

ESTUDO DAS AMOSTRAS DO FUNDO RECOLHIDAS PELO N. E. "ALMIRANTE SALDANHA", NA REGIÃO DA EMBOCADURA DO RIO AMAZONAS

Missão da DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO por
ocasião do ANO GEOFÍSICO INTERNACIONAL
(Dezembro de 1958.)

Prof. François OTTMANN *

INTRODUÇÃO – AGRADECIMENTO

O estudo que ora apresento, é o primeiro trabalho de Geologia marinha realizado pelo Departamento de Oceanografia e Geologia Marinha do INSTITUTO DE BIOLOGIA MARÍTIMA E OCEANOGRAFIA, executado para a MARINHA, cuja ajuda financeira foi de inestimável valor, permitindo a construção e aquisição de equipamentos para o mesmo Instituto.

Dêste modo, expresso os meus agradecimentos à MARINHA DO BRASIL, pela sua constante ajuda e colaboração. Aproveito a oportunidade para agradecer particularmente ao Comandante PAULO DE CASTRO MOREIRA DA SILVA, da DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO, pela gentileza que me dispensou, enviando-me amostras recolhidas pelo N. E. "ALMIRANTE SALDANHA", quando de sua estada no Norte.

Agradeço as pessoas do I. B. M. O. que colaboraram neste trabalho. A Sra. Jeanne-Marie OTTMANN, que fez a parte de química, o Dr. Ramon NÓBREGA, que fez uma parte da granulometria e o Auxiliar de Laboratório José BERNARDO DE OLIVEIRA.

Agradeço aos colegas do CURSO DE GEOLOGIA, Ivan TINOCO e Boris BRAJNÍKOW, que estão fazendo respectivamente, as partes de foraminíferos e minerais pesados.

Este trabalho, é mais um estudo preliminar que um estudo completo, comportando essencialmente a descrição das amostras e seus facies.

* Professor de Sedimentologia do Curso de Geologia.

Encarregado da Organização do IBMO.

Esperamos no entanto, aprofundar mais tarde êste estudo, quando o Instituto dispuzer do material necessário para o mesmo, no domínio da granulometria de fração fina, natureza das argilas e de algumas dosagens de química.

Por outro lado, o estudo dos foraminíferos e dos minerais pesados está em curso, devendo posteriormente ser anexado a êste trabalho.

DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS

Preparação:

Devido à pequena quantidade de material disponível, estudamos o teor do calcário sôbre o sedimento bruto sêco. Depois fizemos peneiramento úmido, utilizando água da torneira, com peneiras de 325 mesh “Tyler” ou seja 43 microns, recolhendo a parte maior que 43 microns, chamada “fração grossa” e a menor — “fração fina”.

Todas as medidas da fração fina, fração grossa e calcário, foram expressas em % do sedimento bruto sêco.

Observação:

As observações foram efetuadas no microscópio de polarização sôbre lâminas feitas com fração grossa e fina. Usando a observação direta da fração grossa na lupa binocular (aumento de 40 até 160 vezes), equipada com micrômetro devidamente escalonado, foi possível fazer os estudos da morfologia dos grãos e ainda, a apreciação dos tamanhos mais frequentes dos mesmos e dos tamanhos máximos.

Morfologia:

Utilizamos a classificação atualmente muito empregada de A. CAILLEUX:

— “Non usés” ou “não desgastados” ou “angulosos”, são grãos não modificados pela erosão.

— “Emoussés luisants” ou “grãos arredondados brilhantes”, que como vemos são grãos perfeitamente polidos e arredondados, sem ângulos e muito brilhantes.

— “Ronds mats” ou “arredondados foscos”, são grãos arredondados mas despolidos e foscos que geralmente traduzem uma ação eólica.

Granulometria:

Só foi possível fazer a granulometria por peneiramento com algumas amostras, cuja quantidade foi aproximadamente igual ou superior a 20 grs., porque abaixo desta quantidade, o peneiramento completo

Nous savons que la plaine alluviale de Récife est essentiellement un remplissage sableux, avec parfois des petits graviers. On les retrouve dans le fond du lit du Capibaribe, surtout là où par suite des courants de marée violents, le fleuve est creusé directement dans les alluvions anciennes.

Les courants de marée ne font en quelque sorte que le "nettoyage", en empêchant les sédiments actuels de s'accumuler. Ceux-ci ne sont localisés que dans les trous de certaines boucles, caractérisées par leurs eaux calmes. Sur les berges, le problème est différent. On assiste à la formation actuelle de deux banquettes de vase brune ou noire, gluante, essentiellement argileuse et organique. Ce dépôt se fait surtout pendant l'étalement et sous forme de flocons, qui viennent se coller sur la vase antérieure, et que les courants de marée ne sont plus capables d'éroder par suite de la cohésion et la rigidité de la vase.

Cette vase provient du dépôt et de l'accumulation des troubles argileux en suspension, particulièrement importants lors des pluies et qui proviennent du lessivage de la formation "barreiras" voisine.

III — LA MATIÈRE ORGANIQUE DANS LES SÉDIMENTS DU CAPIBARIBE

Pour cette première étude des sédiments du Capibaribe, il nous a paru intéressant de faire quelques dosages de la matière organique, sous forme de carbone et d'azote organique (1), et de déterminer ainsi le rapport C/N.

Résultats

Les résultats montrent la haute teneur en carbone: dans la majorité des échantillons elle dépasse 3% et atteint presque 5%, tandis que l'azote présente des valeurs de 0,1 à 0,4%. Ces valeurs sont relativement importantes si on les compare à quelques autres en notre possession, par exemple:

Baie de Villefranche-sur-mer (J. M. OTTMANN, 1955); C varie entre 1 et 3,5%, et N entre 0,05 et 0,2%. C/N entre 8 et 30. Les valeurs maximum étant prises dans la tache de vase noire au fond de la baie, là où la vase putride s'accumule.

Lagunes du Delta du Rhône (C. RAZAVET, 1956); elles sont très

(1) — Le dosage du carbone a été fait selon la méthode d'Anne, et celui de l'azote par la méthode de Kjeldahl sur le liquide d'extraction du carbone.

Fd-2 — Areia ferruginosa com 95% de fração grossa e apresentando sómente 0,5% de calcário no sedimento bruto.

1 — Fração grossa — Granulometria:

Observação — grãos em geral de tamanho inferior a 0,3 mm. (300 microns).

Peneiramento — Após o traçado da curva, verificamos ser a mesma muito regular, quase reta entre 1 e 95%, com mediana igual a 0,187 e um "Sorting" muito reduzido — 1,15, mostrando, assim, uma grande seleção nos tamanhos dos grãos.

Naturêza mineralógica dos grãos:

- Possui essencialmente quartzo transparente, com algumas biotitas, alguns minerais pesados, entre os quais, alguns grãos de óxido de ferro.

Morfologia dos grãos:

Grãos na maioria arredondados, com 20% de grãos perfeitamente polidos (arredondados brilhantes). Grãos ferruginosos, recobertos por uma película de óxido de ferro; algumas vêzes esta película é tão espessa que o grão de quartzo torna-se completamente opaco no microscópio.

Muitas vêzes, sob a ação da corrente e do atrito entre os grãos, os mesmos são levados e desembaraçados desta película ferruginosa. Sendo que isto só se mantem nas partes côncavas.

Origem provável:

Seriam grãos provenientes da destruição de crostas ferruginosas ou lateríticas, muito frequentes na bacia Amazônica.

Organismos:

Nada foi encontrado.

2 — Fração fina:

Muito reduzida. Compõe-se de siltes, argilas, micas em folhetos miúdos e algumas espículas de esponja.

Nota-se a abundância de ferro e argilas.

Fd-3 — Vasa argilosa com 6% de fração grossa (areia) e 0,8% de calcário no sedimento bruto.

1 — Fração grossa — Granulometria:

Diâmetro médio 50 a 125 microns, com alguns maiores, chegando até 0,2 ou 0,3 mm.

Natureza mineralógica dos grãos:

Quase que essencialmente quartzo hialino. Algumas micas, biotitas e muscovitas. Sendo que a biotita é quase sempre verde mais ou menos alterada. Apresentando alguns plagioclásios, microclinas, minerais pesados e especialmente zircão, algumas concreções ferruginosas.

Morfologia dos grãos:

Grãos geralmente angulosos. Alguns de grande tamanho e polidos (arredondados brilhantes).

Organismos:

Raros foraminíferos, muito pequenos.

Fragmentos de organismos calcários, espículas de esponjas silicosas com alguma frequência.

2 — Fração fina:

Na maioria argilosas e siltes, com grande abundância de folhetos de mica. Encontramos, ainda, muscovita e biotita verde mais ou menos alterada.

Notamos também, uma certa quantidade de agregados argilo-ferruginosos e algumas espículas miúdas de esponjas.

Fd-5 — Vasa arenosa com 25% de fração grossa e 0,5% de calcário.

1 — Fração grossa — Granulometria:

- Grãos de areia de 100 microns em média e apresentando grãos grossos que variam entre 400 e 500 microns.

Naturêza mineralógica dos grãos:

Na maioria quartzo hialino e cristalizado, mica em abundância, muscovita e biotita verde mais ou menos alterada.

Numerosos minerais pesados, sendo muito opacos.

Organismos:

Únicamente espículas de esponjas silicosas.

2 — *Fração fina:*

Argilas e siltes, sendo estes últimos muito frequentes com tamanho médio de mais ou menos 20 microns.

Fd-6 — Vasa argilosa com 3% de fração grossa e 0,5% de calcário.

1 — *Fração grossa — Granulometria:*

São formados de grãos pequenos, "areia fina ou "areia muito fina", segundo os diversos autores.

Tamanho mais frequente de 50 até 100 microns, alguns grãos até 0,4 mm. ou 0,5 mm..

Natureza mineralógica dos grãos:

Quase exclusivamente quartzo transparente ou cristalizado, rico em inclusões diversas. As micas são abundantes sob diversas formas:

- muscovita do tipo comum;
- biotita, marron pouco alterada e verde muito alterada.

Raros feldspatos plagioclásios mais ou menos alterados.

Morfologia dos grãos:

Grãos geralmente angulosos, sendo que entre os grãos maiores, alguns apresentam ângulos desgastados.

Organismos:

Espículas de esponjas e raros fragmentos de organismos calcários. até 250 microns.

Fd-7 — Vasa argilosa com 1,5% de areia e 0,5% de calcário.

1 — *Fração grossa — Granulometria:*

Grãos de tamanho pequeno, areia fina ou muito fina, cujos grãos variam de 50 a 125 microns. Sendo também, alguns grãos que vão até 250 microns.

Natureza mineralógica dos grãos:

São grãos de quartzo transparentes ou cristalizados, muitas vezes rosa ou amarelo e ricos em inclusões.

As micas são abundantes, tendo especialmente muscovitas e biotitas alteradas.

Minerais pesados, com alguns bastante opacos e algumas concreções

Morfologia dos grãos:

Os grãos apresentam-se geralmente angulosos, sendo alguns desgastados e os maiores "arredondados brilhantes".

Fd-8 — Vasa argilosa, muito fina com apenas 0,1% de fração grossa e 0,5% de calcário.

1 — *Fração grossa — Granulometria:*

Os grãos apresentam-se geralmente entre 50 e 100 microns, tendo apenas, alguns que chegam a 200 microns.

Fd-9 — Vasa argilosa com 1% de fração grossa e 0,5% de calcário.

1 — *Fração grossa — Granulometria:*

São grãos de areia média e fina, com numerosos grãos chegando até 0,5 mm.

Natureza mineralógica dos grãos:

Quartzo hialino e cristalizado. Mica em pequena quantidade. Muscovita e biotita verde alterada. Alguns grãos de óxido de ferro e minerais pesados.

Morfologia dos grãos:

Grãos angulosos. Encontramos aproximadamente 10% dos grãos maiores que são "arredondados brilhantes".

Organismos:

Algumas espículas de esponjas.

Fd-10 — Vasa argilosa com menos de 1% de fração grossa e 0,5% de calcário.

1 — Fração grossa — Granulometria:

Areia fina tendo grãos menores e alguns iguais a 200 microns.

Natureza mineralógica dos grãos:

Grãos de quartzo transparentes, algumas micas e minerais pesados.

Morfologia dos grãos:

Os grãos maiores pouco desgastados e alguns cobertos de óxidos de ferro.

Organismos:

Espículas de esponjas.

Grãos de areia fina entre 50 a 100 microns.

Fd-11 — Vasa argilosa com 0,5% de areia e 0,5% de calcário.

1 — Fração grossa — Granulometria:

Grãos de areia fina entre 50 e 100 microns.

Natureza mineralógica dos grãos:

Grãos de quartzo transparente, de cor rosa e enfumacados.
Mica muito alterada e abundante em pequenos folhetos.
Feldspatos pequenos, plagioclásios e microclinas.
Alguns minerais pesados.

Morfologia dos grãos:

Todos os grãos são angulosos, não desgastados.

Organismos:

Raras espículas de esponjas.

Fd-12 — Vasa argilosa com 2% de areia e pouquíssimo calcário.

1 — Fração grossa — Granulometria:

São grãos pequenos de areia fina entre 50 e 125 microns.

Natureza mineralógica dos grãos:

Fragmentos de quartzo transparente, com grande abundância de micas, muscovita não alterada e biotita verde alterada.

Numerosos grãos opacos e alguns minerais pesados.

Morfologia dos grãos:

Todos os grãos são angulosos, devido ao tamanho.

Organismos:

Raras espículas de esponjas.

Fd-13 — Vasa argilosa com 3,5% de areia muito fina e 0,5% de calcário.

1 — Fração grossa — Granulometria:

Grãos muito finos entre 40 e 100 microns.

Natureza mineralógica dos grãos:

Grãos de quartzo cristalizados e transparentes. Grande abundância de micas em pequenos folhetos. Alguns minerais pesados.

Morfologia dos grãos:

Grãos angulosos devido ao tamanho.

Organismos:

Raras espículas de esponjas silicosas.

Fd-14 — Vasa argilosa com menos de 0,5% de areia muito fina e 0,5% de calcário.

1 — Fração grossa — Granulometria:

Grãos muito finos entre 40 e 100 microns.

Natureza mineralógica dos grãos:

Quartzo em fragmentos com grande abundância de micas, muscovitas e biotitas verdes alteradas.

Morfologia dos grãos:

Todos os grãos angulosos.

Organismos:

Algumas espículas de esponjas.

304 — Areia organogênica com conchas.

1 — *Fração grossa — Granulometria:*

Grãos de areia entre 200 e 300 microns.

Natureza mineralógica dos grãos:

Quartzo transparente, sendo alguns cobertos de óxido de ferro.

Morfologia dos grãos:

São grãos polidos e desgastados pelo transporte. Verificamos que 80% dos grãos são “arredondados brilhantes” e alguns ferruginosos.

Organismos:

Grande abundância de foraminíferos.

Tipo arenáceos e calcários com enchimento interno marron, preto e algumas vezes opaco.

Briozoários comuns do tipo “incrustans” e em ramos.

Várias espinas de ouriços do mar e espículas sílicas de esponjas. Larvas de lamelibranquios e algumas formas de gasterópodos.

305 — Areia vasosa com 92% de areia e 1,2% de calcário, de cor cinza e bege quando está oxidado.

Granulometria:

Grãos entre 0,2 e 0,5 mm. com siltes.

Natureza mineralógica dos grãos:

Grãos exclusivamente de quartzo transparente com inclusões. Não encontramos mica. Alguns minerais pesados.

Morfologia dos grãos:

Grãos grossos muito bem polidos com 80% de “arredondados brilhantes”, apresentando também alguns ferruginosos.

Organismos:

Raros detritos calcários.

Peneiramento:

Curva muito regular, com pouca inclinação, cuja média é 0,192 mm. e “Sorting coefficient” de 1,27.

306 — Areia cinza, média, quase pura — com 99% de fração grossa e 2,2% de calcário.

Granulometria:

Grãos entre 0,1 e 0,4 mm, ausência de siltes.

Natureza mineralógica dos grãos:

Grãos quase exclusivamente de quartzo transparente, sem micas, com alguns minerais pesados, opacos e bem rolados.

Morfologia dos grãos:

Grãos polidos com 80% de grãos “arredondados brilhantes”. Alguns grãos ferruginosos.

Organismos:

- Fragmentos de ouriços e também de briozoários.
- Raros gasterópodos e lamelibranquios.
- Algumas globigerinas.
- Molduras internas de foraminíferos de glauconita.

Peneiramento:

Curva muito regular, com inclinação fraca, mediana 0,189 mm. e “Sorting” de 1,26. (Muito semelhante à curva 305).

Organismos:

Pterópodos, globigerinas e foraminíferos, cujas conchas não têm enchimentos secundários.

Briozoários em ramos.

Espículas de esponjas em sílica, sendo algumas em via de recristalização.

Alguns moldes internos de foraminíferos em glauconita.

310 — Vasa cinza, com o aspecto geral da vasa de globigerinas e tendo 10% de fração grossa e 7,5% de calcário.

Granulometria:

Grãos de areia fina com siltes e geralmente inferiores a 200 microns.

Natureza mineralógica dos grãos:

Quartzo transparente e muscovitas.

Alguns grãos de arenito calcário recente, com um pouco de óxido de ferro (provenientes de bancos de arenitos ou arrecifes).

Alguns minerais opacos.

Morfologia dos grãos:

Grãos angulosos desgastados.

Organismos:

Grande abundância de organismos, especialmente foraminíferos planctônicos e particularmente globigerinas.

Algumas espículas de esponjas.

Fragmento de esqueleto silicoso (amorfo).

Organismos bentônicos em abundância, briozoários, serpulídeas calcárias e arenaceos.

No microscópio, nota-se que os foraminíferos estão frequentemente cheios de óxido de ferro e matéria preta opaca. (Complexos de sulfeto de ferro e matéria orgânica).

Observação:

Nestas amostras, relativamente afastadas do litoral, encontram-se pequenos cilindros pretos de alguns milímetros, de matéria mineral que nos parecem semelhantes àquelas encontradas no MAR TIRRENO, que por sua vez são projeções de origem vulcânica nos sedimentos mari-

nhos. Neste caso será possível admitir a mesma origem vulcânica, considerando a relativa proximidade dos vulcões da América Central e México.

2 — Fração fina:

Alguns siltes e micas em pequenos folhetos aglomerados de argilas e siltes com óxido de ferro.

Numerosos fragmentos e poeira de calcários. (Destruição de foraminíferos).

Algumas espículas de esponjas silicosas de tamanho muito pequeno.

311 — Areias conchíferas de cor cinza e bege, com 84% de areia e 16% de calcário.

Natureza mineralógica dos grãos:

Na maioria quartzo cristalizado ou transparente, com poucas micas brancas e algumas biotitas marron mais ou menos alteradas.

Grãos de arenito parecendo antigo.

Grande abundância de minerais pesados.

Morfologia dos grãos:

Os grãos são todos um pouco desgastados, tendo a fração grossa 20 até 30% de "arredondados brilhantes", sendo alguns foscos.

Organismos:

Grande quantidade de organismos planctônicos e bentônicos.

Conchas de lamelibrânquios, gasterópodes e larvas.

Echinodermos — fragmentos de espinas e um pequeno tipo de echinodermo inteiro, de 8 mm. de diâmetro.

Alguns coprólitos.

Ostracodes — espículas silicosas de esponjas, foraminíferos, arenáceos e planctônicos.

Globigerinas, orbulinas, etc., sendo algumas cheias de material ferruginoso ou preto.

Nota:

Observa-se uma concha antiga, cheia de um arenito calcário antigo, com grãos bem arredondados. Sem dúvida o revolvimento de uma formação mais antiga.

2 — *Fração fina:*

Encontra-se siltes, argilas e micas em folhetos finos, algumas espículas silicosas, com canal cheio de terra ferruginosa. Algumas vezes observa-se o início de recristalização da sílica amorfa que começa a se polarizar. Nota-se também alguns "cocolitos", sendo um perfeitamente conservado, enquanto muitos outros apresentam-se fragmentados na lâmina estudada.

312 — Areia conchífera amarela, com 98% de fração grossa e 68% de calcário.

Granulometria:

Grãos de quartzo de tamanho pequeno entre 200 e 300 microns. Tendo os organismos tamanhos muito maiores.

Peneiramento: (sobre o sedimento completo):

Curva irregular mostrando excesso nos sedimentos grossos, (conchas, organismos, foraminíferos), o que explica a mediana relativamente elevada 0,275 mm. e o "Sorting" máximo destes sedimentos estudados 1,3.

Natureza mineralógica dos grãos:

Grãos de quartzo transparente, com grãos ferruginosos.
Algumas concreções ferruginosas.
Minerais pesados frequentes.

Morfologia dos grãos:

Grãos de quartzo angulosos nos de pequenos diâmetros.
Grãos grossos desgastados, com 10 até 20% de "arredondados brilhantes" nos diâmetros maiores.

Organismos:

Caracterizado pela abundância de briozoários e serpulídeas.
Abundância dos foraminíferos planctônicos e benticos (arenáceos comuns).
Pequenos gasterópodos e larvas de moluscos.

314 — Areia conchífera. (1)

Granulometria:

Grãos de quartzo pequenos, entre 100 e 200 microns.

Natureza mineralógica dos grãos:

Quartzo transparente.

Morfologia dos grãos:

Grãos angulosos e muito pouco desgastados.

Organismos:

Em grande quantidade.
— Briozoários em ramos e incrustans.
— Artículos de gorgonídeas (isidiela), e espículas de alcionários.
— Serpulídeas calcárias e arenáceas.
Foraminíferos abundantes, especialmente os planctônicos (globiginídeas); enquanto os arenáceos são raros. Enchimento interior marrom ou preto e opaco.
— Pequenos gasterópodos, larvas de moluscos, fragmentos de conchas diversas.
— Ostracodos.

Nota:

Verifica-se a abundância de arenitos ferruginosos e concreções ferruginosas, que parecem provir do revolvimento de arenitos antigos.

316 — Vasa pelágica, cinza claro, com fração grossa de 7% e 14% de calcário.

Granulometria:

Grãos geralmente muito pequenos, menor que 100 microns; alguns grãos médios 300 microns e alguns grãos grossos superiores a 0,5 mm., com grãos excepcionais chegando a 2 mm.

(1) Devido a pequena quantidade — 1 gr. de amostra — não temos possibilidade para fazer % de areia e calcário.

Natureza mineralógica dos grãos:

Quartzo transparente na maioria, tendo quartzo cristalizado, em pequena quantidade; muitas vezes apresenta grãos bastante ferruginosos que chegam a ser quase opacos no microscópio.

Morfologia dos grãos:

Os grãos menores são angulosos de um modo geral.

Os grãos maiores são desgastados, com uma percentagem de 60% de “arredondados brilhantes” e no diâmetro de 0,4 mm..

Organismos:

Foraminíferos planctônicos.

Alguns fragmentos de conchas e organismos, ouriços e briozoários.

Algumas espículas silicosas de esponjiários.

2 — *Fração fina:*

Agregados de siltes e argilas —

Siltes — algumas espículas de esponjas —

Fragmentos de foraminíferos reduzidos em pó —

Fragmentos de esqueletos silicosos.

325 — Areia média, com 97% de areia e 2,5% de calcário.

1 — *Fração grossa — Granulometria:* (Peneiramento):

Curva relativamente regular com parte importante de sedimento grosso, mediana de 0,235 mm. e “Sorting” 1,26.

Natureza mineralógica dos grãos:

— Grãos de quartzo.

— Arenito calcário e ferruginoso.

— Arenito vermelho de grãos finos.

Morfologia dos grãos:

Os grãos maiores que 0,3 mm. são mais ou menos desgastados, enquanto no tamanho de 0,5 — 0,8 mm., encontra-se 60% de grãos “arredondados brilhantes”.

Organismos:

Dentário, vertebras e escamas de peixe, lamelibrânquios.

Larvas de moluscos, conchas diversas.

Pinça de crustáceo.

Prismas de calcário (conchas).

326 — Areia com 97% de fração grossa e 20% de calcário.

1 — *Fração grossa — Granulometria:* (Peneiramento):

Curva muito regular com pouca inclinação mostrando uma boa seleção, com mediana 0,230 mm e “Sorting” 1,22, muito semelhante a 235.

Natureza mineralógica dos grãos:

Quartzo transparente e cristalizado.

Morfologia dos grãos:

Os grãos maiores de diâmetro 0,5 mm. apresentam-se desgastados e com 60% de “arredondados brilhantes” nos grãos ferruginosos.

Organismos:

Fragmentos de conchas, de ouriços e apresentando um pequeno ouriço.

Banco das Gaivotas:

Areia ferruginosa, grossa, com grãos superiores a 1 mm. e chegando excepcionalmente até 5 mm..

Granulometria:

Curva regular, mostrando um “déficit” de parte fina (corrente forte), com mediana de 0,325 mm. e “Sorting” 1,23.

Natureza mineralógica dos grãos:

Grãos muito ferruginosos.

Morfologia dos grãos:

Grãos perfeitamente polidos, com 80 até 90% de “arredondados brilhantes”.

352 — Salientamos previamente que este sedimento é completamente diferente dos outros, devido a sua posição geográfica no litoral de FERNANDO DE NORONHA e a pequena profundidade. Não se trata mais de vasa ou areia, mais de um sedimento orgânico branco, com algas calcárias, muito parecido, com um existente na Bretanha e que se chama de "Mearl".

Granulometria:

Os grãos de areia são raros, no entanto, encontramos areia fina e alguns grãos maiores que variam entre 0,4 e 0,5 mm., perfeitamente "arredondados brilhantes".

Natureza mineralógica dos grãos:

Grãos de quartzo, um pouco de mica branca ou muscovita.

Organismos:

Os mais abundantes são as algas calcárias (grupo das melobesiases e halimedes).

- Foraminíferos em abundância, planctônicos e especialmente bentônicos (arenáceos, imperforados).
- Equinóides, ouriços.
- Espículas silicosas.
- Espículas calcárias.
- Briozoários, serpulídeas.
- Conchas diversas, gasterópodos, lamelibrânquios e larvas.
- Ostracodos, etc..

RESULTADOS DA GRANULOMETRIA

Devido à pequena quantidade de material de cada amostra, foram feitas somente as granulometrias de algumas, cujos resultados são apresentados na tabela abaixo:

Considerando a curva do Banco das Gaivotas como tipo original, podemos ver que as curvas 305 e 306 são muito semelhantes a ela e apresentam um paralelismo bem acentuado.

Verificamos, no entanto, uma decalagem nos diâmetros maiores, isto evidenciando a grande correnteza do rio, e que aos poucos vai diminuindo à medida que penetra no mar.

As curvas 325 e 326, são relativamente semelhantes às primeiras.

Na zona Norte, os sedimentos 308, 309 e 311 são muito seme-

lhantes, traduzindo um "déficit" de sedimentos finos, apesar dos mesmos se encontrarem justamente na corrente Norte.

- Quanto à origem do sedimento, quase que exclusivamente orgânica, impede qualquer comparação com os outros.

Na zona Central, o sedimento Fd-2, exclusivamente areia, trazida pelo braço norte do Amazonas, mostra uma curva quase reta e quase vertical. Isto prova uma corrente violenta, que dá uma grande seleção aos grãos de areia.

Lembramos ainda a grande quantidade de grãos "arredondados brilhantes" que vêm confirmar a violência da corrente.

T A B E L A I

N.º AMOSTRA	Q ₁	Q ₃	MEDIANA	SORTING	Q ₃ — Q ₁
					2
305	0,165	0,275	0,192	1,27	0,055
306	0,160	0,275	0,192	1,27	0,050
308	0,170	0,250	0,192	1,21	0,040
309	0,144	0,182	0,161	1,12	0,019
311	0,174	0,265	0,210	1,23	0,045
312	0,255	0,430	0,275	1,29	0,037
325	0,188	0,300	0,235	1,26	0,056
326	0,186	0,280	0,230	1,22	0,047
Fd-2	0,165	0,220	0,187	1,15	0,027
Banco das Gaivotas.	0,260	0,400	0,325	1,23	0,070

INTERPRETAÇÃO

Condições geográficas:

Quase todos estes sedimentos são do tipo "litorâneos", isto é, de pequena profundidade, inferior a 100 m., com excessão dos sedimentos 310 com 625 m. e 316 com 2.745 m.

Todos estes sedimentos foram colhidos no planalto continental, cuja faixa é muito larga na zona da embocadura do Rio Amazonas. Sob o ponto de vista climático, lembramos que estamos em plena zona equatorial, com águas quentes na superfície, mais ou menos 27.º ao largo, e cuja salinidade varia entre 36 e 38‰.

"MESH TYLER"

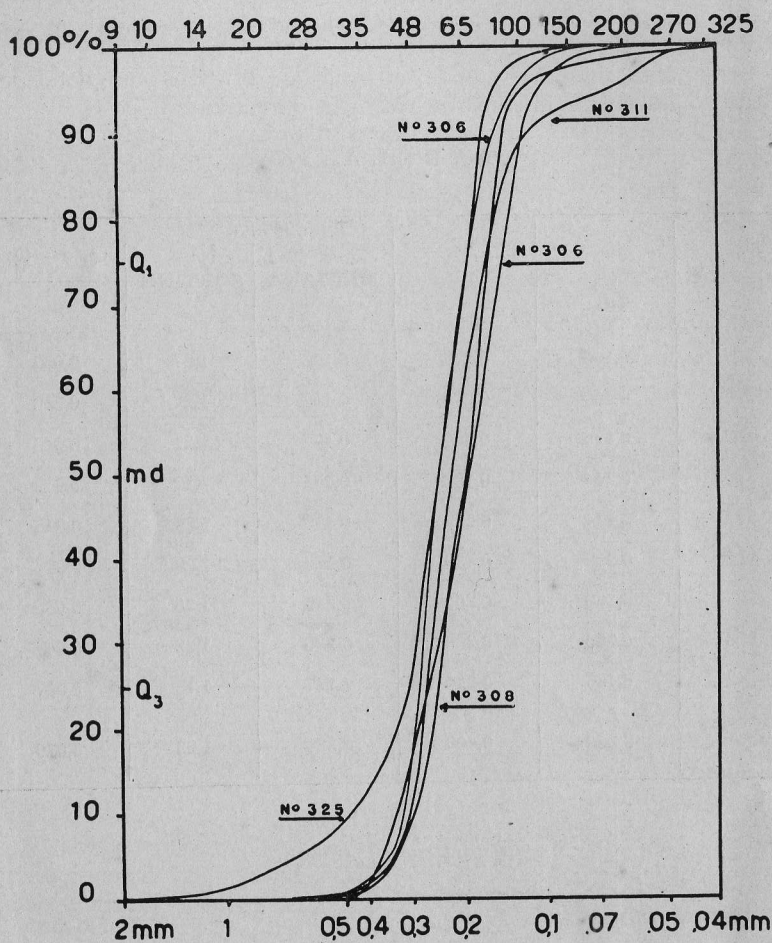


FIG. 1

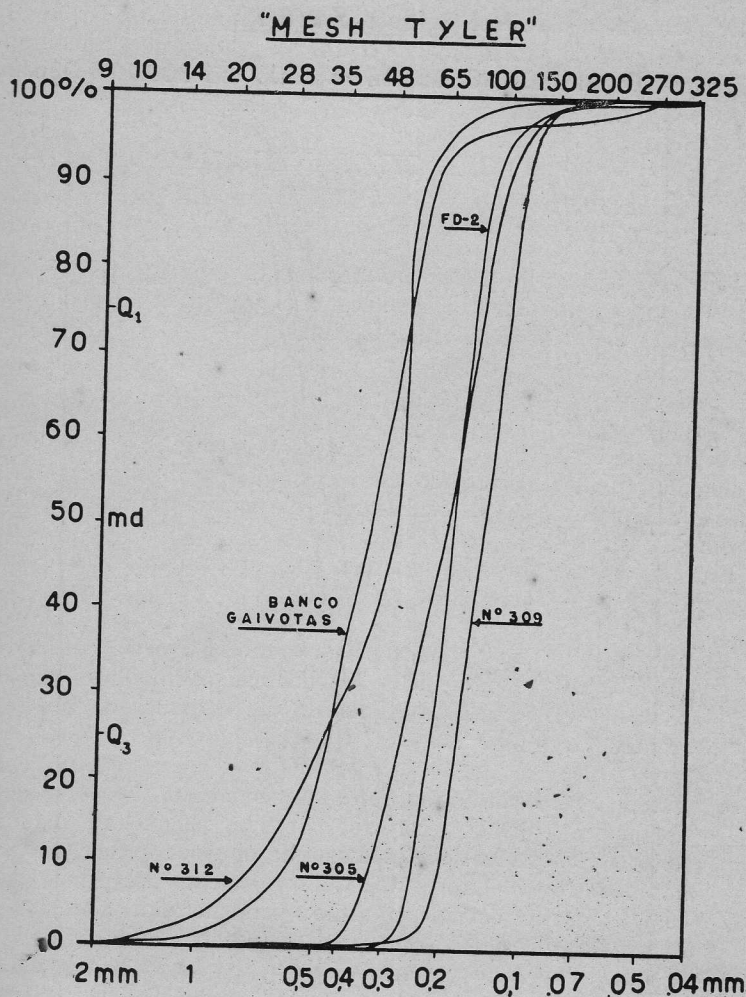


FIG. 2

DIVERSOS FACIES:

FACIES PROFUNDOS

Destacamos inicialmente as duas amostras profundas 310 e 316, de aspecto típico de profundidade. Lama de globigerinas quase que exclusivamente constituída de elementos finos e foraminíferos planctônicos, com muito pouca areia (siltes e micas finos).

FACIES LITORÂNEOS

I — FACIES DE ESTUÁRIO:

Devemos destacar o facies essencialmente argiloso das amostras Fd e 307, excetuando Fd-2, e de facies arenoso quase puro dos sedimentos Fd-2, 305 e do Banco das Gaivotas.

1 — Areias:

As três amostras 305, Fd-2 e Banco das Gaivotas, são semelhantes a sedimentos fluviais, desprovidos de elementos marinhos (ausência de fauna e microfauna). São constituídas de areias trazidas pelo Rio Amazonas.

Estas areias são grãos de quartzo, que apresentam duas características principais:

- a) Alto teor de grãos polidos pela correnteza e pelo atrito. Chegando a ter 90% de grãos "arredondados brilhantes", é uma prova da violência bem conhecida das correntes de fundo no estuário do Amazonas.
- b) Extrema importância do ferro nestas areias. Todos os grãos são mais ou menos recobertos por uma película de óxido de ferro, algumas vezes tão espessa, que os grãos tornam-se opacos no microscópio. Outras vezes, essa película desaparece quase completamente devido ao atrito, permanecendo somente nas partes ócas dos grãos.

Essa abundância de ferro não se pode explicar pela disposição "in situ" no mar.

Esses grãos ferruginosos provêm da decomposição de rochas ferruginosas que na região Amazônica, apresentam-se com frequência sob a forma de "crostas ferruginosas" antigas, podendo ser verdadeiras lateritas fósseis.

2 — Vasas argilosas:

Neste grupo estão os sedimentos Fd, constituídos na maior parte

de elementos finos, siltes, micas e especialmente materiais argilosos.

Na realidade todos têm uma fração grossa inferior a 10%, sendo que o sedimento está constituído de mais de 90% de elementos finos.

O calcário apresenta-se em pouquíssima quantidade, variando de 0 a 0,5%. Essa ausência de calcário é a prova de um meio muito rico em sílica, pouco favorável ao desenvolvimento da vida marinha e especialmente dos foraminíferos e outros organismos calcários.

Encontram-se em grande abundância organismos silicosos e especialmente esponjiários muito mais frequentes que no caso dos mares normais.

Essa pobreza em calcário e abundância em sílica provem, certamente, dos ions silicosos trazidos pelo Rio Amazonas, cuja descarga tão grande influe sobre os componentes da água do mar na embocadura.

Do ponto de vista da localização geográfica, estes sedimentos estão agrupados à frente da parte norte da embocadura do rio, no caminho da corrente fluvial desviada para o Norte.

Todavia sua localização limitada na superfície, nos leva a pensar que se trata aqui de uma zona de deposição brusca dos sedimentos argilosos, talvez uma floculação físico-química. Infelizmente, a ausência de estudo da turbidez, da transparência e das condições físico-químicas nessa região, nos impede de dar uma conclusão mais acertada.

Chamamos a atenção das futuras expedições sobre este ponto, o qual merece certamente um estudo mais detalhado do ponto de vista do mecanismo da sedimentação.

II — AREIAS LITORÂNEAS DO PLANALTO CONTINENTAL

Todos os sedimentos se caracterizam pela abundância da fração grossa, estando compreendida entre 90 e 99%, o que justifica a denominação de areias, do ponto de vista granulométrico.

De fato, na composição das areias encontram-se grandes diferenças. Como exemplo, podemos citar as de n.º 306 e 326 que são constituídas quase que exclusivamente de quartzo e com somente 1% ou 2% de calcário.

Ao contrário, alguns sedimentos são muito ricos em calcário, por exemplo o 312, com 68%. Neste caso são verdadeiras areias conchíferas.

Lembramos de memória, a amostra 352 dos arredores de Fernando de Noronha, quase que exclusivamente calcária (algas e organismos diversos).

Naturêza da fração mineral:

Os grãos minerais são geralmente quartzo, de tamanho médio e fino, variando entre 100 e 300 microns. Algumas vezes apresentam grãos maiores mais ou menos desgastados e polidos.

Esta fração grossa se assemelha muito as areias do Amazonas e parecem provir do mesmo.

Organismos:

Encontram-se organismos em abundância especialmente os do tipo bentico, dentro do qual os mais comuns são:

- Briozóários em fôlhas ou ramos (muito frequentes).
- Serpulídeas.
- Equinóides (regulares e irregulares).
- Foraminíferos arenáceos e outros benticos
- Esponjiários.
- Alcionários e gorgonários.

Associados a estes elementos benticos encontram-se elementos planctônicos, como globigerinas, em quantidades variáveis especialmente nas amostras afastadas do litoral.

ESTUDO QUIMICO DA PARTE FINA

Pelo prof. François OTTMANN
e Dra. Jeanne-Marie OTTMANN

Uma vez que os estudos sobre a fração grossa estavam sujeitos a grandes variações devida a presença accidental de um ou outro elemento como algas, madeira, conchas, concreções, etc, fizemos só os estudos químicos para a parte fina.

1 — CALCÁRIO:

Lembramos que devido à pequena quantidade de material, fizemos o estudo do calcário somente sobre o sedimento bruto, como já nos referimos no estudo.

2 — ESTUDO DO CARBONO E NITROGENIO ORGANICO

Essas dosagens foram feitas segundo os métodos de P. ANNE para Carbono e de KEDJAHN sobre o líquido de extração do Carbono, respectivamente.

Os resultados são publicados na "Tabela II". Examinando-a, vê-se que o teor Carbono é relativamente fraco, sendo que o máximo atinge somente 1,35%.

Da mesma maneira, o Nitrogênio orgânico é muito fraco, sempre inferior a 0,1%.

Considerando, como é geralmente admitido, que o Carbono orgânico

é essencialmente vegetal e animal enquanto que o Nitrogênio orgânico é só animal, quais são as razões desta pobreza em matéria orgânica?

Na região Amazônica, esperávamos encontrar grande quantidade de vegetais, no entanto aconteceu o contrário.

Supomos, que isso seja motivado pela grande quantidade de argilas em suspensão tornando as águas turvas impróprias ao desenvolvimento de algas e vegetais (macro e micro organismos) que gostam especialmente de águas claras.

Deste modo, chegam somente os vegetais trazidos pelo rio, os quais são espalhados pelas correntes sempre fortes nessa região, e numa vasta superfície, impedindo, assim, a sua acumulação.

Da mesma maneira, a pobreza do Nitrogênio é motivada pelo pequeno desenvolvimento da vida animal e do plancton especialmente.

Lembramos que na "zona argilosa" (sed. Fd), encontram-se somente algumas raras espículas de esponjas nos sedimentos.

Nas outras amostras espalhadas no Planalto Continental, esse teor em N é um pouco mais elevado devido ao desenvolvimento da vida bentica especialmente.

Assim, calculamos os valores do C e N para os sedimentos argilosos Fd e os outros, e encontramos:

Sedimentos Fd.

$$\text{— Média do C para os sedimentos Fd} = \frac{C_m}{m} = 0,741 \%$$

$$\text{— Média do N para os sedimentos Fd} = \frac{N_m}{m} = 0,031 \%$$

$$\text{— Média C/N} = \frac{C/N_m}{m} = 23$$

$$\text{— Média do C para os outros sedimentos} = \frac{C_m}{m} = 1,081$$

$$\text{— Média do N para os outros sedimentos} = \frac{N_m}{m} = 0,048$$

$$\text{— Média C/N} = \frac{C/N_m}{m} = 25$$

Sedimentos do Planalto.

Interpretações:

Na zona argilosa, verifica-se a grande pobreza do Nitrogênio, devido a ausência da vida, como observamos nos sedimentos. Isso explica o alto teor do C/N.

No Planalto, com sedimentos organogênicos, temos aumento sensível do Carbono e aumento do Nitrogênio, devido aos organismos, o que contribue muito para elevar C/N.

3 — ESTUDO DA PERDA AO FOGO (1)

(Perda de peso pela calcinação a 600° em forno elétrico.)

Esse estudo foi feito por comparação, apesar de sabermos que os resultados não tem grande precisão, especialmente devido ao clima úmido e quente do Nordeste, onde mesmo com muitas precauções e cuidados, é difícil eliminar completamente o fator da hidratação nos sedimentos argilosos.

Todavia, as médias do grupo Fd e dos outros, são respectivamente 5,45% e 7,4%, o que mostra bem a diminuição sensível da matéria orgânica na zona argilosa, por causa das águas turvas.

CONCLUSÕES:

Assim, esse estudo químico da matéria orgânica, vem confirmar a repartição dos sedimentos litorâneos em dois tipos:

- a zona argilosa sem matéria orgânica.
- os sedimentos do Planalto, ricos em Carbono e especialmente em Nitrogênio orgânico.

4 — DOSAGEM DE FERRO TOTAL:

A observação microscópica da fração grossa nos mostra a grande quantidade de óxido de ferro e manganês, que forma uma película marron, sobre uma certa quantidade de grãos de areia. Lembramos a presença de grandes quantidades de crostas ferruginosas e lateríticas, como também de jazidas de manganês no subsolo da Região Amazônica. Isso é suficiente para explicar a presença desta película de ferro sobre os grãos.

Assim, julgamos interessante fazer algumas dosagens sobre o ferro total contido na parte fina do sedimento mais homogêneo. Os resultados estão agrupados no quadro geral — Tabela n.º II.

Examinando-os, ficamos surpresos de encontrarmos uma quantidade relativamente reduzida de ferro. No grupo dos sedimentos Fd, obtemos um valor médio de 1,5%, nitidamente inferior, por exemplo, ao valor encontrado nas vasas litorâneas do Mediterraneo.

Nos outros sedimentos do Planalto, o teor varia entre 1,6 — 1,8%.

Isso é a prova de que o ferro está ligado a fração grossa dos sedimentos trazidos pelo rio.

(1) Sobre sedimentos descalcificados.

N.º	PROF. m.	Fr. GROSS > 40 microns %	Fr. FINA < 40 microns %	CALCÁRIO %	MIN. PESAD no SED. DE %	Carbono orgânico %	Nitrogênio orgânico %	C/N	Perda ao fogo (1)
Fd1		7,2	92,8	0,5		0,694	0,037	18	4,8
Fd2		95	5	0,5	1,02	1,347	0,040	34	7,6
Fd3		5,8	94,6	0,8	1,42	0,934	0,043	22	4,6
Fd4		0,5	99,5	0,7		0,760	0,028	27	5,6
Fd5		23,5	76,5	0,5	0,5	0,327	0,020	16	3,3
Fd6		2,9	97,1	0,5		1,002	0,033	30	5
Fd7		1,3	98,7	0,5		0,754	0,017	44	6,2
Fd8		0,1	99,9	0,5		0,714	0,039	18	7
Fd9		0,8	99,2	0,5		0,584	0,031	19	5
Fd10		0,6	99,4	0,5		0,417	0,019	22	4,3
Fd11		0,4	99,6	0,5		1,111	0,039	28	6,5
Fd12		2	98	0		0,420	0,028	15	4,1
Fd13		3,4	96,6	0,5		0,615	0,036	17	5,9
Fd14		0,3	99,7	0,5		0,693	0,037	19	6,4
B. das Gai-votas					Média	0,741	0,031	23	5,45
304	61	99	1	0,5	0,08				
305	30	91,8	8,2	1,2	0,17	0,347	0,068	20	8,7
306	40	99	1	2,2	0,12				
307	56	2,8	97,2	1,7		1,195	0,037	32	6,5
308	76	98	2	29,3	0,41				
309	106	98	2	5,6	1,18				
310	628	10	90	7,5	0,02	0,928	0,024	39	6,9
311	71	83,4	16,6	16	1,93	0,979	0,061	16	7,1
312	80	98,2	11,8	68	0,58				
314	104								
316	2745	7,2	92,8	13,8		0,956	0,054	18	7,8
325	45	97,1	2,9	2,5	0,07				
326	57	97,4	2,6	1,8	0,10				
352 (F.N)	58			Calcário quase puro	Média	1,081	0,048	25	7,4

(1) Calcinação no forno elétrico a 600°, Características das Amostras.

Nota

A presença do manganês em quantidade apreciável é evidente e confirmado, por outro lado, pelas dificuldades na realização da extração do ferro puro.

Infelizmente não temos a possibilidade de fazer a dosagem do manganês puro, o que certamente deveria ser interessante.

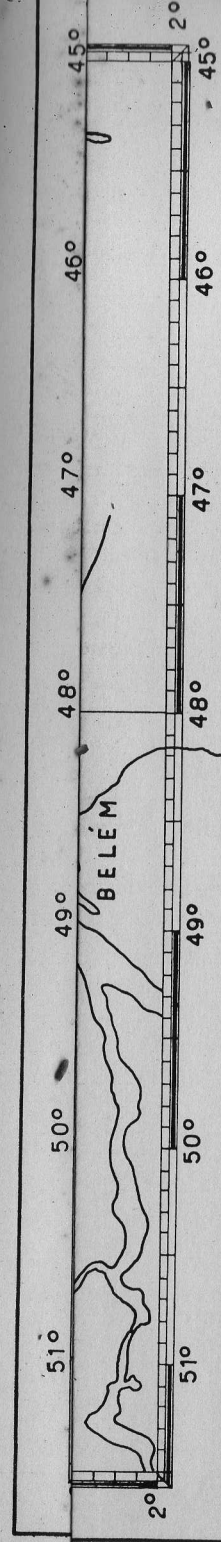
RESUME

Ce travail présente la description et les premiers résultats de l'étude des échantillons récoltés par la Marine brésilienne devant l'embouchure de l'Amazone (graphique 1).

On peut distinguer, outre les deux échantillons de vase planctonique profonde, deux faciès littoraux bien définis (graphique 3): Les vases argileuses (Fd) localisées près de l'embouchure, qui proviennent de l'accumulation des sédiments argileux en suspension, peut être par floculation. Les sables plus ou moins coquilliers du Plateau continental, où l'on retrouve toujours une certaine quantité de grains de sables ferrugineux charriés par le fleuve et présentant parfois un pourcentage élevé de grains parfaitement émoussés luisants montrant la violence des courants fluviaux et marins sur le fond.

Noter sur le graphique 2 la pauvreté en calcaire des sédiments Fd et la grande abondance des minéraux lourds, qui semblent provenir essentiellement du bras Nord de l'Amazone.

Du point de vue chimique, notons enfin l'importance du rapport C/N, très élevé et les variations de C et N, correspondant aux deux faciès littoraux.



AMAZONAS

Fig. 3 — Posição geográfica das amostras.
Position géographique des prélèvements.
Geographical position of sampling.

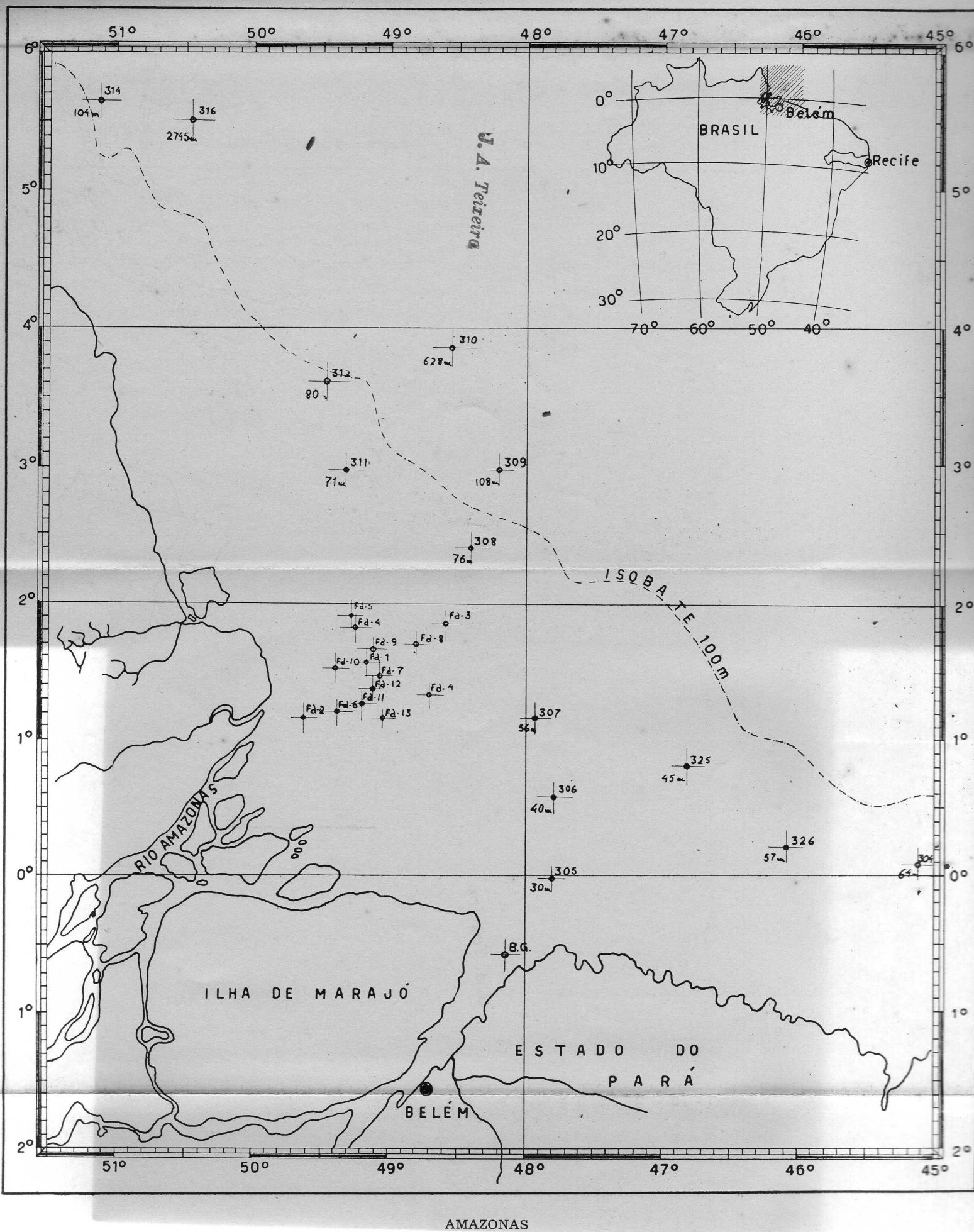


Fig. 3 — Posição geográfica das amostras.
Position géographique des prélèvements.
Geographical position of sampling.

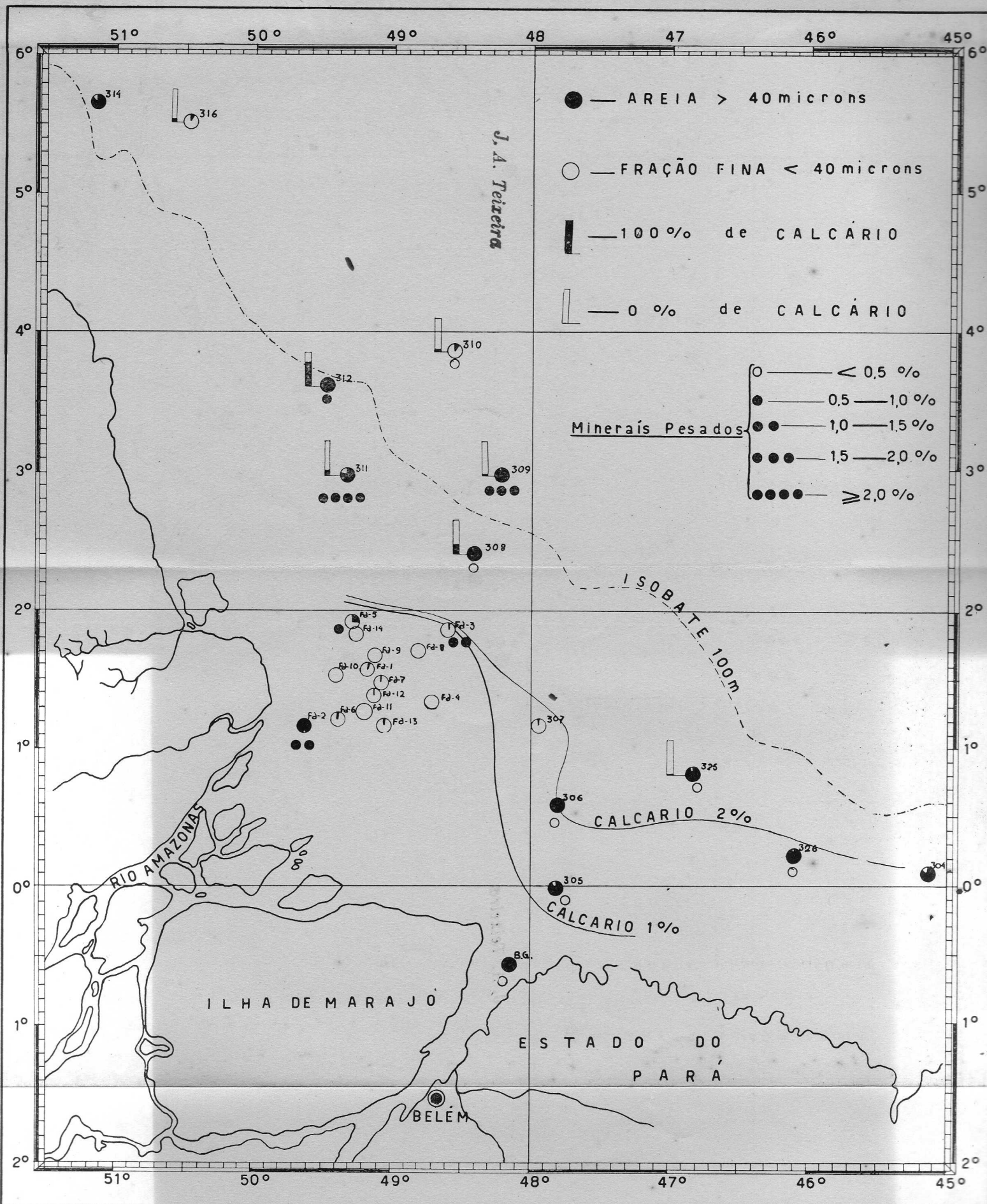


Fig. 4 — Características das amostras.
Caractéristiques des échantillons.
Characteristics of the samples.

- 1 — Areia — Sables — Sand : > 40 microns.
- 2 — Fração Fina — Fraction Fine — Silts and Clays : < 40 microns.
- 3 — Calcário Total — Calcaire Total — Total Carbonates.
- 4 — Minerais Pesados — Minéraux Lourds — Heavy Minerals.

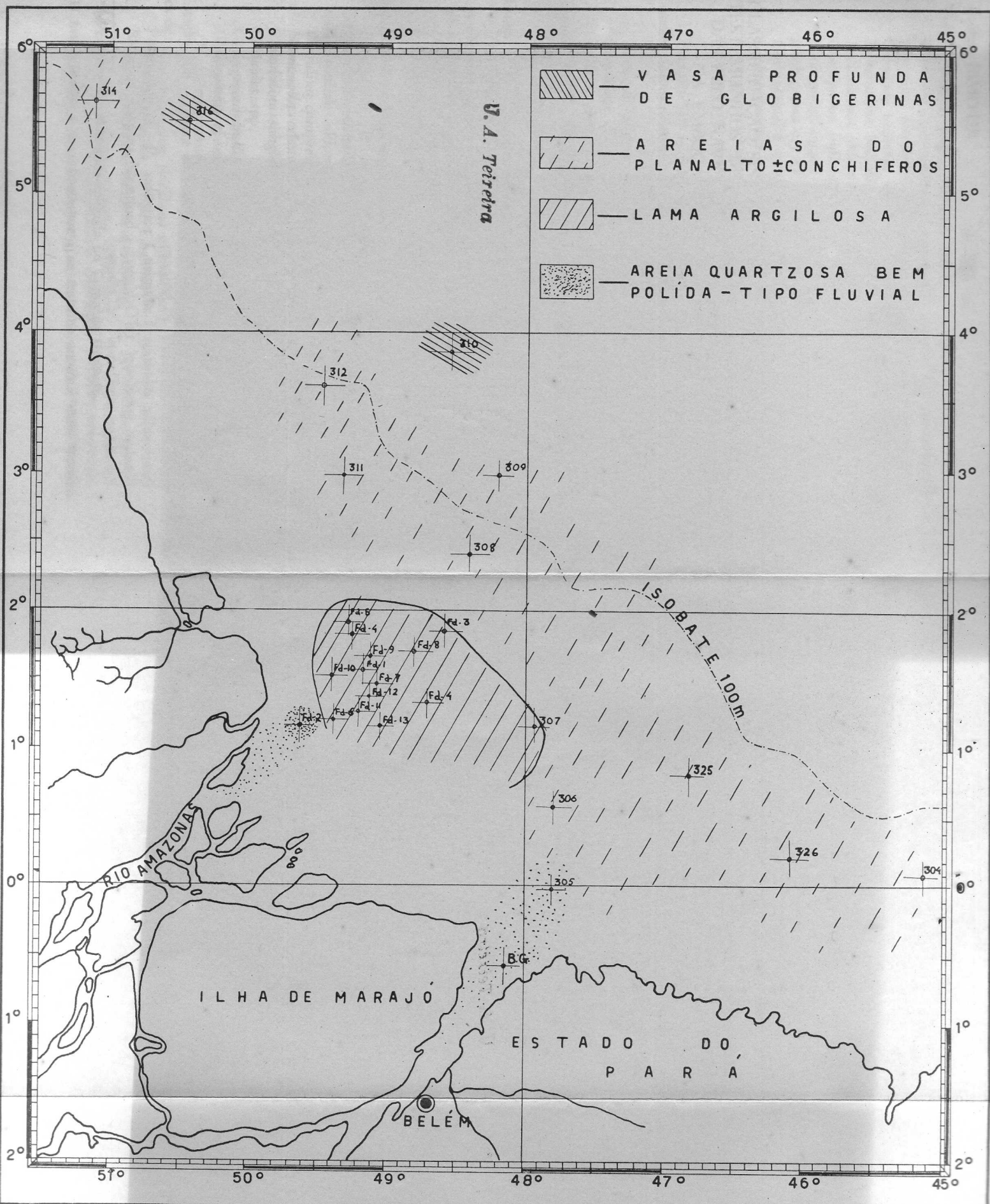


Fig. 5 — Repartição dos diversos facies dos sedimentos.
Répartition des divers faciès.
Distribution of facies.

1 — Vasa profunda de globigerinas.
Vase profonde à globigérines.
Deep globigerinal mud.

2 — Areias do Planalto Continental.
Sables du Plateau Continental.