ELÂENE MACHADO VIEIRA

NÃO CIRCULA

DEDALUS - Acervo - IGC

30900009766

ASSOCIAÇÕES DE FORAMINÍFEROS E
OS PALEOAMBIENTES CENOZÓICOS
DE CARAVELAS, BAHIA.

Orientador
Professor Doutor Setembrino Petri

SÃO PAULO
1974

NÃO CIRCULA

A memória de meus pais

Ao Cyro, Cyro Augusto e Fabíola

Ao Professor Setembrino Petri:

Foi mestre e formou um discípulo

ÍNDICE

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivo	1
1.2. Finalidade	1
1.3. Material e Métodos	1
1.4. Trabalhos prévios	4
1.5. Agradecimentos	5

CAPÍTULO 2

ESTRATIGRAFIA	7
---------------	---

CAPÍTULO 3

PALEOECOLOGIA	12
3.1. Introdução	12
3.2. Critérios para a reconstituição de paleoambientes	13
3.2.1. Abundância relativa de espécimes	14
3.2.2. Indicadores ambientais	15
3.2.3. Relação foraminíferos planctônicos/ foraminíferos bentônicos	18
3.2.4. Taxa dominantes e dominância faunística	20
3.2.5. Diversidade específica	20
3.2.6. Tamanho dos espécimes	22
3.2.7. Curva de sobrevivência e nicho ecológico	23
3.2.8. Características do material	25

	ii
3.2.9. Outros organismos	25
3.2.10. Litologia	26
 CAPÍTULO 4	
RESULTADOS	27
4.1. Resultados comparados para o conjunto de amostras	27
4.2. Resultados por amostra	52
 CAPÍTULO 5	
DISCUSSÃO	95
 CAPÍTULO 6	
ANÁLISE AGRUPADA	115
 CAPÍTULO 7	
CONSIDERAÇÕES FINAIS	123
7.1. Considerações sobre os critérios paleoecológicos utilizados	123
7.2. Considerações geológicas	129
7.3. Sugestões	135
 CAPÍTULO 8	
BIBLIOGRAFIA	137

ÍNDICE DE FIGURAS

1 - Mapa mostrando a localização do poço 2-CST-1-Ba	8
2 - Perfil integrado do poço 2-CST-1-Ba. Petrobrás. (Pereira, 1973)	10
3 - Localizações dos testemunhos estudados. Poço 2-CST-1-Ba. Caravelas, Bahia	11
4 - Abundância relativa de foraminíferos nas assembleias fósseis dos testemunhos estudados	31
5 - Representação dos <i>taxa</i> mais frequentes nas assembleias fósseis, em números absolutos de indivíduos encontrados em lcc de sedimento seco	32
6 - Porcentagem acumulada dos foraminíferos indicadores de águas rasas	33
7 - Porcentagem dos foraminíferos indicadores de águas rasas agitadas, e de rápida sedimentação	34
8 - Porcentagem dos foraminíferos indicadores de águas rasas calmas e de lenta sedimentação	35
9 - Porcentagem acumulada dos foraminíferos indicadores de águas rasas e fácies algal	36
10 - Porcentagem acumulada dos foraminíferos indicadores de depósitos clásticos	37
11 - Porcentagem acumulada dos foraminíferos indicadores de águas moderadamente profundas	38
12 - Relação entre a abundância relativa de espécimes, diversidade específica e litologia	43
13 - Relação entre a diversidade específica e abundância relativa de espécimes	44
14 - Representação gráfica dos intervalos de variação do maior diâmetro das testas de espécimes dos gêneros <i>Elphidium</i> e <i>Criboelphidium</i>	47
15 - Representação gráfica dos intervalos de variação do menor diâmetro das testas de espécimes dos gêneros <i>Elphidium</i> e <i>Criboelphidium</i>	47
16 - Classes de tamanhos das populações de <i>Ammonia</i> (Adaptado de Petri, 1971)	48
17 - Curvas de sobrevivência das populações de <i>Ammonia</i> , <i>Elphidium</i> e <i>Eponides</i>	49
18 - Diagrama triangular com a representação da composição dos sedimentos das diferentes amostras	49
19 - Porcentagem dos <i>taxa</i> de foraminíferos da assembleia do testemunho 17	54
20 - Grau de fragmentação das testas da assembleia do testemunho 17	54

21 - Representação gráfica comparada das porcentagens dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 17	56
22 - Porcentagem dos taxa de foraminíferos da assembléia do testemunho 16	58
23 - Grau de fragmentação das testas da assembléia do testemunho 16	58
24 - Representação gráfica comparada das porcentagens dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 16	60
25 - Porcentagem dos taxa de foraminíferos da assembléia do testemunho 14	62
26 - Grau de fragmentação das testas da assembléia do testemunho 14	62
27 - Representação gráfica comparada das porcentagens dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 14	64
28 - Porcentagem dos taxa de foraminíferos da assembléia do testemunho 13	66
29 - Grau de fragmentação das testas da assembléia do testemunho 13	66
30 - Representação gráfica comparada dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 13	68
31 - Porcentagem dos taxa de foraminíferos da assembléia do testemunho 12	70
32 - Grau de fragmentação das testas da assembléia do testemunho 12	70
33 - Representação gráfica comparada das porcentagens dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 12	72
34 - Porcentagem dos taxa de foraminíferos da assembléia do testemunho 9	74
35 - Grau de fragmentação das testas da assembléia do testemunho 9	74
36 - Representação gráfica comparada das porcentagens dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 9	76

	v
37 - Porcentagem dos <i>taxa</i> de foraminíferos da assembléia do testemunho 6.	78
38 - Grau de fragmentação das testas da assembléia do testemunho 6	78
39 - Representação gráfica comparada das porcentagens dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 6	80
40 - Porcentagem dos <i>taxa</i> de foraminíferos da assembléia do testemunho 5	82
41 - Porcentagem dos <i>taxa</i> de foraminíferos da assembléia do testemunho 3	84
42 - Grau de fragmentação de testas da assembléia do testemunho 3	84
43 - Representação gráfica comparada das porcentagens dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 3	86
44 - Porcentagem dos <i>taxa</i> de foraminíferos da assembléia do testemunho 2	88
45 - Grau de fragmentação das testas da assembléia do testemunho 2	88
46 - Representação gráfica comparada das porcentagens dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 2	90
47 - Porcentagem dos <i>taxa</i> de foraminíferos da assembléia do testemunho 1	92
48 - Grau de fragmentação das testas da assembléia do testemunho 1	92
49 - Representação gráfica comparada das porcentagens dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 1	94
50 - Dendrograma resultante da análise agrupada aplicada às populações de <i>Ammonia</i>	122

ÍNDICE DE TABELAS

I - Frequência das espécies de foraminíferos arenosos, porcelânicos e planctônicos, por amostra estudada	3 39
II - Relação foraminíferos planctônicos/foraminíferos bentônicos por amostra	40
III - Taxa dominantes e dominância faunística nas assembléias fósseis	41
IV - Valores comparativos entre a abundância relativa de espécimes, diversidade específica, dominância faunística, composição e tipo de sedimento, por amostra	42
V - Ocorrência das espécies de foraminíferos nas diferentes amostras	45 e 46
VI - Ocorrência geral dos organismos, por intervalo amostrado, de acordo com os relatórios do poço 2-CST-1-Ba, realizados pela Petrobrás	50
VII - Litologia das amostras estudadas	51
VIII - Distribuição das características das testas de foraminíferos da assembléia do testemunho 17	55
IX - Distribuição das características das testas de foraminíferos da assembléia do testemunho 16	59
X - Distribuição das características das testas de foraminíferos da assembléia do testemunho 14	63
XI - Distribuição das características das testas de foraminíferos da assembléia do testemunho 13	67
XII - Distribuição das características das testas de foraminíferos da assembléia do testemunho 12	71
XIII - Distribuição das características das testas de foraminíferos da assembléia do testemunho 9	75
XIV - Distribuição das características das testas de foraminíferos da assembléia do testemunho 6	79
XV - Distribuição das características das testas de foraminíferos da assembléia do testemunho 3	85
XVI - Distribuição das características das testas de foraminíferos da assembléia do testemunho 2	89

XVII - Distribuição das características das testas de foraminíferos da assembléia do testemunho 1	de 93
XVIII - Matriz inicial de dados para as populações de <i>Ammonia</i>	119
XIX - Matriz inicial de coeficientes de correlação	120
XX - Índices de coeficientes de correlação entre as amostras	121
XXI - Relação entre as dominâncias faunísticas, litologias e profundidades estimadas para os sítios de deposições	126
XXII - Reconstituição das prováveis flutuações oceânicas na sequência dos sedimentos estudados	130

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

No presente trabalho foram estudadas as associações de foraminíferos da seqüência sedimentar costeira do Cenozóico, encontradas em Caravelas (Bahia) e pertencente a Baía do Espírito Santo.

Este estudo é uma continuação das pesquisas realizadas pelo Professor Doutor Setembrino Petri sobre os foraminíferos desta idade.

1.1 - Objetivo

Através do uso integrado de diferentes critérios paleoecológicos procurar conhecer as condições dos ambientes de deposição das amostras estudadas e inferir sobre o comportamento tectônico do local.

1.2 - Finalidade

Contribuir para o conhecimento da geologia do local e paleoecologia destes protozoários.

1.3 - Material e métodos

O material aqui utilizado proveio da sondagem 2-CST-1-Ba e foi cedido ao Doutor Petri pela Petrobrás. Quando foi fornecido à Autora já havia recebido os tratamentos preliminares, inclusive passado pela fase de triagem. Estas etapas foram realizadas pelo referido pesquisador que pretendia desenvolver este mesmo estudo.

Frações dos vinte e um testemunhos superiores da perfuração, constituíram as amostras estudadas.

Inicialmente, foram retirados 10 cc de sedimentos de cada amostra, para os estudos dos foraminíferos. As porções restantes foram usadas para os estudos da litologia.

Os 10 cc de sedimentos foram desagregados e peneirados em peneiras de 0,062 a 0,250 mm. As frações retidas em cada uma das malhas foram flutuadas em tetracloreto de carbono e após filtradas. Os foraminíferos encontrados foram contados, triados e montados em lâminas especiais do tipo porta-foraminíferos. Os cálculos foram feitos do total de testas encontradas por família ou gênero, separadamente. Após foi calculado o número total de testas nas assembléias.

A etapa seguinte foi a de identificação sistemática das espécies.

Para as análises paleoecológicas todos os resultados dos cálculos realizados foram reduzidos e expressos em 1 cc de sedimento seco.

Frequências foram calculadas para aspectos relacionados com a preservação do material e espessura das paredes das testas.

Testas de diferentes populações foram medidas com a finalidade de se verificar as variações dos tamanhos dos indivíduos e frequência das diferentes classes de tamanhos.

Os resultados obtidos por PETRI (1971) para populações de *Ammonia*, provenientes destas mesmas amostras, também foram usados nas deduções paleoecológicas.

Para as análises dos sedimentos as frações restantes das amostras, foram utilizadas.

Após uma descrição de cada amostra, estas foram desagregadas mecanicamente e quarteadas até obter-se frações de 25 gramas. Cada fração foi colocada em um "Becker" de 500 ml, adicionando-se, primeiramente, 100 ml de água destilada e a seguir 100 ml de ácido clorídrico a 20% em volume, para cada uma das amostras. Em fases sucessivas, adicionou-se

-se frações de 50 ml de HCl, atingindo no final um volume de 300 ml, por não ocorrer mais efervescência. A comprovação da ausência de carbonato de cálcio residual foi feita com hidróxido de bário diluído. Gotas de hidróxido de amônia diluído foram acrescentadas nas misturas até ocorrer suas neutralizações. A seguir, fez-se lavagens sucessivas dos resíduos insolúveis, com água aquecida até 70° C em filtração a vácuo em funil de Büchner sob peneira de 0,062 mm e usando-se trompa de água.

Desta forma, obteve-se uma fração de partículas maiores (areias) e outra de menores (silte e argila). Estas, após terem sido filtradas e secas em estufa a 60° C, foram pesadas. A soma de ambas, diminuída do peso inicial da amostra, forneceu a fração de carbonato de cálcio (detrítico ou detrítico e químico).

A metodologia usada e descrita acima, baseou-se em SUGUIO (1973, p. 156-158).

As amostras 5 e 12 não foram processadas, como as demais, porque a quantidade de material foi insuficiente.

A partir de todos os dados obtidos, foram construídas as tabelas e figuras.

Era propósito inicial incluir, neste trabalho, a descrição das espécies, adotando o método da sinonímia crítica (baseada no estudo dos tipos originais dos autores citados). Contudo, este estágio não foi atingido dentro do prazo disponível para a realização desta dissertação. A quantidade relativamente elevada de espécies encontradas nas assembleias; a necessidade de se realizar estudos das variações intraespecíficas de algumas espécies, para evitar determinações errôneas; o estado de preservação deficiente de várias formas; o número de identificações duvidosas ou em estado de nomenclatura aberta, foram os motivos que impediram o desenvolvimento da parte sistemática. Este estudo deverá ter continuação.

Aqui, as espécies foram apenas listadas de acordo com a identificação preliminar atingida e ordenadas pela classificação dos foraminíferos proposta por LOEBLICH & TAPPAN (1964).

1.4 - Trabalhos prévios

Nas teses
anotadas
direto
c/ o autor
da tese

O Professor Doutor Setembrino Petri foi o primeiro pesquisador a realizar estudos dos foraminíferos fósseis do Cenozóico brasileiro. Suas investigações não foram apenas de cunho sistemático mas pesquisas integradas entre as assembleias destes protozoários, os sedimentos, as relações paleoecológicas e a geologia estrutural dos locais. Todos os seus trabalhos, que seguem, serviram de base para a presente pesquisa, sendo esta o resultado da transferência dos métodos e critérios já utilizados por este autor, para o material aqui estudado.

Os trabalhos realizados por PETRI, foram:

Em 1952, publicação de uma pequena nota dos foraminíferos da Formação Pirabas.

Em 1954, estudo dos foraminíferos do Eoceno (?) e Mioceno da Bacia de Marajó. De acordo com o autor o principal objetivo deste trabalho foi sistemático, mas também, aspectos estratigráficos e paleoambientais foram abordados. Nele 101 espécies foram descritas e figuradas.

Em 1957, este autor descreveu 70 espécies de foraminíferos miocênicos da Formação Pirabas. O trabalho incluiu os mesmos itens do anterior e mais uma comparação daquela fauna com a de regiões do Mioceno da Colômbia, Venezuela, Trinidad, Jamaica, Cuba, Porto Rico, Haiti e São Domingos, países incluídos na América Tropical.

Em 1971, PETRI fez um estudo do gênero *Ammonia* associando-o com as correlações dos sedimentos da parte superior do Cenozóico da faixa litorânea brasileira.

Em 1972, descreveu os foraminíferos miocênicos do Recôncavo Baiano. Neste trabalho, o autor salientou os as pectos paleoecológicos, especialmente o índice de diversidade e relação dos foraminíferos com o tipo de sedimento.

Em 1973, PETRI estudou os foraminíferos do Delta do Rio Doce. A maior parte do material foi retirado de am bientes atuais, mas também, foram incluídas vinte amostras de sondagens contendo foraminíferos sub-recentes. Esta pes quisa está em forma de relatórios do Convênio PETROBRÁS/USP, Projeto Rio Doce. A parte I refere-se a Ecologia e a II a Sistemática. Baseado em estudos estatísticos dos espécimes e em parâmetros ambientais o autor determinou e caracterizou dez tipos de associações ecológicas diferentes.

1.5 - Agradecimentos

A Autora consigna seus agradecimentos:

Ao Doutor Hélios Homero Bernardi, seu ex-professor, que paternalmente, desde 1957, tornou-se uma presença permanente em sua carreira científica;

Ao Professor Doutor Domingos Crossetti pelo apoio decisivo, o que possibilitou a realização deste curso;

À Universidade Federal de Santa Maria por ter per mitido seu afastamento para a realização do Curso de Pós-Gra duação;

Ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, em especial ao Departamento de Paleontologia e Estra tigrafia, por ter proporcionado excelentes condições de tra balho;

À Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Ní vel Superior (CAPES), pelo imprescindível suporte financeiro durante sua permanência em São Paulo;

Aos colegas José Humberto Barcelos, Armando Márcio Coimbra e Fernando C. Fittipaldi e Cezira Tengan pelas cón

tribuições prestadas nas diversas fases deste trabalho.

Aos funcionários do Instituto de Geociências (USP), Sra. Nair de Campos Louzada, Srta. Namie Koseki, Srta. Itacy Kroehme, Sr. José Ponchirolli e Sr. Jayme Alves da Silva, pe los trabalhos de datilografia, desenhos, montagem e impres são desta dissertação.

CAPÍTULO 2

ESTRATIGRAFIA

O poço 2-CST-1-Ba (Estratigráfico, Caravelas, nº 1, Bahia) foi locado a $17^{\circ} 44' 06,5''$ de latitude sul e $39^{\circ} 11' 11,0''$ de longitude oeste. Situado a 47,18 m ao sul e 54,21m a oeste do Farol da Ponta da Baleia, próximo a Vila da Barra, cerca de 9,5 km no sentido este, de Caravelas (Figura 1). O local pertence a Bacia pericratônica do Espírito Santo.

A elevação no local perfurado era de 2,03 m e a profundidade atingida foi de 2 389 m.

Foram retirados trinta e cinco testemunhos e destes apenas os vinte e um superiores foram estudados, correspondendo a 706 m da seqüência sedimentar superior.

Todas as informações sedimentológicas e estratigráficas referentes a este poço foram revisadas e reapresentadas por PEREIRA (1973) nos atuais padrões de apresentação adotados pela Petrobrás, ou seja, na forma de Perfil Integrado e Tabela Paleontológica.

A inclusão neste trabalho, da cópia do citado perfil, fornece a situação atual do conhecimento do tema aqui estudado. Sua clareza dispensou descrições (Figura 2).

Comparando a localização dos testemunhos estudados (Figura 3) com as formações citadas no perfil, constata-se que os testemunhos 21 a 15 pertencem a Formação Rio Doce, compreendida entre o Eoceno Inferior e Mioceno Inferior e ocorrendo neste poço dos 933 aos 491 m. Os testemunhos 14 ao 2, pertencem a Formação Caravelas, do Mioceno Inferior, até a base do testemunho 4 (136 m), e, de idade mais jovem do que esta, mas não definida, em sua porção superior. Esta Formação ocorre neste poço dos 491 aos 66 m. A seqüência dos sedimentos restantes, que incluem apenas o testemunho 1 foi

Fig.1- Mapa mostrando a localização do poço 2- CST-1- BA.

considerada como sendo constituída de sedimentos de praias e aluviões (S.P.A.) e de idade não definida.

As determinações das idades foram feitas através de resultados integrados fornecidos pelos nanofósseis, foraminíferos e pólenes, estudados respectivamente, por QUADROS & TROELSEN; NOGUTI e REGALI (*in* PEREIRA, 1973).

A Formação Rio Doce é predominantemente arenosa e ocorre junto a margem continental. Sua origem foi atribuída ao aporte de clásticos terrígenos provenientes, especialmente do Rio Doce. Apresenta maior espessura nos sítios próximos às zonas do domínio deste rio e limita-se a finas cunhas arenosas, principalmente a oeste, quer pela distância da área fonte, quer pela ausência de meios de transporte competentes (ASMUS *et al.*, 1971).

A Formação Caravelas é essencialmente carbonática.

Sua presença é conjecturada em toda a porção leste da Bacia do Espírito Santo. No Terciário, esta bacia apresentava-se como uma plataforma rasa e sob condições que favoreciam a de posição desta Formação. As espessuras das duas unidades se contrabalançam e os maiores valores da Formação Caravelas ocorrem nos baixos distantes das áreas de proveniência dos clásticos terrígenos (ASMUS *et al.*, (1971)).

As formações descritas constituem o Grupo Espírito Santo.

Fig.2-Perfil integrado do poço 2-CST-I-BA (Pereira 1973)

Fig.3 - Localização dos testemunhos estudados - Poço 2-CST-1-Ba - Petrobras - Faravellas - Bahia.

CAPÍTULO 3

PALEOECOLOGIA

3.1 - Introdução

Cada um dos testemunhos aqui estudados, exceto o de número 5, incluía cinco ou seis metros de sedimentos. Durante a deposição destes sedimentos as condições ambientais poderiam ter variado, especialmente se for considerado que a sedimentação em geral se processa lentamente.

Os diferentes resultados obtidos somente poderiam indicar as tendências ou as prováveis condições de uma maneira ampla e de forma comparada entre os diferentes testemunhos. O número limitado de amostras impôs restrições nas deduções. O fato das amostras pertencerem apenas a uma sondagem não permitiu inferências quanto às variações geográficas dos paleoambientes. Não foi possível a separação de cada intervalo amostrado (testemunho), em diferentes amostras orientadas.

Os métodos utilizados neste estudo são pertinentes à paleossinecologia, entendendo este ramo apenas como conduta de uma pesquisa paleoecológica, ao nível de comunidades.

Análises de assembléias, além de permitirem generalizações mais amplas do que as obtidas ao nível de populações ou de indivíduos isolados, podem fornecer resultados importantes e mais adaptados para casos de amostragens como a dos testemunhos com as características citadas.

Dos vinte e um testemunhos incluídos no intervalo total estudado, apenas onze foram representados nos histogramas, diagramas e tabelas que seguem. Os de números 20, 8 e 7, não foram enviados ao Doutor Petri. Nos de números 21, 19, 18 e 4, os foraminíferos não foram encontrados. Nos de números 15 e 10, estes protozoários foram muito raros. No testemunho

11 embora os foraminíferos fossem comuns, suas preservações foram tão deficientes que não foi possível estudá-los estatisticamente.

As análises sempre foram feitas dos testemunhos mais antigos para os mais jovens, em concordância com a sequência real de deposição.

Para as inferências e tentativas de reconstituição dos paleoambientes das amostras estudadas fez-se uso dos seguintes critérios:

- Abundância relativa dos espécimes;
- Indicadores ambientais;
- Relação foraminíferos planctônicos/foraminíferos bentônicos;
- Taxa dominantes e dominância faunística;
- Diversidade específica;
- Tamanho dos espécimes;
- Curvas de sobrevivência e nichos ecológicos;
- Características do material:
 - Estado de preservação;
 - Espessura da parede;
 - Ornamentos;
- Outros organismos presentes na amostra;
- Litologia;

3.2 - Critérios para a reconstituição de paleoambientes

Seguem as bases teóricas dos critérios que tem sido usados na reconstituição de paleoambientes ou na caracterização de ambientes recentes. Juntamente procurou-se caracterizar alguns termos utilizados durante o desenvolvimento do presente trabalho e definir quais os parâmetros ambientais que cada um dos critérios pode evidenciar.

De acordo com TIPSWORD *et al.* (1966, p. 127) muitos dos foraminíferos atuais são semelhantes ou idênticos às formas do Terciário por isso os dados dos ambientes deposicio

nais, obtidos com as espécies modernas, podem ser usados na re constituição dos ambientes antigos, através das ocorrências das espécies de foraminíferos fósseis.

3.2.1 - Abundância relativa de espécimes

Estes números não representam a densidade bruta ou a densidade ecológica sendo apenas índices de abundância re lativa.

ODUM (1972, p. 180) definiu estes termos como se gue: densidade bruta - número de indivíduos ou a biomassa da população por unidade de espaço total; densidade ecológica - número de indivíduos ou a biomassa da população por unida de de espaço de "habitat" significando a superfície ou o vo lume que a população pode efetivamente colonizar; abundância relativa - número de indivíduos ou sua porcentagem em uma amostra. Esta pode ser relativa também quanto a um espaço de tempo.

A denominação assembléia fóssil foi utilizada para o conjunto de espécimes de foraminíferos encontrados em cada uma das amostras. FAGERSTROM (1964) a definiu como "um grupo de fósseis de um certo intervalo estratigráfico e localidade geológica, tendo uma conotação paleoecológica".

Logo, os números expressam a abundância re lativa dos foraminíferos nas assembléias fósseis estudadas, obtidos em uma unidade de amostra, no caso 1 cc de sedimento seco.

Ainda segundo FAGERSTROM (op.cit.) a complexa his tória de um organismo desde o tempo de crescimento de suas partes duras até sua inclusão em uma coleção como fóssil po de ser dividida em dois períodos, pré-soterramento e pós-soterramento. Durante ambos os períodos numerosos fatores atuam alterando a estrutura original e composição da comunidade. Nas comunidades marinhas os fatores que atuam no primeiro pe ríodo são seletivos e interferem com diferentes intensidades

no número total de espécimes de uma assembléia fóssil.

Por ser impossível quantificar as prováveis alterações, as abundâncias relativas servem apenas como evidências da taxa de sedimentação e da capacidade de desenvolvimento e de reprodução dos organismos, entendendo tais capacidades como dependentes das condições ambientais.

O termo produtividade foi evitado por ser usado em ecologia para a produção de matéria orgânica em um da do nível trófico de um ecossistema.

Segundo BANDY & ARNAL (1960) o número de espécies e de espécimes aumenta longe da costa e com o aumento da profundidade da água, atingindo valores máximos sobre a plataforma continental externa (100 a 200 m) e na parte superior e média da zona batial. Estes números de acordo com os citados autores, podem ser usados nas determinações de paleoambientes. Afirmações semelhantes foram feitas por BOLTOVSKOY (1965, p. 116-133).

3.2.2 - Indicadores ambientais

Muitos autores tem utilizado e/ou citado espécies, gêneros ou até famílias como indicadores de determinadas condições ambientais.

Segundo PHLEGER (1965), PETRI (1971) e outros, o gênero *Ammonia* é abundante em profundidades menores que 40 m e, de acordo com BOLTOVSKOY (op.cit.) há muito se tem conhecimento que *Elphidium* é um gênero característico de águas pouco profundas, o mesmo ocorrendo com o gênero *Quinqueloculina*. NORTON (1930) verificou que os espécimes de *Elphidium* são raros abaixo da profundidade de 28,29 m; para PHLEGER (1951, p. 46) este gênero aparece com maior frequência em águas rasas, ocorrendo até 100 m de profundidade.

De acordo com BANDY & ARNAL (1960) diversas es

pêcies de foraminíferos porcelânicos são muito abundantes nos ambientes marinhos próximos da costa, podendo ser usados como um dos critérios para a reconstituição de paleoambientes.

Em 1956, BANDY encontrou maior freqüência de miliolídeos e formas arenáceas na zona costeira do Golfo do México, até 30 m de profundidade. BANDY & ARNAL (1960) afirmaram que as espécies arenáceas com interior simples, não labiríntico, podem ser abundantes em águas rasas.

KRASHNINNIKOV (1960, *in* LOEBICH & TAPPAN, 1964), afirmou que diferentes biofácies ocorrem em uma mesma profundidade, dependendo da razão de sedimentação e caracteres do fundo. Então com águas agitadas e rápida sedimentação, em pequenas profundidades, predominam os espécimes do gênero *Elphidium*, e onde as águas são calmas e a sedimentação é lenta, predominam, numa mesma profundidade, as formas porcelânicas (*Miliolidae* e *Peneroplidae*).

Esta situação foi apenas confirmada parcialmente por BANDY (1964b, p. 4) na plataforma da Baía Batabano, Cuba, onde os miliolídeos constituíram o grupo de foraminíferos dominantes onde a energia das águas era pequena, enquanto *Archaias* foi o gênero dominante nos locais de alta energia. Também nesta baía o autor identificou a fácies *Amphistegina* com mais de 10% de espécimes deste gênero, em locais de elevada energia das águas.

De acordo com CUSHMAN (1931, p. 79; 1948, p. 30) *Peneroplidae* e *Amphistegina* são característicos de regiões de recifes tropicais sendo provável que este gênero como outros foraminíferos grandes, possuam uma distribuição limitada a 55 metros de profundidade porque as algas comensais que os acompanham estão circunscritas às regiões oceânicas onde a luz solar consegue penetrar.

Ainda como foraminíferos indicadores de profundidade, KRASHNINNIKOV (op.cit.) afirmou: "com o aumento da profundidade, onde as algas são menos abundantes, aumentam os repre

sentantes de Cassidulinidae a aparecem os de Buliminidae e Chilostomellidae, sendo que os gêneros destas duas famílias aumentam onde as algas estão ausentes, como também os de Nodosariidae e famílias planctônicas".

Este mesmo autor também afirmou que em águas rasas de fácies algal o gênero *Cibicides* é abundante, junto com espécimes das famílias Polymorphinidae, Cassidulinidae, Discorbidae e Textulariidae, enquanto em depósitos clásticos são dominantes os representantes das famílias Textulariidae, Discorbidae, Rotaliidae, Elphidiidae e Nonionidae.

AYALA-CASTAÑARES (1958, p. 112) encontrou espécimes de Miliolidae na Laguna Terminos, México, em locais de salinidade muito variável (8 a 16‰) e com baixos teores de carbono de cálcio nos sedimentos. *Quinqueloculina polygona* d'Orbigny foi uma das espécies encontradas pelo autor na biofície lagunar interna, onde a salinidade era muito variável. Ele constatou para a citada laguna, um notório aumento dos miliolídeos desde as zonas de baixa salinidade até as ultrahalinas (31‰ na biofície de golfo aberto) onde atingiram 21,7%.

A ausência de foraminíferos planctônicos pode ser usada como critério adicional nas inferências sobre ambientes com variações de salinidade.

As diferentes temperaturas são em geral associadas a regiões geográficas relativamente amplas. Este fator influi especialmente na salinidade e nos deslocamentos de massas de água oceânica. Grande é a sua contribuição para a ocorrência ou não de comunidades inteiras de organismos.

Em geral, os autores referem-se, aos foraminíferos, como típicos de regiões quentes, temperadas ou frias, não indicando quais os *taxa* mais sensíveis ou mais tolerantes às variações da temperatura.

De acordo com BOLTOVSKOY (1954, p. 106) o quadro apresentado pelos foraminíferos do Golfo São Jorge foi monótono por ter sido relativamente pobre em espécies e subespé-

cies e muito pobre em exemplares. O autor referiu-se a esta situação como típica de águas frias. Pressupõe-se assembléias mais ricas e diversificadas em águas mais quentes, e, isto, tem sido realmente encontrado em muitos locais.

Apenas alguns *taxa* tem sido referidos como indicadores de águas quentes como *Amphistegina*, *Archaias* e *Sorites*. De acordo com LOEBLICH & TAPPAN (1964, p. 592) a família Asterigerinidae indica águas rasas e quentes.

A distribuição de espécimes de Elphidiidae independe da temperatura (BANDY, 1964a, p. 76).

Situação similar a da temperatura, ocorre em relação ao grau de turvação das águas. Poucos gêneros são citados como indicadores deste fator.

Amphistegina e *Archaias* são comuns em águas límpidas e inibidos em seus desenvolvimentos quando as águas são turvas, enquanto o gênero *Hanzawaia* é tolerante a este tipo de água (BANDY, 1956, p. 191-192).

A abundância de foraminíferos planctônicos depende da turvação da água, sendo inversamente proporcional ao grau de turvação (CURRY *et al.*, 1965, *in* PETRI, 1972, p. 65).

3.2.3 - Relação foraminíferos planctônicos/foraminíferos bentônicos

Os resultados obtidos através desta relação não determinam valores absolutos fixos, para as reconstituições paleoambientais, mas em algumas circunstâncias são altamente válidos. Há uma tendência de aumento da relação no mesmo sentido do aumento da profundidade, porém, os limites desta variação são amplos, especialmente sobre a plataforma continental interna e externa.

PETRI (1973, p. 40) definiu a relação como sendo inversamente proporcional ao grau de turvação da água que, por sua vez, está relacionada à distância da costa e aporte de

águas fluviais, não sendo uma interrelação direta devido à ação de correntes marinhas. KRASHNINNIKOV (1960, *in* LOEBICH & TAPPAN, 1964) afirmou que esta relação pode ser modificada pela topografia do fundo.

Como referência, incluiu-se os resultados de quatro amostras da região do delta do Rio Doce, selecionados entre os resultados de PETRI (1973).

A	P	%P	P/B	D.C.	D.E.
RD-73	55 m	4,6%	7/45	+ 75 Km	133 Km
RD-25	55 m	11,7%	25/189	50 Km	
RD-60	59 m	2,6%	12/428	+ 118 Km	18 Km
RD-74	59 m	8,1%	12/135	+ 117 Km	

- A. - número da amostra
P. - profundidade
%P - porcentagem de planctônicos na amostra
P/B - índice foraminíferos planctônicos/foraminíferos bentônicos
D.C. - distância da estação à costa continental em Km
D.E. - distância entre as duas estações em Km

Através destas amostras verifica-se as variações da relação P/B em uma mesma profundidade e com a distância da costa. Estas relações foram encontradas em uma região de aporte de águas doces. Considerando os resultados de PHLEGER (1964, p. 340), são esperadas porcentagens mais elevadas de planctônicos em locais bem mais próximos da costa, quando o clima do continente for árido e, portanto, escassos os cursos de água que chegam ao mar.

GRIMSDALE e von MARKHOVEN (1955) propuseram valores para a relação entre foraminíferos planctônicos para bentônicos, com a finalidade de estimar as profundidades de deposição das rochas sedimentares.

Comparando os resultados de PETRI anteriormente ci

tados e os propostos por estes autores, verifica-se uma concordância entre ambos embora a relação seja influenciada por todos os fatores citados. Para profundidades entre 0 - 70 m a porcentagem de planctônicos estaria entre 0 - 20%. Constata-se que mesmo em condições ambientais mais complexas, como as deltáicas, os valores propostos por GRIMSDALE e von MARKHOVEN (1955) continuam válidos por terem limites amplos. O mesmo não tem ocorrido com os resultados de TIPSWORD (1966, p. 124) que associou esta relação com as divisões da plataforma continental.

3.2.4 - *Taxa* dominantes e dominância faunística

Nem todos os organismos de uma comunidade são igualmente importantes para a caracterização da comunidade inteira.

WALTON (1964, p. 235) constatou ter significado ambiental relacionado com a profundidade e distribuição geogrâfica a ocorrência do gênero mais abundante de uma zona faunística. Na mesma oportunidade este autor afirmou que a porcentagem de ocorrência das espécies mais comuns em uma população de foraminíferos (dominância faunística), é diretamente proporcional a variabilidade ambiental.

Os ambientes litorâneos são muito variáveis aumentando a dominância faunística. Esta dominância é máxima na zona intersticial de pântanos e decresce a um valor mínimo na borda da plataforma continental externa.

3.2.5 - Diversidade específica

A diversidade de espécies é expressada como a ração de espécie e número ou a de espécie e área.

Os ecólogos aceitam como uma probabilidade geral ou como uma tendência durante a evolução de uma comunidade, o aumento da uniformidade das quantidades e redução da redundância, aumentando assim a diversidade e diminuindo a porcenta

tagem da dominância faunística.

ODUM (1972, p. 164), acredita que a diversidade se relaciona com a estabilidade, não sendo conhecido até que ponto esta relação é de causa e efeito. Para ele a diversidade pode ser elevada em comunidades mais velhas (mais estáveis) e baixa nas de estabelecimento mais recente.

TRAMER (1969) lembra que em comunidades de ambientes rigorosos a diversidade variou segundo sua componente de abundância relativa, logo estas não se comportaram como as de ambientes não rigorosos e autocontroladas biologicamente, onde a diversidade é uma função do número de espécies.

De acordo com a citação de BANDY & ARNAL (*vide* página 15) não pode haver independência entre o número de espécies e de espécimes nas comunidades de foraminíferos porque ambos aumentam com o aumento da profundidade. Por outro lado, a afirmação de TRAMER não deve ser desprezada por ser uma nova afirmação ecológica a ser confirmada.

O tipo de sedimento deve ser associado a este critério considerando a relação existente entre taxa de sedimentação e abundância relativa. De preferência as comparações devem ser feitas entre assembléias encontradas em sedimentos com uma granulometria semelhante e/ou com resultados semelhantes para a abundância relativa de espécimes. Esta conduta pode conduzir à conclusões mais precisas, informando, se a diversidade é apenas uma função do número de indivíduos da amostra ou, se é dependente da estabilidade ambiental, neste caso sendo uma função do número de espécies.

Os resultados do critério anterior também devem ser confrontados com os da diversidade porque deve haver coerência entre eles, pela seguinte lógica - maior diversidade, menor dominância faunística.

Estas comparações constituem uma maneira válida de saber quais os resultados que devem ser utilizados e os que devem ser eliminados durante a reconstrução de um paleoam

biente.

"Os erros resultantes do fato de não se distinguir espécies muito parecidas ou de contar etapas diversas da vida de uma espécie como espécies separadas, não são graves. Estas variações dentro da vida de uma espécie formam parte da diversidade. Além disso, as espécies não são as únicas unidades úteis para a verificação da diversidade". (ODUM, 1972, p. 168).

Como atualmente a diversidade tem sido estudada por muitos autores, diferentes tratamentos matemáticos e/ou gráficos existem como métodos de estudo. PATRICK (1967) e SANDER (1968) introduziram alguns tipos de gráficos. Para ODUM (1972) as análises gráficas apresentam duas vantagens em relação aos índices: a parcialidade da amostragem é reduzida e não se supõe nenhuma relação matemática.

PETRI (1972, p. 64-65; 1973) utilizou a diversidade em estudos de foraminíferos fósseis e atuais.

3.2.6 - Tamanho dos espécimes

BOLTOVSKOY (1957) citou a alimentação disponível como o mais importante fator para o desenvolvimento do tamanho e ornamentação dos foraminíferos.

Dentro de certos limites o tamanho dos organismos é determinado por fatores genéticos, secundariamente as condições ambientais também interferem. Nos foraminíferos o retardamento do crescimento ocorre pela ausência de nutrientes. Reação inversa ocorre pelo retardamento da reprodução, em ambientes de difícil existência, ocasionando um maior tamanho dos indivíduos (PETRI, 1973, p. 22).

Estas citações podem explicar porque em uma assembléia todos os foraminíferos, de diferentes espécies, tanto os considerados jovens como os adultos, tem portes reduzidos.

Outras informações que os estudos deste critério po

dem fornecer referem-se ao transporte de espécimes. Esta situação pode ser verificada através das curvas de distribuição de frequência de tamanho, quando a classe modal estiver deslocada para a esquerda. Deslocamento este, devido a uma seleção de tamanho por alguma corrente. Segundo JOHNSON (1960) a frequência de distribuição dos tamanhos reflete mais diretamente o transporte do que os efeitos de exposição, que podem se desenvolver sem o transporte. A ocorrência de dissolução também tende a alterar a frequência das classes de tamanhos porque as formas jovens são menos resistentes a este processo.

3.2.7 - Curva de sobrevivência e nicho ecológico

Um dos aspectos mais enfocados na moderna ecologia é o do nicho. Ele representa o "status" funcional de uma espécie dentro de um espaço multidimensional de um ecossistema. Os autores concordam que os nichos são afetados por parâmetros físicos, químicos e biológicos e, que, são as respostas das populações ao complexo multifatorial ambiental, através de adaptações fisiológicas, morfológicas e etológicas. (MARGALEF, 1970; TERRADAS, 1971; HUTCHINSON, 1958; SMITH, 1966; DAJÓZ, 1973; FRIEDRICH, 1965; ODUM, 1972).

O nicho potencial ou fundamental de uma espécie é determinado pelo conjunto das condições do meio, necessárias à espécie na ausência de qualquer pressão competitiva. Corresponde à expansão máxima que a espécie pode alcançar. A porção do nicho potencial realmente ocupada no biótopo corresponde ao nicho real (HUTCHINSON, 1957 *in* DAJÓZ, 1973).

Em paleoecologia o estudo dos nichos é limitado. Uma maneira de usar este critério é associá-lo à dispersão dos caracteres de uma população, como à dispersão dos tamanhos dos indivíduos.

Para uma dada espécie duas situações opostas de amplitude de variabilidade podem ser caracterizadas: - amplitu

de máxima atingida nos ambientes favoráveis e mínima nos desfavoráveis.

O meio ambiente seleciona as variáveis produzidas pelos organismos. A competição é um mecanismo seletivo. A pressão competitiva é maior nos ambientes mais povoados devido o aumento da densidade populacional. Se a diversidade específica é elevada junto com a densidade, o ambiente deve ter sido favorável em nível de comunidade. Neste caso, os nichos espaciais podem estar levemente reduzidos. O caráter tamanho dos indivíduos, sendo afetado, o fato será revelado pelas curvas de sobrevivência.

Logo, se for detectado uma certa maturidade ecológica de uma comunidade, as curvas de sobrevivência de algumas espécies poderão revelar redução da variabilidade intrapopulacional, sem significar ambiente hostil. Porém, se a redução for drástica e generalizada, é provável tratar-se de um ambiente desfavorável.

Como regra, os nichos espaciais são mais amplos nos ambientes com reduzida diversidade específica. Neles há oportunidades extrínsecas (oferecidas pelo meio) de expansão das variedades intrapopulacionais. Também a dominância faunística pode ser bem pronunciada. Em princípio, tais biótopos correspondem a locais de difícil adaptação.

Sabe-se também, que um nicho mais amplo deve preceder um mais restrito porque este corresponde a espécies mais especializadas.

O método das curvas de sobrevivência, como revelam os resultados de PETRI (1971), pode ser associado à dinâmica dos nichos ecológicos. As amplitudes e formas daquelas curvas foram associadas pelo citado autor, à diferentes condições ambientais.

Este critério deve ser associado a diversidade específica e dominância faunística e observado em nível de comunidade ou para uma mesma espécie proveniente de diferentes

biótopos.

3.2.8 - Características do material

Algumas características das testas podem ser usadas como critérios ou evidências adicionais na reconstituição de paleoambientes, como as porcentagens de testas inteiras, corroídas, fragmentadas, desgastadas, coloridas; presença de ornamentos e seus estados de preservação; espessura das paredes e outros.

A conservação de aspectos delicados das testas, como pequenos ornamentos e o bom estado de conservação, sem fragmentação, são evidências de águas calmas (PETRI, 1972, p. 65).

Segundo WALTON (1964, p. 235-236) testas de foraminíferos calcários, tornam-se menores e mais delgadas próximo ao aporte de águas doces.

Em espécimes do gênero *Ammonia* as variações dos ornamentos umbilicais dependem do ambiente habitado pelo animal, sendo mais desenvolvidas nas formas marinhas do que nas que habitam águas de salinidade reduzida (TODD e BRONNIMANN, 1957, p. 37-38; CLOSS, 1962, p. 53-54).

3.2.9 - Outros organismos presentes nas amostras

Este deveria ser um dos mais importantes critérios paleoecológicos. O estudo de uma comunidade possibilita a obtenção de melhores informações do que as populações isoladas de um dado *taxum*. Entretanto, dificuldades bem conhecidas geralmente limitam sua aplicação na forma ideal.

3.2.10 - Litologia

Da mesma forma que os ambientes atuais, um paleoambiente é condicionado por fatores abióticos ou estes junto com os bióticos. Num paleoambiente estéril em fósseis o sedimento

constitui o critério para a sua reconstituição.

Justificar sua inclusão como critério paleoecológico é desnecessário.

Embora muito do que foi incluído como comentário para cada um dos critérios esteja comumente implicado na literatura, como salienta JOHNSON (1960), o detalhe procurado nos estudos paleoecológicos modernos requer relatórios explícitos das hipóteses básicas de modo que possam ser examinadas e quantificadas.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

4.1 - Resultados comparados para o conjunto de amostras

A ordem adotada para a apresentação dos resultados foi a mesma da dos critérios descritos. Esta modalidade de descrição facilita o confronto entre os resultados de um critério em diferentes amostras e reduz a amplitude do texto, mas dificulta a visão global dos resultados obtidos para uma dada amostra. Visando também fornecer resultados por amostra, figuras esquemáticas foram incluídas.

Abundância relativa dos espécimes: A Figura 4, representa o número de foraminíferos em 1 cc de sedimento seco.

Indicadores ambientais: No histograma da Figura 5, foi representado o total de espécimes de *Ammonia*, *Elphidium* e Miliolidae em relação a abundância relativa de espécimes. A Figura 6, foi construída com as porcentagens totais dos foraminíferos indicadores de águas rasas - *Ammonia*, *Elphidium*, Miliolidae, Textulariidae, Amphisteginidae e Asterigerinidae.

Os demais histogramas representam as porcentagens dos foraminíferos indicadores das seguintes condições ambientais: águas rasas agitadas e rápida sedimentação através das porcentagens do gênero *Elphidium* (Figura 7); águas rasas, calmas e baixa sedimentação contendo as porcentagens da família Miliolidae (Figura 8); águas rasas e fácies algal construído com as porcentagens acumuladas dos espécimes das famílias Cibicididae, Polymorphinidae, Discorbidae e Textulariidae (Figura 9); depósitos clásticos, com as porcentagens acumuladas de Textulariidae, Discorbidae, Rotaliidae, Elphidiidae e Nonionidae (Figura 10); águas moderadamente profundas, contendo as porcentagens acumuladas das famílias Cassidulinidae, Buliminidae e de foraminíferos planctônicos (Figura 11).

Na Tabela I, fez-se a comparação entre as frequências, nas assembléias, das espécies arenosas, porcelânicas e planctônicas.

Nesta e nas demais tabelas que seguem não foram incluídos os testemunhos onde os foraminíferos não ocorreram, foram raros ou comuns, mas tão mal preservados que não foi possível a triagem (*Vide* página 12).

Relação foraminíferos planctônicos/foraminíferos bentônicos

Os resultados deste critério, estão na Tabela II.

Taxa dominantes e dominância faunística

Para uma melhor visão de conjunto, os resultados deste critério foram representados na Tabela III. A composição total de cada assembléia foi representada em diagramas circulares e estes distribuídos por amostra.

Diversidade específica

Este critério foi representado na Tabela IV onde, também, se incluiu a abundância relativa de espécimes na unidade de sedimento, a frequência da dominância faunística e os resultados das análises dos sedimentos.

Os valores obtidos para a abundância relativa de espécimes e diversidade específica foram distribuídos dentro de um intervalo de 0 a 1.0.

Os resultados obtidos foram plotados linearmente juntamente com as porcentagens das análises dos sedimentos (Figura 12). A relação entre a diversidade específica e abundância relativa de espécimes, usando os valores absolutos,

foi representada na Figura 13. A relação geral das espécies identificadas (identificação preliminar) foi representada na Tabela V.

Tamanho dos espécimes

O intervalo de variação do tamanho dos indivíduos, deve ser considerado para uma determinada espécie, e de preferência para uma população constituída de indivíduos que tiveram ciclos vitais, aproximadamente sincrônicos. A primeira condição limitou o uso deste critério, porque nenhuma espécie apresentou ao mesmo tempo boa preservação, distribuição contínua ao longo dos diferentes testemunhos estudados e número de indivíduos suficientes. A segunda condição é mais difícil de ser detectada.

Apenas foi possível medir os tamanhos de diferentes populações do gênero *Elphidium* e *Cribrroelphidium*. Os resultados foram representados agrupados para que fosse possível suas comparações nas diferentes amostras, embora esta situação não seja a desejável (Figuras 14 e 15). Quando possível os outros indivíduos de cada assembléia foram distribuídos em três classes de tamanhos (pequenos, médios e grandes). Neste caso, as comparações sempre foram feitas dentro de uma mesma espécie (resultados descritos por amostra).

Os resultados obtidos por PETRI (1971) foram os mais usados por melhor preencher as condições acima citadas (Figura 16).

Curvas de sobrevivência e nichos ecológicos

Apenas as curvas de sobrevivência para três populações do testemunho 16 foram incluídas no presente trabalho, embora muitas tenham sido construídas na fase de estudo do material (Figura 17). Os motivos da não inclusão foram os mesmos que limitaram a maior exploração do critério anterior. Uma pesquisa mais completa e similar a realizada por PETRI (1971) para o gênero *Ammonia* deverá ser feita, utilizando outras amostras e os resultados que já se possui, especialmen

te para o gênero *Elphidium*.

As curvas de sobrevivência construídas por PETRI (1971) foram consideradas como resultados deste critério.

Características do material

Este critério foi separado em: a. ornamentos - considerando a frequência da ocorrência e o estado de suas preservações; b. espessura da parede das testas - considerando três tipos de testas, com parede transparente, translúcida (representando as formas medianamente espessas) e opaca; c. preservação do material - as testas foram classificadas em inteiras completas (sem partes quebradas), inteiras incompletas (com pequenas partes quebradas) e fragmentadas; desgastadas e não desgastadas; algumas vezes também foi necessário considerar a presença de superfície áspera e formações aderidas nas paredes.

Os resultados estão distribuídos por testemunho.

Outros organismos presentes nas amostras

Infelizmente, nos relatórios consultados, desta sondagem, realizados pelos técnicos da PETROBRÁS, não houve citação de todos os taxa encontrados por intervalo amostrado. As observações foram feitas por grupos de amostras e estas dispostas em forma de tabela no presente trabalho (Tabela VI). Estes dados muito pouco podem acrescentar às discussões paleoecológicas.

Litologia

Todos os resultados referentes a este item foram agrupados na Tabela VII e Figura 18. As litologias encontradas nas análises feitas para o presente trabalho, nem sempre conferiram com as referência de PEREIRA (1973). Estas basearam-se em pequenos fragmentos que poderiam ser pouco significativos na escala usada pelo citado autor.

Fig.4 - Abundância relativa de foraminíferos nas assembléias fósseis dos testemunhos estudados. Os números representam os indivíduos em lcc de sedimento seco.

Fig. 5 - Representação dos taxa mais frequentes nas assembléias fósseis, em números absolutos de indivíduos encontrados em lcc de sedimento seco.

Fig. 6.- Porcentagem acumulada dos foraminíferos indicadores de águas rasas: Ammonia, Elphidium, Miliolidae, Textulariidae, Soritidae, Amphisteginidae e Asterigerinidae.

Fig.7- Porcentagem dos foraminíferos indicadores de águas rasas, agitadas e de rápida sedimentação: Elphidium.

Fig.8 - Porcentagem dos foraminíferos indicadores de águas rasas, calmas e lenta sedimentação : Miliolidae.

Fig.9 - Porcentagem acumulada dos foraminíferos indicadores de águas rasas e fácies algal: Cibicididae, Polymorphinidae, Discorbidae e Textulariidae.

Fig.10- Porcentagem acumulada dos foraminíferos indicadores de depósitos clásticos: Textulariidae, Discorbidae, Rotalidae, Elphidiidae e Nonionidae.

Fig. II - Porcentagem acumulada dos foraminíferos indicadores de águas moderadamente profundas onde a quantidade de algas diminui: *Cassidulinidae*, *Buliminidae*, *Chilostomellidae*, *Nodosariidae* e formas planctônicas. As partes brancas correspondem as porcentagens de *Bolivina* e *Uvigerina*.

TABELA I

FREQUÊNCIA DAS ESPÉCIES DE FORAMINÍFEROS ARENOSOS, PORCELÂNICOS E PLANCTÔNICOS POR AMOSTRA ESTUDADA

Testemunhos	% D A S E S P É C I E S			
	Arenosas	Porcelânicas		Planctônicas
		Miliolidae	Soritidae	
1	ausentes	23,88	ausentes	raros
2	ausentes	2,05	abundantes	raros
3	ausentes	raros	raros	ausentes
5	ausentes	81,82	comuns	ausentes
6	ausentes	26,78	ausentes	raros
9	ausentes	ausentes	ausentes	8,71
12	ausentes	comuns	comuns	ausentes
13	3,22	13,42	raros	raros
14	ausentes	ausentes	ausentes	15,60
16	ausentes	ausentes	ausentes	raros
17	ausentes	ausentes	ausentes	10,93

OBS: Não foi possível quantificar os termos empregados para todas as espécies porcelânicas, geralmente preservadas como moldes aderidos nos fragmentos de rochas ou que se desagregavam nas câmaras constituintes das testas.

No testemunho 13 os miliolídeos eram bem mais numerosos do que a contagem do material desintegrado e registrado na tabela.

TABELA II

RELAÇÃO FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS / FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS, POR AMOSTRA

Foraminíferos Planctônicos / Foraminíferos Bentônicos

Testemunhos	Relação porcentual	Índice P / B
	ou relação relativa	
1	R / A	...
2	R / A	...
3	0 / 100%	-
5	0 / 100%	-
6	R / A	...
9	8,71% / 91,29%	0,095
12	0 / 100%	-
13	R / A	-
14	15,60% / 84,40%	0,184
16	R / A	-
17	10,93% / 89,07%	0,125

OBS: R = raros; A = abundantes; P = planctônicos; B = bentônicos; ... = dado desconhecido

TABELA III

TAXA DOMINANTES E DOMINÂNCIA FAUNÍSTICAS NAS ASSEMBLÉIAS FÓSSEIS

Testemunhos	% da dominância e taxa correspondente				Segundo taxa quanto a fre- quência
	até 70%	69 a 50%	49 a 30%	29 a 20%	
1	-	-	Elphidiidae		Miliolidae
2	Elphidiidae				Soritidae
3	-	-	Elphidiidae		<i>Asterigerina</i>
5	Miliolidae				<i>Ammonia</i>
6	-	-	<i>Ammonia</i>		Miliolidae
9	-	-	-	Elphidiidae	<i>Bolivina</i>
12			<i>Ammonia</i>		Elphidiidae
13	<i>Ammonia</i>				Miliolidae
14	-	-	<i>Ammonia</i>		Elphidiidae
16	-	Elphidiidae			<i>Eponides</i>
17	-	-	-	<i>Ammonia</i>	<i>Bolivina</i>

TABELA IV

VALORES COMPARATIVOS ENTRE A ABUNDÂNCIA RELATIVA DE ESPÉCIMES, DIVERSIDADE ESPECÍFICA, DOMINÂNCIA FAUNÍSTICA, COMPOSIÇÃO E TIPO DE SEDIMENTOS, POR AMOSTRA

T	P A R Â M E T R O S						
	Nº E.	D.E.	% D.F.	% C	% S.A.	% A	L
1	3182	61	41,67 (E)	18,25	63,12	18,63	Siltito
2	1555	40	70,47 (F)	81,36	10,80	7,84	Siltito
3	632	18	36,56 (F)	66,93	31,72	1,36	Siltito
5	66	8	81,82 (F)	-	-	-	Arenito médio
6	605	19	37,68 (E)	69,52	10,64	19,84	Arenito médio
9	1082	37	23,74 (F)	81,08	17,06	1,86	Calcário
12	1033	26	46,49 (E)	-	-	-	Siltito
13	1722	49	70,47 (E)	64,80	20,00	15,20	Siltito
14	7010	66	33,75 (E)	8,20	58,56	33,56	Siltito
16	169	16	66,27 (F)	6,40	43,48	50,12	Folhelho
17	2895	67	24,90 (E)	30,88	7,60	61,52	Arenito

OBS: T = testemunho; Nº E. = número de espécimes; D.E. = diversidade específica; % D.F. = frequência da dominância faunística; % C = porcentagem de carbonato de cálcio detrítico e químico; % S.A. = porcentagem de silte e argila; % A = porcentagem de areia; L = litologia; (E) representação no nível de espécie e sempre pertencentes ao gênero *Ammonia*; (F) representação no nível de família (Miliolidae no testemunho 5 e Elphidiidae nos demais).

Fig. 12 - Distribuição esquemática dos valores da tabela 4. (N.º E = valores normalizados do número de espécimes; D. E = valores normalizados da diversidade específica; C = carbonato de cálcio; S. A. = silte e argila; A = areia; 1, 2, 3, 6, 9, 13, 14, 16, 17 = número das amostras.

Fig.13- Relação entre a diversidade específica e a abundância relativa de espécimes nas amostras estudadas. Os números de cada testemunho estão representados junto aos pontos encontrados. As partes tracejadas, indicam qual seria a relação na ausência das espécies da família Miliolidae.

OCORRÊNCIA DAS ESPÉCIES DE FORAMINÍFEROS NAS DIFERENTES AMOSTRAS

	T	A	X	A	1	2	3	5	6	9	12	13	14	16	17
TEXTULARIIDAE															
<i>Textularia toddi</i> Petri													x		
FISCHERINIDAE															
<i>Cyclogyra planorbis</i> (Schultze)					x										
NUBECULARINIDAE															
<i>Spiroloculina antillarum</i> d'Orbigny					x										
<i>Spiroloculina concava</i> Petri													x		
<i>Spiroloculina estebani</i> Tinoco					x										
<i>Spiroloculina eximia</i> Cushman									x						
<i>Spiroloculina gratscoupi</i> d'Orbigny					x										
MILIOLIDAE															
<i>Quinqueloculina cf. agglutinata</i> Cushman													x		
<i>Quinqueloculina bicostata</i> d'Orbigny													x		
<i>Quinqueloculina candeiana</i> d'Orbigny					x	x							x		
<i>Quinqueloculina goosi</i> Todd et Brönnimann					x	x			x				x		
<i>Quinqueloculina implexa</i> Terquem								x							
<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny					x	x							x		
<i>Quinqueloculina lamarcckiana</i> d'Orbigny					x	x		x	x				x		
<i>Quinqueloculina cf. parkeri</i> Brady						x									
<i>Quinqueloculina poeyana</i> d'Orbigny						x									
<i>Quinqueloculina polygona</i> d'Orbigny						x							x		
<i>Quinqueloculina cf. prisca</i> d'Orbigny									x				x		
<i>Quinqueloculina punctulata</i> d'Orbigny								x							
<i>Quinqueloculina seminula</i> (Linnaeus)					x	x									
<i>Quinqueloculina subpoeyana</i> Cushman					x										
<i>Mastilina secans</i> (d'Orbigny)					x										
<i>Pyrgo murrhina</i> (Schwager)												x			
<i>Pyrgo nasutus</i> Cushman					x			x	x						
<i>Pyrgo subspheerica</i> d'Orbigny					x			x	x				x		
<i>Pyrgo striatella</i> (Cushman)					x	x									
<i>Triloculina insignis</i> (Brady)					x								x		
<i>Triloculina oblonga</i> (Montagu)						x		x	x				x		
<i>Triloculina rosea</i> d'Orbigny						x									
<i>Triloculina triacarinata</i> d'Orbigny													x		
<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu)					x										
<i>Articulina cf. mayori</i> Cushman					x										
<i>Articulina mucronata</i> d'Orbigny					x										
<i>Articulina multilocularis</i> Brady, Parker & Jones					x										
<i>Articulina paucicostata</i> Cushman					x										
SORITIDAE															
<i>Peneroplis planatus</i> (Fichtel and Moll)					x										
NODOSARIIDAE															
<i>Dentalina communis</i> (d'Orbigny)														x	
<i>Lagena laevis</i> (Montagu)					x										
<i>Lagena perlucida</i> (Montagu)					x		x			x	x	x	x		x
<i>Lagena ampulla</i> Galloway															x
<i>Lagena desmophora</i> Rymer-Jones					x										
<i>Lagena striata</i> (Walker et Jacob)					x										
<i>Lagena bulloides</i> Petri															x
POLYMORPHINIDAE															
<i>Guttulina lactea</i> (Walker et Jacob)													x		x
<i>Guttulina irregularis</i> d'Orbigny													x		
<i>Pseudopolymorphina tropicale</i> Petri						x									x
GLANDULINIDAE															
<i>Fissurina laevigata</i> Reuss					x	x			x	x	x	x	x	x	x
<i>Fissurina luoida</i> (Williamson)					x					x					
TURRILINIDAE															
<i>Buliminella elegantissima</i> (d'Orbigny)					x										
<i>Buliminella parvula</i> Cushman et Parker					x										
BOLIVINITIDAE															
<i>Bolivina ariana</i> Cole and Ponton														x	
<i>Bolivina danvillensis</i> Howe et Wallace														x	
<i>Bolivina pseudoplicata</i> Haron-Allen et Earland					x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
<i>Bolivina rhomboidalis</i> (Millet)						x					x		x		
<i>Brisalina alata</i> Seguenza														x	x
<i>Brisalina subaenariensis</i> Cushman					x									x	
<i>Brisalina striatula</i> (Cushman)					x										

TABELA V (continuação)

T A X A	A M O S T R A S												
	1	2	3	5	6	9	12	13	14	16	17		
BULIMINIDAE													
<i>Reussella spinulosa</i> (Reuss)	x	x				x							
UVIGERINIDAE													
<i>Sagrina pulchella</i> (d'Orbigny)	x												
<i>Trifarina barnesi</i> Petri		x				x		x	x	x	x		
DISCORBIDAE													
<i>Discorbis candelaria</i> (d'Orbigny)	x												
<i>Discorbis floridana</i> Cushman	x												
<i>Discorbis floridensis</i> (Cushman)	x												
<i>Neoscorbina terquemi</i> (Rzehak)	x	x							x				
<i>Cancris pauciloculata</i> Cushman and McGlamery						x			x			x	
GRABRATELLIDAE													
<i>Grabratella americana</i> (Petri)	x	x					x	x	x			x	
ASTERIGERINIDAE													
<i>Asterigerina cf. subacuta</i> Cushman								x	x				
SIPHONINIDAE													
<i>Siphonina reticulata</i> (Czjzek)	x	x			x			x	x				
SPIRILLINIDAE													
<i>Patullina corrugata</i> Williamson	x												
ROTALIIDAE													
<i>Ammonia catesbyana</i> (d'Orbigny)	x												
<i>Ammonia mendesi</i> Petri		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
ELPHIDIIDAE													
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman)												x	x
<i>Elphidium lens</i> Galloway and Heminway		x											
<i>Elphidium sagrai</i> (d'Orbigny)		x	x			x	x	x	x				
<i>Criboelphidium disocidale</i> (d'Orbigny)	x	x	x			x	x		x	x	x		
<i>Criboelphidium poeyanum</i> (d'Orbigny)	x	x			x	x	x		x	x	x		
MIOGYPSINIDAE													
<i>Miohypsinina</i> sp.									x				
GLOBIGERINIDAE													
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny													
CIBICIDIDAE													
<i>Cibicides aknerianus</i> (d'Orbigny)													x
<i>Cibicides bertheloti</i> (d'Orbigny)							x	x	x	x			x
<i>Cibicides oururuenensis</i> Petri						x							
<i>Cibicides floridanus</i> (Cushman)													x
<i>Cibicides lobatulus</i> (Walker et Jacob)			x				x	x		x	x		x
<i>Cibicides pseudoungerianus</i> (Cushman)	x						x		x				
<i>Cibicides pirabensis</i> Petri										x			x
<i>Cibicides refulgens</i> Montfort	x												
<i>Cyclolobulina miocenica</i> Cushman and Ponton							x	x	x	x			
<i>Dyocibicides diminuta</i> Tinoco										x			
<i>Planorbulina mediterraneensis</i> d'Orbigny							x			x			x
CAUCASINIDAE													
<i>Fursenkoina cf. capreolata</i> Poag	x						x			x			x
<i>Sigmavirgulina tortuosa</i> (Brady)	x	x					x			x			x
LOXOSTOMIDAE													
<i>Loxostomum teretum</i> Cushman	x	x	x										
<i>Loxostomum limbatum</i> (Brady)	x												
<i>Loxostomum gunteri</i> Cushman	x												
CASSIDULINIDAE													
<i>Cassidulina crassa</i> d'Orbigny	x												
<i>Cassidulina laevigata</i> d'Orbigny var. <i>carinata</i> Cushman										x			
<i>Cassidulina subglobosa</i> Brady										x			
NONIONIDAE													
<i>Allomorphina lamgoi</i> Tinoco		x				x							
<i>Nonion cf. advenum</i> (Cushman)	x	x											
<i>Nonion grateslouti</i> (d'Orbigny)	x		x										
<i>Nonionella atlantica</i> Cushman	x	x					x	x	x				x
<i>Nonionella pirabensis</i> Petri	x	x											

OBS: As identificações das espécies desta tabela deverão ser revistas e confirmadas após a realização de uma sinomí-
mia crítica (Boltovskoy, 1959). As espécies em estado de nomenclatura aberta não foram aqui incluídas exceto *Ny-
gyena* sp pela importância bioestratigráfica deste gênero.

Fig.14 - Representação gráfica dos intervalos de variações do maior diâmetro das testas de espécimes dos gêneros *Elphidium* e *Cribroelphidium*

Fig.15 - Representação gráfica dos intervalos de variação do menor diâmetro das testas de espécimes dos gêneros *Elphidium* e *Cribroelphidium*

Fig.16-Diagrama em barras representando as classes de tamanhos das populações de Ammonia. Os indivíduos foram agrupados em intervalos de 20 em 20 micra. (Adaptado de Petri, 1971).

Fig.17 - Curvas de sobrevivência de populações de *Ammonia* (a), *Elphidium* (b) e *Eponides* (c), provenientes do testemunho 16. Mas abscissas estão colocados os diâmetros das testas em micra. Nas ordenadas, as porcentagens de frequência de indivíduos. Os indivíduos foram agrupados em intervalos de 20 em 20 micra na população de *Ammonia* e de 10 em 10 micra nas duas outras.

Fig.-18 Diagrama triangular com a representação da composição das amostras analisadas.

TABELA VI

OCORRÊNCIA GERAL DOS ORGANISMOS, POR INTERVALOS AMOSTRADOS, DE ACORDO COM OS RELATÓRIOS DO POÇO 2-CST-1-Ba, REALIZADOS PELA PETROBRÁS

Organismos	T E S T E M U N H O S			
	1 - 2	3 - 10	11 - 14	15 - 17
Foraminíferos	x	x	x	x
Poríferos	espículas	espículas	espículas	x
Corais (*)	fragmentos	x	x	-
Briozoas	-	-	x	x
Bivalves (*)	x	x	x	-
Gastrópodos	-	x	x	-
Ostracodes	x	x	x	x
Holoturóideos	-	-	x	x
Ofiuróideos	-	-	x	-
Crinóides (*)	-	pedúnculos	pedúnculos	-
Peixes	-	-	dentes	-
Algas calcárias	-	-	x	-
Vegetais superiores	-	restos	-	-

OBS: x = citado; - = não referido; (*) = de acordo com a Figura 2 (Pereira, 1973) estes organismos provavelmente ocorrem no testemunho 3.

TABELA VII
LITOLOGIA DAS AMOSTRAS ESTUDADAS

Test.	Rocha	Características	% CaCO ₃	% Silte e Argila	% Areia
21 19 18	Arenito	Branco, cinza variegado. Mal selecionado, com grânulos e seixos de quartzo muito angulosos. Medianamente compactado. Afossilífero.	-	39,00 (média)	61,00 (média)
17	Arenito	Branco acinzentado. Pouco selecionado, com grãos angulosos de 1 a 3mm e pa- lhetas de mica.	30,88	7,60	61,52
16	Folhelho arenoso	Verde acinzentado com manchas vermelho-marrom. Bem selecionado. Estruturas de deslizamento são frequentes nestes folhelhos (Pereira, 1973).	6,40	43,48	50,12
15	Argilito	Cinza claro. Bem selecionado. Bem compactado.	-	62,80	37,20
14	Siltito argiloso	Cinza claro esverdeado. Bem selecionado. Friável. Lâminas esbranquiçadas.	8,20	58,56	33,24
13	Siltito	Branco acinzentado. Mal selecionado. Friável.	64,80	20,00	15,20
12	Siltito arenoso	Branco acinzentado. Mal selecionado. Reagiu com ácido clorídrico.	Material insuficiente para análise		
11	Arenito	Cinza claro. Mal selecionado. Bem compactado.	53,00	21,60	25,40
10	Siltito argiloso	Cinza esverdeado com manchas brancas. Pouco friável. Rico em pirita.	-	86,30	15,70
9	Calcário	Cinza claro. Bem selecionado. Bem compactado. Homogêneo.	81,08	17,06	1,86
6	Arenito médio	Cinza escuro e branco acinzentado. Pouco selecionado. Bem compactado.	69,52	10,64	19,84
5	Arenito médio	Cinza. Pouco selecionado. Bem compactado. Reagiu com ácido clorídrico.	Material insuficiente para análise		
4	Argilito	Cinza escuro esverdeado. Bem selecionado. Medianamente compactado.	-	82,80	17,20
3	Siltito	Cinza claro esbranquiçado. Mal selecionado. Com restos orgânicos visíveis macroscopicamente.	66,93	31,72	1,36
2	Siltito	Cinza claro. Mal selecionado. Bem compactado. Muitos restos orgânicos especialmente Soritídeos	81,36	10,80	7,84
1	Siltito argiloso	Cinza escuro. Bem selecionado. Pouco compactado. Sem estruturas orgânicas visíveis.	18,25	63,12	18,63

4.2 - Resultados por amostra

Seguem os resultados referentes a composição fau-
nística dos foraminíferos de cada assembléia, tamanho dos es-
pécimes, ornamentos, espessura da parede das testas, preser-
vação do material e resultados gráficos integrados para cada
testemunho.

Testemunho 21

Ausência de fósseis.

Testemunho 19

Ausência de fósseis.

Testemunho 18

Ausência de fósseis.

Testemunho 17

Taxa de foraminíferos da assembléia: (Vide Figura
19).

Tamanho dos espécimes: as frequências das três clas-
ses de tamanho foram:

	Tamanho das testas		
	Pequenas	Médias	Grandes
<i>Ammonia</i>	7,5%	23,1%	69,4%
<i>Elphidium</i>	8,0%	40,0%	52,0%
<i>Bolivina</i> e outros	25,0%	54,2%	20,0%
Média:	13,5%	39,4%	47,1%

Os limites de variação dos tamanhos de *Elphidium*
e *Criboelphidium* e as classes de tamanho de *Ammonia* es-
tão representados nas Figuras 14 a 16 (mesmo número de clas-
ses de tamanho encontrado para o testemunho 13).

Ornamentos: a preservação dos ornamentos das testas foi praticamente perfeita, embora tenham sido poucas as testas ornamentadas nesta assembléia. O desenvolvimento da ornamentação umbilical nas testas de *Ammonia* foi similar ao das populações dos testemunhos 13 e 3. Umbo foi encontrado em 78,9% das testas deste gênero.

Espessura da parede das testas: (Vide Tabela VIII e Figura 21).

Preservação do material: dois grupos de indivíduos foram distinguidos quanto ao estado de preservação. O primeiro constituído pelos espécimes de *Ammonia*, *Elphidium* e *Amphistegina*. Nele ocorreu maior número de testas fragmentadas, algumas preenchidas por sedimentos e outras com evidências de desgaste, especialmente os indivíduos grandes do primeiro gênero. A preservação das testas grandes de *Ammonia* foi nitidamente mais deficiente do que as de pequeno porte. O aspecto geral dos espécimes deste grupo foi menos delicado e frágil do que as do próximo grupo.

No segundo, constituído pelos demais espécimes da assembléia, a preservação das testas foi sensivelmente melhor. Nele predominaram as formas inteiras, embora a espessura das paredes fosse mais delgada, não ocorreram testas preenchidas de sedimentos e desgastadas (Tabela VIII e Figuras 20 e 21).

Fig.19 - Porcentagem dos taxa de foraminíferos da assembléia do testemunho 17.

Fig.-20 Diagrama triangular com a representação do grau de fragmentação das testas de foraminíferos do testemunho 17.

1-Epomidés; 2-Cibicides; 3-Elphidium; 4-Ammonia; 5-Bolivina, Fissurina, Lagena e outros, 6-Formas planctônicas. 7-Média geral.

TABELA VIII

DISTRIBUIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS TESTAS DE FORAMINÍFEROS DA ASSEMBLÉIA DO TESTEMUNHO 17

Características das testas	<i>Epomides</i> (76)	<i>Cibicides</i> (197)	<i>Elphidium</i> (130)	<u>T A X A</u>		Diversos (361)	Planctônicos (127)	Média
				<i>Ammonia</i> (240)	%			
Transparentes	-	-	-	-		8,4	5,0	2,2
Translúcidas	100,0	100,0	35,0	30,0		91,6	95,0	75,3
Opacos	-	-	65,0	70,0		-	-	22,5
Inteiras completas	59,2	39,5	43,9	20,0		44,8	30,7	39,7
Inteiras incompletas	30,3	34,2	10,0	32,5		40,5	52,0	33,1
Fragmentadas	10,5	26,3	46,1	47,5		14,7	17,3	27,2
Não desgastadas	69,7	61,4	-	5,0		81,0	82,7	51,6
Desgastadas	30,3	38,6	100,0	95,0		19,0	17,3	48,4

OBS: Números entre parênteses representam os totais de testas computadas.

TESTEMUNHO 17

PARÂMETROS

Fig.21 - Representação gráfica comparada das porcentagens dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 17.

Testemunho 16

Taxa de foraminíferos da assembléia (Vide Figura 22).

Tamanho dos espécimes: em todas as populações de diferentes espécies as testas pequenas predominaram sobre as grandes. As porcentagens obtidas para as classes de tamanho foram:

	Tamanho das testas		
	Pequenas	Médias	Grandes
<i>Ammonia</i>	31,2%	43,8%	25,0%
<i>Elphidium</i>	10,0%	82,5%	7,5%
<i>Eponides</i>	20,0%	76,0%	4,0%
Média:	20,4%	67,5%	12,1%

Constatou-se uma total redução da dispersão das classes de tamanhos em todos os espécimes da assembléia. Pequenos tamanhos, similares a estes, só foram encontrados na assembléia do testemunho 1. É possível que as três classes acima referidas, pertençam a primeira delas e as demais tenham sido destruídas (Figuras 14 e 16).

Ornamentos: Apenas a presença de umbo em 31,2% dos espécimes de *Ammonia* merece ser destacado.

Espessura da parede das testas: (Vide Tabela IX e Figura 24).

Preservação do material: a Tabela IX e Figuras 23 e 24, contém os resultados referentes a este item. Constatou-se que 38,9% das testas da assembléia estavam impregnadas de vermelho.

Testemunho 15

Apenas quatro espécimes de foraminíferos foram encontrados nesta amostra, pertencentes aos seguintes gêneros: *Ammonia*, *Elphidium* e *Globigerina*.

Fig.22 - Porcentagem dos taxa de foraminíferos da assembléia do testemunho 16.

Fig.-23 Diagrama triangular com a representação do grau de fragmentação das testas de foraminíferos do testemunho 16.

1-Eponides; 2-Elphidium; 3-Ammonia; 4-Outros; 5-Média geral

TABELA IX

DISTRIBUIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS TESTAS DE FORAMINÍFEROS DA ASSEMBLÉIA DO TESTEMUNHO 16

Características das testas	<i>Eponides</i> (25)	<i>Elphidium</i> (112)	<u>T A X A</u>		Média
			<i>Ammonia</i> (16)	Diversos (10)	
			§		
Transparentes	20,0	28,0	43,7	20,0	27,9
Translúcidas	80,0	72,0	56,3	80,0	72,1
Opacos	-	-	-	-	-
Inteiras completas	40,0	37,5	43,7	40,0	40,3
Inteiras incompletas	32,0	52,5	31,3	50,0	41,4
Fragmentadas	28,0	10,0	25,0	10,0	18,3
Não desgastadas	72,0	82,5	75,0	70,0	74,8
Desgastadas	28,0	17,5	25,0	30,0	25,2

OBS: Números entre parênteses representam os totais de testas computadas.

TESTEMUNHO 16

PARÂMETROS

Fig.24 - Representação gráfica comparada das porcentagens dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 16.

Testemunho 14

Taxa de foraminíferos da assembléia (*Vide* Figura 25).

Tamanho dos espécimes: as frequências médias para as classes de tamanhos de espécies dos gêneros *Elphidium*, *Bolivina*, *Eponides* e *Fissurina* estão representadas na Figura 27. As formas pequenas predominaram sobre as grandes mesmo para as espécies de *Elphidium* e espécimes de *Ammonia*. Em relação aos indivíduos destes dois gêneros e os da assembléia do testemunho 16, ocorreu um considerável aumento no tamanho das testas (Figuras 14 e 16).

Ornamentos: testas muito ornamentadas de *Uvigerina* foram preservadas integralmente e comparadas com as formas do mesmo gênero do testemunho 12, revelaram possuir uma ornamentação mais desenvolvida.

Umbo foi encontrado em 83% das testas de *Ammonia*.

Espessura da parede das testas: (*Vide* Tabela X e Figura 27).

Preservação do material: muito boa. Testas com aspecto delicado, não preenchidas de sedimentos, geralmente inteiras e não desgastadas. Poucas formas com a superfície áspera (Tabela X e Figuras 26 e 27).

Fig.25 - Porcentagem dos taxa de foraminíferos da assembléia do testemunho 14.

Fig.-26 Diagrama triangular com a representação do grau de fragmentação das testas de foraminíferos do testemunho 14.
1.Bolivina e Uvigerina; 2.Eponides; 3.Gêneros diversos;4.Ammonia; 5.Formas plactônicas; 6.Média Geral.

TABELA X
DISTRIBUIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS TESTAS DE FORAMINÍFEROS DA ASSEMBLÉIA DO TESTEMUNHO 14

Características das testas	<u>T A X A</u>					Média
	<i>Bolivina</i> <i>Uvigerina</i> (154)	<i>Eponides</i> (100)	<i>Ammonia</i> (100)	Formas planctônicas (100)	Diversos (200)	
				%		
Transparentes	66,13	15,00	-	41,00	41,25	32,60
Translúcidas	33,87	85,00	100,00	59,00	50,00	66,70
Opacas	-	-	-	-	8,75	1,70
Inteiras completas	46,66	84,00	41,00	57,00	69,00	59,54
Inteiras incompletas	49,33	8,00	37,00	30,00	18,50	28,56
Fragmentadas	4,01	8,00	22,00	13,00	12,50	11,90
Não desgastadas	100,00	100,00	100,00	100,00	91,00	98,50
Desgastadas	-	-	-	-	9,00	1,50

OBS: Números entre parênteses representam os totais de testas computadas.

TESTEMUNHO 14

PARÂMETROS

Fig.27 - Representação gráfica comparada das porcentagens dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 14.

Testemunho 13

Taxa de foraminíferos da assembléia: (*Vide* Figura 28). Os miliolídeos deveriam atingir uma frequência mais elevada do que 13,42%, porém, o estado precário de suas preservações, impediu um cálculo mais exato. Eles também atingiram uma significativa diversidade, pois, dezessete espécies da família foram identificadas.

Tamanho dos espécimes: nesta amostra ocorreu aumento da dispersão das classes de tamanhos como está exemplificado para *Ammonia* na Figura 16. Para espécimes de *Elphidium* ocorreu deslocamento do valor mínimo para um valor mais elevado (Figuras 14 e 15). Também nos demais indivíduos desta assembléia, constatou-se o mesmo fato. Especialmente, os miliolídeos atingiram portes bastante grandes. As porcentagens para as classes de tamanho foram:

	Tamanho das testas		
	Pequenas	Médias	Grandes
<i>Ammonia</i>	19,62%	45,79%	26,17%
<i>Elphidium</i>	28,20%	30,76%	58,96%

Ornamentos: bem desenvolvidos em algumas espécies especialmente em testas de miliolídeos. Umbo proeminente e bem destacado, foi encontrado em 87,8% das testas de *Ammonia*.

Espessura da parede das testas: (*Vide* Tabela XI e Figura 30).

Preservação do material: testas geralmente inteiras, mas desgastadas, preenchidas de sedimentos e com um aspecto maciço, diferindo das formas leves e delicadas das assembléias 17 e 14 (Figuras 29 e 30, Tabela XI).

Os miliolídeos foram preservados como moldes muito frágeis que facilmente se desintegravam nas câmaras que constituíam as testas.

Fig.28 - Porcentagem dos taxa de foraminíferos da assembleia do testemunho 13.

Fig.-29 Diagrama triangular com a representação do grau de fragmentação das testas de foraminíferos do testemunho 13.

1.Elphidium; 2.Spiroplectamina; 3.Gêneros diversos; 4.Ammonia; 5.Foramas planctônicas. 6. Média Geral.

TABELA XI

DISTRIBUIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS TESTAS DE FORAMINÍFEROS DA ASSEMBLÉIA DO TESTEMUNHO 13

Características das testas	<i>Elphidium</i> (263)	<i>Spiroplectamina</i> <i>Textularia</i> (39)	<u>T A X A</u>			Média
			<i>Ammonia</i> (533)	Diversos (48)	Planctônicos (18)	
			%			
Transparentes	-	-	-	-	-	-
Translúcidas	6,0	-	-	20,0	-	6,5
Opacas	94,0	-	100,0	80,0	100,0	93,5
Inteiras completas	52,6	38,4	48,3	73,0	66,7	55,8
Inteiras incompletas	38,3	51,2	17,0	18,7	22,2	29,5
Fragmentadas	9,1	10,4	34,7	8,3	11,1	14,7
Não desgastadas	4,9	100,0	100,0	93,8	-	2,2
Desgastadas	95,1	-	-	6,2	-	97,8

OBS: Números entre parênteses representam os totais de testas computadas.

TESTEMUNHO 13

PARÂMETROS

Fig.30 - Representação gráfica comparada das porcentagens dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 13.

Testemunho 12

Taxa de foraminíferos da assembléia (*Vide* Figura 31).

As famílias Soritidae e Miliolidae foram relativamente comuns nesta assembléia. Ocorriam sobre fragmentos de rochas e devido as suas precárias preservações, fragmentavam-se com facilidade, não tendo sido possível contá-los e retirá-los da matriz. Vinte e seis espécies foram identificadas nesta assembléia, porém, o número real deveria incluir as espécies das duas famílias acima citadas.

Tamanho dos espécimes: ocorreu pequena redução no tamanho dos indivíduos desta assembléia em relação a do testemunho 13, fato exemplificado nas Figuras 14 a 16. As frequências para as classes de tamanho foram:

	Tamanho das testas		
	Pequenas	Médias	Grandes
<i>Cibicides</i>	56,2%	25,0%	18,8%
<i>Uvigerina</i>	57,2%	33,3%	9,5%
<i>Ammonia</i>	30,0%	58,3%	11,7%
<i>Elphidium</i>	24,9%	43,4%	18,5%
Média:	42,1%	43,3%	14,6%

Ornamentos: presentes em testas de *Uvigerina* mas mal preservados. Umbo pequeno e pouco destacado foi encontrado em 92,5% das testas de *Ammonia*.

Espessura da parede das testas: (*Vide* Tabela XII e Figura 33).

Preservação do material: precária como revelam as Figuras 32 e 33 e Tabela XII. As testas com superfície áspera foram comuns na assembléia.

Fig.31 - Porcentagem dos taxa de foraminíferos da assembléia do testemunho 12.

Fig.-32 Diagrama triangular com a representação do grau de fragmentação das testas de foraminíferos do testemunho 12.

1. *Bolivina* e *Uvigerina*; 2. *Cibicides*; 3. *Elphidium*; 4. *Ammonia*; 5. Gêneros diversos, 6. Média Geral.

TABELA XII

DISTRIBUIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS TESTAS DE FORAMINÍFEROS DA ASSEMBLÉIA DO TESTEMUNHO 12

Características das testas	<u>T A X A</u>					Outras (36)	Média
	<i>Bolivina</i> <i>uvigerina</i> (21)	<i>Cibicides</i> (31)	<i>Elphidium</i> (184)	<i>Ammonia</i> (200) %	<i>Archaias</i> (fragmentos)		
Transparentes	-	25,8	-	-	-	-	5,1
Translúcidas	61,8	9,8	-	4,5	-	24,8	22,5
Opacas	38,2	64,4	100,0	95,5	100,0	75,2	73,4
Inteiras completas	47,6	22,6	15,0	10,5	-	31,2	25,4
Inteiras incompletas	42,9	45,2	45,0	56,5	-	37,6	45,5
Fragmentadas	9,5	32,2	40,0	33,0	100,0	31,2	29,1
Não desgastadas	14,2	38,7	2,2	4,5	-	12,1	14,3
Desgastadas	85,8	61,3	97,8	95,5	100,0	87,9	85,7

OBS: Números entre parênteses representam os totais de testas computadas.

TESTEMUNHO 12

PARÂMETROS

Fig.33 - Representação gráfica comparada das porcentagens dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 12.

Testemunho 11

Foraminíferos relativamente comuns, mas mal preservados, com as estruturas em grande parte obliteradas por recristalização e não permitindo um levantamento estatístico.

Testemunho 10

Muita madeira carbonizada e poucos foraminíferos que poderiam ser devido a contaminação da amostra. Em 1 cc de sedimento seco, ocorreu 11 espécimes deles.

Testemunho 9

Taxa de foraminíferos da assembléia (*Vide* Figura 34).

Tamanho dos espécimes: classes de tamanhos dos espécimes de *Ammonia* similares a do testemunho 14 (Figura 16). Dispersões dos diâmetros dos espécimes de *Elphidium* similares as do testemunho 14, em relação aos mínimos e maiores do que aqueles em relação aos máximos (Figuras 14 e 15).

As médias para as classes de tamanhos dos espécimes estão representadas na Figura 36.

Ornamentos: presença de testas ornamentadas do gênero *Uvigerina* mas mal preservadas devido ao estado de preservação do material. Umbo em 17,5% das testas de *Ammonia*.

Espessura da parede das testas: (*Vide* Tabela XIII, Figura 36).

Preservação do material: o conjunto das testas desta assembléia, caracterizou-se pela presença de pequenas formações irregulares e similares a parede das testas, aderidas nas suas superfícies. Estas formações conferiram às testas um aspecto áspero e muitas vezes, impediram a observação de estruturas, como aberturas, suturas, ornamentos e número de câmaras. Não se constatou diferenças nas colorações entre as paredes das testas propriamente ditas, e es

Fig.34 - Porcentagem dos taxa de foraminíferos da assembléia do testemunho 9.

Fig.-35 Diagrama triangular com a representação do grau de fragmentação das testas de foraminíferos do testemunho 9.

1. *Fissurina e Lagenæ*; 2. *Uvigerina*; 3. *Bolivina*; 4,p. *Ammonia* - formas pequenas; 4,g. *Ammonia* - formas grandes; 5. *Cibicides*; 6. Gêneros diversos; 7. Formas planctônicas; 8. Média Geral.

TABELA XIII

DISTRIBUIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS TESTAS DE FORAMINÍFEROS DA ASSEMBLÉIA DO TESTEMUNHO 9

Características das testas	T A X A								Média
	<i>Lagena</i> <i>Fissurina</i> (26)	<i>Uvigerina</i> (53)	<i>Bolivina</i> (155)	<i>Ammonia</i> Peq. Grandes (50) (50)		<i>Cibicides</i> (115)	Outras Planctônicas (46)	(42)	
	%								
Transparentes	19,3	-	-	-	-	18,2	-	-	4,7
Translúcidas	26,0	-	1,3	-	-	26,9	-	-	6,7
Opacas	54,7	100,0	98,7	100,0	100,0	54,9	100,0	100,0	88,6
Inteiras completas	80,7	64,4	56,7	58,0	50,0	50,0	55,1	59,5	59,3
Inteiras incompletas	19,3	28,1	35,4	36,0	42,0	45,2	33,8	28,6	33,6
Fragmentadas	-	7,5	7,9	6,0	8,0	4,8	11,1	11,9	7,1
Não desgastadas	66,6	...	9,2	6,0	4,0	69,4	4,4	45,0	38,7
Desgastadas	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Parede áspera	33,4	100,0	90,8	94,0	96,0	22,9	95,6	55,0	61,3
Com grânulos aderidos	33,4	26,4	29,6	40,0	50,0	22,9	33,8	11,9	31,0

OBS: Números entre parênteses representam os totais de testas computadas. (...) = dado prejudicado.

TESTEMUNHO 9

PARÂMETROS

Fig.36 - Representação gráfica comparada das porcentagens dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 9.

tas formações. Elas dissolviam-se com ácido clorídrico fraco. Este fato foi generalizado na assembléia como está indicado na Tabela XIII e Figuras 35 e 36).

O caráter áspero e tais formações impediram que evidências de desgaste fossem encontradas na maioria das testas.

Testemunho 6

Taxa de foraminíferos da assembléia (*Vide* Figura 37).

Tamanho dos espécimes: houve uma redução nas classes de tamanhos dos espécimes de *Ammonia* (Figura 16). As frequências das classes de tamanho estão representadas na Figura 39. Apenas para o gênero *Ammonia* as formas pequenas predominaram sobre as demais.

Ornamentos: umbo presente em 67,2% das testas de *Ammonia*.

Espessura da parede das testas: (*Vide* Tabela XIV e Figura 39).

Preservação do material: todas as características estão referidas na Tabela XIV. Como se observa na tabela ocorreram testas ásperas e com formações aderidas nas suas superfícies, também nesta assembléia, porém, tais formações foram muito menores do que as do testemunho 9 (Figuras 38 e 39).

Fig.37 - Porcentagem dos taxa de foraminíferos da assembléia do testemunho 6.

1. *Fissurina*, *Uvigerina* e outros; 2. *Cibicides*; 3. Diversos gêneros; 4. *Ammonia*; 5. Média Geral.

TABELA XIV

DISTRIBUIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS TESTAS DE FORAMINÍFEROS DA ASSEMBLÉIA DO TESTEMUNHO 6

Características das testas	<i>Fissurina</i> <i>uvigerina</i> (11)	<i>Cibicides</i> (24)	<u>T A X A</u>		Média
			<i>Ammonia</i> (200)	Outras (20)	
			%		
Transparentes	-	-	-	-	-
Translúcidas	-	4,5	-	-	1,1
Opacas	100,0	95,5	100,0	100,0	98,9
Inteiras completas	81,9	66,2	15,4	10,0	43,5
Inteiras incompletas	18,1	25,0	37,6	30,0	27,7
Fragmentadas	-	8,3	47,0	60,0	28,8
Não desgastadas	-	4,5	2,0	10,0	4,1
Desgastadas	100,0	95,5	98,0	90,0	95,9
Com grânulos aderidos	29,1	29,1	50,0	40,0	37,0

OBS: Números entre parênteses representam os totais de testas computadas.

TESTEMUNHO 6

PARÂMETROS

Fig.39 - Representação gráfica comparada das porcentagens dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 6.

Testemunho 5

Abundância relativa de espécimes em 1 cc de sedimento seco: 66.

Taxa de foraminíferos da assembléia: (Vide Figura 40).

Espécimes de Soritidae também foram numerosos na amostra, não tendo sido possível incluí-los nos cálculos estatísticos por estarem muito fragmentados. A desintegração da amostra foi feita mecanicamente e o pequeno número de indivíduos, como a intensidade da fragmentação dos espécimes, devem ter sido afetados pelo grau de compactação da rocha e pelo processo de desintegração utilizado, contudo, os foraminíferos não foram tão numerosos como nas demais amostras representadas nos histogramas.

Tamanho dos espécimes: difícil de definir devido ao estado precário de suas fossilizações. Entre os miliolídeos predominaram as testas de tamanho médio e os grandes portes que eles atingiram nos testemunhos 13 e 6, não ocorreram nesta amostra.

Ornamentos: critério não caracterizado.

Espessura da parede das testas: ausência de testas transparentes.

Preservação do material: especialmente como moldes similares aos já referidos para os testemunhos 13 e 6.

Fig.40 - Porcentagem dos taxa de foraminíferos da assembléia do testemunho 5.

Testemunho 4

Foraminíferos e outros organismos ausentes nesta amostra.

Testemunho 3

Taxa de foraminíferos da assembléia (*Vide* Figura 41).

Os miliolídeos foram muito raros e os soritídeos ocorreram, mas muito fragmentados.

Tamanho dos espécimes: elevado número de classes de tamanho para os indivíduos de *Ammonia* e pequeno aumento no valor mínimo do tamanho, para os espécimes de *Elphidium* (Figuras 14 e 16). Não foi possível calcular a frequência das classes de tamanho nas populações da amostra, exceto para a população de *Ammonia* onde as formas pequenas foram as predominantes.

Ornamentos: umbo bem desenvolvido em 66,7% das testas de *Ammonia*.

Espessura da parede das testas: (*Vide* Tabela XV e Figura 43).

Preservação do material: a quase totalidade das testas, apresentou evidências de desgaste embora a parede fosse áspera. 50,1% possuíam pequenas formações aderidas em suas superfícies, similares as do testemunho 9, porém, menores do que aquelas (Tabela XV e Figuras 42 e 43).

Fig.41 - Porcentagem dos taxa de foraminíferos da assembléia do testemunho 3.

Fig.-42 Diagrama triangular com a representação do grau de fragmentação das testas de foraminíferos do testemunho 3.

1.Lagena e Bolivina e outros; 2.Asterigerina; 3.Diversos gêneros; 4. Ammonia, formas pequenas. 5.Média geral.

TABELA XV

DISTRIBUIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS TESTAS DE FORAMINÍFEROS DA ASSEMBLÉIA DO TESTEMUNHO 3

Características das testas	<i>Lagena</i> <i>Bolivina</i> (18)	<i>Asterigina</i> (20)	<u>T A X A</u>		Outras (20)	Média
			<i>Ammonia</i> (90)	<i>Peneroplis</i> (fragmentos)		
			%			
Transparentes	-	-	-	-	-	-
Translúcidas	5,5	-	4,0	-	-	2,3
Opacas	94,5	100,0	96,0	100,0	100,0	97,7
Inteiras completas	88,9	35,0	33,5	-	40,0	49,1
Inteiras incompletas	11,1	45,00	38,7	-	35,0	32,6
Fragmentadas	-	20,0	28,8	100,0	25,0	18,4
Não desgastadas	5,5	-	4,4	...	-	1,4
Desgastadas	...	...	...	...	...	...
Parede áspera	94,5	100,0	95,6	100,0	100,0	98,0
Com granulos aderidos	38,8	100,0	52,8	50,0	25,0	53,3

OBS: Números entre parênteses representam os totais de testas computadas. (...) = dado prejudicado.

TESTEMUNHO 3

PARÂMETROS

Fig.43 - Representação gráfica comparada das porcentagens dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 3.

Testemunho 2

Taxa de foraminíferos da assembléia (*Vide* Figura 44).

Tamanho dos espécimes: as classes de tamanho pa ra os espécimes de *Ammonia* sofreram uma redução em relação as do testemunho anterior, embora ainda elevadas. Nesta assembléia ocorreu *Elphidium lens* Galloway e Heminway, que apresentou considerável dispersão no tamanho das testas, não atingida por nenhuma das demais espécies do gênero nas ou tras assembléias. Também ocorreu aumento no limite do tamanho máximo de outros espécimes do citado gênero (Figuras 14 a 16).

As médias das classes de tamanhos de outros *taxa* desta amostra estão representadas na Figura 46. Nela ob serva-se que as formas pequenas predominaram sobre as gran des.

Ornamentos: costelas bem preservadas, mas com depósitos, provavelmente, de carbonato de cálcio, entre elas, ocorreram em testas de *Uvigerina*. Umbo foi encon trado em apenas 38,3% das testas de *Ammonia*.

Espessura da parede das testas: (*Vide* Tabela XVI e Figura 46).

Preservação do material: (*Vide* Tabela XVI e Fi guras 45 e 46).

Fig.44 - Porcentagem dos taxa de foraminíferos da assembléia do testemunho 2.

Fig.-45 Diagrama triangular com a representação do grau de fragmentação das testas de foraminíferos do testemunho 2.

1.Uvigerina; 2.Bolivina, Fissurina, Lagenas e outros. 3.Cibicides e Discorbis; 4.p.Ammonia, formas pequenas; 4.g.Ammonia, formas grandes; 5.Média geral.

TABELA XVI

DISTRIBUIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS TESTAS DE FORAMINÍFEROS DA ASSEMBLÉIA DO TESTEMUNHO 2

Características das testas	<i>Uvigerina</i> (26)	<i>Bolivina</i> <i>Lagena</i> (28)	<u>T A X A</u>		<i>Ammonia</i> Peq. (70)	<i>Grandes</i> (70)	<i>Peneroplis</i> (fragmentos)	Média
			<i>Cibicides</i> <i>Discorbis</i> (27)	%				
Transparentes	-	10,7	11,1	-	-	-	-	5,4
Translúcidas	15,2	25,0	11,1	14,0	7,0	-	-	14,4
Opacas	84,8	64,3	77,8	86,0	93,0	100,0	-	80,2
Inteiras completas	84,6	64,3	59,3	48,6	31,5	-	-	57,7
Inteiras incompletas	7,6	35,7	33,3	50,0	51,4	-	-	35,6
Fragmentadas	7,6	-	7,4	1,4	17,1	100,0	-	6,7
Não desgastadas	73,0	46,4	40,7	54,0	37,0	-	-	41,8
Desgastadas	...	...	...	...	...	100,0	-	...
Parede áspera	27,0	53,6	59,3	46,0	63,0	-	-	41,4
Com grânulos aderidos	7,6	10,7	59,3	14,0	31,5	-	-	20,5

OBS: Números entre parênteses representam os totais de testas computadas. (...) = dado prejudicado.

TESTEMUNHO 2

PARÂMETROS

Fig.46 - Representação gráfica comparada das porcentagens dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 2.

Testemunho 1

Taxa de foraminíferos da assembléia (*Vide* Figura 47).

Tamanho dos espécimes: predomínio de indivíduos pequenos. Houve redução geral no tamanho das testas nesta assembléia em relação as demais. O tamanho das formas aproximou-se das do testemunho 16 (Figuras 14 e 16).

As médias das frequências das classes de tamanho estão representadas na Figura 49. Nela verifica-se que as testas pequenas foram mais frequentes do que as grandes.

Ornamentos: preservação perfeita dos ornamentos que ocorreram em espécimes de *Lagena*, *Fissurina* e *Bolivina*. Umbo só foi encontrado em 27,6% das testas de *Ammonia*.

Espessura da parede das testas: (*Vide* Tabela XVII e Figura 49).

Preservação do material: muito boa. O material parecia pertencer a uma amostra de formas atuais. Testas com aspecto grágil e delicado. Não ocorreram formas preenchidas por sedimentos. Mesmo os miliolídeos, preservados nas outras amostras como moldes, foram bem preservados nesta assembléia (Tabela XVII e Figuras 48 e 49).

Fig.47 - Porcentagem dos taxa de foraminíferos da assembléia do testemunho 1.

Fig.-48 Diagrama triangular com a representação do grau de fragmentação das testas de foraminíferos do testemunho 1.

1.Lagena e Fissurina; 2.Bolivina; 3.Cibicides; 4.p. Ammonia, formas pequenas; 4.g.Ammonia, formas grandes; 5.Média geral.

TABELA XVII

DISTRIBUIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS TESTAS DE FORAMINÍFEROS DA ASSEMBLÉIA DO TESTEMUNHO 1

Características das testas	<i>Lagena</i> <i>Fissurina</i> (37)	<i>Bolivina</i> (30)	<u>T A X A</u>		<i>Ammonia</i> Peq. (100)	Grandes (100)	Média
			<i>Cibicides</i> (39)	%			
Transparentes	100,0	93,4	59,0		100,0	95,5	87,6
Translúcidas	-	6,6	41,0		-	4,5	12,4
Opacos	-	-	-		-	-	-
Inteiras completas	97,4	86,1	61,6		44,3	40,0	65,7
Inteiras incompletas	2,6	10,6	30,7		35,7	37,9	23,5
Fragmentadas	-	3,3	7,7		20,0	23,1	10,8
Não desgastadas	97,4	100,0	100,0		100,0	100,0	99,5
Desgastadas	2,6	-	-		-	-	0,5

OBS: Números entre parênteses representam os totais de testas computadas.

TESTEMUNHO I

PARÂMETROS

Fig.49 - Representação gráfica comparada das porcentagens dos diversos parâmetros usados na reconstituição paleoambiental do testemunho 1.

CAPÍTULO 5

DISCUSSÃO

A seguir, procurar-se-á caracterizar os ambientes deposicionais de cada uma das amostras estudadas, através do uso integrado dos resultados dos critérios anteriormente descritos.

Testemunhos 21, 19 e 18

Nestas amostras não foram encontrados vestígios de organismos. A litologia foi essencialmente arenosa (Figura 2).

Provavelmente, prevaleceram condições continentais ao longo deste intervalo.

Testemunho 17

A análise dos resultados desta amostra sugere uma origem mista da assembléia.

As evidências de transporte são: grau de fragmentação, de desgaste e distribuição das classes de tamanhos das testas dos gêneros *Ammonia*, *Elphidium* e *Amphistegina*. (As curvas construídas a partir da distribuição das classes de tamanhos nestas populações, foram sempre deslocadas para a direita); ocorrência de outros taxa índices para águas moderadamente profundas, melhor preservados e com as testas pequenas predominando sobre as grandes; litologia da amostra (arenito mal selecionado).

O primeiro grupo de espécimes seria o transportado para o sítio de deposição. Tal transporte teria ocorrido no sentido mais esperado, isto é, de zonas mais rasas para as mais profundas. Poderia não ter sido por uma distância muito grande porque 41,56% das testas da assembléia, pertencem aos gêneros acima citados (transportados).

Admitindo a hipótese acima como verdadeira, os seguintes critérios das Figuras 20 e 21 seriam alterados: redução da dominância faunística; redução dos índices de águas rasas, águas rasas agitadas e depósitos clásticos; redução da diversidade específica; aumento na frequência dos índices de águas moderadamente profundas; aumento na porcentagem das formas planctônicas.

Estas alterações forneceriam uma maior coerência entre os resultados.

A diversidade específica, esperada elevada, em zonas mais profundas, seria diminuída, mas o fato estaria de acordo com a hipótese cogitada. JOHNSON (1960), salientou o aumento no número de espécies de uma assembléia, pela soma das espécies transportadas.

A determinação de certos parâmetros ambientais como profundidade, energia das águas, proximidade da costa e salinidade, é impossível se não for considerada a presença de formas transportadas nesta assembléia porque os resultados fornecidos pelos diferentes critérios são contraditórios. Nesta situação, enquanto a litologia, os espécimes de *Amphistegina*, as testas fragmentadas e desgastadas, sugerem um ambiente de energia elevada, os ornamentos bem preservados, as testas de paredes muito delgadas e não preenchidas de sedimentos, mas preservadas inteiras e a frequência das formas índices para maiores profundidades, sugerem condições de menor energia.

O encontro de evidências não coerentes em uma mesma assembléia, para condições ambientais opostas de um mesmo parâmetro, indica a ocorrência de tanatocenose.

O paleoambiente do sítio de deposição deste intervalo deveria ser marinho de mar aberto e relativamente afastado da costa, devido a presença de formas planctônicas e ausência de espécies porcelânicas e arenáceas. A presença de espécimes de *Ammonia* e *Amphistegina* já foi discutida. A salinidade seria normal pelas mesmas evidências acima.

A profundidade é difícil de ser estimada, contudo estaria próxima do limite máximo suportado pelos gêneros considerados transportados (*vide* página 15). A relação encontrada para planctônicos/bentônicos, comparada com alguns dos resultados de PETRI (*vide* página 19) indica uma profundidade de 55 a 59 m, e, de acordo com GRIMSDALE & MARHOVEN (*vide* página 20) pode ser estimada até 70 m. Adotando a mesma classificação de BANDY (1964, *in* PETRI, 1972, p. 61) para os subambientes bentônicos marinhos, os sedimentos deste intervalo teriam sido depositados próximo ao início da plataforma central (em torno de 45 m).

É provável que a temperatura existente durante a referida deposição, fosse inferior a da maior parte das amostras subsequentes e similar a dos testemunhos 14 e 1. As espessuras das paredes das testas consideradas não transportadas e a porcentagem de carbonato de cálcio na amostra, servem de evidências para esta suposição. Como regra a temperatura das águas tende a diminuir com a profundidade, sendo provável a coexistência das suposições citadas.

Testemunho 16

A presença de testas avermelhadas, pequena abundância relativa de espécimes e outros, indica que o paleoambiente de deposição deste testemunho foi bem diferente do da amostra anterior.

Duas características desta assembléia conferem com os aspectos citados por WALTER (1964, *in* PETRI 1972, p. 61) para as associações residuais, que são: seleção do tamanho das testas; cor das testas diferente da que ocorre nas demais assembléias.

PETRI (1973, p. 41) conceituou fãunula residual como associações mais antigas de organismos que teriam permanecido no sítio de deposição por tempo relativamente grande, não tendo sido soterradas ou se foram, teriam posteriormente sido descobertas pela erosão.

Por outro lado, como demonstraram as Figuras 14 e 15, houve deslocamento do tamanho mínimo das testas de *Elphidium* para um menor valor. Tal fato não é explicado pelo conceito de fâunula residual e sim por condições ambientais desfavoráveis que teriam afetado o metabolismo destes microorganismos durante seus ciclos vitais. Neste caso, esta redução, bem como a pequena abundância relativa de espécimes e reduzida diversidade específica seriam o resultado de tais condições.

O baixo teor de carbonato de cálcio da amostra, possivelmente apenas do tipo detrítico, evidencia que a comunidade total de organismos seria reduzida da mesma maneira que a assembléia dos foraminíferos.

Embora a fração areia tivesse dominado sobre as demais, ela era muito fina e a amostra parecia ser um silte argiloso bem selecionado sugerindo um ambiente de deposição de águas calmas. Também ocorria na amostra, em quantidade significativa, o mineral biotita com coloração original. Sabe-se que esta mica é facilmente alterada pelo intemperismo. Estruturas de deslizamento foram comuns neste intervalo (Tabela 6). Logo a litologia sugere um ambiente de baixa energia com possível redução de oxigênio. Isto seria o suficiente para tornar o ambiente impróprio à vida de muitos organismos e afetar o crescimento dos demais.

Foi referido anteriormente, que PETRI (1971) construiu curvas de sobrevivência para diferentes populações de *Ammonia* inclusive para as mesmas formas estudadas no presente trabalho. Para suas construções o referido autor usou quantidade semelhantes de indivíduos por amostra e por tal motivo deixou de incluir as testas desta amostra. A curva que se obteve com tais formas foi similar as de populações de mangues, obtidas por PETRI. Aquela autor encontrou o mesmo padrão de curva para as amostras de mangues, mesmo quando comparou amostras afastadas geograficamente. Suas características foram: pequena dispersão e pequeno número de classes de tamanhos; for

ma das curvas sugerindo ambiente hostil. Também o diâmetro médio das testas, foi menor do que os das demais amostras de outros ambientes.

As curvas de sobrevivência para as populações de *Elphidium* e *Eponides* apresentaram as mesmas características da de *Ammonia* (Figura 17).

Todas as evidências sugerem que o ambiente afetou igualmente todos os espécimes. O fator limitante atuou em nível de comunidade.

Em ambientes de mangues seria de se esperar a presença de formas tolerantes à variações de salinidade, especialmente os foraminíferos arenáceos. Restos de vegetais também poderiam ocorrer. Estas formas não foram encontradas.

Pelo exposto, observa-se que duas hipóteses foram cogitadas para a reconstituição deste paleoambiente. A primeira baseou-se nas alterações da assembléia na fase pós-deposicional e a segunda, em alterações na fase de deposição dos sedimentos e concomitante com os ciclos vitais dos organismos fossilizados. Há maior número de evidências a favor da segunda hipótese, inclusive os deslizamentos servem de evidência a seu favor (Tabela VII).

O importante é constatar as diferenças entre este paleoambiente e o do testemunho anterior.

Testemunho 15

As características desta amostra são facilmente entendidas se for considerada a sua posição contígua a anterior e o paleoambiente inferido para aquela.

Se ainda forem consideradas as condições de deposição das amostras anteriores, a partir do testemunho 18, pode-se reconstituir uma flutuação completa do nível das águas oceânicas.

Este ciclo iniciou-se com ambiente continental (Testemunhos 21, 19 e 18), passou a ambiente tipicamente marinho

(Testemunho 17), regrediu a condições de subambiente costeiro (Testemunho 16) e finalmente reestabeleceram-se as condições continentais (Testemunho 15) (Tabela XXII).

Logo os quatro foraminíferos encontrados nesta amostra podem tanto representar uma contaminação durante o processo de amostragem como um subambiente de praia ou cordões litorâneos, onde algumas testas podem ser jogadas, pelo embaite das ondas. A ausência de carbonato de cálcio na amostra, concorda com a situação proposta.

Testemunho 14

O paleoambiente desta amostra seria marinho de mar aberto e relativamente afastado da costa. As águas seriam límpidas e calmas. A salinidade normal. A sedimentação lenta. A temperatura pouco elevada. A profundidade em torno de 30 metros. O subambiente correspondente é o de plataforma continental interna.

As evidências para as afirmações acima são:

Frequência de formas planctônicas indicando águas límpidas, salinidade normal, pequena influência continental e livre comunicação com o oceano;

Abundância relativa de espécimes e diversidade específica elevadas, sugerindo estabilidade ambiental e maturidade ecológica da comunidade. Condições estas, apenas encontradas longe da costa e onde ocorrem condições favoráveis à proliferação e desenvolvimento dos organismos;

A abundância relativa de espécimes, a litologia, o pequeno grau de fragmentação das testas, não obstante possuírem paredes delgadas e a ausência de formas desgastadas, pressupõem condições de lenta sedimentação e baixo grau de energia das águas. Estas condições teriam contribuído para a estabilidade ambiental e maturidade ecológica acima referidas;

A espessura das paredes das testas e baixo teor de carbonato de cálcio na amostra, sugerem condições de tem

peratura não elevada e/ou um pH não favorável a deposição de calcários;

A ausência de espécies arenosas, evidencia condições de salinidade normal e sítio de deposição afastado da costa;

A litologia (caráter do fundo) e baixa energia teria inibido o desenvolvimento de soritídeos e do gênero *Amphistena*, visto que estes *taxa* são típicos de ambientes de recifes, onde estão se depositando calcários e onde a energia das águas é elevada.

Não foram detectadas formas transportadas nesta assembléia. Não houve incoerência entre os resultados como as discutidas para o testemunho 17. Em todas as populações as formas pequenas predominaram sobre as grandes. O número de testas desgastadas foi insignificante. As testas quebradas foram mais freqüentes na população de *Ammonia* porém, estes espécimes possuíam portes maiores do que os demais indivíduos da amostra, sendo por isso mais favoráveis à fragmentação. Estes resultados não bastam para que se possa considerar esta associação como uma *assembléia de vida* (comunidade natural) porém são importantes para as inferências da profundidade.

Se os espécimes de *Ammonia* são indígenas na assembléia, e considerando que este foi o *taxum* dominante entre os foraminíferos, a profundidade não deve ter sido superior a 40 m. (*vide* página 15). Este resultado está dentro dos limites da profundidade indicada pela relação planctônicos/bentônicos (de zero a 70 m).

Comparando as características da população de *Ammonia* desta amostra, com as de outras amostras, verifica-se que embora tenha sido o *taxum* dominante, a ornamentação umbilical das testas foi pouco desenvolvida e o intervalo de variação dos tamanhos não foi dos maiores. Isto sugere um afastamento relativo das condições ótimas para a população.

Testemunho 13

Tanto as evidências biológicas quanto as físicas indicam para o ambiente de deposição deste intervalo condições de águas bem mais rasas do que o anterior. As justificativas para essa afirmação são: elevada frequência de *Ammonia*; dominância faunística muito pronunciada; formas indicadoras de maiores profundidades, muito raras; decréscimo na diversidade específica; presença de Miliolidae e Textulariidae. Estas mesmas evidências sugerem um ambiente próximo da costa.

A extrema raridade das espécies planctônicas serve de evidência para condições de águas turvas e proximidade da costa.

A presença de umbo bem destacado e proeminente em 87,8% das testas de *Ammonia* e a ampla dispersão da curva de sobrevivência obtida a partir destas mesmas testas (PETRI, 1971, p. 570), bem como os grandes portes, desenvolvimento dos ornamentos e relativa diversidade específica dos miliolídeos, são características que revelam condições favoráveis à sobrevivência dos indivíduos destes dois taxa (Vide página 25) e típicas de populações de ambiente marinho. Como a frequência de formas arenosas foi pequena e na assembléia também ocorreram espécimes de Soritidae e do gênero *Amphistegina* é provável que a salinidade fosse a normal ou próxima dela.

A temperatura das águas seria elevada e maior do que a da amostra anterior. Não foi possível saber se a temperatura da amostra anterior seria uma função da profundidade e massas de águas locais ou se aquele tempo representou uma época de condições frias generalizadas. Contudo, se verifica que este parâmetro variou num intervalo pequeno de tempo já que este testemunho é contíguo ao anterior.

A espessura das paredes das testas, e a presença de Soritidae e *Amphistegina* serviram de evidências para a temperatura inferida.

Nas supostas condições seria esperada uma freqüência ponderável de testas fragmentadas devido a energia das águas. Tal não ocorreu. A espessura da parede das testas deve ter oposto resistência à fragmentação. As águas deveriam ser densas devido ao material em suspensão e dissolução. Esta condição associada ao nível de energia ambiental, explica a freqüência das testas desgastadas.

A comparação da dominância faunística e demais integrantes desta assembléia com as associações descritas por PETRI (1973, v. 1) revela grande semelhança entre esta e a "associação *Ammonia catesbyana* ou IV", daquele autor.

As características apontadas por PETRI para a citada associação são:

Dominância faunística de *Ammonia*;

Presença da família Miliolidae como segundo *taxum* em ordem de importância;

Ocorrência do gênero *Criboelphidium* com freqüência similar ou menor que a dos miliolídeos;

Ausência ou reduzida freqüência de *Brizalina striatula* (Cushman) e *Nonionella atlantica* Cushman.

Embora as diferenças de idades entre as duas assembléias (Mioceno Inferior e Recente) comparadas, as porcentagens encontradas na de Caravelas (Figura 28) revelam as citadas similaridades. Nesta a espécie *B. striatula* não foi encontrada e *N. atlantica* muito rara.

PETRI (op.cit.) associou este subambiente ao de baías, golfos e estuários onde chegam rios e com comunicação restrita com o mar, representando um subambiente de transição. A acentuada influência do continente se manifesta não só pela turbidez da água, mas também, principalmente, por variações bruscas da salinidade.

Não se encontrou evidências nítidas para a variação da salinidade. Infelizmente, não se possui dados para outros organismos para verificar a influência da água doce

neste paleoambiente. Referências sobre as diatomáceas de águas doces seriam extremamente valiosas. Na realidade, estas algas podem ser transportadas até locais essencialmente marinhos, mas suas abundâncias relativas nos sedimentos serviria de critério auxiliar para a situação referida, como ocorreu com os estudos da região do delta do Rio Doce (PETRI, 1973).

Testemunho 12

Nenhuma diferença muito significativa foi encontrada entre esta amostra e a anterior. Muita semelhança deve ter existido entre os dois paleoambientes.

A amostra não foi processada em laboratório, porém, macroscopicamente, era também semelhante a do testemunho 13.

Os resultados obtidos sugerem um paleoambiente de águas bem rasas, turvas, relativamente densas, agitadas e quentes. Salinidade próxima a normal. Sítio de deposição localizado próximo da costa. Provavelmente, subambiente de mares costeiros. As evidências já foram discutidas na amostra 13.

Testemunho 11

Apenas três informações foram obtidas para esta amostra: litologia; presença de foraminíferos de preservação precária; posição intermediária deste testemunho entre outros cujos paleoambientes podem ser mais claramente definidos.

A litologia (arenito grosseiro mal selecionado) sugere condições de elevada energia e rápida deposição.

É provável que a comunidade biológica não tenha sido tão reduzida porque a fração de carbonato de cálcio foi relativamente elevada nesta amostra (53%). Isto foi comprovado para os foraminíferos. Eles foram comuns tendo suas preservações prejudicadas a análise da composição da assembléia que constituíram.

Testemunho 10

Esta amostra caracterizou-se por conter muita madeira carbonizada, apenas onze testas de foraminíferos calcários, sedimentos muito ricos em pirita e praticamente sem carbonato de cálcio.

As evidências permitem a suposição de uma deposição em ambiente de águas mixohalinas com pequena circulação. O pouco acesso de oxigênio seria responsável pelas características redutoras dos sedimentos. Os foraminíferos poderiam ter sido transportados por correntes fortes de marés ou por tempestades ou ainda ocorrerem devido a uma contaminação posterior da amostra.

O subambiente parece ter sido o de lagunas costeiras ou locais pantanosos.

As condições ambientais desta amostra foram similares as de diversas amostras provenientes da Bacia de Marajó (PETRI, 1954) e do afloramento Baunilha Grande, pertencente a Formação Pirabas (PETRI, 1957).

Certas condições ambientais são melhor entendidas através da reconstituição da seqüência dos paleoambientes.

A partir do paleoambiente do testemunho 15 ao 10 no va flutuação oceânica pode ser reconstituída dentro dos limites dos intervalos amostrados. Fase transgressiva do testemunho 15 ao 14. Fase regressiva do testemunho 14 ao 10 (Tabela XXII).

Entre os testemunhos 14 e 13 (contíguos) houve uma descontinuidade de condições entre os paleoambientes. Se ela foi provocada por alguma alteração tectônica rápida ou pelo progresso da fase regressiva ao longo dos doze metros de sedimentos dos dois testemunhos, não pode ser verificado apenas com as informações que se possui.

Testemunho 9

Todas as informações obtidas permitem a concepção

deste paleoambiente com maior precisão do que a maioria dos demais.

O paleoambiente seria marinho de mar aberto e relativamente afastado da costa. As águas seriam quentes e límpidas, mas viscosas. A salinidade normal. A sedimentação rápida. A profundidade em torno de 40 m. O subambiente de plataforma continental interna.

As evidências para as afirmações acima, são:

Frequência de formas planctônicas sugerindo águas límpidas, salinidade normal, pequena ou ausência de influência continental e livre comunicação com o oceano;

Ausência de espécies arenosas, de miliolídeos e baixa frequência de *Ammonia* servindo de evidências para a salinidade normal;

Presença de *Elphidium* como *taxum* dominante e com frequência muito baixa. Na Figura 34, a representação foi feita ao nível de gênero e três espécies foram representadas juntas. Esta característica é esperada em locais um tanto afastados da costa;

A temperatura é sugerida pela espessura das paredes das testas. O ambiente deveria ser altamente favorável à deposição de calcário, explicando assim, as formações deste material que ocorreram aderidas nas superfícies das testas. A densidade da água deveria ter sido elevada, devido a presença de íons em dissolução e em vias de precipitação. Esta condição poderia ter sido fator limitante para certas espécies, esperadas neste paleoambiente, como *Amphistegina* e soritídeos;

A energia ambiental possivelmente tenha sido muito baixa, tendo em vista o selecionamento da amostra, seu teor em areia (1,86%) e o grau de fragmentação das testas revelado na Figura 35. Esta hipótese, parece viável se seus resultados forem confrontados com os do testemunho 2. Esta condi

ção associada a viscosidade da água explicaria a ausência dos dois *taxa* acima citados;

A pequena abundância relativa de espécimes é explicada pelas condições de rápida deposição;

Pelas mesmas razões discutidas para o testemunho 14 a profundidade foi estimada em torno de 40 metros.

A análise da população de *Ammonia* é importante a medida que contribui para elucidar as condições de outros paleoambientes. Suas características nesta amostra foram: frequência reduzida (7,74%); redução no intervalo de variação dos tamanhos em relação as amostras 17, 13, 12, 3 e 2 e igual a do testemunho 14; ornamentação umbilical pouco desenvolvida e em apenas 17,5% das testas da população.

Comparando as curvas de sobrevivência destas populações (PETRI, 1971, p. 569-570), observa-se uma igualdade entre a deste intervalo e a do testemunho 14, ambos depositados a uma profundidade semelhante.

Como a do testemunho 14, esta população deve representar condições afastadas do ótimo da espécie.

Testemunhos 8 e 7

A litologia indicada por PEREIRA (1973) como calcários, constitui a única informação que se possui para estes intervalos (Figura 2).

Os paleoambientes poderiam ter sido intermediários entre os dos testemunhos 9 e 6.

Testemunho 6

Neste paleoambiente as águas seriam muito rasas, agitadas, turvas e quentes. A deposição teria ocorrido em local próximo a margem continental. A salinidade poderia ter apresentado pequenas variações. A sedimentação relativamente rápida.

As evidências para águas rasas são: pequena abundân

cia relativa de espécimes; reduzida diversidade específica; dominância faunística de 38%; *Ammonia* como *taxa* dominante; índices de águas moderadamente profundas ausentes; índices de águas rasas com uma frequência de 95%; espécies planctônicas muito raras.

O nível de energia ambiental seria elevado. As evidências são: litologia (arenito médio, mal selecionado); frequência das testas desgastadas (96%); grau de fragmentação de muitos espécimes, considerando que estes possuíam paredes espessas.

A raridade das espécies planctônicas indica águas turvas e proximidade da costa.

As águas seriam quentes devido a espessura da parede das testas.

A abundância relativa de espécimes e litologia sugerem condições de rápida deposição.

A salinidade poderia ter sido variável devido as seguintes características da assembléia: características da população de *Ammonia*, características dos miliolídeos (reduzida diversidade específica, formas menores e menos ornamentadas que as do testemunho 13). Entretanto, não ocorreram espécies arenáceas e infelizmente não se possui informações quanto a presença ou não de diatomáceas de águas doces.

Em condições de águas rasas, agitadas e quentes os foraminíferos da família Soritidae e gênero *Amphistegina* deveriam ocorrer. As variações da salinidade e turbidez das águas seriam fatores limitantes, justificando suas ausências e servindo de evidência adicional para as condições inferidas.

A população de *Ammonia* caracterizou-se pela redução na dispersão dos tamanhos (Figura 16), ornamentação umbilical pouco desenvolvida. Houve um deslocamento do menor diâmetro medido para um valor mais baixo. As populações de *Elphidium* também apresentaram uma redução no intervalo de variação dos tamanhos (Figuras 14 e 15). As referidas redu

ções seriam provocadas por condições ambientais relativamente pouco favoráveis, porém, não tão desfavoráveis quanto as de mangues.

Novamente a composição desta assembléia foi idêntica a da "associação *Ammonia catesbyana*" (PETRI, 1973). As espécies *Brizalina striatula* (Cushman) e *Nonionella atlantica* Cushman, não ocorreram na assembléia (vide página 103).

Em relação as condições ambientais, esta amostra apresentou maior semelhança com as condições indicadas por PETRI (op.cit.) do que a assembléia do testemunho 13, conforme as discussões apresentadas para a salinidade. Logo o subambiente desta amostra poderia ser misto ou de transição ou, pelo menos, muito próximo dele.

Testemunho 5

Considerando que os miliolídeos constituíram os foraminíferos dominantes nesta amostra, que a abundância relativa de espécimes foi muito pequena e que esta amostra não foi processada em laboratório, é difícil reconstituir este paleoambiente.

Das seis espécies de Miliolidae encontradas, apenas *Quinqueloculina lamarkiana* d'Orbigny foi freqüente. As demais foram muito raras.

A posição intermediária deste testemunho, entre um paleoambiente representando um provável subambiente misto (testemunho 6) e um outro depositado em condições continentais (testemunho 4), constitui a principal informação para esta amostra.

Embora KRASHNINNIKOV (página 17) houvesse postulado a predominância da família Miliolidae em condições de águas calmas, e lenta sedimentação, e esta assertiva fosse um dos critérios ecológicos usados no presente trabalho, não se constatou sua validade para as amostras onde o *taxum* ocorreu. Para as amostras 13, 12 e 6, as condições foram inferi

das como de águas rasas, agitadas e a sedimentação rápida, embora a presença de miliolídeos naquelas assembléias. Na assembléia do testemunho 14, depositada sob condições de águas rasas, calmas e lenta sedimentação, nenhum representante deste grupo foi encontrado. Sabe-se que a salinidade não é o fator limitante para estes foraminíferos e o mesmo ocorre com a temperatura de acordo com os resultados de BOLTOVSKOY (1954, p. 106) para a fauna de águas frias do Golfo São Jorge.

Por outro lado, PETRI (1973) verificou não apenas a presença mas o desenvolvimento exuberante dos miliolídeos sobre fundos calcários, na área de recifes algais. Os resultados deste autor estão mais próximos com os obtidos para estes testemunhos 13, 12 e 6 do que as condições indicadas por KRASHNINNIKOV.

Considerando que a litologia desta amostra, macroscopicamente foi similar a do testemunho anterior (arenito) e as considerações realizadas para os miliolídeos é viável afirmar que as condições de deposição desta amostra tenham sido as seguintes: águas rasas, agitadas e rápida deposição dos sedimentos. A salinidade poderia ter sido variável.

Testemunho 4

Este testemunho foi depositado em ambiente não marinho. Nenhuma evidência de vida foi nele encontrada.

Com esta amostra nova flutuação das águas oceânicas, a terceira delas, pode ser reconstituída. Sua validade é real se não houve interrupção do ciclo no intervalo para o qual não se possui maiores informações (Testemunhos 8 e 7).

A fase transgressiva teria ocorrido do testemunho 10 ao 9 e deste ao 4, a fase regressiva (Tabela XXII).

O maior registro da segunda fase possibilitou que os ambientes de transição (testemunhos 6 e 5) fossem detectados.

Testemunho 3

Pelo confronto entre os resultados desta amostra com os dos testemunhos 13, 12 e 6, constatou-se muita semelhança entre eles, considerando tais resultados como variando dentro de limites amplos.

Todas as evidências indicaram condições de ambiente costeiro, de águas bem rasas, quentes, turvas e agitadas.

Fato singular nesta assembléia foi o elevado tamanho atingido por espécimes da população de *Ammonia*, tendo sido o maior verificado entre todas as amostras de Caravelas. Acompanhando os portes atingidos, houve grande desenvolvimento da ornamentação umbilical em 66,7% das testas. A frequência dos espécimes foi de apenas 16,12%. A curva de sobrevivência desta população caracterizou-se por ampla dispersão (PETRI, 1973, p. 569).

Aplicando as citações de TODD e BRONNIMANN e de CLOSS (*vide* página 25) para o caráter ornamentação umbilical, se deduz que a salinidade tivesse sido normal.

Um ser vivo reage ao meio como uma unidade. Os desenvolvimentos do tamanho dos espécimes e ornamentação umbilical constituem uma só resposta ao ambiente favorável à vida destes espécimes.

Estes resultados demonstram o valor dos estudos integrados. O cálculo isolado da abundância relativa dos espécimes, não revelaria fatos como os acima citados. Também o simples cálculo da frequência das testas com umbo, possui menor importância que a observação do desenvolvimento total da ornamentação umbilical.

Apenas com os resultados da curva de sobrevivência, PETRI (op.cit.) suspeitou que talvez este tivesse sido o tempo em que as condições ambientais foram as mais favoráveis ao desenvolvimento de *Ammonia*. Constatou-se não apenas a validade da referida afirmação, mas também o valor do método utilizado.

Testemunho 2

A Figura 12, demonstrou um agrupamento desta amostra com a de número 9. Os seguintes critérios foram os responsáveis pela semelhança entre ambas: abundância relativa de espécimes; diversidade específica; % de carbonato de cálcio; % de silte e argila; % de areia.

O grau de fragmentação das testas; a presença de paredes ásperas e com formações calcárias nelas aderidas; a espessura da parede das testas, também revelaram-se extremamente semelhantes.

Certamente estas semelhanças foram basicamente determinadas por condições de águas quentes refletida em condições favoráveis à precipitação de calcários.

O paralelismo realizado para os demais critérios, sempre indicaram condições de águas mais rasas, mais turvas, mais agitadas e sítio de deposição mais próximo da costa para este testemunho. Porém o ambiente desta amostra, como da aquela, deve ter sido marinho com a salinidade normal. O subambiente provavelmente tenha sido o de plataforma continental interna a uma profundidade em torno de 20 m.

Para alguns dos resultados, as condições foram similares as de recifes, porém, a falta de informações mais precisas para os demais organismos da comunidade impediu a comprovação desta hipótese.

Em síntese, as principais características desta amostra foram: raridade das espécies planctônicas; frequência elevada de soritídeos; miliolídeos presentes e diversificados; população de *Ammonia* com características próximas as descritas para o testemunho 3; elevada frequência dos foraminíferos indicadores de águas rasas; litologia (silte argiloso mal selecionado).

As espécies de *Elphidium* e *Criboelphidium* predominaram nesta amostra e como já foi citado, atingiram grandes portes e uma maior diversidade específica do que nas de-

mais amostras. Espécimes da família Soritidae, além de abundantes possuíam grandes portes. Estes não foram representados no diagrama circular por não ter sido possível retirá-los da matriz.

Testemunho 1

Diferenças foram notadas entre esta amostra e a anterior, como: maior abundância relativa de espécimes; maior diversidade específica; aumento na frequência dos miliolídeos com aumento também na diversidade (21 espécies), decréscimo na frequência de Elphidiidae; ausência da família Soritidae; redução geral dos tamanhos dos espécimes; redução na espessura das paredes das testas (predomínio das testas transparentes); redução na frequência das testas de *Ammonia* com umbo; nítida diferença nas curvas de sobrevivência de populações de *Ammonia* dos dois testemunhos (PETRI, 1971, p. 568); grande redução no teor de carbonato de cálcio dos sedimentos.

As semelhanças entre as duas amostras foram: formas arenosas ausentes; formas planctônicas raras; espécimes de Elphidiidae como formas dominantes na assembléia; frequência de *Ammonia* reduzida.

Do paralelismo realizado, conclui-se que o ambiente teria continuado como marinho raso e não muito afastado da costa. As águas deste testemunho poderiam ser mais turvas, deduzido pela ausência de Soritidae e do predomínio da fração de silte e argila nos sedimentos. A temperatura seria menor ainda devido a ausência de Soritidae e também considerando a espessura da parede das testas. A energia ambiental bem menor e neste caso, a litologia, a preservação do material, a abundância de espécimes, a redução no número de *Elphidium*, ausência de Soritidae e aumento dos miliolídeos servem de evidências. A diversidade dos miliolídeos somente poderia ser atingida em condições de salinidade normal embora a raridade das formas planctônicas nesta assembléia. A ausência de Textulariidae e pequena quantidade de espécimes

de *Ammonia*, também sugerem o mesmo.

O caráter mais diferenciado nesta assembléia foi o da redução no tamanho dos espécimes. Situação oposta ocorreu nas duas amostras anteriores, e secundariamente na amostra 13.

Esta característica não teria sido provocada por uma competição acentuada (*vide* página 23) porque esta ocorre ao nível de populações e não afetaria a comunidade inteira como foi constatado. Também neste caso, seriam ocupados os nichos reais e este como regra, tem posição central nos nichos potenciais e não deslocadas para situações extremas, como foi o caso.

A explicação mais plausível é fornecida pela ausência de nutrientes no meio (*vide* página 22). É possível que durante a deposição deste intervalo já se fizesse sentir as variações climáticas que ocorreram durante o Pleistoceno, acarretando alterações especialmente na temperatura. Estas variações poderiam ter afetado as cadeias tróficas, reduzindo os produtores e os alimentos disponíveis ao mesmo tempo que baixas temperaturas diminuiriam o ritmo metabólico e crescimento dos espécimes.

A partir da deposição do testemunho 4 até a situação atual do local onde o poço estudado foi locado (altitude local 2,03 m), ocorreu a última flutuação das águas oceânicas, detectada (4ª das flutuações).

Não foi possível precisar qual dos testemunhos, 2 ou 1, teria sido depositado a uma maior profundidade. Aparentemente, em ambos a profundidade esteve próxima a 20 metros. Infelizmente, não se possui outra amostra do intervalo intermediário entre eles.

A situação não deveria ter sido tão simples, como a resumida na Tabela XXII, especialmente se forem lembradas as consequências das fases glaciais e interglaciais do Pleistoceno, para o hemisfério sul.

CAPÍTULO 6

ANÁLISE AGRUPADA

O método de correlação de análise agrupada ("Cluster Analysis") foi usado, procurando-se associar os resultados obtidos para os diferentes paleoambientes com a finalidade de se tentar grupar as associações com maiores similaridades paleoecológicas.

Várias medidas de similaridade podem ser empregadas nesta metodologia e isto está bem explicado e exemplificado em SOKAL & SNEATH (1963), SIEGEL (1965), PARKS (1966) e LANDIM (1970).

A medida de similaridade, aqui empregada, foi o coeficiente de correlação de SPEARMAN, não paramétrico. Ele é calculado a partir da seguinte fórmula:

$$RS = \frac{1 - 6\sum di^2}{N^3 - N}$$

onde

RS = coeficiente de correlação

di = diferença entre os valores de postos

N = número de dados ou número de pares de valores
Xi, Yi (Neste caso sendo igual a oito).

A partir das amostras, cada uma apresentando oito variáveis, foi organizada a tabela inicial de dados, e em seguida, montada a matriz inicial de correlação ou matriz de similaridade, calculada através de todos os possíveis pares de amostras. Para tanto os valores das variáveis Xi e Yi foram ordenados de acordo com os valores de postos a eles atribuídos. Após foram encontrados os valores de "di" (di = Xi - Yi).

A fim de que os valores negativos de "di" não cancelassem os positivos, foi calculado o "di²" para cada caso.

Finalmente, calculou-se a soma de " d_i^2 " ($\sum d_i^2$).

Não foi necessário utilizar a fórmula modificada para as situações onde ocorrem muitos casos com idênticos valores de postos. Tal situação não ocorreu nesta análise.

A partir da matriz inicial de correlação foi escolhido o maior valor do coeficiente de SPEARMAN e as amostras, a ele correspondentes, foram agrupadas.

Por reagrupamentos e reorganizações sucessivas das amostras, foram sendo montadas as matrizes de similaridade intermediárias até ser obtida uma matriz final (2 X 2), finalizando, então, com o reagrupamento de todas as amostras.

Os resultados da seqüência de reagrupamentos foram usados para a construção de um dendrograma, que constitui a forma gráfica mais usada para representar estes agrupamentos hierárquicos.

As variáveis usadas foram biológicas e físicas, escolhidas dentro das populações do gênero *Ammonia*.

Inicialmente, para correlacionar as amostras por este método, utilizou-se apenas variáveis biológicas como a ocorrência e freqüência dos diferentes taxa, a diversidade específica e outros. Pelos resultados obtidos era impossível estabelecer o porque dos agrupamentos revelados nos dendrogramas. Além disso, os índices de correlações sempre eram baixos e sem significado estatístico.

Não se possuía estudos anteriores similares, de aplicação de análise agrupada em paleoecologia e o fato acima referido, desestimulava o prosseguimento deste tipo de processamento estatístico.

Numa última tentativa, procurou-se aplicar este método utilizando não apenas variáveis biológicas mas estas associadas às físicas e usando apenas os resultados para um mesmo gênero, ao invés de empregar os obtidos em nível de comunidades.

O gênero *Ammonia* foi o escolhido por sua abundância nas amostras e pelo número de variáveis que se possuía de suas populações, considerando que se utilizou também os resultados de PETRI (1971).

Os resultados obtidos então, deram altos índices de correlação e agrupamentos de amostras, que haviam sido inferidas como pertencentes a subambientes similares, corroborando assim, com as idéias anteriormente expressas no capítulo das discussões.

Desta forma, a análise de agrupamentos através dos índices de correlação entre as amostras, evidenciou as semelhanças entre os paleoambientes e revelou-se como método extremamente válido para os estudos paleoecológicos como o realizado no presente trabalho. Por outro lado, também reafirmou que em paleoecologia o complexo ambiental pode ser relativamente reconstituído quando variáveis biológicas e físicas forem igualmente estudadas e associadas de forma dinâmica.

A tabela inicial de dados (Tabela XVIII), a matriz inicial de correlação (Tabela XIX), a tabela com a relação das amostras que foram unidas (Tabela XX) e o dendrograma da Figura 50, representam os dados e resultados da análise agrupada.

Três conjuntos de agrupamentos de amostras foram obtidos: um constituído pelas amostras 12, 13, 3, 6 e 17; outro pelas amostras 2 e 9, e finalmente, o terceiro, pelas amostras 1, 14 e 16 (Figura 50).

Comparando os paleoambientes inferidos com os agrupamentos supracitados, embora o pequeno número de amostras, algumas considerações podem ser feitas.

a. O primeiro conjunto agrupou as amostras inferidas como de mares costeiros, depositados em condições de águas bem rasas, quentes, turvas, agitadas e com salinidade próxima a normal. Apenas a amostra 17 não correspondeu a

estas condições, porém o gênero *Ammonia* foi considerado transportado nesta assembléia e isto justifica sua inclusão neste agrupamento.

b. As semelhanças entre as amostras 2 e 9 foram primeiramente reveladas pela Figura 12, já tendo sido discutidas; (*Vide* página 112).

c. O coeficiente de correlação que agrupou a amostra 16 às amostras 1 e 14, pode ser desprezado. As condições ambientais destas duas amostras foram: profundidade entre 30 a 40 m, águas calmas e temperatura menor do que a inferida para os dois primeiros agrupamentos.

d. Houve, portanto, comprovação do valor ecológico das populações de *Ammonia* para subambientes de transição e marinhos rasos.

O complexo ambiental é constituído por variáveis relativamente independentes e variáveis totalmente dependentes. Os agrupamentos revelados no dendrograma seriam basicamente determinados pelos seguintes parâmetros físicos: temperatura e energia das águas. Estes dois associados a alguns outros como profundidade e proximidade da costa, teriam condicionado as demais características físicas e biológicas das assembléias.

O conjunto de resultados obtidos pela análise de agrupamentos e pelo confronto dos critérios paleoecológicos, se complementaram, fornecendo maior validade tanto aos métodos empregados quanto aos paleoambientes inferidos.

TABELA XVIII

MATRIZ INICIAL DE DADOS

Variáveis Amostras	% A	% T.I.	% T.F.	% T. t+tl.	% T.O.	% T. N.D.	% T.U.	N.C.T.
1	10,94 (4)	78,9 (6)	2,11 (2)	100,0 (7,5)	0,0 (1)	100,0 (7,5)	27,6 (5)	10 (3)
2	8,80 (1)	90,8 (7)	9,2 (2)	10,5 (3)	89,5 (6)	100,0 (8)	38,3 (5)	22 (4)
3	16,12 (3)	72,2 (7)	28,8 (5)	4,0 (1)	96,0 (8)	4,4 (2)	66,7 (6)	27 (4)
6	37,68 (4)	53,0 (6)	47,0 (5)	0,0 (1)	100,0 (8)	2,0 (2)	67,2 (7)	15 (3)
9	7,74 (3)	93,0 (6)	7,0 (2)	0,0 (1)	100,0 (7,5)	100,0 (7,5)	17,5 (5)	17 (4)
12	46,49 (5)	67,0 (6)	33,0 (4)	4,5 (1,5)	95,5 (8)	4,5 (1,5)	92,5 (7)	19 (3)
13	70,45 (6)	65,3 (5)	34,7 (4)	0,0 (1,5)	100,0 (8)	0,0 (1,5)	87,8 (7)	20 (3)
14	33,75 (4)	78,0 (5)	22,0 (3)	100,0 (7,5)	0,0 (1)	100,0 (7,5)	83,0 (6)	17 (2)
16	9,47 (3)	31,2 (4,5)	68,8 (6)	100,0 (8)	0,0 (1)	75,0 (4,5)	31,2 (4,5)	8 (2)
17	24,90 (3)	52,5 (6)	47,5 (5)	30,0 (4)	70,0 (7)	0,0 (1)	78,9 (8)	20 (2)

%A=porcentagem na assembléia; %T.I.=porcentagem de testas inteiras; %T.F.=porcentagem testas fragmentadas; %T.t+tl=porcentagem testas transparentes + testas translúcidas; %T.O.=porcentagem testas opacas; %T.N.D.=porcentagem testas não desgastadas; %T.U.=porcentagem testas com umbo; N.C.T.=número de classes de tamanhos.

TABELA XIX

MATRIZ INICIAL DE COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO

	1	2	3	6	9	12	13	14	16	17
1	1	0,327	-0,600	-0,600	-0,029	-0,547	-0,595	0,953	0,750	-0,315
2	0,327	1	0,310	0,191	0,864	0,114	-0,029	0,233	0,030	0,072
3	-0,600	0,310	1	0,953	0,506	0,947	0,804	-0,600	-0,625	0,762
6	-0,600	0,191	0,953	1	0,459	0,971	0,923	-0,529	-0,600	0,834
9	-0,029	0,864	0,506	0,459	1	0,411	0,340	-0,100	-0,357	0,125
12	-0,547	0,114	0,947	0,971	0,411	1	0,977	-0,500	-0,654	0,828
13	-0,595	-0,029	0,804	0,923	0,340	0,977	1	-0,523	-0,690	0,756
14	0,953	0,233	-0,600	-0,529	-0,100	-0,500	-0,523	1	0,846	-0,196
16	0,750	0,030	-0,625	-0,600	-0,357	-0,654	-0,690	0,846	1	-0,232
17	-0,315	0,072	0,762	0,834	0,125	0,828	0,756	-0,196	-0,232	1

TABELA XX

ÍNDICES DE COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE TODAS AS AMOSTRAS

AMOSTRAS UNIDAS	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO
12, 13	0,977
1, 14	0,953
3, 6	0,953
3, 6, 12, 13	0,911
2, 9	0,864
1, 14, 16	0,798
3, 6, 12, 13, 17	0,795
2, 3, 6, 9, 12, 13, 17	0,193
1, 2, 3, 6, 9, 12, 13, 14, 16, 17	-0,224

Fig.50-Dendrograma resultante da análise agrupada aplicada às populações de *Ammonia*.

CAPÍTULO 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise dos fundamentos utilizados neste trabalho, procurar-se-á comentar alguns dos critérios empregados como método de estudo e associar os resultados obtidos com os conhecimentos geológicos anteriores para o mesmo local.

7.1 - Considerações sobre os critérios paleoecológicos utilizados

Abundância relativa de espécimes (A.R.E.)

Três intervalos de grandeza foram encontrados para o número de testas em 1 cc de sedimento seco: a- menor que 1 800 espécimes; b- de 1 800 a 3 200 espécimes; c- de 3 200 a 7 000 espécimes.

Pela comparação destes dados com os resultados da litologia, verifica-se as seguintes relações:

O menor intervalo da A.R.E. ocorreu em todas as amostras onde a fração de carbonato de cálcio foi superior a 65% (Testemunhos 2, 3, 6, 9 e 13); os dois seguintes ocorreram quando a fração de silte e argila foi superior a 55% (Testemunhos 1 e 14, respectivamente); nas amostras onde a fração areia predominou, os intervalos da A.R.E. foram os dois primeiros (Testemunhos 16 e 17, respectivamente).

As diferenças da A.R.E. das amostras 1 e 14, poderiam ser explicadas pelas condições inferidas para os respectivos paleoambientes. Redução de nutrientes para a amostra 1 e maior profundidade e estabilidade ambiental para a 14.

Os resultados da A.R.E. para as amostras 16 e 17, são pouco significativos se forem consideradas as condições

inferidas para ambas. Alterações deposicionais ou pós-deposicionais para a amostra 16 e assembléia de origem mista para a 17.

Acredita-se que a relação A.R.E. e taxa de sedimentação variou em condições aproximadamente inversamente proporcionais nas amostras onde o número de espécimes não teria sido alterado por algum dos seguintes fatores: ausência de nutrientes ou outras condições desfavoráveis à vida; efeito do transporte de formas; alterações pós-deposicionais. Portanto, a A.R.E. das amostras 1, 16 e 17, não se relacionou diretamente com a taxa de sedimentação e a deposição dos calcários foi relativamente rápida.

Estes resultados sugeriram que na fase inicial de análise dos resultados e antes de se formar uma idéia geral das condições ambientais e de deposição, não é conveniente associar A.R.E. e taxa de sedimentação.

Indicadores ambientais

O método empregado de acumular as porcentagens dos taxa de foraminíferos (famílias ou gêneros) indicadores de uma mesma condição ambiental e a partir deles inferir sobre os paleoambientes, ainda não pode ser perfeitamente avaliado quanto ao valor dos agrupamentos (Figuras 6 a 11).

Em alguns casos sugeriram tendências e revelaram semelhanças e diferenças (agrupamentos para águas rasas, para depósitos clásticos e para águas moderadamente profundas). Para os demais, os resultados foram confusos (indicadores de águas rasas e de rápida sedimentação), ou muito semelhantes (índices de águas rasas e fácies algal). O valor dos miliolídeos como índices já foi discutido neste trabalho.

O agrupamento formado pelos foraminíferos indicadores de depósitos clásticos, forneceram resultados não diretamente relacionado com a litologia, mas dentro de limites amplos de variações, relacionaram-se com a energia ambiental. A análise da Figura 10, justifica esta afirmação. Nela observa-

-se que comparando as porcentagens das amostras 2 (82,5%) e 9 (41%), um paleoambiente de maior energia é sugerido para a primeira delas, não obstante, apresentarem resultados muito próximos nas composições de seus sedimentos (Figura 18) e um índice de correlação elevado (Figura 50). Em situações como esta, quando outros critérios apontaram semelhanças estreitas entre as amostras, este método apontou as diferenças existentes.

A inclusão das amostras 5 e 16, nos histogramas, (Figuras 6 a 10) que haviam apresentado uma A.R.E. muito baixa, só serviu para confundir os resultados.

Os agrupamentos usados nesta pesquisa, basearam-se em citações de KRASHENINNIKOV que estudou, especialmente, as associações de foraminíferos de regiões da Eurásia.

Seria conveniente testar novas combinações de taxa e formar agrupamentos em base no que já se conhece das associações atuais ou fósseis, detectadas em locais das províncias biogeográficas das Índias Ocidentais e Sul-americana Atlântica. Especialmente, para a subprovíncia Sul-brasileira (BOLTOVSKOY, 1965). deveriam ser usados os taxa que caracterizaram as associações dos subambientes da região do delta do Rio Doce (PETRI, 1973).

Este critério poderia constituir-se num método fácil e rápido de se obter uma visão preliminar das condições de deposição de uma dada assembléia de foraminíferos. Acredita-se que especialmente à PETROBRÁS, é importante o encontro de métodos de pesquisa, com as citadas características.

Dominância faunística(D.F.)

Nesta pesquisa, este critério serviu apenas como evidência paleoambiental adicional.

Comparando as frequências da D.F. de diferentes assembléias do Mioceno (Tabela XXI) é possível afirmar o que segue:

A D.F. varia dentro de limites amplos e independe

TABELA XXI

RELAÇÃO ENTRE A DOMINÂNCIA FAUNÍSTICA, LITOLOGIA E PROFUNDIDADE ESTIMADA PARA O SÍTIO DE DEPOSIÇÃO

D. F.	Gênero	Local	Litologia	Profundidade
(*) 31,3%	<i>Bolivina plicatella</i>	Recôncavo Baiano	Folhelho	50 m
(**) 31,7%	<i>Cibicides pirabensis</i>	F.Pirabas (Japerica)	Calcário	muito raso
(**) 16,0%	<i>Ammonia</i>	F.Pirabas (Canecos)	Calcário	muito raso
(**) 19,0%	<i>Ammonia</i>	F.Pirabas (Castelo)	Calcário	30 m
37,5%	<i>Ammonia</i>	Caravelas (Test. 6)	Arenito médio	muito raso
33,7%	<i>Ammonia</i>	Caravelas (Test.14)	Silte argiloso	40 m
70,0%	<i>Ammonia</i>	Caravelas (Test.13)	Siltito	muito raso

(*) - Resultados de Petri 1972;

(**) - Resultados de Petri 1957.

da litologia;

O valor da porcentagem da espécie dominante, tomado isoladamente, não constitui índice de profundidade para os biótopos da plataforma continental externa.

A ecologia e estado de preservação das testas da espécie dominante, devem também ser observados, neste critério.

Diversidade específica(D.E.)

Com o aumento da profundidade a A.R.E. e D.E. tendem a aumentar nos biótopos da plataforma continental. Logo a simples ordenação dos pontos da Figura 13 (relação A.R.E. e D.E.) poderia ser o método suficiente para dispor as amostras numa sequência de sítios de deposição de profundidades crescentes. As profundidades inferidas apenas parcialmente conferiram com a sequência das amostras da referida figura.

Analisando a D.E. das amostras onde a família Miliolidae (indicadora de águas rasas) ocorreu, verificou-se que as espécies deste *taxum* eram responsáveis pelas seguintes porcentagens das diversidades encontradas: 33% no testemunho 1; 25% no testemunho 2; 75% no testemunho 5; 31,5% no testemunho 6; 28,5% no testemunho 13. Excluindo estas espécies nestas amostras, a relação entre a A.R.E., a D.E. e as profundidades estimadas por meio de outros critérios, tornou-se mais nítida.

A D.E. relativamente elevada desta família, também tem sido referida por outros autores, para diferentes localidades e para condições de águas relativamente rasas. (FERREIRA, 1958; ROCHA e MATEUS, 1971, p. 20). Em outros trabalhos, resultados semelhantes são encontrados se for feito o cálculo do número de espécies de miliolídeos em relação ao número total de espécies encontradas. O resultado dos estudos de TINOCO para Cabo Frio exemplifica esta afirmação: 39 espécies foram encontradas e 19 (49,7%) pertenciam a esta família.

Observa-se a partir dos dados acima, que o valor

da D.E. pode ser muito alterado pela presença das espécies de miliolídeos e neste caso, não deve ser interpretado como uma função da estabilidade ambiental, maturidade ecológica da assembléia e por extensão, da profundidade.

De acordo com LACK (1969, *in* ODUM, 1972) um maior desenvolvimento evolutivo, favorece a coexistência e a diversidade, explicando assim os casos de coexistência de várias espécies de um mesmo gênero e filogeneticamente muito relacionadas, em um dado local.

Pela comparação entre a D.E. e litologia de todas as amostras aqui estudadas e as descritas por PETRI (1954, 1957 e 1972) e provenientes de diferentes locais do Mioceno (Bacia de Marajó, Formação Pirabas e Recôncavo Baiano), num total de 34 amostras, verificou-se o seguinte:

A D.E. nas 27 amostras provenientes de calcários foi, geralmente, menor (2 a 39 espécies por amostra) do que a encontrada nas 7 amostras provenientes de siltitos ou argilitos (32 a 91 espécies por amostra).

Doutor Petri em informações verbais, afirmou já ter observado este fato, inclusive, nas dezenas de amostras que estudou, retiradas da região do delta do Rio Doce.

Tamanho dos espécimes

O tamanho dos espécimes como foi considerado nas Figuras 14 a 16, foi especialmente válido para as inferências dos paleoambientes dos testemunhos 16 e 1 (Fauna residual ou mangue e ausência de nutrientes, respectivamente). Também foi importante para indicar entre dois paleoambientes semelhantes, qual teria sido mais favorável ao desenvolvimento de um dado *taxum* (Testemunhos 6 e 3; 12 e 13 para *Ammonia* e testemunhos 2 e 9 para *Ammonia* e *Elphidium*), e, desta forma, revelar pequenas diferenças ecológicas.

O levantamento da frequência das três classes de tamanho foi essencial para revelar as espécies transportadas do testemunho 17.

Curvas de sobrevivência

PETRI (1971, p. 573) afirmou que os resultados do estudo das variações individuais de populações de *Ammonia* haviam mostrado uma linha de pesquisa que poderia ser com pensadora.

Apenas com os resultados das populações de espé cies deste gênero, ele fez referências às condições ambien tais dos paleoambientes das amostras aqui estudadas, condi ções estas, também apontadas por outras características das amostras como foi verificado durante a discussão dos resul tados. Isto reafirma o valor deste critério para as recons tituições dos paleoambientes.

Representação do grau de fragmentação dos espéci mes em diagramas triangulares

O emprego desta modalidade de representação foi interessante pelos seguintes aspectos: possibilita com parar o grau de fragmentação das testas pertencentes a dife rentes populações de uma assembléia e entre populações de diferentes assembléias; facilmente pode ser verificado o grau de espalhamento dos pontos e a localização da área de distribuição dos pontos dentro do triângulo; permite que os resultados sejam facilmente confrontados com a litologia; facilita o relacionamento entre grau de fragmentação e ener gia ambiental.

7.2 - Considerações geológicas

Dos resultados obtidos no presente trabalho, asso ciados aos de outras pesquisas sobre o mesmo poço e sobre a Bacia do Espírito Santo, especialmente, sobre as formações Rio Doce e Caravelas, é possível fazer algumas considera ções, como as que seguem.

Na Tabela XXII, fez-se a reconstituição das provā veis flutuações do nível das águas oceânicas que teriam con

TABELA XXII

RECONSTITUIÇÃO DAS PROVÁVEIS FLUTUAÇÕES OCEÂNICAS NA SEQUÊNCIA DE SEDIMENTOS ESTUDADOS

Flutuação	Fase	Intervalo (m)	Espessura (m)			Testemunhos	Formação	Idade	Possível tendência tectônica
			T	E	R				
4 ^a	R	30 - 0	-	-	30	1	-	?	Soerguimento
	E	71 - 30	-	41	-	2 ao 1			Estabilidade
	T	136 - 71	65	-	-	4 ao 2			Subsidência
3 ^a	R	320 - 136	-	-	184	9 ao 4			Soerguimento
	T	357 - 320	37	-	-	10 ao 9	Caravelas	Mioceno Inferior	Subsidência
2 ^a	R	474 - 357	-	-	117	14 ao 10			Soerguimento
	T	510 - 474	36	-	-	15 ao 14			Subsidência
1 ^a	R	551 - 510	-	-	41	17 ao 15	Rio Doce	?	Soerguimento
	T	588 - 551	37	-	-	18 ao 17			Subsidência
	R	706 - 588	-	-	118	21 ao 18			Soerguimento

OBS: R - Fase regressiva; E - Fase de estabilidade; T - Fase transgressiva.

dicionado a seqüência de paleoambientes inferidos anteriormente. Para o estabelecimento desta tabela, foi necessário admitir que teria ocorrido correspondência entre os picos de máxima e mínima das flutuações e alguns dos intervalos amostrados e também que os intervalos não amostrados possuiriam condições intermediárias entre as reveladas pelos espaços amostrados.

Tendências tectônicas, de subsidência e de soerguimento, poderiam justificar as fases de transgressões e de regressões (respectivamente), que foram inferidas. Outras alterações tectônicas, na área circunvizinha ao poço estudado, poderiam ter contribuído para a ocorrência das referidas flutuações. Ainda, alterações não tectônicas e mais localizadas, como o maior ou menor aporte de sedimentos terrígenos e os deslizamentos de blocos, poderiam também ter contribuído para as variações paleoambientais e oscilações da massa de água oceânica no local do poço estudado. Estas alterações localizadas e atectônicas não devem ser desprezadas, especialmente, por se ter estudado apenas uma perfuração.

A maior alteração ambiental detectada, ocorreu entre os 480 aos 468 m de profundidade no poço, correspondendo ao local de onde foram retirados os testemunhos 14 e 13 (contíguos). As inferências paleoecológicas foram básicas para esta constatação.

De acordo com ODUM (1971, p. 203), durante a evolução das sucessões que conduzem à formação de um ecossistema de clímax, surgem mecanismos de autoregulação que permitem a comunidade biológica, conservar a estrutura grande e complexa que atenua as perturbações do meio físico. Por este motivo, pressões fortes ou mudanças rápidas produzidas por forças exteriores, poderão destruir os ecossistemas destes mecanismos protetores e tornar possível o desenvolvimento explosivo de determinadas espécies, como *Ammonia* no testemunho 13 (70,45% de toda a assembléia).

A comparação entre as assembléias 14 e 13, permite

verificar que a primeira, apresenta maior número de características de comunidade mais desenvolvida (maior maturidade e estabilidade). Durante o desenvolvimento e evolução de um ecossistema, o tipo de assembléia encontrado no testemunho 13, deveria preceder ao encontrado no testemunho 14. Portanto, deve ter ocorrido uma alteração relativamente drástica que afetou o tipo de comunidade e impediu o curso normal de evolução das sucessões.

Além disso, o estabelecimento de uma comunidade de organismos em um dado ambiente, ao nível de uma povoação efetiva e com as características deste ambiente refletidas na comunidade, é um processo lento. Logo, a alteração deveria ter sido rápida para que também houvesse tempo suficiente à estruturação da nova comunidade que caracterizou o testemunho 13.

A tendência das águas transgressivas é a de destruir a parte superior dos depósitos regressivos anteriores, reduzindo a espessura dos sedimentos depositados durante as regressões. Embora isto, o total das espessuras dos sedimentos regressivos foi superior ao total dos transgressivos. Tal constatação indica transgressões rápidas e regressões lentas e revela a tendência geral de soerguimento, que conduziu o estabelecimento das condições continentais atualmente existentes no local.

De acordo com ASMUS *et al.* (1971), a regressão máxima na Bacia do Espírito Santo, que ocorreu durante o Terciário, efetuou-se no Oligoceno. A esta época poderiam pertencer a parte da Formação Rio Doce que ocorre neste poço no intervalo de 706 a 588 m, considerando que estes sedimentos não estão datados, mas que teriam sido depositados entre o Eoceno Inferior e o Mioceno Inferior e que são depósitos regressivos.

Na primeira fase transgressiva detectada, a profundidade do sítio de deposição esteve próxima a 40 m e em

condições essencialmente marinhas. Este intervalo foi indicado por PEREIRA (1973) como pertencendo a Formação Rio Doce e representando ambiente transicional. Logo verifica-se que o ambiente desta Formação não foi continuamente transicional.

Após a regressão oligocênica seguiu-se a transgressão miocênica, com depósitos predominantemente carbonáticos e com atitude sub-horizontal, indicativa de sensível diminuição do basculamento da margem continental (ASMUS *et al.*, 1971).

A partir do testemunho 15, três flutuações do nível das águas oceânicas, foram reconstituídas. Seus depósitos foram essencialmente carbonáticos, tendo sido atribuídos à Formação Caravelas (Mioceno Inferior). É provável que estas flutuações sejam variações menores e componentes da transgressão acima referida. Poderia ter ocorrido não apenas uma fase transgressiva única, mas pulsações menores do nível das águas. A localização geográfica do poço estudado é favorável a detecção de pequenas alterações ambientais, devido a instabilidade ambiental que acarreta variações significantes nas assembléias, dentro de intervalos relativamente pequenos.

O ambiente de deposição do intervalo acima, não teria sido homogeneamente marinho raso como indicou PEREIRA (1973) mas oscilado entre subambiente de plataforma continental interna, transicional e até mesmo continental como parece ter sido no testemunho 4.

Em condições de subambiente de plataforma continental interna foi depositado o testemunho 1, também não correspondendo a sedimentos de praias e aluviões e a ambiente de transição como indicou PEREIRA (op.cit.) (Figura 2).

Naturalmente, não se pressupõe que os resultados obtidos já possam ser extrapolados para outros locais da Baía Espírito Santo, e mesmo que os intervalos não amostra

dos sempre possuíram condições intermediárias entre as reveladas pelos espaços amostrados. Variações significantes poderiam ter ocorrido em intervalos pequenos como foi detectado entre o testemunho 14 e 13.

As assembléias dos foraminíferos não foram estudadas suficientemente no aspecto sistemático para que se possa datar os intervalos de idade ainda não estabelecida, porém, a observação feita para a espécie *Cycloloculina miocenica* Cushman e Ponton, foi incluída pela importância da espécie como fóssil índice (PETRI, 1972).

A referida espécie ocorreu nos testemunhos 14 ao 9, tendo uma freqüência maior nas amostras onde a profundidade do sítio de deposição foi estimada em torno de 35 m (Testemunhos 14 e 9), e sendo rara nos de águas mais rasas. Estes resultados concordam com a freqüência da espécie nas assembléias do Mioceno do Recôncavo Baiano (PETRI, 1972, p.57), que foram depositadas a aproximadamente 50 m de profundidade. Possivelmente, condições mais favoráveis ao seu desenvolvimento ocorrem em águas moderadamente profundas. Logo, considerando a profundidade de deposição do testemunho 17 (45 m) verifica-se condições favoráveis a seu desenvolvimento nesta amostra e sua ausência não pode ser atribuída ao ambiente mas a idade pré-Mioceno Inferior daqueles sedimentos. Esta constatação não traz novas informações sobre a idade já definida mas reforça a validade da mesma.

Pela comparação entre os resultados aqui obtidos e aqueles descritos por PETRI (1954, 1957 e 1972) para as associações de foraminíferos miocênicos da Bacia de Marajó, Formação Pirabas e Recôncavo Baiano, constatou-se o que segue:

As assembléias dos testemunhos 17, 14 e 9, inferidas como depositadas entre 30 a 45m de profundidade, apresentaram maior semelhança com a zona *Bolivina plicatella* (Cushman) descrita para o Mioceno do poço de Cururú da Bacia de Marajó, do que com as demais associações descritas. As

características responsáveis por esta semelhança são: diversidade específica elevada; ocorrência de foraminíferos planctônicos; desenvolvimento dos gêneros *Elphidium*, *Bolivina* e *Cibicides* tanto nestas assembléias como naquela zona. As diferenças mais significativas são: presença de miliolídeos, do gênero *Textularia* e de peneroplídeos naquela associação e ausência nestas assembléias; presença de *Ammonia* apenas nestas.

Os demais testemunhos relacionaram-se melhor com as zonas *Elphidium poeyanum* d'Orbigny var. *elongata* Petri e *Amphistegina lessoni* d'Orbigny, também descritas para o mesmo poço de Cururú.

As características responsáveis pelas semelhanças são: presença de *Ammonia*, *Amphistegina*, miliolídeos e peneroplídeos, tanto nestas assembléias como naquelas zonas.

As amostras provenientes da Formação Caravelas e ricas em calcário são as que apresentam maior semelhança com as fácies da Formação Pirabas. Quanto as características das associações de foraminíferos comuns a ambas as formações estudadas, destacam-se a presença de *Ammonia*, miliolídeos, soritídeos, *Amphistegina*, *Elphidium*. Os testemunhos 13, 12, 6 e 3 apresentam maior semelhança com as associações de foraminíferos provenientes da Fácies Canecos.

A semelhança entre as assembléias estudadas e as associações de foraminíferos descritas para o Mioceno do Recôncavo Baiano (PETRI, 1972), somente poderia ser estimada se todos os foraminíferos destas assembléias estivessem identificados. Aparentemente, a relação é pequena, especialmente, quanto a frequência dos mesmos taxa.

7.3 - Sugestões

Em virtude de ainda não estarem datados os sedimentos correspondentes aos testemunhos 17 e 1, nos quais, os fo

raminíferos foram abundantes, seria conveniente estudá-los com finalidade bioestratigráfica.

Em estudos similares a este, seria conveniente, ao menos incluir informações sobre as diatomáceas pelos motivos anteriormente citados (*vide* página 104). Considera-se que a situação ideal, isto é, o estudo especializado de toda a comunidade, é um trabalho de equipe.

BIBLIOGRAFIA

- ASMUS, H.E.; GOMES, J.B. & PEREIRA, A.C.B. (1971) - *Integração geológica regional da Bacia do Espírito Santo* An. XXV Congr. Bras. Geol. p.235-252.
- AYALA-CASTAÑARES, A. (1958) - *Sistematica y distribucion de los foraminiferos recientes de la Laguna de Terminos Campeche, Mexico* Bol.Univ.Nac.Autonomia Mex. 67(3):1-129.
- BANDY, O.L. (1956) - *Ecology of foraminifera in northeastern Gulf of Mexico* U.S.Geol.Surv.Prof.Paper 274-G, p.179-204, pls. 29-31, figs.25-28
- BANDY, O.L. (1964a) - *General correlation of foraminiferal structure with environment*. In: Imbrie, J. and Newell, N., ed. - *Approaches to Paleoecology*. p.75-90.
- BANDY, O.L. (1964b) - *Foraminiferal biofaces in sediments of Gulf of Batabano, Cuba and their geologic significance*. Bull.Amer.Assoc.Petroleum Geol. 48 (10):166-1679.
- BANDY, O.L. and ARNAL, R.E. (1960) - *Concepts of foraminiferal paleoecology* - Bull.Amer.Assoc.Petroleum Geol. 44(12): 1921-1932, 14 figs.
- BERMUDEZ, P.J. (1949) - *Tertiary smaller Foraminifera of Dominican Republic* Cushman Lab.Foram.Res., Sp.Publ.25:1-322, 26 pls.
- BOLTOVSKOY, E. (1954) - *Foraminiferos del Golfo San Jorge* - Rev.Inst.Nac.Invest.Cien.Nat. 3(3):79-246, 19 est.
- BOLTOVSKOY, E. (1957) - *Los foraminiferos del estuario del Rio de la Plata y su zona de influencia* - Rev.Inst. Nac. Invest.Cien.Nat. 6(1):3-77, 11 est.
- BOLTOVSKOY, E. (1959) - *Foraminiferos recientes del Sur Brasil y sus relaciones com los de Argentina e India de Oeste* - Rep.Argent.Secr.Marina, Bol.Serv.Hidrog.Naval H 1005:1-124, 20 est.
- BOLTOVSKOY, E. (1961) - *Foraminiferos de la plataforma continental entre Cabo S.Tomé y la desembocadura del rio de La Plata* - Rev.Mus.Argent.Cien.Zool. 6(6):1-346, 12 est.
- BOLTOVSKOY, E. (1965) - *Los Foraminiferos Recientes* - Buenos Aires, EUDEBA Edit.Univ. Buenos Aires.

- BRAGA, J.C. (1959) - *Final geological completion report* - CST-1-Ba. Petrobrás, 19 p., 1 fig. (Doc.int.).
- CLOSS, D. (1962) - *Foramíniferos e tectamebas na Lagoa dos Patos*, R.G.S. - Bol.Esc.Geol. Porto Alegre 11.
- CLOSS, D. & BARBERENA, M.C. (1960) - *Foramíniferos da Praia da Barra (Salvador, Bahia)*. - Bol.Esc.Geol.Porto Alegre 6: 1-50, 7 est. 75
- CUSHMAN, J.A. (1929) - *The Foraminifera of the Atlantic Ocean. Part 6, Miliolidae, Ophthalmitidae and Fischerinidae*-Bull. U.S.Nat.Mus. 104(6):1-101, 22 pls.
- CUSHMAN, J.A. (1930) - *The Foraminifera of the Atlantic Ocean. Part 7. Monionidae, Camerinidae, Peneroplidae and Alveolinellidae*. 104 (7): 1-55, 18 pls.
- CUSHMAN, J.A. (1932) - *The Foraminifera of the Tropical Pacific collections of the "Albatross", 1899-1900. Part 1. Astorhizidae to Trochamminidae*. - Bull.U.S.Nat.Mus.161(1): 1-84, 17 pls.
- CUSHMAN, J.A. (1937) - *A monograph of the Subfamily Virgulini-nae of the foraminiferal Family Buliminidae* - Cushman Lab. Foram. Res., Sp. Public. 9:1-228, 24 pls.
- CUSHMAN, J.A. (1944) - *The genus Articulina and its species*. - Cushman Lab.Foram.Res., Sp. Public. 10:1-21, 4 pls.
- CUSHMAN, J.A. (1948) - *Additional new species of arenaceous Foraminifera from shallow waters of Trinidad* - Cushman Lab. Foram. Res., Contr. 24: 37-42, pls. 7, 8.
- CUSHMAN, J.A. (1948) - *Arctic Foraminifera* - Cushman Lab.Foram., Sp. Publ.23.
- CUSHMAN, J.A. & PARKER, F.L. (1931) - *Recent Foraminifera from the Atlantic Coast of South America* - Proc.U.S.Nat.Mus. 80 (3):1-24, 4 pls.
- CUSHMAN, J.A. & TODD, R. (1944) - *The genus Spiroloculina and its species* - Cushman Lab.Foram. Res., Sp. Public.11:1-82, 4 pls.
- DAJOZ, R. (1973) - *Ecologia Geral* - (Trad. de F.M.Guimarães). São Paulo, Vozes Edit. Univ. São Paulo.
- FAGERSTROM, J.A. (1964) - *Fossil communities in paleoecology: Their recognition and significance* - Bull.Geol.Soc.America, 75(12):1197-1216.

- FERREIRA, J.M. (1963) - *Foraminíferos actuais de Cabo Verde* - Mem. Junta Invest. Ultram. 4(225-283), 5 est.
- FRIEDRICH, H. (1965) - *Marine Biology: an introduction to its problems and results*. - London, Sidgwick & Jackson.
- GRIMSDALE, T.F. & MARKHOVEN, F.P.C.M. von (1955) - *The ratio between pelagic and benthonic foraminifera as a means of estimating depth of deposition of sedimentary rocks* - Proc. 4th World Petrol. Cong. 1/d:473-491.
- HUTCHINSON, G.E. (1958) - *Concluding remarks* - In: Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology 22: 415-427.
- JOHNSON, R.G. (1960) - *Models and methods for analysis of the mode of formation of fossil assemblages* - Bull. Geol. Soc. Amer. 71:1075-1086.
- LANDIM, P.M.B. (1970) - *Contribuição ao estudo dos mistitos do Grupo Tubarão no Estado de São Paulo* - São Paulo (Tese, Geol. e Paleont. da Fac. de Fil. Ciên. e Letras de Rio Claro).
- LOEBLICH, A.R. & TAPPAN, H. (1964) - *Protista*. In: *Treatise on the Invertebrate Paleontology* - t.C, part 2, p.1-900.
- MARGALEF, R. (1970) - *Perspectives in Ecological Theory* - London, The University of Chicago Press.
- NORTON, R.D. (1930) - *Ecologic relations of some Foraminifera* - Bull. Scripps Instit. Ocean., Tech. ser., 2 (9):331-388.
- ODUM, E.P. (1972) - *Ecologia* - 3ª ed. México, Nueva Edit. Interamericana S.A. de C.V.
- PARKS, J.M. (1966) - *Cluster analysis applied to multivariate geological problems* - Journ. Geology 74:703-715.
- PATRICK, R. (1967) - *Diatom communities in estuaries*. In: *Estuaries* (Lauff, G.H.dir.) - Amer. Assoc. Adv. Sci. Publ., Washington, D.C., 83: 311-315.
- PEREIRA, A.C. (1973) - *Estudo sedimentológico/estratigráfico do poço 2-CST-1-Ba* - Petrobrás, DIREX (doc.int.)
- PETRI, S. (1952) - *Ocorrências de foraminíferos fósseis do Brasil* - Bol. Geol. Fac. Fil. Ciên. Letras, Univ. São Paulo 176 (11):1-172.
- PETRI, S. (1954) - *Foraminíferos fósseis da bacia do Marajó* - Bol. Fac. Fil. Ciên. Letras, Univ. São Paulo, Geol. 11:1-172, 14 est., 10 figs., 3 tab.

- PETRI, S. (1957) - *Foraminíferos miocênicos da Formação Pirabas* - Bol.Fac.Fil.Ciê.Letras, Univ.São Paulo, Geol. 16: 1-79, 9 est., 3 figs., 3 tab.
- PETRI, S. (1971) - *O gênero Ammonia e as correlações dos sedimentos da parte superior do Cenozóico da faixa litorânea brasileira* - Anais Acad.Bras.Ciê., Simp.Bras.Paleont., 43:557-575.
- PETRI, S. (1972) - *Foraminíferos e o ambiente de deposição dos sedimentos do Mioceno do Recôncavo Baiano* - Rev.Bras. Geociê. 2:51-67.
- PETRI, S. (1973) - *Foraminíferos e tecamebas do delta do Rio Doce* - Parte I - *Ecologia*; Parte II - *Sistemática* - Convênio Petrobrás/Universidade de São Paulo. (Doc.int.).
- PHLEGER, F.B. (1951) - *Ecology of Foraminifera, Northwest Gulf of Mexico* - Geol.Soc.Am., Mem., Foraminifera Distribution. 46(1):1-88, 29 tabs.
- PHLEGER, F.B. (1964) - *Foraminiferal ecology and marine geology* - Marine Geol., 1:16-43,
- PHLEGER, F.B. (1965) - *Patterns of marsh foraminifera* - Galveston Bay, Texas. Limn.and Ocean. 10(supp.):R169-R184.
- ROCHA, A.T. & MATEUS, G. (1971) - *Contribuição para o conhecimento dos foraminíferos actuais da Ilha de Maio (Arquipélago de Cabo Verde)* - Inst.Invest.Cient.Angola, Luanda, 108 p., 6 est.
- SANDER, H.L. (1968) - *Marine benthic diversity: a comparative study* - Amer.Nat., 102:243-282.
- SIEGEL (1965) - *Nonparametric statistics for the behavior sciences* - Mc Graw Hill Book Co.
- SMITH, R.L. (1966) - *Ecology and Field Biology* - New York-London, Harper & Row.
- SOKAL, R.R. & SNEATH, P.H.A. (1963) - *Principles of numerical taxonomy* - W.H.Freeman and Co.
- SUGUIO, K. (1973) - *Formação Bauru. Calcários e sedimentos de tríticos associados* - São Paulo. (Tese, Inst.de Geociências, Univ.de São Paulo).

- TERRADAS, J. (1971) - *Ecology, hoy* - Barcelona, Edit. Teide, S.A.
- TINOCO, I.M. (1955) - *Foraminíferos recientes de Cabo Frio, Estado do Rio de Janeiro* - Bol. Depart. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Min., 159:1-42, 4 est.
- TINOCO, I.M. (1958) - *Foraminíferos Quaternários de Olinda, Estado de Pernambuco* - Depart. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Min., Monogr. 14:1-61, 9 est.
- TIPSWORD, H.L.; SETZER, F.M. & SMITH, Jr., F.L. (1966) - *Interpretation of depositional environment in Gulf Coast Petroleum Exploration from paleoecology and related stratigraphy* - Transactions - Gulf Coast Assoc. of Geol. Societies 16: 119-130.
- TODD, R. & BRÖNNIMANN, P. (1957) - *Recent Foraminifera and Thecamoebina the eastern Gulf of Paria* - Cushman Found. Foramin. Res., Sp. Publ. 3:1-43, 12 pls., 1 tab.
- TRAMER, E.J. (1969) - *Bird species diversity; components of Shannon's formula* - Ecology 50:927-929.
- WALTON, W.R. (1964) - *Recent Foraminiferal Ecology and Paleocology*. In: INBRIE and NEWELL eds. - *Approaches to Paleogeology* - John Wiley and Sons, Inc. New York, p.151-237.