

ASPECTOS NEOICNOLÓGICOS DOS SEDIMENTOS DA PLATAFORMA DO AMAZONAS

I.S. CARVALHO (*) & A.C.S. FERNANDES (**)

(*) Departamento de Geologia - UFRJ

(**) Museu Nacional - UFRJ e

Depto. de Geologia / Geofísica - UERJ

Abstract - Several biogenic structures collected by box core samples in the Amazon Shelf sediments were described morphologically and classified in an ethological point of view. The biogenic structures are associated with ecological data from CTD analyses, such as luminosity, oxygen concentration, temperature and salinity. The present study summarizes the main ichnological aspects observed in the sediments of this area and the organisms which are more active in the biogenic reworking.

Resumo - Através das amostragens realizadas por *box-core* na plataforma do Amazonas foram observadas diversas estruturas biogênicas produzidas nos sedimentos atuais, o que nos forneceu uma distribuição espacial qualitativa dos indivíduos que são mais ativos na produção de icnitos e mesmo na destruição das estruturas sedimentares inorgânicas. Objetivou-se um estudo integrado dos aspectos físicos e químicos do meio de sedimentação, tais como temperatura, salinidade, luminosidade, concentração de partículas sedimentares em suspensão e de oxigênio, condições energéticas da interface deposicional, tipo de substrato, profundidade da lâmina d'água, granulometria do sedimento e pH, visando a interpretação sobre a origem e diversidade de pistas, escavações e demais produtos da atividade dos organismos sobre o substrato. O estudo da ação biogênica na plataforma do Amazonas teve como base a análise da macrofauna bentônica proveniente principalmente de amostras de *box-core* e dos icnitos associados. Foram reconhecidos os principais elementos da epifauna e infauna, capazes de realizarem a bioturbação e destruição da matéria orgânica contida nos sedimentos.

INTRODUÇÃO

Os depósitos atuais da plataforma continental do Amazonas são resultantes do grande aporte de sedimentos terrígenos transportados pelo rio Amazonas. Santos (1972) caracterizou três níveis de cotas batimétricas marcantes na plataforma e os aspectos sedimentológicos e biológicos existentes. O nível de 0 a 30 metros representaria aproximadamente a atual sedimentação do delta subaquoso do Amazonas, enquanto que profundidades maiores apresentariam sedimentos remanescentes às flutuações do nível do mar durante o Pleistoceno/Holoceno.

O presente estudo desenvolveu-se em

amostragens realizadas até a profundidade de 64 metros, tendo sido observadas diversas estruturas biogênicas em processo de formação. Esta região foi designada por Santos (1972) como fácies areno-argilosa de progradação marinha. Através de uma análise sedimentológica detalhada, Kuehl et alii (1986) identificaram cinco fácies nestes depósitos (com menos de 100 anos).

Os sedimentos dominantes na atual plataforma do Amazonas são essencialmente argilosos apresentando geralmente coloração acinzentada, do cinza claro a escuro, variando sua tonalidade de acordo com o conteúdo orgânico e óxidos de manganês presentes. Intercalados aos sedimentos argilosos podem ocorrer níveis milimétricos de silte ou areia

lina.

Os aspectos geológicos desta plataforma resultam, além de ações erosivas e deposicionais sob o regime atual do rio Amazonas, dos padrões de circulação oceânica e da ação de ondas e marés. A distribuição dos organismos na plataforma interna é essencialmente controlada pelos aspectos físicos do substrato, tais como a compactação do sedimento, aporte de terrígenos e pela energia das correntes oceânicas (Santos, 1972).

O PROJETO AMASSEDS E A METODOLOGIA EMPREGADA

O Projeto AMASSEDS ("A Multidisciplinary Amazon Shelf SEDiment Study"), que vem se desenvolvendo desde 1986, faz parte de um programa de cooperação científica entre universidades federais brasileiras e universidades americanas, tendo por objetivo o estudo das partículas sedimentares da coluna d'água, sua acumulação e seus efeitos nos processos geoquímicos tanto na coluna d'água como no fundo marinho. Os trabalhos de coleta de dados foram efetuados a bordo do navio oceanográfico Columbus Iselin, da Universidade de Miami, em três pernadas durante os cruzeiros II e III, a saber:

Cruzeiro II (C19002): perna 3, realizada no período de 28/02 a 09/03/90 (Carvalho, 1990a).

Cruzeiro III (C19004): perna 2, realizada no período de 07/05 a 20/05/90; perna 3, realizada no período de 22/05 a 31/05/90 (Carvalho, 1990b e Fernandes, 1990).

O procedimento para o estudo dos icnitos da plataforma do Amazonas foi a observação direta de amostragens por *box-core* realizadas em diversas estações durante o período de 28/02/90 a 31/05/90 (Mapa 1). Durante a análise do material orgânico, teve-se atenção para a separação das formas vivas e de restos esqueléticos não vivos (em especial valvas isoladas de bivalves), utilizando-se uma peneira com malha de 0,5 mm para a triagem destes. Entre os organismos presentes destacaram-se os bivalves (*Adrana electra*, *Corbula patagonica*, *Lucina muricata*, *Macoma tagelliformis*, *Nuculana concentrica*, *Periploma* sp., *Tellina trinitatis*,

Tellina sp. e *Yoldia crosbyana*), gastrópodes (*Bursa bufo*, *Calyptrea centralis*, *Cosmioconcha nitens*, *Costoanachis helenae* e *Thais haematoma*), escatópodes (*Dentalium* sp.), ofiuróides (*Micropholis atra*), crustáceos, poliquetas e alevinos de peixes.

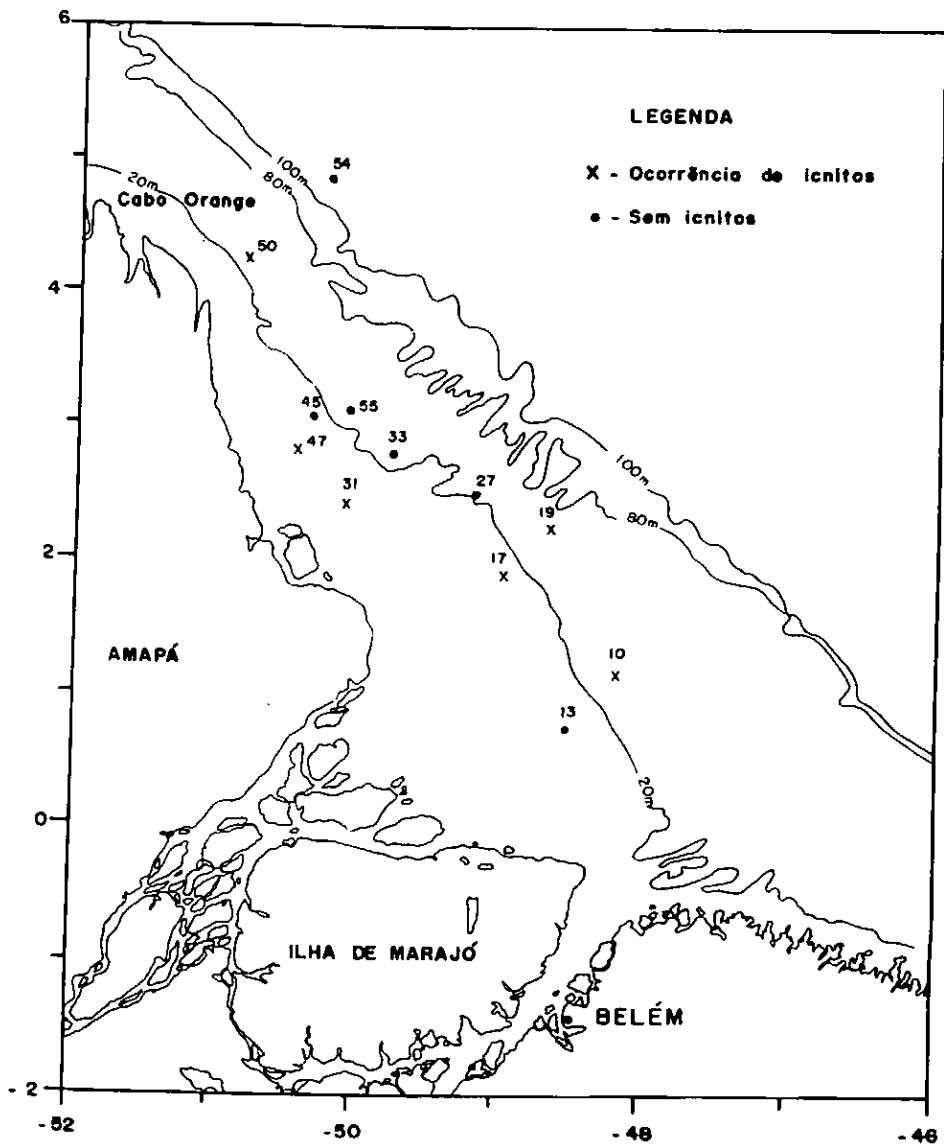
O estudo baseou-se na análise da macrofauna bentônica proveniente das amostragens e dos icnitos associados, apresentando-os segundo sua classificação etológica (comportamental). Os dados de pH, salinidade, temperatura e profundidade forneceram os subsídios necessários para a compreensão do controle exercido pelos fatores químicos e físicos do ambiente sobre o comportamento fisiológico da biota.

A perna 3 (Cruzeiro II) visitou 59 estações com medições de parâmetros físicos e químicos da coluna d'água e coleta de amostras por *box-core* em doze estações, sendo que somente seis apresentaram material icnológico. A perna 2 (Cruzeiro III) coletou amostras e fez medições em 42 estações, sendo que 11 apresentaram icnitos. Durante a perna 3 do Cruzeiro III, foram coletadas informações em 64 estações, das quais apenas 15 contaram com amostragens do fundo e em somente seis foram observadas bioturbações em sua superfície. Deve-se ressaltar que esses dados são provenientes apenas de amostragens superficiais de *box-core* (com exceção para uma amostragem por *kasten-core*).

Todo o estudo desenvolveu-se em amostragens situadas em profundidades que variavam entre 12 e 74 metros. Os aspectos físico-químicos da coluna d'água em cada estação foram avaliados com a utilização de um CTD, sendo seus resultados comparados à frequência dos icnitos presentes e dos organismos associados.

Após cada observação e registro das bioturbações presentes na superfície do sedimento contido no interior dos *box-cores*, parte do sedimento foi criteriosamente lavado e peneirado para a separação dos organismos não vivos. Para cada estação foi retirada amostragem complementar para análise posterior e separação dos microbioclastos. Os organismos vivos, quando presentes, eram fixados em formol a 10% e, após sua classificação, incorporados às coleções do

Cruzeiro II, pernada 3



Mapa 1 - Distribuição das estações amostradas durante o Cruzeiro II (CI9002), pernada 3.

Departamento de Invertebrados do Museu Nacional e do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Nos mapas 1, 2 e 3 e nas tabelas 1, 2 e 3, encontram-se ilustradas e relacionadas as estações em que foram realizadas as amostragens de fundo das pernadas acima citadas, bem como informações básicas referentes às mesmas, como coordenadas, profundidade, temperatura, salinidade, pH e percentual de luminosidade do fundo, concentração de sedimentos em suspensão e de oxigênio, bem como a presença ou ausência de bioturbações.

OBJETIVOS

Através da observação das diversas estruturas biogênicas produzidas atualmente na foz do rio Amazonas e plataforma do Amazonas, visou-se à compreensão da origem e diversidade dos icnitos aí encontrados, relacionando-os ao controle exercido pelas condições energéticas da interface deposicional, tipo de substrato, viabilidade alimentar, profundidade da lâmina d'água e granulometria do sedimento (Mapa 4).

Procurou-se um padrão na distribuição espacial dos organismos produtores de pistas, escavações e outras estruturas biogênicas, e do controle exercido pelos fatores bióticos, químicos e físicos do substrato (Mapas 5, 6, 7, 8 e 9) sobre os aspectos etológicos.

ASPECTOS ICNOLÓGICOS DAS ESTAÇÕES

I

CRUZEIRO II (C19002)

PERNADA 3

(28/02/90 - 09/03/90)

Estação 10 (01° 09,10' N, 48° 11,80' W)

Ocorrem icnitos tanto na interface sedimento-água, quanto escavações através da argila orgânica, incipientemente laminada, à uma profundidade de 34 metros. As pistas são formas suavemente meandranes com comprimento de até 10 cm (Estampa I, figura 1); distribuem-se sobre a interface sedimento-água de forma aleatória, não apresentando meniscos. Observam-se também escavações

verticais, não ramificadas, com abertura circular, nas quais foram encontrados bivalves. Apesar das condições de salinidade (36,21%) permitem o desenvolvimento de formas marinhas, a abundância de organismos é bastante baixa. Classificação etológica dos icnitos: **DOMICHNIA**.

Estação 17 (01° 53,29' N, 48° 58,69' W)

São sedimentos argilosos, com massas arredondadas de areia fina, situados em uma região com lâmina d'água de 13 metros, apresentando escavações verticais não ramificadas e sem estruturas meniscóides (Estampa I, figura 2). O comprimento destas escavações é de aproximadamente 3,0 cm e sua abertura possui uma forma circular. Além de uma quela isolada, foram encontrados espécimens jovens de crustáceos no interior das escavações. Classificação etológica dos icnitos: **DOMICHNIA**.

Estação 19 (02° 14,80' N, 48° 40,80' W)

Na interface sedimento-água, situada à uma profundidade de 40 metros, estão presentes icnitos na superfície e em escavações através da argila. A abundância e diversidade de organismos presentes é expressiva. Ocorrem poliquetas, bivalves e ofiuróides. Os poliquetas são tubificídeos, os quais constroem tubos na superfície do substrato, através do aglutinamento de partículas. Os bivalves são encontrados em escavações rasas (2,0 - 3,0 cm) no substrato. Através do deslocamento sobre a superfície, os ofiuróides produzem diversas pistas sobrepostas, e suavemente meandranes. Classificação etológica dos icnitos: **FODINICHNIA, REPICHNIA e DOMICHNIA**.

Estação 31 (02° 23,69' N, 50° 05,09' W)

Os icnitos existentes nesta estação correspondem à pistas na superfície deposicional e também à escavações verticais. A profundidade da lâmina d'água é de 15 metros, sendo grande a abundância de crustáceos, os quais produzem escavações com abertura circular (diâmetro de 0,5 cm) e altura de 1,0 cm nos sedimentos argilosos. Ocorrem também alevinos de actinoptérgeos, os quais produzem pistas curtas (aproximadamente 2,0 cm) e de morfologia

TABELA 1
Cruzeiro II - Pernada 3
 Relação das estações com amostragens de fundo

#	Coordenadas	Prof. m	Temp. C	Sal. %	pH	Luz. %	C. S. mg/l	O ₂ ml/l
10	01 + 09,10' N 48 + 11,80' W	34	27,30	36,21	8,13	23,80	61,1	3,70
13	00 + 43,60' N 48 + 32,29' W	13	27,42	20,04	0,00	577,7	3,61	-
17 (*)	01 + 53,29' N 48 + 58,69' W	13	27,47	30,20	8,72	0,00	577,7	1,99
19 (*)	02 + 14,80' N 48 + 40,80' W	40	27,28	36,13	8,04	68,20	11,6	3,98
27	02 + 28,60' N 49 + 11,29' W	19	27,37	35,10	-	47,30	25,0	3,63
31 (*)	02 + 23,69' N 50 + 05,09' W	15	27,19	22,35	7,76	0,00	577,7	3,68
33	02 + 45,59' N 49 + 45,89' W	20	26,83	35,88	-	30,70	52,3	3,30
45	02 + 59,89' N 50 + 14,80' W	18	27,07	33,34	-	0,00	577,7	2,58
47 (*)	02 + 47,70' N 50 + 26,59' W	15	27,28	22,31	8,01	0,00	577,7	3,86
50 (*)	04 + 14,39' N 50 + 49,39' W	36	26,28	36,23	8,06	86,40	5,5	3,63
55	03 + 12,90' N 50 + 05,60' W	25	-	-	-	-	-	-
56	02 + 54,80' N 49 + 32,90' W	30	-	-	-	-	-	-

(*) - Presença de bioturbações

Dados obtidos pela utilização de CTD coordenado por R. Limeburner (Woods Hole Oceanographic Institution).

TABELA 2
Cruzeiro III - Pernada 2
 Relação das estações com amostragens de fundo

#	Coordenadas	Prof. m	Temp. C	Sal. %	pH	Luz. %	C. S. mg/l	O ₂ ml/l
3201	00 + 29,30' N 48 + 11,20' W	12	28,21	14,00	8,01	54,40	-	4,02
3202	00 + 50,42' N 48 + 28,99' W	13	-	-	-	-	-	-
3203	01 + 14,30' N 48 + 43,10' W	14	-	-	-	-	-	-

3204	01 + 47,60' N 49 + 06,50' W	12	29,05	6,13	7,60	5,10	-	4,02
3205 (*)	02 + 05,30' N 48 + 51,30' W	22	-	-	-	-	-	-
3206 (*)	01 + 27,40' N 48 + 34,90' W	19	-	-	-	-	-	-
3207 (*)	01 + 00,03' N 48 + 22,42' W	19	-	-	-	-	-	-
3208	00 + 40,01' N 48 + 03,32' W	25	-	-	-	-	-	-
3209 (*)	01 + 20,93' N 48 + 00,20' W	53	29,01	32,85	-	84,00	-	3,82
3210 (*)	01 + 52,45' N 48 + 16,02' W	47	-	-	-	-	-	-
3211 (*)	02 + 19,08' N 48 + 38,20' W	49	28,53	36,00	-	71,10	-	3,78
3212 (*)	02 + 40,17' N 49 + 01,98' W	64	-	-	-	-	-	-
3213	02 + 23,05' N 49 + 22,09' W	16	-	-	-	-	-	-
3214	02 + 33,42' N 49 + 42,34' W	20	-	-	-	-	-	-
3215 (*)	02 + 38,90' N 50 + 07,20' W	15	-	-	-	-	-	-
3216	02 + 42,60' N 50 + 27,00' W	13	28,87	18,75	-	0,00	-	3,75
3217 (*)	02 + 50,67' N 50 + 23,38' W	16	-	-	-	-	-	-
3218 (*)	03 + 43,63' N 50 + 59,22' W	21	-	-	-	-	-	-
3219 (*)	03 + 56,40' N 50 + 37,60' W	46	-	-	-	-	-	-
3220 (*)	03 + 29,59' N 50 + 24,42' W	28	-	-	-	-	-	-
3221	03 + 23,08' N 50 + 04,08' W	40	26,32	33,00	-	66,50	-	4,11
3222	03 + 20,43' N 49 + 56,86' W	50	-	-	-	-	-	-
3223	03 + 28,70' N 50 + 09,30' W	33	-	-	-	-	-	-
3224	04 + 10,00' N 51 + 03,40' W	10	-	-	-	-	-	-
3225	03 + 21,09' N 50 + 35,90' W	20	-	-	-	-	-	-
3226	03 + 08,21' N 50 + 05,44' W	20	28,99	14,10	-	72,90	-	5,20
3227	03 + 22,99' N 49 + 56,42' W	64	-	-	-	-	-	-
3228	03 + 25,13' N 49 + 54,76' W	74	-	-	-	-	-	-
3230	03 + 12,50' N	66	-	-	-	-	-	-

	49+ 43,80' W							
3231	02+ 50,45' N 49+ 52,64' W	20	-	-	-	-	-	-
3232	02+ 21,20' N 49+ 55,72' W	10	-	-	-	-	-	-

(*) - Presença de bioturbações

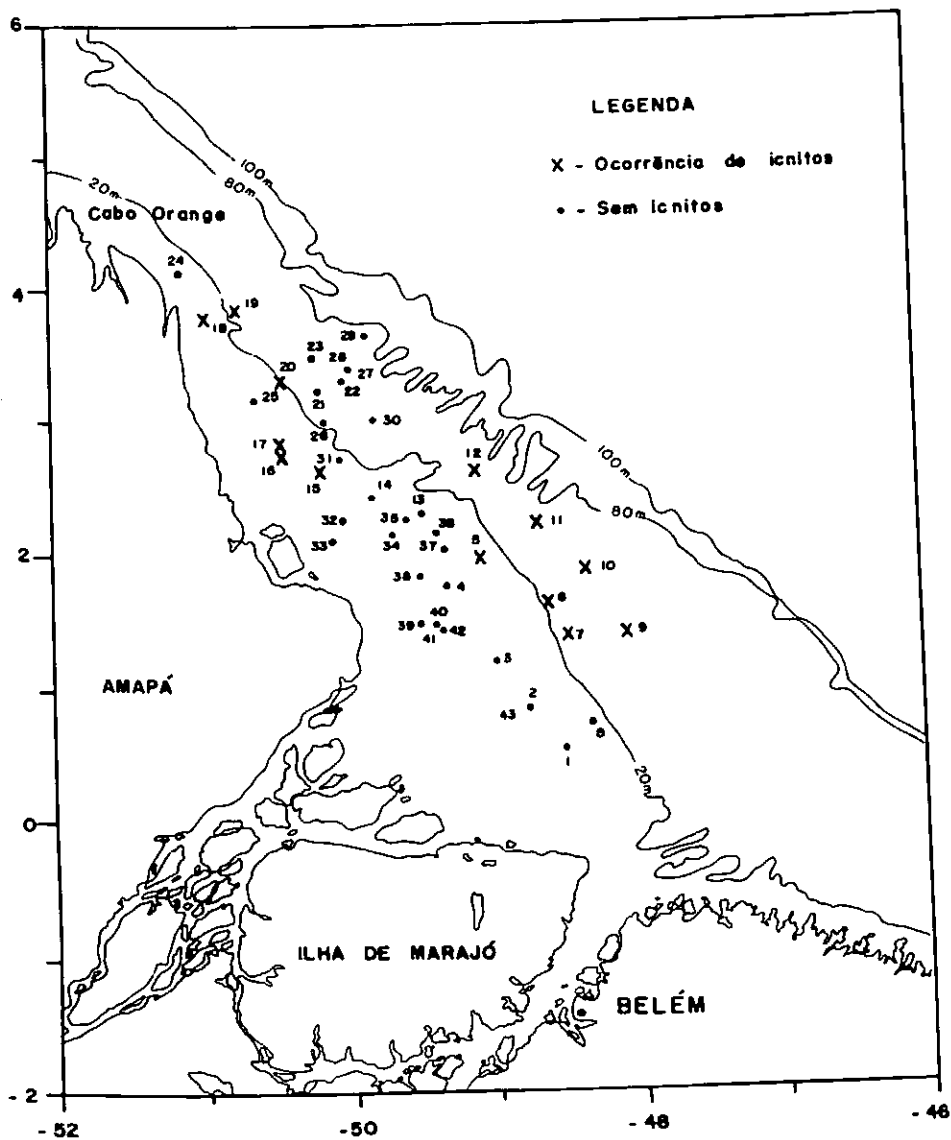
TABELA 3
Cruzeiro III - Pernada 3
Relação das estações com amostragens de fundo

#	Coordenadas	Prof. m	Temp. C	Sal. %	pH	Luz. %	C. S. mg/l	O ₂ ml/l
10 (*)	01+ 10,40' N 48+ 12,10' W	32	28,78	35,91	8,06	82,90	-	3,68
13	00+ 43,80' N 48+ 32,40' W	14	28,83	14,83	7,32	0,00	-	2,26
17 (?)	01+ 55,15' N 48+ 57,82' W	15	28,60	32,93	8,04	0,00	-	2,86
19 (*)	02+ 14,96' N 48+ 40,68' W	41	27,69	36,13	8,10	72,10	-	3,28
29	02+ 28,80' N 49+ 11,40' W	20	28,28	32,13	8,07	76,40	-	3,35
33	02+ 23,20' N 50+ 05,30' W	15	28,81	14,83	7,53	0,00	-	3,68
35 (*)	02+ 46,40' N 49+ 45,70' W	20	27,40	34,59	7,94	0,00	-	2,82
36	02+ 56,52' N 49+ 35,40' W	27	27,27	35,41	8,11	0,00	-	3,05
47	03+ 18,80' N 50+ 00,70' W	34	27,21	36,06	8,11	31,70	-	3,24
48	03+ 11,82' N 50+ 06,33' W	23	27,38	35,47	8,09	0,00	-	3,03
50 (?)	02+ 47,60' N 50+ 26,50' W	16	28,25	21,45	7,74	0,00	-	2,31
51 (*)	04+ 03,00' N 50+ 55,90' W	17	27,20	35,52	7,93	42,90	-	1,89
53 (*)	04+ 15,10' N 50+ 50,40' W	35	27,03	36,16	8,10	81,00	-	3,28
61 (*)	02+ 06,70' N 48+ 49,10' W	24	28,83	35,84	8,12	40,20	-	3,54
63	01+ 39,40' N 49+ 13,50' W	11	28,71	12,39	7,44	22,50	-	3,87

(*) - Presença de bioturbações

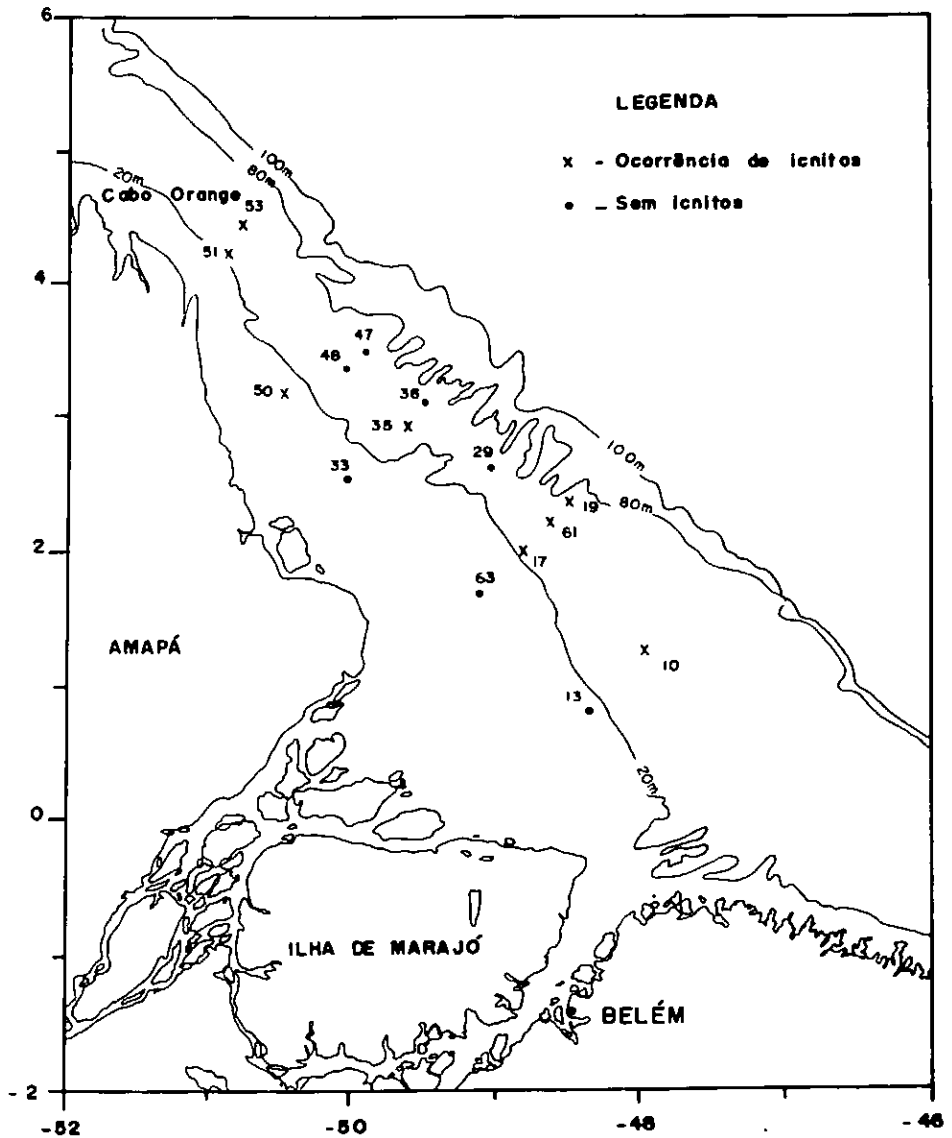
(?) - Ocorrência duvidosa de bioturbações

Cruzeiro III, pernada 2



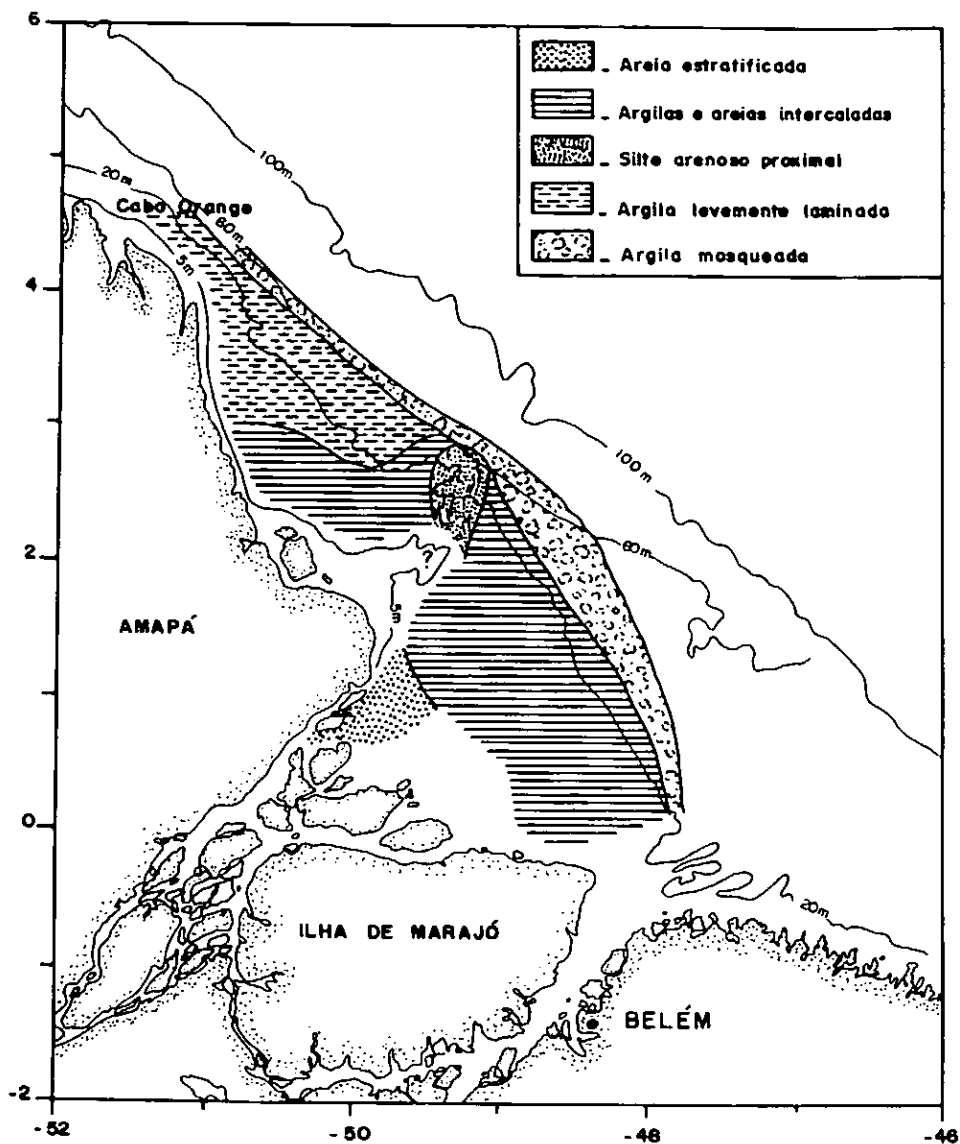
Mapa 2 - Distribuição das estações amostradas durante o Cruzeiro III (C19004), pernada 2. Modificado de Rine & Nittrouer (1990).

Cruzeiro III , pernada 3



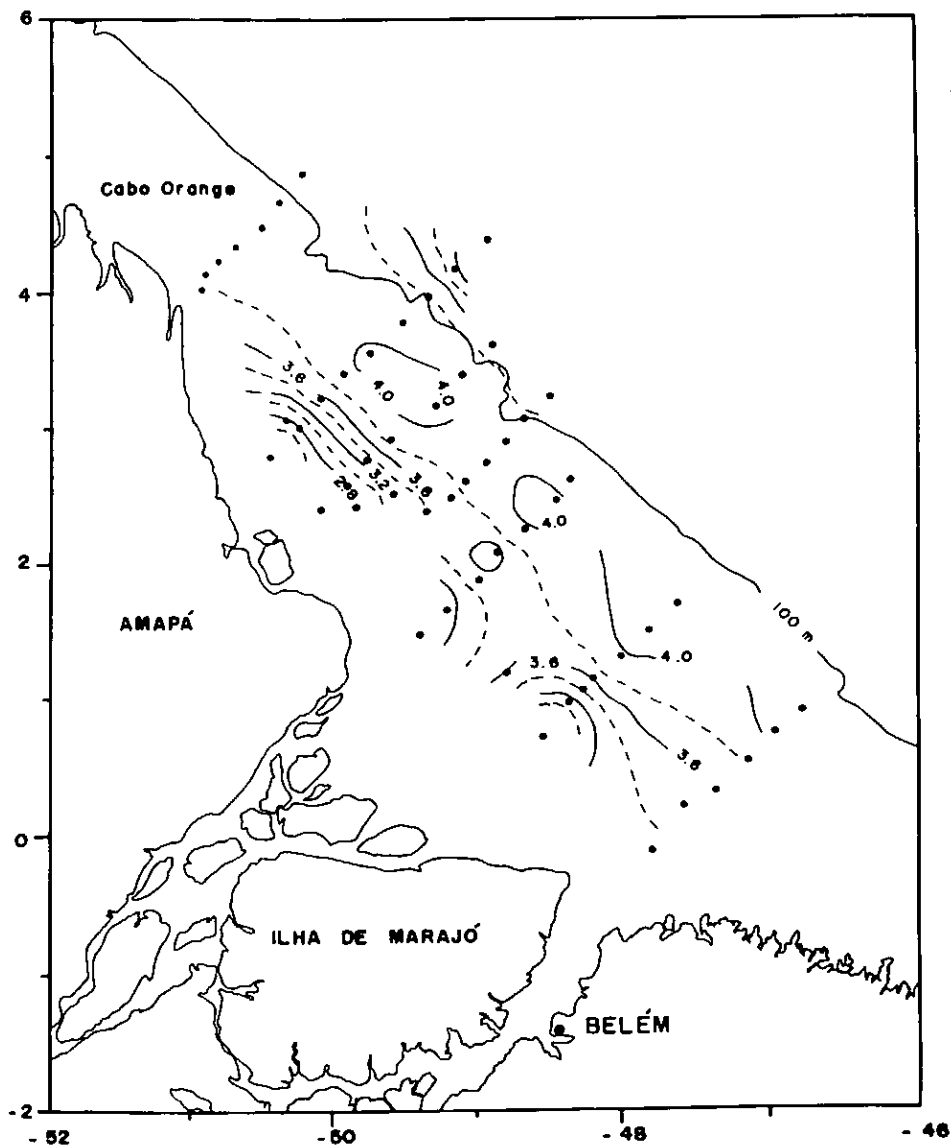
Mapa 3 - Distribuição das estações amostradas durante o Cruzeiro III (CI9004), pernada 3. Modificado de Fernandes (1990).

Fácies Sedimentares da Plataforma do Amazonas



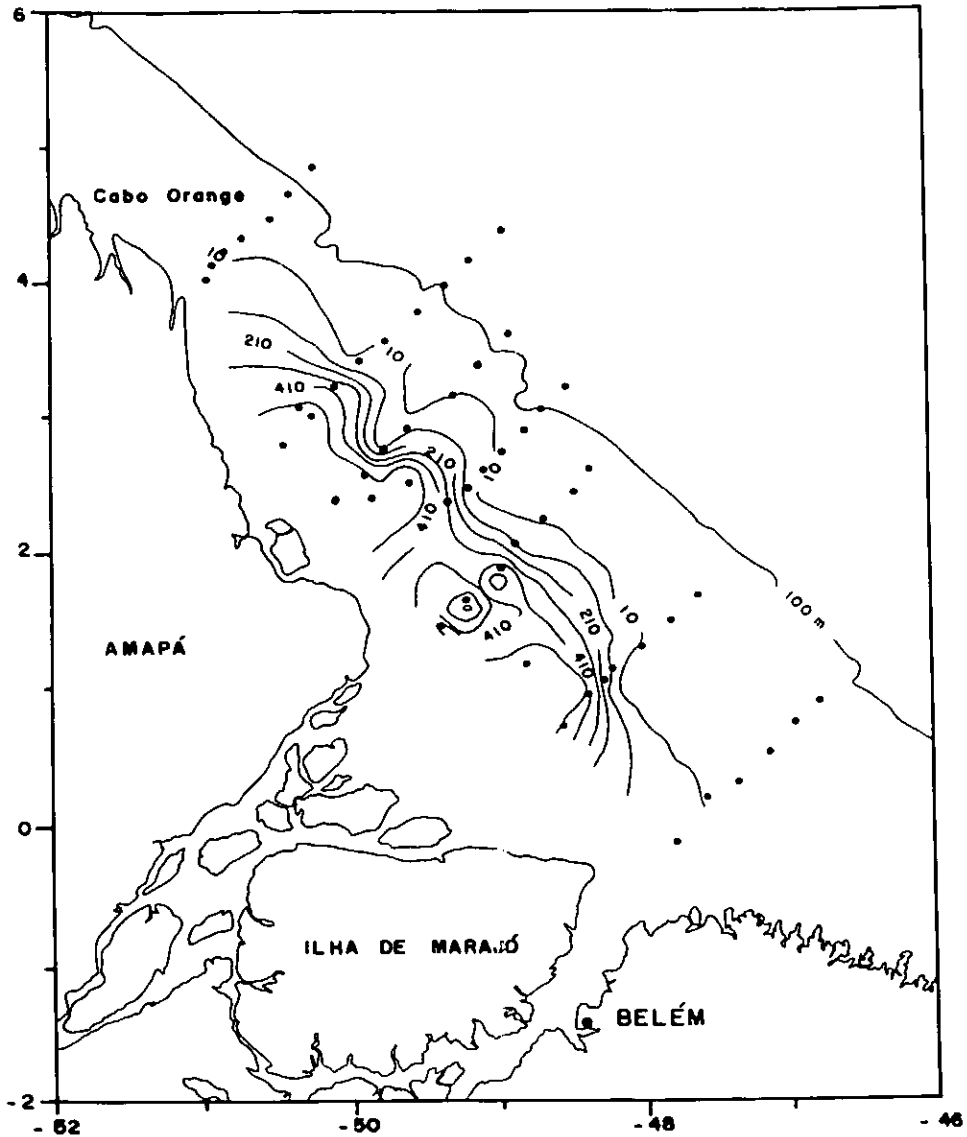
Mapa 4 - Distribuição das facies sedimentares do delta do Amazonas. Modificado de Kuehl et al. (1986).

Oxigênio no Fundo ml/l (Cruzeiro II, pernada 3)



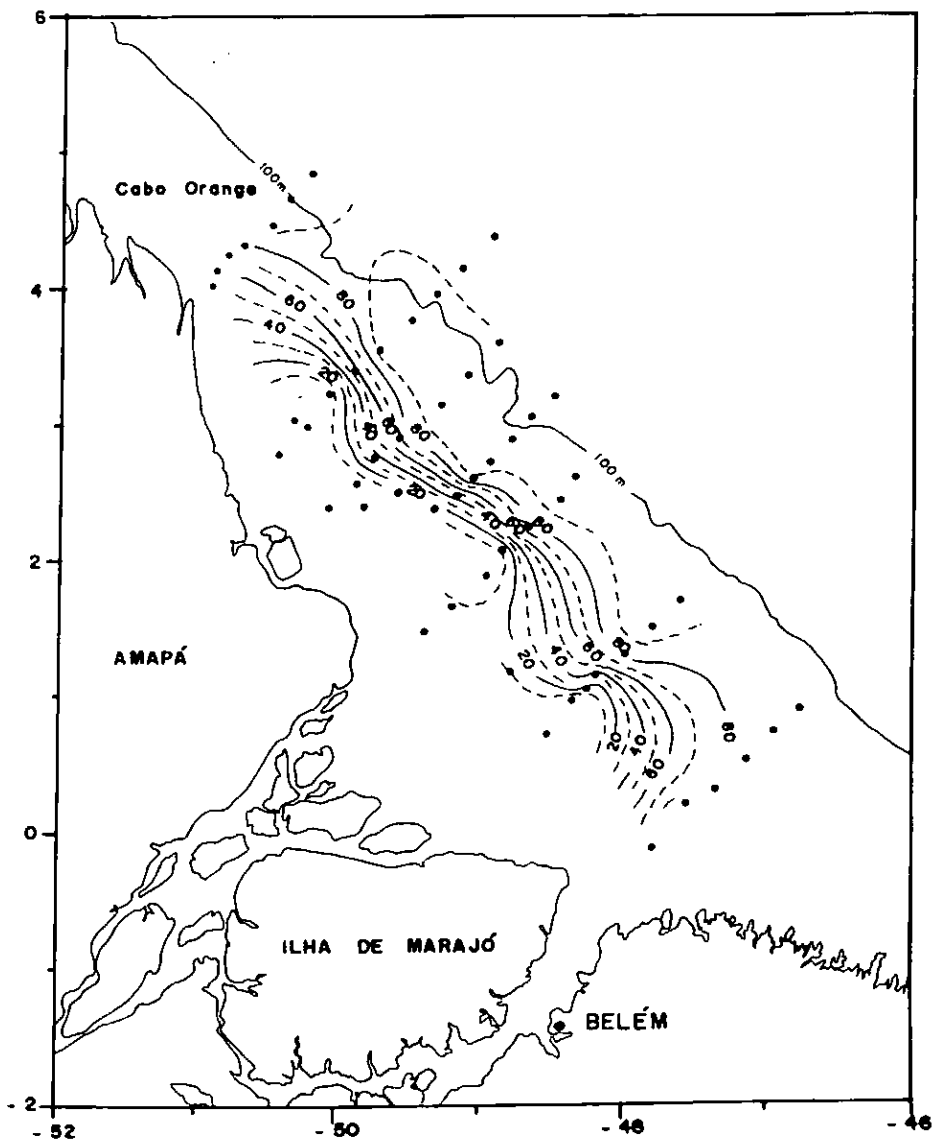
Mapa 5 - Concentração de oxigênio (ml/l) na plataforma do Amazonas - Cruzeiro II, pernada 3. Modificado de Limeburner & Beardsley (1991).

Concentração de Sedimentos no Fundo mg/l
(Cruzeiro II, pernada 3)



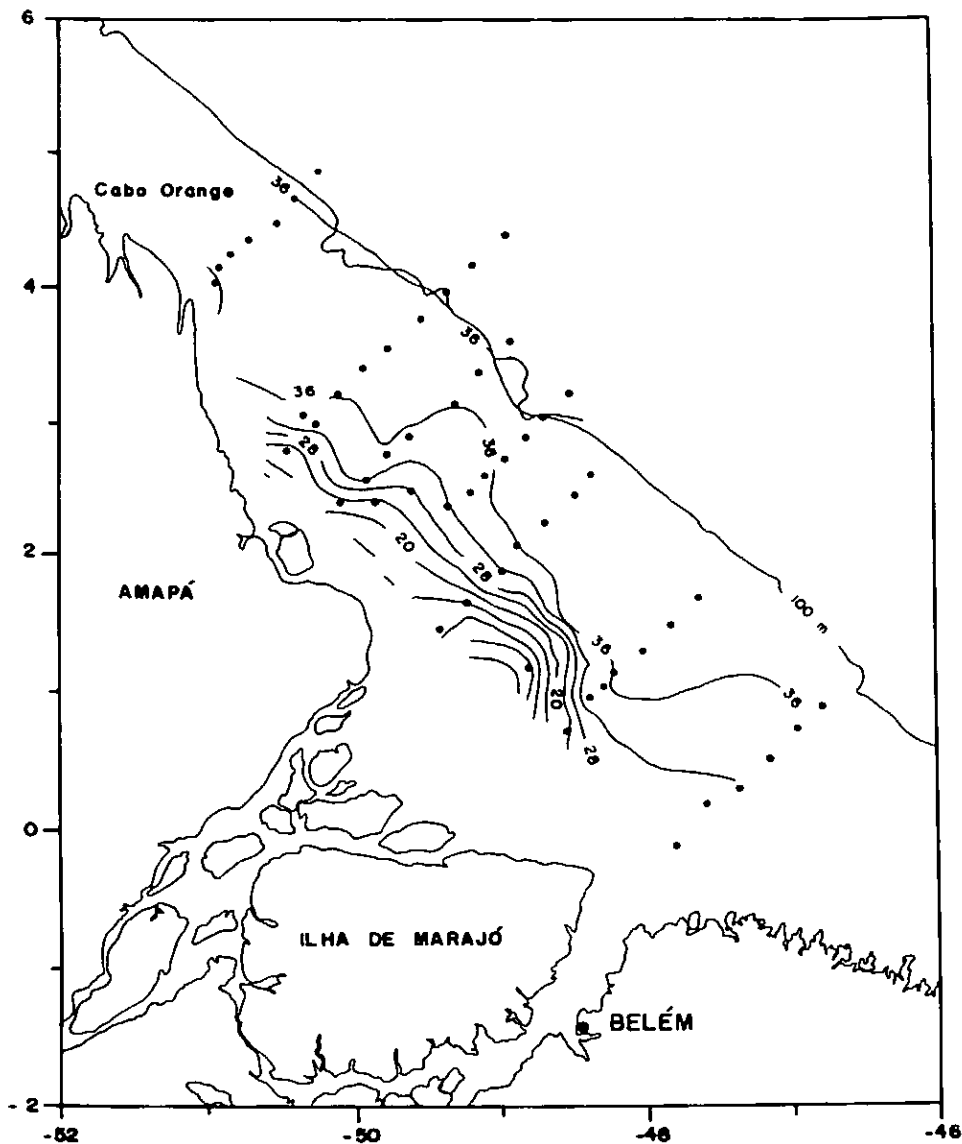
Mapa 6 - Concentração de partículas em suspensão junto à interface sedimento-água (mg/l) - Cruzeiro II, pernada 3. Modificado de Limeburner & Beardsley (1991).

Luminosidade de Fundo (Cruzeiro II, pernada 3)



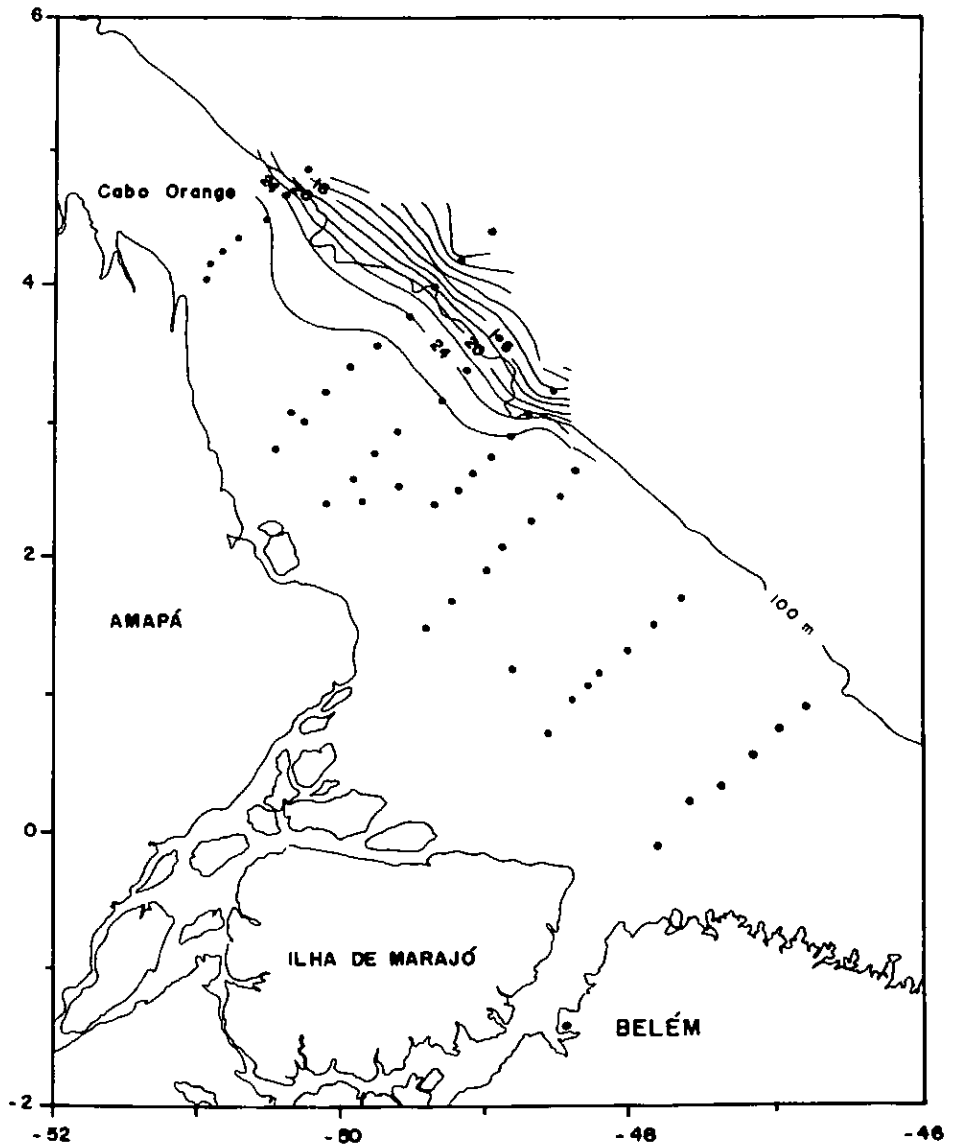
Mapa 7 - Distribuição da luminosidade no fundo (%) - Cruzeiro II, pernada 3. Modificado de Limeburner (1990).

Salinidade de Fundo (Cruzeiro II , pernada 3)



Mapa 8 - Distribuição do percentual de salinidade do fundo - Cruzeiro II, pernada 3. Modificado de Limeburner & Beardsley (1991).

Temperatura de Fundo (Cruzeiro II, pernada 3)



Mapa 9 - Condições de temperatura do fundo (°C) na plataforma externa - Cruzeiro II, pernada 3. Modificado de Limeburner & Beardsley (1991).

recurvada. Classificação etológica dos icnitos: **DOMICHNIA** e **REPICHNIA**.

Estação 47 (02° 47,70' N, 50° 26,59' W)

A uma profundidade de 15 metros, a superfície deposicional apresenta pistas e escavações verticais. A abundância e diversidade de organismos é baixa, tendo sido encontrados somente crustáceos e um alevino de actinopterígeo. As bioturbações têm o mesmo aspecto das existentes na estação 31. São depressões rasas, com diâmetro entre 0,5 - 1,0 cm (abertura circular a oval) e pistas horizontais com 2,0 cm de comprimento máximo. Ambas não apresentam meniscos. Classificação etológica dos icnitos: **DOMICHNIA**.

Estação 50 (04° 14,39' N, 50° 49,39' W)

A interface deposicional situa-se à 36 metros e em sua superfície são frequentes as pistas e escavações (Estampa I, figura 3). A diversidade e abundância de organismos é alta, sendo encontrados bivalves, gastrópodes, ofiuróides e poliquetas. Ocorrem escavações verticais não ramificadas e tubos em "U", estes produzidos provavelmente por poliquetas. São também comuns pistas sobrepostas e de dimensões reduzidas (2,0 cm de comprimento máximo), e alguns bivalves foram encontrados em escavações verticais. Classificação etológica dos icnitos: **REPICHNIA**, **FODINICHNIA** e **DOMICHNIA**.

II

CRUZEIRO III (CI9004)

PERNADA 2

(07/05 - 20/05/90)

Estação 3205 (02° 05,30' N, 48° 51,30' W)

Escavações verticais com aberturas ovaladas e icnitos espiralados (?*Spirophyton*). A superfície apresenta-se muito bioturbada. O sedimento de fundo é uma argila de cor escura, orgânica. Os organismos encontrados foram actinopterígeos (alevinos), crustáceos e poliquetas, sendo as principais formas responsáveis pelas bioturbações. A profundidade máxima da lâmina d' água é de 22 metros. Classificação etológica dos icnitos:

DOMICHNIA e **FODINICHNIA**.

Estação 3206 (01° 27,40' N, 48° 34,90' W)

À uma profundidade de 19 metros foi observado que a superfície de uma argila avermelhada apresentava bioturbações, sem qualquer tipo de padrão definido. Os organismos presentes limitavam-se a bivalves (fragmentos de valvas). Classificação etológica dos icnitos: **REPICHNIA**.

Estação 3207 (01° 00,03' N, 48° 22,42' W)

Também nesta estação observou-se o mesmo aspecto icnológico encontrado na estação 3206. A profundidade e as características do sedimento eram as mesmas da estação anterior - 19 metros e argila de coloração avermelhada. A ação biogênica produziu estruturas sem um padrão morfológico definido. Classificação etológica dos icnitos: **REPICHNIA**.

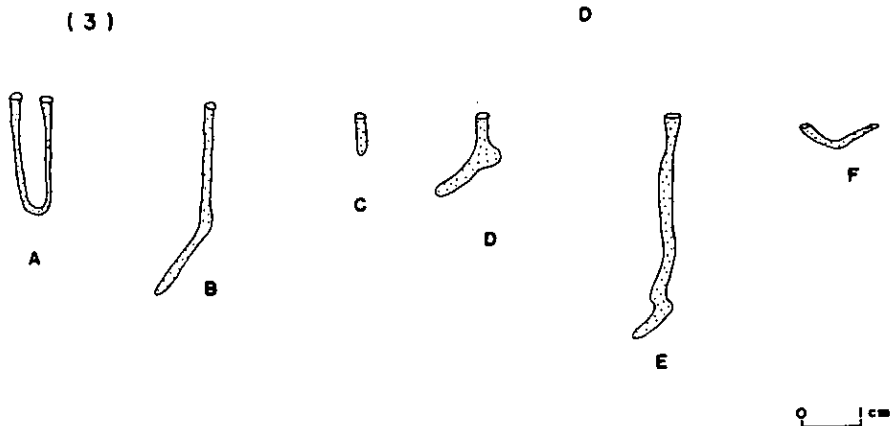
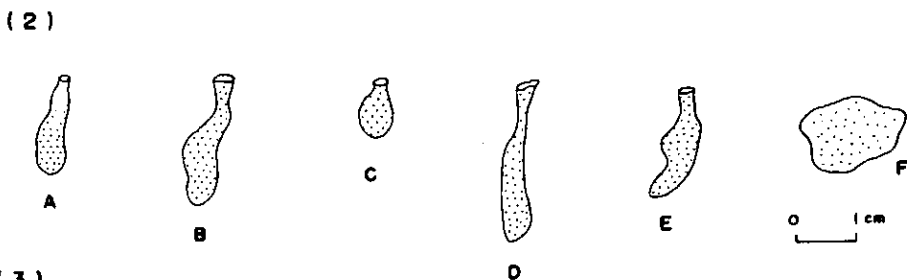
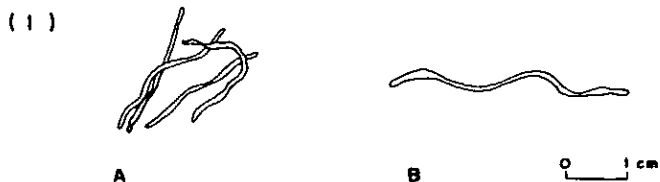
Estação 3209 (01° 20,93' N, 48° 00,20' W)

Há a presença de tubos verticais com abertura circular de 0,3 cm de diâmetro e de pistas meandriformes na superfície. Grande abundância de organismos como ofiuróides, crustáceos, escafópodes, bivalves e poliquetas, os quais bioturbaram uma argila muito plástica e que permitiu a manutenção das paredes das escavações e dos traços produzidos na superfície. Classificação etológica dos icnitos: **DOMICHNIA** e **REPICHNIA**.

Estação 3210 (01° 52,45' N, 48° 16,02' W)

A interface sedimento-água situa-se a 47 metros de profundidade. Foram observadas pistas meandriformes produzidas pelo movimento serpentiforme dos braços dos ofiuróides (Estampa II, figura 1) e algumas impressões do disco central destes. Tubos em "U" produzidos por poliquetas também estavam presentes. Os organismos observados foram ofiuróides (Estampa IV, figuras 1 e 2), poliquetas, bivalves, gastrópodes e escafópodes. Classificação etológica dos icnitos: **REPICHNIA** e **DOMICHNIA**.

ESTAMPA I



ESTAMPA I

Figura 1. (A) e (B): pistas suavemente meandранtes dispostas na interface sedimento-água. Cruzeiro II, pernada 3, estação 10, profundidade de 34 metros, salinidade normal e pH alcalino.

Figura 2. (A), (B), (C), (D) e (E): estruturas de habitação (DOMICHNIA) produzidas por crustáceos decápodos. (F): massas arredondadas arenosas (icnitos (?) de alimentação). Cruzeiro II, pernada 3, estação 17, profundidade de 13 metros, salinidade de 30,20% e pH alcalino.

Figura 3. (A), (B), (C), (D), (E) e (F): estruturas de habitação produzidas por poliquetas. Cruzeiro II, pernada 3, estação 50, profundidade de 36 metros, salinidade de 26,28% e pH alcalino.

Estação 3211 (02° 19,08' N, 48° 38,20' W)

Presença de pistas meandriformes na interface sedimento-água, a qual situa-se à 49 metros de profundidade. Ofluróides, poliquetas e escafópodes foram os organismos encontrados. Classificação etológica dos icnitos: **REPICHNIA** e **DOMICHNIA**.

Estação 3212 (02° 40,17' N, 49° 01,98' W)

Ocorrem pistas horizontais meandantes, as quais se Intercruzam, em um sedimento argilo-arenoso, e que foram produzidas pelo movimento serpentiforme dos braços de ofluróides. A profundidade da lâmina d' água é de 64 metros. Os organismos presentes são ofluróides, crustáceos, bivalves e gastrópodes. Classificação etológica dos icnitos: **REPICHNIA**.

Estação 3215 (02° 38,90' N, 50° 07,20' W)

Uma amostragem com tubo de PVC retirada do *box-core* mostrou pistas de seção circular com estrutura meniscóide. Não foram encontrados quaisquer organismos. A interface sedimento-água situa-se a 15 metros de profundidade. Classificação etológica dos icnitos: **?REPICHNIA** ou **FODINICHNIA**.

Estação 3217 (02° 50,67' N, 50° 23,38' W)

Em uma argila orgânica de cor escura, numa profundidade de 16 metros, foi evidenciado numa amostragem por *kasten-core*, a 2 metros da interface sedimento-água, estruturas tubulares verticais (40 cm de comprimento), com ramificações e câmaras terminais ovaladas (Estampa II, figura 2). Não foram observados organismos ou icnitos na amostragem por *box-core*. Classificação etológica dos icnitos: **DOMICHNIA**.

Estação 3218 (03° 43,63' N, 50° 59,22' W)

Na amostragem por *box-core* evidenciou-se escavações verticais, sem ramificações e com abertura circular (Estampa III, figura 1); o maior comprimento observado foi de 10 cm. Também estavam presentes escavações horizontais não ramificadas, sem meniscos ou quaisquer estruturas internas. A profundidade da interface sedimento-água situa-se a 21 metros. Classificação etológica dos icnitos: **DOMICHNIA** e **REPICHNIA**.

Estação 3219 (03° 56,40' N, 50° 37,60' W)

Em uma argila muito plástica, observou-se um grande número de bioturbações através da análise de uma chapa de raios-X. Os organismos eram abundantes: crustáceos (**Pagurus** sp.), bivalves (Estampa VI, figura 1) e poliquetas (Estampa V, figura 1). A interface sedimento-água situa-se a 46 metros de profundidade. Classificação etológica dos icnitos: **DOMICHNIA** e **FODINICHNIA**.

Estação 3220 (03° 29,59' N, 50° 24,42' W)

Escavações verticais com 1,0 a 2,0 cm de comprimento e abertura elíptica com 0,5 cm de diâmetro (Estampa III, figura 2; estampa VI, figura 2). Distribuídos aleatoriamente. Numa escavação com 3,0 cm de comprimento e de abertura ovalada, continuando sob forma tubular, subhorizontal e com uma câmara terminal, foi encontrado um alevino de actinopterígeo. A profundidade da lâmina d'água é de 28 metros. Classificação etológica dos icnitos: **DOMICHNIA**.

III

CRUZEIRO III (C19004)

PERNADA 3

(22/05 - 31/05/90)

Estação 10 (01° 10,40' N, 48° 12,10' W)

Sedimento constituído por uma argila plástica de cor cinza escura, aparentemente sem qualquer tipo de estrutura interna. Em sua superfície foram observados três orifícios de abertura circular e diâmetro variável de 0,3 a 0,5 cm. Entretanto, não foi registrada a presença de organismos vivos produtores das escavações. A lavagem do sedimento revelou a presença de matéria orgânica (fragmentos vegetais) e diversos exemplares completos e fragmentados de escafópodes, bivalves e gastrópodes. Sua frequência porém pode ser considerada baixa, face à grande quantidade de sedimento examinado. Classificação etológica dos icnitos: **DOMICHNIA**.

Estação 17 (01° 55,15' N, 48° 57,82' W)

A argila semi-fluida desta estação não revelou a presença de organismos vivos e macrobioclásticos, bem como de restos vegetais.

ESTAMPA II

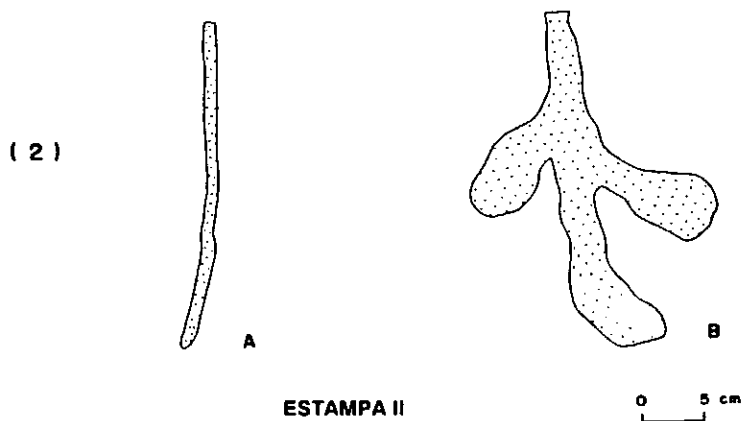
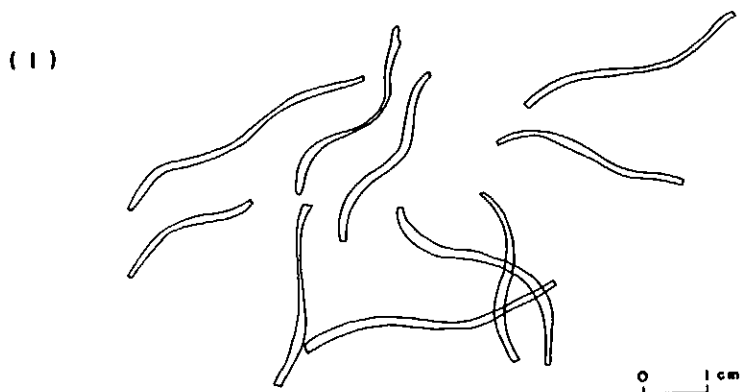
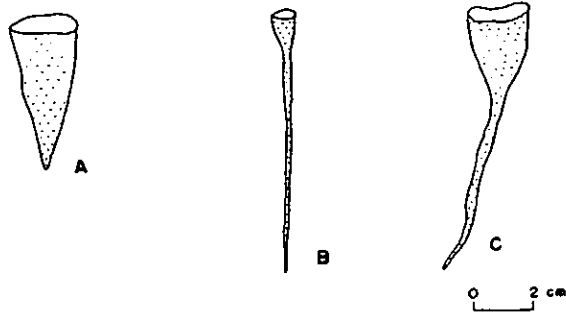


Figura 1. Pistas meandranes produzidas pelo movimento serpentina dos braços de um ofiuróide na interface sedimento-água. Cruzeiro III, pernada 2, estação 3210, profundidade de 47 metros.

Figura 2. Estruturas tubulares verticais, retílineas (A) e estruturas tubulares com câmaras e ramificações (B). Cruzeiro III, pernada 2, estação 3217: amostragem por *kasten-core*, a 2 metros abaixo da interface sedimento-água. Não foi identificado o organismo produtor.

ESTAMPA III

(1)



(2)



ESTAMPA III

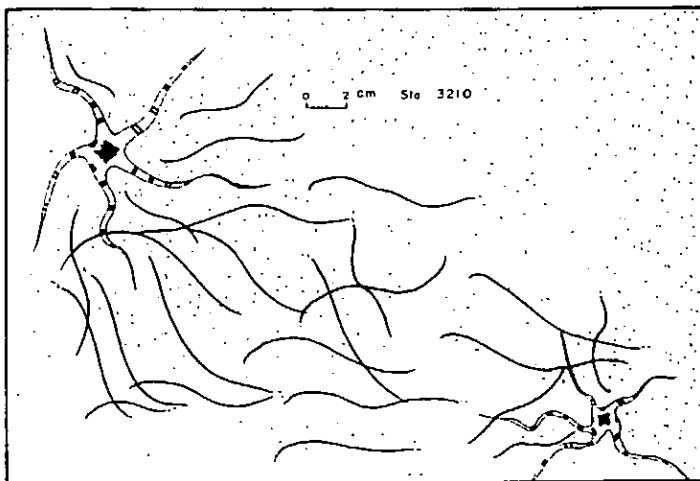
Figura 1. (A), (B) e (C): escavações verticais, sem ramificações, abertura circular e morfologia geral cônica. Produtor não identificado. Cruzeiro III, pernada 2, estação 3218, profundidade de 21 metros.

Figura 2. (A) e (B): escavações de habitação (*DOMICHNIA*) produzidas por alevinos de peixes actinoptérgeos. Cruzeiro III, pernada 2, estação 3220, profundidade de 28 metros.

(1)



(2)



ESTAMPA IV

Figura 1. Ofiuóide proveniente da estação 3210. O movimento serpentiforme dos braços deste organismo produz pistas meandranes superpostas.

Figura 2. Aspecto esquemático da superfície da amostragem de box-core da estação 3210, ressaltando a presença de ofiuóide e pistas meandranes.

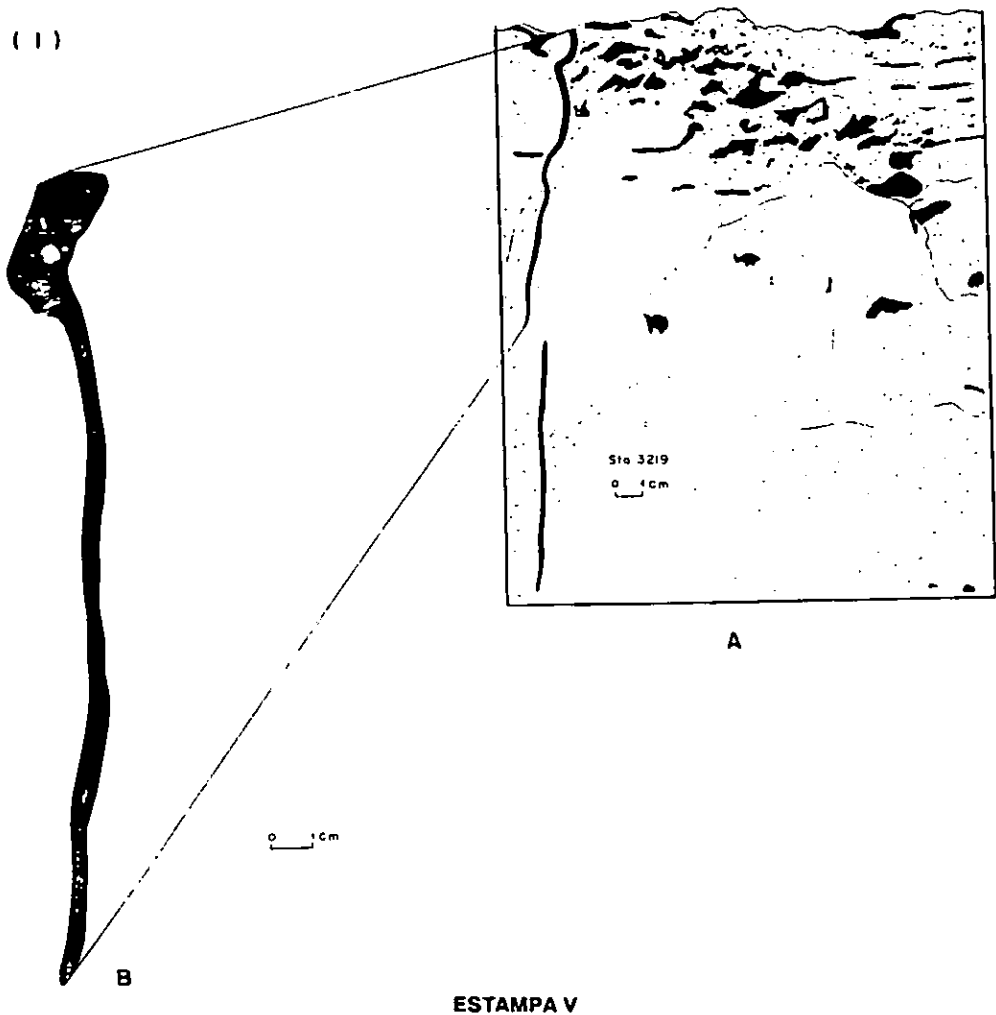
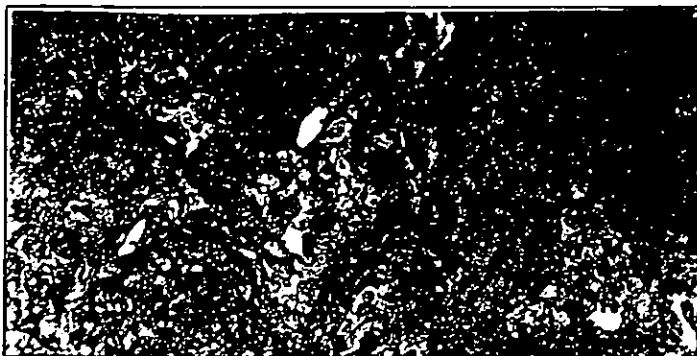


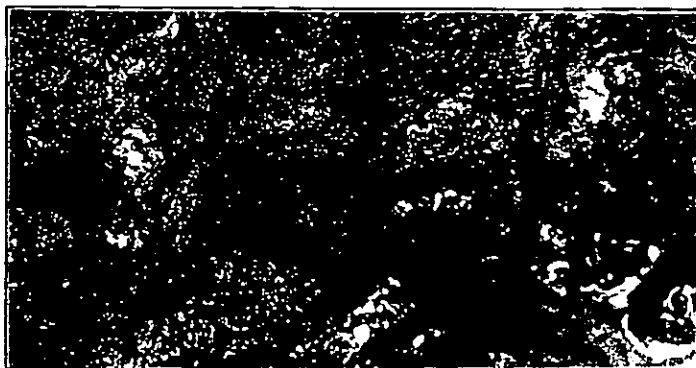
Figura 1. Estação 3219. (A): perfil esquemático da amostragem por *box-core* mostrando na margem esquerda, escavações verticais produzidas por poliquetas. (B): Tubo de poliqueta proveniente da mesma amostragem; sua abertura superior apresenta um aglutinamento de clastos de bivalves.

(1)



Sta 3219
0 1 cm

(2)



Sta 3220
0 20 cm

ESTAMPA VI

Figura 1. Amostragem de *box-core* da estação 3219 onde se destacam bivalves semi-enterrados na superfície; o sedimento argiloso encontra-se bastante compactado.

Figura 2. Marcas de erosão superficiais associadas com as aberturas de escavações, sendo algumas causadas por alevinos de peixes.

A superfície do sedimento na caixa amostradora apresentou alguns orifícios duvidosamente interpretados como aberturas de escavações verticais, as quais poderiam resultar da ação de diminutos poliquetas. Classificação etológica dos icnitos: **?DOMICHNIA.**

Estação 19 (02° 14,96' N, 48° 40,68' W)

Sedimentos argilosos cinza escuros, com exceção da superfície de coloração marrom escura. Em sua parte superior foram coletados ofiuróides e um pequeno crustáceo decápode, enterrados na lama fluida da superfície. O conteúdo argiloso da amostragem revelou poucos bivalves inteiros e apenas fragmentos de gastrópodes e escafópodes. A única bioturbação observada foi um orifício de aproximadamente 0,2 cm de diâmetro para o qual não foi possível determinar o organismo produtor. Apesar da presença de ofiuróides, e em decorrência de seu enterramento na argila superficial, não foram observados icnitos de locomoção resultantes de seu deslocamento. Classificação etológica do icnito: **DOMICHNIA.**

Estação 35 (02° 46,40' N, 49° 45,70' W)

Sedimento argiloso de cor cinza escuro e coloração marrom na superfície, o qual revelou a presença de orifícios correspondentes às aberturas de escavações de diâmetros variáveis: os maiores possuíam cerca de 0,5 cm e os menores de 0,1 a 0,2 cm. O deslocamento do sedimento superficial resultou na conseqüente obliteração das aberturas das escavações. Foram encontrados vivos um crustáceo decápode e dois pequenos peixes, responsáveis por algumas das bioturbações observadas. Havia uma relativa abundância de matéria orgânica no sedimento, não sendo registrados macrobioclásticos. Classificação etológica dos icnitos: **DOMICHNIA.**

Estação 50 (02° 47,60' N, 50° 26,50' W)

Sedimento formado por uma argila semi-plástica cinza escura, superficialmente menos consistente e de cor marrom, onde estavam presentes três a quatro orifícios semicirculares, cuja interpretação como bioturbações pode ser duvidosa. Além disso não foram

encontrados quaisquer organismos vivos associados. O exame mais detalhado do sedimento não revelou também a presença de macrobioclásticos e de matéria orgânica. Classificação etológica dos icnitos: **?DOMICHNIA.**

Estação 51 (04° 03,00' N, 50° 55,90' W)

Sedimento constituído por uma argila plástica acentuadamente consistente com fina camada argilosa quase fluida de cor marrom na superfície, a qual revelou a presença de um orifício de aproximadamente 0,3 cm de diâmetro e de bioclastos formados por conchas inteiras e fragmentadas. Não foram encontrados organismos vivos. Classificação etológica do icnito: **DOMICHNIA.**

Estação 53 (04° 15,10' N, 50° 50,40' W)

Sedimento argiloso plástico bastante consistente de cor cinza escura, cuja superfície apresenta uma argila semi-fluida de tonalidade marrom. Ao contrário das estações anteriores, esta mostrou uma frequência maior de organismos vivos formados principalmente por poliquetas, tendo ainda sido encontrados algas e um crustáceo. Da mesma forma, observou-se uma relativa abundância de conchas inteiras e fragmentadas de bivalves. Apesar da acentuada presença de poliquetas, somente foram observados dois orifícios superficiais, um pertencendo a uma escavação vertical com diâmetro aproximado de 0,2 cm, e outro correspondendo a um tubo de poliqueta, de diâmetro semelhante ao anterior, e com abertura situada de 0,1 a 0,2 cm acima da superfície. Classificação etológica dos icnitos: **DOMICHNIA.**

Estação 61 (02° 06,69' N, 48° 49,09' W)

Sedimento constituído por uma argila semi-plástica de coloração cinza escura e topo fluidizado de tonalidade marrom. Sua superfície revelou a presença de 4 a 5 orifícios, três dos quais com poliquetas vivos, protuberantes dos respectivos tubos. Entretanto, com a retração dos mesmos após a retirada da água, somente duas formas foram recuperadas. A abertura da caixa amostradora revelou em perfil o posicionamento vertical dos tubos, com comprimento aproximado de 10 cm, bem

como alguns inclinados e transversais. A análise do sedimento mostrou acentuado número de conchas de bivalves, gastrópodes e escafópodes, bem como grande quantidade de matéria orgânica. Classificação etológica dos icnitos: **DOMICHNIA**.

ASPECTOS ECOLÓGICOS DAS ÁREAS DE OCORRÊNCIA DOS ICNITOS

Nas estações em que foram encontradas estruturas biogênicas, o substrato era constituído por sedimentos argilosos relativamente semcompactados (plásticos). Naquelas em que o substrato apresentava alto conteúdo de água intersticial, chegando muitas vezes a um estado de fluidez, não foram observados icnitos ou quaisquer organismos (vivos ou mortos).

As ocorrências de icnitos na plataforma do Amazonas situam-se em um contexto de águas quentes, tropicais, influenciadas por correntes oceânicas de direção noroeste. As temperaturas medidas nas várias estações na interface sedimento-água apresentaram valores semelhantes, os quais situam-se principalmente entre 26 e 28°C.

Próximo à foz do rio Amazonas, face ao grande volume de água doce, as condições de salinidade são extremamente baixas, fato que se constitui provavelmente em um dos elementos de inibição da presença de organismos e, por conseguinte, de estruturas biogênicas. Esta situação pode ser exemplificada pelas estações 13 (Cruzeiro II, pernada 3) e 13, 33 e 63 (Cruzeiro III, pernada 3), nas quais não foram observados icnitos.

Nas estações em que foram possíveis medições do potencial hidrogeniônico (pH), notou-se a tendência para as condições alcalinas do meio, com seus valores variando de 7,32 a 8,72.

Os teores de oxigênio, por outro lado, mantiveram-se relativamente constantes situando-se entre 1,89 a 5,20 ml/l.

A fauna bentônica identificada e atuante na bioturbação dos sedimentos é composta principalmente por poliquetas, bivalves, gastrópodes, escafópodes, ofiuróides, crustáceos e peixes. Aller & Aller (1986) realizaram uma análise preliminar da epifauna e da infauna existente nos sedimentos das

plataformas interna e externa, avaliando a interação dos organismos bentônicos com os processos sedimentares existentes na região.

Na análise faunística feita por Santos (1972), a infauna de bivalves e a epifauna vágil foram consideradas como uma assembléia ecologicamente coerente com o sedimento em acumulação e a baixa densidade populacional estaria relacionada à uma maior acumulação de produtos tóxicos nos sedimentos argilosos.

Existe uma abundância relativamente baixa da macrofauna bentônica na plataforma interna do Amazonas. Aller & Aller (1986) consideraram que tal fato relacionar-se-ia à grande concentração de sedimentos na coluna d'água, à fluidez, ao rápido retrabalhamento dos sedimentos argilosos, e à elevada taxa de sedimentação. O grande afluxo de detritos terrígenos e extensivo retrabalhamento e remobilização por ondas e correntes, seriam o principal fator limitante da abundância faunística, controlando sua diversidade taxonômica e determinando a história natural e funcional dos grupos de macrobentos.

Os aspectos relativos à dinâmica do substrato provavelmente são os mais importantes no condicionamento dos padrões de distribuição, abundância e estrutura da comunidade bentônica. Kuehl et alii (1986) estabeleceram cinco facies sedimentares para a porção proximal do delta do Amazonas: (1) areia estratificada, (2) argilas e areias intercaladas, (3) silte arenoso proximal, (4) argila levemente laminada e (5) argila mosqueada. Das facies citadas, os autores assinalaram a presença de bioturbações nas facies 2, 4 e 5, sendo a última caracterizada pelo intenso retrabalhamento do sedimento pela macrofauna bentônica.

Os trabalhos de amostragem de fundo agora realizados foram basicamente efetuados nas áreas das facies 2 e 4 identificadas por Kuehl et alii (1986), e revelaram um baixíssimo índice de bioturbações sempre caracterizadas pela presença de orifícios circulares (correspondentes às aberturas de tubos simples e verticais) e por um pequeno número de pistas meandantes na superfície dos sedimentos. Na maioria dos casos, os poliquetas e os ofiuróides eram os organismos vivos presentes e responsáveis pelas estruturas citadas.

Outro aspecto importante, é que somente nas estações com salinidade próxima à 36,00‰ e lâmina d' água com baixa concentração de sedimentos em suspensão, o que pode ser evidenciado pelo percentual de transparência (vide tabelas 1, 2 e 3), foram registradas bioturbações. Nas estações de salinidade normal mas com alta concentração de partículas em suspensão, não foram observados icnitos nem mesmo macrofauna bentônica nos sedimentos amostrados. O maior agente de limitação para a ação dos organismos bentônicos nessas áreas relaciona-se com a carga de sedimentos em suspensão e, por conseguinte, com os aspectos relativos à dinâmica do substrato, tais como os processos erosivos e de sedimentação.

Agradecimentos - À Alberto G. Figueiredo Júnior e Heloísa Vargas Borges (Lagamar/UFF), Carlos Henrique Beisl, Claudia G. Vilela e Claudio Couto Reis (Instituto de Geociências/UFRJ), Paulino J. S. Souza Júnior e Renato L. S. Cruz (Instituto de Biociências/UFRJ) e demais participantes do Projeto AMASSEDS, pelo seu apoio e colaboração.

BIBLIOGRAFIA

- ALLER, J.Y. & ALLER, R.C., (1986). General characteristics of benthic faunas on the Amazon Inner continental shelf with comparison to the shelf of Changjiang River, East China Sea. *Continental Shelf Research*, 6 (1/2): 291-310.
- CARVALHO, I.S., (1990a). A ação biogênica nos sedimentos da plataforma do Amazonas. Relatório 1, Cruzeiro II - Leg 3, Projeto AMASSEDS. 16 p.
- CARVALHO, I.S., (1990b). Projeto AMASSEDS: a ação biogênica nos sedimentos da Plataforma do Amapá (Amazonas). Relatório 2, Cruzeiro III - Leg 2. In: Rine, J.M. & Nittrouer, C.A. (ed.), Report on field measurements and sampling during AMASSEDS Cruise III - CI9004. Marine Sciences Research Center, State University of New York, p. 50-60.
- FERNANDES, A.C.S., (1990). Projeto AMASSEDS. Observações sobre a ação biogênica nos sedimentos da Plataforma do Amazonas. In: Rine, J.M. & Nittrouer, C.A. (ed.), Report on field measurements and sampling during AMASSEDS Cruise III - CI9004. Marine Sciences Research Center, State University of New York, p. 40-49.
- KUEHL, S.A., NITTROUER, C.A. & DEMASTER, D.J., (1986). Distribution of sedimentary structures in the Amazon subaqueous delta. *Continental Shelf Research*, 6 (1/2): 311-336.
- LIMBURNER, R., (1990). CI9002: Preliminary CTD Data. AMASSEDS Project leg 3, 95 p.
- LIMBURNER, R. & BEARDSLEY, R.C., (1991). CTD observations on the North Brazil Shelf during a Multidisciplinary Amazon Shelf SEDiment Study (AMASSEDS), February - March 1990. Technical Report, Woods Hole Oceanographic Institution, 343 p.
- RINE, J.M. & NITTROUER, C.A., (1990). Summary of AMASSEDS Cruise III - CI9004 (23 April to 6 July 1990). In: Rine, J.M. & Nittrouer, C.A. (ed.), Report on field measurements and sampling during AMASSEDS Cruise III - CI9004. Marine Sciences Research Center, State University of New York, p. 50-60.
- SANTOS, M.E.C.M., (1972). Paleogeografia do Quaternário Superior na plataforma continental brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, Belém, 1972. Anais... Belém, SBG, v. 2, p. 267-288.