

ESTUDO DAS AMOSTRAS RECOLHIDAS NA REGIÃO DE CABO FRIO (BRASIL) PELO NOc. ALMIRANTE SALDANHA (1)

FRANÇOIS OTTMANN (2)
JEANNE MARIE OTTMANN

SUMARY

The study of the bottom samples collected by the R/V Almirante Saldanha on the shelf between Cabo Frio and Vitória enable the distinction of four chief different facies types: terrigenous sand, calcareous algae, sandy-mud and pelagic ooze.

The chemical study of the fine fraction showed a continuation, towards N of Cabo Frio, of a zone rich in organic C and N, in perfect agreement with the upwelling already established for the region S of Cabo Frio.

INTRODUÇÃO

Por ocasião das investigações oceanográficas realizadas pelo NOc. "Almirante Saldanha" na região compreendida entre Cabo Frio e Vitória, durante os meses de abril a maio de 1960, o Instituto de Biologia Marítima e Oceanografia foi representado pelos químicos Taizo Okuda e Manoel Borba .

Ao mesmo tempo foram coletadas amostras de fundo sobre a plataforma, e sempre que possível, sobre o talude continental, e estudadas no laboratório de Geologia do I.B.M.O.

Deste modo, fica reafirmada a cooperação positiva, e cada vez mais estreita, existente entre o I.B.M.O. da Universidade do Recife e a Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil.

- (1) Trabalho escrito em 1961 quando o autor era diretor do então Instituto de Biologia Marítima e Oceanografia da Universidade Recife.
- (2) Faculté des Sciences, Université de Nantes, France.

Aproveitamos a oportunidade para agradecer à Marinha do Brasil, particularmente ao Capitão de Fragata Paulo de Castro Moreira da Silva, Comandante do N.Oc. "Almirante Saldanha" por nos confiar o estudo das amostras. Ao laboratorista José Bernardo de Oliveira, pela cuidadosa preparação das amostras.

CARACTERES GEOGRÁFICOS DA REGIÃO

Pelo exame dos mapas hidrográficos desta região, particularmente de n.º 70, verifica-se que a plataforma continental é pouco inclinada até 100 m, mergulhando rapidamente, tornando-se quase inexistente numa faixa de 100 a 200 m, ao norte, do paralelo 22ºS, alargando-se então para o sul de Cabo Frio, entre os paralelos 23º e 24ºS. Observa-se ainda, grandes profundidades (sempre superiores a 1.000 m), numa espécie de fossa, acompanhando o litoral até o alto fundo dos Abrolhos.

Quanto à plataforma continental, mostra-se muito acidentada com sucessão de pequenos picos e com depressões, testemunhando uma cobertura parcial pelos sedimentos e uma topografia bastante complexa e acidentada, cujos picos parecem ser alinhados na direção das serras litorâneas, isto é, na direção NE/SW.

Apesar da ausência de pesquisas geológicas e geofísicas, pode-se admitir que a presença destes picos, cujos topos emergem dos sedimentos, pode ser a origem das fácies bentônicas do substratum, tipicamente, rochoso. Tais fácies não poderiam ser encontradas numa plataforma continental vasosa ou arenosa, feita pela acumulação de aluviões, por exemplo. A existência destas fácies rochosas, explicada por esta hipótese, é o fator mais característico da sedimentologia desta região, uma vez que a presença das mesmas é observada até longe do litoral.

DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS

Muito dos sedimentos sendo idênticos, seria desnecessário uma descrição minuciosa de cada um; eles serão estudados reunidos, conforme as fácies e condições de sedimentação.

Fácies de fundo de algas. — Amostras 339, 421, 429, 430, 438, 467, 468, 469, 475, 476, 478, 479. É o que os marinheiros chamam geralmente de corais e sob essa denominação figuram nos mapas hidrográficos da região (Fig. 1). Não são corais, no sentido zoológico (coelenterados, madreporários), são algas calcárias bem conhecidas em todos os mares temperados e tropicais. São algas do grupo das Corallinaceae, Melobesiae, tipo *Lithothamnium*, que, formam verdadeiras construções calcárias, dan-

do uma areia grossa feita de fragmentos das mesmas, como sedimento.

Deve-se lembrar que essas algas, geralmente, só podem se desenvolver sobre fundo de rochas, ou concrecionamento, organogênico, nunca sobre lama. Precisam também de um pouco de luz para viver e são limitadas às zonas litorâneas com profundidades fracas, geralmente inferior a 80 m. Todavia, em certos mares, como por exemplo no Mediterrâneo Oriental, de águas claras e forte insolação, podem se desenvolver em profundidades de 150 a 180 m. Aqui, na região de Cabo Frio, essas fácies de algas são encontradas até uma profundidade de 165 m, aproximadamente, particularmente desenvolvidas entre 80 e 120 m.

Todos os organismos bentônicos de substrato rochoso são encontrados em biocenose, tais como: Brizoários (muito comuns), Serpulidae, lamelibranquios, Gastrópodos, branquiópodos (*Terabratula*, nos sedimentos além de 100 m), espículas de esponjas, ouriços e Asteroides, artículos calcários de Gorgonaceae, Foraminíferos com predominância de arenáceos e porcelanideos. Esse tipo de biocenose é característico dos fundos de "coralligène" do andar circalitoral, tão comum no Mediterrâneo. Nota-se também a presença, embora rara, de fragmentos de pequenos corais do tipo arborecente, comuns nos mares temperados, apresentando-se sempre isolados, encontrando-se raramente os verdadeiros Madreporários.

A fração mineral, neste tipo de sedimento, é das mais reduzidas, limitando-se de acordo com o afastamento do litoral a (1) quando perto do litoral, areia grossa, muitas vezes ferruginosa, com grãos polidos e arredondados ou angulosos, e (2) areia de quartzo fina, algumas vezes com mica, variando de 0,05 até 0,2 mm.

Fácies de algas isoladas. — Duas amostras, 416 e 466, são constituídas de algas calcárias, pequenas e isoladas, dando um sedimento muito análogo ao "mearl" da Bretanha. Essas algas são provavelmente do tipo *Lithophyllum solutum*, que contrariamente às outras, vivem livres num fundo de areia, misturando-se com os próprios grãos.

Fácies bentônica com material planctônico. — Amostras 401 e 431. Algumas amostras desse tipo de fundo, geralmente aquelas que ocorrem na parte externa da plataforma, são fácies tipicamente bentônicas, com bastante organismos planctônicos, tais como Globigerinas, que se superpõem à flora e à fauna litorânea bentônica.

Fundos duros. — Estação 400, 439, 440, 442, 444, 450, 455, 459, 477, 478. Na relação das estações do N.Oc. "Almirante Saldanha" figuram várias anotações de "fundos duros", na impossibilidade de coletar o sedimento. Conhecendo a dificuldade para apanhar amostras em substratos de concrecionamento calcário, algológico ou animal, tais "fundos", correspondem a fácies de algas, como foram marcados no mapa.

Fácies de areia conchífera. — Amostras 424, 413, 422. É uma fácies muito semelhante à das algas calcárias na qual se encontram, quase sempre, detritos de algas ou pequenas algas calcárias misturadas com as conchas. A grande diferença parece residir na falta de substratum rochoso duro para permitir o desenvolvimento das algas, sendo que a facilidade de movimentação dos grãos de areia é desfavorável à fixação e ao desenvolvimento das algas. Assim pode-se associar a existência de substratos duros, às algas e entre os picos rochosos às areias conchíferas, constituídas por uma boa parte dos detritos caídos dos concrecionamentos organogênicos das rochas vizinhas.

A fauna bentônica é representada por algas calcárias e especialmente Briozoários, conchas diversas, Ouriços, Foraminíferos porcelanideos e arenáceos.

Areia grossa ferruginosa. — Amostras 428, 436, 451, 453, 454, 477. São constituídas de grãos de quartzo transparente, sujos, devido ao ferro e muitas vezes com cimento ferruginoso ou calcário nas cavidades. São originados, provavelmente, de arenitos ferruginosos, arenitos calcoferruginosos, ou resultante da destruição de formações tipo "barreiras". Do ponto de vista granulométrico são areias finas e grossas, com valor máximo da mediana de 0,8 mm. As curvas são bastante irregulares, como é o caso comum nesse tipo de sedimento.

Fácies de vasa ou areia vasosa litorânea. — Amostras 398, 412, 426, 427, 481, 453, 408, 404, 410, 411, 348, 412, 415, 425. Essa fácies, bem típica das planícies litorâneas, é muito limitada nos arredores de Cabo Frio. Ao sul na estação 398, e ao norte, na barra de São José até a Ilha Santa e em frente ao Cabo São Tomé. A fração areia fina varia entre 30 e 50%, com geralmente menos de 30% de calcário. São constituídas de areias finas e siltes micáceos, muito abundantes. Geralmente ocorrem minerais pesados e uma quantidade variável de grãos de glauconita dando ao sedimento um aspecto verde escuro. A fauna é pobre e limitada a alguns fragmentos de conchas, alguns foraminíferos, geralmente rotalídeos. Ocorrem ainda espículas de esponjas, comuns nas lamas arenosas do litoral, numerosos ostrácodos, espículas de ouriços irregulares, típicos de

fácies de lama arenosa. Geralmente os foraminíferos são preenchidos de óxido de ferro, sulfato de ferro ou glauconita.

A fração grossa, representada por uma areia muito fina, com uma mediana variando entre 0,05 e 0,10 mm. As curvas são muito particulares, mostrando uma pequena quantidade de material médio e o restante constituído de material fino.

Quanto à classificação, são sedimentos bem selecionados com um coeficiente de seleção vizinho de 1, compreendido entre 1, e 1,5. Algumas vezes a presença de uma fração orgânica um pouco maior que os grãos do quartzo, contribui para dar um ϕ mais elevado, um pouco superior a 1,5, chegando até 1,7.

Fácies de vasa pelágica. — Amostras 402, 480, 470, 460. Devido a proximidade do litoral, a fração grossa mineral é bastante importante, de 7 até 24%, com mediana entre 0,05 e 0,07, silte micáceo, alguns minerais pesados e grãos de glauconita. A fauna, na maioria pelágica, é constituída por globigerinas e pequenos rotalídeos. Encontram-se também organismos bentônicos de lama.

ESTUDO DA MATÉRIA ORGÂNICA

O estudo da matéria orgânica foi feito conforme os métodos em uso no laboratório, sobre a fração fina do sedimento, por ser mais homogênea que a fração grossa e conter a matéria orgânica realmente fixada no sedimento.

A matéria orgânica foi dosada sob a forma de seus dois principais componentes, isto é, o carbono orgânico e o nitrogênio orgânico. Assim os resultados são expressos somente em porcentagens da fração fina e não do sedimento total. Foi estabelecida também a relação C/N cuja variação pode ser relacionada às variações de acumulações do plâncton e ao equilíbrio entre zoo e fitoplâncton conforme a profundidade, temperatura e insolação.

Carbono orgânico. — Os teores de carbono orgânico apresentaram uma variação compreendida entre 3 e 1,2, com média de 2,16%. Nota-se que a amostra 428, areia terrígena é particularmente rica, com 4,47%, talvez devido a sua origem. A repartição bem visível na figura 2, mostra que os sedimentos mais profundos, têm valores fracos, geralmente entre 1 e 2%. Os valores compreendidos entre 2 e 2,5% formam uma sorte de triângulo com extremidade na estação 480 e que segue mais ou menos a topografia e a curva de 100 m e 150 m ao sul. Os valores máximos superiores a 2,5% são todos limitados a uma pequena área nas imediações de Cabo Frio.

Nitrogênio orgânico. — Os valores do nitrogênio orgânico foram mais importante do que C, com valores extremos de 0,1 a 0,4%. A repartição segue mais ou menos a do carbono. Os valores menos que 0,2% são limitados aos sedimentos mais profundos, enquanto os valores máximos são encontrados também na zona próxima a Cabo Frio.

Relação C/N. — Apresenta valores relativamente fracos para mares considerados tropicais, principalmente se comparados com aqueles da região de Recife ou da desembocadura do Amazonas. Devido à semelhança nas distribuições de C e N é evidente que os valores mais elevados de C/N, superiores a 10, se encontrem na zona em frente a Cabo Frio. São exatamente os valores obtidos, em geral, para os mares profundos ou temperados. Assim pode-se admitir que essas características de mares temperados (não se pode evocar a profundidade para essa latitude) seriam devido à presença da ressurgência das águas frias do Atlântico Sul. Essas águas frias (13 m) particularmente ricas em zooplâncton dariam os valores elevados de nitrogênio orgânico, principalmente perto de Cabo Frio. Também a convergência estabelecida pelo Prof. Taizo Okuda (comunicação pessoal) deve contribuir para esse resultado.

Calcário. — As variações do teor de calcário são grandes entre as amostras. Deste modo foram consideradas segundo as frações fina e grossa. Por exemplo, nos fundos de algas, a fração calcária grossa é sempre superior a 60%, enquanto a fração fina varia de 30 a 80%, conforme as quantidades de siltes e argilas em suspensão. Nos sedimentos arenosos o teor de calcário na fração grossa é diretamente proporcional a quantidade de conchas, enquanto o teor de calcário fino é sempre mais reduzido, normalmente inferior a 25%. Nas vasas litorâneas, o teor de calcário é sempre inferior a 20% para a fração grossa, enquanto a fração fina apresenta valores compreendidos entre 18 e 32%. As vasas pelágicas mostram valores entre 27 e 35% para a fração grossa e fina, o que corresponde aos valores habituais para tais sedimentos.

Há uma perfeita concordância entre a localização da ressurgência das águas frias, na região sul de Cabo Frio, estabelecida pela análise da água, e aquela apresentada pelos sedimentos. Todavia, os sedimentos mostram um prolongamento para o norte de zonas ricas em C e N. orgânicos. Como também, os estudos feitos pelo Prof. Taizo Okuda sobre a água mostram ao nível de 50 m, uma tendência de extensão das águas profundas naquela direção. Pode-se então sugerir como hipótese, que esse prolongamento traduz uma maior extensão da ressurgên-

cia para norte, principalmente em certos períodos do ano, no inverno por exemplo, quando os ventos e correntes do sul são mais importantes. Outras missões no inverno poderão confirmar ou não esta hipótese.

TABELA COM TEORES DE CALCÁRIO

	Fração Fina	Fração Grossa
Fundos de algas	30 até 80%	> 60 %
Areias	25%	variável com as conchas
Vasas litorâneas	17 até 32% 27 até 35%	< 20 % 27 até 35%

			FRAÇÃO		GRANULOMETRIA				CO ₃ Ca		MAT. ORGAN.		
N.º	Prof.	DISCRIMINAÇÃO	>44 µ	<44 µ	Md	Q ₁	Q ₃	So	Fino	Gros.	C	N	C/N
FACIES DE ALGAS													
399	116	Algas calcárias — fácies bentônica	83	17	—	—	—	—	30	60	2.01	0.18	11
421	91	Algas calcárias — fácies de substrato rochoso	93	7	—	—	—	—	—	75	2.05	0.22	9
429	64	Algas e conchas — fundo duro	100	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
430	77	Algas calcárias e fácies bentônica	42	58	—	—	—	—	—	80	2.37	0.21	11
438	50	Algas calcárias e fácies bentônica	97	3	—	—	—	—	—	67	—	—	—
467	39	Algas calcárias e fácies bentônica	97	3	—	—	—	—	—	74	—	—	—
468	22	Algas calcárias e fácies bentônica litorânea	97	3	—	—	—	—	—	80	—	—	—
469	45	Algas calcárias, fácies bentônica mais areia conchífera	98	2	—	—	—	—	43	72	—	—	—
475	47	Algas calcárias	98	2	—	—	—	—	—	69	—	—	—
476	20	Fácies bentônica litorânea de algas calcárias	97	3	—	—	—	—	—	87	—	—	—
479	31	Algas calcárias e fácies bentônicas	100	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
416	119	Algas calcárias livres tipo <i>Lithophyllum solutum</i>	97	3	—	—	—	—	82	91	—	—	—
466	63	Algas calcárias livres tipo <i>Lithophyllum solutum</i>	100	0	—	—	—	—	—	76	—	—	—
401	173	Vasa clara, bege, com areia calcária e algas	80	20	—	—	—	—	37	65	1.22	0.15	8
431	113	Vasa com elementos bentônicos (algas) e planctônicos	60	40	—	—	—	—	—	80	1.28	0.11	12
AREIAS CONCHÍFERAS													
413	59	Areia conchífera com pouca vasa bege	97	3	—	—	—	—	66	40	—	—	—
422	106	Areia cinza com conchas	83	17	0.24	1.35	0.46	1.71	23	58	2.22	0.24	9
424	64	Areia terrígena cinza escura	92	8	0.09	0.07	1.25	4.69	22	15	2.46	0.29	8
AREIAS FERRUGINOSAS													
428	49	Areia grossa ferruginosa e amarela	92	8	1.09	1.09	1.26	2.66	4	6	4.47	0.44	10
436	130	Areia grossa ferruginosa com conchas	99.5	0.5	0.86	0.63	1.10	1.37	2	2	—	—	—

N.º	Prof.	DISCRIMINAÇÃO	FRAÇÃO		GRANULOMETRIA				FRAÇÃO		MAT. ORGAN.		
			>44 µ	<44 µ	Md	Q ₁	Q ₃	So	Fino	Gros.	C	N	C/N
451	75	Areia média com vasa escura	49	51	0.08	0.07	0.09	1.13	27	7	2.59	0.35	7
425	47	Areia conchífera amarela	90	10	—	—	—	—	—	6	—	—	—
454	43	Areia conchífera amarela	97	3	—	—	—	—	—	4	—	—	—
477	15	Areia conchífera amarela terrígena, muito ferruginosa	99	1	—	—	—	—	—	21	—	—	—
VASAS LITORÂNEAS													
398	90	Areia vasosa litorânea cinza escura até verde	59	41	0.06	0.55	0.08	1.24	17	7	2.74	0.31	9
408	130	Areia vasosa litorânea	71	39	0.10	0.06	0.19	1.24	31	—	1.72	0.21	8
409	125	Vasa arenosa, cinza escuro, compacta, até verde	36	64	0.04	0.04	0.04	1.72	19	15	2.03	0.23	9
410	100	Vasa arenosa verde escura com areia	43	57	0.06	0.06	0.07	1.27	17	10	2.34	0.20	12
411	59	Areia vasosa	84	16	0.07	0.07	0.08	1.76	18	5	2.78	0.32	9
412	47	Vasa cinza escura, com conchas e fibras vegetais	36	64	0.06	0.06	0.07	1.58	23	8	2.88	0.29	10
414	85	Areia vasosa cinza-verde escura	53	47	0.10	0.09	0.10	1.07	17	14	2.35	0.18	13
415	115	Areia vasosa litorânea	55	45	0.07	0.06	1.08	1.28	22	17	2.19	0.22	10
425	53	Areia vasosa litorânea com moluscos	88	12	0.06	0.06	0.07	1.48	21	4	2.56	0.25	10
426	51	Areia vasosa litorânea	55	45	0.07	0.06	0.07	1.01	21	20	2.63	0.24	11
427	45	Vasa arenosa escura com glauconita	42	58	0.07	0.06	0.07	1.37	32	13	1.74	0.17	10
453	30	Vasa glauconiosa verde escura	27	73	0.08	0.07	1.2	1.3	26	13	1.89	0.20	9
481	32	Vasa arenosa litorânea	38	62	0.07	0.06	0.07	1.67	21	9	2.09	0.18	12
VASA PELÁGICA													
402	713	Vasa pelágica cinza clara de globerinas	24	76	—	—	—	—	26	34	0.59	0.10	6
460	330	Vasa pelágica, clara, bege com globigerinas	17	83	0.06	0.05	0.07	1.95	26	29	1.09	1.12	9
470	550	Vasa pelágica, cinza escura com glauconita	17	83	—	—	—	—	34	38	1.78	0.20	10
480	220	Vasa pelágica, cinza escura a verde com glauconita	23	77	0.07	0.07	0.08	1.67	34	27	1.99	0.20	10

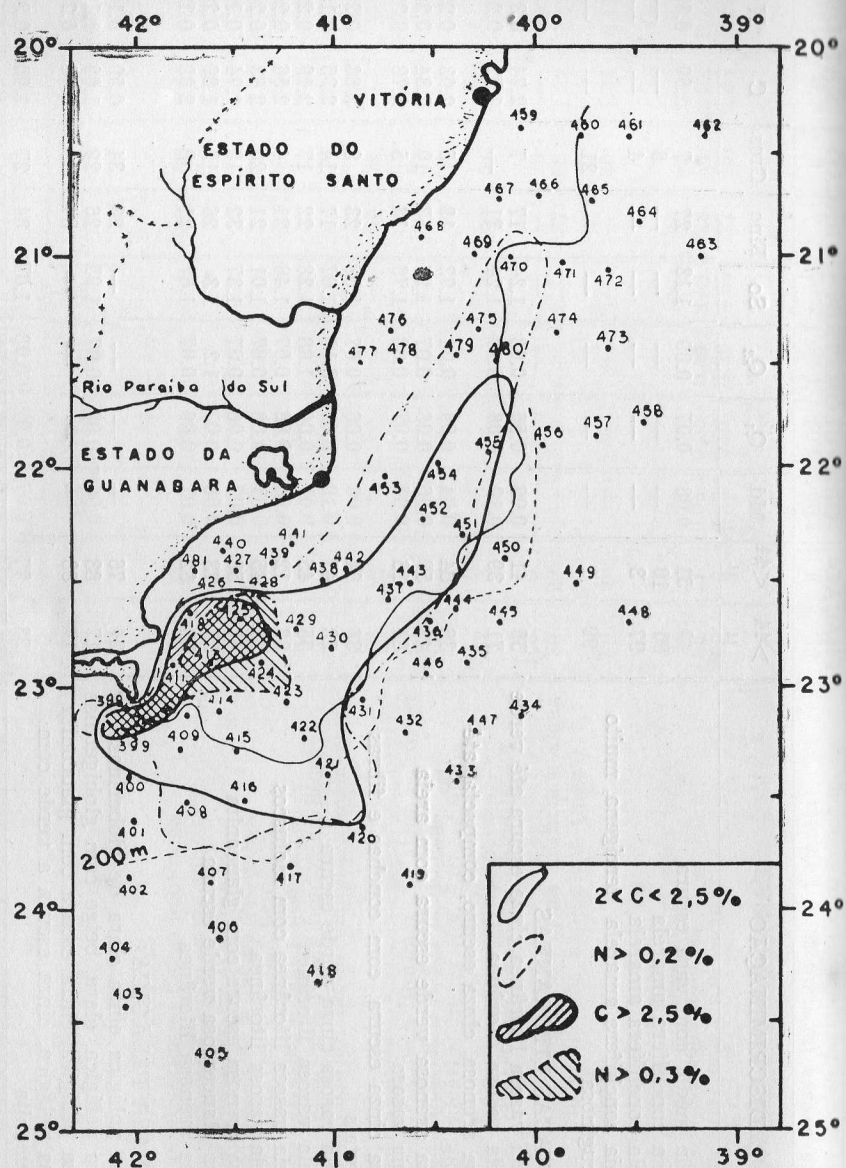


Fig. 1 — Área estudada com estações de amostras e distribuição da matéria orgânica (C, N).
Investigated area with sampling stations and distribution of organic matter (C, N).

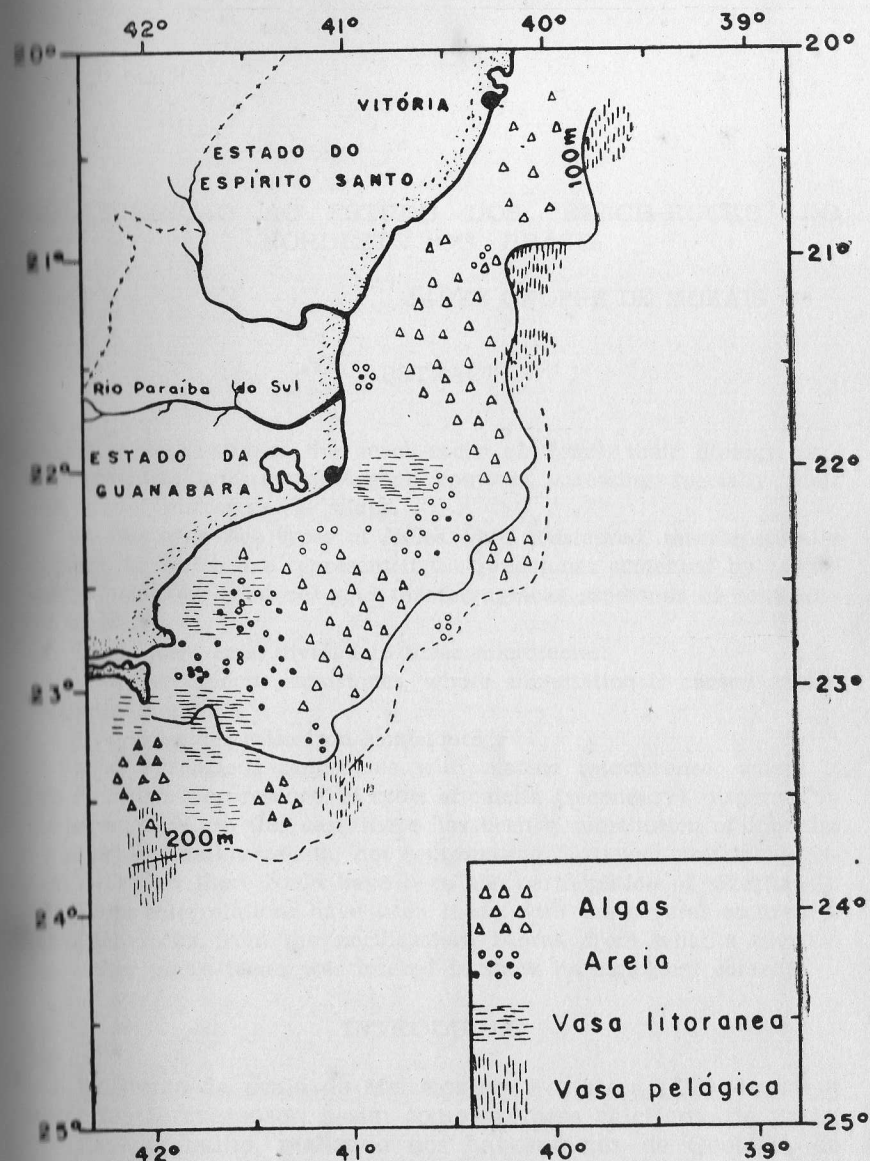


Fig. 2 — Distribuição das fácies sedimentares
Bottom characteristics.