

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO PALEOECOLÓGICO DA BACIA DA FOZ DO AMAZONAS

JOEL ALVES MOURA* e WALMYR SILVA DE ABREU*

ABSTRACT Paleocological studies of the Amapá Basin, based principally on foraminifers, have shown the evolution of the depositional environments of the area.

Statistical methods applied to the microfossils present in side-wall cores and conventional cores yielded the paleocological parameters used in the reconstruction of the depositional history of the basin during Tertiary time. The experience gained from the quantitative study of the cores was applied to cuttings. Although the latter were studied by qualitative methods only, the results were excellent. The paleocological parameters permitted an environmental interpretation in terms of water depths and physiographic features, such as the location of the shelf edge, lagoons, etc.

The qualitative analyses showed the presence of four faunistic facies, here called "Paleoenvironmental Units". They are the following: Unit 1, whose fauna is dominated by foraminifers of the genera *Liebusella*, *Textulariella*, *Rotalia* and *Quinqueloculina*, besides bryozoans and corals; Unit 2, characterized by, i.a., *Uvigerina*, *Bulimina*, *Eponides* and *Lenticulina*; Unit 3, characterized by, i.a., *Amphistegina*, *Miogypsina* and *Nummulites*; and Unit 4, with, i.a., *Cyclammina*, *Clavulina* and *Ammodiscus*. Also the relative abundance of planktonic foraminifers was used in the definition of the paleoenvironmental units.

Sections and paleoenvironmental maps of chronostratigraphic units have shown that in the period of time from the Late Paleocene to the Middle Miocene the area was dominated by a calcareous platform, with the subenvironments of inner and middle shelf and outer shelf/continental slope, the mutual limits of which oscillated because of small variations in the level of the sea. At the end of Miocene time a regressive phase began, caused by a considerable increase in the influx of terrigenous sediments prograding continually over the carbonate platform. This phenomenon is attributed to the beginning of the Andean orogeny.

INTRODUÇÃO Os conceitos adotados em paleoecologia são firmados em observações dos fenômenos naturais que ocorrem no Recente. Adota-se, portanto, o raciocínio atualístico ou uniformitarianista, sendo a ecologia o ponto de partida de todos os estudos paleoecológicos.

Em ecologia, a observação das associações de organismos, do ambiente e da interação dos processos atuantes entre eles é feita no local, onde se podem medir e avaliar os diversos parâmetros. O tempo, no ecossistema, reduz-se a uma grandeza de pequena dimensão. Em paleoecologia, o tempo desempenha uma atuação muito mais importante, devendo considerar-se as modificações que influíram sobre todo o sistema no seu decurso. Os processos de compactação, de sedimentação, de fossilização e preservação dos organismos eliminaram grande parte das características iniciais do ambiente antigo. Deste modo, esses ambientes, ao serem estudados, mostram apenas uma idéia aproximada do seu verdadeiro estado inicial. Daí a perda de resolução cada vez mais acentuada das interpretações paleoecológicas de comunidades e ambientes muito antigos. Em paleoecossistemas terciários, como o da bacia estudada, são possíveis interpretações ambientais razoavelmente seguras, porque muitas espécies cenozóicas são estreitamente relacionadas com as atuais. Além disso, várias dessas espécies continuam

vivendo até hoje. Tentativas para interpretar condições ambientais em tempos pré-terciários são muito mais difíceis, porque nenhuma das formas fósseis encontradas em sedimentos daquela idade tem correspondentes específicos vivendo atualmente.

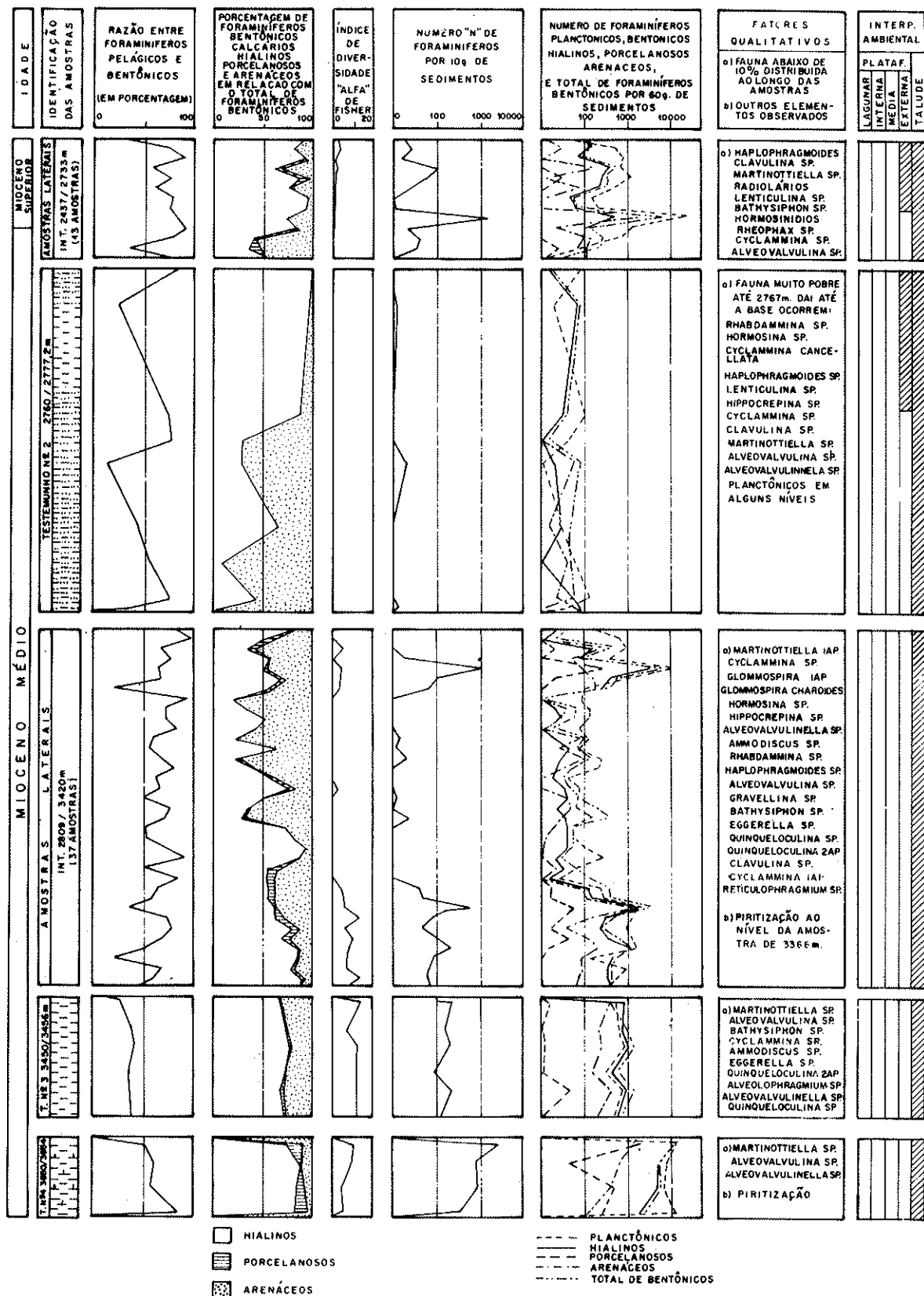
Parâmetros paleoecológicos Os fatores que representam características mensuráveis, relacionadas com os paleo-organismos e os respectivos ambientes em que viveram, são considerados parâmetros paleoecológicos. Através da análise integrada de vários parâmetros paleoecológicos, pode-se chegar a uma interpretação ambiental que será tanto mais consistente quanto mais profusos forem os parâmetros utilizados. Estes fatores podem ser classificados em dois grupos:

1) *bióticos ou biológicos*, quando concernentes aos organismos em seus vários aspectos, tais como tipo, número, tamanho, forma, distribuição, relações, classificação taxonômicas e outros;

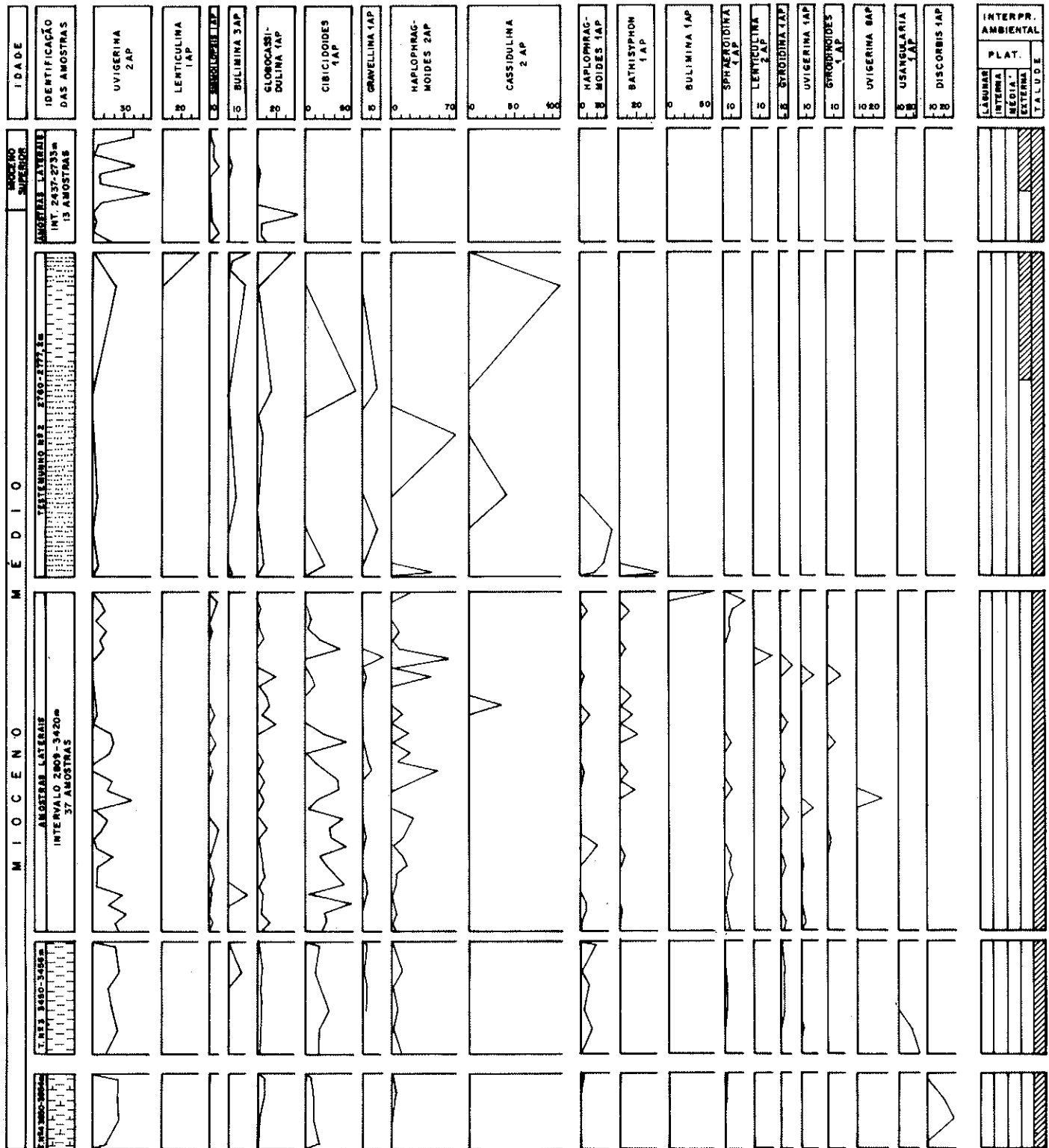
2) *abióticos*, quando referentes às características físico-químicas do ambiente tais como temperatura, salinidade, pH, profundidade, turbidez, componentes ortoquímicos e aloquímicos, etc.

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS PARÂMETROS Para cada poço analisado foi elaborado um "Diagrama de Parâmetros Paleoecológicos" represen-

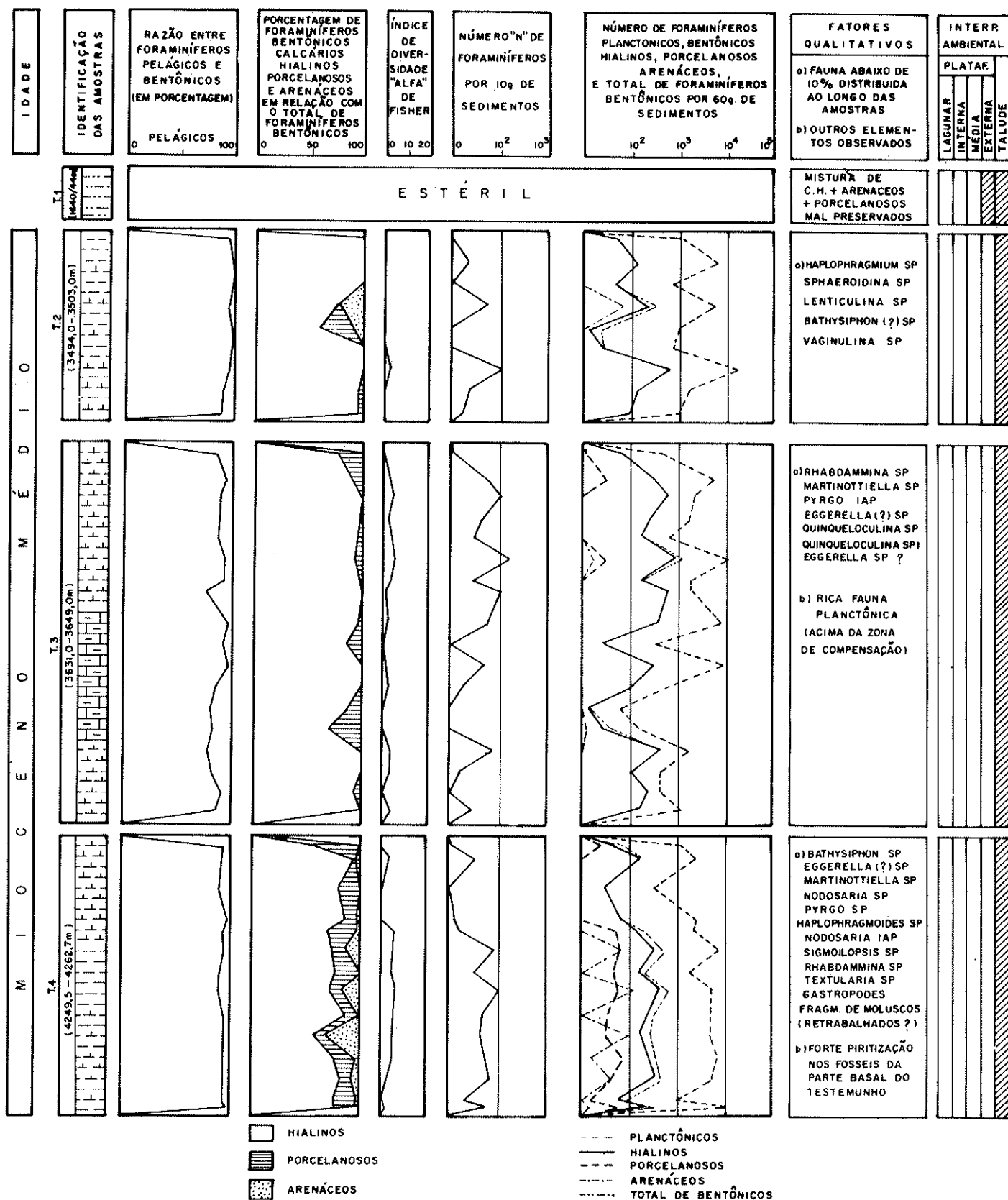
* Labor - SEPALE - DEPEX - PETROBRÁS - Rua General Polidoro, 181 - 22280 - Rio de Janeiro (RJ).



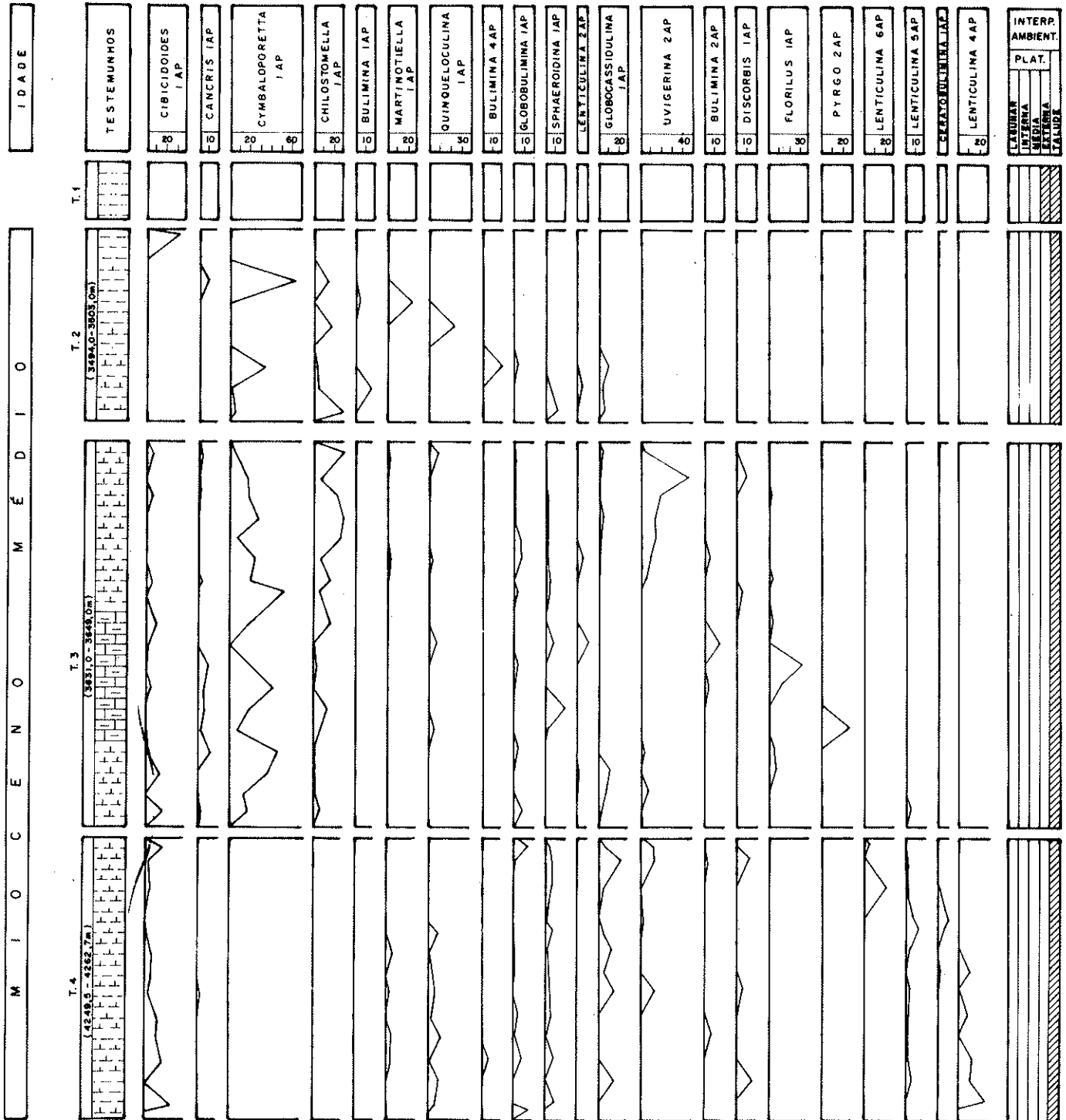
Anexo 1 – Diagrama de parâmetros paleoecológicos do poço Amapá Submarino n.º 12 (1-APS-12).



Anexo 2 – Porcentual das espécies mais comuns de foraminíferos bentônicos acima de 10%: um dos parâmetros utilizados para a interpretação paleoambiental do poço Amapá Submarino n.º 12 (1-APS-12).



Anexo 3 – Diagrama de parâmetros paleoecológicos do poço Amapá Submarino n.º 14 (I-APS-14).



Anexo 4 – Porcentual das espécies mais comuns de foraminíferos bentônicos acima de 10%: um dos parâmetros utilizados para a interpretação paleoambiental do poço Amapá Submarino n.º 14 (1-APS-14).

TESTEMUNHOS

Anexo 5 – Diagrama de parâmetros bióticos e abióticos do poço Amapá Submarino n.º 14 (1-APS-14).

tando graficamente os vários fatores utilizados na análise de lâminas delgadas e de amostras lavadas de testemunhos e amostras laterais. Foram incluídos neste trabalho, com finalidade ilustrativa, apenas alguns desses diagramas (anexos 1 a 5). Os restantes constituem material de consulta, arquivados no laboratório de Paleontologia da PETROBRÁS. Nesses gráficos há informações sobre litologia, bioestratigrafia, nível de energia, etc. Além disso, foi introduzida uma coluna sob o título "fatores qualitativos", onde a experiência do paleontólogo é fundamental para o reconhecimento de espécies, associações de fósseis e outros elementos importantes para a interpretação final do ambiente.

INTERPRETAÇÃO DOS AMBIENTES ATRAVÉS DOS PARÂMETROS

Analisando-se cada parâmetro isoladamente e em conjunto, chega-se à interpretação ambiental que pode ser expressa em cinco tipos de sub-ambientes: plataforma lagunar, plataforma interna, plataforma média, plataforma externa e talude. Estes sub-ambientes expressam não só a fisiografia local como também a batimetria respectiva. Esta batimetria foi interpretada, segundo Grimsdale e Morkhoven, 1955 (Tabela 1), a partir das indicações do parâmetro "razão entre foraminíferos pelágicos e bentônicos" através da análise faunística qualitativa. Adotaram-se ainda os critérios utilizados por Tipsword e outros (1966); as indicações batimétricas dos vários compartimentos ambientais são resumidas na Fig. 1.

Utiliza-se o termo "lagunar" para caracterizar o ambiente particular de plataforma interna, de condições restritas, geralmente criadas a partir da construção de barreiras sobre a plataforma continental. Utiliza-se ainda, algumas vezes, o termo "batial" para

designar ambiente profundo, em substituição ao termo "talude". No ambiente de "plataforma", distinguem-se plataforma não carbonática e plataforma carbonática, indicadas pela própria litologia e por organismos bioconstrutores como algas, corais, briozoários, etc., em associação com foraminíferos diversos. Alguns foraminíferos participam da construção de bancos e barreiras na plataforma carbonática e, de acordo com sua dominância e a sua associação, podem caracterizar a parte da referida plataforma em que viveram. O foraminífero mais importante como indicador dos compartimentos fisiográficos da plataforma carbonática é *Amphistegina* sp., que costuma viver em bancos algálicos (Murray, 1973) e, quando predominante, da indicação de *plataforma interna*. Entretanto, Bandy (1956) admite que o referido foraminífero possa viver em ambientes mais profundos, desde a plataforma interna até profundidades de aproximadamente 200 m. Na Bacia da Foz do Amazonas, as indicações ambientais obtidas do gênero citado podem variar de acordo com a associação de que faça parte. Comumente *Amphistegina* sp. é encontrada em dois tipos de associações: uma em que ocorre juntamente com foraminíferos planorbulinídeos, de ambiente mais raso e outra em que está associado a planctônicos, em relações variáveis de quantidade, indicando profundidades maiores. Outro grupo de foraminíferos característicos de plataforma carbonática, e que indica comumente a sua parte média, são *Miogypsina* sp., *Lepidocyclina* sp. e *Discocyclina* sp.

A presença de outros organismos nesta associação tais como planctônicos e miliolídios leva à interpretação de abertura ou restrição desta plataforma.

Finalmente, os macroforaminíferos do gênero Nummulites, bioconstrutores que habitam preferencialmente as bordas de plataformas carbonáticas. As

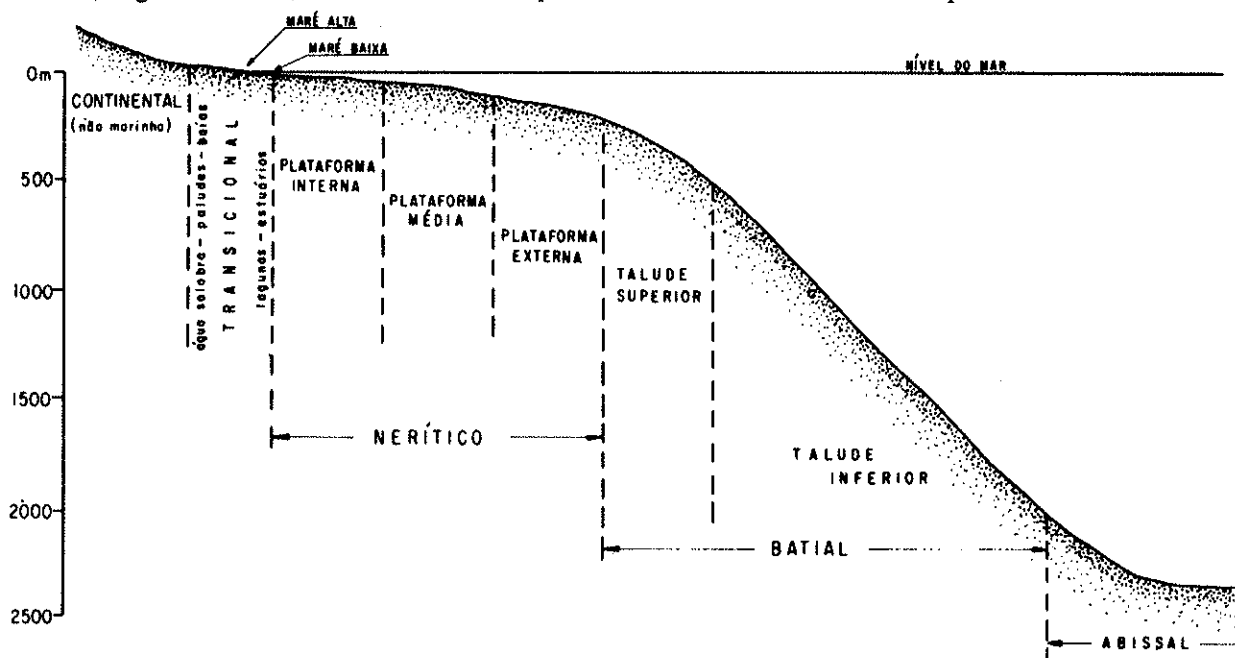


Figura 1 - Classificação dos ambientes marinhos. Generalização esquemática segundo Tipsword e outros, 1966.

indicações de ambientes mais ou menos profundos ou restritos, como nos casos anteriores, ficam na dependência das associações encontradas com os Nummulites.

PARÂMETROS BIÓTICOS Tanto as análises de microfácies feitas em lâminas delgadas como as de amostras lavadas, forneceram informações sobre o ambiente. Os fatores bióticos obtidos através das microfácies são de natureza qualitativa, representados por grupos de organismos identificados a nível de gênero e algumas vezes a nível de espécie. Fragmentos de algas, de equinodermos, de briozoários e outros são também de importância.

Seis diferentes parâmetros bióticos quantitativos foram extraídos das amostras lavadas:

1. razão entre foraminíferos pelágicos e bentônicos (Tab. 1);
2. porcentagem das 3 subordens de foraminíferos bentônicos (calcários hialinos, porcelanosos e arenáceos), em relação ao total de foraminíferos bentônicos;
3. índice de diversidade "alfa" de Fisher (Fig. 2);
4. quantidade de espécimens de foraminíferos bentônicos (Número "N");
5. número de foraminíferos planctônicos, bentônicos hialinos, porcelanosos, arenáceos e total de foraminíferos bentônicos por 60 g de sedimento;
6. percentual das espécies mais comuns de foraminíferos bentônicos (> 10%).

Analisar-se-á a seguir o significado de cada parâmetro isoladamente, para que se tenha idéia do seu valor na interpretação ambiental.

Razão entre foraminíferos pelágicos e bentônicos (PL/B)
Este parâmetro reflete a relação entre os dois grandes grupos de foraminíferos de acordo com seu modo de vida. É expresso em porcentagens resultantes da contagem da fauna total de cada amostra, independente do reconhecimento dos "taxa".

A quantidade de planctônicos cresce na razão direta da profundidade da água, ultrapassando 50% no talude continental. As vazas de globigerinas (sedimentos contendo 100% de planctônicos), encontradas atualmente nos fundos dos mares a grandes profundidades, são um bom exemplo das indicações refletidas por este parâmetro.

Por outro lado, a quantidade de bentônicos é dominante sobre a plataforma, geralmente decrescendo de maneira acentuada a partir do talude superior em direção à planície abissal. Devido a isto, a dominância de bentônicos na razão PL/B reflete ambientes de plataforma. A razão PL/B é sempre empregada para dar uma idéia da profundidade das águas entre a zona de compensação do carbonato de cálcio e a plataforma.

Para as estimativas de profundidade utilizando a razão PL/B seguiram-se as indicações sumarizadas na Tab. 1.

Tabela 1 — Profundidades estimadas de deposição de rochas sedimentares (de acordo com Grimsdale e Morkhoven, 1955, pág. 10) e sua relação com os ambientes marinhos, baseados em dados adaptados de Tipsword, Setzer & Smith Jr. (1966).

<i>Razão entre PL/B %</i>	<i>Profundidade de deposição em metros</i>	<i>Ambiente</i>
0 — 20	0 — 70	Plataforma Interna a Média
20 — 30	60 — 120	Plataforma Média
30 — 50	100 — 600	Plataforma Média a Talude Superior
50 — 60	550 — 700	Talude Médio a Inferior
60 — 70	680 — 825	Talude Inferior
70 — 80	700 — 1.100	
80 — 90	900 — 1.200	
90 — 100	1.200 — 2.000	

Porcentagem de foraminíferos bentônicos calcários hialinos, calcários porcelanosos e arenáceos, em relação ao total de foraminíferos bentônicos Este fator expressa o percentual de três subordens de foraminíferos bentônicos (Rotalina, Miliolina e Textulariina), dentro do total de bentônicos em cada amostra estudada.

Alguns conceitos relativos às indicações ecológicas oferecidas por esses grupos de foraminíferos, são atualmente bem estabelecidos e comprovados, fazendo parte do consenso geral adotado em inúmeros trabalhos sobre o assunto. A dominância de cada uma das três subordens pode indicar condições ambientais particulares. Citam-se a seguir, alguns desses conceitos:

1. a fauna bentônica aumenta em direção oposta à linha de praia, alcança os maiores valores na plataforma externa e talude superior, decrescendo a partir deste limite;
2. diversas espécies de porcelanosos são abundantes na parte rasa da plataforma interna, próximo à praia;
3. arenáceos de interior simples, em sua maioria, dão indicações de águas rasas, enquanto os de interior complexo são indicadores de águas profundas.

Índice de diversificação alfa de Fisher O item acima refere-se a um dos vários índices de diversificação propostos por diferentes autores. A preferência por este tipo de índice, deve-se à sua ampla experimentação, sua fácil e prática forma de utilização que con-

Tabela 2 — Tabela de correlação dos zoneamentos e unidades crono e bioestratigráficas operacionais, em uso na PETROBRÁS.

POÇOS	IDADE	BIOESTRATIGRAFIA					
		POLEN'S			NANOFÓSSEIS		FORAMNÍFEROS
		SUPER ZONA	ZONA	INTERVAL	SUPER ZONA	ZONA	ZONAS
PLEISTOCENO		P - 800		8	N-720	F - 700	
				7			
			P	6			
			890	5B			
PLIOCENO		P - 830		5A	N - 600	N-670	F - 600
MIOCENO	SUP		P	4	N - 500	N-650	
	MÉD.		810	3		N-630	F-560
						N-580	F-540
	INF	P-790		2		N-550	F-520
OLIGOCENO	SUP	P-720		1		N-540	F-430
			P			N-530	F-420
	MÉD.		680				
	INF		660			N-520	F-410
EOCENO	SUP	P - 600	P		N - 400	N-470	F-380
			630				F-370
	MÉD.		610			N-460	F-360
	INF		520			N-450	F-350
PALEOCENO	SUP	P - 500			N - 300	N-440	F-340
			P			N-430	F-330
	MÉD.		510			N-420	F-320
	INF					N-410	F-310
MAESTRICHT.	SUP		P		N - 200	N-360	F-250
						N-340	F-240
	MÉD.		480			N-320	F-230
CAMPANIANO	SUP		P				F-220
							F-210
	INF	P - 450	470			N-290	F-150
ALBANO	SUP				N - 100	N-280	F-140
	INF	P - 400	430			N-270	F-130
ALAGOAS	SUP	P - 300	320		N - 0	N-250	F-110
	INF	P - 200					011

as seções correlativas neste trabalho. Ela é considerada de caráter preliminar, pois o zoneamento bioestratigráfico da área estava ainda em progresso quando da realização do presente estudo.

Tabela 3 — Topos de algumas séries e andares em alguns dos poços estudados na bacia sedimentar do Amapá. Profundidades expressas em metros, abaixo do nível do mar.

POÇOS		1-APS-1	1-APS-2	1-APS-3	1-APS-5	1-APS-10	1-APS-12	1-APS-14	1-APS-15	1-APS-20B
IDADES										
PLEIST./HOLOC.		50	60	50	125	180	140	150	120	200
PLIOCENO		1000	600	660	1020	2580	1230	1080	980	2826
MIOCENO	SUP.	1329?	1120	1260	2590?	—	1920?	1960	2190	—
	MED.	1653	1200	1660	3020?	—	2700?	3210	2685?	—
	INF.	2580	1500	2040?	—	—	—	—	—	—
OLIGOCENO	SUP.	2910	1860?	2250?	—	—	—	—	—	—
	INF.	3536	2220?	2745?	—	—	—	—	—	—
EOCENO	SUP.	3990	2560	3130	—	—	—	—	—	—
	MED.	—	2970	3900?	—	—	—	—	—	—
	INF.	—	3160	—	—	—	—	—	—	—
PALEOCENO		SUP.	—	3640	—	—	—	—	—	—

A seguir, faz-se a descrição das quatro unidades paleoambientais individualizadas, cujas relações estratigráficas estão ilustradas nas seções correlativas. (Figs. 4 a 6).

UNIDADE I A associação faunística desta unidade é caracterizada por um pequeno número de espécies "in situ", as quais ocorrem misturadas com uma grande quantidade de fósseis retrabalhados. Os fósseis retrabalhados mais comuns são corais, gastrópodes, microgastrópodes, equinóides, microequinóides, fragmentos de "siri", dentes de peixes e raros foraminíferos planctônicos geralmente fragmentados e desgastados. Distingue-se a fauna contemporânea, autóctone, por ser de cor branca e sem sinais de desgaste. Os fósseis autóctones mais comuns são os foraminíferos dos gêneros *Liebusella* sp., *Textulariella* sp., *Pseudotextulariella* sp., *Cibicides* sp., *Pararotalia* sp., *Nonionella* sp., *Lenticulina* sp., *Rotalia* sp., *Peneroplis* sp., miliolídios, além de briozoários e corais. Esta composição faunística é variável, podendo ser acentuadamente pobre em determinadas seções de poços estudados. A proporção entre os dois tipos de fauna, "in situ" e retrabalhada, varia muito, aumentando a quantidade dos fósseis autóctones à medida em que se analisam poços mais afastados do continente. Esta associação pode conter, mais raramente, alguns foraminíferos dos gêneros *Amphistegina* sp. e *Asterigerina* sp., também retrabalhados, provenientes da erosão de bancos carbonáticos. Em poços mais próximos da costa (1-APS-2 e 1-APS-3, Fig. 5), observa-se uma brusca mudança faunística, no limite desta unidade com a subjacente, evidenciando contato discordante entre os pacotes deposicionais. Em áreas mais distantes do continente, este limite vai se tornando menos nítido, mostrando uma passagem gradacional.

A associação fossilífera desta unidade indica, na maioria dos poços estudados, ambiente marinho de plataforma interna. Excetuam-se os poços 1-APS-10-B e 1-APS-20-B (Fig. 3), onde o ambiente é de platafor-

ma indiferenciada. Pelo material retrabalhado que contém, deduz-se que os sedimentos são provenientes de áreas próximas à linha de costa.

UNIDADE II A presença de abundantes microgastrópodes e microequinóides desgastados e limonitizados, marca, em poços mais próximos da costa, a nítida passagem de unidade paleoambiental anterior para esta. A referida fauna, pelo seu nanismo, indica neste nível condições precárias de vida, provavelmente em uma extensa plataforma rasa, sob influência de marés, com bruscas variações de salinidade. Esta fauna representa um nível de correlação bastante distinto, podendo prestar-se, devido à sua vasta distribuição lateral, a correlações bioestratigráficas regionais. Além dessa nanofauna, estão presentes nos sedimentos desta unidade briozóários, fragmentos de equinóides, pelecípodes, fragmentos de conchas (lumaca), foraminíferos planctônicos e bentônicos.

A fauna bentônica desta unidade é representada pelos foraminíferos do gênero *Uvigerina* sp., *Bulimina* sp., *Lenticulina* sp., *Bolivina* sp., *Eponides* sp., *Nonion* sp., geralmente limonitizados, pequenos, podendo ser rica em indivíduos porém de baixa diversificação específica, indicando condições desfavoráveis ao desenvolvimento da maioria desses organismos. Em poços próximos ao continente, os sedimentos desta unidade estão em contato marcante com uma seqüência contendo fauna abundante e bem preservada de *Amphistegina* sp. (Unidade III) que contrasta com a fauna pouco diversificada e limonitizada da Unidade II; esta situação está bem evidenciada nos poços 1-APS-1 e 1-APS-3 (Fig. 5) e de forma bem mais nítida no 1-APS-2 (Fig. 4). Em poços mais afastados da costa, tais como o APS-5, APS-10-B, APS-12 e APS-14, APS-15 e APS-20-B (Fig. 3) o limite deixa de ser nítido com a fauna de *amphisteginas* e passa a ser gradacional com outra fauna constituída por muitos planctônicos e bentônicos (calcários hialinos e arenáceos) de água profunda (Unidade IV). Neste caso, há geralmente uma zona transicional (ZT) contendo faunas das duas unidades (Figs. 5 e 6).

As características das associações acima indicam ambiente marinho de plataforma indiferenciada para as áreas mais próximas do continente, onde se localizam os poços 1-APS-2 e 1-APS-3 (Fig. 3). No poço 1-APS-10-B, o mais afastado do continente, conseguiu-se individualizar uma pequena seção com características de plataforma média a externa. Na parte superior da unidade, as indicações faunísticas apontam para um ambiente marinho raso, sujeito a grande variação de salinidade, característico de zona de intermarés. Já na parte inferior, a fauna indica condições típicas de áreas deltaicas.

UNIDADE III Esta unidade é representada pelas associações faunísticas abaixo descritas:

(1) *Associação de Amphistegina*: Contém *Amphistegina* sp., *Asterigerina* sp., planorbulinídeos. Os com-

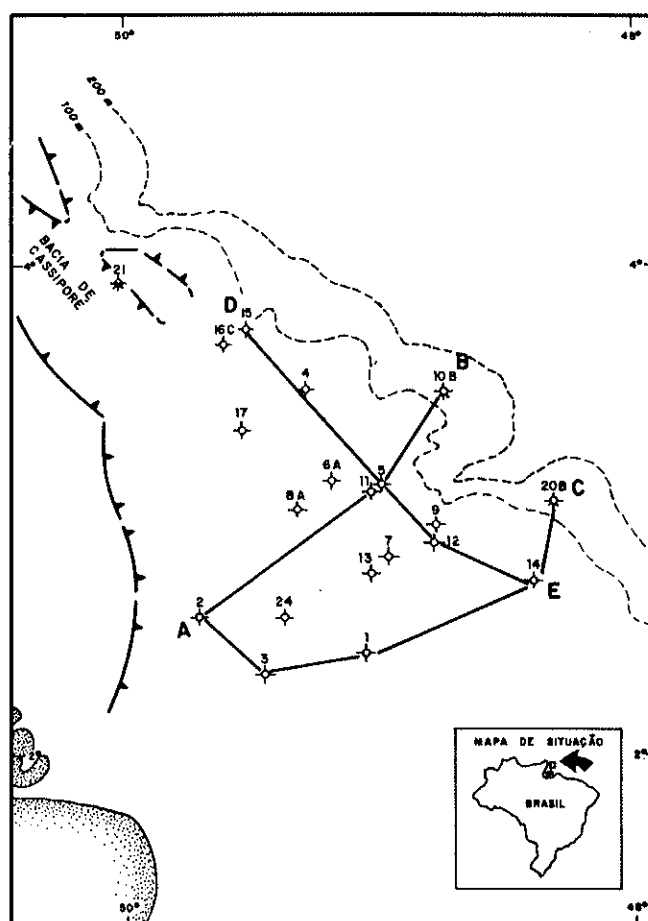


Figura 3 — Mapa índice com a localização dos poços estudados e das seções correlativas mostradas nas Figs. 4, 5 e 6.

ponentes mais comuns são *Amphistegina* sp. e planorbulinídeos. Pode conter *Archais*, *Pyrgo*, *Discorbis* e *Miliolídios*.

(2) *Associação de Macroforaminíferos*: Contém *Miogypsina* e *Lepidocyclina* como componentes principais. Podem ocorrer *Nonion* sp., *Elphidium* sp., fragmentos de equinóides, gastrópodes e *Sorites*.

(3) *Associação de Nummulites I*: Contém fauna rica em *Nummulites* como elementos principais e pode conter briozóários, planorbulinídeos e miliolídios.

(4) *Associação de Orbitolites-Ostracodes-Miliolídios*: Contém a fauna acima citada, cuja composição varia de acordo com a área estudada, podendo estar ausente um ou outro dos elementos. Podem ocorrer associados os bentônicos *Pyrgo* sp. e *Rotalia* sp.

(5) *Associação de Nummulites II*: Contém *Nummulites* diferentes dos citados anteriormente, podendo estar acompanhados de ostracodes e miliolídios, secundariamente. Na Unidade III ocorrem ainda intervalos de espessura variável, contendo planctônicos indicando suas fácies de águas mais profundas.

As interpretações ambientais inferidas para cada uma das associações são as seguintes:

Associação Amphistegina: Plataforma marinha interna (carbonática). Em alguns casos, quando há

planctônicos, as indicações ambientais são modificadas.

Associação Macroforaminíferos: Plataforma marinha interna a média (carbonática), podendo caracterizar bancos ou barreiras de macroforaminíferos e de algas, indicando condições mais ou menos restritas.

Associação Nummulites I: Plataforma marinha externa (carbonática), banco de macroforaminíferos e algas; de acordo com os elementos associados, o ambiente pode ter sofrido alguma restrição, ocasionando a formação de lagunas e a conseqüente deposição de evaporitos.

Associação Orbitolites – Ostracodes – Miliolídios: Plataforma marinha indiferenciada (carbonática). De acordo com a predominância ou ausência de um dos componentes, inferem-se condições de maior ou menor restrição.

Associação Nummulites II: Caracteriza ambiente de plataforma marinha externa (carbonática). A presença esporádica de ostracodes e miliolídios nesta associação aponta para ambientes mais restritos.

UNIDADE IV Esta unidade é evidenciada por um aumento substancial do número de foraminíferos planctônicos no conteúdo fossilífero e pela ocorrência de espécies bentônicas arenáceas, indicadoras de águas profundas. A medida em que se examinam os sedimentos mais inferiores dos poços que contêm esta unidade, observa-se um constante incremento do número de foraminíferos pelágicos e bentônicos arenáceos tais como: *Cyclammina cancellata*, *Cyclammina* sp., *Haplophragmoides* sp., *Hormosina* sp., *Clavulina* sp., *Alveovalvulinella* sp., *Reticulophragmium* sp., *Ammodiscus* sp., dentre outros, constituintes da chamada “*Rhabdammina* Fauna” (Brouwer, 1965).

Os constituintes dessa fauna sofrem certa variação de uma área para outra. Eles são, via de regra, melhor representados em poços distantes do litoral, embora também possam ocorrer em seções pouco espessas, em alguns poços próximos ao continente. Em algumas áreas, a Unidade IV interdigita-se com a Unidade III, podendo também estar sotoposta à Unidade II (Figs. 4 e 5). Na primeira situação, os limites entre as unidades paleoambientais é em geral inferido, enquanto na segunda o limite é gradacional, havendo geralmente uma zona de transição entre as unidades.

A Unidade IV indica ambiente marinho de talude indiferenciado. Em alguns casos, pelo forte incremento do número de planctônicos associados à “*Rhabdammina* Fauna”, é possível diferenciar ambiente de talude médio a inferior, não havendo, entretanto, parâmetros que indiquem ambiente abissal, nesta unidade.

COMPORTAMENTO DAS UNIDADES PALEO-AMBIENTAIS O comportamento espacial e temporal, bem como o interrelacionamento das unidades paleoambientais desta bacia, podem ser acompanhados

através das seções correlativas, que constituem as Figs. 4, 5 e 6.

Pela análise destas seções, podem-se tirar as seguintes conclusões:

a) as Unidades I e II mostram paralelismo com as linhas de tempo e suas espessuras crescem gradualmente mergulho abaixo, exceção feita às áreas mais afastadas do continente (Cone Amazônico), onde se observa um grande espessamento relacionado a uma subsidência diferencial acentuada desde o Plioceno pelo aporte volumoso de sedimentos terrígenos.

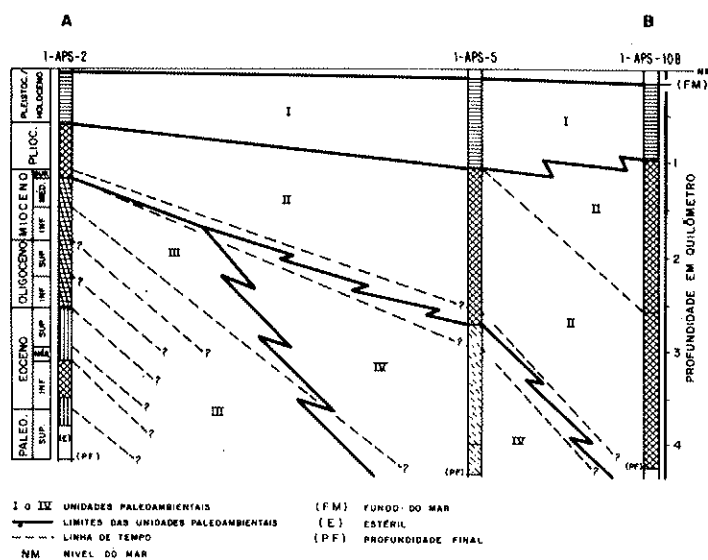


Figura 4 – Seção correlativa, indicando o comportamento das Unidades Paleoambientais em posição aproximadamente paralela ao mergulho das camadas sedimentares. Para localização, ver Fig. 3.

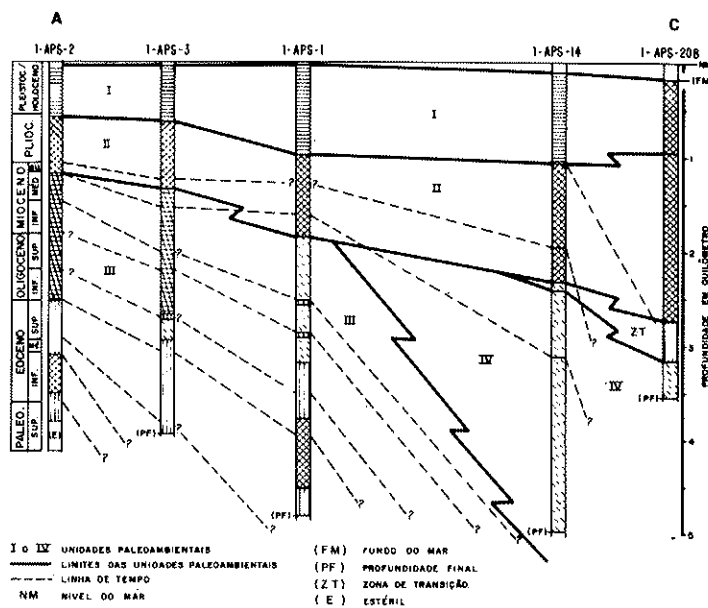


Figura 5 – Seção correlativa, indicando o comportamento das Unidades Paleoambientais em posição sub-paralela ao mergulho das camadas sedimentares. Para localização, ver Fig. 3.

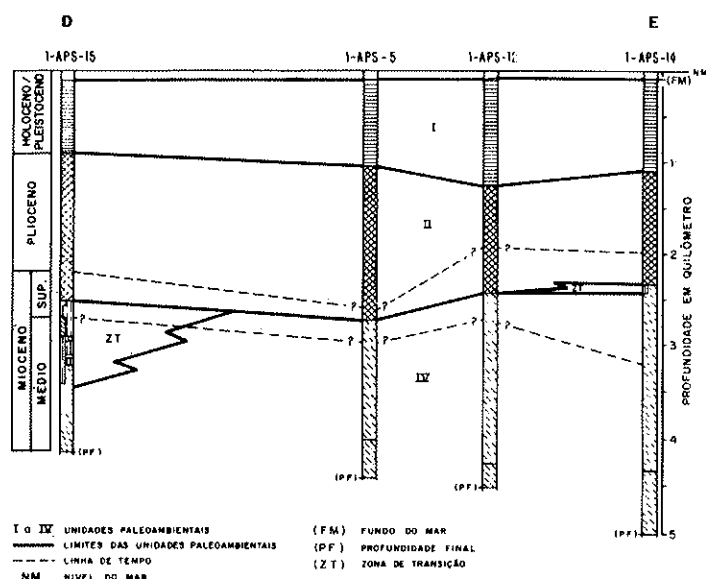


Figura 6 — Seção correlativa, indicando o comportamento das Unidades Paleoambientais em posição aproximadamente perpendicular ao mergulho das camadas sedimentares. Para localização, ver Fig. 3.

b) a Unidade III, eminentemente carbonática, caracteriza uma feição fisiográfica denominada nos trabalhos exploratórios da bacia como “Plataforma do Amapá”. As linhas de tempo que cortam esta unidade, são numerosas e definidas por níveis de planctônicos que indicam freqüentes oscilações do nível do mar na bacia.

c) a plataforma carbonática está presente apenas em áreas próximas ao litoral, tendo sido intermitentemente inibida por pequenas variações do nível do mar, cujas incursões mais duradouras e de períodos mais freqüentes ocorreram no Oligoceno Inferior, embora esses eventos possam ser observados desde o Paleoceno Superior ao Mioceno Médio a Superior.

d) o comportamento da Unidade IV não está tão bem definido por que foi atravessada por poucos poços. Ela representa um pacote espesso de sedimentos de águas profundas de idade miopliocênica.

Evolução paleoambiental Os mapas apresentados nas Figs. 7 a 16 ilustram a evolução paleoambiental da área estudada, evolução que se estende desde o final do Paleoceno até o Holoceno.

Os foraminíferos mais antigos encontrados nesta área pertencem ao Paleoceno Superior, indicando a associação destes microfósseis ambiente marinho de plataforma externa nas adjacências do poço 1-APS-2, único dos poços pioneiros estudados a atingir sedimentos desta idade (Fig. 7).

Esta plataforma assim se manteve ou se expandiu até o Eoceno Inferior (Fig. 8), enquanto no Eoceno Médio (Fig. 9), pode ter se tornado profunda para sudeste, nas vizinhanças do poço 1-APS-3.

Uma transgressão de pequena amplitude foi observada ao final do Eoceno Superior (Fig. 10), onde

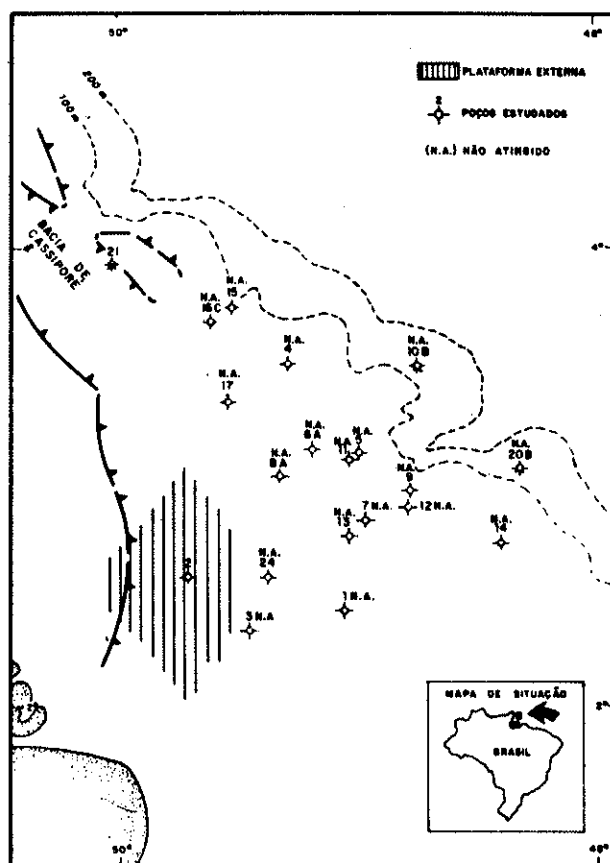


Figura 7 — Mapa de distribuição dos ambientes deposicionais ao final do Paleoceno Superior.

as fácies de plataforma externa cedem lugar às de talude na área do poço 1-APS-24, definindo uma posição relativa de linha de charneira.

Já no final do Oligoceno (Fig. 11), estas áreas mostram-se mais rasas, indicando uma oscilação regressiva do mar na parte norte da bacia, na região dos poços 1-APS-16-C e 17. No Mioceno Inferior (Fig. 12), observam-se modificações ambientais, onde fácies de talude recobrem fácies de plataforma oligocênica, fato que pode significar uma pequena transgressão.

Ao término do Mioceno Médio (Fig. 13), a parte mais interna da bacia, onde se situam os poços 1-APS-2 e 3, continua com a mesma distribuição ambiental herdada do Oligoceno, enquanto os demais poços estudados apresentam fácies de águas mais rasas em relação ao Mioceno Inferior, excetuando-se as cercanias do 1-APS-24, onde provavelmente ocorreu uma forte subsidência diferencial, causando profunda mudança na configuração da plataforma.

No fim do Mioceno Superior (Fig. 14), a distribuição paleoambiental mostra uma ampla progradação na bacia, caracterizando-se pela expansão dos limites da plataforma continental. Desde então, a evo-

lução desta progradação foi contínua, como pode ser observado nas Figs. 14 e 16, onde não se encontram, em toda área estudada, fácies típicas de talude, desde o Mioceno Superior até o Quaternário. No Pleistoceno/Holoceno, (Fig. 16), a maior parte da área estudada localiza-se na plataforma interna, evidenciando a máxima progradação registrada.

Em síntese, no intervalo de tempo compreendido desde o Paleógeno Superior até o Mioceno Médio, predominou, na área estudada, o ambiente de plataforma carbonática, abrangendo os sub-ambientes de plataforma interna a média e de plataforma externa a talude, cujos limites, entre si, apresentaram pequenas variações, avançando ou recuando, em virtude de pequenas oscilações do nível do mar. Ao final do Mioceno iniciou-se, na bacia, uma fase francamente regressiva, propiciada por um considerável aumento do aporte de sedimentos terrígenos, que progradaram continuamente sobre a plataforma carbonática. Atribui-se esse fenômeno ao rejuvenescimento do relevo das áreas-fontes, em consequência da orogenia andina.

Agradecimento Os autores agradecem à Petrobrás por ter permitido este trabalho e ao Dr. Francisco Celso Pontes por seu incentivo e análise crítica do mesmo.

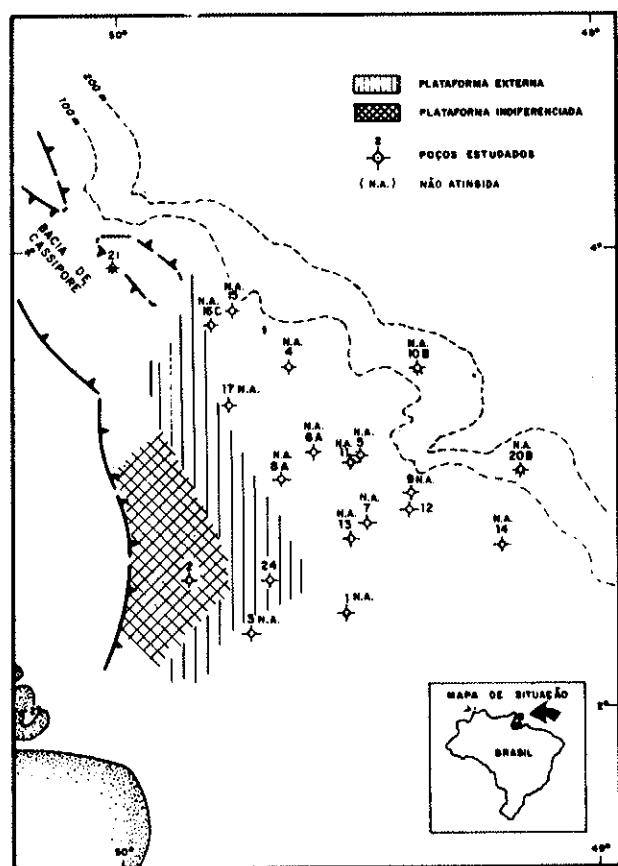


Figura 8 — Mapa de distribuição dos ambientes deposicionais ao final do Eoceno Inferior.

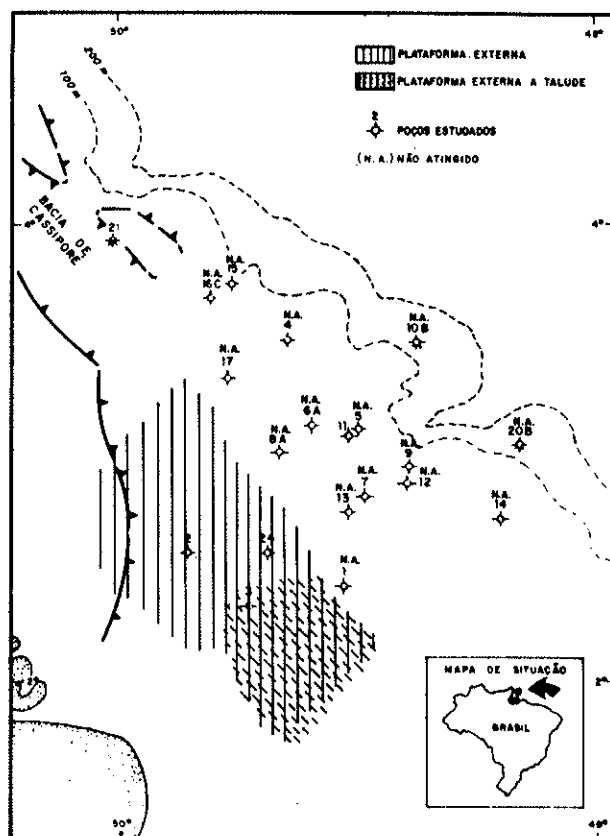


Figura 9 — Mapa de distribuição dos ambientes deposicionais ao final do Eoceno Médio.

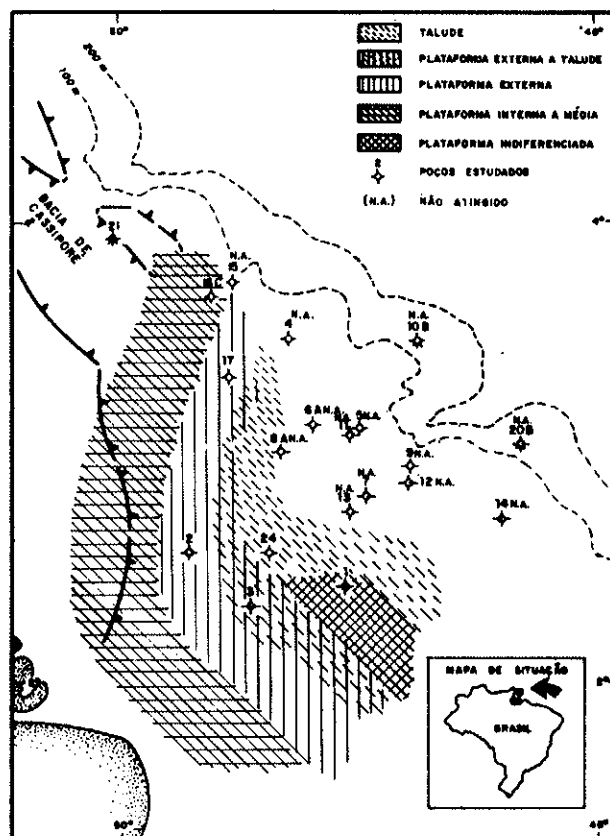


Figura 10 — Mapa de distribuição dos ambientes deposicionais ao final do Oligoceno (indiferenciado).

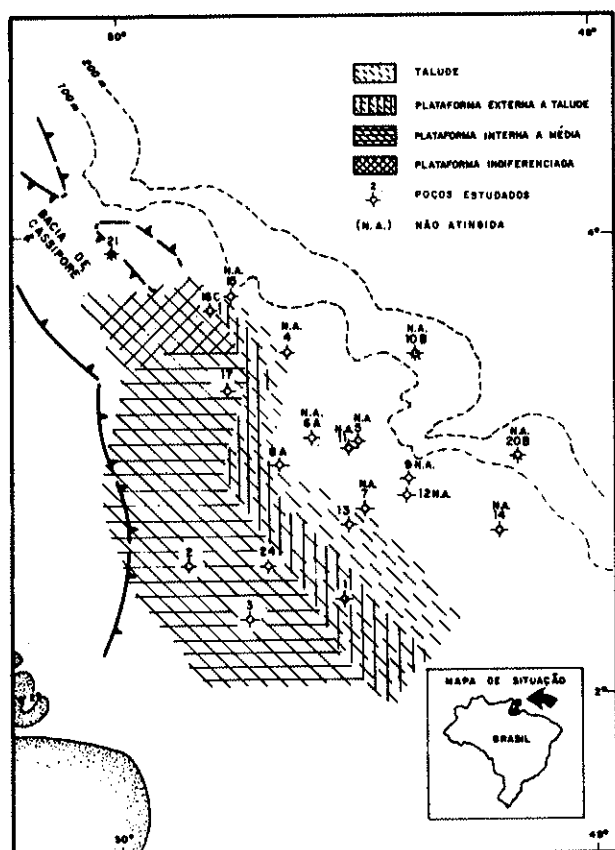


Figura 11 – Mapa de distribuição dos ambientes deposicionais ao final do Oligoceno (indiferenciado).

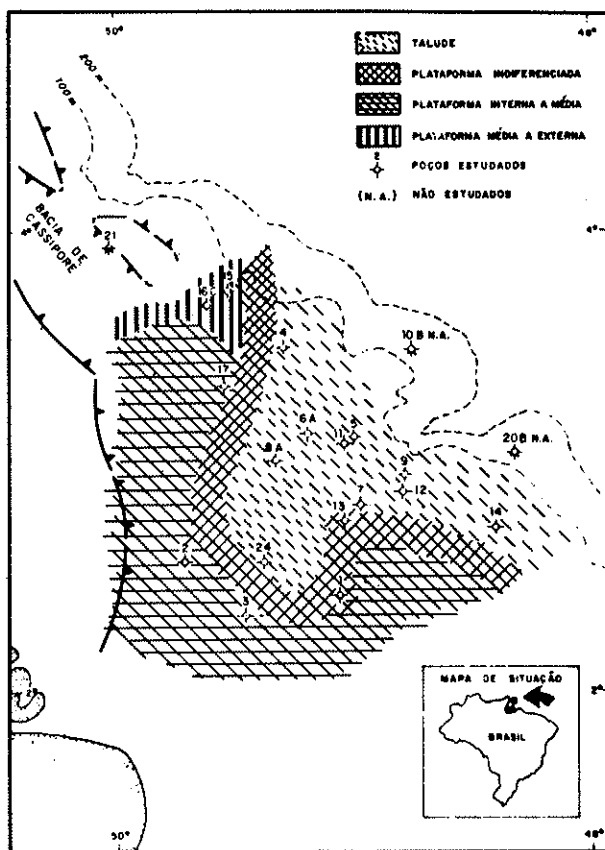


Figura 13 – Mapa de distribuição dos ambientes deposicionais ao final do Mioceno Médio.

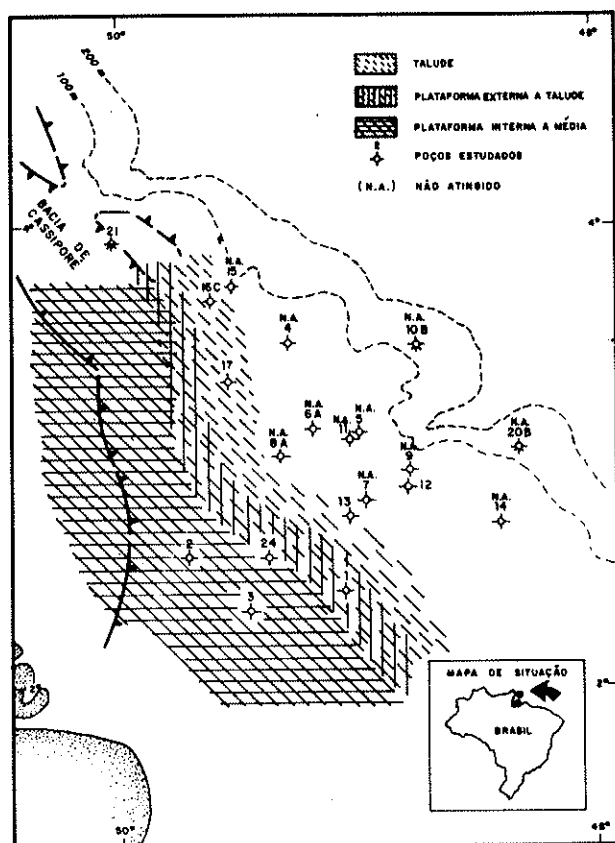


Figura 12 – Mapa de distribuição dos ambientes deposicionais ao final do Mioceno Inferior.

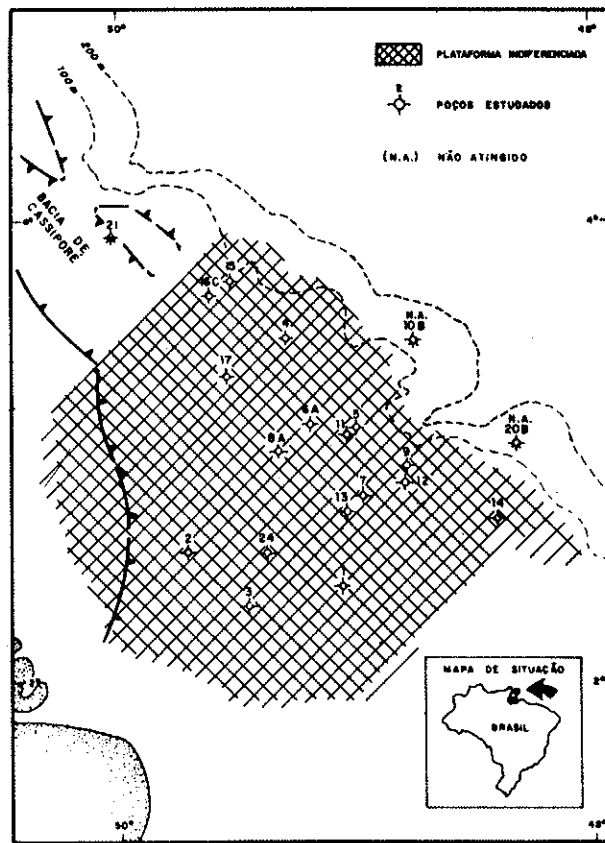


Figura 14 – Mapa de distribuição dos ambientes deposicionais ao final do Mioceno Superior.

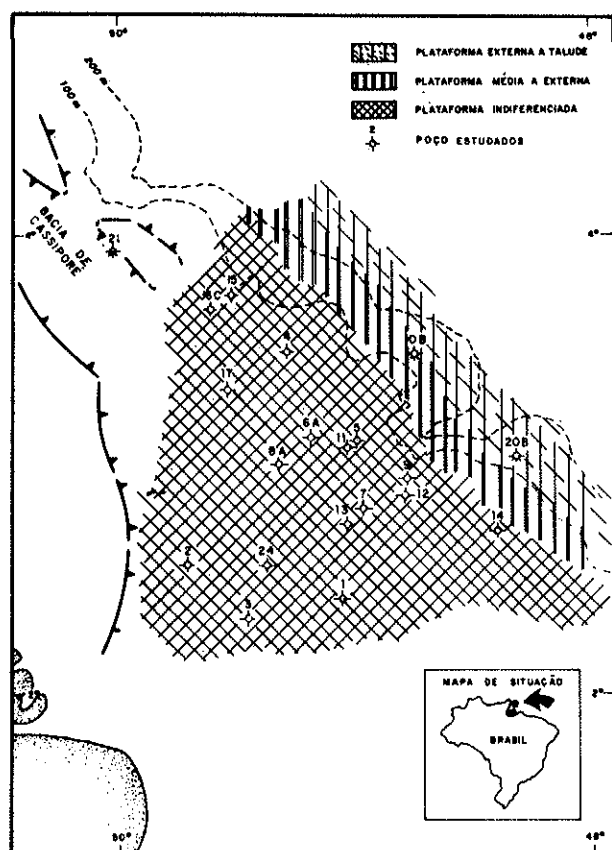


Figura 15 – Mapa de distribuição dos ambientes deposicionais ao final do Plioceno.

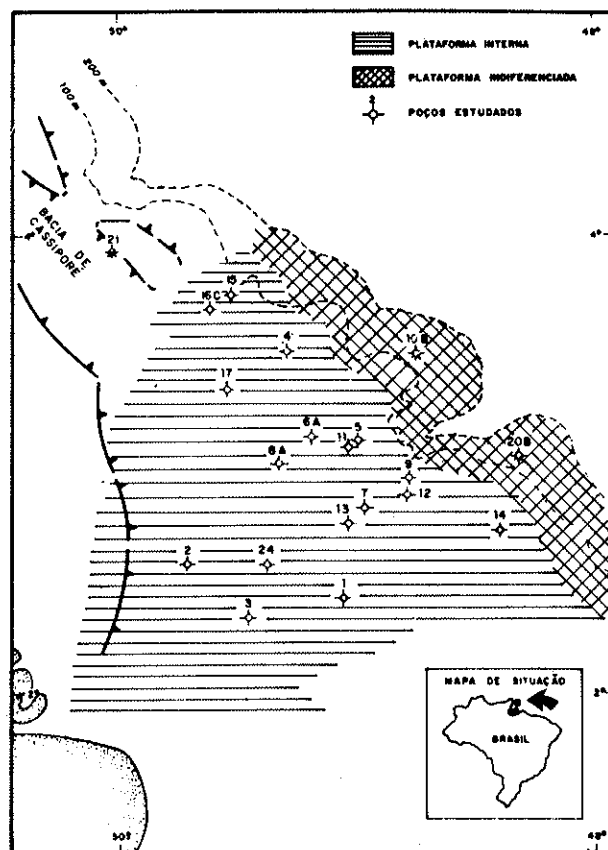


Figura 16 – Mapa de distribuição dos ambientes deposicionais no Pleistoceno/Holoceno.

BIBLIOGRAFIA

OBRAS CITADAS

- BANDY, O.L. – 1956 – Ecology of Foraminifera in North eastern Gulf of México; Geological Survey, Prof. Paper 274-G, 179-204, 3pls., 4 Tabs., 4 figs., 7 charts.
- GRIMSDALE, T.F. & VAN MORKHOVEN, F.P.C.M. – 1955 – The Ratio Between Pelagic and Benthonic Foraminifera as a Means of Estimating Depth of Deposition of Sedimentary Rocks. – Proc. 4th World Petr. Congr., Sect. 1/d. Paper 4, pp. 473-491, 9 figs.
- MURRAY, J.W. – 1973 – Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminifera. Heinemann Educational Books Ltd. London.
- TIPSWORD, H.L., SETZER, F.M. & SMITH JR., F.L. – 1966 – Interpretation of Depositional Environment in Gulf Coast Petroleum Expl. from Paleogeology and Related Stratigraphy. Transactions Gulf Coast Assoc. of Geological Societies, vol. XVI, pp. 119-130, 4 figs.

OBRAS CONSULTADAS

- ALBERS, C.C. – 1966 – Foraminiferal Ecological Zones of the Gulf Coast. Progress Report of the N. Orleans Paleogeologic Committee, Gulf Coast Section, S.E.P.M. – G.C.A.G.S., Transactions vol. 16, pp. 345-348.
- ALVES, R.J. & BEURLEN, G. – 1972 – Esboço da Evolução Geológica da área de Fazenda Cedro – Bacia do Espírito Santo, Rel. Int. PETROBRÁS/DIVEX, n.º 0011.
- ARAUJO, M.B. et al. – 1975 – Projeto Rio Paraíba do Sul – Sedimentação Deltaica Holocênica. Rel. Int. PETROBRÁS/DIVEX n.º 1175.
- BANDY, O.L. & ARNAL, R.E. – 1960 – Concepts of Foraminiferal Paleogeology, Bull. of A.A.P.G. 44, (12), 1921-1932, 14 figs.
- BEURLEN, G. – 1972 – Paleogeologia da Formação Piaçabuçu (Campaniano-Mioceno) na Área da Foz do Rio São Francisco – Rel. Interno PETROBRÁS/DIVEX n.º 0025.
- BLOW, W.H. – 1969 – "Late Middle Eocene to Recent Planktonic Biostratigraphy" in Proceedings of the 1st Int. Conf. on Plankt. Microfossils, Geneva, 1967, pp. 199-420, pls. 1-54.
- BRÖNNIMANN, P. – 1975 – Notas do Curso de Paleogeologia na Univ. de Genebra. (Distr. Interna).
- BROUWER, J. – 1965 – Agglutinated Foraminiferal Faunas from Some

- Turbiditic Sequences I and II, Proceedings, Series B-68, n.º 5, Koninkl. Nederl. Akademie Van Wetenschappen-Amsterdam.
- BROUWER, J. – 1973 – Foraminiferal Faunas from Deep-Sea Sediments in the Gulf of Guinea-Verh. Kon-Ned-Geol. Minjumbk. Gen. Deel. 30, 19-55.
- CAROZZI et al., – 1972 – Microfácies du Jurassique d'Aquitaine, Bull. Centre Rech. Pau-SNPA, vol. espec. n.º 1.
- CAROZZI et al., TIBANA, P. & TESSARI, E., – 1973 – Estudo das Microfácies da Formação Bonfim (Cenomaniano) da Bacia de Barreirinhas, Brasil, CENPES, Publ., n.º 6 – Seção Expl. Petróleo.
- DUNLAP, Jr. J.B. – 1971 – Paleogeology Defines Zones wich May Bear Gas and Oil – World Oil, 172 (4), 56-58.
- HEDGPETH, J.W. – 1957 – Treatise on Marine Ecology and Paleogeology, vol. 1 – Ecology-The Geol. Soc. of America, Memoir 67.
- LADD, H.S., – 1957 – Treatise on Marine Ecology and Paleogeology, vol. 2 – Paleogeology-The Geol. Soc. of America, Memoir 67.
- MIURA, K., CASTRO, J.C. & BRAGA, J.A.E., – 1976 – Geologia, Sedimentação e Prospectos Exploratórios da Foz do Amazonas (Rel. em Progresso). Rel. Int. PETROBRÁS/DIVEX.
- PAYNE, T.G., – 1942 – Stratigraphical Analysis and Environmental Reconstruction. Bull. of A.A.P.G., 26 (11), 1697-1770, 13 figs. 8 pls., 1 Tabs.
- SCHALLER, H., VAŞCONCELOS, D.N. & CASTRO, J.C. – 1971 – Estratigrafia Preliminar da Bacia Sedimentar da Foz do Amazonas, anais do XXV Congresso Brasileiro de Geologia, pp. 189-202, S.B.G., São Paulo.
- PHLEGER, F.B., – 1960 – Ecology and Distribution of Recent Foraminifera – J. Hopkins Press. – Baltimore.
- STEHLI, F.G. & CREATH, W.B. – 1964 – Foraminiferal Ratios and Regional Environments. Bull. of A.A.P.G., 48 (11), 1810-1827. 9 figs.
- TROELSEN, J.C. – 1975 – Projeto Foz do Rio São Francisco – Estudos Paleogeológicos – Rel. Int. PETROBRÁS/DIVEX, n.º 1089.
- WALTON, W.R. – 1964 – "Recent Foraminiferal Ecology and Paleogeology" in Approachs to Paleogeology. – Imbrie & Newell, ed. John Wiley & Sons Inc. N. Y.

Recebido em 28 de fevereiro de 1980.