lessa *et alli.* 2000).

A lama que aparece no canal do Paraguaçu parece representar uma janela estratigráfica, sendo provavelmente relacionada a depósitos lamosos transgressivos, como os mapeados por Carvalho (2000). Estes depósitos afloraram atualmente no fundo do canal devido à erosão dos sedimentos depositados mais recentemente. Diferentemente, a lama que ocorre no centro da BTS está relacionada a deposição mais recente, com fonte aparentemente associada aos sedimentos do Grupo Ilhas. A proximidade dos folhelhos deve estar definindo o macro-zoneamento das fácies texturais, mais argilosas no centro da baía e mais arenosas no sul, onde os sedimentos estão mais associados a uma origem marinha. No Canal de Salvador a maior profundidade, no centro do canal, determina a presença de sedimentos mais argilosos em relação as margens. Além disso, não existe controle topográfico evidente.

Na margem oeste da BTS ocorrem praias e planícies de maré arenosas, sem que exista um conduto de areia que evidencie o transporte ao longo da baía que possa sugerir origem marinha.

O cascalho que ocorre no Canal do Paraguaçu, diferente da ocorrência no centro da BTS, parece ser de origem fluvial, associado a níveis relativos do mar mais baixo, assim como a lama que aflora no Canal.

Em geral, a batimetria não mostrou influência na distribuição das fácies texturais na Baía de Todos os Santos.

8. CONCLUSÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Cinco mapas de litofácies de fundo existentes na literatura (Bittencourt et alli, 1974; Bittencourt *et alli.*, 1976; Brichta, 1977; Avanzo, 1977 e Corrêa & Ponzi, 1979) foram reproduzidos em “scanner” e georeferenciados com o auxílio de imagens de satélite e cartas náuticas, utilizando-se de ArcView 3.1a. Após esta etapa foi produzido um mapa de integração das fáceis texturais da BTS (Figura 16).

Com a análise e interpretação dos registros do sidescan, através da produção de um guia de interpretação, onze fácies granulométricas foram mapeadas. Entre elas cascalho carbonático em geral com matriz arenosa, ocorrendo principalmente na baía de Iguape, no canal e foz do Rio Paraguaçu. As areias e areias lamosas

ocorrem em grande quantidade no Canal de Salvador e Itaparica, o primeiro podendo estar relacionado a erosão dos sedimentos arenosos da Formação Sergi que compõe o maciço que bordeja a margem oeste do corpo principal da BTS, e o segundo às correntes de maré na entrada da baía, que trazem sedimentos siliciclásticos. As argilas arenosas a siltosas ocorrem principalmente no centro-norte da baía e nas baías de Iguape, a oeste, e Aratu, ao norte de Salvador, e podem ter origem nos sedimentos argilosos do Grupo Ilhas, que afloram extensamente a norte e leste da baía (Figura 18).

A complexidade da distribuição dos sedimentos na baía de Todos os Santos é grande, e o mapa ainda pode ser considerado como simplificado, mesmo considerando a pequena escala do mapeamento.

Recomenda-se fazer uma amostragem mais detalhada dos sedimentos de fundo na área entre a ilha dos Frades e Salvador e ao longo das margens leste e oeste do Canal de Itaparica, onde a amostragem ainda não foi suficientemente densa.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÍ, M.; HASHIMOTO, A. T.; UESUGUI, N. Significado Cronoestratigráfico da associação microflorística do Cretáceo Inferior do Brasil. **Bol. Geoc. Petrobrás**, n. 3, p. 86-103. 1989.

ASMUS, A. E.; PORTO, R. Classificação das bacias sedimentares brasileiras segundo a tectônica de placas. In: CONGR. BRAS. GEOL., 1972, Belém. **Anais...** Belém: SBG, 1972. v.2. p. 67-90.

AVANZO, P. A. **A Sedimentação no Setor Central da Baía de Maragogipe, BA**. 1977. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

BARBOSA, J. S. F.; DOMINGUEZ, J. M. L.(Coord.). **Mapa Geológico do Estado da Bahia. Texto Explicativo**. Salvador: Secretaria da Indústria, Comércio e Mineração. Superintendência de Geologia e Recursos Minerais. 1996. 382 p.

BITTENCOURT, A. C. S. P.; FARIAS, F. F.; VILAS BOAS, G. S. Influência da Deriva Litorânea no Desenvolvimento do Esporão de Caixa-Pregos (Baía de Todos os Santos/BA). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 20, mar/dez 1990. p. 197-200. Disponível em <http://sbg.igc.usp.br/rgb/vol20_down/2001-2-3-4/2001197.pdf>. Acesso em: agosto 2003.

BITTENCOURT, A. C. S. P.; FERREIRA, Y.A. F.; NAPOLI, E. Alguns Aspectos da Sedimentação na Baía de Todos os Santos, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, Salvador, Volume 6, nº 4, p. 246-263, 1976.

BITTENCOURT, A. C. DA S. P.; BRICHTA, A.; NAPOLI, E. A Sedimentação na Baía de Aratu, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, Salvador, Volume 4, nº1, p. 51-63. 1974.

BRAZIL, J. J. **Resumé of geologic reconnaissance of the north half of the Bahia sedimentary embayment-Northeast Bahia and West edge of Sergipe**. Salvador: Petrobrás, 1947. 14 p. (Relatório Interno 108-0470).

BRICHTA, A. **A Sedimentação na Foz do Rio Paraguaçu, Bahia**. 1977. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

COMPANHIA BAIANA DE PESQUISA MINERAL - CBPM. **Mapa Geológico Digital do Estado da Bahia**. Salvador: CBPM, 2002. CD-ROOM.

CÔRREA, I. C. S. & PONZI, V. R. A. Estudos dos Carbonatos Associados aos Sedimentos de Fundo da Parte Oeste da Baía de Todos os Santos. 1979. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 52, p. 347-352.

ESTRELLA, G. O. O estágio *rift* nas bacias marginais do leste brasileiro. In: CONGR. BRAS. GEOL., 26., 1972, Belém. **Anais...** Belém: SBG, 1972. p. 29-34.

FUJIMORI, S.; FYFE, W. S. Almanditic garnieritic metamorphic rocks as an original soil developed during Precambrian. **Rev. Bras. Geoc.**, 14, 194-202 p. 1984.

GAMA JR., E. G.; FONSENCA, J. R. **Evolução tectono-sedimentar da Bacia do Recôncavo – Projeto "Modelo Sedimentar"**. Salvador: Petrobrás, 1971. 23 p. (Relatório Interno 108-4049).

GHIGONONE, J. I. **O tempo Candeias.** Salvador: Petrobrás, 1970. 30 p. (Relatório Interno 108-3343).

GHIGONONE, J. I. A evolução estrutural do Recôncavo durante o tempo Candeias. **Rev. Bras. Geoc.**, 2, 35-50. 1972.

INMET. **Meteorologia**. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em 13 ago 2003.

LEÃO, Z. M. N. **Um Depósito Conchífero do Fundo da Baía de Todos os Santos, Próximo à Laje da Ipeba**. 1971. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

LESSA, G. C. et al. 2000. A Reevaluation of the Late Quaternary Sedimentation in Todos os Santos Bay (BA), Brazil. In: AN. ACAD. BRAS. CI., 2000, Salvador. **Anais...** Academia Brasileira de Ciências: 2000. p. 573-590.

LIMA, G. M. P. & LESSA, G. C. The fresh-water discharge in Todos os Santos Bay (BA) and its significance to the general water circulation. **Pesquisa em Geociências**, Porto Alegre, v. 28, p. 85-97, 2001.

MACEDO, M. G. F. **Estudos Sedimentológicos da Baía de Todos os Santos**. 1977. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

MEDEIROS, R. A.; PONTE, F. C. **Roteiro Geológico da Bacia do Recôncavo, Bahia**. Salvador: PETROBRÁS/SEPES/DIVEN/Setor de Ensino na Bahia, 1981. 63 p.

MOURA, P. L. **Material em Suspensão na Baía de Todos os Santos**. 1979. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

READING, H. G. **Sedimentary Environments and Facies**. 2 ed. British Library, 1986. 615p.

REGALI, M. S. P.; VIANA, C. F. **Sedimentos do Neojurássico – Eocretáceo do Brasil**: idade e correlação com a escala internacional. Rio de Janeiro: Petrobrás/Cenpes, 1989. 96p.

SANTOS, C. F. dos; CUPERTINO, J. A.; BRAGA, J. A. E. **Síntese sobre a geologia das bacias do Recôncavo, Tucano e Jatobá**. In: GABAGLIA, G. P. R.; MILANI, E. J. (eds.). Origem e Evolução de Bacias Sedimentares. Rio de Janeiro: Petrobrás, 1990. p. 235-266.

SANTOS, C. B.; CARVALHO, R. C.; LESSA, G. C. **Distribuição dos manguezais na Baía de Todos os Santos e seu impacto no balanço hídrico**. Salvador, 3p. Trabalho não publicado.

SEPLANTEC. 1978. **Atlas Climatológico do Estado da Bahia, documentário síntese**. Salvador: Centro de Planejamento da Bahia (CEPLAB). 191p.

SHEPARD, F. P. Nomeclature based on sand-silt-clay ratio. **Jour. Sed. Pet**., 1954. 24: 151-158.

SUGUIO, K. **Rochas Sedimentares: propriedades, gênese, importância econômica**. São Paulo, SP: Ed. Edgard Blücher, 1980. 500p.

10. ANEXOS