

# *Pesquisas em Geociências*

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

---

**Minerais Pesados dos Sedimentos do Fundo da  
Enseada de Caragatatuba, São Paulo, Brasil**  
*Iran Carlos Stalliviere Corrêa, Andréia Regina Dias Elias*  
*Pesquisas em Geociências*, 28 (1): 37-47, set./dez., 2001.

Versão online disponível em:  
<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/20166>

---

Publicado por  
**Instituto de Geociências**

---



**Portal de Periódicos**  
**UFRGS**

UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL

---

## **Informações Adicionais**

**Email:** [pesquisas@ufrgs.br](mailto:pesquisas@ufrgs.br)

**Políticas:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

**Submissão:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

**Diretrizes:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

---

Data de publicação - set./dez., 2001.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

## Minerais Pesados dos Sedimentos de Fundo da Enseada de Caraguatatuba, São Paulo, Brasil

IRAN CARLOS STALLIVIERE CORRÊA & ANDRÉIA REGINA DIAS ELIAS

Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica - CECO, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 15.001. CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil. iran.correa@ufrgs.br

(Recebido em 06/01. Aceito para publicação em 10/01)

**Abstract** - The bottom sediments of the Caraguatatuba bay, localized in the coast of São Paulo state, were collected for a qualitative study of the heavy minerals in the sandy fraction between 0,125 and 0,062 mm. The mineralogical study allowed the recognition of three groups of heavy minerals: group I - opaque minerals, with magnetite, ilmenite and pyrite; group II - transparent minerals, with amphibole, pyroxene, epidote, biotite, moscovite, zircon, turmaline, titanite, rutile and apatite; and group III-carbonates, represented by bioclasts and aragonite needles. The source areas of these heavy detritic minerals are related with rocks of the coastal complex, of syntectonic granites and of the alkaline rocks from São Sebastião island. The average content of heavy detritic minerals in the Caraguatatuba bay is 0,77%. Besides biotite and bioclast material, magnetite and ilmenite, are the most abundant phases with an average percentage of 12,9% in the 0,125/0,062 mm fraction.

**Keywords** - Heavy minerals, mineralogical analysis, inlet, Holocene evolution.

### INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo o estudo dos minerais pesados da enseada de Caraguatatuba-SP, com especial ênfase em sua distribuição e relação com suas áreas fontes.

Este trabalho faz parte do Projeto Plataformas Abrigadas, inserido no âmbito do Programa COMEMIR/OSNLR/UNESCO e foi desenvolvido junto ao Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica - CECO, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

As amostras aqui utilizadas foram coletadas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação-DHN, durante o Cruzeiro LH 001/81 (Martins *et al.* 1984) e encontram-se arquivadas na litoteca do CECO/UFRGS.

A enseada de Caraguatatuba encontra-se localizada no litoral do Estado de São Paulo, entre o norte da ilha de São Sebastião e o pontão rochoso continental de Ponta Grossa (Souza 1992), mais precisamente, entre as latitudes de 23°33' e 23°47'S e as longitudes de 45°10' e 45°27'W (Fig. 1).

### ÁREA DE ESTUDO

A carta batimétrica de detalhe da enseada de Caraguatatuba (Fig. 1), elaborada no desenrolar deste trabalho, mostra em geral um fundo homogêneo com suave declividade, acentuando-se somente nas proximidades da ilha de São Sebastião e na desembocadura do canal. A profundidade da enseada não ultrapassa os 30 metros. A morfologia é característica de um ambiente de baixa energia em sua grande parte.

A ilha de São Sebastião apresenta-se como um anteparo físico às condições de impacto do mar aberto sobre a enseada. A proximidade do canal de São Sebastião faz com que a enseada de Caraguatatuba esteja sujeita a ação hidrodinâmica menos intensa, a qual se reflete na formação de área de deposição de sedimentos finos, especialmente na fração silte (Pires-Vanin 1993). O fluxo de água do canal de São Sebastião serve como anteparo à ação hidrodinâmica (Souza & Furtado 1987), assim como a barra arenosa submersa que se prolonga até a porção sul da enseada, a qual é formada pelas correntes oriundas deste canal (Furtado 1978).

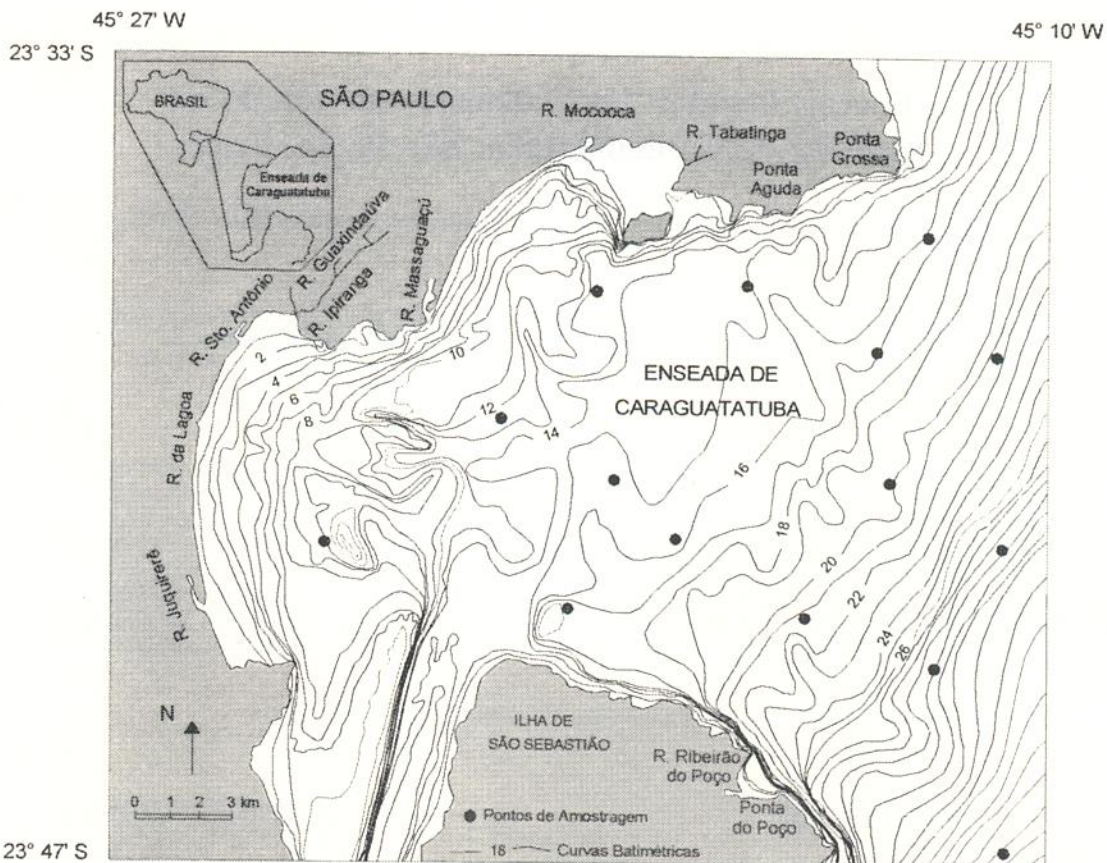


Figura 1 - Mapa batimétrico e de localização das amostras superficiais da Enseada de Caraguatatuba-SP.

A amplitude média das marés é inferior a 2 m, caracterizando um regime de micromarés e afetando principalmente o extremo sul da costa de Caraguatatuba (Souza 1992).

As correntes de superfície, predominantes na enseada, apresentam, no verão, outono e primavera sentido para sudoeste e velocidade média de 0,75 nós. No inverno as correntes têm sentido para norte e nordeste e velocidade média de 0,9 nós (DHN 1967).

O sistema predominante das ondas no verão é proveniente de sudeste enquanto que no inverno predominam os sistemas sul/sudoeste (Souza 1992).

Os aportes fluviais mais importantes para esta área são feitos, na região continental, pelos rios Juquirerê, da Lagoa, Santo Antônio, Guaxindaúva, Ipiranga, Massaguaçu, Mocooca e Tabatinga, e na ilha de São Sebastião, pelo rio Ribeirão do Poço.

#### MÉTODOS DE ESTUDO DAS AMOSTRAS

As amostras utilizadas neste trabalho foram coletadas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN, através de amostradores de fundo do tipo Dietz-LaFond com volume de recuperação de 400 cm<sup>3</sup>.

As 14 amostras selecionadas para a análise dos minerais pesados (Fig. 1) foram lavadas, dessalinizadas e peneiradas em frações com intervalo de 1φ para, posteriormente, após análise em lupa binocular de cada fração obtida, separar-se a fração granulométrica de 0,125 a 0,062 mm, por ser esta a fração que apresentou maior concentração de minerais pesados. Após a secagem o material foi submetido a uma separação gravitativa, com a ajuda do bromofórmio (CHBr<sub>3</sub>, d=2,89 a 20°C), o qual propiciou a separação da fração de minerais leves da fração de pesados, conjuntamente com o material carbonático existente. Todas as amostras passaram por um ímã de mão para separação da magnetita e algumas amostras passaram ainda pelo separador isodinâmico Frantz.

Através da pesagem das frações obtidas foi possível determinar a porcentagem de minerais pesados de cada amostra, na fração granulométrica de 0,125 a 0,062 mm.

A fração de minerais pesados, após secagem em estufa e pesagem, foi microquarteada para a obtenção de uma quantidade ideal de grãos para a confecção de lâminas e contagem dos mesmos. Os

grãos de minerais foram montados em lâminas para sua identificação e descrição em lupa binocular com aumento de 40 vezes. Após montagem das lâminas foi efetuada a identificação dos minerais e cálculo da porcentagem através da contagem aleatória de 200 grãos por amostra segundo o método de contagem das linhas transversais (Galehouse 1971).

### ASPECTOS GEOLÓGICOS DA ÁREA FONTE

A área fonte dos sedimentos que recobrem a enseada de Caraguatatuba pode ser dividida em três grandes unidades (Fig. 2), segundo Bistrichi *et al.* (1981):

1. Complexo Costeiro;
2. Granitóides Sintectônicos;
3. Rochas Alcalinas.

O Complexo Costeiro é formado principalmente por rochas arqueanas amplamente deformadas, as quais afloram tanto na área costeira como no embasamento da ilha de São Sebastião. Litologicamente, segundo Hasui *et al.* (1981), o Complexo Costeiro é formado pelos piroxênio granulitos, granulitos quartzo-feldspáticos, kinzigitos, charnoquitos, gnaisses a hiperstênio, anfibolitos e serpentinitos in-

cluindo, também, segundo Silva *et al.* (1977), rochas básicas, como quartzo gabros e rochas intermediárias, como metadioritos e quartzo dioritos (Tab. 1).

Segundo Williams *et al.* (1970), em termos gerais os granulitos são rochas de alto grau de metamorfismo que têm como minerais essenciais plagioclásio, hiperstênio, diopsídio, e em pequenas quantidades, hornblenda e biotita. Secundariamente, apresentam rutilo e magnetita. Os kinzigitos possuem essencialmente granada, biotita e quantidades variáveis de quartzo, ortoclásio, oligoclásio, muscovita e cordierita. Os gnaisses por sua vez são compostos basicamente de quartzo, albita, biotita e muscovita e secundariamente de hornblenda, granada, clorita, turmalina, cordierita, silimanita, rutilo, epidoto. As rochas intermediárias estão presentes na forma de dioritos, os quais são à base de andesina ou oligoclásio, hornblenda e biotita, podendo apresentar diopsídio-augita, apatita, zircão, titanita e magnetita como acessórios. Os gabros, representando as rochas básicas, possuem labradorita ou bytownita, hiperstênio e/ou augita e olivina magnésiana, e como acessórios, apatita, magnetita e ilmenita.

Os granitóides sintectônicos, conforme Hasui *et al.* (1981), formam corpos alongados se-

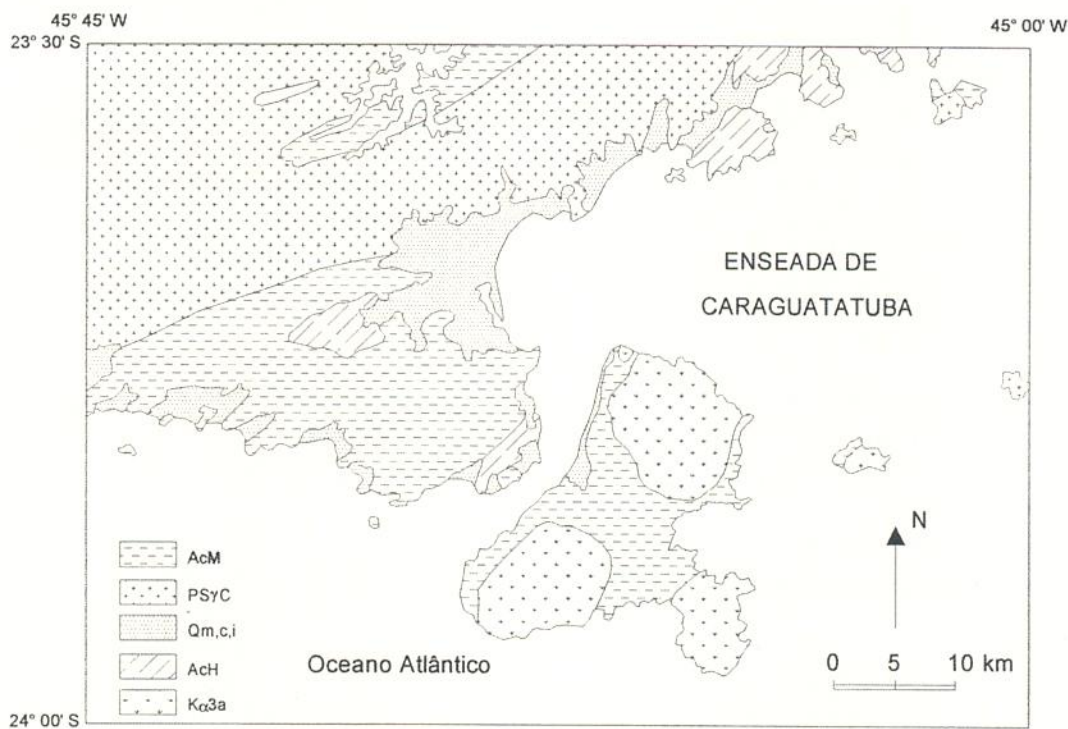


Figura 2 - Distribuição das principais litologias presentes na região continental da enseada de Caraguatatuba. (AcM = Migmatitos gnáissicos, piroxênios granulitos, granulitos quartzo-feldspáticos, kinzigitos, charnoquitos e granito-gnáissicos a hiperstênio incluindo anfibolitos e serpentinitos; PSyC = Granodioritos e granitos; Qm,c,i = Sedimentos marinhos e mistos; AcH = Charnoquitos, kingizitos, granito-gnáissico a hiperstênio com migmatização e feldspatização; Ka3a = Nefelina sienitos, teralitos, essexitos, tinguaitos, álcali-sienitos). (Modificado de Bistrichi *et al.* 1981).

Tabela 1 - Principais minerais componentes das rochas formadoras do Complexo Costeiro (CC), dos Granitóides Sintectônicos (GS) e das rochas Alcalinas (RA) da região continental da enseada de Caraguatatuba (B=biotita; Opc=opacos; Px=piroxênios; Mu=muscovita; Ep=epídoto; An=anfíbólios; T=turmalina; Ti=titanita; Ru=rutilo; Zr=zircão; Q=quartzo).

Unid.	Rochas	B	Mu	Opc	Px	Ep	An	T	Ti	Ru	Zr	Q
CC	Granulitos	X		X	X		X			X		
	Kinsigitos	X	X									X
	Gnaisses	X	X	X		X	X	X		X	X	X
	Dioritos	X		X	X		X				X	
	Gabros	X		X	X							
GS	Granitos	X	X	X			X		X		X	X
	Granodioritos	X					X		X			X
	Tonalitos	X					X		X			X
RA	Nefelina Sienito	X			X		X					
	Teralitos Essexitos	X			X							

gundo o “trend” regional, de orientação nordeste, encontrando-se portanto paralelos à zona costeira. São de composição granítica, granodiorítica e tonalítica e de idade Mesozóica. As rochas graníticas têm como componentes mineralógicos essenciais quartzo, ortoclásio e oligoclásio e, em proporções reduzidas, biotita, muscovita e hornblenda. Como minerais acessórios, ocorrem apatita, titanita, zircão, alanita (epídoto) e magnetita. Os granodioritos são formados mineralogicamente de andesina, quartzo, ortoclásio, hornblenda e biotita, e como acessórios mais comuns, apatita e titanita. Os tonalitos possuem hornblenda, biotita, oligoclásio, quartzo e ortoclásio, tendo apatita, titanita e magnetita como acessórios (Tab. 1).

As rochas alcalinas ocorrem principalmente como diques e chaminés intrudidos no complexo costeiro da ilha de São Sebastião (Henmes & Hasui 1968; Almeida & Melo 1981). Incluem nefelina sienitos, teralitos, essexitos, tinguaitos e álcali-sienitos. Os nefelina sienitos são rochas compostas de ortoclásio, nefelina, anfíbólios e apresentam proporções reduzidas de augita e biotita. Os teralitos e os essexitos possuem labradorita, podendo apresentar nefelina e biotita, e, às vezes, augita sódica e olivina. Os tinguaitos apresentam composição próxima dos fonolitos, tendo ortoclásio, nefelina e aegerina como minerais principais. Os álcali-sienitos apresentam como mineralogia principal, ortoclásio ou microclínio, biotita ou hornblenda e acessórios, titanita, apatita, zircão e magnetita (Tab. 1).

### COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA DA FRAÇÃO ESTUDADA E SUA DISTRIBUIÇÃO

Com base no conteúdo mineralógico das amostras foi possível distinguir três grupos de minerais, os quais são:

- Grupo I - Minerais opacos;
- Grupo II - Minerais transparentes;
- Grupo III - Carbonatos.

Os minerais do Grupo I são magnetita, ilmenita e pirita framboidal, os do Grupo II anfíbólios, piroxênios, epídoto, biotita, muscovita, zircão, turmalina, titanita, rutilo e apatita, e os do Grupo III, material bioclástico de composição carbonática e aragonita.

Os minerais pesados da enseada de Caraguatatuba constituem uma pequena parte da fração arenosa de seus sedimentos de fundo. Suas percentagens, na fração areia muito fina, nas amostras estudadas, como pode ser visto na tabela 2 e na figura 3, variam de 0,39 a 1,60%, sendo mais comum os valores entre 0,50 e 0,80%. O valor médio é da ordem de 0,77%. O mapa de percentagem dos minerais pesados da enseada de Caraguatatuba na fração 3 a 4Ø (Fig. 3) apresenta uma distribuição homogênea em toda a área. Três áreas apresentam valores com percentagens inferiores a 0,6% de minerais pesados, localizando-se: a primeira, na região norte, entre o rio Massaguaçu e a ponta Grossa; a segunda, na região oeste da enseada entre o rio Ipiranga e o canal de São

Tabela 2 - Percentagem total de minerais pesados na fração 0,125 a 0,062 mm (3 a 4 $\phi$ ) e percentagem dos componentes mineralógicos, com base na contagem de grãos, na respectiva fração, dos sedimentos de fundo da enseada de Caraguatatuba. (B=biotita; Opc=opacos; Px=piroxênios; Mu=muscovita; Ep=epídoto; An=anfíbólios; T=turmalina; Ar=aragonita; Ti=titanita; Ru=rutilo; Zr=zircão; Biocl=bioclastos de composição carbonática).

Nº	TOTAL	Biocl	B	Opc	Px	Mu	Ep	An	T	Ar	Ti	Ru	Zr	Outros
02	0,81	26,5	3,0	21,0	11,0	2,5	7,0	13,5	7,5	2,5	3,5	–	1,0	1,0
25	0,67	33,0	16,0	7,0	5,0	21,0	1,0	10,0	–	2,0	1,0	1,0	–	3,0
28	0,80	34,0	2,0	25,0	8,0	1,0	12,0	4,0	4,0	5,0	2,0	1,0	–	2,0
38	1,60	32,0	31,0	4,0	3,0	18,0	1,0	7,0	1,0	–	–	1,0	–	2,0
40	0,50	28,1	25,0	8,2	18,4	5,0	5,4	6,0	–	1,0	1,0	–	1,0	0,9
48	0,66	33,5	36,9	5,8	3,6	5,0	9,4	0,7	0,7	–	–	–	0,7	3,7
55	0,61	30,6	11,7	9,9	8,1	3,6	22,5	3,6	3,6	–	0,9	–	–	5,5
65	1,25	44,0	34,0	3,0	2,0	5,0	3,0	–	1,0	–	–	2,0	3,0	3,0
73	1,13	48,0	23,0	2,0	1,0	17,0	–	5,0	1,0	2,0	–	–	–	1,0
77	0,70	33,3	12,3	11,4	9,6	7,9	11,4	5,2	4,4	–	0,8	–	–	3,7
81	0,82	13,0	3,0	33,0	6,0	8,0	7,0	4,0	2,0	4,0	2,0	–	–	18,0
83	0,39	15,5	34,5	7,3	6,4	22,7	2,7	5,5	1,8	–	–	–	–	3,6
91	0,49	4,0	9,0	40,0	11,0	3,0	3,0	17,0	3,0	1,0	2,0	3,0	–	4,0
100	0,45	44,7	0,7	3,8	29,5	–	15,2	–	3,8	–	–	–	–	2,3
<b>MED</b>	<b>0,77</b>	<b>30,0</b>	<b>17,3</b>	<b>12,9</b>	<b>8,8</b>	<b>8,6</b>	<b>7,2</b>	<b>5,8</b>	<b>2,4</b>	<b>1,3</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>	<b>3,8</b>

Sebastião e a terceira, na região sul, a leste da ponta do Poço junto a ilha de São Sebastião. Uma pequena área, na parte central-sul da enseada apresenta valores acima de 1,2% de minerais pesados.

A biotita constitui o mineral dominante, com uma frequência relativa média de 17,3%. Isto reflete o caráter de ubiquidade da biotita, a qual está presente em praticamente todas as formações ígneas e metamórficas da região.

A distribuição da biotita pode ser vista na figura 4, onde se observa que a mesma ocorre na maior parte da área em percentagens superiores a 20% da fração de minerais pesados, decrescendo seus valores em direção a mar aberto. Uma das áreas fontes deste mineral são as rochas do Complexo Costeiro Sul e Norte, as Rochas Alcalinas da ilha de São Sebastião e algumas das rochas formadoras dos Granitóides Sintectônicos. Os altos valores observados para a biotita devem ser considerados com cautela devido ao efeito multiplicador do deslocamento das micas, gerado durante o transporte sedimentar ou mesmo durante a preparação da amostra.

Os opacos encontram-se também bem representados, com uma frequência média de 12,9%. São formados especialmente pela magnetita e, menos frequentemente, pela ilmenita e apresentam-se na forma de grãos bem arredondados. É observada também a presença de pirita framboidal, a qual se encontra preenchendo carapaças de foraminíferos, caracterizando, para a mesma, uma origem autigênica.

O mapa de distribuição dos minerais opacos (Fig. 5) apresenta um enriquecimento dos mesmos na parte norte da enseada e na parte leste em direção a mar aberto. Suas áreas fontes estão relacionadas em especial aos granitos pertencentes aos granitóides sintectônicos e aos dioritos, gabros, gnaisses e granulitos do complexo costeiro.

Os piroxênios apresentam-se com cor verde escura, sob a forma de grãos subangulosos a subarredondados, com uma frequência média de 8,8%. Seu principal constituinte é a augita, podendo estar presente, em menor escala, o hiperstênio, o qual apresenta-se subarredondado e com uma coloração rosa claro.

O mapa de distribuição dos piroxênios (Fig. 6) mostra um enriquecimento dos mesmos, com valores entre 5 e 10%, nas regiões norte e leste da área, bem como nas proximidades do canal de São Sebastião. A área fonte destes minerais esta associada aos granulitos, dioritos e gabros do Complexo Costeiro, os quais se encontram distribuídos na região norte e sudoeste da área e as rochas alcalinas da ilha de São Sebastião.

O epídoto apresenta-se como grãos subangulosos de coloração verde claro a verde amarelado e com uma frequência relativa de 7,2%, apresentando suas maiores concentrações na região nordeste e leste da enseada (Fig. 7).

Os anfíbólios apresentam-se com uma baixa concentração. Sua frequência média está em torno

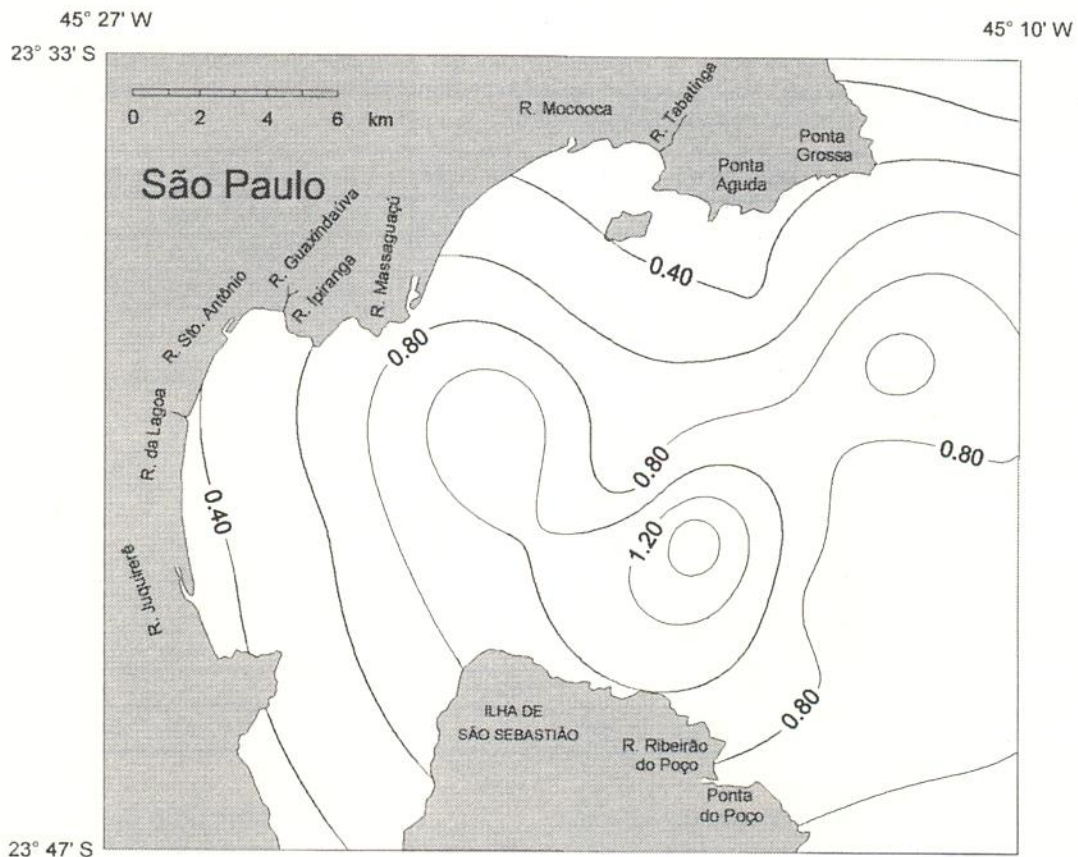


Figura 3 - Porcentagem total dos minerais pesados da fração 3-4  $\phi$ , em relação ao peso da amostra, dos sedimentos superficiais da Enseada de Caraguatatuba-SP.

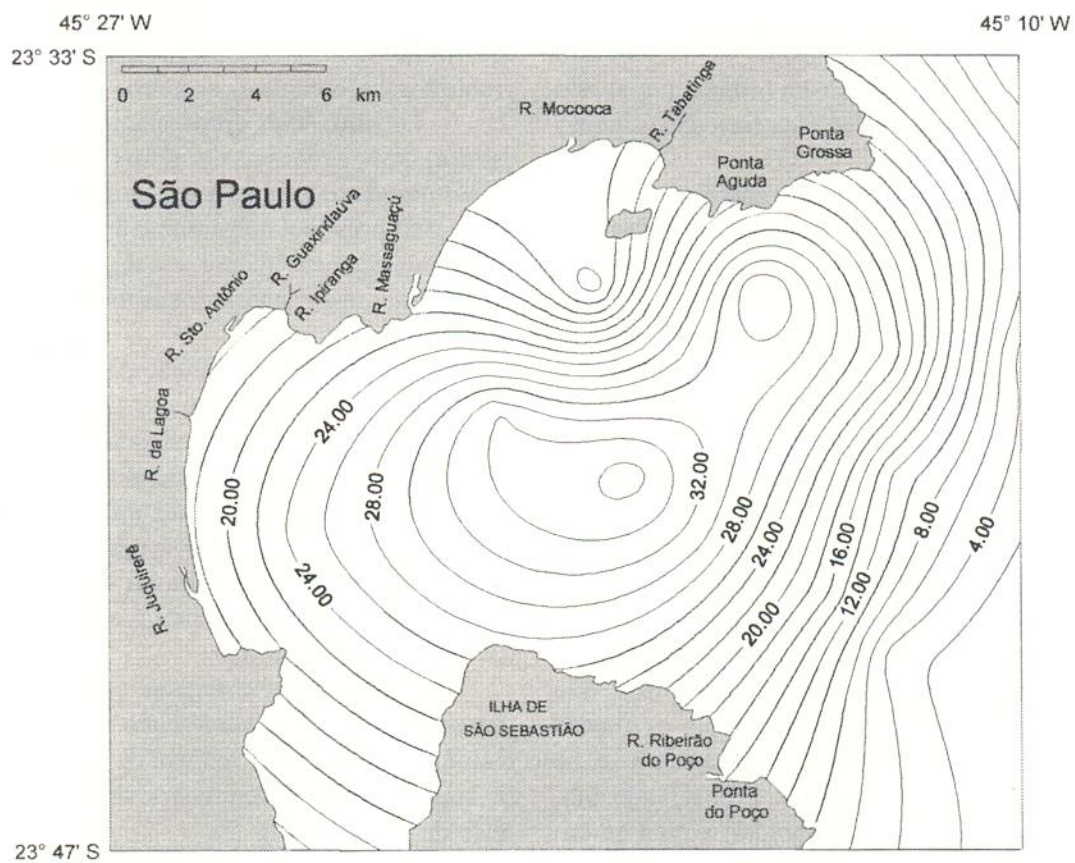


Figura 4 - Porcentagem de biotita, na fração 3-4  $\phi$ , em relação a contagem de grãos, dos sedimentos superficiais da Enseada de Caraguatatuba-SP.

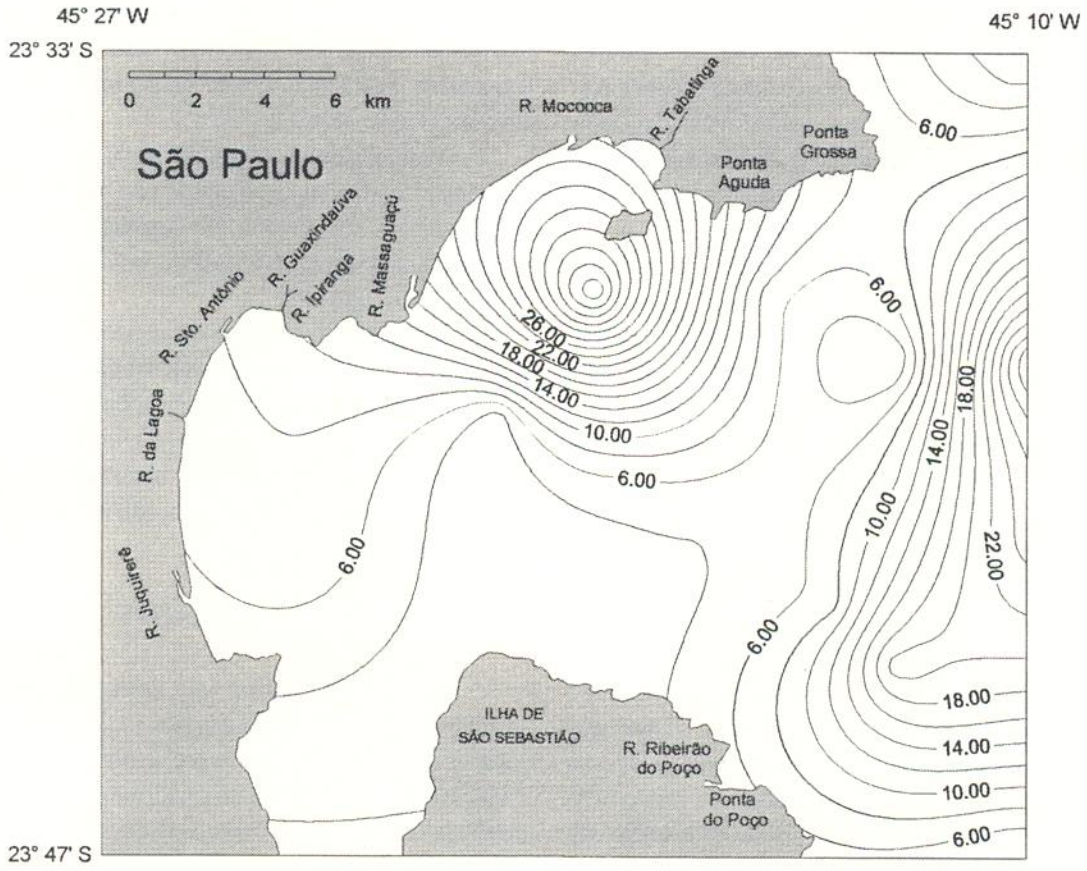


Figura 5 - Porcentagem de minerais opacos, na fração 3-4  $\phi$ , em relação a contagem de grãos, dos sedimentos superficiais da Enseada de Caraguatatuba-SP.

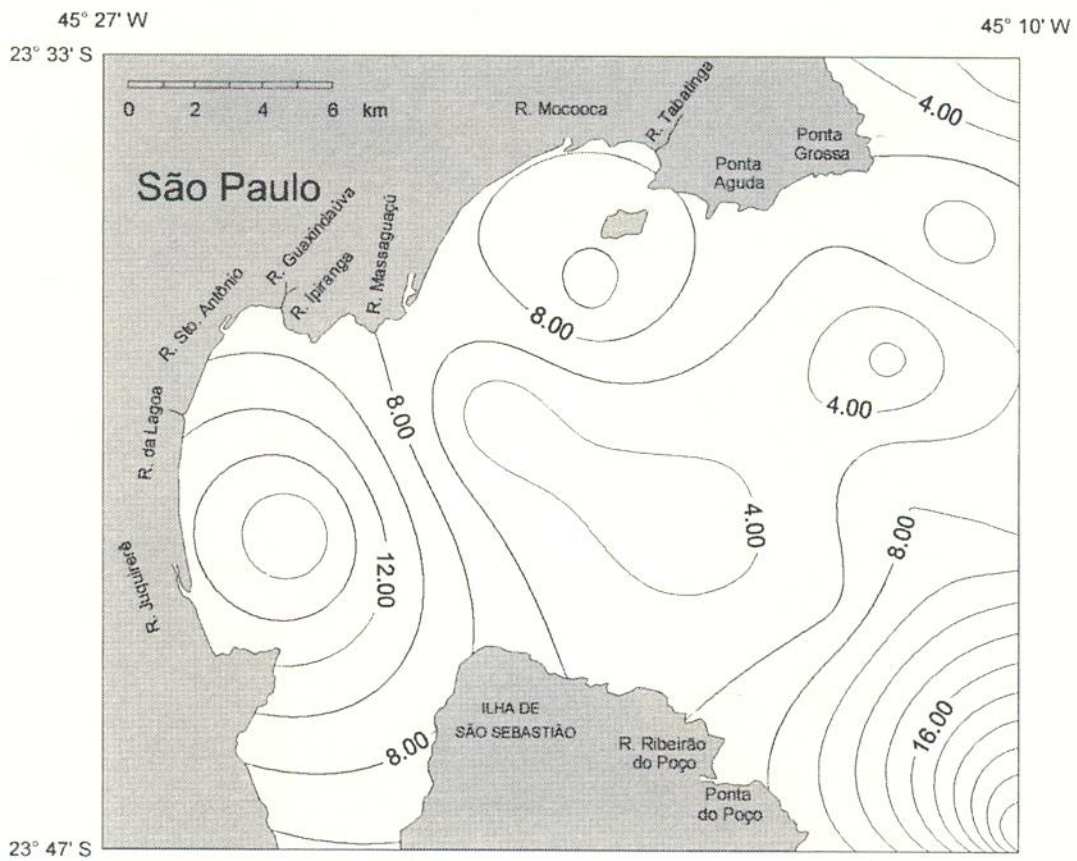


Figura 6 - Porcentagem de piroxênios na fração 3-4  $\phi$ , em relação a contagem de grãos, dos sedimentos superficiais da Enseada de Caraguatatuba-SP.



de 5,8%. Suas maiores concentrações estão localizadas na parte norte e sudeste da área, onde os valores ultrapassam 8% (Fig. 8). As áreas fontes destes minerais são os gnaisses, dioritos e granulitos do complexo costeiro e os granitos, granodioritos e tonalitos dos granitóides sintectônicos, bem como os nefelina-sienitos das rochas alcalinas.

Dos minerais menos frequentes, a turmalina (2,4%) ocorre na cor marrom e verde em grãos subangulosos e com forma prismática. Apresenta um aumento em sua concentração em direção a mar aberto e em especial na região sudeste da área (Fig. 9). Sua área fonte está relacionada às rochas gnáissicas do complexo costeiro.

A titanita (0,9%) apresenta-se com cor marrom claro e com grãos subangulosos a subarredondados. O rutilo (0,6%) caracteriza-se por seu hábito prismático, estriado segundo seu alongamento e com uma cor marrom-avermelhada. O zircão (0,4%) apresenta-se algumas vezes euédrico com cor rosa claro, e quando anédrico ocorre incolor. Estes três minerais têm importância econômica, apesar de sua baixa concentração aqui encontrada. A muscovita apresenta-se com frequência média em torno de

8,6%. A titanita, o rutilo e o zircão são observados apenas em algumas amostras, bem como a granada e a apatita que foram observadas somente nas amostras da região norte da área.

Em algumas amostras é observada ainda a presença de aragonita em forma de pequenos cristais transparentes em forma de agulhas. Estas são de origem autigênica, formados, provavelmente, por precipitação química.

O material bioclástico de composição carbonática está presente com uma frequência média de 30,0%, a qual reflete a ação biogênica da área, sendo este material de deposição *in situ*. Este é formado por fragmentos de moluscos, foraminíferos e ostracodes entre outros, apresentando-se alguns piritizados (Barros *et al.* 1997).

## CONCLUSÕES

No estado atual de conhecimentos, com grande carência de informações e de dados de circulação e transporte, é um tanto aventurado explicar o transporte e deposição dos sedimentos de fundo da enseada de Caraguatatuba. Entretanto, os resultados

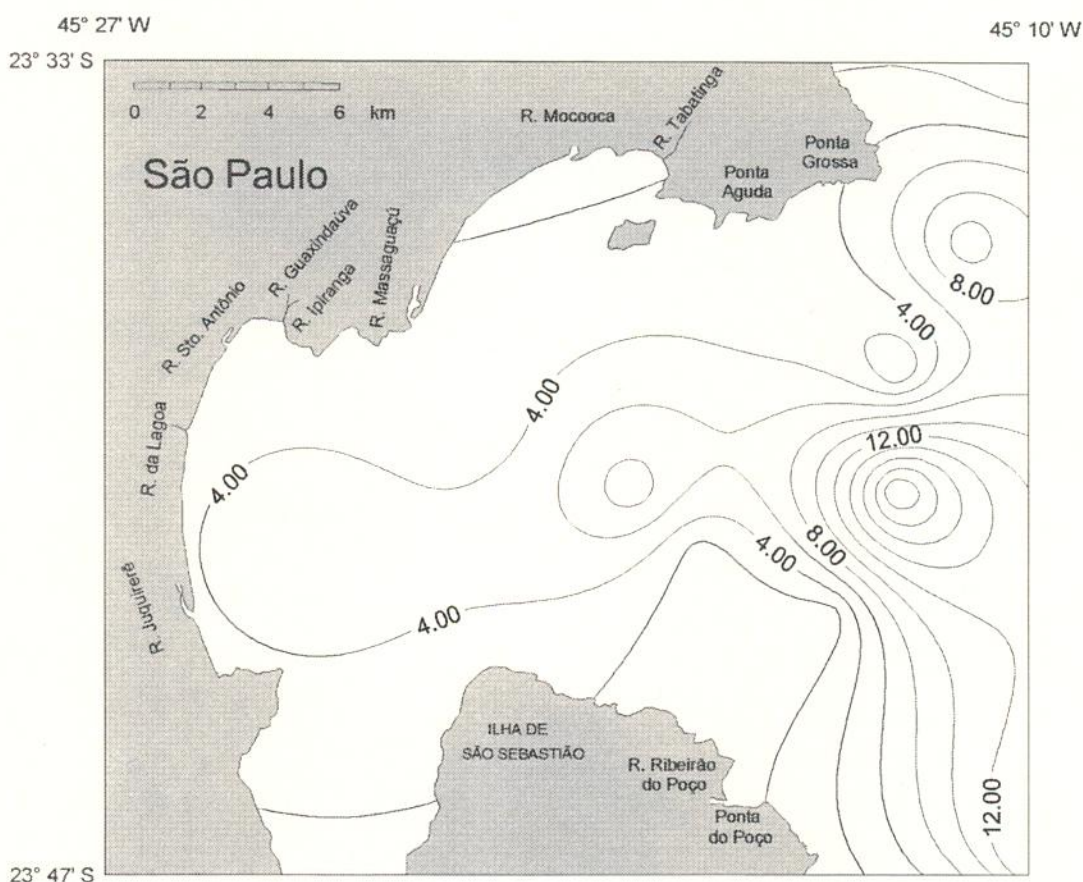


Figura 7 - Porcentagem de epidoto na fração 3-4 φ, em relação a contagem de grãos, dos sedimentos superficiais da Enseada de Caraguatatuba-SP.

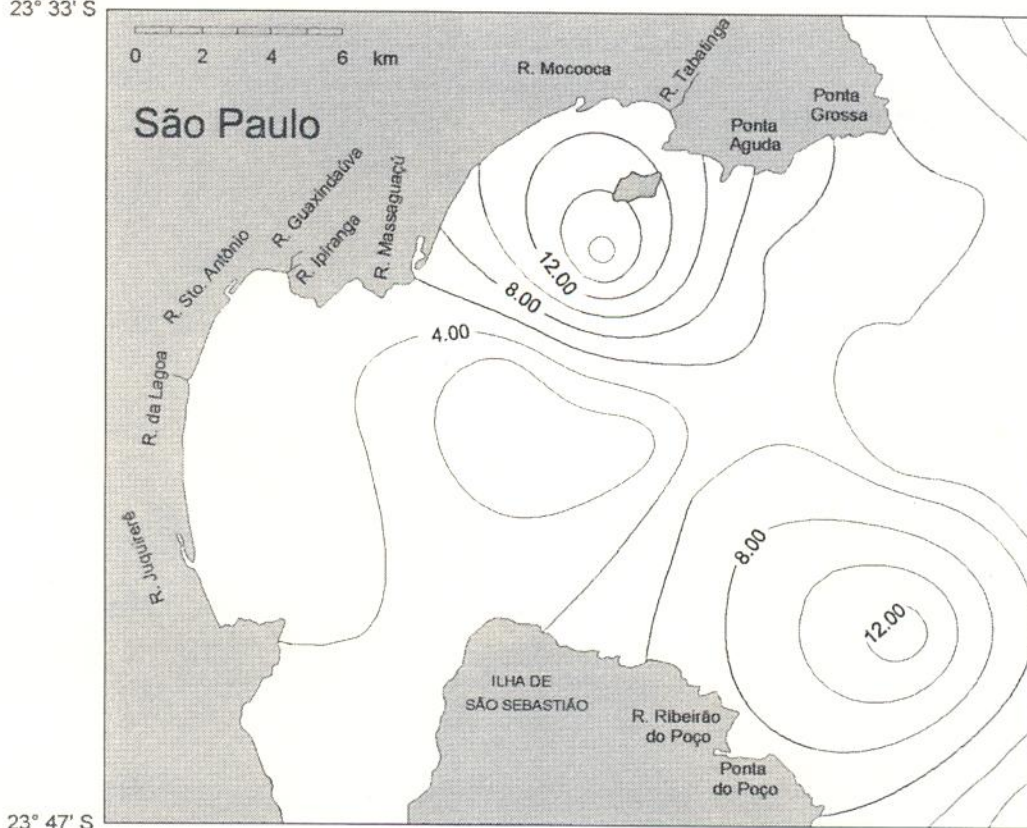


Figura 8 - Porcentagem de anfibólitos na fração 3-4  $\phi$ , em relação a contagem de grãos, dos sedimentos superficiais da Enseada de Caraguatatuba-SP.

obtidos através deste estudo possibilita propor certas conclusões que poderão ou não serem corroboradas em futuras investigações.

A análise mineralógica das 14 amostras dos sedimentos superficiais da enseada de Caraguatatuba, litoral leste do estado de São Paulo, revelou a presença de três grupos de espécies minerais: grupo dos opacos (magnetita, ilmenita e pirita); grupo dos transparentes (anfibólitos, piroxênios, epidoto, biotita, muscovita, zircão, turmalina, titanita, rutilo e apatita) e grupo dos carbonatos, formado por restos de material bioclástico e aragonita.

De um modo geral, os sedimentos superficiais da enseada não apresentam altas concentrações de minerais pesados em especial na fração areia muito fina. Os percentuais variam de 0,39 a 1,60% sendo comuns os valores entre 0,50 e 0,80%. Dentro dos valores obtidos, observa-se uma tendência de enriquecimento de minerais pesados na região central da área estudada. Um decréscimo no teor de minerais pesados é observado entre a ponta de Massaguaçu e a ponta Grossa e entre o rio Ipiranga e a parte norte do canal de São Sebastião.

Com base na composição mineralógica das rochas continentais que circundam a enseada de

Caraguatatuba, as principais áreas fontes dos minerais pesados são, por ordem de importância, as rochas do complexo costeiro, formadas por granulitos, gnaisses e dioritos; as rochas dos granitóides sintectônicos, formadas por granitos e granodioritos; e as rochas alcalinas da ilha de São Sebastião. A menor importância desta última rocha-fonte deve-se talvez à inexistência de uma rede de drenagem, na ilha de São Sebastião, que condicione efetivamente o transporte dos minerais detríticos para a enseada.

A baixa maturidade mineralógica observada nos sedimentos superficiais da enseada de Caraguatatuba vem a caracterizar o curto transporte sofrido pelos sedimentos deste corpo aquoso.

Dentre os minerais pesados observados nos sedimentos superficiais da enseada de Caraguatatuba, com exceção da biotita e do material bioclástico de composição carbonática, os mais abundantes são os minerais opacos, os quais são formados principalmente por magnetita e secundariamente por ilmenita. Estes apresentam teores médios de 12,9% da fração 0,125 a 0,062 mm e têm seu enriquecimento concentrado na parte norte da área e na região ao largo da enseada.

A concentração de minerais opacos na parte norte da área, entre a ponta de Massaguaçu e a

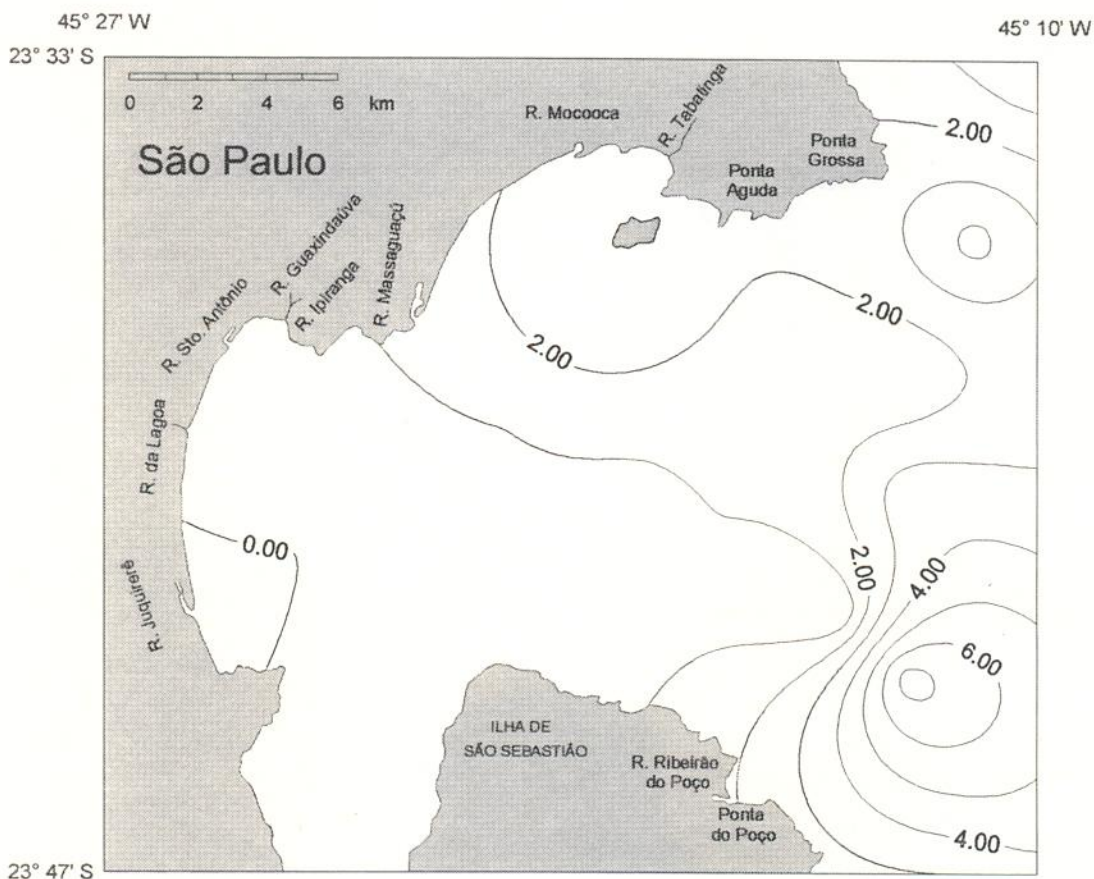


Figura 9 - Porcentagem de turmalina na fração 3-4  $\phi$ , em relação a contagem de grãos, dos sedimentos superficiais da Enseada de Caraguatatuba-SP.

ponta Aguda, está relacionada a uma área de baixa profundidade, em média 7 m, na qual a energia das ondas, predominantemente de sentido SE, favorece a concentração pelo processo de “lavagem”. A concentração observada mais ao largo está associada a um provável terraço marinho, que se encontra a profundidade de -20/-25m e que foi descrito por Corrêa *et al.* (1980) e Ketzer *et al.* (1994). Nesta área a concentração de opacos se deu, provavelmente, durante o período transgressivo quando o nível do mar se estabilizou nesta profundidade ocasionando, ao ambiente, uma maior energia e um processo de “lavagem” mais intenso. Esta concentração pode ser também favorecida pelas correntes de direção NE que predominam na área durante quase todo o ano. Estas duas áreas seriam as mais favoráveis para uma futura exploração de ilmenita e magnetita.

Junto a esta área é observada também a presença de titanita, zircão e rutilo, apesar de sua baixa concentração. Estudos mais detalhados e de testemunhos seriam necessários para melhor conhecimento da distribuição destes minerais.

Podemos concluir que qualquer tentativa de exploração destes recursos minerais, em especial da

ilmenita e da magnetita, por apresentarem concentrações mais elevadas que as demais, deverá basear-se em um cuidadoso estudo da área.

**Agradecimentos** - Os autores agradecem ao CNPq pela Bolsa de Pesquisa (Processo nº 300.116/80-2); à FAPERGS pela ajuda financeira (Processo nº 99.1032.5) e pela Bolsa de Iniciação Científica. Agradecem também ao Instituto de Geociências e ao Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica-CECO da UFRGS, pelas facilidades concedidas e pelo apoio sempre dispensado na realização deste trabalho. Este trabalho se acha integrado ao Programa de Geologia e Geofísica Marinha-PGGM.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F. F. M. & Melo, M. S. 1981. A bacia do Paraná e o vulcanismo Mesozóico. In: **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. Divisão de Minas e Geologia Aplicada. IPT. São Paulo, 1:46-81.
- Barros, C. E.; Corrêa, I. C. S.; Baitelli, R.; Elias, A. R. D. 1997. Aspectos Sedimentares da Enseada de Caraguatatuba, Litoral do Estado de São Paulo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, 69 (1):19-36.
- Bistrichi, C. A.; Carneiro, C. D. R.; Dantas, A. S. L.; Ponçano, W. L.; Campanha, G. A. C.; Nagata, N.; Almeida, M. A.; Stein, D. P.; Melo, M. S.; Cremonini, O. A. 1981. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**, Divisão de Minas e Geologia Aplicada, IPT. São Paulo.
- Corrêa, I. C. S.; Ponzi, V. R.; Trindade, L. A. F. 1980. Níveis Marinheiros Quaternários da Plataforma Continental do Rio de Janeiro. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**, 31. Balneário Camboriú. **Anais...**, Balneário Camboriú-SC. 1:578-587.

- DHN. 1967. **Carta de pesca da região do Cabo de São Tomé a Itajaí**. Escala 1:1.000.000 no Equador. Diretoria de Hidrografia e Navegação. Ministério da Marinha. Rio de Janeiro. Carta n° 23.900.
- Furtado, V. V. 1978. **Contribuição ao estudo de sedimentação atual no Canal de São Sebastião, Estado de São Paulo**. São Paulo. n° páginas... Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Galehouse, J. S. 1971. Point counting. In: Carver, R. E. (ed.) **Procedures in Sedimentary Petrography**. Wiley-Interscience. New York. p. 385-4.
- Hasui, Y.; Dantas, A. S. L.; Carneiro, C. D. R.; Bistrichi, C. A. 1981. O embasamento pré-cambriano e paleozóico em São Paulo. In: **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. Divisão de Minas e Geologia Aplicada, IPT. São Paulo, 1:12-45.
- Hennies, W. T.; Hasui, Y. 1968. Geocronologia de rochas eruptivas da ilha de São Sebastião, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 22. Belo Horizonte. **Anais...**, Belo Horizonte, SBG. p. 145-148.
- Ketzer, J. M.; Martins, R.; Elias, A. R. D.; Marchiori, C. A. M.; Corrêa, I. C. S. 1994. Transgressão marinha na plataforma continental sul e sudeste brasileira durante o Holoceno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38. Balneário Camboriú. **Anais...**, Balneário Camboriú, 1:423-424.
- Martins, I. R.; Toldo Jr., E. E.; Gruber, N. L. S. & Maciel, W. B. 1984. Aspectos Texturais e Mineralógicos dos Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental Brasileira II. **Notas Técnicas**, Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 4:7-156.
- Pires-Vanin, A. M. S. 1993. A macrofauna bêntica da plataforma continental ao largo de Ubatuba, São Paulo, Brasil. **Publicação Especial do Instituto Oceanográfico**, Universidade de São Paulo, 10:137-158.
- Silva, A. T. S. F.; Chiodi Filho, C.; Chiodi, D. K.; Pinto Filho, W. D. 1977. **Projeto Santos-Iguape**. Relatório Final, Geologia. São Paulo. DNPM/CPRM. v. 1.
- Souza, C. R. G. 1992. Processos sedimentares na Enseada de Caraguatatuba, litoral norte do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO QUATERNÁRIO, 3, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, p. 123-140.
- Souza, C. R. G. & Furtado, V. V. 1987. Exemplo de desenvolvimento de planície de maré na região da Enseada de Caraguatatuba. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA, Cananéia. **Anais...** Cananéia, SP, 2:337-352.
- Williams, H.; Turner, F. J.; Gilbert, C. M. 1970. **Petrografia: Uma Introdução ao Estudo das Rochas em Seções Delgadas**. São Paulo. Editora Polígono, São Paulo. 424p.