

# O TURONIANO MARINHO DO NORDESTE DO BRASIL

Por

KARL BEURLÉN

Professor do Curso de Geologia de Recife, Pe

## RESUMO

Baseando-se em estudos de campo nas formações cretácicas de Sergipe, Pernambuco, Paraíba do Norte e Rio Grande do Norte e nas coleções paleontológicas, feitas nessas formações, o trabalho apresenta uma descrição rápida do comportamento estratigráfico, litológico e ficiológico das formações turonianas — Formação Sapucari em Sergipe, Estivas e Beberibe em Pernambuco e Sebastianópolis no Rio Grande do Norte — e uma análise preliminar das faunas, contidas nas respectivas formações. A comparação litológica e paleontológica das formações turonianas ao longo do litoral nordestino revela que o Turoniano de Sergipe — Pernambuco pertence, zoogeograficamente, a uma região do Atlântico do Sul, enquanto o do Rio Grande do Norte a uma do Atlântico do Norte. Entre essas duas províncias zoogeográficas do Turoniano não existia um intercâmbio faunístico. Parece que durante o Turoniano os oceanos Atlântico do Sul e do Norte eram separados por uma ligação terrestre entre Pernambuco-Paraíba do Norte e Nigéria-Costa de Ouro. Sômente a partir do Senoniano existiria a configuração geográfica atual do Oceano Atlântico.

## ZUSAMMENFASSUNG

Das Turon in Nordostbrasilien ist vertreten durch die Formationen Sapucari in Sergipe, Estivas und Beberibe in Pernambuco und Sebastianópolis in Rio Grande do Norte. Ein kurzer Ueberblick ueber die stratigraphischen und facielien Verhaelt-nisse und den Fossilinhalt, sowie eine vergleichende Analyse zeigen einen auffaelligen Gegensatz zwischen einem sued-atlantischen Bereich, zu dem die Vorkommen von Sergipe und Pernambuco gehoeren, und einem nord-atlantischen, der das Turon von Rio Grande do Norte noch einschliesst. Das Fehlen eines Faunenaustausches zwischen Sueden und Norden, sowie enge faunistische Beziehungen des Turons von Sergipe-Pernambuco zu dem von Kamerun-Gabon ueber den sued-atlantischen Ozean hinweg weisen auf eine trennende Landverbindung zwischen Pernambuco-Paraíba und Nigéria. Die im Gelaende beobachtete Verbreitung der Formationen deutet in gleicher Richtung. Erst vom Senon an gibt es klare Anzeichen fuer das Bestehen eines einheitlichen, Norden und Sueden umfassenden Atlantischen Oceans im heutigen Sinn.

## O TURONIANO DO NORDESTE

Entre as formações marinhas cretácicas, que afloram por quase tôda a zona litorânea do Nordeste do Brasil, o andar turoniano desempenha um papel de certa importância. É representado por diversas formações, bem típicas, que revelam não somente uma extensão relativamente ampla das transgressões turonianas, mas mostram também uma variedade considerável de fácies litológica e paleontológica.

## 1. A formação Sapucari.

A formação Sapucari abrange a ocorrência turoniana de Sergipe; apresenta-se bem exposta e desenvolvida na parte meridional da faixa cretácica daquele Estado. Uma faixa, aproximadamente paralela à linha da costa, marcada pelas cidades de Rosário do Catete, Laranjeiras e Itaporanga, indica a área na qual a formação aflora atualmente. A maior parte da área é coberta por uma capa da formação Barreiras; mas em muitas localidades da dita faixa, essa capa é interrompida, de maneira que a formação turoniana aparece na superfície.

A formação Sapucari apresenta-se com duas fácies, como observou F. Bender em 1959: o próprio calcário Sapucari e o calcário Laranjeiras. O calcário Sapucari é, em geral puro, localmente mais argiloso e mesmo margoso, mas sempre bem estratificado. Ocasionalmente ocorrem concreções de sílica ou finas camadas de sílica intercaladas entre os bancos calcários. O calcário Laranjeiras, muitas vezes, também argiloso e margoso, é maciço, não estratificado; pelo intemperismo revela-se uma estrutura nodulosa. Na parte inferior da formação predomina a fácies do calcário estratificado; para cima a fácies Laranjeiras aumenta gradativamente a extensão. Observei perfis, por exemplo na região da cidade Rosário do Catete, nos quais tôda a formação é constituída pelo calcário Sapucari, enquanto em outras localidades, principalmente perto da cidade de Laranjeiras, o calcário Laranjeiras começa já em nível bem baixo. Alguns perfis mostram a transição lateral das duas fácies. Perto da usina Sergipe (município de Laranjeiras) encontra-se uma fácies intermediária. Este comportamento faciológico e o conteúdo fóssil, principalmente os amonóides, encontrados por mim nas duas fácies, confirmam que se trata de duas fácies da mesma unidade estratigráfica.

A idade estratigráfica é Turoniano inferior, já conhecido desde o século passado pelos amonóides **Pseudaspidoceras pedroanum** (White) **Pachyascoceras hartti** (Hyatt). Maury em 1936 descreveu mais alguns fósseis das mesmas camadas (**Inoceramus labiatus** Schlotheim e **I. sergipensis** Maury e **Hemiaster jacksoni** Maury). Porém só o mapeamento da região por F. Bender em 1958 esclareceu o comportamento geológico e estratigráfico da formação. Minhas observações confirmaram completamente a descrição de F. Bender.

Quanto ao conteúdo fóssil, é digno de nota que os amonóides desempenham papel considerável como fósseis localmente freqüentes e mesmo acumulados. Além das duas espécies, já assinaladas por White e Maury, achei uma nova espécie de **Pachyvascoceras**, diferente de **P. hartti** (Hyatt), alguns exemplares mal conservados do gênero **Mammites**, não determináveis especificamente, uma nova espécie do gênero **Kamerunoceras**, finalmente **Pseudotissotia gabonensis** Lombard e uma espécie de **Hoplitoides**, muito semelhante a **H. gibbosulus** Koenen. Os exemplares de **Pachyvascoceras** e **Pseudaspidoceras** são muito freqüentes e podem ocorrer localmente acumulados. **Pseudotissotia** e **Hoplitoides** são mais raros. Todos os amonóides são, em geral, de tamanho considerável. O maior exemplar de **Hoplitoides** tem um diâmetro de 45 cm, o maior de **Pseudotissotia** tem 25 cm. Os exemplares de **Pseudaspidoceras** e **Pachyvascoceras** apresentam diâmetros médios de 20 cm. Nos calcários Laranjeiras e Sapucari ocorrem as mesmas espécies. A associação dos amonóides documenta com certeza a idade turoniana inferior.

Quanto aos lamelibrânquios, Maury assinalou somente o gênero **Inoceramus**. A espécie turoniana, cosmopolita, **I. labiatus** é localmente muito comum e parece encontrar-se, apenas, no calcário Sapucari. **I. sergipensis**, mais raro, ocorre na mesma fácies. O calcário Laranjeiras encerra uma fauna mais variada de lamelibrânquios, porém êstes normalmente mal conservados e, na maioria das vêzes, indetermináveis. Podia determinar um representante dos Pteriidae, que provavelmente pertence a **Phelopteria**, duas espécies de **Trigonarca**, forma afim de **T. furoni** Dartevelle, outra semelhante a **T. thevestensis** (Coquand), alguns exemplares de **Fragum perobliquum** (Koenen), um exemplar de uma nova espécie de **Pholadomya**, e um outro de uma grande espécie de **Liopistha**, muito semelhante a **L. incurvata** (Riedel).

Em um afloramento de fácies intermediária entre os calcários Laranjeiras e Sapucari encontrei uma acumulação de conchinhas pequenas e silicificadas, principalmente de uma pequena espécie de **Ostrea** e mais um lamelibrânquio que se assemelha muito a **Anthonya**, mas não pôde ser determinado com precisão, porque a charneira não foi observada.

Enquanto os lamelibrânquios apresentam uma associação bem variada, achei poucos gastrópodes: uma espécie nova, pequena, de **Turritella**, um molde interno que se assemelha muito ao de **Piestochilus bleicheri** (Thomas et Péron), e um grande opérculo que provavelmente pertence a **Tylostoma**.

O fóssil mais comum, principalmente no calcário Laranjeiras, é **Hemiaster jacksoni** Maury.

A fauna dos lamelibrânquios e dos poucos gastrópodes e o desenvolvimento intenso de **Hemiaster** indicam um ambiente de água rasa, nerítica ou, possivelmente mesmo, litorânea. Os **Inoceramus** aparecem quase sempre em acumulações locais, nas quais a maior parte das valvas é quebrada; tal modo de ocorrência e conservação documenta uma

certa agitação da água. A situação geológica e os caracteres litológicos correspondem muito bem a tal ambiente.

Porém a associação dos amonóides apresenta um contraste pronunciado. Os amonóides eram animais pelágicos. O tamanho considerável de todos os exemplares indica, com grande probabilidade, a procedência do oceano aberto. As conchas, soterradas no sedimento, eram conchas vazias, flutuantes, transportadas por correntes marinhas, que encaharam na zona litorânea. Em consequência disso há as acumulações locais nas ocorrências dos amonóides. Êstes, portanto, representam na associação dos fósseis da formação Sapucari um elemento alóctone.

O grande papel que desempenham os amonóides na associação fóssil, demonstra que a formação Sapucari foi depositada na zona nerítica ou litorânea, aberta, marginal do oceano Atlântico do Sul, de modo que as correntes oceânicas podiam passar diretamente. A situação paleogeográfica era análoga à situação geográfica atual da costa de Sergipe.

Os amonóides da formação Sapucari mostram não somente a mesma constelação de gêneros e famílias, descritos no Turoniano do litoral atlântico da África (Cameroon, Gabon, Angola), observamos mesmo a ocorrência das mesmas espécies ou de espécies próximas. Nas duas costas — africana e sul-americana — do oceano Atlântico do Sul encaharam-se as conchas flutuantes, procedentes do pelagial oceânico. A semelhança da fauna de amonóides do Turoniano dos dois lados do oceano Atlântico do Sul, portanto, é um fenômeno normal. Mais importante é que a fauna autóctone dos lamelibrânquios também apresenta uma semelhança pronunciada. As duas espécies de **Trigonarca** e a espécie de **Liopistha** são típicas do Turoniano da África ocidental. **Fragum perobliquum** é uma espécie comum e típica de tôdas as ocorrências turonianas da África ocidental, do mesmo modo **Piestochilus bleicheri**.

O Turoniano de Sergipe pertence à mesma área zoogeográfica que o Turoniano da África ocidental; existia mesmo a possibilidade de um intercâmbio faunístico entre os dois lados do oceano Atlântico do Sul dos animais do ambiente nerítico e litorâneo.

## 2. A formação Estivas.

O calcário Estivas foi descoberto por L. J. de Moraes em 1928. Trata-se de um calcário dolomítico que aflora quase ao nível do mar e que é acessível só com tempo seco. A localidade situa-se na zona litorânea do sul de Pernambuco.

Alguns bancos de calcário são cheios de fragmentos de lamelibrânquios e gastrópodes. Porém, todos os fósseis são conservados em forma de moldes internos. O calcário duro e o modo de conservação tornam impossível uma preparação. Os fragmentos visíveis na super-

fície dos blocos indicam uma fauna um tanto variada. Poucos exemplares relativamente completos, achados por L. J. de Moraes, foram determinados e descritos por Maury; trata-se de representantes da família Actaeonidae, que conforme Maury, indicam idade turoniana. Coletei alguns moldes indetermináveis de lamelibrânquios.

A ocorrência, portanto, é pouco conhecida. A situação geral e a natureza do calcário torna quase impossível ampliar os conhecimentos.

Os Actaeonidae, únicos fósseis conhecidos e, até agora, determináveis, tornam provável a determinação estratigráfica de Maury. Os caracteres litológicos e o modo de conservação e da ocorrência dos fósseis documentam que se trata de uma formação de ambiente litorâneo ou nerítico, depositada em condições paleogeográficas, análogas às da formação Sapucari.

### 3. A formação Beberibe.

A formação Beberibe foi descoberta por W. Kegel em 1958, logo ao norte da cidade de Recife, que a considerou como membro da formação Itamaracá (Campaniano), assinalando a possibilidade de tratar-se de uma ocorrência do Turoniano.

As camadas são areníticas, sílticas, às vezes argilosas, outras vezes intercalam-se camadas conglomeráticas. Na capa das camadas repousa a formação Barreiras em todos os afloramentos conhecidos. Esta capa quase contínua dificulta muito o estudo, tornando impossível, até agora, observar o contacto com as camadas da formação Itamaracá.

Na localidade de Beberibe encontram-se na seqüência algumas camadas altamente fossilíferas. Trata-se de uma acumulação secundária e local. O sedimento e o modo de ocorrência desses fósseis documentam que a formação é litorânea.

A associação fóssil é muito monótona. Ocasionalmente encontram-se vestígios típicos de Vermes, descritos por Kegel. Achei dois restos de uma nova espécie de *Callianassa*. Os amonóides são muito raros; encontrei dois exemplares determináveis que pertencem a *Chofaticeras koeneni* (Riedel). Os gastrópodes são relativamente raros e quase todos os exemplares são fragmentários. Foram determinados alguns fragmentos típicos de *Turritella nodosa* F. Roemer.

O elemento predominante da associação fóssil é representado por moldes internos de lamelibrânquios, porém todos de pequeno porte. Apenas um exemplar de uma *Exogyra* que lembra *E. olisiponensis* Sharpe tem tamanho mais avantajado. *I. labiatus* Schlotheim é raro e representado na minha coleção por poucos exemplares, pequenos mas típicos. Coletei mais algumas espécies raras na associação, representadas apenas por um ou dois exemplares; trata-se de *Atrina laticostata* (Stol.) *Modiolus typicus* (Forbes), *Pleuromya* sp., uma nova espécie de *Pholadomya* e uma espécie provavelmente da família Veneridae que se assemelha muito a *Aphrodina angustosinuosa* (Riedel).

A maior parte da associação é constituída por grande número de indivíduos distribuídos em poucas espécies das quais coletei numerosos exemplares. Trata-se de duas espécies não determináveis com precisão devido à conservação precária, que nunca mostra a charneira. Uma assemelha-se muito a *Venilicardia leonhardi* Dartevelle e a outra é idêntica a "*Astarte* sp." Riedel (trata-se de uma nova espécie típica, com uma ornamentação característica, mas de posição sistemática duvidosa). Os componentes mais típicos da associação e, simultaneamente, os mais freqüentes, são *Fragum perobliquum* (Koenen), *Liopistha ventricosa* Koenen, duas novas espécies de *Tellina* e duas novas espécies de *Corbula*.

*Choffaticeras koeneni* e *Inoceramus labiatus* documentam a idade turoniana inferior. O "membro" Beberibe (Kegel) deve ser destacado, portanto, da formação Itamaracá (Campaniano) como formação autônoma, e pode ser correlacionada estratigráficamente com a formação Sapucari de Sergipe. Porém difere desta formação litologicamente (fácies de arenito e siltito, em vez de calcário na formação Sapucari) e paleontologicamente. As duas únicas espécies comuns às duas formações são a cosmopolita *Inoceramus labiatus* e *Fragum perobliquum*, espécie comum do Turoniano em toda a área sul-atlântica. Além disso, a associação fóssil da formação Beberibe difere daquela da formação Sapucari pelos amonóides, componentes típicos e freqüentes na formação Sapucari que faltam quase completamente na formação Beberibe. Isto indica que a formação Beberibe não foi depositada na praia aberta do oceano, pela qual passaram as correntes oceânicas, transportadores das conchas vazias e flutuantes de amonóides. A associação fóssil da formação Beberibe é quase completamente autóctone, composta dos elementos de uma fauna litorânea, bentônica.

Mas também essa fauna autóctone, litorânea, difere muito da componente litorânea e autóctone da formação Sapucari. É caracterizada por pequenos lamelibrânquios, entre os quais predominam *Fragum perobliquum* (espécie rara na formação Sapucari), *Tellina*, *Corbula* e *Liopistha ventricosa*, elementos que faltam completamente na formação Sapucari. É digno de notar que as demais espécies da formação Beberibe, as mais raras (*Inoceramus*, *Atrina*, *Pleuromya*, *Pholadomya*) são representadas por exemplares cujo tamanho é menor do que o normal dos respectivos gêneros.

Tudo isso indica que o ambiente ecológico não era muito favorável. Os componentes predominantes da associação (*Fragum*, *Tellina*, *Corbula*) pertencem a grupos, geralmente capazes de suportar alterações da salinidade e cujos representantes podem viver mesmo em ambientes salobros. A raridade e o reduzido tamanho dos demais lamelibrânquios e a raridade extrema dos amonóides, fenômeno associado ao desenvolvimento intenso dos três gêneros eurihalíneos, torna muito provável que a formação Beberibe tenha sido depositada em uma baía mais ou menos fechada de salinidade um pouco reduzida.

Zoogeograficamente é digno de notar que a fauna é muito semelhante à fauna contemporânea de Cameroon. **Choffaticeras koeneni**, **Atrina laticostata**, **Modiolus typicus**, **Fragum perobliquum**, **Lio-pistha ventricosa**, **Astarte** sp. são espécies comuns em Beberibe e no Turoniano do Cameroon. Mais algumas espécies, não determináveis com precisão, são muito semelhantes. Enquanto as diferenças das condições ecológicas causaram diferenças pronunciadas nas associações fósseis das formações Sapucari e Beberibe, havia, aparentemente, um intercâmbio faunístico intenso através do oceano Atlântico do Sul.

#### 4. A formação Sebastianópolis.

Também a ocorrência de Cretáceo marinho no litoral do Rio Grande do Norte é conhecida há muito tempo. White em 1887 descreveu alguns fósseis do Rio Grande do Norte. Em 1924 e em 1934 J. C. Maury descreveu considerável número de novas espécies coletadas no calcário da região de Mossoró, Pendência e Macau. Não obstante faltaram fósseis-guias típicos. Maury, baseando-se no caráter geral da associação fóssil, acreditou que aquêle calcário pertencesse ao Turoniano.

Trata-se de uma ocorrência relativamente extensa de uma formação calcária, ao longo da costa do Rio Grande do Norte, ao leste do vale do rio Jaguaribe. Tôda a área é subdividida em uma secção ocidental e uma oriental pelo vale do rio Agu. A cidade de Mossoró situa-se mais ou menos no centro da secção ocidental. A secção oriental abrange a região de Macau. Todo o complexo calcário apresenta-se como formação homogênea, não obstante uma certa variação faciológica dentro do calcário, cuja extensão geral foi mapeada por geólogos da Petrobrás e é denominado de calcário Jandaíra. Conforme algumas sondagens executadas pela Petrobrás, o calcário abrange espessura considerável de algumas centenas de metros.

Em 1957 W. Kegel fêz o primeiro estudo um pouco mais detalhado do calcário Jandaíra, principalmente na região de Macau, ao leste do rio Agu. Aquêle autor encontrou na parte superior da seqüência calcária algumas ocorrências fossilíferas, cujo conteúdo fóssil documentou uma representação do Senoniano superior, provavelmente Campaniano e Maestrichtiano; mas não achou fósseis típicos do Turoniano.

Em algumas excursões, executadas pelo Curso de Geologia de Recife, na zona do calcário Jandaíra da região de Mossoró, ao oeste do rio Agu, onde fizemos um levantamento geral, geológico, da secção ocidental, achei alguns exemplares de **Inoceramus labiatus**, que demonstraram a ocorrência do Turoniano na parte inferior do calcário Jandaíra, como já supôs Maury pelo caráter geral da fauna. Isto foi confirmado pelo que o Dr. K. Jacob geólogo da UNESCO, achou na praia a leste da cidade de Aracatí (Estado de Ceará), isto é uma localidade fossilífera de calcário com amonóides. Não obstante a conservação não muito boa com superfície corroida, pôde-se determiná-los

como representantes do gênero **Hoplitoides**. A forma geral e a linha de sutura, bem visíveis e muito típicas, tornam certa a determinação genérica, enquanto a conservação torna impossível a determinação específica. Além disso foi encontrado um exemplar mal conservado de outro tipo que com grande probabilidade, deve pertencer a **Paramammites**. Estes amonóides documentam idade turoniana inferior.

Estudei muitas localidades fossilíferas por toda a região do calcário ao oeste do rio Açu, ao norte da cidade de Açu, na região da cidade de Upanema, Pedras de Abelhas, Apodi e na região de Sebastiãoópolis (município de Mossoró). Coletei muitos fósseis em todas as localidades. Verifiquei que, não obstante uma certa variação das associações fósseis, a qual reflete uma variação faciológica e litológica do calcário, todas elas apresentam um aspecto homogêneo e encerram espécies típicas, associadas aos amonóides no calcário de amonóides ao leste de Aracati. Isso indica que todo o complexo calcário da seção ocidental deve ser correlacionado com aquele calcário de amonóides e pertencente ao Turoniano. A ocorrência de **Inoceramus labiatus** em diversas localidades da região das cidades de Açu e Upanema confirma isso. Não encontrei nesta região, ao oeste do rio Açu, uma localidade fossilífera que documentasse idade mais recente (senoniana ou maestrichtiana). As localidades desta idade mais recente, assinaladas por Kegel situam-se, exclusivamente, na região de Macau.

É digno de nota que além do Turoniano inferior foram encontradas apenas camadas fossilíferas do Senoniano superior e Maestrichtiano. Até agora nenhuma ocorrência de Turoniano superior ou de Coniaciano ou de Santoniano foi determinada. Parece que o calcário Jandaíra à primeira vista homogêneo e constituído de uma seqüência contínua, abrange dois complexos separados, um complexo inferior, do Turoniano inferior e um superior, do Senoniano superior, entre os quais tinha uma interrupção. Aparentemente, a chapada calcária ao oeste do rio Açu é constituída, apenas, pelo complexo inferior.

Na capa do complexo inferior da região Mossoró ocorre uma fácies lagunar de argilas e margas com intercalação de camadas gipsíferas. A fauna dos moluscos nestas camadas superiores é muito reduzida. Ocorrem escamas e dentes de peixes e intercalam-se argilas com conchostráceos. É a fácies de uma regressão do mar, ao fim do complexo inferior (Turoniano inferior). Esta ocorrência confirma que o calcário Jandaíra encerra duas unidades estratigráficas autônomas e que havia uma interrupção da sedimentação marinha. Denomino o complexo inferior que representa o Turoniano inferior de formação Sebastianópolis; pois na região da vila dêste nome, êste complexo inferior é muito bem exposto com muitos afloramentos fossilíferos, e também a capa lagunar, gipsífera, apresenta-se nesta mesma região tipicamente desenvolvida.

A formação Sebastianópolis representa um equivalente stratigráfico das formações Sapucari e Beberibe. Litologicamente, a formação assemelha-se mais a formação Sapucari do que a formação Be-



beribe, pois se trata de uma formação exclusivamente calcária. Não ocorre calcário maciço, análogo ao calcário Laranjeiras. Todos os calcários são estratificados; a estratificação pode ser mais distinta ou menos pronunciada, e é, às vezes, mais fina, outras vezes, mais grosseira. O calcário pode ser homogêneo ou mais ou menos noduloso ou detrítico; muitas vezes intercalam-se bancos de lumachella. Às vezes o calcário é mais puro, outras vezes mais argiloso. W. Kegel caracterizou os tipos principais de calcário. O caráter litológico do calcário demonstra que se trata de sedimento de água rasa, em geral de ambiente litorâneo.

Isso é confirmado pelas associações fósseis, caracterizadas por acumulações locais, muitas vezes de tipos selecionados, de modo que as associações fósseis sublinham e acentuam a variedade faciológica. Os calcários puros e homogêneos apresentam-se, muitas vezes, em forma de calcário de **Nerinea**. Os calcários detríticos contêm muitas vezes, conchinhas de lamelibrânquios e gastrópodes pequenos, respectivamente acumulações de fragmentos de conchas. Nos calcários argilosos e nodulosos observam-se associações de grandes gastrópodes (**Tylostoma** e **Trochactaeon**). Outros calcários caracterizam-se pela abundância de equinóides; ocorrem bancos de **Hemiaster** e Phymosomatidae, enquanto outros bancos encerram principalmente **Phyllobrissus**. De vez em quando intercalam-se bancos de **Ostrea**. Muito característicos são bancos, de vez em quando intercalados, cheios de tubos de animais perfuradores. Só ocasionalmente ocorrem associações mais variadas, por exemplo em Gangorrinha perto da vila de Sebastianópolis. Predominam as associações selecionadas.

Tôda a fauna caracteriza-se pela falta quase absoluta de amonóides. Além da localidade de Aracati, na qual **Hoplitoides** representa a componente típica da associação, não encontrei qualquer localidade de amonóides. Entre milhares e milhares de fósseis, coletados em tôda a área da chapada ao oeste do rio Açu, achei apenas um exemplar pequeno e mal conservado de **Phylloceras**, ao norte da cidade de Açu. A própria fauna é quase exclusivamente de gastrópodes, lamelibrânquios e equinóides. Além disso os briozoários e Serpulidae desempenham um certo papel.

A fauna dos gastrópodes caracteriza-se pelo rico desenvolvimento dos Nerineidae, cujos representantes se encontram em quase tôdas as localidades e ocasionalmente constituem verdadeiros calcários de **Nerinea**. Achei diversas espécies dos gêneros **Aptyxiella**, **Nerinella**, **Nerinea** e **Ptygmatis**. Outro componente típico é constituído pelos Actaeonidae, representados por 3 espécies de **Trochactaeon**, das quais uma foi descrita por Maury, enquanto as duas outras são novas. Os Naticidae constituem o terceiro grupo característico da fauna. São representados por três espécies de grande tamanho de **Tylostoma**, e uma nova

espécie de **Lunatia**. Muitos moldes internos de Naticidae de menor porte, representantes de diversos tipos, não são bem determináveis. Além destes três grupos predominantes ocorrem alguns gêneros dos Cerithiidae, algumas espécies dos **Turritella**, algumas espécies novas dos Aporrhaidae, uma espécie dos Neritidae (**Lyosoma**), já descrita por Maury, e, finalmente, uma nova espécie dos Volutidae (**Voluto-morpha**).

A fauna dos lamelibrânquios é bem variada. **Inoceramus labiatus** é raro, mas importante como fóssil-guia. Lamelibrânquios relativamente raros são os Mytilidae, representados por uma nova espécie de **Mytilus** e uma de **Brachyodontes**. Achei duas novas espécies de **Plagiostoma** (Limidae) e duas novas espécies, muito típicas de **Plicatula**. Bem representados são os Veneridae com diversos tipos não determináveis, devido à conservação em forma de moldes internos. Encontrei mais alguns moldes de conservação precária que pertencem provavelmente aos Crassatellidae e aos Cyprinidae.

Porém as duas famílias absolutamente predominantes na fauna de lamelibrânquios são os Ostreidae e os Cardiidae. Nos bancos mais inferiores da formação Sebastianópolis, nas camadas de transição entre o arenito Açu e o calcário, uma espécie muito típica e nova de **Lopha** é muito comum. No próprio calcário **Ostrea pendenciana** Maury constitui ocasionalmente bancos de **Ostrea**. Mais uma espécie de grande porte — uma espécie não assinalada por Maury — é muito comum e mais típica do que **pendenciana**. Além disso achei mais 4 novas espécies, menos freqüentes. Todas estas espécies são bem caracterizadas não obstante a grande variabilidade. Os Cardiidae são representados por algumas espécies já descritas por Maury, cujas descrições e determinações não satisfazem plenamente. Todas as espécies pertencem ao grupo do gênero **Trachycardium**.

O terceiro elemento característico da fauna é constituído pelos equinóides. Os Phymosomatidae são representados por dois tipos recentemente descritos, respectivamente redescritos por M. E. Marchesini Santos, uma espécie de **Phymosoma** e uma de **Rachiosoma**, as duas muito freqüentes. Dos Holoctypidae achei uma espécie rara de **Caenholoctypus** (nova espécie). **Catopygus**, representado por uma espécie assinalada já por Maury, é também uma espécie relativamente rara, enquanto o gênero **Phyllobrissus** — uma espécie nova até agora não registrada — é um elemento muito comum e típico, principalmente nas camadas mais inferiores. Encontrei bancos cheios deste pequeno equinóide. Os representantes dos Hemiasteridae aparecem quase sempre associados aos Phymosomatidae; encontrei duas espécies, as duas freqüentes; diferem tipicamente de **Hemiaster jacksoni** da formação Sapucari.

Tôda a fauna e o modo de ocorrência confirmam que o ambiente era de água rasa, litorânea e agitada. O fenômeno mais importante é que os amonóides faltam quase completamente. Este comportamento indica uma situação geográfica, um pouco análoga à da formação Beberibe; isto é, uma zona litorânea pela qual não passaram as correntes oceânicas, transportadoras de conchas flutuantes, e que era situada em uma baía. Porém a fauna de equinóides e moluscos documenta salinidade marinha absolutamente normal. O intercâmbio faunístico e de água entre o oceano aberto e a baía era tão intenso que foi capaz de manter uma salinidade normal. Por causa destas condições ecológicas a fauna da formação Sebastianópolis não pode ser comparada com a de Beberibe. Os elementos típicos de Beberibe, principalmente **Tellina** e **Corbula**, faltam completamente em Sebastianópolis, do mesmo modo que os elementos típicos de Sebastianópolis, os equinóides, Actaeonidae, Nerineidae, Naticidae, Ostreidae etc. não ocorrem em Beberibe.

É muito mais interessante e importante que, também, as faunas das formações Sapucari e Sebastianópolis diferem fundamentalmente, não obstante as mesmas condições ecológicas nas duas formações — água marinha, bem movimentada, de salinidade normal com muito pequena profundidade (zona litorânea) —. Além da espécie comopolita **Inoceramus labiatus** — aliás comum em Sapucari e rara em Sebastianópolis — não há nenhuma espécie comum às duas formações.

**Hemiaster jacksoni** Maury ocorre, conforme aquela autora, nas duas formações; M. E. Marchesini Santos — em recente revisão de **Hemiaster jacksoni** — confirmou a opinião de Maury. Coletei na formação Sapucari centenas de exemplares de **H. jacksoni**, bem conservados, que permitem uma análise completa dos caracteres da espécie e da variação. Do mesmo modo coletei centenas de exemplares de **Hemiaster** na formação Sebastianópolis, em diversas localidades da região de Sebastianópolis, Upanema, Açu, às vezes bem conservados. Ocorrem duas espécies do gênero, bem definidas e distintas, mas nenhuma delas pode ser identificada com **H. jacksoni** da formação Sapucari. Maury tinha assinalado além de **H. jacksoni** mais duas espécies na região de Sebastianópolis (**Hemiaster sancti-sebastiani** e **H. rioupanemensis**), as duas espécies baseadas em exemplares mal conservados e deformados, de modo que é praticamente impossível identificá-las. Uma das duas espécies do meu material é aliada a **H. texanus** Roemer, a outra parece ser idêntica ao tipo precário de **H. sancti-sebastiani**.

É digno de nota, quanto aos lamelibrânquios que — além do rico desenvolvimento das **Ostrea** em Sebastianópolis, que faltam em Sapucari — os Cardiidae em Sapucari são representados por **Fragum**, gê-

nero típico do Cretáceo superior do oceano Atlântico do Sul, enquanto em Sebastianópolis são representados por **Trachycardium**. **Liopistha**, gênero representado em Beberibe e Sapucari por duas espécies diferentes, falta em Sebastianópolis completamente. O gênero **Trigonarca**, muito típico e comum em todo o Cretáceo superior do oceano Atlântico do Sul, representado por duas espécies em Sapucari, falta absolutamente em Sebastianópolis.

Conforme os conhecimentos atuais, a fauna de gastrópodes na formação Sapucari e do mesmo modo na formação Beberibe, é pobre. Na formação Sebastianópolis encontramos grande quantidade de grandes gastrópodes; os Nerineidae, elemento muito típico, faltam completamente no Turoniano sul-atlântico. As espécies de **Trochactaeon** e de **Tylostoma**, que ocorrem em Sebastianópolis, são muito diferentes, não somente das da formação Sapucari, mas de toda a região sul-atlântica.

Enquanto as associações fósseis das formações Sapucari e Beberibe, não obstante as grandes diferenças ecológicas, pertencem zoogeograficamente à região atlântica do sul, a associação fóssil da formação Sebastianópolis apresenta um caráter diferente pela falta de todos os elementos característicos da zona atlântica do sul. A fauna desta zona é no Brasil a das formações turonianas de Beberibe e Sapucari e na África ocidental a das formações turonianas de Nigéria, Cameroon, Gabon e Angola e caracteriza-se, em todas estas regiões, por associações, semelhantes entre si e semelhantes às faunas turonianas da África do Sul, de Madagascar e da península da Índia. Os oceanos Índico e Atlântico do sul representam no Cretáceo uma província zoogeográfica bem caracterizada. A fauna da formação Sebastianópolis não contém qualquer elemento desta província, mas assemelha-se, principalmente pelo desenvolvimento dos equinóides, dos Ostreidae, dos Cardiidae, dos Nerineidae e dos Cerithiidae, às associações fósseis do Cretáceo superior da América Central, do Texas e do México.

Zoogeograficamente, portanto, o Oceano Atlântico abrangia, no Turoniano, duas províncias bem diferentes, uma atlântica do sul e uma atlântica do norte. Aparentemente não existiam entre elas relações e possibilidades de intercâmbio faunístico. A área do sul estendia-se, para o norte, até uma linha aproximadamente Pernambuco — Nigéria. O Turoniano do Rio Grande do Norte pertencia à área do norte.

### 5. Conclusões paleogeográficas.

A diferença fundamental das associações fósseis nas formações Sapucari e Sebastianópolis, não obstante as mesmas condições ecológicas, indica que não houve possibilidade de intercâmbio faunístico.

Atualmente, as duas formações situam-se ao longo da mesma costa oceânica e tal situação deveria favorecer um intercâmbio dos organismos litorâneos, como acontece hoje em dia. Ao contrário disso observamos no turoniano uma falta de intercâmbio entre Sergipe e Rio Grande do Norte, porém um intercâmbio pronunciado através do oceano entre as formações Beberibe e Sapucari e as formações equivalentes de Nigéria, Cameroon e Angola. E êste intercâmbio através do oceano refere-se aos elementos litorâneos.

Considerando-se estas relações e o caráter particular da formação Beberibe, é muito provável que o Turoniano de Sergipe — Beberibe era separado do do Rio Grande do Norte por uma ligação terrestre dos continentes africano e sul-americano, que se estendia aproximadamente entre Pernambuco-Paraíba do Norte e Nigéria. E verdadeiramente, no litoral de Pernambuco ao norte de Recife e na Paraíba do Norte e no sul do Rio Grande do Norte, o Campaniano-Maestrichtiano repousa diretamente sôbre o embasamento cristalino, do mesmo modo que no outro lado do oceano, as ocorrências turonianas de Cameroon, terminam ao leste de Nigéria, mais para oeste (Nigéria ocidental, Costa do Ouro etc.) o Maestrichtiano repousa sôbre o cristalino. A extensão das diversas formações do Cretáceo superior nos dois lados do Oceano Atlântico confirma o comportamento zoogeográfico: O oceano Atlântico do Sul era separado do oceano Atlântico do Norte, durante o Turoniano, por uma ligação terrestre entre Pernambuco-Paraíba e a costa de Guiné. Ao longo da costa meridional desta ligação pôde realizar-se um intercâmbio dos elementos litorâneos dos dois lados do oceano Atlântico do Sul. A formação Beberibe representaria dêsse modo, uma baía mais ou menos fechada na extremidade setentrional do Atlântico do Sul. Mais ao leste o Atlântico do Sul tinha uma ligação marinha com a região mediterrânea através da África ocidental como mostram as ocorrências turonianas no Sahara, uma ligação confirmada, também, zoogeograficamente, por certas relações faunísticas do Turoniano de Gabon-Cameroon com a fauna mediterrânea.

No Turoniano, portanto, os oceanos Atlântico do Sul e Atlântico do Norte eram ainda separados; a partir do Senoniano superior esta ligação terrestre entre os continentes sul-americano e africano desapareceu e o oceano Atlântico tomou a configuração atual, como mostram a extensão e as associações faunísticas do Campaniano e Maestrichtiano.

#### BIBLIOGRAFIA

- BENDER, Fr., 1959. *Zur Geologie des Kuesten-Beckens von Sergipe, Brasilien.* — Geol. Jahrb. vol. 77. pag. 1. Hannover.

- BEURLEN, K., 1961. *Einige Beobachtungen ueber die Verbreitung gekammerter Cephalopoden Gehaeuse*. — Neues Jahrb. Geologie und Palaeontologie, Monatshefte, ano 1961, pag. 6. Stuttgart.
- , 1961. *Die Kreide im Kuestenbereich von Sergipe bis Paraíba do Norte (Brasilien)*. — Zeitschr. Deutch. Geol. Gess., Stuttgart.
- , 1961. *Die palaeogeographische Entwicklung des suedatlantischen Ozeans*. — Acta Leopoldina. Halle/Saale.
- KEGEL, W., 1957. *Contribuição ao estudo da bacia Costeira do Rio Grande do Norte*. — DNPM, Div. Geologia Mineralogia, Bol. n.º 157. Rio de Janeiro.
- , 1958. *Um novo membro fossilifero da formação Itamarucá (Cretáceo Superior) Pernambuco*. — Acad. Brasil. Ciências Anais, vol. 29. Rio de Janeiro.
- MAURY, C. J., 1924. *Fósseis terciários do Brasil, com descrição de novas formas cretácicas*. — Serv. geológ. mineralóg. Brasil, Monografia n.º 4. Rio de Janeiro.
- , 1934. *Fossil Invertebrates from northeastern Brasil*. — Amer. Museum Natur. Hist. Bull. n.º 67. New York.
- , 1936. *O Cretáceo de Sergipe*. — Serv. geológ. mineralóg. Brasil, Monografia n.º 11. Rio de Janeiro.
- MORAIS, Luc. J. de, 1928. *Estudos geológicos no Estado de Pernambuco*. Serv. geológ. mineralóg. Brasil, Bol. n.º 32. Rio de Janeiro.
- SANTOS, M. E. e CUNHA, F. L. S., 1959. *Sôbre Hemiaster jacksoni e outros equinóides do Cretáceo brasileiro*. — DNPM, Divisão Geologia Mineralogia, Bol. n.º 186. Rio de Janeiro.
- SANTOS, M. E. M., 1960. *Equinóides cretácicos do Rio Grande do Norte*. — DNPM, Div. Geologia Mineralogia, Bol. n.º 189. Rio de Janeiro.
- WHITE, Ch. A., 1887. *Contribuição à Palaeontologia do Brasil*. — Mus. Nacional Rio de Janeiro, Arquivos vol. 7 — Rio de Janeiro.