



Karina Estevez Marques

**ANÁLISE PALEOECOLÓGICA E PALEOBIOGEOGRÁFICA COM
BASE EM RADIOLÁRIOS DO CAMPANIANO-MAASTRICHTIANO NA
BACIA DE SANTOS**

**Trabalho Final de Curso
(Geologia)**

UFRJ
Rio de Janeiro
2013



UFRJ

Karina Estevez Marques

**ANÁLISE PALEOECOLÓGICA E PALEOBIOGEOGRÁFICA COM BASE EM
RADIOLÁRIOS DO CAMPANIANO-MAASTRICHTIANO NA BACIA DE SANTOS**

Trabalho Final de Curso de Graduação em Geologia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, apresentado como requisito necessário para obtenção do grau de Geólogo.

Orientadores:

Dr. João Graciano Mendonça Filho
Dra. Valesca Maria Portilla Eilert

KARINA, Estevez Marques
**ANÁLISE PALEOECOLÓGICA E
PALEOBIOGEOGRÁFICA COM BASE EM
RADIOLÁRIOS DO CAMPANIANO-MAASTRICHTIANO
NA BACIA DE SANTOS** / Karina Estevez Marques - Rio
de Janeiro: UFRJ / IGeo, 2013.

xi, 63 p.: il.; 30cm

Trabalho Final de Curso (Geologia) – Universidade
Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências,
Departamento de Geologia, 2013.

Orientadores: Prof. Dr. João Graciano Mendonça Filho,
e Dr^a. Valesca Maria Portilla Eilert

1. Geologia. 2. Paleontologia e Estratigrafia – Trabalho
de Conclusão de Curso. I. João Graciano Mendonça Filho;
Valesca Maria Portilla Eilert. II. Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de
Geologia. III. Título.

Karina Estevez Marques

**ANÁLISE PALEOECOLÓGICA E PALEOBIOGEOGRÁFICA COM BASE EM
RADIOLÁRIOS DO CAMPANIANO-MAASTRICHTIANO NA BACIA DE SANTOS**

Trabalho Final de Curso de Graduação em Geologia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, apresentado como requisito necessário para obtenção do grau de Geólogo.

Orientadores:

Prof. Dr. João Graciano Mendonça Filho (UFRJ)

Dr^a. Valesca Maria Portilla Eilert (UFRJ)

Aprovada em: 21.08.2013

Por:

Orientador: Prof. Dr. João Graciano Mendonça Filho (UFRJ)

Orientadora: Dr^a. Valesca Maria Portilla Eilert (UFRJ)

Marta Cláudia Viviers (BPA-CENPES/PETROBRAS)

Denize Santos Costa (BPA-CENPES/PETROBRAS)

Aos meus pais, Luiz Augusto e Leila Maria, às
minhas irmãs, Aline Ethel e Marianna, e ao
meu namorado Bernardo.

Agradecimentos

À Petrobras pela concessão das amostras de calha do poço estudado.

Ao LAFO pelo apoio laboratorial.

Ao meu orientador Prof. Dr. João Graciano Mendonça Filho pelo auxílio técnico-científico que possibilitou a execução desse trabalho.

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Valesca Maria Portilla Eilert por me apresentar e por passar ensinamentos sobre o fantástico mundo dos radiolários, além da extrema paciência e dedicação durante a realização deste trabalho.

A todos os meus amigos do Projeto PRORAD: Thays Fidalgo, Camilla Santos, Síria Costa, Daiana Martins, João Schuh e Nádia Passos, por toda força, além das discussões, sugestões e auxílio na edição das imagens e tabelas sem os quais o trabalho não teria sido o mesmo.

Aos meus pais, Luiz e Leila, às minhas irmãs, Aline Ethel e Marianna, e ao meu namorado, Bernardo, por todo amor, apoio e dedicação, pois se eles não acreditassem em mim essa vitória não teria sido possível e eu não seria a pessoa que eu sou hoje.

A todos os meus amigos geólogos ou não, principalmente ao Caio Almeida, Fernanda Cardia, Tainara Freitas, Thamara Alves e Paula Adler por todos esses incríveis quatro anos de faculdade.

Resumo

MARQUES, Karina Estevez Marques. **Análise paleoecológica e paleobiogeográfica com base em radiolários do Campaniano-Maastrichtiano na Bacia de Santos**. 2013. xi, 63 f. Trabalho Final de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

A ocorrência e a distribuição dos radiolários nas rochas e sedimentos marinhos estão relacionadas a uma série de fatores ambientais que influenciam as biocenoses e/ou atuam nas associações fósseis. Estudos que estão sendo realizados em poços perfurados nas bacias da margem continental leste brasileira registram a ocorrência dos radiolários de forma descontínua. Neste estudo foram analisados os fatores mais importantes que podem ser responsáveis pela flutuação do número de radiolários presentes em três diferentes intervalos encontrados na seção Campaniano-Maastrichtiano do poço BS-IA. Para isso foram utilizadas 73 amostras de calha da Bacia de Santos. Observou-se que o grau de preservação, a riqueza e a diversidade dos radiolários recuperados nas amostras aumentavam em direção ao topo da seção estudada, o que pode ser correlacionado com as variações do nível do mar ocorridas no final do Neocretáceo. Acredita-se que havia sílica disponível no ambiente marinho profundo da bacia, pois os radiolários puderam existir e se preservar, e que esse nutriente decorria mais provavelmente da erosão e intemperismo de rochas continentais do que de vulcanismo. O fato dos intervalos B e C do poço terem maior grau de preservação e riqueza sugere a ocorrência de ressurgência. Além disso, verificou-se que as associações de espécies termófilas e cosmopolitas encontradas neste poço são muito semelhantes às encontradas na Rússia e no Japão, inferindo que as correntes marinhas que circulavam no Atlântico Sul, na Rússia e no Japão eram de águas quentes.

Palavras-chave: Radiolários; Paleoecologia; Paleobiogeografia; Bacia de Santos; Neocretáceo.

Abstract

MARQUES, Karina Estevez Marques. **Paleobiogeographic and paleoecological analysis based on the Campanian-Maastrichtian radiolarians in the Santos Basin.** 2013. xi, 63 f. Trabalho Final de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

The occurrence and distribution of radiolarians in rocks and marine sediments are related to several environmental factors that influence the biocenoses and / or act in the fossil assemblages. Studies being carried out in the eastern Brazilian continental margin basins record the discontinuous occurrence of radiolarians in all wells already examined. In this study were analyzed the most important factors that may be responsible for the fluctuating numbers of radiolarians present in three different depths intervals found in well BS-IA. For this purpose, were used 73 samples obtained from the Santos basin well. It was observed that the radiolarians degree of preservation, richness and diversity increased towards the well top samples, which can be correlated with changes in sea level that occurred at the end of the Upper Cretaceous. It is believed that silica was available in deep marine basin, since the radiolarians could exist and be preserved, and that this nutrient was most probably provided by weathering and subsequent erosion of continental rocks than by volcanism. The fact that the upper part of the well presents a higher degree of preservation and richness suggests the occurrence of upwelling. Furthermore, it was assured that the radiolarian fauna found in this well is very similar to that found in Russia and Japan, and that such assemblage is formed by warm water and cosmopolitan species, inferring that the marine currents circulating in the South Atlantic, around Russia and Japan were characterized by warm waters.

Key-Words: Radiolarians; Paleoecology; Paleobiogeography; Santos Basin; Upper Cretaceous.

Lista de figuras

Figura 1 - Mapa de localização do poço BS-IA na Bacia de Santos (Modificado de Google Earth, 2013).	5
Figura 2 - Perfil litológico do poço BS-IA, Bacia de Santos.	10
Figura 3 - Associação entre o Perfil litológico completo e a análise quantitativa, mostrando os intervalos selecionados.	35
Figura 4 - Associação entre o Perfil litológico e a Análise quantitativa no intervalo A do poço BS-IA, Bacia de Santos.	36
Figura 5 - Associação entre o Perfil litológico e a Análise quantitativa no intervalo B do poço BS-IA, Bacia de Santos.	37
Figura 6 - Associação entre o Perfil litológico e a Análise quantitativa no intervalo C do poço BS-IA, Bacia de Santos.	38
Figura 7 - Tendência da oscilação do nível do mar no Cretáceo (Modificado de Arthur <i>et al.</i> , 1986).	39
Figura 8 - Mapa climático do Neocretáceo (Modificado de www.scotese.com/lcretcli.htm).	43

Lista de tabelas

Tabela 1 - Correlação entre as amostras do Poço BS-IA com o quarteamento e o grau de preservação dos radiolários.....	12
Tabela 2 - Distribuição bioestratigráfica das espécies de radiolários.....	34
Tabela 3 - Distribuição Paleobiogeográfica das espécies de radiolários nos Continentes e Oceanos.....	42

Sumário

Agradecimentos	v
Resumo.....	vi
Abstract	vii
Lista de figuras.....	viii
Lista de tabelas	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS E METAS	2
3. GENERALIDADES SOBRE OS RADIOLÁRIOS POLYCYSTINA.....	3
4. TRABALHOS PRÉVIOS	4
5. ÁREA DE ESTUDO – BACIA DE SANTOS.....	5
5.1. Localização	5
5.2. Origem e evolução tectônica	6
5.3. Contexto litoestratigráfico	7
6. MATERIAIS E MÉTODOS.....	9
6.1. Amostragem	9
6.2. Litologia	9
6.3. Técnicas de processamento químico	11
6.4. Quarteamento das amostras e triagem dos microfósseis.....	11
6.5. Fotomicrografias	13
6.6. Revisão das espécies de radiolários	14
7. RESULTADOS	15
7.1. Revisão das espécies.....	15
7.2. Revisão da bioestratigrafia.....	32
7.3. Considerações Paleoecológicas	33
7.4. Considerações Paleobiogeográficas	40
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
9. RECOMENDAÇÕES	46

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS47

ANEXO

1. INTRODUÇÃO

Radiolários são protistas marinhos holoplanctônicos que apresentam esqueleto composto, na sua forma original, por sílica amorfa hidratada (opala), e que possuem ampla distribuição geográfica e temporal. São utilizados como indicadores ecológicos e hidrológicos devido as suas preferências ambientais bem definidas. Logo após a morte destes microrganismos, o esqueleto sofre transformações que iniciam com o deslocamento na coluna d'água e continuam ao longo das etapas de sedimentação e diagênese. Dependendo de alguns fatores, tais como: as características químicas da água, temperatura e pressão durante o soterramento, o esqueleto pode ser dissolvido total ou parcialmente ou se preservar (Eilert *et al.*, 2004).

Sob determinadas condições ambientais, a opala é instável e, para que haja a preservação do esqueleto pode ocorrer substituição da opala por outros minerais (pirita, esmectita, calcita) ou recristalização da sílica biogênica, alterando a opala original para fases mineralógicas cada vez mais estáveis: opala A', tridimita, cristobalita, calcedônia até quartzo (De Wever *et al.*, 2001). Devido a isso, os radiolários podem se preservar até mesmo em grandes profundidades, o que ocasionou o interesse pelo estudo destes microfósseis pela indústria petrolífera, devido ao fato de que a exploração de hidrocarbonetos vem avançando para águas cada vez mais profundas, onde os radiolários, ao contrário de outros grupos de microfósseis, não apresentam limitação de ocorrência (Eilert *et al.*, 2011).

Nos últimos anos, estudos já concluídos, realizados com base em radiolários nas bacias sedimentares brasileiras, juntamente com outras pesquisas que estão sendo realizados no âmbito do Projeto PRORAD, enfocam basicamente análises sistemática e bioestratigráfica dos radiolários do Cretáceo e Paleógeno (Eilert *et al.*, no prelo; Eilert *et al.*, 2011; Eilert *et al.*, 2010; Eilert *et al.*, 2008; Eilert *et al.*, 2007), além da análise diagenética dos esqueletos (Fidalgo *et al.*, 2011 e Fidalgo, 2009). No entanto, pouco tem sido abordado sobre análises paleoecológicas e paleobiogeográficas com base nesses microfósseis, sendo que este tipo de estudo também tem grande importância para desvendar a história geológica das bacias. Por esta razão, o presente trabalho foi desenvolvido considerando-se a relevante contribuição destes resultados prévios baseados nestes dois últimos enfoques (paleoecologia e paleobiogeografia) para a melhor compreensão da ocorrência e distribuição dos radiolários nos poços estudados nas bacias da margem leste brasileira.

2. OBJETIVOS E METAS

O principal objetivo deste trabalho foi analisar as causas da ocorrência descontínua dos radiolários nos poços previamente estudados nas bacias brasileiras. Partindo deste objetivo, foi escolhido o poço BS-IA no intervalo de 2772m a 3420m, e então foram estabelecidas seguintes metas a serem cumpridas para que este pudesse ser atingido:

- Revisar a identificação das espécies do intervalo Campaniano-Maastrichtiano (2772m - 3420m), no poço BS-IA, através de sistemas taxonômicos mais atuais;
- Revisar a distribuição estratigráfica das espécies;
- Relacionar a ocorrência dos radiolários com a profundidade, idade, litologia e grau de preservação dos esqueletos;
- Reconhecer os fatores ambientais e as características dos ambientes de sedimentação que influenciaram na distribuição dos radiolários;
- Identificar possíveis mudanças ambientais que condicionaram a ocorrência de radiolários na área de estudo, por correlação com estudos anteriores.

3. GENERALIDADES SOBRE OS RADIOLÁRIOS POLYCYSTINA

Os radiolários são microrganismos unicelulares, holoplanctônicos, exclusivamente marinhos, solitários ou coloniais, pertencentes ao reino Protista e à classe Actinopoda. Dividem-se em duas superordens: Polycystina e Phaeodaria. Porém, neste trabalho, apenas os representantes da superordem Polycystina foram encontrados.

O seu registro fóssil é o endoesqueleto, constituído originalmente por sílica amorfa hidratada (opala) e com dimensão em média entre 0,05 e 0,25mm, sendo encontrados em rochas com idades desde o Cambriano Médio até o Recente (De Wever *et al.*, 2001).

Estes microrganismos ocorrem em todos os oceanos e em todas as zonas climáticas (da região equatorial até as polares), porém a maior diversidade e maior número de espécies ocorre na região tropical. Sua abundância diminui em direção aos polos, com o hemisfério sul tendo mais espécies que o hemisfério norte (De Wever *et al.*, 2001). Podem ser encontrados em águas neríticas e oceânicas, desde a superfície até as profundidades abissais (Eilert *et al.*, 2004).

Os principais depósitos ricos em radiolários são as vasas de radiolários, radiolaritos, *cherts*, diatomitos e folhelhos silicosos. Podem ser encontrados também em siltitos, carbonatos, nódulos silicosos e fosfáticos.

Devido à ampla distribuição espacial e temporal, esses organismos podem ser utilizados para a resolução de diversos problemas geológicos. Inúmeras espécies são excelentes indicadoras de parâmetros ecológicos e hidrológicos (salinidade, temperatura, profundidade e fertilidade dos oceanos), já que apresentam preferências ecológicas bem definidas (Eilert *et al.*, 2004).

Além disso, são utilizados para estudos de depósitos de águas profundas (600-2000m) e ultraprofundas (acima de 2000m), pois, ao contrário dos microfósseis carbonáticos, os radiolários ultrapassam a Zona de Compensação de Carbonato de Cálcio (4000-4500m), já que o esqueleto destes microfósseis é constituído por opala.

4. TRABALHOS PRÉVIOS

Ao contrário da reconhecida potencialidade dos radiolários para a bioestratigrafia, a literatura micropaleontológica apresenta um reduzido número de referências quanto a análises paleoecológicas e paleobiogeográficas. Há alguns trabalhos que registram apenas a ocorrência dos radiolários nas bacias sedimentares brasileiras, outros somente identificam algumas espécies sem aprofundar o seu estudo (Eilert, 2001a).

De acordo com Dias-Brito (1995), foram feitos estudos com microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura (MEV) em amostras do Mesocretáceo da Bacia de Santos. Como resultado de tais estudos, foram encontrados radiolários nasselários e espumelários associados a foraminíferos e pitonelóides em rochas carbonáticas, indicando ambientes neritoceânicos.

Baecker-Fauth (2009) estudou os radiolários presentes no intervalo Coniaciano-Campaniano do oceano Atlântico equatorial e sul, visando obter dados de bioestratigrafia e de paleoecologia da região. Pode-se concluir neste trabalho que no Atlântico equatorial, devido à riqueza e à boa preservação dos microfósseis de idade Eo- ao Mesocampaniano, ocorrem águas com alta produtividade orgânica e deposição abaixo da zona de compensação de carbonato de cálcio. Já no Atlântico sul ocorre uma fauna menos diversificada, que pode ser resultado da influência do ambiente deposicional, caracterizado por depósitos turbidíticos.

Empson-Morin (1984) determinou as características das populações de radiolários diagnósticas das zonas biogeográficas do Campaniano em amostras de muitos *sites* do Deep Sea Drilling Project (DSDP). Observou-se que a composição da fauna possui três tipos básicos de variação em resposta ao ambiente: morfotipos presentes, diversidade e abundância. Além disso, verificou que a diversidade variava diretamente com a profundidade, inversamente com a latitude e que a abundância é influenciada pela produtividade localizada e pelas taxas de sedimentação.

5. ÁREA DE ESTUDO – BACIA DE SANTOS

5.1. Localização

A Bacia de Santos situa-se na região sudeste da margem continental brasileira, entre os paralelos 23° e 28° sul, ocupando cerca de 350.000km² (Moreira *et al.*, 2007), dos quais 200.000km² encontram-se em lâminas d'água até 400m e 150.000km² entre as cotas de 400 e 3.000m, localizando-se completamente sob as águas do Oceano Atlântico (Mohriak, 2003). Abrange o litoral Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e norte de Santa Catarina, limitando-se a norte, com a Bacia de Campos, por uma estrutura geológica chamada Alto de Cabo Frio, a sul, com a Bacia de Pelotas pelo Alto de Florianópolis (Figura 1). A leste, a Bacia de Santos estende-se até o limite oriental do Platô de São Paulo, que é marcado por uma terminação abrupta dos depósitos de sal.

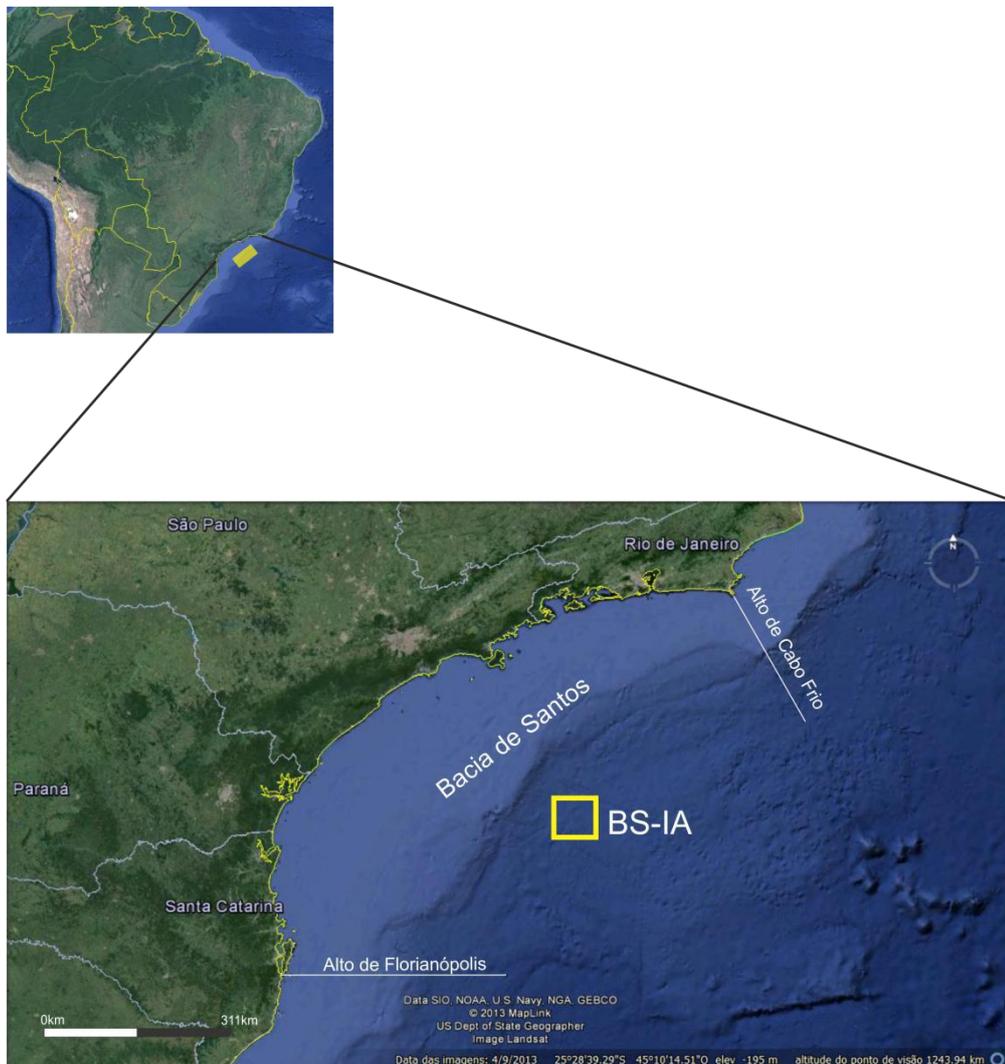


Figura 1 - Mapa de localização do poço BS-IA na Bacia de Santos (Modificado de Google Earth, 2013).

5.2. Origem e evolução tectônica

O Brasil é um país com uma das maiores extensões de margem continental do mundo, englobando diversos segmentos com bacias sedimentares que possuem características geológicas distintas e diferentes graus de conhecimento do potencial exploratório (Mohriak, 2003).

Tais bacias sedimentares tem origem relacionada à fragmentação e separação, há 150Ma, de um supercontinente conhecido como Gondwana, que englobava, além da América do Sul e da África, o continente Antártico, a Austrália, a Índia e Madagascar (Relatório IPT).

No fim do Neojurássico / início do Eocretáceo, o Gondwana Oeste começou a se fragmentar na parte sul do continente Sul-americano. Essa fragmentação avançou em direção ao norte, alcançando a Margem Equatorial no Neoptiano / Eoalbiano (Chang *et al.*, 1992).

O modelo geral adotado para a quebra deste supercontinente baseia-se em conceitos tectonofísicos propostos por Mohriak (2003), que admite um estiramento litosférico e afinamento da crosta e litosfera, durante a fase rifte, e, posteriormente, uma fase de subsidência termal associada ao resfriamento da anomalia térmica da astenosfera.

Outro modelo adotado para a evolução do Atlântico Sul é proposto por Cainelli & Mohriak (1998), sendo dividida em cinco principais fases com diferentes padrões de tectônica e sedimentação. A primeira fase é marcada pelo início dos processos extensionais com um pequeno soerguimento astenosférico e um soerguimento litosférico, gerando falhas incipientes na crosta superior. A segunda fase corresponde a um aumento do estiramento da litosfera, coincidindo com extrusão de lavas basálticas, acompanhada por grandes falhas que afetam a crosta continental, formando semi-grábens.

Durante a fase seguinte, ocorreu uma intensa extensão litosférica que gerou grandes falhas, ocasionando a rotação dos blocos formados anteriormente. O centro de espalhamento meso-Atlântico foi responsável pela formação de crosta oceânica ao fim do rifteamento. Além disso, neste período também houve episódios de magmatismo continental e oceânico, reativação de grandes falhas e erosão de blocos de rifte por uma discordância regional, separando ambientes de deposição tipicamente continental (lacustrino e fluvial) de ambientes transicionais e marinhos.

Já na quarta fase, sobre a discordância regional anteriormente formada, uma espessura significativa de sedimentos aptianos pouco afetados por falhas é registrada em algumas bacias, constituindo uma sequência de *sag basin*. Tal sequência é coberta por sedimentos evaporíticos no Aptiano Superior, e subseqüentemente, a sedimentação torna-

se predominantemente carbonática, com o período Albiano dominado por plataformas de águas rasas.

Na última fase, há um aumento da paleobatimetria que culmina no fim da deposição carbonática, iniciando uma acumulação de sedimentos marinhos profundos durante o Cenomaniano/Turoniano. Ao final do Neocretáceo, ocorre o soerguimento da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira, gerando um maciço aporte sedimentar na margem sudeste, resultando em uma notável progradação de siliciclásticos, forçando uma regressão marinha.

5.3. Contexto litoestratigráfico

A geologia da Bacia de Santos pode ser genericamente descrita por três unidades geológicas fundamentais: embasamento da bacia, supersequências deposicionais e magmatismo (**Anexo**) (Moreira *et al.*, 2007).

O embasamento cristalino aflorante desta Bacia é encontrado na região de São Paulo e é composto pelo Complexo Costeiro (granitos e gnaisses de idade pré-Cambriana) e por metassedimentos da Faixa Ribeira.

As supersequências deposicionais podem ser divididas em três eventos: Rifte, Pós-Rifte e Drifte (Moreira *et al.*, 2007).

A supersequência **Rifte** é formada durante a evolução da fragmentação do Gondwana, que se propagou de sul para norte. O registro sedimentar dessa fase é caracterizado, na base, por derrames de lavas basálticas da formação Camboriú (130-120Ma) que cobrem discordantemente o embasamento cristalino. Na porção intermediária encontram-se os sedimentos terrígenos da formação Piçarras e na porção superior, sedimentos com fragmentos de conchas da formação Itapema. Essa supersequência constitui as rochas geradoras do pré-sal, pois contém um excelente teor de matéria orgânica.

A supersequência **Pós-Rifte** foi depositada em um ambiente transicional, entre continental e marinho raso. Seu registro é caracterizado por calcários microbiais (calcários estromatolíticos e laminitos microbiais, localmente dolomitizados) intercalados a folhelhos na porção distal da formação Barra Velha, por leques aluviais de arenitos e conglomerados na porção proximal da formação Barra Velha e por carbonatos, anidrita e halita da Formação Ariri (Neoaptiano). O limite entre as formações Barra Velha e Ariri marca a passagem de um ambiente sedimentar clástico/carbonático para um ambiente evaporítico.

A supersequência **Drifte** compreende os sedimentos depositados em ambiente tectônico de margem passiva, quando ocorre subsidência térmica e geração da crosta oceânica entre os continentes Sul-Americano e África, abrangendo toda coluna de sedimentos depositada acima dos evaporitos da formação Ariri. O registro inicial dessa fase é representado por depósitos siliciclásticos da formação Florianópolis e carbonáticos da

formação Guarujá de idade Eo/Mesoalbiano. Posteriormente, esses sedimentos foram recobertos por sistemas transgressivos clástico/carbonáticos da formação Itanhaém (Neo-Albiano ao Eo-Cenomaniano) (Pereira *et al.*, 1986).

Até o Mesoturoniano, devido ao subsequente afundamento da bacia, houve a implantação de um ambiente marinho transgressivo, caracterizado pela formação Itajaí-Açú, sendo seguido por fortes eventos regressivos que correspondem às formações Santos e Juréia, a partir do Maastrichtiano. Isso resultou num avanço da linha de costa em direção ao interior da Bacia (Pereira & Macedo, 1990).

O sistema Iguape/Marambaia representa o registro sedimentar Cenozóico da Bacia, com dominância de plataformas carbonáticas na porção centro-sul e forte influxo de clásticos grosseiros na parte norte. No Pleistoceno, a sedimentação culmina com a deposição de areias e folhelhos da formação Sepetiba (Pereira & Macedo, 1990; Pereira & Feijó, 1994).

O magmatismo da Bacia de Santos, segundo Mizuzaki & Mohriak (1992), é marcado pelos eventos de idade pós-aptiano e pré-albiano. Foram encontrados três eventos Pré-Albianos, sendo eles derrames basálticos associados à formação Camboriú, basaltos subaquosos intercalados na seção rifte e na porção inferior do pós-rifte. Já os eventos Pós-Aptianos ocorreram na forma de cones vulcânicos e diversas fácies vulcanoclásticas durante os andares Albiano, Santoniano, Maastrichtiano, Paleoceno e Eoceno.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

6.1. Amostragem

As amostras de calha utilizadas neste estudo são provenientes do poço BS-IA (2772m – 3420m) perfurado pela Petrobras na porção sudeste da Bacia de Santos. A amostragem deste poço ocorreu em intervalos regulares de 9m e o peso total das amostras que foi destinado a este estudo foi de 50g. Ao total, foram utilizadas 73 amostras neste estudo.

6.2. Litologia

No intervalo estudado do poço BS-IA foram observados folhelhos e argilitos de coloração cinza-escuro, silitos, calcilitos e arenitos turbidíticos (**Figura 2**). Tais litologias compõem a formação Itajaí-Açú e foram depositadas em ambiente de plataforma distal, talude e bacia do Turoniano ao Maastrichtiano (Moreira *et al.*, 2007).

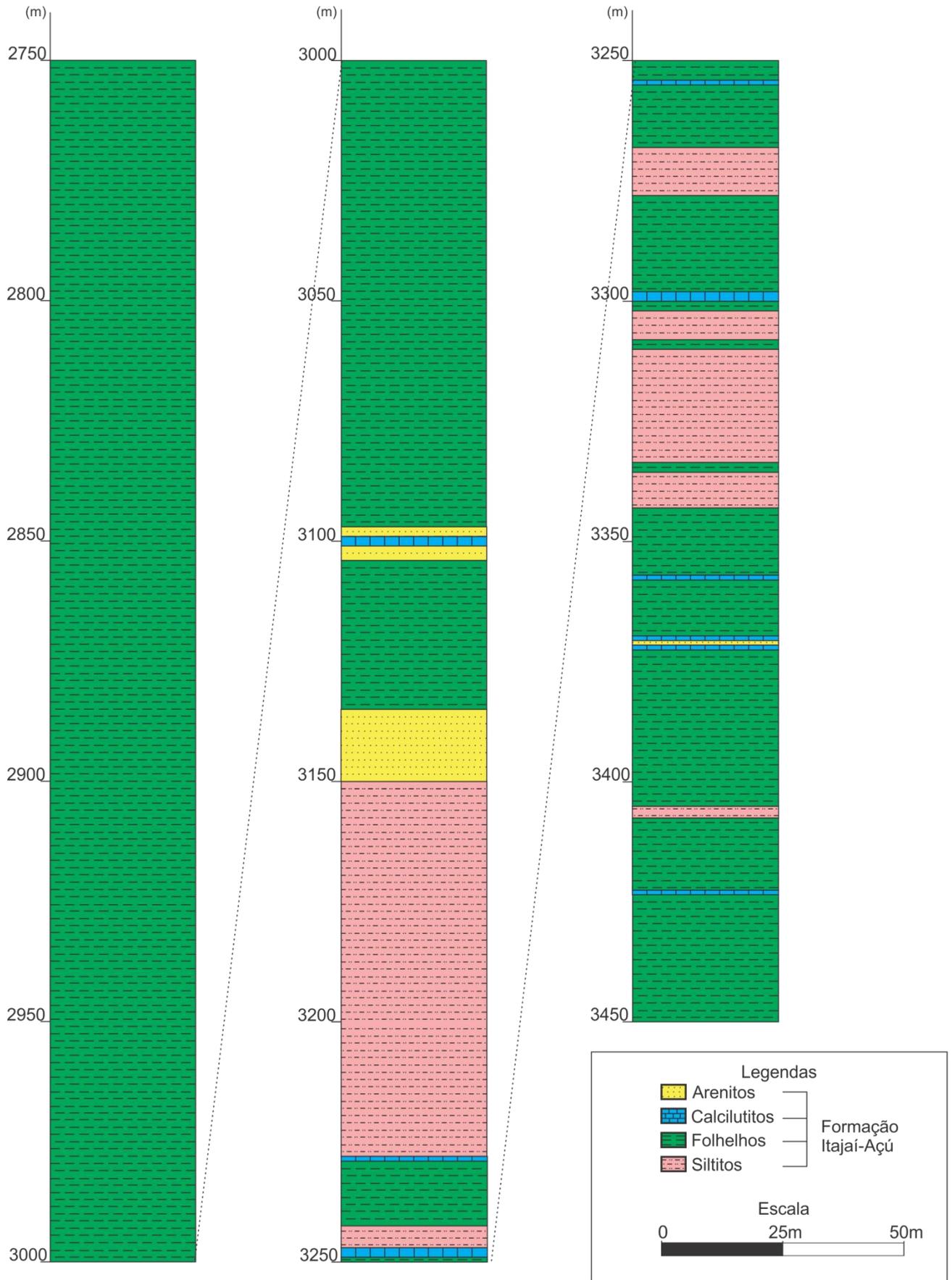


Figura 2 - Perfil litológico do poço BS-IA, Bacia de Santos.

6.3. Técnicas de processamento químico

Inicialmente, foram separados 25g de sedimentos de cada uma das 73 amostras selecionadas, armazenando a quantidade restante na forma de amostras de arquivo. O volume selecionado para o processamento químico é colocado em um béquer de vidro de 300 ml, identificado pela profundidade da amostragem, e completado com 100 ml de água. Esses béqueres são colocados sobre uma chapa aquecedora a uma temperatura de 100°C e, então, como primeira etapa do processamento, são adicionados 50 ml de Peróxido de Hidrogênio (H₂O₂) com objetivo de eliminar a matéria orgânica presente nas amostras. As amostras reagem por uma hora sobre a placa aquecedora.

Posteriormente, o material é lavado em uma peneira de malha 0,44mm até que cada amostra esteja sem resíduos de matéria orgânica aparente. O material é retornado para o béquer, acrescentando 100 ml de água e 3g de Hexametáfosfato de Sódio (NaPO₃)_n para eliminar sedimentos que estejam aderidos ao esqueleto dos microfósseis. Para cada amostra, o béquer com o material e o reagente é colocado dentro de um aparelho de ultrassom para permitir a desagregação do material fino por cerca de 5 segundos.

O material é novamente lavado em uma peneira de malha 0,44mm. Após a lavagem e observação da amostra limpa em microscópio óptico binocular, o material restante é colocado em recipientes de porcelana e levado para a estufa a temperatura de 60°C até que a amostra fique seca. Após a secagem, o material remanescente é retirado do recipiente de porcelana com ajuda de pincéis e é colocado em pequenos frascos plásticos identificados com a profundidade de cada amostra.

6.4. Quarteamento das amostras e triagem dos microfósseis

Por serem muito ricas, as amostras passaram por um processo conhecido como quarteamento. As amostras são colocadas dentro de um equipamento conhecido como quarteador, com a finalidade de dividirem em frações homogêneas. As frações são analisadas a partir de um cálculo estimado, para daí iniciar a triagem de aproximadamente 300 exemplares de radiolários.

A triagem dos microfósseis consiste na observação em microscópio óptico binocular de uma camada do material contido sobre uma bandeja quadriculada, objetivando a coleta de radiolários com o auxílio de pincéis e colocados em células micropaleontológicas.

Após ter selecionado pelo menos 300 microfósseis, estes são diferenciados pelo seu morfotipo, sendo então separados e colocados respectivamente nas células associativas previamente identificadas. Para evitar que se misturem, foi utilizada uma goma, permitindo maior aderência dos microfósseis à célula.

A **Tabela 1**, ilustrada abaixo, apresenta a quantidade de radiolários por grama de sedimento encontrado nas amostras do Poço BS-IA, de acordo com o quarteamento de cada amostra e o grau de preservação dos microfósseis.

Tabela 1 - Correlação entre as amostras do Poço BS-IA com o quarteamento e o grau de preservação dos radiolários.

Profundidade	Quarteamento	Radiolários/g	Preservação
2772	1/512	6144	Boa
2781	1/1024	12288	Boa
2790	1/1024	12288	Boa
2799	1/1024	12288	Boa
2808	1/1024	12288	Boa
2817	1/512	6144	Boa
2826	1/256	3072	Boa
2835	1/512	6144	Boa
2844	1/256	3072	Boa
2853	1/512	6144	Boa
2862	1/256	3072	Boa
2871	1/512	6144	Boa
2880	1/256	3072	Boa
2889	1/512	6144	Boa
2898	1/256	3072	Boa
2907	1/512	6144	Boa
2916	1/256	3072	Boa
2925	1/512	6144	Boa
2934	1/128	1536	Boa
2943	1/512	6144	Boa
2952	1/128	1536	Boa
2961	1/512	6144	Boa
2970	1/64	768	Boa
2979	1/512	6144	Boa
2988	1/64	768	Boa
2997	1/512	6144	Boa
3006	1/64	768	Boa
3015	1/256	3072	Boa
3024	1/64	768	Boa
3033	1/256	3072	Boa
3042	1/64	768	Boa
3060	1/64	768	Boa
3069	1/512	6144	Boa
3078	1/64	768	Boa
3087	1/256	3072	Boa
3096	1/64	768	Boa
3105	1/256	3072	Boa
3114	1/128	1536	Boa
3123	1/512	6144	Boa
3132	1/128	1536	Moderada

3150	1/128	1536	Moderada
3159	1/256	3072	Moderada
3168	1/128	1536	Moderada
3177	1/512	6144	Moderada
3186	1/128	1536	Moderada
3195	1/128	1536	Moderada
3204	1/128	1536	Moderada
3213	1/128	1536	Moderada
3222	1/16	192	Moderada
3231	1/1	1,56	Moderada
3240	1/16	192	Moderada
3249	1/1	5,36	Moderada
3258	1/1	2,28	Moderada
3267	1/1	5,84	Moderada
3276	1/1	5,68	Moderada
3285	1/1	2,12	Moderada
3294	1/64	768	Moderada
3303	1/16	192	Moderada
3312	1/1	2,8	Moderada
3321	1/16	192	Moderada
3330	1/16	192	Moderada
3339	1/1	2,28	Moderada
3348	1/16	192	Ruim
3357	1/16	192	Ruim
3366	1/1	0,72	Ruim
3375	1/1	0	Ruim
3384	1/16	192	Ruim
3393	1/1	0,24	Ruim
3402	1/16	192	Ruim
3411	1/1	0	Ruim
3420	1/16	192	Ruim
3429	1/16	192	Ruim

6.5. Fotomicrografias

As fotomicrografias foram obtidas no equipamento de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) pertencente ao Laboratório MEV-BPA (CENPES).

Cada grupo de microfósseis foi colocado em um suporte de alumínio, coberto por uma fita dupla face, onde os radiolários foram fixados e posteriormente cobertos por uma camada metálica composta por ouro e paládio através do metalizador EDWARDS SCANCOAT SIX, com a finalidade de torná-las condutoras.

As amostras metalizadas foram analisadas ao MEV ZEISS DSM 940A, em imagens por elétrons secundários, operando a 20kV e com distância de 24mm. As imagens foram feitas com a utilização do Sistema de Análise de Imagens ORION, acoplado ao MEV.

6.6. Revisão das espécies de radiolários

Analisando as imagens obtidas no MEV e os microfósseis colocados nas células associativas, foi possível a identificação das espécies através da comparação entre os espécimes encontrados no material estudado e aqueles exemplares figurados em publicações e catálogos.

7. RESULTADOS

7.1. Revisão das espécies

Analisando as 73 amostras do intervalo entre as profundidades 2772m e 3429m do poço BS-IA, foi possível identificar e classificar 49 táxons de radiolários com base na taxonomia apresentada por De Wever *et al.* (2001). A classificação das espécies foi realizada por Eilert (2001b) e Cunha (2004) e revisada por Vishnevskaya (2008, comunicação oral). Os táxons de radiolários identificados estão apresentados a seguir, em ordem alfabética, identificando com o símbolo (F) as espécies que estão representadas com fotomicrografia neste trabalho.

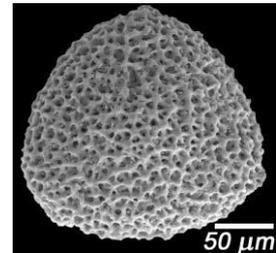
1. *Alievium olferievi* Vishnevskaya, 2007 (F)
2. *Alievium superbus* (Squinabol) Pessagno, 1972
3. *Amphibrachium* sp.
4. *Amphipyndax conicus* Nakaseko & Nishimura, 1981(F)
5. *Amphipyndax ellipticus* Nakaseko & Nishimura, 1981
6. *Amphipyndax mediocris* Hok, 1927 (F)
7. *Amphipyndax pseudoconulus* (Pessagno) Empson-Morin, 1982
8. *Amphipyndax* (?) *pyrgodes* Renz, 1974 (F)
9. *Amphipyndax stocki* (Clark & Campbell) Foreman, 1968 (F)
10. *Amphipyndax tylotus* Foreman, 1978 (F)
11. *Archaeodictyomitra apiara* (Rüst) Pessagno, 1977 (F)
12. *Archaeodictyomitra cf. squinaboli* Pessagno, 1976 (F)
13. *Archaeodictyomitra lamellicostata* (Foreman) Riedel & Sanfilippo, 1985 (F)
14. *Archaeodictyomitra sliteri* Pessagno, 1977 (F)
15. *Cavaspongia antelopensis* Pessagno, 1973 (F)
16. *Cavaspongia californiensis* Pessagno, 1973 (F)
17. *Cavaspongia* sp.
18. *Cenellipsis gigantea* Rust, 1888
19. *Crucella zonovae* Kazintsova, 1979 (F)
20. *Cryptamphorella conara* (Foreman) Dumitrica, 1970
21. *Dictyomitra communis* Squinabol, 1904 (F)
22. *Dictyomitra multicostata* Zittel, 1876 (F)
23. *Euchitonia santonica* Lipman, 1952 (F)
24. *Godia pelta* O'Dogherty, 1994 (F)
25. *Hexinastrum cretaceum* Lipman, 1960 (F)
26. *Histiastrum latum* Lipman, 1960 (F)
27. *Holocryptocanium barbui* Dumitrica, 1970
28. *Orbiculiforma renillaeformis* (Campbell & Clark) Pessagno, 1975
29. *Orbiculiforma* sp. 1
30. *Orbiculiforma* sp. 2
31. *Paronaella cf. tumida* Lipman, 1952 (F)
32. *Pentinastrum subbotinae* Lipman, 1960 (F)
33. *Phaseliforma concentrica* Lipman, 1952 (F)
34. *Prunobrachium kennetti* Pessagno, 1975
35. *Prunobrachium longum* Pessagno, 1975
36. *Pseudoaulophacus lenticulatus* (White) Pessagno, 1963 (F)

37. *Pseudoaulophacus pargueraensis* Pessagno, 1963
38. *Pseudoaulophacus praefloresensis* Pessagno, 1972 (F)
39. *Pseudoaulophacus sulcatus* Rust, 1898
40. *Rhopalastrum attenuatum* Lipman, 1952 (F)
41. *Rhopalosyringium magnificum* Campbell & Clark, 1944 (F)
42. *Spongodiscus cruciferus* (Clark & Campbell) Sanfilippo e Riedel, 1973 (F)
43. *Spongostaurus* (?) *hokkaidoensis* Taketani, 1982 (F)
44. *Spongurus mollis* Vishnevskaya, 1986 (F)
45. *Spongurus spongiosus* (Lipman) Hollis, 1997
46. *Stichomitra manifesta* Foreman, 1978 (F)
47. *Theocampe altamontensis* (Campbell & Clark, 1944) Foreman, 1968 (F)
48. *Theocampe vanderhoofi* (Campbell & Clark) Foreman, 1968 (F)
49. *Xitus asymbatus* Foreman, 1968 (F)

As espécies de radiolários mais importantes para paleoecologia e paleobiogeografia (33 espécies) estão apresentadas e ilustradas a seguir, em ordem alfabética e registrando as suas características paleoecológicas e as distribuições estratigráficas e paleogeográficas obtidas nos trabalhos mais relevantes.

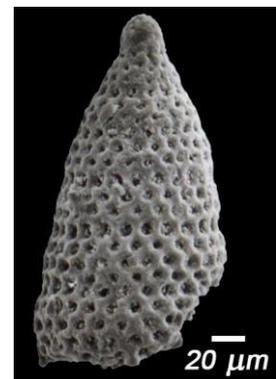
Alievium offerievi Vishnevskaya, 2007

- **Característica da espécie:** Termófila.
- **Distribuição estratigráfica:** Turoniano ao Coniaciano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente europeu: Rússia (Plataforma Russa – Turoniano ao Coniaciano).



Amphipyndax conicus Nakaseko & Nishimura, 1981

- **Característica da espécie:** Cosmopolita.
- **Distribuição estratigráfica:** Albiano ao Eopaleoceno.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente asiático: Indonésia, Japão (Sudoeste) e Turquia;
 - ✓ Oceano Pacífico (Sudoeste – Maastrichtiano ao Eopaleoceno).



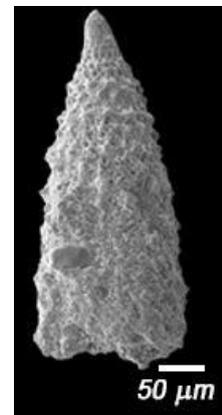
Amphipyndax mediocris Hok, 1927

- **Característica da espécie:** Cosmopolita.
- **Distribuição estratigráfica:** Neohauteriviano ao Eocampaniano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente europeu: Polónia (Eoturoniano) e Rússia (Plataforma Russa – Santoniano ao Eocampaniano; Leste de Sakhalin – Aptiano ao Eoalbiano);
 - ✓ Continente asiático: Japão (Sudoeste);
 - ✓ Oceano Atlântico (Norte – Eoalbiano);
 - ✓ Oceano Índico (Sudoeste – Neohauteriviano ao Aptiano; Leste);
 - ✓ Oceano Pacífico (Centro-norte).



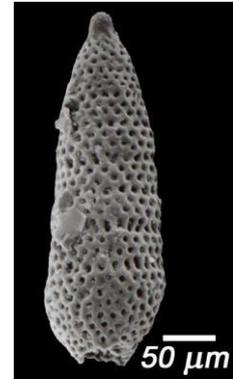
Amphipyndax (?) pyrgodes Renz, 1974

- **Característica da espécie:** Termófila.
- **Distribuição estratigráfica:** Aptiano ao Cenomaniano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente Oceania: Austrália (Oeste – Neoaptiano ao Eoalbiano);
 - ✓ Oceano Índico (Leste - Aptiano ao Cenomaniano).



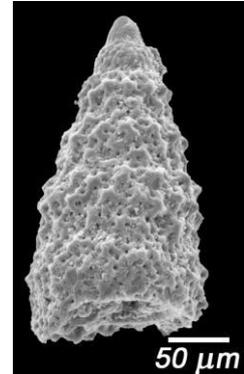
Amphipyndax stocki (Clark & Campbell) Foreman, 1968

- **Característica da espécie:** Cosmopolita.
- **Distribuição estratigráfica:** Neobarremiano ao Eoceno.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente africano: Marrocos;
 - ✓ Continente asiático: Japão (Nordeste de Hokkaido – Eopaleoceno; Sudoeste) e Turquia;
 - ✓ Continente centro-americano: Costa Rica, Cuba e Porto Rico (Eocampaniano);
 - ✓ Continente europeu: Chipre (Sudoeste – Campaniano ao Maastrichtiano), Dinamarca (Bornholm – Coniaciano ao Santoniano), Espanha (Eoturoniano; Neocenomaniano), Itália (Eoturoniano; Neocenomaniano), Polônia (Cárpatos – Eocenomaniano), Romênia (Neocretáceo ao Paleoceno), Rússia (Plataforma Russa, Oeste da Sibéria e Cáucaso – Santoniano ao Paleoceno; Oeste Kamchatka – Neoalbiano ao Campaniano; Região de Bering – Coniaciano ao Eosantoniano; Região de Volga – Turoniano ao Eopaleoceno; Margem Pacífica – Campaniano; Noroeste de Saratov Oblast) e Ucrânia;
 - ✓ Continente norte-americano: Estados Unidos (Califórnia – Neomaastrichtiano ao Eopaleoceno);
 - ✓ Continente sul-americano: Equador (Guayaquil);
 - ✓ Continente Oceania: Nova Zelândia (Platô Campbell – Campaniano ao Eoceno inferior).
 - ✓ Oceano Atlântico (Neocretáceo ao Paleoceno);
 - ✓ Oceano Índico (Central – Neocretáceo ao Paleoceno);
 - ✓ Oceano Pacífico (Sudoeste – Neocampaniano ao Eoceno).



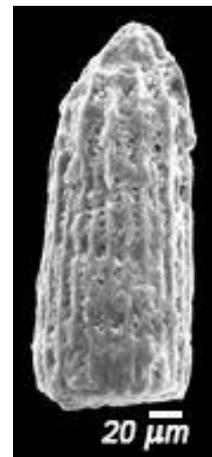
Amphipyndax tylotus Foreman, 1978

- **Característica da espécie:** Cosmopolita.
- **Distribuição estratigráfica:** Campaniano ao Maastrichtiano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente asiático: Japão (Sudoeste) e próximo ao Mar Mediterrâneo;
 - ✓ Continente centro-americano: Costa Rica;
 - ✓ Continente europeu: Chipre (Sudoeste – Campaniano ao Maastrichtiano) e Rússia (Região de Volga – Neocampaniano ao Eomastrichtiano).
 - ✓ Continente sul-americano: Equador (Guayaquil);
 - ✓ Oceano Atlântico (Oeste e Centro-leste);
 - ✓ Oceano Pacífico (Central).



Archaeodictyomitra apiara (Rüst) Pessagno, 1977

- **Característica da espécie:** Termófila.
- **Distribuição estratigráfica:** Jurássico superior ao Barremiano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente asiático: Japão (Hokkaido; Sudoeste; Central – Neojurássico);
 - ✓ Continente europeu: Grécia e Rússia (Sudeste);
 - ✓ Continente norte-americano: Estados Unidos (Califórnia);
 - ✓ Oceano Pacífico (Centro-norte).



Archaeodictyomitra cf. squinaboli Pessagno, 1976

- **Característica da espécie:** Termófila.
- **Distribuição estratigráfica:** Albiano ao Eocampaniano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente asiático: Japão (Sudoeste) e Turquia;
 - ✓ Continente centro-americano: Costa Rica;
 - ✓ Continente norte-americano: Estados Unidos (Great Valley, Califórnia – Turoniano);
 - ✓ Continente europeu: Chipre (Sudoeste – Campaniano ao Maastrichtiano; Centro – Turoniano), Rússia (Região de Bering – Coniaciano ao Eocampaniano) e Ucrânia;
 - ✓ Oceano Atlântico (Norte).



Archaeodictyomitra lamellicostata (Foreman)

Riedel & Sanfilippo, 1985

- **Característica da espécie:** Cosmopolita.
- **Distribuição estratigráfica:** Albiano ao Paleoceno.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente asiático: Japão (Campaniano ao Maastrichtiano);
 - ✓ Continente centro-americano: Caribe (Campaniano ao Maastrichtiano);
 - ✓ Continente europeu: Chipre (Campaniano ao Maastrichtiano), Polónia (Campaniano ao Maastrichtiano) e Rússia (Plataforma Russa – Santoniano ao Eocampaniano);
 - ✓ Continente norte-americano: Estados Unidos (Califórnia – Campaniano ao Maastrichtiano);
 - ✓ Oceano Atlântico (Leste e Oeste – Campaniano ao Maastrichtiano);
 - ✓ Oceano Pacífico (Campaniano ao Maastrichtiano).



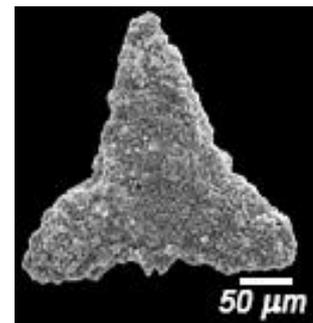
Archaeodictyomitra sliteri Pessagno, 1977

- **Característica da espécie:** Cosmopolita.
- **Distribuição estratigráfica:** Albiano ao Eoturoniano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente asiático: Japão (Sudoeste) e Turquia;
 - ✓ Continente europeu: Grécia, Polônia (Cárpatos – Turoniano), Rússia (Plataforma Russa – Albiano ao Cenomaniano) e Ucrânia;
 - ✓ Continente norte-americano: Estados Unidos (Califórnia);
 - ✓ Oceano Pacífico (Nordeste).



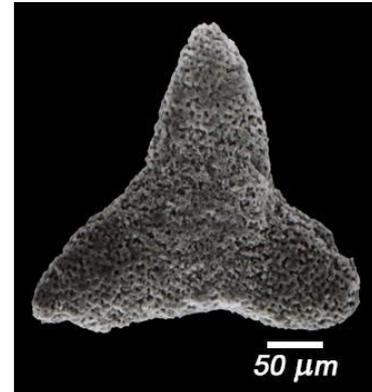
Cavaspongia antelopensis Pessagno, 1973

- **Característica da espécie:** Cosmopolita.
- **Distribuição estratigráfica:** Cenomaniano ao Eosantoniano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente africano: Marrocos (Eoturoniano);
 - ✓ Continente asiático: Omã (Eocampaniano) e Turquia;
 - ✓ Continente europeu: Dinamarca (Bornholm – Coniaciano ao Santoniano), Espanha, Grécia, Itália (Central – Eoturoniano), Polônia (Região Báltica – Eoturoniano), Rússia (Plataforma Russa – Turoniano ao Coniaciano; Região de Volga – Turoniano; Cáucaso – Neocenomaniano ao Turoniano) e Ucrânia;
 - ✓ Continente norte-americano: Estados Unidos (Califórnia – Eoturoniano).



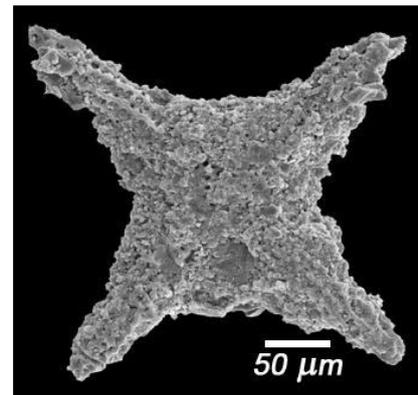
Cavaspongia californiensis Pessagno, 1973

- **Característica da espécie:** Cosmopolita.
- **Distribuição estratigráfica:** Cenomaniano ao Coniaciano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente africano: Tunísia (Norte);
 - ✓ Continente europeu: Espanha (Eoturoniano), Itália (Eoturoniano), Rússia (Oeste de Cáucaso – Turoniano) e Ucrânia;
 - ✓ Continente norte-americano: Estados Unidos (Califórnia);
 - ✓ Oceano Atlântico (Norte – Eoturoniano).



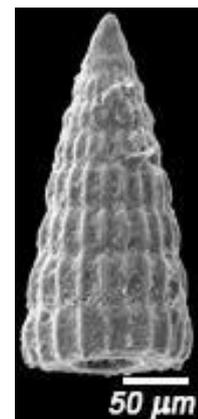
Crucella zonovae Kazintsova, 1979

- **Característica da espécie:** Termófila.
- **Distribuição estratigráfica:** Santoniano ao Maastrichtiano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente europeu: Rússia (Região de Volga – Eosantoniano; Extremo leste de Sakhalin – Santoniano ao Maastrichtiano).



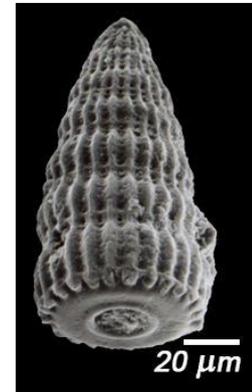
Dictyomitra communis Squinabol, 1904

- **Característica da espécie:** Termófila.
- **Distribuição estratigráfica:** Barremiano ao Albiano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente africano: Tunísia (Norte);
 - ✓ Continente asiático: China (Tibet – Mesoaptiano);
 - ✓ Continente europeu: Espanha e Itália.



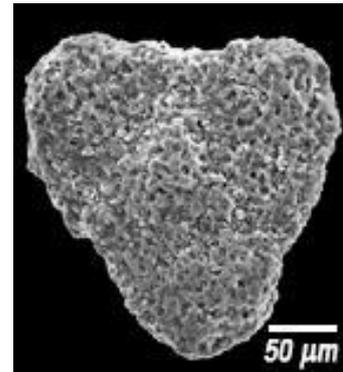
Dictyomitra multicostata - Zittel, 1876

- **Característica da espécie:** Cosmopolita.
- **Distribuição estratigráfica:** Albiano ao Eopaleoceno.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente asiático: Indonésia e Japão (Nordeste de Hokkaido – Paleoceno; Sudoeste);
 - ✓ Continente norte-americano: Estados Unidos (Califórnia – Mesocampaniano ao Neomaastrichtiano; Great Valley, Califórnia – Neocampaniano; Paleoceno; Wyoming);
 - ✓ Continente centro-americano: Costa Rica e Porto Rico (Centro-sul – Eocampaniano);
 - ✓ Continente sul-americano: Brasil (Sergipe) e Equador (Guayaquil);
 - ✓ Continente europeu: Alemanha, Chipre (Sudoeste – Campaniano ao Maastrichtiano), Dinamarca (Bornholm – Coniaciano ao Santoniano), Espanha (Eoturoniano), Itália (Eoturoniano), Polónia (Cárpatos – Neocenomaniano), Rússia (Kara Crater – Santoniano ao Campaniano; Sul – Santoniano; Região de Volga – Neosantoniano ao Eocampaniano);
 - ✓ Continente Oceania: Indonésia (Centro de Java) e Nova Zelândia (Maastrichtiano ao Eopaleoceno);
 - ✓ Oceano Atlântico (Equatorial – Neoturoniano ao Santoniano);
 - ✓ Oceano Pacífico (Sudoeste – Maastrichtiano ao Eopaleoceno).



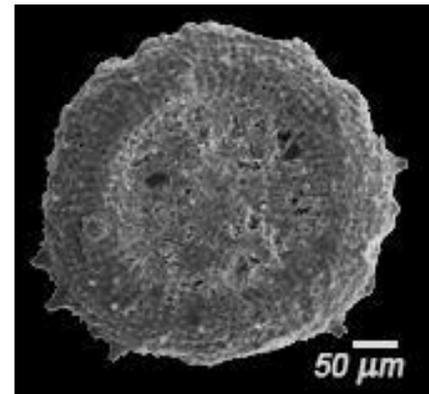
Euchitonia santonica Lipman, 1952

- **Características da espécie:** Termófila.
- **Distribuição estratigráfica:** Turoniano ao Eocampaniano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente europeu: Itália (Apeninos – Eoturoniano) e Rússia (Cáucaso e Plataforma Russa – Coniaciano ao Eocampaniano; Sul – Santoniano ao Eocampaniano; Plataforma Russa; Região de Volga).



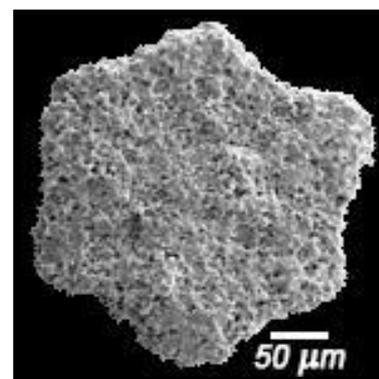
Godia pelta O'Dogherty, 1994

- **Característica da espécie:** Termófila.
- **Distribuição estratigráfica:** Aptiano ao Mesoalbio.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente europeu: Espanha, Itália e Rússia (Leste de Sakhalin – Aptiano ao Eoalbio).



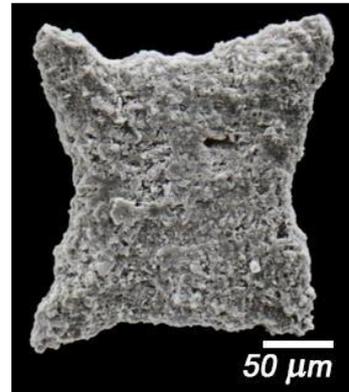
Hexinastrum cretaceum Lipman, 1960

- **Característica da espécie:** Termófila.
- **Distribuição estratigráfica:** Santoniano ao Campaniano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente europeu: Rússia (Oeste da Sibéria; Região de Volga);
 - ✓ Oceano Pacífico (Central).



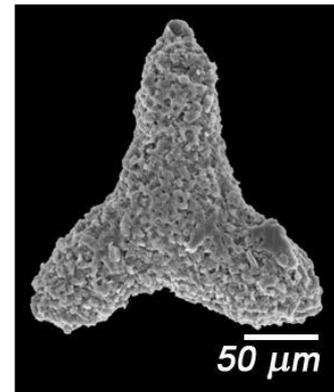
Histiastrum latum Lipman, 1960

- **Característica da espécie:** Cosmopolita.
- **Distribuição estratigráfica:** Turoniano ao Campaniano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente europeu: Rússia (Oeste da Sibéria – Santoniano ao Campaniano; Plataforma Russa – Turoniano ao Neosantoniano; Kamchatca – Coniaciano ao Campaniano);
 - ✓ Continente sul-americano: Brasil (Bacia do Pará-Maranhão).



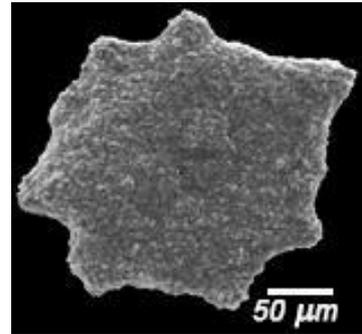
Paronaella cf. tumida Lipman, 1952

- **Característica da espécie:** Termófila.
- **Distribuição estratigráfica:** Mesoturoniano ao Eomaastrichtiano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente europeu: Chipre (Campaniano ao Eomaastrichtiano) Rússia (Noroeste de Saratov Oblast) e Ucrânia (Parte central das Montanhas Crimeia – Mesoturoniano ao Santoniano).



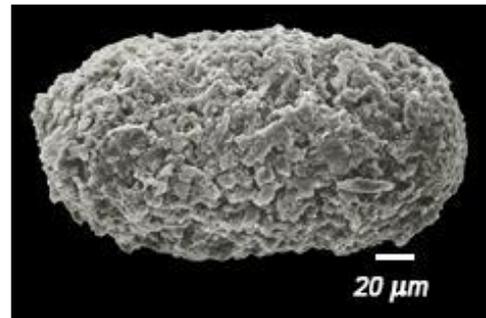
Pentinastrum subbotinae Lipman, 1960

- **Característica da espécie:** Termófila.
- **Distribuição estratigráfica:** Coniaciano ao Eocampaniano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente europeu: Rússia (Plataforma Russa – Coniaciano ao Eocampaniano; Sibéria – Coniaciano ao Campaniano; Volgogrado – Neoconiaciano ao Santoniano; Sul – Santoniano ao Eocampaniano; Região de Volga – Coniaciano ao Eosantoniano; Plataforma Russa – Albiano ao Cenomaniano).



Phaseliforma concentrica Lipman, 1952

- **Característica da espécie:** Termófila.
- **Distribuição estratigráfica:** Neoturoniano ao Campaniano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente europeu: Rússia (Plataforma Russa – Santoniano ao Campaniano; Região de Volga – Coniaciano ao Eosantoniano; Noroeste de Saratov Oblast);
 - ✓ Continente norte-americano: Estados Unidos (Great Valley, Califórnia – Neoturoniano ao Campaniano).



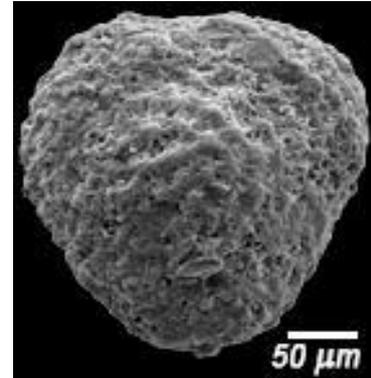
Pseudoaulophacus lenticulatus (White) Pessagno, 1963

- **Característica da espécie:** Cosmopolita.
- **Distribuição estratigráfica:** Neocenomaniano ao Campaniano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente asiático: Índia, Japão (Sudoeste; Hokkaido) e Omã (Campaniano);
 - ✓ Continente centro-americano: Caribe (Campaniano), Cuba e Porto Rico (Eocampaniano);
 - ✓ Continente europeu: Alemanha (Bavaria – Campaniano), Chipre (Região central – Turoniano; Eocampaniano), Dinamarca (Bornholm – Coniaciano ao Santoniano), Grécia, Itália (Norte) e Rússia.
 - ✓ Continente norte-americano: Estados Unidos (Califórnia – Campaniano) e México (Eocampaniano);
 - ✓ Oceano Atlântico (Bacia Blake-Bahama – Coniaciano ao Eosantoniano; Norte – Campaniano; Centro-oeste – Campaniano);
 - ✓ Oceano Índico (Leste – Campaniano);
 - ✓ Oceano Pacífico (Central – Campaniano).



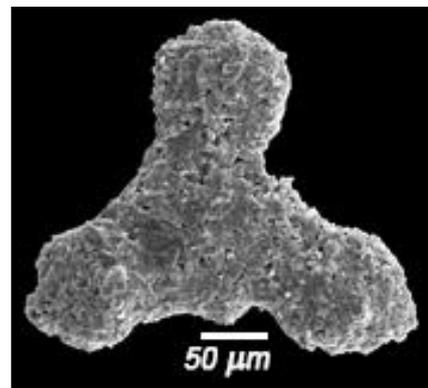
Pseudoaulophacus praefloresensis Pessagno, 1972

- **Característica da espécie:** Cosmopolita.
- **Distribuição estratigráfica:** Neocenomaniano ao Campaniano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente asiático: Japão (Santoniano ao Campaniano) e Turquia;
 - ✓ Continente centro-americano: Cuba (Turoniano ao Coniaciano);
 - ✓ Continente europeu: Dinamarca (Bornholm – Coniaciano ao Santoniano), Rússia (Oeste de Cáucaso – Turoniano; Plataforma russa – Coniaciano ao Eocampaniano; Mar de Bering – Turoniano ao Santoniano; Sakhalin – Coniaciano; Região de Volga – Santoniano; Oeste de Kamchatka – Coniaciano ao Santoniano) e Ucrânia;
 - ✓ Continente norte-americano: Estados Unidos (Great Valley, Califórnia – Turoniano ao Coniaciano);
 - ✓ Oceano Atlântico (Bacia Blake-Bahama – Neoturoniano ao Neocampaniano).



Rhopalastrum attenuatum Lipman, 1952

- **Característica da espécie:** Termófila.
- **Distribuição estratigráfica:** Santoniano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente europeu: Rússia (Plataforma Russa – Santoniano; Região de Volga – Santoniano; Moscou; Região do Baixo Volga – Neosantoniano).



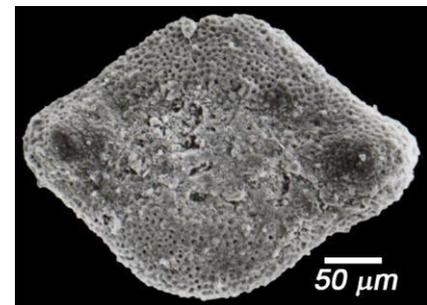
Rhopalosyringium magnificum Campbell & Clark,
1944

- **Característica da espécie:** Cosmopolita.
- **Distribuição estratigráfica:** Cenomaniano ao Campaniano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente asiático: Turquia;
 - ✓ Continente centro-americano: Costa Rica;
 - ✓ Continente norte-americano: Estados Unidos (Califórnia);
 - ✓ Continente sul-americano: Equador.



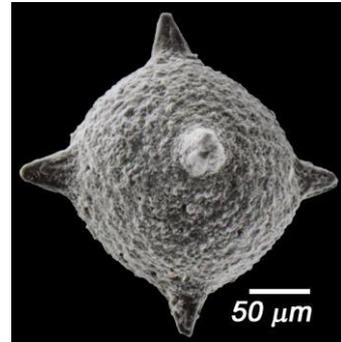
Spongodiscus cruciferus (Clark & Campbell) Sanfilippo e Riedel, 1973

- **Característica da espécie:** Cosmopolita.
- **Distribuição estratigráfica:** Neopaleoceno ao Eoceno.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente norte-americano: Estados Unidos (Califórnia);
 - ✓ Continente europeu: Rússia (Plataforma Russa – Neopaleoceno ao Eoceno);
 - ✓ Golfo do México;
 - ✓ Oceano Atlântico (Nordeste – Neopaleoceno ao Eoceno).



Spongostaurus (?) hokkaidoensis Taketani, 1982

- **Característica da espécie:** Termófila.
- **Distribuição estratigráfica:** Turoniano ao Eomaastrichtiano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente asiático: Japão (Nordeste de Hokkaido);
 - ✓ Continente centro-americano: Costa Rica;
 - ✓ Continente europeu: Rússia.



Spongurus mollis Vishnevskaya, 1986

- **Característica da espécie:** Termófila.
- **Distribuição estratigráfica:** Neomaastrichtiano ao Paleoceno.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente europeu: Rússia (Norte; Região de Bering – Neomaastrichtiano ao Daniano).



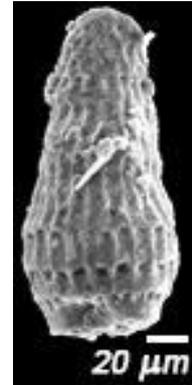
Stichomitra manifesta Foreman, 1978

- **Característica da espécie:** Termófila.
- **Distribuição estratigráfica:** Santoniano ao Eomaastrichtiano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente asiático: Japão (Hokkaido);
 - ✓ Continente europeu: Rússia (Região de Volga – Neosantoniano ao Eocampaniano; Noroeste de Saratov Oblast).



Theocampe altamontensis (Campbell & Clark, 1944) Foreman, 1968

- **Característica da espécie:** Termófila.
- **Distribuição estratigráfica:** Campaniano ao Eopaleoceno.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente asiático: Japão (Hokkaido);
 - ✓ Continente norte-americano: Estados Unidos (Califórnia – Campaniano);
 - ✓ Continente europeu: Rússia (Região de Bering – Neomaastrichtiano ao Daniano).



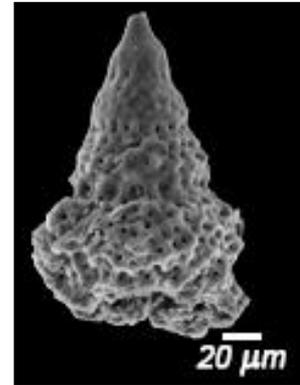
Theocampe vanderhoofi (Campbell & Clark) Foreman, 1968

- **Característica da espécie:** Cosmopolita.
- **Distribuição estratigráfica:** Campaniano ao Paleoceno.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente europeu: Rússia (Oeste de Kamchatka – Neocampaniano ao Maastrichtiano; Norte – Paleoceno);
 - ✓ Continente norte-americano: Estados Unidos (Califórnia – Neocampaniano ao Eopaleoceno);
 - ✓ Continente Oceania: Nova Zelândia (Mead steam – Paleoceno);
 - ✓ Oceano Atlântico (Sul – Campaniano ao Maastrichtiano);
 - ✓ Oceano Índico (Maastrichtiano);
 - ✓ Oceano Pacífico (Centro-norte; Sudoeste – Maastrichtiano ao Eopaleoceno).



Xitus asymbatos Foreman, 1968

- **Característica da espécie:** Termófila.
- **Distribuição estratigráfica:** Cenomaniano ao Maastrichtiano.
- **Distribuição geográfica:**
 - ✓ Continente centro-americano: Costa Rica;
 - ✓ Continente europeu: Chipre (Sudoeste – Campaniano ao Maastrichtiano), Rússia (Kamchatka – Campaniano ao Maastrichtiano; Cáucaso; Plataforma Russa – Coniaciano ao Santoniano; Sul – Santoniano ao Eocampaniano; Cinturão Pacífico Russo; Plataforma Russa – Albiano; Região de Volga – Santoniano; Noroeste de Saratov Oblast) e Ucrânia;
 - ✓ Continente norte-americano: Estados Unidos (Califórnia);
 - ✓ Oceano Pacífico (Oeste, Fossa das Marianas e Centro-norte – Neocretáceo).



7.2. Revisão da bioestratigrafia

A análise bioestratigráfica do intervalo (2772m – 3420m) estudado do poço BS-IA foi apresentada parcialmente por Eilert (2001b) e detalhada por Cunha (2004), com base no zoneamento padrão internacional para Neocretáceo (Sanfilippo & Riedel, 1989), marcando-se, então, os limites entre as biozonas que contemplam o Campaniano-Maastrichtiano. Este esquema bioestratigráfico (Sanfilippo & Riedel, 1989) é baseado em primeiras ocorrências e foi utilizado neste trabalho apesar de tratar-se de amostras de calha cuja análise deveria ser realizada com base em últimas ocorrências.

Em tal estudo foram reconhecidas duas biozonas, sendo elas a Zona *Amphipyndax pseudoconulus* Riedel & Sanfilippo, 1974 *emend.* Foreman, 1977 (Campaniano inferior/médio) e a Zona *Amphipyndax tylotus* Foreman, 1977 (Campaniano superior – Maastrichtiano).

A Zona *Amphipyndax tylotus* (Foreman, 1977) tem sua base definida pelo primeiro aparecimento evolutivo desta espécie. O topo é caracterizado como o limite Maastrichtiano-

Daniano, devido ao desaparecimento de algumas espécies, tais como: *Archaeodictyomitra lamellicostata*, *Amphipyndax tylotus* e *Siphocampe bassilis*.

Já a Zona *Amphipyndax pseudoconulus* Riedel & Sanfilippo, 1974 emend. Foreman, 1977, é definida na parte basal pelo primeiro aparecimento morfológico de *Amphipyndax pseudoconulus* e no topo pela base da zona acima (zona *Amphipyndax tylotus*).

De acordo com a distribuição estratigráfica das espécies de radiolários nas amostras, pode-se interpretar a possível ocorrência de retrabalhamento de espécies do Cretáceo inferior nesta seção. Entre as espécies que permitiram inferir este retrabalhamento pode-se mencionar: *Alievium offerievi* (Turoniano ao Coniaciano), *Amphipyndax pyrgodes* (Aptiano ao Cenomaniano), *Archaeodictyomitra apiara* (Jurássico superior ao Barremiano), *A. sliteri* (Albiano ao Turoniano inferior), *Cavaspongia antelopensis* (Cenomaniano ao Santoniano inferior), *C.californiaensis* (Cenomaniano ao Coniaciano), *Dictyomitra communis* (Barremiano ao Albiano), *Godia pelta* (Aptiano ao Albiano médio), *Rhopalastrum attenuatum* (Santoniano).

Além do retrabalhamento foi registrado um indício de desabamento da seção do Paleógeno, a partir da identificação da espécie *Spongodiscus cruciferus* (Paleoceno superior ao Eoceno) na amostra de topo da seção estudada.

7.3. Considerações Paleocológicas

De acordo com Empson-Morin (1984), a fauna de radiolários do Campaniano presente em oceanos tropicais e subtropicais pode apresentar três tipos de variações em resposta ao ambiente: presença do morfotipo ou táxon identificado, diversidade e riqueza.

Através da observação da presença e ausência das espécies ao longo da profundidade do poço estudado, foi composta uma nova tabela de distribuição bioestratigráfica, utilizando como base a tabela elaborada por Cunha (2004). Nesta nova tabela (**Tabela 2**), registram-se a ocorrência de cada espécie identificada, a riqueza e o grau de preservação dos exemplares presentes nas amostras de calha do poço BS-IA.

Os graus de preservação dos microfósseis foram caracterizados como: (1) Preservação muito ruim – aspecto “rugoso/aglutinado” sem possibilidade de visualização das estruturas do esqueleto; (2) Preservação ruim – aspecto “grosseiro” com possibilidade de visualização da forma externa; (3) Preservação moderada – forma externa definida, porém sem estrutura morfológica visível; (4) Preservação boa – observação nítida das características morfológicas do esqueleto; (5) Preservação muito boa - perfeita visualização das microestruturas morfológicas.

Com isso, a análise dos dados obtidos no intervalo Campaniano-Maastrichtiano do poço BS-IA (2772m – 3420m), foi possível dividi-lo em três intervalos (A, B e C) (**Figura 3**), fundamentados na presença, preservação, diversidade e riqueza de radiolários, conforme descrito a seguir:

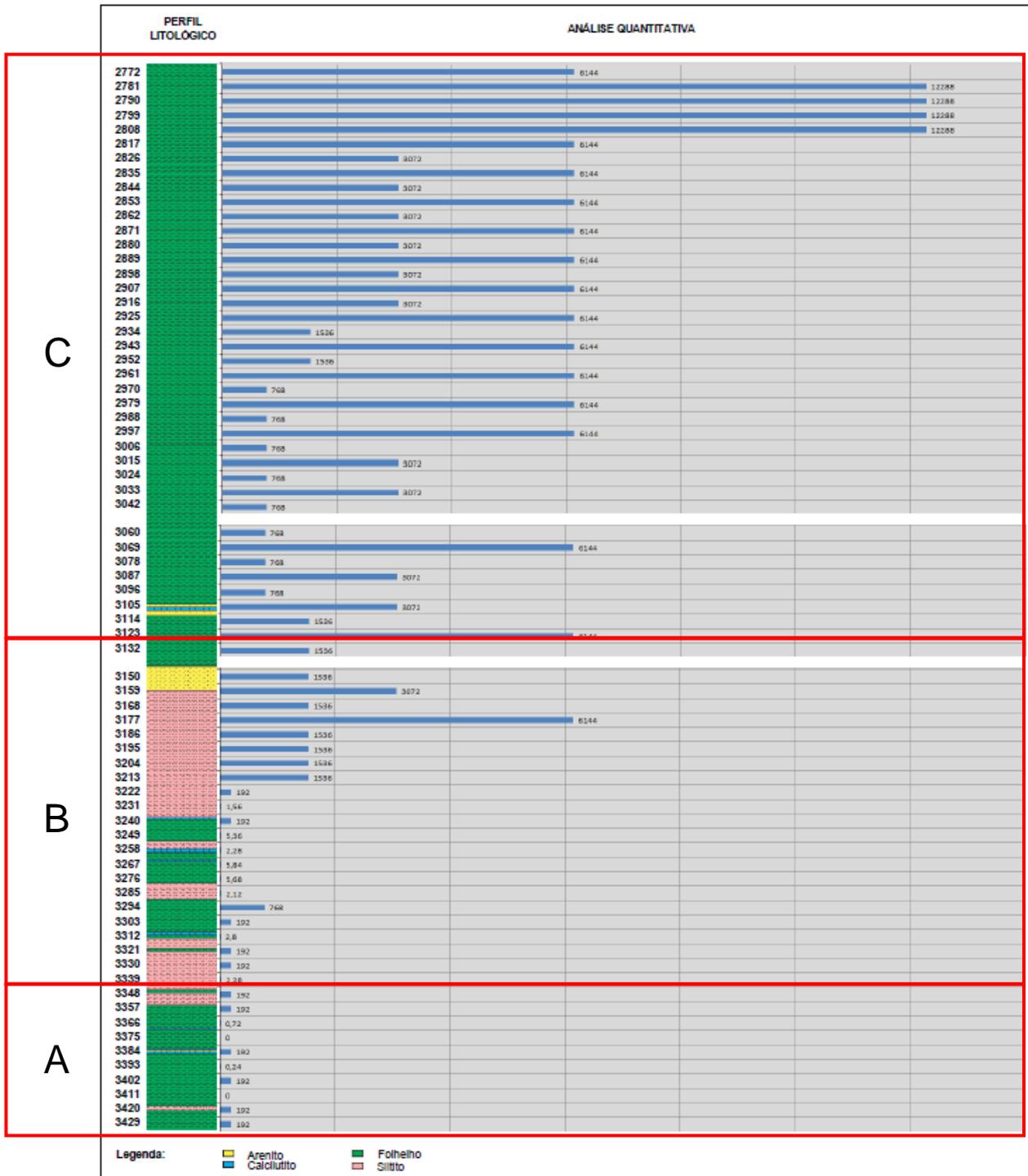


Figura 3 - Associação entre o Perfil litológico completo e a análise quantitativa, mostrando os intervalos selecionados.

- O intervalo A está contido entre as profundidades de 3429 m a 3348 m e é caracterizado pela presença de esqueletos com preservação ruim, além de baixa diversidade e baixa abundância de radiolários. Neste intervalo predominam espumelários sobre nasselários. A litologia encontrada é folhelho com pequenas intercalações de siltito, arenito turbidítico e calcilutitos (**Figura 4**).

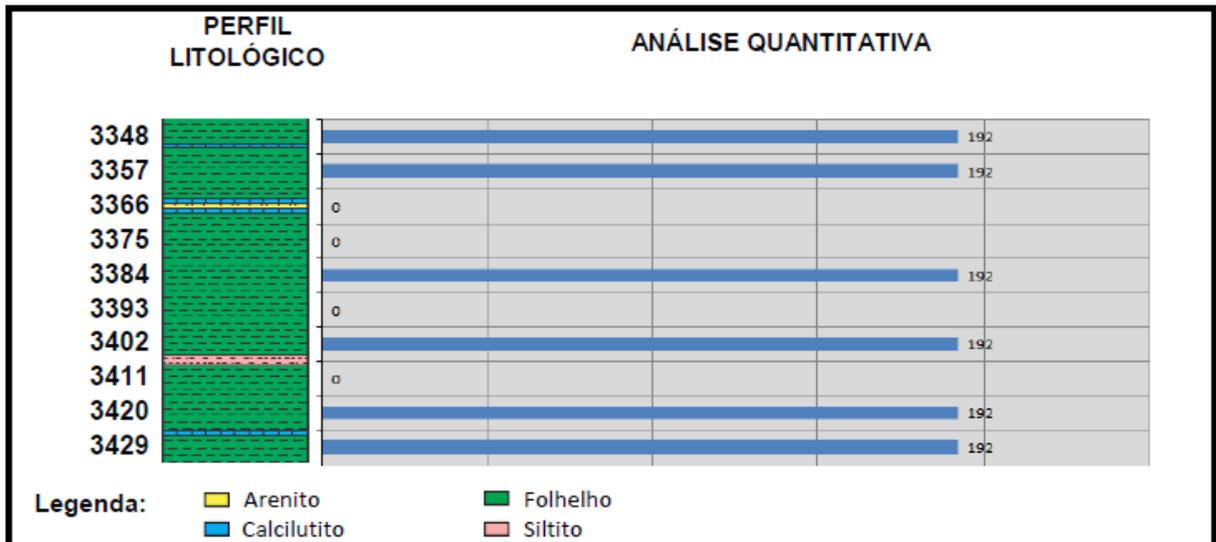


Figura 4 - Associação entre o Perfil litológico e a Análise quantitativa no intervalo A do poço BS-IA, Bacia de Santos.

- O intervalo B está entre as profundidades de 3339m a 3132m e é caracterizado por um aumento no grau de preservação, aumento da diversidade de espécies e da riqueza dos radiolários. Essa mudança coincide com uma mudança na litologia, começando a predominar siltito com intercalações relativamente espessas de folhelhos e intercalações pouco espessas de calcilutitos e arenitos turbidíticos. Neste intervalo predominam espumelários sobre nasselários (**Figura 5**).

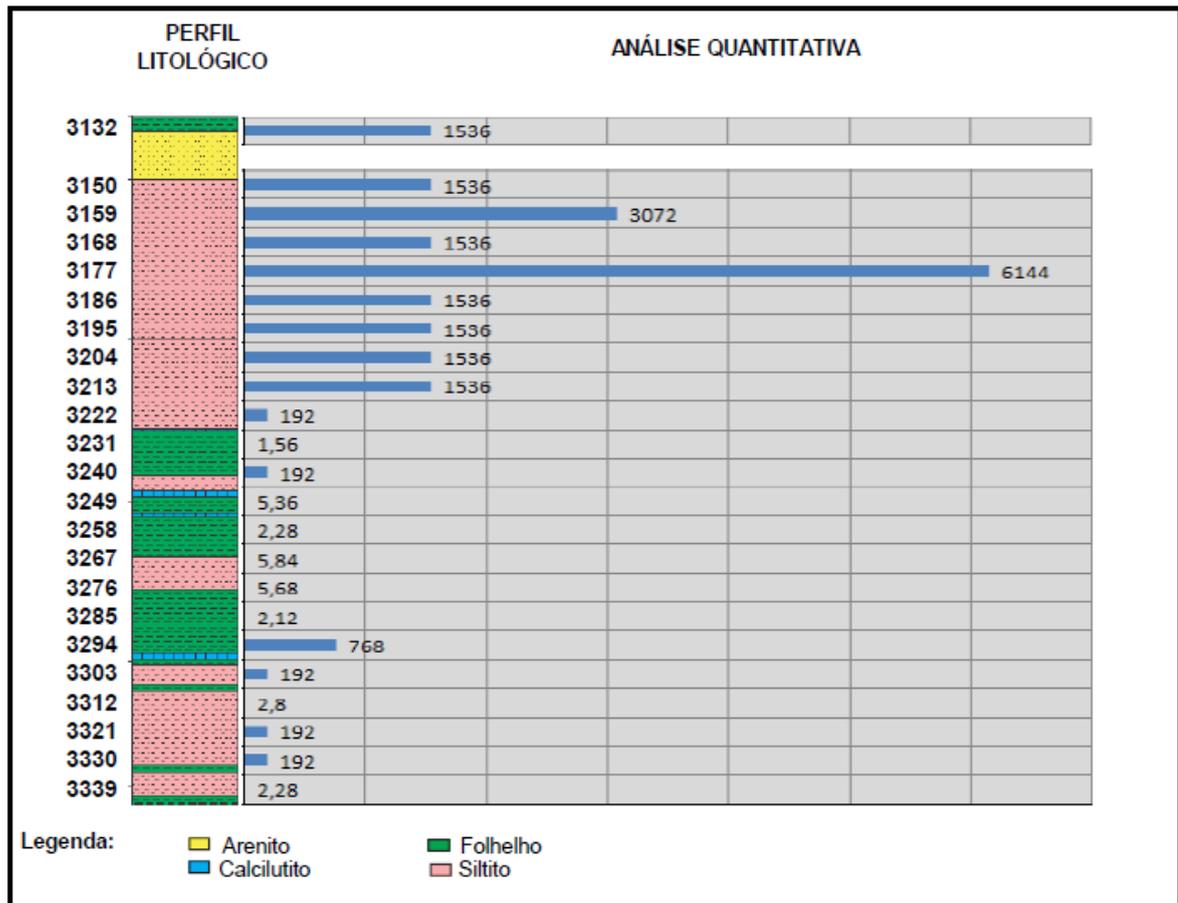


Figura 5 - Associação entre o Perfil litológico e a Análise quantitativa no intervalo B do poço BS-IA, Bacia de Santos.

- O intervalo C é delimitado pelas profundidades 3123m a 2772m, caracterizado por aumento significativo, em relação ao intervalo A, quanto ao grau de preservação, aumento da diversidade de espécies e riqueza dos radiolários. Ocorre uma nova mudança na litologia, predominando folhelhos com pequenas intercalações na base de calcilutitos e arenitos turbidíticos. Neste intervalo predominam espumelários sobre nasselários. (**Figura 6**).

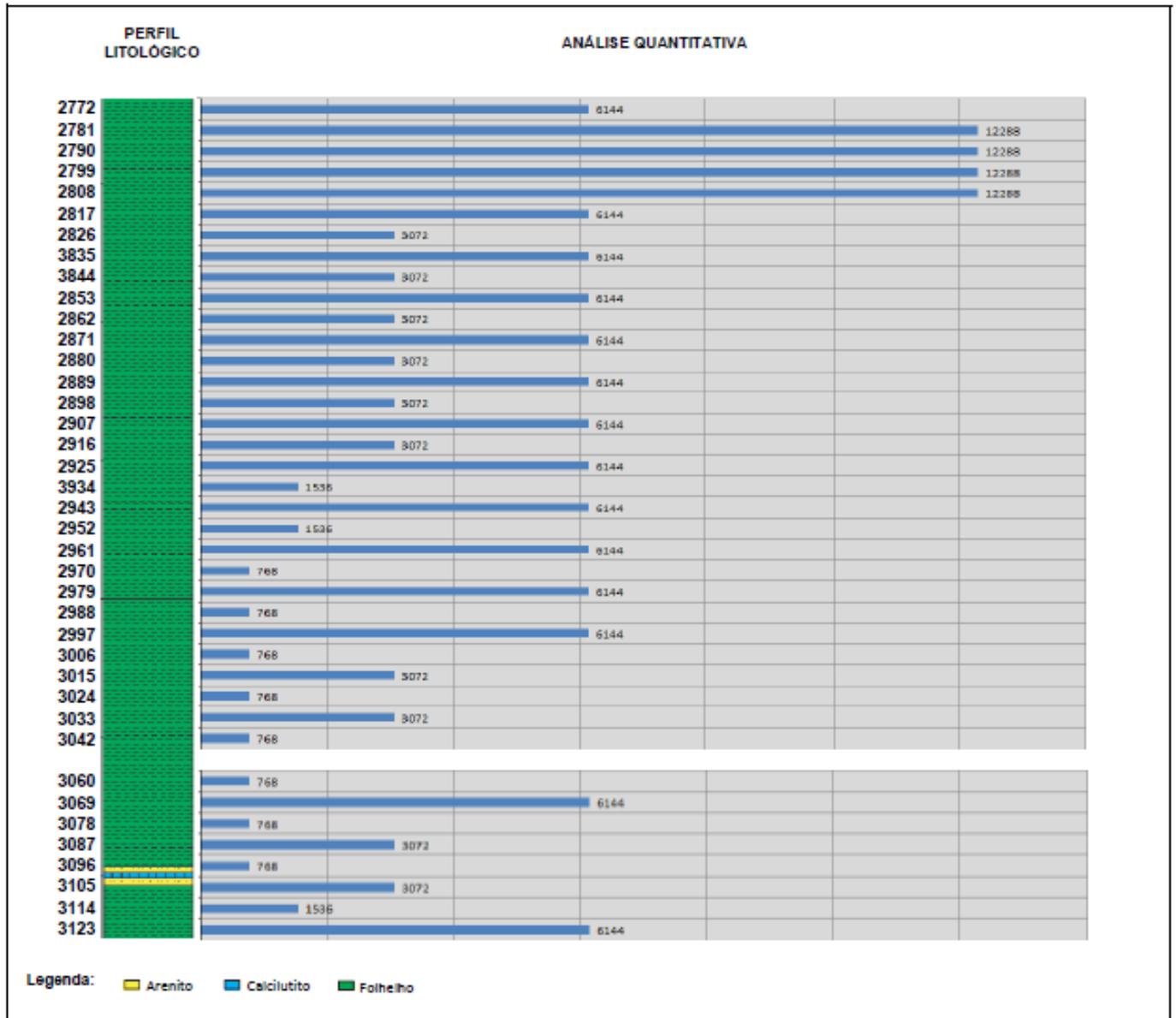


Figura 6 - Associação entre o Perfil litológico e a Análise quantitativa no intervalo C do poço BS-IA, Bacia de Santos.

Devido ao fato de que nos intervalos B e C a fauna de radiolários começa a apresentar maior riqueza e aumentar o grau de preservação, acredita-se que alguma mudança significativa, além da variação de litologia notada anteriormente, ocorreu possivelmente no

ambiente marinho profundo da bacia de Santos. Os possíveis fatores que influenciaram a alteração no paleoambiente serão verificados a seguir:

- Flutuação do nível do mar e salinidade:

Durante o Santoniano superior, houve um rebaixamento relativo do nível do mar (Assine *et al.*, 2008) e um aumento do influxo sedimentar causado pela tectônica nas áreas marginais associada a intrusões ígneas alcalinas gerando uma regressão marinha na Bacia de Santos (Viviers & Azevedo, 1988; Assine *et al.*, 2008; Viviers, 1986).

Mesmo com o aumento do aporte sedimentar para o interior da bacia, a partir do Campaniano inferior há uma tendência de elevação do nível do mar (**Figura 7**), devido ao aumento expressivo no espaço de acomodação, em consequência não só do incremento na taxa de subsidência, relacionado com a tectônica pós-rifte, mas também da contínua movimentação do sal talude abaixo (Assine *et al.*, 2008).

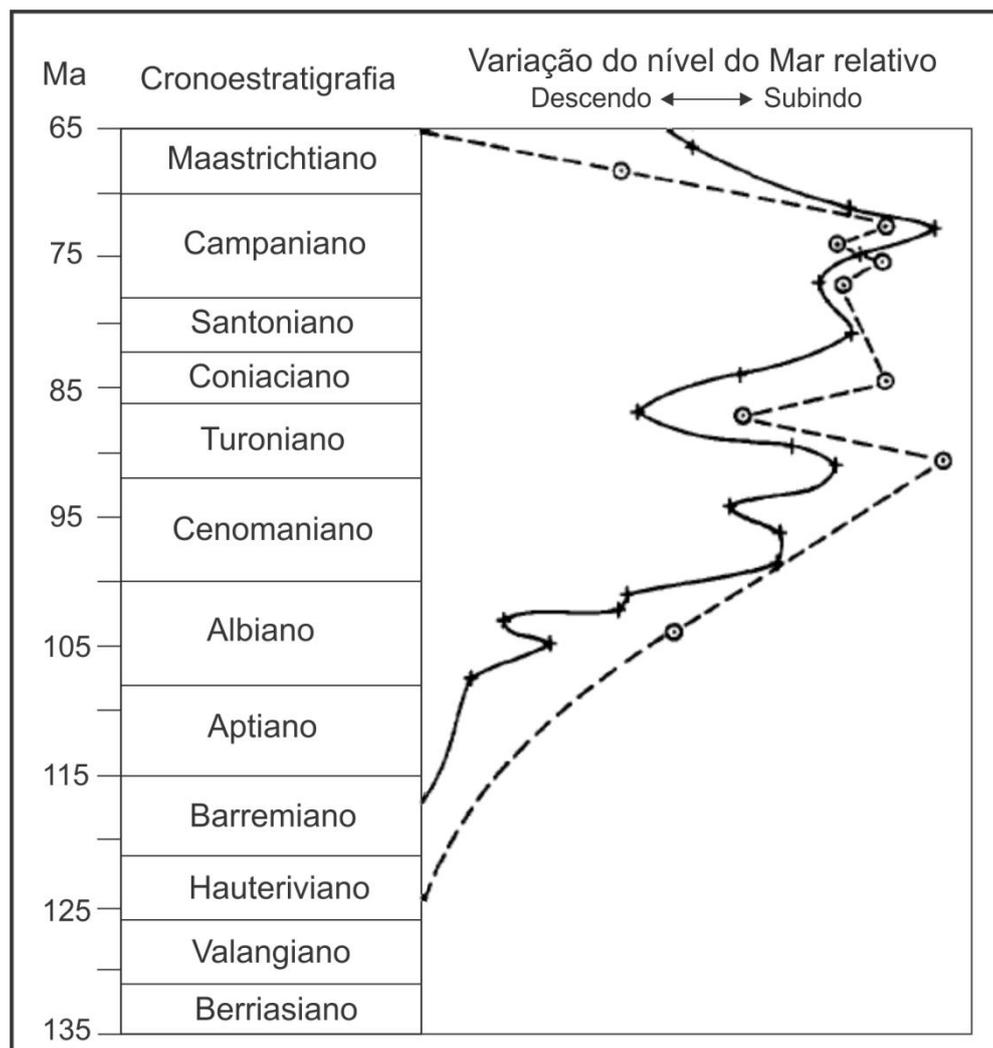


Figura 7 - Tendência da oscilação do nível do mar no Cretáceo (Modificado de Arthur *et al.*, 1986).

Esse início de subida do nível do mar com grande aporte sedimentar é marcado nas amostras pertencentes ao intervalo A do poço BS-IA. A reduzida quantidade e diversidade, além da baixa qualidade da preservação dos radiolários encontrados, podem ser explicadas por evidências de maior influxo sedimentar, que gera uma redução da salinidade ou diluição da fauna, afetando a microfauna de radiolários.

De acordo com Assine *et al.* (2008), no intervalo Campaniano-Maastrichtiano, a deposição sedimentar da bacia é caracterizada pela elevação do nível do mar relativo. Nesta situação, na parte mais proximal da bacia, a transgressão marinha gera uma lixiviação dos minerais presentes no substrato da plataforma continental que atuam como importantes nutrientes para a microfauna marinha. Devido à aceleração da circulação das massas d'água, estes nutrientes são carregados para a parte mais distal da bacia, favorecendo a bioprodutividade (Assine *et al.*, 2008). Desta forma, observou-se que os radiolários presentes nos intervalos B e C do Poço BS-IA apresentaram uma melhora gradativa no grau de preservação, na riqueza e na diversidade de espécies, acompanhando a elevação do nível do mar.

- Teor de sílica disponível no ambiente:

Para o poço estudado não existem dados sobre porcentagem de opala nas amostras, por isso pouco pode ser inferido sobre a disponibilidade de sílica durante o Neocretáceo no Oceano Atlântico Sul, próximo à Bacia de Santos. Porém sabe-se que havia sílica disponível no ambiente, pois os radiolários puderam existir e se preservar. É mais provável que a sílica tenha sido proveniente de erosão e intemperismo de rochas continentais do que de vulcanismo, pois os eventos vulcânicos mais próximos foram registrados no Santoniano-EoCampaniano (Moreira *et al.*, 2007) e no Maastrichtiano na Bacia de Santos (Mizuzaki & Mohriak, 1992).

- Ressurgência:

Nos intervalos mais ricos em radiolários neste poço é possível inferir a ocorrência de ressurgência. No entanto, para confirmá-las seriam necessários outros tipos de análises.

7.4. Considerações Paleobiogeográficas

Os radiolários tem sua distribuição determinada por uma série de fatores ambientais, tais como: (1) química das águas, em especial salinidade, pH e disponibilidade de sílica; (2) temperatura; (3) suprimento alimentar, (4) circulação marinha; (5) pressão hidrostática; (6) turbidez e (7) competição biológica (Empson-Morin, 1984).

De acordo com Empson-Morin (1984), a distribuição geográfica dos radiolários é influenciada principalmente pela temperatura. Haeckel (1887) foi o primeiro a comentar sobre a biogeografia dos radiolários, concluindo que os radiolários ocorrem em todos os oceanos e em todas as zonas climáticas, porém a grande diversidade e o maior número de espécies ocorrem nos trópicos (Haeckel, 1887; De Wever *et al.*, 2001).

Neste trabalho, foi possível verificar que a fauna encontrada no intervalo estudado é bem semelhante à fauna do continente europeu, principalmente a Rússia, e do continente asiático, especialmente o Japão (**Tabela 3**). Além disso, na associação do poço BS-IA, foram encontrados táxons já registrados em diversas outras áreas geográficas, tais como: Califórnia, Chipre, Marrocos, Itália, Espanha, entre outros.

Tabela 3 - Distribuição Paleobiogeográfica das espécies de radiolários nos Continentes e Oceanos.

Espécies	Contente Africano		Contente Asiático		Contente Centro-Americano		Contente Europeu		Contente Norte-Americano		Contente Oceania		Contente Sul-Americano		Oceano Atlântico		Oceano Índico		Oceano Pacífico	
<i>Allium oifenevi</i> Vlahnevkaya, 2007																				
<i>Amphipyndax conicus</i> Nakaseko & Nishimura, 1981																				
<i>Amphipyndax mediocris</i> Hok, 1927																				
<i>Amphipyndax</i> (?) <i>pyropides</i> Renz, 1874																				
<i>Amphipyndax stoeber</i> (Clark & Campbell) Foreman, 1968																				
<i>Amphipyndax tylosus</i> Foreman, 1978																				
<i>Archaeodicyonmitra apilara</i> (Rulst) Peesagno, 1977																				
<i>Archaeodicyonmitra cf. squinaboli</i> Peesagno, 1976																				
<i>Archaeodicyonmitra lamellosata</i> (Foreman) Riedel & Sanfilippo, 1985																				
<i>Archaeodicyonmitra sineri</i> Peesagno, 1977																				
<i>Caraspongia anielopensis</i> Peesagno, 1973																				
<i>Crucella zonovae</i> Kazimirova, 1979																				
<i>Dicyonmitra communis</i> Squinaboli, 1904																				
<i>Dicyonmitra multicosata</i> Zittel, 1876																				
<i>Euchironia samonica</i> Lipman, 1952																				
<i>Goosia peika</i> O'Dogherty, 1984																				
<i>Hexastrum cretaecum</i> Lipman, 1960																				
<i>Hexasstrum laurum</i> Lipman, 1960																				
<i>Paronaella cf. tumida</i> Lipman, 1952																				
<i>Pentastrium subboonae</i> Lipman, 1960																				
<i>Phasaeliforma coroneica</i> Lipman, 1952																				
<i>Pseudodulophiacus leucoculatus</i> (White) Peesagno, 1963																				
<i>Pseudodulophiacus praeflorescens</i> Peesagno, 1972																				
<i>Rhopalastrium adenuratum</i> Lipman, 1952																				
<i>Rhopalastrium magnificum</i> Campbell & Clark, 1944																				
<i>Spongodiscus aff. cruciferus</i> (Clark & Campbell) Sanfilippo e Riedel, 1973																				
<i>Spongostaurus</i> (?) <i>hokkaidoensis</i> Taketani, 1962																				
<i>Spongurus mollis</i> Vlahnevkaya, 1986																				
<i>Stachonitira manifera</i> Foreman, 1978																				
<i>Theocampe aliamorimensis</i> (Campbell & Clark) Foreman, 1968																				
<i>Theocampe vanderoofi</i> (Campbell & Clark) Foreman, 1968																				
<i>Xitus asymbaeus</i> Foreman, 1968																				

Legenda: Termófila Cosmopolita

Em uma primeira análise, acreditava-se que todas as espécies encontradas no poço estudado eram criófilas ou cosmopolitas. Porém, sabia-se que durante o Neocretáceo as águas do Oceano Atlântico Sul eram quentes. Com base no mapa paleoclimático do Neocretáceo (**Figura 8**) foi avaliado onde as espécies identificadas na seção Campaniano-Maastrichtiano da Bacia de Santos foram encontradas. Com isso, pode-se inferir que, devido ao fato de esta época ser caracterizada por climas quentes e não haver gelo nos polos, as correntes marinhas que circulavam próximo ao Japão e à Rússia também eram de águas quentes e que, na realidade, as espécies encontradas eram termófilas ou cosmopolitas.

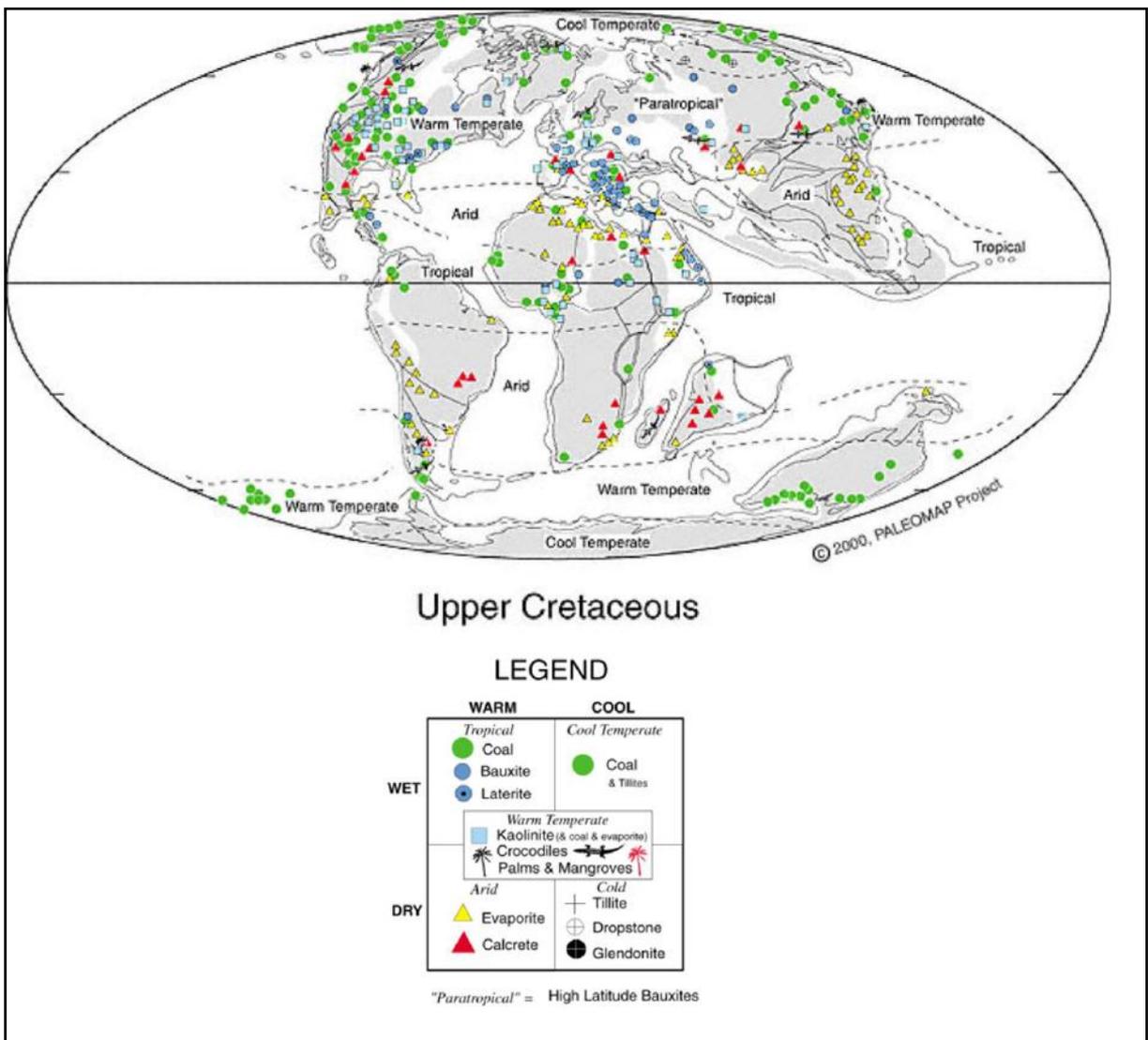


Figura 8 - Mapa climático do Neocretáceo (Modificado de www.scotese.com/lcretcli.htm).

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Ao longo do desenvolvimento deste estudo, foram analisadas 73 amostras de calha pertencentes ao poço BS-IA (2772m – 3420m) no intervalo Campaniano-Maastrichtiano, localizado na porção sudeste da Bacia de Santos.

- Foram identificados 49 táxons de radiolários da superordem Polycystina, pertencentes às ordens Spumellaria e Nassellaria.

- Os táxons considerados mais importantes para análises paleoecológicas e paleobiogeográficas (33 espécies) foram destacados, apresentando-se suas características ecológicas, distribuição estratigráfica e geográfica.

- A partir da análise de parâmetro como riqueza, grau de preservação e diversidade dos radiolários, estabeleceram-se três intervalos. O intervalo A apresenta baixa diversidade e riqueza, além de preservação ruim dos espécimes. Já o intervalo B apresenta diversidade, riqueza e grau de preservação moderados. O intervalo C é caracterizado pela riqueza e diversidade médias e grau de preservação bom. Essas variações coincidem com mudanças na litologia e indicam mudanças no paleoambiente da bacia estudada.

- Foram analisados os possíveis fatores que influenciaram nas mudanças do paleoambiente. Pode-se observar que no intervalo Campaniano-Maastrichtiano ocorre uma flutuação do nível do mar, com o fim de trato regressivo e início de uma elevação do nível do mar associado a tectonismo. Além disso, acontece um aumento do influxo sedimentar no Campaniano inferior que reduz a salinidade e a diluição das associações, afetando a microfauna de radiolários. A partir da transgressão marinha, os nutrientes são lixiviados do substrato da plataforma, carreando-os para partes mais distais da bacia, favorecendo a bioprodutividade.

- Considerando o teor de sílica presente no oceano Atlântico Sul naquela época, visto que não há dados sobre o teor de opala nas amostras estudadas, só pode-se dizer que havia sílica disponível no ambiente, pois os radiolários puderam existir e se preservar. É mais provável que a sílica tenha sido proveniente de erosão e intemperismo de rochas continentais do que de vulcanismo, pois os eventos vulcânicos mais próximos foram registrados no Santoniano-Eocampaniano e no Maastrichtiano na Bacia de Santos.

- Nos intervalos mais ricos em radiolários neste poço é possível inferir a ocorrência de ressurgência. No entanto, para confirmá-la seriam necessários outros tipos de análises.

- Considerando-se a distribuição paleobiogeográfica, observou-se que a microfauna de radiolários identificada no poço estudado apresenta alguma semelhança daquela encontrada na Rússia e no Japão. Grande parte das espécies identificadas são termófilas e cosmopolitas, inferindo que as correntes marinhas que circulavam próximo ao Japão, à Rússia e ao Brasil eram de águas quentes.

9. RECOMENDAÇÕES

- Ampliar o número de poços estudados com enfoque paleoecológico e paleobiogeográfico;
- Realizar análises quantitativas mais detalhadas para melhor entendimento da distribuição dos radiolários em função dos parâmetros ecológicos;
- Analisar individualmente todos os fatores ambientais que interferem na distribuição dos radiolários;
- Obtenção do teor de sílica nas amostras para verificar a ocorrência de sílica disponível no oceano Atlântico no intervalo Campaniano-Maastrichtiano;
- Realizar estudos comparativos com outros grupos de microfósseis.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARTHUR, M. A. & SCHLANGER, S. O. 1979. Cretaceous “oceanic anoxic events” as causal factors in development of reef-reservoired giant oil fields. *AAPG Bull.* 63(6):870-85.
- ASSINE, M. L.; CORRÊA, F. S. & CHANG, H. K. 2008. Migração de Depocentros na Bacia de Santos: Importância na Exploração de Hidrocarbonetos. *Revista Brasileira de Geociências.* v. 38, (2), p. 111-127.
- BAECKER-FAUTH, S. 2009. *Radiolários do Coniaciano-Maastrichtiano do Atlântico Equatorial e Sul: Análise Bioestratigráfica e Paleoecológica.* Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 151p.
- CAINELLI, C. & MOHRIAK, W. U. 1998. Geology of Atlantic Eastern Brazilian Basins. *In: AAPG INTERNATIONAL CONFERENCE & EXHIBITION RIO DE JANEIRO.* Short Course. Rio de Janeiro, Brazilian Geology - Parte II. 67p.
- CHANG, H. K.; KOWSMANN, R. O.; FIGUEIREDO, A. M. F.; BENDER, A. A. 1992. Tectonic and Stratigraphy of the East Brazil Rift System: an overview. *Tectonophysics*, 213. p. 97-138.
- CETAE - Centro de Tecnologias Ambientais e Energéticas; LabGeo - Laboratório de Recursos Hídricos e Avaliação Geoambiental. “Critérios Geográficos Vigentes e Mudanças Propostas acerca de Limites Territoriais para fins de Distribuição de Royalties de Petróleo e Gás Natural: Levantamento e Análise em Relação ao estado de São Paulo”. Relatório Técnico Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT. 2009. nº 108.914-205.
- CUNHA, R. F. da. 2004. *Bioestratigrafia e Paleoecologia com Base em Radiolários do Campanhiano-Maastrichtiano na Bacia de Santos, Margem Continental leste Brasileira.* Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 60 p.
- DE WEVER, P.; DUMITRICA, P.; CAULET, J. P.; NIGRINI, C.; CARIDROIT, M. 2001. *Radiolarians in the Sedimentary Record.* Amsterdam: Gordon and Breach Science Publishers. 533p.
- DIAS-BRITO, D. 1995. *Calcisferas e microfácies em rochas carbonáticas pelágicas mesocretáceas.* Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 688p.
- EILERT, V. M. P. 2001a. *Polycystine radiolarians in Brazilian sedimentary basins: a synthesis on the current status.* *Revista Brasileira de Paleontologia*, 2: 7-19.
- EILERT, V. M. P. 2001b. Bioestratigrafia com base em Radiolários do Cretáceo Superior na Bacia de Santos – Resultados Preliminares. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE*, 7, Rio de Janeiro, Boletim de Resumos, p. 118
- EILERT, V. P.; BAECKER-FAUTH, S.; SOUZA, V de. 2004. Radiolários. *In: Carvalho, I. de S. (ed.) Paleontologia.* 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, v.1, p. 297-312.

- EILERT, V. M. P.; PASSOS, N. Z. G. & ARAÚJO, P. 2007. Pioneer Investigations on Paleogene Radiolarians as useful tools for the study of deep-water sequences in the eastern Brazilian margin basins. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA*, 20, Búzios, RJ, *Anais*, p. 240.
- EILERT, V. M. P.; BENEDICTO JR., M. G.; RAMOS, M. M.; FIDALGO, T. S. L.; BRAGA, D. D. & VIVERS, M. C. 2008. Radiolários do Intervalo Cretáceo Paleógeno em depósitos de águas profundas na Bacia do Espírito Santo. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 44, Curitiba, PR, *Anais*, p. 930.
- EILERT, V. P.; CARREIRA, V. R.; LAMM, F.; FIDALGO, T. S. L.; VIVERS, M. C. 2010. Investigação sobre a influência dos eventos climáticos globais do Paleógeno em associações de radiolários na Bacia de Santos, Margem Continental Leste Brasileira. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 45, Belém, PA. *Anais*, PAP1732.pdf
- EILERT, V. P.; FIDALGO, T. S. L.; PASSOS, N. Z. G.; VIVIERS, M. C.; MEDONÇA FILHO, J. G. 2011. Radiolários do Cretáceo ao Paleógeno nas bacias da Margem Continental Leste Brasileira. *In: Carvalho, I. S. et al. Eds. Paleontologia: Cenários da Vida*, Editora Interciência, 1ª edição, v.3. Rio de Janeiro, RJ, p. 429-441.
- EILERT, V. P.; VIVIERS, M. C.; FIDALGO, T. S. L.; MEDONÇA FILHO, J. G. Radiolários do Cretáceo e Paleógeno nas bacias da margem continental brasileira: importância bioestratigráfica e aspectos diagenéticos. *Boletim de Geociências da Petrobras* (no prelo).
- EMPSON-MORIN, K. M. 1984. Depth and latitude distribution of Radiolaria in Campanian (Late Cretaceous) Tropical and Subtropical Oceans. *Micropaleontology*, 30(1):87-115.
- FIDALGO, T. S. L. 2009. *Análise Diagenética dos Radiolários no Intervalo Cretáceo Superior (Maastrichtiano) - Paleoceno nas Bacias do Espírito Santo e Pelotas, Margem Continental Leste Brasileira*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 95 p.
- FIDALGO, T. S. L.; EILERT, V. P.; VIVIERS, M. C.; MEDONÇA FILHO, J. G. 2011. Análise sobre a Preservação dos Radiolários do Cretáceo e Paleógeno nas Bacias da Margem Continental Leste Brasileira. *In: Carvalho, I. S. et al. Eds. Paleontologia: Cenários da Vida*, Editora Interciência, 1ª edição, v.3. Rio de Janeiro, RJ, p. 105-116.
- FOREMAN, H. P. 1977. Mesozoic Radiolaria from the Atlantic basin and its borderlands. *In: F. M. Swain, Ed. Stratigraphic Micropaleontology of Atlantic Basin and Borderlands*, Elsevier, Amsterdam, p. 305-320.
- HAECKEL, E. 1887. *Reports on the scientific results of the voyage of H.M.S (Radiolaria collected by H.M.S. Challenger) Challenger during the years 1873-1876*. Zoology, New York, Johnson Reprint, v. 18, p. 1-1803, 140 pl., 1 map.
- MIZUZAKI, A. M. P. & MOHRIAK, W. U. 1992. Sequências Vulcanosedimentares na região da Plataforma Continental de Cabo Frio - RJ. *In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia*, 37, São Paulo, SP, Resumos expandidos. v. 2 , p. 468-469.
- MOHRIAK, W. U. 2003. Bacias Sedimentares da Margem Continental Brasileira. *In: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; GONÇALVES, J. H. (eds.). Geologia Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. Brasília: Editora CPRM. p. 87-165.

- MOREIRA, J. L. P.; MADEIRA, C. V.; GIL, J. A.; MACHADO, M. A. P. 2007. "Bacia de Santos", *Boletim de Geociências da Petrobras*. v.15, n. 2. pp.531-549.
- PEREIRA, M. J.; BARBOSA, C. M.; AGRA, J.; GOMES, J. B.; ARANHA, L. G. F.; SAITO, M.; RAMOS, M. A.; CARVALHO, M. D. de; STAMATO, M.; BAGNI, O. 1986. Estratigrafia da Bacia de Santos: Análise das Sequências, Sistemas Depositionais e Revisão Litoestratigráfica. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 34, Goiânia, GO. *Anais*. v. 1. pp. 65-79.
- PEREIRA, M. J. & MACEDO, J. M. 1990. "A Bacia de Santos: Perspectivas de uma Nova Província Petrolífera na plataforma Continental sudeste brasileira". *Boletim de Geociências da Petrobras*. v. 4, (1). pp. 3-11.
- PEREIRA, M. J. & FEIJÓ, F. J. 1994. "Bacia de Santos". *Boletim de Geociências da Petrobras*. v. 8, n. 1. pp. 219-234.
- RIEDEL, W. R. & SANFILIPPO, A. 1974. Radiolaria from the Southern Indian Ocean, DSDP Leg 26. *In: Davies, T. A., Luyendyk, B. P., et al. (ed) Initial Reports of the DSDP*. Washington (U. S. Govt. Printing Office). v. 26, p. 771-813.
- SANFILIPPO, A. & RIEDEL, W. R. 1989. Cretaceous Radiolaria. *In: Bolli, H. M., Saunders, J. B. & Perch-Nielsen, K. Eds. Plankton Stratigraphy*, Cambridge (Cambridge University Press), 2nd ed., p. 573-630.
- SCOTESE, C. R. PALEOMAP Project. Arlington, 02.02.2003. Disponível em: <www.scotese.com/lcretcli.htm>. Acesso em: 09.08.2013.
- VIVIERS, M. C. 1986. Bioestratigrafia e Evolução Paleoambiental do Meso-Neocretáceo da Bacia de Santos, Brasil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 34, Goiânia, GO. *Anais*. v. 1. pp. 50-64.
- VIVIERS, M. C. & AZEVEDO, R. L. M. 1988. The southeastern area of the Brazilian Continental Margin: Its evolution during the middle and late Cretaceous as indicated by paleoecological data. *Revista Brasileira de Geociências*. 18(3): 291-298.

ANEXO

