

## O Gênero *Ammonia* e as Correlações dos Sedimentos da Parte Superior do Cenozóico da Faixa Litorânea Brasileira

SETEMBRINO PETRI

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP

(Com 2 estampas e 5 figuras no texto)

### INTRODUÇÃO

Muito pouco se conhece, no Brasil, sobre os eventos da última metade de cenozóico, principalmente pela falta de bons elementos de correlação. Este trabalho pretende ser o primeiro de uma série visando estabelecer, por análise estatística, de fáunulas fósseis e viventes, alguns elementos que propiciem correlações de sedimentos neoceno-zóicos marinhos de ambientes costeiros.

O grande incentivo às explorações da plataforma continental pela *Petrobrás* não podem ser utilizadas pois por questões técnicas é inviável a recuperação de testemunhos mas apenas de amostras de calha. A grande contaminação das amostras de calha tornam inviável tais estudos.

No Brasil há sedimentos marinhos, relativamente abundantes, de idade miocênica, onde é possível estabelecer correlações por meio de fósseis índices. CLOSS (1967) correlacionou o mioceno da bacia de Pelotas, Rio Grande do Sul, com o limite das zonas *Globigerinatella insueta* e *Globorotalia fohsi bairanensis* da região das Caraibas, a qual corresponde a parte mais inferior do mioceno (BOLLI, 1957). Para essa correlação CLOSS deu grande peso à linhagem evolucionária *Globigerinoides bisphericus*-*Orbiculina suturalis*. Esta espécie e outras planctônicas encontra-

das no Rio Grande do Sul também ocorrem no mioceno do Marajó (PETRI, 1954). Acreditamos que os depósitos de ambas as bacias podem ser correlacionados. As formas planctônicas do mioceno da Formação Pirabas (PETRI, 1957), do Recôncavo baiano (PETRI, 1970) e da sondagem de Caravelas, Bahia (Cst-1-Ba) são raras, dificultando correlações mais precisas. O mioceno do Recôncavo possui o fóssil índice *Cycloloculina miocenica* Cushman et Ponton, que na sondagem de Caravelas se encontra associado a *Miogypsina*, gênero que se distribui do neo-oligoceno ao eo-mioceno (LOEBLICH e TAPPAN, 1964, p. C 650). Fica, assim, demonstrada uma idade miocênica bem inferior para esses sedimentos, o que permite correlação também com os sedimentos da bacia de Pelotas e do Marajó. Segundo os técnicos da *Petrobrás* (comunicação verbal), *Miogypsina* também ocorre em depósitos miocênicos da bacia de Barreirinhas.

Não existe nada publicado sobre as correlações dos sedimentos marinhos mais recentes, do que o mencionado acima. Os foraminíferos planctônicos, de valor comprovado para as correlações de sedimentos neoceno-zóicos, não podem ser utilizados para a maioria dos sedimentos costeiros em vista de sua raridade. Estamos tentando, por isso, estabelecer bases para se tentar correlações de foraminíferos bentônicos. Como o tempo envolvido é muito

curto, essas correlações não devem ser tentadas em base de fósseis índices e sim em base de variações intraespecíficas. Seleccionamos, como ponto de partida, as formas do gênero *Ammonia*, extremamente abundantes em certos sedimentos costeiros. Somente algumas características foram examinadas; poderemos acrescentar outras no futuro.

Abaixo fornecemos a relação das amostras de onde foram obtidas as populações de *Ammonia* estudadas (fig. 1).

LOCALIDADE	IDADE	N.º de EXEMPLARES
1) Formação Pirabas, Pará	Mioceno Inferior	74
2) Aratu, Reconcavo, Bahia mangue afastado de rio	Recente	47
3) Idem, mangue, canal de rio	Recente	140
4) Praia de Inema, Aratu, Bahia areia retirada de uma escavação de cerca de 30 cm	Recente	200
5) Idem, parte submersa pela água mesmo na maré baixa	Recente	250
6) Idem, limite da maré baixa	Recente	120
7) Idem, parte superior do es- tirâncio	Recente	120
8) Sondagem Caravelas (Cst- -1-Ba) Test. 1, 30-36 m. profundidade	Quaternário	400
9) Idem, test. 2, 71-77m	Quaternário?	400
10) Idem, test. 3, 101-106m	Plioceno?	400
11) Idem, test. 6, 200-206m	Plioceno?	400
12) Idem, test. 9, 320-326m	Plioceno?	400
13) Idem, test. 12, 431-437m	Mioceno Inferior	400
14) Idem, test. 13, 468-474m	Mioceno Inferior	535
15) Idem, test. 14, 474-480m	Mioceno Inferior	500
16) Idem, test. 17, 551-557m	Mioceno Inferior?	400
17) Sondagem Conceição da Barra (CBst-1-ES), test. 5, 240-245m (1)	Quaternário?	80
18) Idem (amostra 2)	Quaternário?	200
19) Bertioga, S.P., mangue	Recente	83
20) Sondagem de Iguape, S.P. test. 1, 21m profundidade	Quaternário	81
21) Idem, test. 6, 33m	Quaternário	103
22) Baía de Trapandé, S.P.	Recente	91
23) Cubatão (em frente Ilha Cananéia, S.P.) mangue (amostra 1)	Recente	68
24) Idem (amostra 2)	Recente	94

O número total de exemplares de *Ammonia* estudado, foi de 5.986. A baía de Trapandé liga o Mar de Cananéia com o oceano, recebendo influência do Valo Grande que

passa pela cidade de Iguape, SP, e que drena parte do rio Ribeira. A amostragem foi próxima ao oceano, onde a influência da água doce era menos acentuada. As amostras de mangue do mar de Cubatão, que separa a

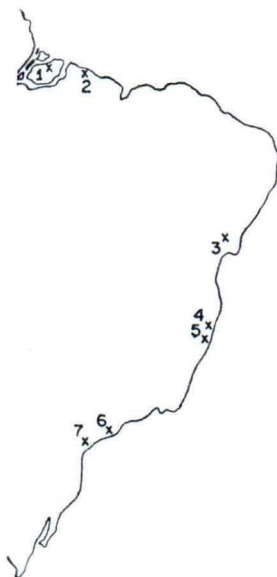


Fig. 1 — Localização dos pontos de amostragem dos sedimentos contendo *Ammonia*: 1 — Mioceno do Marajó — Formação Pirabas; 3 — Praia de Inema e mangue de Aratu, BA; 4 — Sondagem de Caravelas, BA; 5 — Sondagem de Conceição da Barra, ES; 6 — Mangue de Bertioga, SP; 7 — Sondagem de Iguape, mangue de Cubatão (Cananéia) e Baía de Trapandé, SP.

Ilha de Cananéia do continente, foram retiradas da parte do continente, das proximidades da balsa que atravessa o Mar de Cubatão. A amostra 1 foi coletada em julho de 1969 e a amostra 2 foi coletada em Março de 1970.

### O Gênero *Ammonia*

Os exemplares aqui tratados constituem um grupo natural de formas tendo como tipo



a espécie *A. beccarii* descrita originalmente como *Nautilus beccarii* por Linnaeus em 1767. Posteriormente ela foi referida sob diversas denominações genéricas predominando as denominações de *Rotalia* e *Streblus*. FRIZZELL e KEEN (1949) discutiram os diversos nomes genéricos propostos e que deveriam substituir a *Rotalia* uma vez que essa espécie possui características bem diferentes de *Rotalia trochidiformis* Lamarck, genótipo de *Rotalia*. A denominação mais antiga, *Ammonia* Brönnich, 1772, foi atribuída a *Nautilus beccarii* e *Nautilus spirula*, a primeira um foraminífero e a segunda um cefalópodo. Segundo FRIZZELL e KEEN o termo *Ammonia* estava na época sendo considerado pela Comissão Internacional sobre Nomenclatura Zoológica e poderia, eventualmente, ser validado. Posteriormente esta comissão considerou o nome como aprovado ou disponível para a nomenclatura zoológica; CIFELLI (1962, p. 119) considerou o nome como o mais apropriado por ser o mais antigo e em virtude de sua designação como genótipo de *Nautilus beccarii* por FRIZZELL e KEEN (1949, p. 106).

#### AS FORMAS VIVENTES

A espécie *Ammonia beccarii* tem sido amplamente referida na literatura, seu registro ocorrendo desde a Austrália e extremo sul da América do Sul até a Islândia. Distribuir-se-ia, segundo CIFELLI (1962, p. 119) do cretáceo até hoje, embora LOEBLICH e TAPPAN (1964, p. C 607) considerem a distribuição geológica somente do mioceno até hoje. BRADY (1884, p. 705), admite que a espécie viva, atualmente, desde de 65° N até 35° S de latitude. Tal distribuição no tempo e no espaço seria surpreendente para um foraminífero bentônico (CIFELLI, 1962, p. 119). Segundo este autor, as figuras reproduzidas na literatura variam consideravelmente não estando claras as relações de todas essas formas à espécie. Já ELTON alertava, em 1927, (in WHITTINGTON, 1964, p. 19) sobre o perigo de tornar todo um trabalho paleontológico ou paleoecológico sem valor se as determinações sistemáticas não fo-

rem cuidadosas, incluindo-se diversas espécies em uma, ou usando denominações sistemáticas errôneas. Ainda no dizer de WHITTINGTON, a taxonomia não pode ser evitada simplesmente porque é demasiadamente difícil ou ignorada como "demodée". Deve-se utilizar de técnicas antigas e novas, incluindo tratamento estatístico de populações para se aprimorar a sistemática de modo que ela possa ser útil. Referindo todos nossos exemplares a *Ammonia beccarii* estamos impossibilitados de utilizar esse importante gênero para fins estratigráficos ou paleoecológicos.

A grande gama de variações exibida pelas testas de *Ammonia* dificulta o problema de maior refinamento sistemático. Acresce que essas variações são, com frequência, respostas a determinadas condições do ambiente onde elas viviam. O problema deve ser resolvido por estudos integrados das variações pelo método da taxonomia numérica aplicando-se símbolos para cada uma das características consideradas importantes, de modo que cada indivíduo pudesse ser expresso por um conjunto de símbolos. A totalidade de indivíduos de uma população poderia, então, ser comparada com a totalidade de indivíduos de outra população utilizando-se de computador para ressaltar diferenças ou similaridades (SOKAL, 1966).

BOLTOVSKOY (1959, p. 96; 1964), reconheceu diversas províncias faunísticas da região costeira da América do Sul. Na subprovíncia patagônica da província sul-americana do Atlântico, que vai do Rio da Plata até o extremo sul da América do Sul, encontra-se uma forma de *Ammonia* considerada como *beccarii* típica por BOLTOVSKOY. Do Rio da Plata para o norte a forma dominante seria, na nomenclatura de BOLTOVSKOY, *Rotalia beccarii parkinsoniana*. A espécie descrita por d'ORBIGNY como *Rosalina parkinsoniana* proviria de "toutes les côtes Européennes et Cuba". O próprio d'ORBIGNY registra a espécie com dúvida em Cuba pois somente um exemplar foi encontrado em areias provenientes daquele país das Antilhas, enquanto



foi encontrado em grande quantidade nas costas européias do Oceano Atlântico. d'ORBIGNY admitiu a possibilidade de contaminação. Este autor descreveu, como procedente de Cuba e Martinica, a espécie *Rosalina catesbyana*. Ambas as espécies foram colocadas em sinonímia com *Rotalia beccarii* por BRADY (1884). BERMUDEZ considerou ambas as espécies válidas. Este autor examinou grande número de amostras de areia de muitos lugares das Antilhas e, segundo sua interpretação, nunca encontrou um só exemplar de *A. parkinsoniana*.

Sem dúvida há muita confusão a respeito das características das testas de *Ammonia* que possam ter valor específico. As diferenças ressaltadas por BERMUDEZ (1952, p. 72-73) para diferenciar as espécies *beccarii*, *parkinsoniana* e *catesbyana* não podem ser aplicadas: *beccarii* teria rolha umbilical e suturas ventrais das câmaras simples, *catesbyana* não teria rolha umbilical e *parkinsoniana* seria deprimida, com uma ou várias rolhas umbilicais e com incisões nas suturas ventrais das câmaras. Nas nossas associações encontramos formas com as características que corresponderiam às espécies *catesbyana* (sem rolha umbilical), e *parkinsoniana* (com rolha umbilical). As incisões nas suturas ventrais são encontradas, apesar de não muito desenvolvidas, também em *A. beccarii* típica. As variações dos ornamentos umbilicais dependem do ambiente habitado pelo animal; são mais desenvolvidos nas formas marinhas do que nas que habitam águas de salinidade mais reduzida (TODD e BRONNIMANN, 1957, p. 37-38; CLOSS, 1962, p. 53-54).

Estudos comparativos entre as formas européias e americanas talvez ressaltem diferenças não perceptíveis em exames ligeiros. As características das populações "in totum" deveriam ser tomadas em consideração. Pode haver semelhanças entre indivíduos de duas populações mas uma característica pode ser dominante em uma população e subordinada na outra. Por exemplo, o exemplar representado por CUSHMAN (1931 a, est. 12, fig. 3), proveniente da praia de Rimini, Itália, foi interpretado por BERMUDEZ (1952, p. 73) como

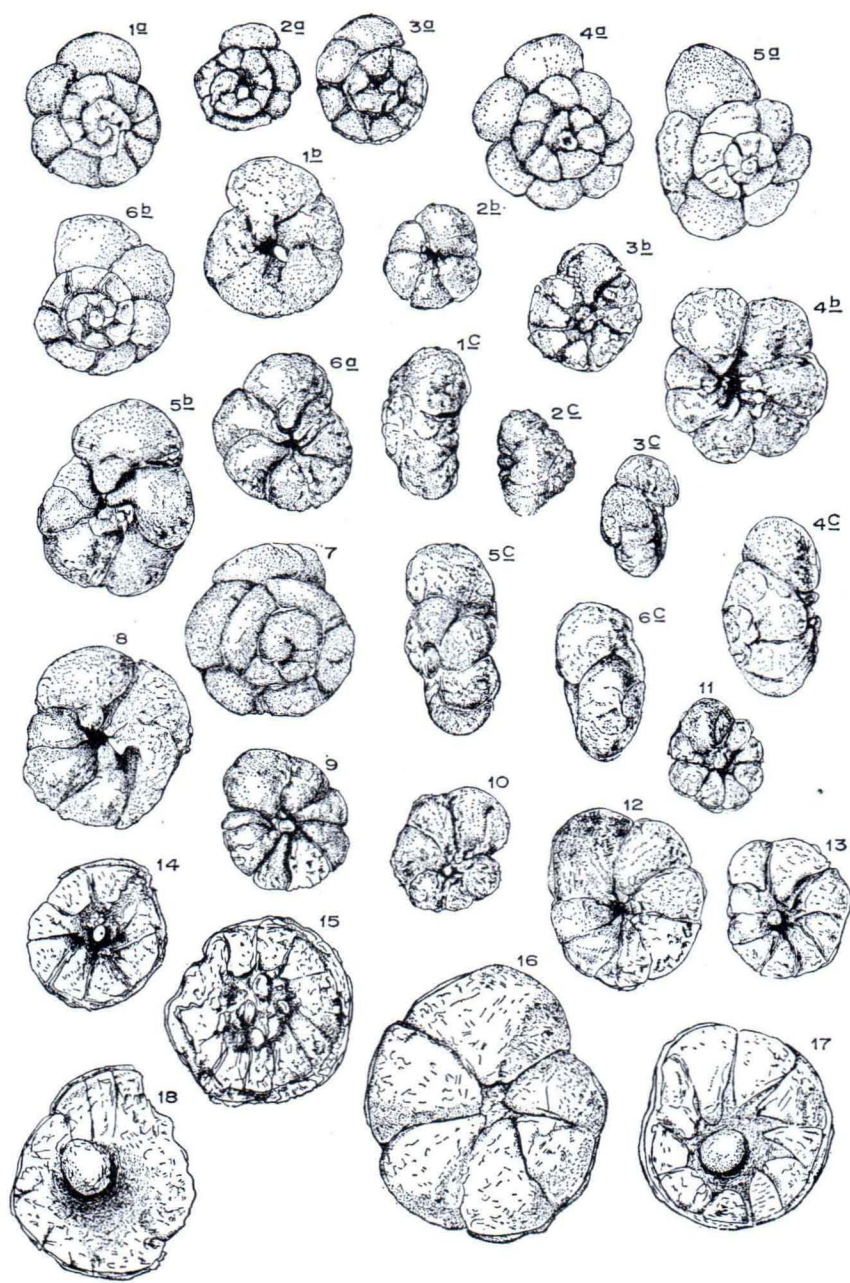
pertencente a *A. catesbyana*; é mais razoável admitirmos que represente variedade de *A. beccarii* típica ou, como parece ser, a forma jovem de *beccarii* típica.

De acordo com a descrição de d'ORBIGNY de *Rosalina parkinsoniana*, o lado umbilical seria liso até a metade de seu diâmetro e a parte restante seria rugosa e ligeiramente estriada sobre a borda das suturas. Esta poderia ser, eventualmente, a principal diferença entre as duas espécies. A falta ou ausência de rolha umbilical e que de acordo com d'ORBIGNY diferenciaria as duas espécies, é característica que não pode ser aplicada pois, como vimos, é dependente das condições ambientes. Contudo dever-se-iam analisar as características da rolha umbilical para ver se são realmente idênticas nas duas espécies, e a sua frequência. Tanto quanto pude observar, a rolha umbilical, apesar de ser encontrada em algumas das testas de animais recentes das costas brasileiras, estas são suplantadas em número, pelas testas sem rolha (vide, p. ex., BOLTOVSKOY, 1957, p. 58; CLOSS e BARBERENA, 1960, p. 19). Poderia ser o caso da rolha umbilical ser comum em *parkinsoniana* e rara em *catesbyana*.

A maioria dos autores que tratou dos foraminíferos recentes da costa brasileira tem denominado os exemplares de *Ammonia* como *Rotalia beccarii* var. *parkinsoniana* (CUSHMAN, 1931 b, p. 20), como *Rotalia beccarii* ex. gr. *parkinsoniana* (BOLTOVSKOY, 1959, p. 93; CLOSS, 1962, p. 53; CLOSS e BARBERENA, 1962, p. 41; CLOSS e MEDEIROS, 1965, p. 23; MACEDO, 1965, p. 3; MADEIRA, 1969, p. 19) ou, ainda, simplesmente como *Rotalia beccarii parkinsoniana* (BOLTOVSKOY, 1955, p. 41; 1957, p. 58; CLOSS e BARBERENA, 1960, p. 19; CLOSS e MADEIRA, 1968, p. 231). RODRIGUES (1968, p. 561) denominou-os como *Ammonia beccarii* var. *parkinsoniana*.

Realmente, as formas brasileiras são bem delimitadas geograficamente, sendo substituídas, ao sul, por outro tipo de *Ammonia* (BOLTOVSKOY, 1955, p. 41; 1959 a, p. 93; 1959 b, p. 33). Constituem, na realidade, entidade taxonômica distinta, espécie ou subespécie mas





## ESTAMPA 1

(Todos os exemplares aumentados de 100 vezes).

Figs. 1a, b, c – Mangue de Aratu, Ba – Canal do rio; Figs. 2a, b, c – Idem longe do rio; Figs. 3a, b, c – Idem, canal do rio; Figs. 4a, b, c – Praia de Inema – Parte mais baixa, submersa; Figs. 5a, b, c – Idem – Parte superior do estrâncio; Figs. 6a, b, c – Mangue de Bertioiga, SP; Figs. 7, 8 e 9 – Mangue de Cananéia, SP; Fig. 10 – Sondagem de Iguape, SP – Test. 1, 21 m de profundidade; Fig. 11 – Idem, Test. 4, 27 m de profundidade; Fig. 12 – Sondagem de Caravelas (Cst.-1-Ba), Test. 1, 30 a 36 m de profundidade – Forma que predomina; Fig. 13 – Idem – Forma rara; Fig. 14 – Idem, Test. 2, 71-77 m de profundidade – Já com aspecto de formas miocênicas; Fig. 15 – Idem, Test. 2; Fig. 16 – Idem, Test. 3, 101-106 m de profundidade; Fig. 17 – Idem, Test. 6, 200 a 206 m de profundidade; Fig. 18 – Idem, Test. 13, 468 a 474 m de profundidade; exemplar fragmentado mostrando que a rollha persiste como tal durante várias voltas.



nunca variedade. Quanto ao nome *parkinsoniana* consideramos menos adequado que *catesbyana* pelas razões apontadas acima. O único autor que tratou das formas recentes brasileiras, e que tem usado a denominação *catesbyana*, foi TINOCO (1958 a, p. 48; 1958 b, p. 582).

As formas de *Ammonia* são mais variáveis, sendo difícil separar *catesbyana* de outras, na região das Antilhas. Citamos, como exemplo, o trabalho de TODD e BRONNIMANN (1957, est. 10) sobre os foraminíferos do Golfo de Pátria, Trinidad.

CUSHMAN (1926, p. 79) propôs como *Rotalia beccarii* var. *tepida* uma forma caracterizada pela testa quase igualmente biconvexa, com as câmaras se separando em direção ao umbílico formando espaços abertos, angulares, número de câmaras relativamente pequenos, 6 a 7, terminando em ponta em direção ao umbílico. O exemplar figurado por CUSHMAN (1931 a, est. 13, fig. 3 a-c) é moderadamente lobulado na periferia. BRADSHAW (1957, p. 1139, textfigure 1) figurou como *Streblus beccarii* var. *tepida*, um exemplar fortemente lobulado e acentuadamente convexo pelo lado dorsal. Formas deste tipo também ocorrem como viventes nos mangues das costas brasileiras.

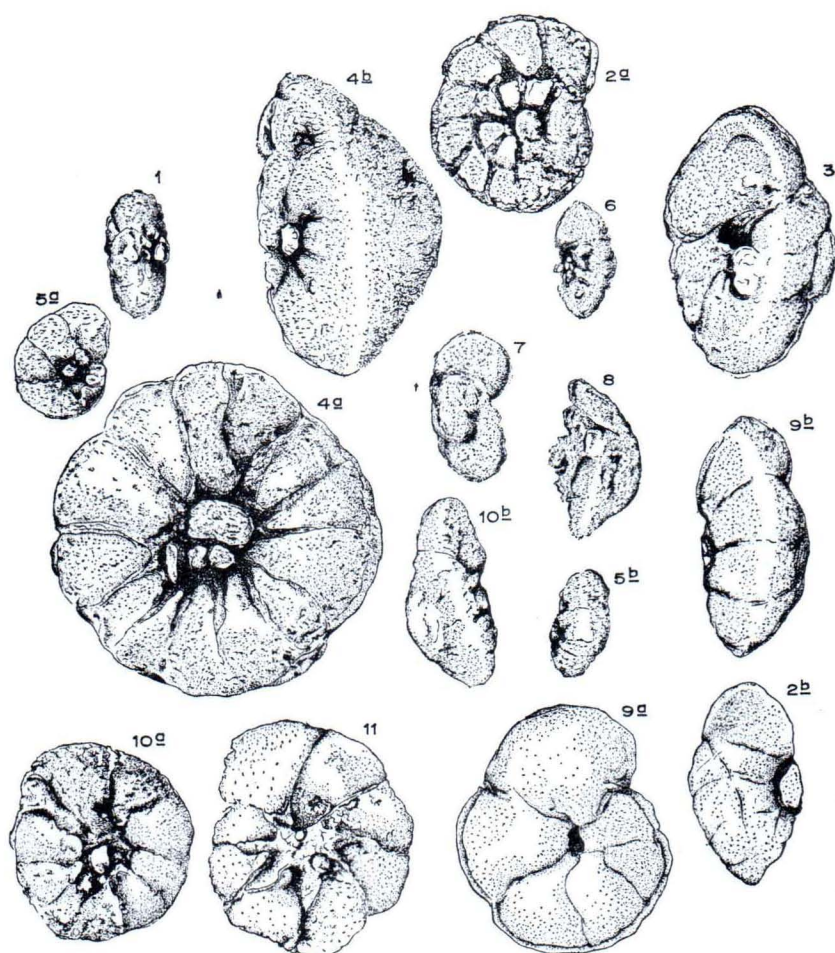
PARKER *et al.* (1953, p. 13) descreveram as variedades que ocorrem na baía de San Antonio, Texas, referindo-as a *Rotalia beccarii* e denominando-as variantes A, B e C. A variante A, segundo aqueles autores, seria a forma costumeiramente referida à *parkinsoniana*. Segundo os mesmos autores, é similar aos exemplares de Rimini mas *menores e menos ornamentados*. A variante B corresponderia à variedade *tepida* de CUSHMAN. A variante C é similar a B mas mais deprimida, com 7 a 8 câmaras na última volta e menos lobulada. Posteriormente estas variedades têm sido referidas, ora simplesmente, como variantes (PARKER, 1954, p. 531), ora especificando-as de acordo com as letras (PHLEGER, 1956, p. 118).

Poderíamos descrever muitas variedades entre os exemplares viventes da costa brasileira, semelhantes às citadas acima e mais outras. Acreditamos que elas possam ser mais adequadamente estudadas atribuindo letras às diversas características, transformando cada variante em um código de letras. Todas as formas viventes na costa brasileira deveriam ser referidas a uma espécie muito próxima a *A. beccarii*, cuja denominação *A. catesbiana* (d'Orbigny) julgamos a mais adequada. Os representantes mais antigos da espécie talvez não excedam o pleistoceno em idade.

#### AS FORMAS FÓSSEIS

As formas fósseis brasileiras descritas dos sedimentos miocênicos (PETRI, 1954, p. 106-108; 1957, p. 65-66) são de dois tipos: um semelhante a *A. catesbyana*, faltando uma rolha umbilical e com traçado um tanto lobulado, característico de ambientes mais costeiros (PETRI, 1957, est. 7, figs. 5 e 6) e uma forma com periferia menos lobulada e frequentemente espessada como uma carena, espessamento este formado por material conchífero não perfurado, vista periferal planoconvexa a biconvexa com convexidade maior do lado espiral e com uma rolha umbilical grande e saliente, comumente inteira mas raramente subdividida em algumas poucas rolhas. A área umbilical em torno da rolha, em lugar de ser deprimida como em *A. catesbyana*, é saliente e rugosa (vide est. 2).

Tanto as formas com rolhas como as sem rolha possuem o lado espiral se espessando gradativamente e de maneira homogênea, da periferia para o meio da área umbilical, (vide est. 2, figs. 2b, 4b, 3, 5b e 8), formas fósseis com as características descritas; pode-se comparar estas formas com as estampadas nas figuras 1, 6 e 7, representando as formas atuais ou pleistocênicas). A comparação entre as figuras 5b e 6 da estampa 2, a primeira representando a forma fóssil mais antiga, a segunda do grupo das viventes ou pleistocêni-



## ESTAMPA 2

(Todos os exemplares aumentados de 100 vezes).

Fig. 1 — Vista de perfil do exemplar representado na estampa 1, figura 13 — sondagem de Caravelas (Cst. 1-Ba), test. 1; Figs. 2a, b — Exemplar da estampa 1, figura 17 — vistas dorsal e de perfil, Idem, test. 6; Fig. 3 — Vista de perfil do exemplar representado na estampa 1, figura 16 — Idem, test. 3; Figs. 4a, b, — Vistas ventral e de perfil — Idem, test. 13; Figs. 5a, b, — Exemplar pequeno, mostrando ainda as características de forma adulta do mioceno (mostrando que essas características não estão associadas tamanho) Idem, test. 13; Fig. 6 — Vista de perfil do exemplar representado na estampa 1, figura 11 — Sondagem de Iguape, test. 5; Fig. 7 — Vista de perfil do exemplar representado na estampa 1, figura 9 — Mangue de Cananéia, SP; — Fig. 8 — Vista de perfil do exemplar representado na estampa 1, figura 14 — Sondagem de Caravelas (Cst. 1-Ba), test. 2; Figs. 9a, b — Forma lobulada, sem rolla — Sondagem Cst. 1-Ba-test. 17, 551-557 m de profundidade; Figs. 10a, b e 11 — Sondagem de Conceição da Barra, Espírito Santo, (CBst. 1-ES), test. 5, 240-245 m de profundidade.



cas, serve para ilustrar como essas características distintivas persistem, mesmo em estádios imaturos. Ambas possuem rolha umbilical e são aproximadamente do mesmo tamanho; o exemplar da figura 5b é uma forma jovem do mioceno, o exemplar da figura 6, uma forma presumivelmente adulta da sondagem de Iguape, test. 4, 27 m de profundidade. Pode-se observar o caráter mais uniformemente convexo e a rolha grande, saliente do lado umbilical do exemplar miocênico, o lado umbilical mais irregular e a rolha pequena situada em zona deprimida do exemplar da sondagem de Iguape, de idade quaternária.

As formas mais antigas merecem ser diferenciadas, taxonômicamente, das formas viventes e pleistocênicas. A essas formas mais antigas denominamos de *A. mendesi* (Petri), denominação proposta por PETRI (1957, p. 65) para os exemplares miocênicos da Formação Pirabas da costa paraense. As formas designadas por *A. catesbyana tepida*, também da formação Pirabas, talvez sejam coespecíficas, representando variedade de *A. mendesi* desenvolvida em condições ecológicas mais costeiras.

Além das diferenças morfológicas apontadas, *A. mendesi* se distingue das formas viventes e pleistocênicas pelo maior tamanho.

Nossos estudos das formas da sondagem de Caravelas demonstraram que *A. mendesi* do mioceno até o fim do terciário, dando lugar, no pleistoceno, a *A. catesbyana*. É possível que a forma da costa atlântica meridional da América do Sul, classificada por BOLTOSKOY como *beccarii* típica ainda pertença a *A. mendesi*; significaria, neste caso, que a espécie migrou ou persistiu por mais tempo no sul do que nas costas brasileiras. Pelas figuras de BOLTOSKOY (1954, est. XXVIII, figs. 2 a-c), a testa é plano-convexa, periferia angulosa ligeiramente carenada e lado umbilical homogeneamente convexo e ausência de invaginações numerosas perpendiculares às suturas no lado umbilical, características que as separam de *A. beccarii* e as aproximam de *A. mendesi*.

É possível que no futuro possa se demonstrar que os indivíduos por nós considerados como *A. mendesi* pertençam a alguma espécie fóssil ou vivente da província caráibica. Eles têm certas semelhanças, por exemplo, com a forma descrita por SHUPACK (1934) como *Rotalia beccarii* var. *sobrino* da costa atlântica da América do Norte.

Característica bem típica do gênero *Ammonia*, não suficientemente ressaltada por outros autores, é a projeção das câmaras sobre o umbílico bem evidente em nossos exemplares recentes e quaternários e, menos nítida, mas ainda presente, em *A. mendesi*. As figuras fornecidas por BRADSHAW (1957, p. 1139, textfig. 1), TODD e BRONNIMANN (1957, est. 10), POAG (1966, est. 5, figs. 34-35, est. 6, figs. 1-3) e por muitos outros autores, mostram que essas projeções constituem uma das características do gênero.

#### FREQUÊNCIA ATUAL DO GÊNERO NAS COSTAS BRASILEIRAS

BOLTOSKOY (1959, p. 93) encontrou sempre poucos espécimes de *Ammonia* no litoral sul do Brasil a não ser na Baía de Flamengo, SP. Parece que nas praias do Rio Grande do Sul e Santa Catarina o gênero é frequente (CLOSS e BARBERENA, 1960, p. 19; 1962, p. 41; MADEIRA, 1969, p. 19). CARVALHO e CHERMONT (1952) relacionaram os foraminíferos mais comuns da costa paulista, não citando esse gênero. Nas praias de Barra de Itabapoana, Rio de Janeiro e Olinda, Pernambuco, ele foi citado como raro (RODRIGUES, 1968, p. 561; TINOCO, 1958 a, p. 48).

O gênero é frequente em águas de salinidade inferior à normal para o mar (CLOSS, 1962, p. 54; CLOSS e MADEIRA, 1962, p. 21). Realmente, sendo organismos que resistem razoavelmente a variações de salinidade, podem ser encontrados tanto em água de baixa como de alta salinidade. TINOCO (1968 b, p. 578) notou que *Ammonia catesbyana tepida* é frequente na Lagoa de Araruama, Rio de Janeiro, onde a salinidade é elevada. Como os ambientes de baixa ou alta salinidade são



impróprios para a maioria dos foraminíferos, as *Ammonia* proliferam pela falta de concorrência. Nos locais que tivemos oportunidade de estudar, verificamos que a frequência de *Ammonia* é sempre elevada em locais de salinidade anormal em relação ao mar, como em mangues, desde que a afluência de rios não reduza a salinidade a valores excessivamente baixos quando, então, *Ammonia* cede lugar para os foraminíferos arenosos e estes, com a dulcificação progressiva da água dão lugar, por sua vez, às tecamebas. Nos Mares de Iguape e Cananéia, SP, as *Ammonias* são muito raras, sendo comuns os foraminíferos arenosos até próximo ao Vale Grande, que deságua no Mar de Iguape parte das águas do rio Ribeira. Aí são as tecamebas que predominam. As *ammonia* só são comuns na baía de Trapandé, extremo sudoeste do mar de Cananéia, onde a influência marinha é maior. Temos examinado grande número de amostras de praia, onde as *Ammonia* são raras. Nas praias de Inema, Aratu, Bahia, elas são comuns. Não é clara a razão porque elas são comuns em certas praias e raras em outras.

O TAMANHO DAS TESTAS

Os exemplares da área tipo de *Ammonia beccarii*, Rimini, Itália, atingem grande desenvolvimento. CIFELLI (1962, p. 120) cita 1,69 mm como o diâmetro máximo e o intervalo de tamanho observado foi de 0,62 mm a 1,69 mm. Também em outras localidades europeias o desenvolvimento das testas é grande. ROCHA e FERREIRA (1955, p. 59), por exemplo, citam exemplares comuns de *Amonia beccarii*, provenientes das argilas neocenozóicas de Cabo Ruivo, Portugal, com diâmetros de 0,80 mm. Tal tamanho nunca é atingido pelas formas americanas. CUSHMAN (1931 a, p. 60) já tinha anotado que as formas das costas de Flórida até a Nova Inglaterra são sempre menores. Esta característica, aliada a outras, mostra que as formas americanas devem ser consideradas pelo menos como subespécie (ou subespécies) distinta. A forma das costas da Argentina atinge dimensões que não exce-

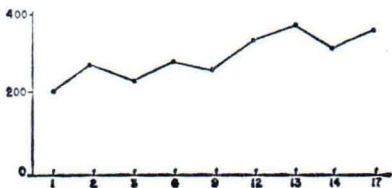


Fig. 2 — Média dos diâmetros das testas das populações fósseis de *Ammonia* dos testemunhos da sondagem de Caravelas, BA. Nas ordenadas estão colocados os valores da média dos diâmetros, em micra. Nas abcissas, o número dos testemunhos, que aumenta com a profundidade. Pode-se observar o aumento da média dos diâmetros com o aumento da idade geológica.

dem 0,64 mm. Na região das Caraibas o intervalo de tamanho se situa, segundo CUSHMAN, entre 0,21 a 0,31 mm. Em algumas baías texanas PHLEGER e LANKFORD (1957, p. 103) indicaram intervalos de tamanho de 0,10 a 0,50 milímetros. BRADSHAW (1961) reproduziu em cultura a variedade *tepida* proveniente de planícies de maré do Golfo da Califórnia e das costas do Oregon. Obteve variações do intervalo de tamanho das testas, variando, artificialmente, a temperatura do meio, salinidade e suprimento de alimento. Em nenhuma circunstância, contudo, o tamanho das testas excedeu 0,47 mm, mostrando que o tamanho das testas está ligado à constituição genética do animal.

Vejamos, agora, os valores dos diâmetros das testas fornecidos pelos diversos autores que trataram das associações viventes da costa brasileira.

	TAMANHO	PROCEDÊNCIA
BOLTOVSKOY (1959, est. XIV, fig. 1)	0,35mm	Costa sul do Brasil
Idem (1961, est. IX, fig. 1)	0,35mm	Entre Cabo S. Tomé e Rio da Plata
CLOSS (1962, p. 53)	0,22-0,37mm	Lagoa Patos, RS
CLOSS e BARBERENA (1960, p. 19)	0,41mm	Práia Cassino-extremo Sul do RS.
Idem (1962, p. 41)	0,36mm	Arróio Chui, RS e Araranjá, SC
CLOSS e MADEIRA (1962, p. 21)	0,15-0,31mm	Chui, RS
CLOSS e MEDEIROS (1965, p. 24)	0,24-0,42mm	Lagoa Patos, RS
MACHADO (1965, p. 31)	0,28-0,33 m	Maré, RJ
MADEIRA (1969, p. 19)	0,19-0,37mm	S. Francisco, SC
RODRIGUES (1968, p. 561)	0,30mm	Itabapoana, RJ
TINOCO (1958b, p. 582)	0,38mm	Lagoa Araruama, RJ
Idem (1958a, p. 48)	0,28-0,35mm	Olinda, PE



Abaixo relacionamos o diâmetro máximo e a média dos diâmetros das populações coletadas por nós em diversas localidades da costa brasileira; *d* significa testa dextrógira e *e*, sinistrógira.

LOCALIDADE	DIAM. MÁX.	DIAM. MÉD.
Mangue de Cubatão, SP (amostra 1)	0,23mm	0,18mm (d) e 0,17 (s)
Idem (amostra 2)	0,23mm	0,14mm (d) e 0,14 (s)
Mangue de Bertioga, SP	0,22	0,15 (d) e 0,16 (s)
Mangue de Aratu, BA (longe rio)	0,20	0,15 (d) e 0,15 (s)
Idem (canal de rio)	0,20	0,13 (d) e 0,13 (s)
Bahia de Trapandé, SP	0,25	0,17 (d) e 0,14 (s)
Praia Inema, BA (escavação)	0,26	0,17 (d) e 0,17 (s)
Idem, parte superior estirâncio	0,28	0,17 (d) e 0,17 (s)
Idem, junto a maré baixa	0,28	0,17 (d) e 0,17 (s)
Idem, parte sempre submersa	0,24	0,15 (d) e 0,15 (s)

Os dados acima nos permitem a dedução que, considerando-se o ambiente da população, há tendência de diminuição de tamanho do sul para o norte. Nas praias do Rio Grande do Sul o valor máximo pode chegar a 0,42 milímetros e no Rio da Plata, a 0,47 mm para *A. catesbyana*, e a 0,64 mm para a forma interpretada por BOLTOVSKOY como representando *beccarii* típica.

Os diâmetros das testas são menores para os mangues, mas dentro deste ambiente há também tendência a diminuição de diâmetro das testas de sul para norte.

Vejamos agora o que acontece com o diâmetro das testas de populações fósseis.

LOCALIDADE	IDADE	DIAM. MÁX.	DIAM. MÉD.
Sondagem de Caravelas			
Test. 1	Quaternário	0,32	0,21 (d), 0,19 (s)
Test. 2	Quaternário?	0,58	0,28 (d), 0,25 (s)
Test. 3	Plioceno?	0,76	0,24 (d), 0,22 (s)
Test. 6	Plioceno?	0,44	0,28 (d), 0,27 (s)
Test. 9	Plioceno?	0,48	0,26 (d), 0,26 (s)
Test. 12	Mioceno Inf.	0,52	0,33 (d), 0,32 (s)
Test. 13	Mioceno Inf.	0,58	0,36 (d), 0,36 (s)
Test. 14	Mioceno Inf.	0,50	0,31 (d), 0,31 (s)
Test. 17	Mioceno?	0,58	0,35 (d), 0,36 (s)

Pode-se observar a tendência para aumento do diâmetro, principalmente levando-se em consideração a média dos diâmetros. Acreditamos que o tamanho das testas de *Ammonia* fósseis do Brasil possa se constituir

em característica auxiliar para a avaliação de suas idades geológicas. Naturalmente deve-se estar sempre precavido para os eventuais casos de tanatocenoses ou de associações residuais selecionadas por transporte ou, ainda, para alterações e dissoluções seletivas posteriores aos processos de sedimentação.

Na sondagem de Cururu, perfurada pelo Conselho Nacional do Petróleo no Marajó (Cr-1-Pa), os diâmetros das testas miocênicas de *Ammonia* atingem 0,62 mm (PETRI, 1954, p. 106). Na Formação Pirabas, da costa paraense, ocorrem testas de *Ammonia* com diâmetros de 0,38 mm (PETRI, 1957, p. 66). Não temos elementos, no momento, para relacionarmos o intervalo total de tamanho das testas de *Ammonia* dessas duas áreas de ocorrência miocênicas e compararmos com as populações atualmente viventes na área.

Na sondagem de Iguape, perfurada pelo Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo, verificamos os seguintes diâmetros:

	DIAM. MÁX.	DIAM. MÉD.
Test. 1 21m de profundidade	0,27	0,19 (d), 0,19 (s)
Test. 6 33m	0,30	0,21 (d), 0,21 (s)

Verificamos que esses diâmetros devem corresponder a testas quaternárias, o que está de acordo com outras evidências. É interessante que os diâmetros medidos são maiores do que os que foram observados de testas viventes na região (o diâmetro máximo das testas da Baía de Trapandé foi de 0,25 mm). As testas da população mais antiga (test. 6) também possui valores maiores de diâmetro.

Na sondagem de Conceição da Barra, Espírito Santo, test. 5, 240 a 245 m de profundidade, o diâmetro máximo medido foi de 0,34 mm e a média dos diâmetros 0,24(d) e 0,23(s). Estas dimensões corresponderiam aos sedimentos quaternários ou talvez à parte mais superior do terciário, o que também está de acordo com outras evidências.



## A DIREÇÃO DO ENROLAMENTO

O estudo dos testemunhos dos sedimentos quaternários do Atlântico Norte permitiu verificar que a direção de enrolamento das testas de foraminíferos planctônicos era reflexo da temperatura da água onde essas formas se desenvolviam. Foi possível estabelecer uma estratigrafia do quaternário marinho da região, baseada nas flutuações climáticas do pleistoceno (ERICSON e WOLLIN, 1964). A abundância de foraminíferos planctônicos e seu modo de vida flutuante, em lugares afastados da costa, onde as condições ambientes são mais uniformes, elevaram o valor dessas formas como elemento de correlação. Infelizmente os foraminíferos planctônicos são, em geral, raros nas regiões costeiras porque são sensíveis à turvação da água e às variações de salinidade. Formas bentônicas que habitam as regiões costeiras, por outro lado, estão sujeitas a grande número de fatores dos ambientes que são extremamente variáveis nas regiões costeiras, tais como condições litológicas do fundo, salinidade, turvação da água, variações de temperatura, variações de condições de alimentação, etc. O reflexo destas variáveis na morfologia das testas torna muito complexa a tentativa de utilização das mesmas para fins estratigráficos.

LONGINELLI e TONGIORGI (1960) realizaram estudos de direção de enrolamento de populações de *Ammonia beccarii*, procedentes de sedimentos terciários, quaternários e recentes, marinhos e de água salobra, da Itália. Eles verificaram que nas associações atuais as porcentagens de dextrógiros aumentam com a diminuição da profundidade da água onde vivem. As frequências mais elevadas se observam nas correspondentes às condições lagunares. Eles admitem que o fator mais decisivo que influi na porcentagem é a temperatura; a porcentagem de dextrógiros aumentaria com a elevação da temperatura da água do meio ambiente. Seria possível, então, estabelecer correlações de seqüências sedimentares através da curva de porcentagem de dextrógiros. Deve-se levar em consideração, con-

tudo, como lembraram aqueles autores, que as fases de reprodução durante as estações do ano podem ser seletivas para uma das formas de enrolamento. Com a finalidade de verificar se havia variações de porcentagem de dextrógiros com a estação do ano, coletamos duas amostras do mangue de Cubatão, a primeira em julho de 1969 e a segunda em março de 1970. A primeira foi coletada junto à frente da maré em regressão, e a segunda quando tôda a planície de maré estava emersa, afastada da frente de maré. As porcentagens de dextrógiros variaram significativamente entre as duas coletas: amostras 1: 35%; amostras 2: 54%.

A primeira amostra foi coletada no inverno e a segunda no fim do verão. O tempo de formação de uma geração da variedade *tepida*, isto é, o tempo que medeia entre o nascimento do indivíduo e o nascimento da sua prole varia com as condições ambientes. Pode chegar a 88 dias, à temperatura de 20°C, até um mínimo de 33 dias, a temperatura de 30°C (BRADSHAW, 1961, p. 93). A taxa de crescimento das testas varia de 4 micra, por 10 dias, à temperatura de 15°C, até 84 micra, por 10 dias, à 30°C. Os três meses de verão que antecederam nossa segunda coleta de material seriam mais que suficientes, portanto, para produzir uma geração em condições ecológicas completamente diferentes da primeira. De acordo com BRADSHAW (1961, p. 87), os espécimes desenvolvidos a temperatura mais baixas (dentro do limite de tolerância da espécie) se desenvolvem mais do que os desenvolvidos a temperaturas mais altas. Comparando-se as duas curvas de sobrevivência das duas amostras\* (fig. 5, curvas Mc1 e Mc2), verifica-se que realmente a amostra coletada de julho de 1969 (Mc2) possui maior

\* A curva de sobrevivência corresponde a uma curva acumulativa invertida. Obtém-se considerando o número de indivíduos coletados como 100%. Eliminam-se, então, gradativamente, os indivíduos menores. Vão-se obtendo, assim, as porcentagens das formas que ultrapassaram determinado diâmetro, isto é, as formas que sobreviveram mais, atingindo, portanto maiores dimensões.



proporção de testas maiores, embora o intervalo de tamanho das testas seja o mesmo para as duas amostras. Os valores médios dos diâmetros das testas para a amostra coletada em julho de 1969, foram de 0,18 para os dextrógiros e 0,17 para os sinistrógiros. O valor médio para a amostra coletada em Março foi de 0,14, tanto para os dextrógiros como para os sinistrógiros. É necessário maior número de coletas, em diversas épocas do ano, para se verificar se esse resultado preliminar pode ser confirmado.

A diferença de porcentagem de dextrógiros, verificada por nós nas duas amostras do mesmo local, coletadas em épocas diferentes do ano, poderia invalidar qualquer tentativa de correlações de sedimentos antigos por esse método? Se a amostragem for de camadas que representem a deposição de muitos anos, as diferenças anuais poderão se compensar e obter-se-á a média dos valores. A velocidade de erosão e as erosões penecontemporâneas irão, nesse caso, influir muito nos resultados. De qualquer maneira, é um método que deve ser sempre testado. A amostra da Baía de Trapandé, também coletada no inverno, contém, do mesmo modo, população com baixa porcentagem de dextrógiros (18%).

As porcentagens de dextrógiros obtidos de testas de *Ammonia* de outros mangues foram as seguintes:

Mangue de Bertioga	40%
Mangue de Aratu, longe de rio	36%
Mangue de Aratu, canal de rio	36%

Para as amostras de praia, verificamos as seguintes porcentagens:

Praia de Inema, Aratu, BA	
Areia obtida por escavação	43%
Parte superior do estrâncio	38%
Junto a maré baixa	38%
Submersa na maré baixa	38%

Verifica-se, portanto, que quando o meio é semelhante e a coleta foi feita na mesma época, as porcentagens dos dextrógiros são semelhantes. A primeira amostra, retirada de

cêrca de 30 cm de profundidade, representa outra época de deposição de areia.

Reconhecemos que os locais examinados são ainda pouco numerosos para se tirarem conclusões definitivas a respeito. O tempo requerido para se coletar e medir grande número de testas, e o número restrito de locais em que *Ammonia* aparece em quantidade suficiente, são as principais dificuldades encontradas nesse tipo de estudo.

As porcentagens de dextrógiros de testas de *Ammonia*, obtidas de testemunhos de sondagem, são flutuantes. Na sondagem de Iguaçu, SP, elas flutuam entre 13% e 21%, no intervalo de 21 m e 33 m de profundidade (figura 4). Na sondagem de Caravelas ela flutua de 29% e 51,5%, mas há sempre tendência para aumento nos sedimentos mais antigos.

Amostras procedentes dos mesmos testemunhos foram coletadas por alunos do curso de Geologia de São Paulo, e as porcentagens das populações obtidas foram da mesma ordem de grandeza, mostrando que os resultados alcançados não o foram devido aos azares da coleta.

#### CURVAS DE SOBREVIVÊNCIA

Nas curvas representadas nas figuras 3 e 5, os traços cheios são reservados às populações dextróginas e os pontilhados, às sinistróginas. Tomou-se o cuidado de coletar sempre com a mesma intensidade as formas retidas nas diversas peneiras, para assim obter o quadro das curvas o mais próximo possível do real.

Pode-se observar, de imediato, que as curvas obtidas de amostras de mangue são muito semelhantes entre si, mesmo quando comparamos mangues bem afastados geograficamente, como o mangue do Cubatão (Mc1 e Mc2 da fig. 5) e o mangue de Aratu (Ma1 e Ma2 da mesma figura). Há grande queda na porcentagem de sobrevivência entre os diâmetros de 143 e 183 micra e a dispersão das testas (intervalo entre o menor e o maior diâmetro das testas da população) é relativamen-



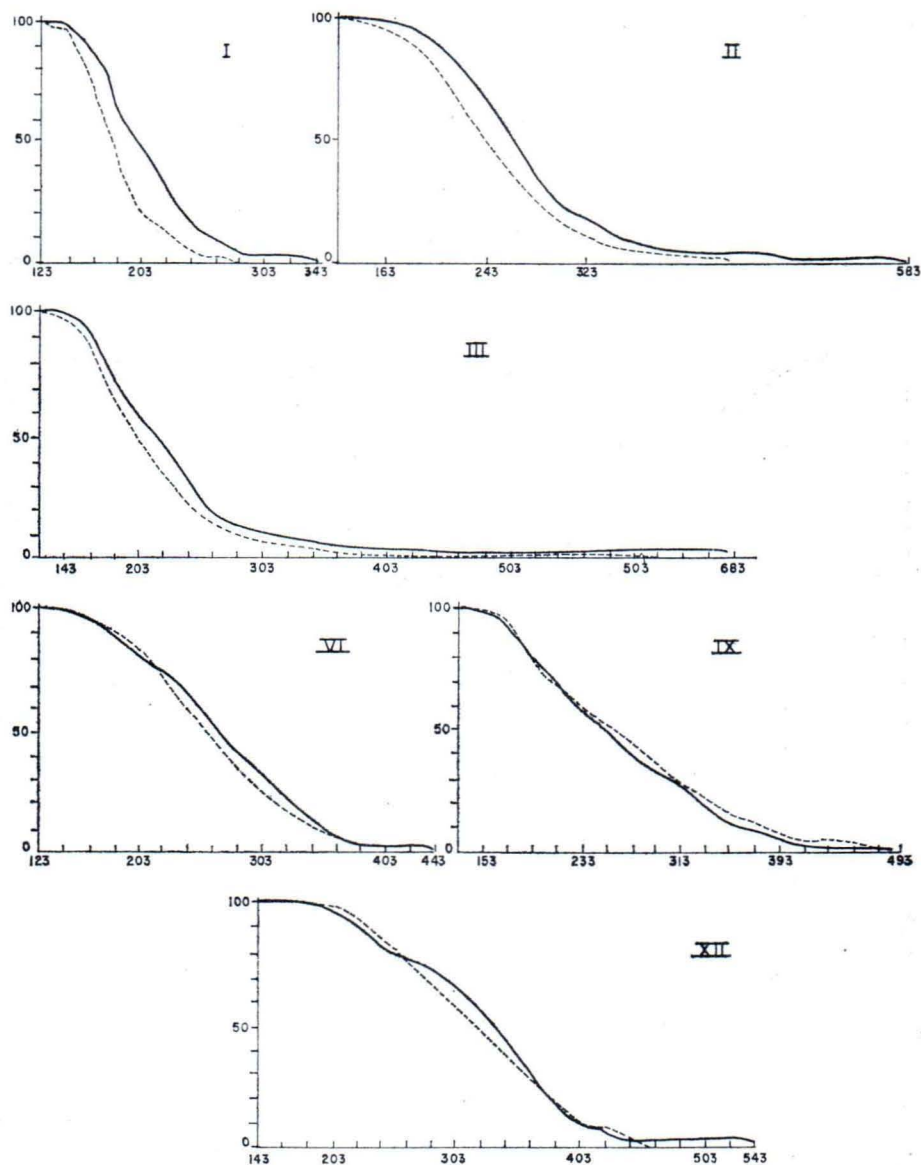


Fig. 3 — Curvas de sobrevivência de populações de *Ammonia* de testemunhos da sondagem de Caravelas. Os testemunhos estão representados pelos algarismos romanos correspondentes. Nas abscissas estão colocados os diâmetros das testas em micra. Nas ordenadas, as porcentagens da frequência de indivíduos. Os traços cheios simbolizam as testas dextrógiros, e os pontilhados, as testas sinistrógiros. Os indivíduos foram agrupados em intervalos de 20 em 20 micras.

te pequeno e uniforme. As curvas foram obtidas agrupando os diâmetros em classes de 20 micra. A dispersão é de 5 classes no mangue de Aratu e 6 classes nos mangues de Bertioça e Cubatão. As classes envolvidas são, também, semelhantes. A forma da curva sugere

ambiente hostil, ocasionando grande mortalidade de formas jovens.

Para as amostras de praia, curvas semelhantes, com queda brusca nos diâmetros semelhantes (143 a 183 micra) foram também obtidas; as curvas são mais prolongadas, con-



tudo, no sentido de testas maiores que 223 micra. A seleção de tamanho não indica, nesse caso, ambiente hostil, como no caso dos mangues, mas sim, maior seleção, pelo vai e vem das ondas. Em outras palavras, houve aqui seleção "post-mortem" pois as *Ammonia* não vivem em ambiente de praia. Vez ou outra as ondas trazem testas maiores, razão do pro-

longamento da curva na direção dos diâmetros maiores. A dispersão, portanto, é maior, 6 a 7 classes.

A semelhança das curvas de sobrevivência em ambientes semelhantes, mesmo afastados geograficamente, abre grande possibilidade às correlações de sedimentos antigos por esse método. Naturalmente significariam ape-

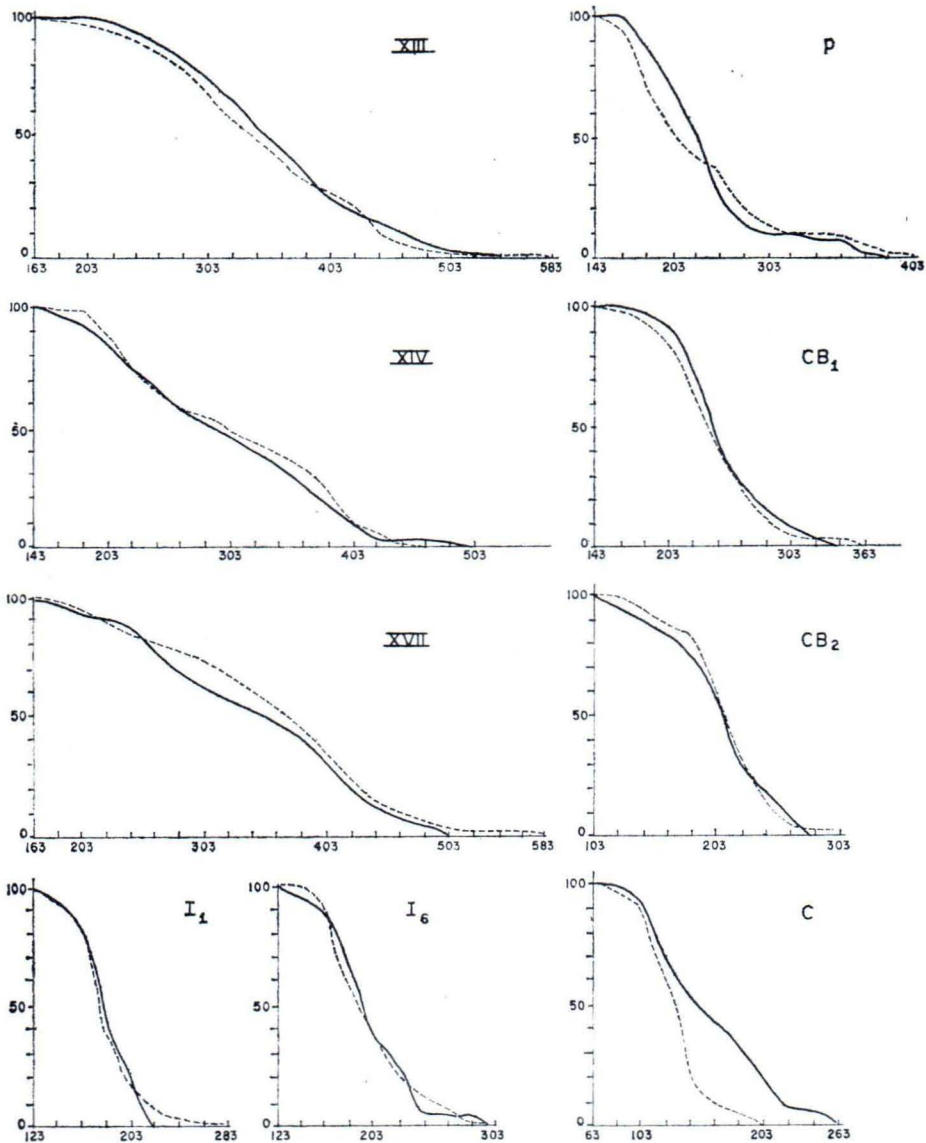


Fig. 4 — Curvas de sobrevivência de populações de *Ammonia*. Os números romanos dizem respeito aos testemunhos correspondentes da sondagem de Caravelas. P, populações de Capanema. Pa (Formação Pirabas). CB<sub>1</sub> e CB<sub>2</sub>, populações do test. 5, sondagem de Conceição da Barra, ES. I<sub>1</sub> e I<sub>6</sub>, populações dos test. 1 e 6, sondagem de Iguape, SP. C, populações do mangue de Cubatão (Cananéia), SP (para outros esclarecimentos, vide fig. 3).



nas correlações de ambiente e não de idade; mas, a verificação de ambientes comparáveis, dentro de um contexto paleogeográfico e paleotectônico, poderia ser auxiliar valioso nas correlações cronológicas.

As curvas de sobrevivência, obtidas dos testemunhos da sondagem de Caravelas, estão representadas nas figuras 3 e 4. A simples observação da forma dessa curva já nos mostra a flagrante diferença com as curvas de populações de mangue e de praia. A queda da curva é mais gradativa, isto é, a mortalidade das formas jovens é menos acentuada. Conseqüentemente, a dispersão das curvas é grande (10 classes para o test. 1; 22 para o test. 2; 27 para o test. 3; 15 para o test. 6; 17 para o test. 9; 19 para o test. 12; 20 para o test. 13; 17 para o test. 14 e 20 para o test. 17). Os exemplares coletados do test. 3 são os que apresentam a mais ampla dispersão e talvez representem o tempo em que as condições ambientes foram mais favoráveis para esses foraminíferos. A associação do test. 1 é a que exibe menor dispersão, sendo as condições mais severas para os sinistrógiros. Em termos de dispersão, ela é comparável com a obtida da associação da baía de Trapandé, onde já começa a haver diminuição da salinidade da água (curva C da fig. 4). É possível que durante a deposição dos sedimentos recuperados no test. 1 da sondagem de Caravelas, já se fizesse sentir a regressão marinha, que culminou com o atual estabelecimento do continente em Caravelas.

As curvas correspondentes às associações do test. 5 de Conceição da Barra (curva CB1 e CB2 da figura 7) e do sedimento da Formação Pirabas (P), sugerem deposição em ambiente marinho normal, aliás confirmado pela presença de outros fósseis.

Pode-se verificar que no test. 17 da sondagem de Caravelas, contendo os sedimentos mais antigos, com *Ammonia* abundantes, as formas sinistróginas persistem mais em relação às dextróginas. No test. 6 a 14 não há diferença entre as duas curvas. A partir do test. 6, as dextróginas passam gradativamente a

predominar, até o test. 1. As curvas de associações atuais da baía de Trapandé, da mesma maneira, mostram predominância do dextrógiros (curva C da fig. 4). As curvas das associações do sedimento miocênico da Formação Pirabas (curva P da fig. 4), não mostram diferença entre distribuição de dextrógiros e sinistrógiros, o que está de acordo, aliás, com os sedimentos equivalentes da sondagem de Caravelas (test. 9 a 14). A litologia dos sedimentos, em ambas as ocorrências, também é a mesma, predominando em ambas calcários. Os sedimentos do test. 5 da sondagem de Conceição da Barra devem ter idade correspondente ao fim do terciário ou do pleistoceno. As curvas das testas dextróginas e das sinistróginas são semelhantes, o que poderia sugerir testas mais antigas. Contudo, talvez aqui não haja possibilidade de comparação direta. Os sedimentos cenozóicos da sondagem de Caravelas, dentro do intervalo de 30 a 390 m (test. 1 a 9) são constituídos por seqüência praticamente contínua de calcários, com finas intercalações de folhelhos. Os calcários são claros, margosos, geralmente muito arenosos, tendendo a arenitos calcíferos em alguns níveis. O cenozóico de Conceição da Barra, por outro lado, da superfície até 565 m de profundidade, é constituído, quase que ininterruptamente, de arenito quartzoso, fino a grosso, geralmente mal selecionado. O test. 5, em especial, de onde provêm as *Ammonia* estudadas, é constituído de arenito cinzento esverdeado, freqüentemente gradando para siltito verde, muito micáceo, e passando, para baixo, para arenito verde fino a grosso, mal selecionado, muito argiloso e com grãos angulosos e subangulosos. As diferentes litologias sugerem ambientes ecológicos completamente diferentes, e diferentes comportamentos das populações de *Ammonia*.

Como o número de indivíduos considerado nas curvas sempre foi grande, principalmente para o caso de Caravelas, é remota a possibilidade de que essas curvas tenham sido obtidas de populações homogêneas, sendo diferentes pelos azares da coleta. Pode-se demonstrar, estatisticamente, a grande probabi-



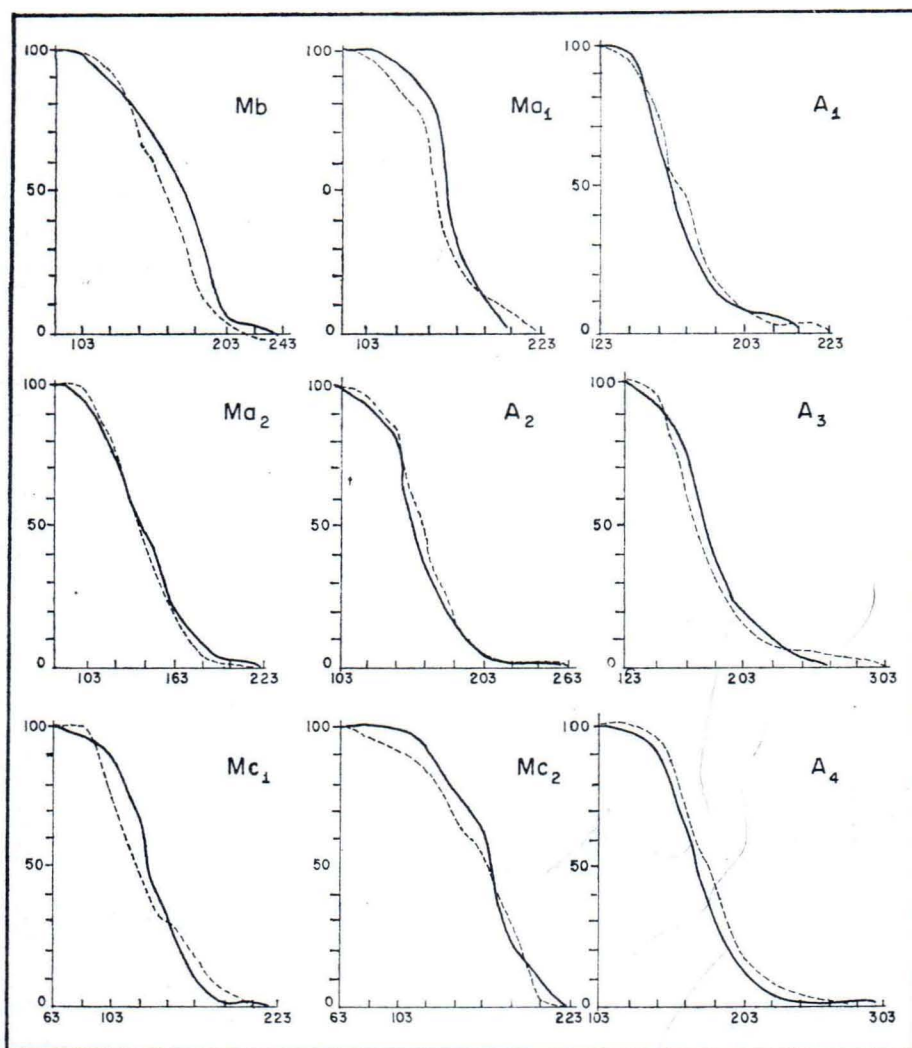


Fig. 5 — Curvas de sobrevivência de populações de *Ammonia*. Bb, mangue de Bertioiga, SP. Ma<sub>1</sub> mangue de Aratu, Ba (longe do rio). Ma<sub>2</sub>, idem (canal do rio). A<sub>1</sub>, praia de Inema, BA (descoberta por escavação). A<sub>2</sub>, idem (submersa mesmo na maré baixa). A<sub>3</sub>, idem (limite da maré baixa). A<sub>4</sub>, idem (parte superior do esirâncio). Mc<sub>1</sub>, mangue de Cubatão (Cananéia), SP (amostra coletada em março de 1970). Mc<sub>2</sub>, idem (mostra coletada em julho de 1969) (para outros esclarecimentos, vide fig. 3).

lidade de que as diferenças das curvas das formas dextróginas e sinistróginas sejam significativas, utilizando-se do desvio padrão dos diâmetros das populações, e do erro padrão da diferença. Para o cálculo do desvio padrão utilizou-se da fórmula

$$s = i \sqrt{\frac{\sum (f d_A)^2}{N} - \left(\frac{\sum f d_A}{N}\right)^2} \quad \text{sendo,}$$

$i$ , o intervalo das classes de medidas, no nosso caso 20 micra;

$f$ , a frequência de indivíduos em cada grupo;

$d_A$ , o desvio do diâmetro do indivíduo em relação à média;

$N$ , número total de indivíduos;

$s$ , o desvio padrão.



A comparação das associações dextróginas e sinistróginas obtém-se pela fórmula

$$s_d = \sqrt{\frac{N_1}{N_2} s_{M1}^2 + \frac{N_2}{N_1} s_{M2}^2} \quad \text{sendo,}$$

- $s_d$ , o erro padrão da diferença;  
 $s_{M1}$ , erro padrão da média aritmética da associação dextrógrina;  
 $s_{M2}$ , erro padrão da média aritmética da associação sinistrógrina;  
 $N_1$ , número de indivíduos dextrógiros;  
 $N_2$ , número de indivíduos sinistrógiros.

O erro padrão da média aritmética é obtido da seguinte maneira, sendo  $s_1$  desvio padrão dos destrógiros e  $s_2$  dos sinistrógiros:

$$s_{M1} = \frac{s_1}{\sqrt{N_1}} \quad \text{e} \quad s_{M2} = \frac{s_2}{\sqrt{N_2}}$$

Chamando de  $d$  a diferença entre as duas médias, a relação  $d/s_d$  indica a probabilidade das populações serem heterogêneas. Se a relação for maior que 2,50, é grande a probabilidade de serem populações heterogêneas, se menor que 2,0, é grande a probabilidade das populações serem homogêneas. No caso do test. 1, por exemplo, essa relação é de 5, indicando probabilidade maior do que 99,99% de que as populações sejam heterogêneas.

## RESUMO

No Brasil é muito difícil correlacionar sedimentos neoceno-zóicos visto que, ao contrário dos países situados a maiores latitudes, faltam sedimentos glaciais quaternários que sirvam como ponto de referência. Até que sejam desenvolvidos métodos quantitativos baseados na análise de isótopos radioativos, devem-se procurar outros métodos de correlação.

BIGARELLA, MARQUES FILHO e AB'SABER tentaram, em 1961, estabelecer uma estratigrafia do neoceno-zóico do sul do Brasil, baseada em flutuações climáticas. Haveria fases áridas e úmidas correlacionáveis às glaciais e interglaciais dos países situados a maiores latitudes. Não consideramos a hipótese daqueles autores como comprovada. Mesmo que fôsse, ela seria válida só para sedimentos não marinhos. Para os marinhos deve-se procurar subdivisão baseada em evidências biológicas, fornecidas pelos sedimentos.

Como o tempo envolvido é curto, geologicamente falando, deve-se tentar estabelecer diferenças baseadas no estudo estatístico de variações das características individuais de uma mesma espécie, em lugar de diferenças específicas.

No Atlântico Norte foi possível subdividir os sedimentos quaternários tendo por base variações individuais de foraminíferos planctônicos. Tais estudos não podem ser aplicados para sedimentos costeiros pois os foraminíferos planctônicos são raros nesses sedimentos. Para estudos estatísticos só podemos utilizar as espécies bem representadas nos sedimentos costeiros. As espécies de *Elphidium* e de *Ammonia*, entre os foraminíferos, são as mais indicadas. Realizamos alguns estudos com populações de *Ammonia*. Pretendemos, no futuro, dedicar atenção também às de *Elphidium*.

O estudo das variações individuais de populações de *Ammonia*, provenientes da sondagem de Caravelas, Bahia, perfurada pela Petrobrás (Cst-1-Ba), serviu de base inicial aos nossos estudos. Os resultados foram comparados com os de um testemunho da sondagem de Conceição da Barra, Espírito Santo (CBts-1-ES), o único com abundantes *Ammonia*, e com os depósitos recentes costeiros, e de mangue, de diversas localidades das costas sul e oriental do Brasil. Os resultados mostraram que essa linha de pesquisa poderá ser compensadora.

As variações das testas de formas bentônicas devem estar ligadas às variações de condições ambientes. Estas, contudo, podem ter importância estratigráfica local.

As conclusões que atingimos foram baseadas no estudo do tamanho das testas e da direção de enrolamento; elas devem ser tomadas como provisórias, sujeitas a confirmação futura.

## SUMMARY

The correlation of Late Cenozoic sediments from tropical countries are handicapped by the absence of glacial deposits so other means of correlation must be sought.

Climatic fluctuations and their imprint on the sediments were proposed by BIGARELLA, MARQUES FILHO and AB'SABER, in 1961, as a possible tool for the Late Cenozoic correlations in Southern Brazil. They reasoned that this region, like Africa, witnessed arid and humid climates correlative to flacial and interglacial from higher latitudes. This hypothesis, not yet proved, could eventually be applied only to non-marine sediments. Other tools must be sought for the marine sediments. Inasmuch as the geological time involved is short, the biologic criteria based on differences of species cannot be applied. Statistical stu-



dies of variations within species could eventually be used. We tried this approach in this paper.

Unhappily planktonic Foraminifera are scarce in coastal sediments so benthonic Foraminifera must be utilized. The species of the benthonic Foraminifera *Ammonia* and *Elphidium* are best fitted because they are common in coastal environments.

Only the size and the coiling directions of the tests of *Ammonia* were dealt with in this paper. Several cores of a well at Caravelas, State of Bahia (see fig. 1) yielded rich *Ammonia* populations so they were studied and compared with a core from another well at Conceição da Barra, State of Espírito Santo as well as with recent samples collected at different shore and mangrove localities along the Brazilian coast.

The conclusions reached are still hypothetic. Anyway future correlations based on this method must be local but never worldwide because the benthonic Foraminifera are very sensitive to environmental factors.

### BIBLIOGRAFIA

- BERMUDEZ, P. J., (1952), Estudio sistemático de los foraminíferos rotaliformes, *Bol. Geol. Minas e Hidroc.*, Venezuela, 2, n.º 4, p. 71-74.
- BOLLI, H. M., (1957), Planktonic Foraminifera from the Oligocene-Miocene Cipero and Lengua Formations of Trinidad, BWI, U. S. Nat. Mus., *Bull.*, 215, p. 97-121.
- BOLTOVSKOY, E., (1954), Foraminíferos de la Bahía San Blas, *Rev. Inst. Nac. Invest. Cienc. Nat. y Mus. Arg. Cien. Nat. B. Rivadavia, Cien. Geol.*, tomo III, n.º 4, p. 287.
- BOLTOVSKOY, E., (1955), Recent Foraminifera from shore sands at Quequén, Province of Buenos Aires, and changes in the foraminiferal fauna to the north and south, *Contr. Cush. Found. Foram. Res.*, 6, pt. 1, p. 41.
- BOLTOVSKOY, E., (1957), Los foraminíferos del estuario del río de la Plata y su zona de influencia, *Rev. Inst. Nac. Invest. Cienc. Nat. y Mus. Arg. B. Rivadavia, Cienc. Geol.*, tomo VI, n.º 1, p. 58-59.
- BOLTOVSKOY, E., (1959 a), Foraminíferos recientes del sur de Brasil, *Secr. Marina, Serv. Hidr. Naval, Arg.*, H. 1005, p. 11, 93-94.
- BOLTOVSKOY, E., (1959 b) La corriente de Malvinas, *Secr. Marina, Serv. Hidr. Naval, Arg.*, H. 1015, p. 33.
- BOLTOVSKOY, E., (1961), Foraminíferos de la plataforma continental entre el Cabo Santo Tomé y la desembocadura del río de la Plata, *Rev. Inst. Nac. Invest. Cienc. Nat. y Mus. Arg. Cien. Nat. B. Rivadavia, Cien. Zool.*, tomo VI, n.º 6, p. 310.
- BOLTOVSKOY, E., (1964), Provincias zoogeográficas de América del Sur y su sector antártico según los foraminíferos bentónicos. *Bol. Inst. Biol. Marina*, n.º 7, p. 95-98.
- BRADY, H. B., (1884), Report on the Foraminifera dredged by HMS Challenger during the years 1873-1876, *Rept. Scient. Results Explor. voyage Challenger, Zoology*, 9.
- BRADSHAW, J. S., (1957), Laboratory studies on the rate of growth of the foraminifer "*Streblus beccarii* (Linné) var. *tepida* (Cushman), *Jour. Pal.*, 31, n.º 6, p. 1138-1147.
- BRADSHAW, J. S., (1961), Laboratory experiments on the ecology of Foraminifera, *Contr. Cush. Found. Foram. Res.*, 12, pt. 3, p. 87-106.
- CARVALHO, J. P. e CHERMONT, E. M. L., (1952), Sobre alguns foraminíferos da costa do Estado de São Paulo, *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. S. Paulo*, 3, n.º 1, p. 77-97.
- CIFELLI, R., (1962), The morphology and structure of *Ammonia beccarii* (Linné), *Contr. Cush. Found. Foram. Res.*, 13, pt. 4, p. 119-126.
- CLOSS, D., (1962), Foraminíferos e tecamebas na Lagoa dos Patos, R. G. S., *Bol. 11, Esc. geol. Porto Alegre*, p. 53-54.
- CLOSS D., (1967), Miocene planktonic Foraminifera from Southern Brazil, *Micropaleont.*, v. 13, n.º 3, p. 337-344.
- CLOSS, D. e BARBERENA, M. C., (1960), Foraminíferos recientes da praia de Cassino (Rio Grande R. G. S.), *Bol. 5, Esc. Geol. Porto Alegre*, p. 19.
- CLOSS, D. e BARBERENA, M. C., (1962), Foraminíferos recentes das praias do litoral sul brasileiro: I Arrôio Chui (R. G. S.) — Araranguá (S. C.), *Bol. Inst. Cien. Nat.*, n.º 16, p. 41.
- CLOSS, D. e MADEIRA, M., (1962), Tecamebas e foraminíferos do Arroio Chui (Santa Vitória, R. Grande do Sul, Brasil), *Iheringia, Ser. Cien. Mus. Riograndense Cienc. Nat.*, zoologia, n.º 19, p. 21.
- CLOSS, D. e MADEIRA, M., (1968), Genozoic foraminifera from the Chuy drill hole, Northern Uruguay, *Ameghiniana, Rev. As. Pal. Argentina*, p. 229-235.
- CLOSS, D. e MEDEIROS, V. M. F., (1965), New observations on the ecological subdivision of the Lagoon in Southern Brazil, *Bol. Inst. Cien. Nat., Univ. R. Gr. Sul*, n.º 24, p. 23-24.
- CUSHMAN, J. A., (1926), Recent Foraminifera from Porto Rico, *Publ. Carnegie Inst. Washington*, n.º 344, p. 79.

- CUSHMAN, J. A., (1931 a), The Foraminifera of the Atlantic Ocean, *Smith. Inst. U. S. Nat. Mus.*, Bull. 104, pt. 8, p. 58-61.
- CUSHMAN, J. A. e PARKER, F. L., (1931), Recent Foraminifera from the Atlantic Coast of South America, *Proc. U. S. Nat. Mus.*, 80, Art. 3, p. 20.
- FRIZZELL, D. L. e KEEN, A. M., (1949), On the nomenclature and generic position of *Nautilus beccarii* Linné (Foraminifera, "Rotaliidae"), *Jour. Pal.*, 23, n.º 1, p. 106-108.
- LOEBLICH, A. R. JR. e TAPPAN, H., (1964), *Treatise on invertebrate Paleontology*, Part C, Protista 2, Geol. Soc. Am., vol. 2, p. 607.
- LONGINELLI, A. e TONGIORGI, E., (1960), Frequenza degli individui destrógi in diverse popolazioni di *Rotalia beccarii* Linneo, *Bol. Soc. Paleont. italiana*, 1, n.º 1, p. 5-16.
- MACEDO, A. C. M., (1965), As microfaunas do sambaqui de Sernambetiba e do litoral de Magé, Estado do Rio de Janeiro, *D.N.P.M., Div. Geol. Min., Notas Prel. e Estudos*, n.º 128, p. 31.
- MADEIRA, M. L., (1969), Foraminifera from São Francisco do Sul, State of Santa Catarina, Brasil, *Iheringia, Zoologia*, n.º 37, Pôrto Alegre, p. 19-20.
- MURRAY, J. W., (1968), Living foraminifers of lagoons and estuaries, *Micropaleont.*, 14, n.º 4, p. 435-455.
- PARKER, F. L., (1954), Distribution of the Foraminifera in the northeastern Gulf of Mexico, *Bull. Mus. Comp. Zoology*, 111, n.º 10, p. 531.
- PARKER, F. L., PHLEGER, F. B. e PEIRSON, J. F., (1953), Ecology of Foraminifera from San Antonio Bay and environs Southwest Texas, *Cush. Found. Foram. Res.*, Sp. Publ. n.º 2, p. 13.
- PETRI, S., (1954), Foraminíferos fósseis da Bacia do Marajó, *Bol. Geol.*, 11, *Fac. Fil. Cienc. Letr., U.S.P.*, p. 106-108.
- PETRI, S., (1957), Foraminíferos miocênicos da Formação Pirabas, *Bol. Geol.*, 16, *Fac. Fil. Cienc. Letr., U.S.P.*, p. 65-66.
- PETRI, S., (1970), Foraminíferos e ambiente de deposição dos sedimentos miocênicos do Recôncavo, Bahia, *Soc. Bras. Geol., Anais*, (no prelo).
- PHLEGER, F. B., (1956), Significance of living foraminiferal populations along the central Texas Coast, *Cush. Found. Foram. Res.*, 7, pt. 4, p. 118-119.
- PHLEGER, F. B. e LANGFORD, R. R., (1957), Seasonal occurrences of living benthonic Foraminifera in some Texas Bays, *Cush. Found. Foram. Res.*, 8, pt. 3, p. 93-105.
- POAG, C. W., (1966), Paynes Hammock (Lower Miocene?) Foraminifera of Alabama and Mississippi, *Micropaleont.*, 12, n.º 4, p. 413.
- ROCHA, A. TAVARES e FERREIRA, J. MARTINS, (1955), Estudo dos foraminíferos fósseis das "argilas azuis" com *Nonionella atlantica* Cushman, *Ciencia, Rev. est. Fac. Cienc. Lisboa*, n.º 11-12, p. 58.
- RODRIGUES, M. A., (1968), Foraminíferos recentes da Barra de Itabapoana, Estado do Rio de Janeiro, *An. Acad. brasil. Cienc.*, 40, n.º 4, p. 561.
- SHUPACK, B., (1934), Some foraminifera from western Long Island and New York Harbor, *Amer. Mus. Nat. Hist., Novitates*, n.º 737, p. 6.
- SOKAL, R. R., (1966), Numerical Taxonomy, *Scientific Amer.*, 215, n.º 6, p. 106-116.
- TINOCO, I. M., (1958 a), Foraminíferos quaternários de Olinda, Estado de Pernambuco, *D.N.P.M., Div. Geol. Min., Monogr. XIV*, p. 47-48.
- TINOCO, I. M., (1958 b), Observações sobre a microfauna de foraminíferos da Lagoa de Araruama, Estado do Rio de Janeiro, *An. Acad. brasil. Cienc.*, 30, n.º 4, p. 582.
- TODD, R. e BRÖNNIMANN, P., (1957), Recent Foraminifera and Thecamoebina from the eastern Gulf of Paria, *Cush. Found. Foram. Res.*, Sp. Publ. n.º 3, p. 38.
- WHITTINGTON, H. B., (1964), *Taxonomic Basis of Paleocology*, in IMBRIE, J. e NEWELL, N., *Approaches to Paleocology*, John Wiley and Sons Inc., p. 19-20.