

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
JÚLIO DE MESQUITA FILHO

Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

CLARA RODRIGUES NASCIMENTO

ANÁLISE PALEOPALINOLÓGICA DO ALBIANO (CRETÁCEO
INFERIOR) DA BACIA DE CAMPOS, COM ÊNFASE NO ESTUDO DE
DINOFLAGELADOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
do Câmpus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de Mestre em Geociências e Meio
Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. José Alexandre de Jesus Perinotto
Coorientador: Dr. Mitsuru Arai

Rio Claro - SP
2015

551.7 Nascimento, Clara Rodrigues
N244a Análise paleopalinológica da Albiano (Cretáceo inferior)
da Bacia de Campos, com ênfase no estudo de dinoflagelados
/ Clara Rodrigues Nascimento. - Rio Claro, 2015
99 f. : il., figs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: José Alexandre de Jesus Perinotto
Coorientador: Dr. Mitsuru Arai

1. Geologia estratigráfica. 2. Palinologia. 3.
Dinoflagelados. 4. Albiano. I. Título.

CLARA RODRIGUES NASCIMENTO

ANÁLISE PALEOPALINOLÓGICA DO ALBIANO (CRETÁCEO
INFERIOR) DA BACIA DE CAMPOS, COM ÊNFASE NO ESTUDO
DE DINOFLAGELADOS

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Instituto de Geociências e Ciências
Exatas do Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Mestre em Geociências e Meio
Ambiente.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. José Alexandre de Jesus Perinotto

Dr. Mitsuru Arai

Prfa. Dra. Rosemarie Rohn Davies

Dra. Fernanda Quaglio

Rio Claro, SP, 22 de julho de 2015.

Resultado: aprovada.

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer à Agência Nacional do Petróleo e ao PRH 05 pelo financiamento desta pesquisa, assim como ao professor Dimas Dias Brito e a toda equipe da UNESPetro – Centro de Geociências Aplicadas ao Petróleo - pelo suporte técnico fornecido no decorrer do trabalho.

Ao professor José Alexandre de Jesus Perinotto pela orientação e por ter me recebido de forma tão cordial.

Ao pesquisador Mitsuru Arai por ser meu co-orientador e por sempre estar presente. Obrigada pelas infinitas dúvidas sanadas por e-mail e pelas aulas de Palinologia a cada encontro no laboratório. Expresso minha sincera gratidão por sua dedicação e apoio.

Às professoras Rosemarie Roh Davies e Fernanda Quaglio por participarem do exame geral de qualificação e terem dado dicas preciosas para o bom andamento da pesquisa.

Aos colegas da pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente pela amizade e pelo incentivo.

A toda minha família (que está presente mesmo à distância) e aos meus queridos amigos de Rio Claro pelo companheirismo e apoio às minhas escolhas. A caminhada é mais leve quando não estamos sozinhos.

E especialmente ao Jorge, meu companheiro de vida, por me dar força, equilíbrio e sempre estar ao meu lado.

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo realizar um inventário dos palinomorfos marinhos e continentais da Bacia de Campos e analisar sua distribuição ao longo das seções a fim de testar modelos paleoambientais e paleobiogeográficos. O objeto de estudo foi o material palinológico referente ao Albiano, Grupo Macaé, dos poços Bonito e Pampo. Foram encontrados em abundância os grãos de pólen gimnospérmicos *Classopollis classoides*, *Gnetaceapollenites* sp. e *Equisetosporites* sp., todos de caráter xeromórfico. As espécies de dinoflagelados mais abundantes foram as cosmopolitas *Spiniferites ramosus*, *Odontochitina operculata* e *Trichodinium castanea*. Foram encontradas quatro espécies tipicamente tetianas, sendo elas *Codoniella campanulata*, *Cyclonephelium vannophorum*, *Endoceratium dettmanniae* e *Tehamadinium mazaganense*. Foi constatado aumento na proporção de elementos continentais nos estratos correspondentes ao final do Albiano concomitantemente à passagem de uma litologia carbonática para uma litologia composta por folhelhos e margas. Houve aumento na diversidade de palinomorfos marinhos da base para o topo das seções estudadas, passando de uma biota dominada por palinoforaminíferos trocoespirais para outra mais rica em dinoflagelados. De acordo com a articulação de dados micropaleontológicos, foi possível inferir que, durante o estabelecimento do Oceano Atlântico Sul, a Bacia de Campos recebeu águas provenientes do Mar de Tétis, o que refuta o modelo clássico de entrada de águas austrais acompanhando a abertura tectônica de sul para norte.

Palavras-chave: Palinologia. Bacia de Campos. Dinoflagelados. Albiano.

Abstract

The present work has aimed to provide an inventory of marine and continental palynomorphs from the Campos Basin; and to analyse their distribution within the sampled sections in order to evaluate paleoenvironmental and paleobiogeographic models. Lower Cretaceous (Albian) palynomorphs from the Macaé Group, as intersected in the Bonito and Pampo wells, constitute the basis of this study. Gymnospermous pollen grains occur in notable abundance, especially *Classopolis classoides*, *Gnetaceapollenites* sp. and *Equisetosporites* sp., which are typically xeromorphic. The most abundant dinoflagellates are the cosmopolitan species *Spiniferites ramosus*, *Odontochitina operculata* and *Trichodinium castanea*. Four typically Tethyan dinoflagellate species identified are *Codoniella campanulata*, *Cyclonephelium vannophorum*, *Endoceratium dettmanniae* and *Tehamadinium mazaganense*. The proportion of land-derived palynomorphs in the strata (mainly spores, pollen grains and plant debris) increases at the end of the Albian, concomitant with the transition from carbonates to shales and marls. Furthermore, marine palynomorphs increase in diversity from the base to the top of the studied sections, changing from a biota dominated by palynoforaminifera to one rich in dinoflagellates. Integration of the micropaleontological data indicates that, during the establishment of the South Atlantic Ocean, the Campos Basin received water from the Tethys Ocean. This refutes the classic model that invokes the incursion of Austral water accompanying the tectonic opening from south to north.

Keywords: Palynology. Campos Basin. Dinoflagellates. Albian.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
1.1. Apresentação	7
1.2. A Evolução do Atlântico Sul e a associação de microfósseis marinhos	7
1.3. Área de estudo – Bacia de Campos	9
1.4. Contexto Geológico	10
1.5. Histórico de Estudos.....	13
1.6. Objetivos	15
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
2.1. Palinologia.....	18
2.2. Biologia e Ecologia de Dinoflagelados.....	19
2.3. Conceitos ecológicos.....	22
3. RESULTADOS.....	23
3.1. Análise Sistemática	24
3.2. Estampas	57
3.3. Distribuição dos palinomorfos pelas profundidades	60
4. DISCUSSÃO	74
4.1. Palinomorfos continentais	74
4.2. Interpretações Paleoambientais: palinomorfos marinhos x continentais	76
4.3. Palinomorfos marinhos e a assembleia de dinoflagelados	79
4.4. Caracterização palinológica do Albiano da Bacia de Campos	82
5. CONCLUSÕES	84
6. REFERÊNCIAS.....	86

1. INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação

O presente trabalho constitui uma contribuição à Palinologia da seção albiana da Bacia de Campos, onde, em função da intensa atividade exploratória de petróleo iniciada na década de 1970, vêm se acumulando informações geológicas importantes que contribuem para o entendimento do processo de evolução do Oceano Atlântico Sul. Nesse contexto, dados oriundos de amostras de testemunhos – como as que foram estudadas neste projeto – são especialmente importantes por serem isentos de contaminação e misturas, além de fornecer informações litológicas precisas. O estudo de palinomorfos continentais e marinhos presentes nos testemunhos – como esporos, grãos de pólen, dinoflagelados, palinoforaminíferos – pode fornecer dados relevantes sobre o corpo d'água do ambiente deposicional e também sobre fatores externos mais abrangentes, como clima e geomorfologia. Dessa forma, compreende-se o elevado interesse científico que a Bacia de Campos atrai e o potencial que o material palinológico da área tem para agregar conhecimento sobre o estabelecimento do Atlântico Sul e o cenário vigente na época.

1.2. A Evolução do Atlântico Sul e a associação de microfósseis marinhos

Até o Eocretáceo, os continentes sul-americano e africano encontravam-se unidos constituindo o supercontinente Gondwana; há aproximadamente 125,5 milhões de anos, iniciou-se sua separação (LARSON & LADD, 1973). Existem algumas hipóteses para explicar o processo de estabelecimento do oceano Atlântico Sul e sua conexão com o Atlântico Norte/Central, o que ainda é motivo de discussões e polêmicas no meio científico. O modelo clássico que vinha sendo aceito tradicionalmente defende a entrada das águas pelo sul, acompanhando o processo de abertura tectônica que separou os dois continentes (OJEDA, 1982; DIAS, 2005, 2008). Entretanto, dados paleontológicos atestam a possibilidade de incursão de águas provenientes do norte devido à afinidade das biotas aptiana e albiana das bacias da margem leste brasileira com aquela biota presente no Mar de Tétis (ARAI, 2009; ARAI et al., 1994; BENGTON et al., 2007;

DIAS-BRITO, 1987; DIAS-BRITO, 2000; KENNEDY & COOPER, 1975; KOUTSOUKOS & DIAS-BRITO, 1987; WIEDMANN & NEUGEBAUER, 1978).

Wiedmann & Neugebauer (1978) afirmaram que faunas tipicamente europeias invadiram o Atlântico Sul no Albiano, fato comprovado pelos amonitólogos Kennedy & Cooper (1975). Koutsoukos & Dias-Brito (1987) e Dias-Brito (1987) documentaram a presença de foraminíferos planctônicos de origem tetiana na margem atlântica brasileira durante o Albiano. Dias-Brito (2000), com base em dados paleobiogeográficos de pitonelídeos, afirmou que o Atlântico Sul durante o Albiano era um braço estreito e alongado do Mar de Tétis. Arai et al. (1994) realizaram um levantamento da Ecozona do dinoflagelado *Subtilisphaera* sp., de caráter tipicamente tetiano, nas bacias brasileiras mais próximas à região equatorial. Bengtson et al. (2007) discorreram sobre a abertura do Atlântico Equatorial e sua conexão com o Atlântico Sul por meio da distribuição de amonitas e foraminíferos.

E finalmente, realizando um apanhado de publicações de associações de dinoflagelados do Cretáceo, Arai (2009) discorre que a entrada de águas no Atlântico Sul se deu a partir do Atlântico Central durante a transgressão aptiana. O autor defende que, com a subida eustática, o Mar de Tétis “inundou” as bacias de São Luís, Parnaíba e Sergipe, originando a feição paleogeográfica batizada como *seaway* do Nordeste. O principal fator que possibilitou a formulação de tal hipótese foi a presença de *blooms* do dinoflagelado do gênero *Subtilisphaera* nas bacias da margem equatorial brasileira. A Ecozona *Subtilisphaera*, reconhecida primeiramente por Regali (1989), é definida pela associação composta quase que exclusivamente por dinoflagelados do gênero *Subtilisphaera* e sua ocorrência é restrita a sedimentos de baixas latitudes e em regiões banhadas pelo Mar de Tétis. Num primeiro momento após a transgressão no Aptiano, as bacias do Atlântico Sul Setentrional apresentavam biota diferenciada das bacias do Atlântico Sul Meridional devido à presença de uma barreira física que impedia a livre circulação marinha. Tradicionalmente essa barreira era representada pelo alinhamento entre Dorsal de São Paulo/Alto de Florianópolis, ou barreira *Walvis Ridge-São Paulo Ridge* (DIAS-BRITO, 1987). Atualmente, acredita-se que a barreira pode ter sido sustentada pela Elevação do Rio Grande, descrita inicialmente por Camboa & Rabinowitz (1984) e especulada hoje como o Microcontinente Rio Grande (LISBOA, 2013; ARAI, 2014).

Ainda de acordo com Arai (2009) e com a proposta de Dias-Brito (2009), no Aptiano - Albiano, o Atlântico Sul Setentrional era ainda um mar alongado e restrito, com forte influência de águas tetianas; o Atlântico Sul Meridional, por sua vez, apresentava circulação oceânica mais intensa e era banhado por águas austrais, fato este atestado pelo registro sedimentar da Bacia de Pelotas que mostra um ambiente francamente marinho e com assembleia de dinoflagelados de alta diversidade. Foi somente no Vraconiano (final do Albiano) que as águas austrais alcançaram a costa sudeste brasileira, o que pode ser comprovado pelo aparecimento de espécies tipicamente austrais na Bacia de Campos, como os dinoflagelados *Ascodinium acrophorum* – presente na Antártica, Platô de Kerguelen e Austrália (COOKSON & EISENACK, 1960; KEATING et al., 1992; MOHR & GEE, 1992; MORGAN, 1980) –, *Occisucysta victorii* e *Tenua americana*.

1.3. Área de estudo – Bacia de Campos

A Bacia de Campos situa-se na margem continental do Brasil, abrangendo desde a costa sul do estado do Espírito Santo até a costa norte do estado do Rio de Janeiro, entre os paralelos 21° e 23° sul. Seu limite norte com a Bacia do Espírito Santo corresponde ao Alto de Vitória, e o limite sul com a Bacia de Santos é o Alto de Cabo Frio (Figura 1). Sua área corresponde a 100.000 km², sendo 500 km² localizados em área emersa (RANGEL et al., 1994).

Segundo Guardado et al. (1990), foi descoberta para a Bacia de Campos uma reserva de 12 bilhões de barris de petróleo logo no início de sua exploração, sendo a região um marco na prospecção de petróleo em águas profundas nacionais. Atualmente, Campos é a bacia brasileira mais produtiva economicamente, com mais de 1600 poços perfurados no decorrer de 30 anos de exploração.

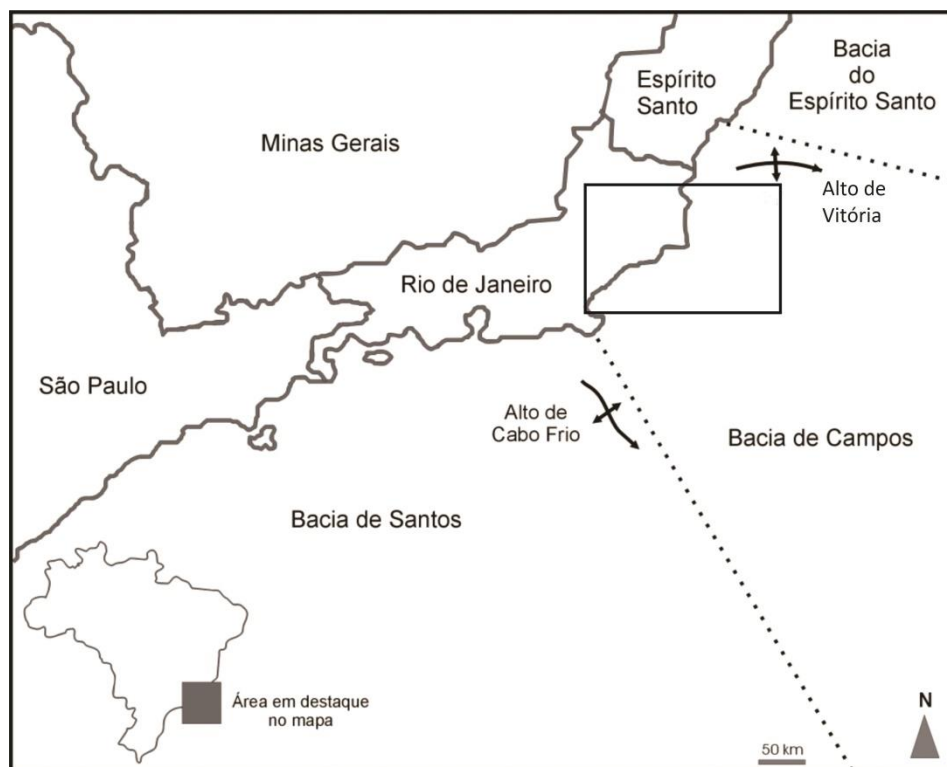


Figura 1. Mapa com a localização da Bacia de Campos. O retângulo corresponde à área estudada mostrada em detalhe na Figura 5.

1.4. Contexto Geológico

De acordo com Winter et al. (2007), o desenvolvimento da Bacia de Campos iniciou-se a partir do Eocretáceo sobre as rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino. O preenchimento sedimentar da bacia é constituído, *grosso modo*, por 3 supersequências deposicionais:

Supersequência Rifte: supersequência depositada durante o processo de rifteamento. Nela são predominantes basaltos, diabásios, conglomerados e arenitos.

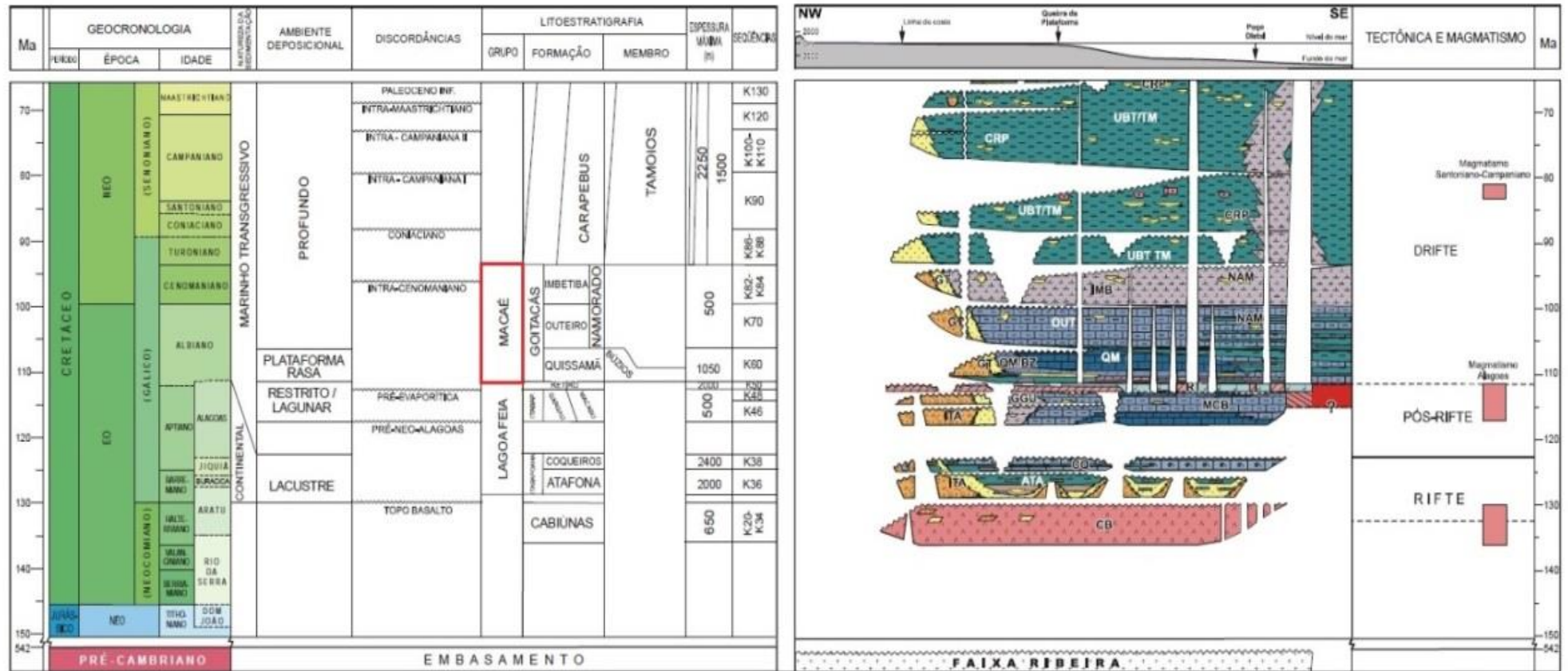
Supersequência Pós-Rifte: representa a fase de transição de ambiente lacustre para marinho. Presença de arenitos e sedimentos carbonáticos depositados em águas rasas e também de evaporitos. O registro fóssil é pobre, sendo representado por rochas microbiais e ostracodes.

Supersequência Drifte: corresponde aos sedimentos marinhos depositados sob regime de subsidência térmica. Presença de carbonatos, calcilutitos, margas, folhelhos e arenitos. Rico registro de biota planctônica.

O objeto de estudo do presente trabalho é a Supersequência Drifte, com enfoque na sua fase inicial, quando a bacia passou a receber os primeiros sedimentos marinhos.

Os processos de formação e evolução das bacias sedimentares da margem continental brasileira estão intimamente relacionados à separação entre América do Sul e África e à instalação do oceano Atlântico Sul (SZATMARI et al., 1987). Larson & Ladd (1973) deduziram que a abertura do Atlântico Sul ocorrera durante o Eocretáceo. Com o desenvolvimento de pesquisas posteriores baseadas em registros sedimentares e fósseis, foram surgindo evidências de que o momento crucial da abertura foi o intervalo compreendido entre o Aptiano e o Albiano (CHANG & KOUSMANN, 1987; DIAS-BRITO, 1987; KENNEDY & COOPER, 1975; KOUTSOUKOS & DIAS-BRITO, 1987). Os primeiros sedimentos essencialmente marinhos da Bacia de Campos foram devidamente caracterizados por foraminíferos e nanofósseis calcários de idade albiana, cuja associação denota ambiente deposicional raso e restrito, de águas quentes e bem oxigenadas, concordante com o ambiente esperado para o Atlântico primitivo (DIAS-BRITO, 1982; AZEVEDO et al., 1987). Tal pacote sedimentar, característico da instalação oceânica na Bacia de Campos, corresponde à Formação Macaé (Figura 2) (RANGEL et al., 1994).

O termo Formação Macaé foi utilizado inicialmente por Schaller (1973) para se referir aos sedimentos depositados sobre os evaporitos da bacia. Calcarenitos e calcilitos correspondem à base da sequência, enquanto a parte superior é composta por calcilitos, margas e folhelhos (DIAS-BRITO, 1982). A unidade foi reclassificada como “Grupo” por Winter et al. (2007), termo adotado neste trabalho. O Grupo Macaé foi a primeira unidade litoestratigráfica *offshore* a ser reconhecida como portadora de petróleo comercial da Bacia de Campos nos anos 1970 (ARAI & LANA, 2004), o que a tornou objeto de muitos estudos a partir de então.



1.5. Histórico de Estudos

Segundo Arai (2005), durante os anos 1970 o foco da exploração petrolífera no Brasil era voltado para a região do Recôncavo Baiano (bacias do Recôncavo e de Tucano), de sedimentação predominantemente não-marinha, que utilizava como ferramentas bioestratigráficas ostracodes e palinomorfos continentais, como grãos de pólen e esporos. Entre os anos 1970 e 1980, entretanto, houve grande avanço na Palinoestratigrafia marinha no Brasil em função do advento da prospecção de petróleo em bacias *offshore* da margem continental, onde se encontram seções marinhas cretáceas. Com a descoberta na Bacia de Campos de petróleo em reservatórios carbonáticos, cuja deposição ocorreu em ambiente sedimentar com pouco influxo terrígeno, fez-se necessário o desenvolvimento de pesquisas para que fossem utilizados palinomorfos marinhos como espécies-guia para correlações estratigráficas. Como resultado, expandiu-se o conhecimento acerca da associação de dinoflagelados no Brasil, visando principalmente trabalhos de palinoestratigrafia (LANA & BOTELHO NETO, 1989; ARAI & BOTELHO NETO, 1996). Nesse contexto, os dinoflagelados passaram a ser melhor estudados por causa da sua abundância nos estratos sedimentares marinhos, sendo reconhecidas atualmente espécies-guia relevantes para o Cretáceo.

Uesugui (1976) elaborou o primeiro arcabouço estratigráfico com base exclusivamente em palinomorfos marinhos, entre eles três espécies de dinoflagelado e uma espécie de acritarco para subdividir em biozonas Alfa e Beta o Grupo Macaé. Posteriormente, Azevedo et al. (1987b) detalharam o zoneamento proposto por Uesugui e integraram dados de nanofósseis, foraminíferos, grãos de pólen e dinoflagelados para a Bacia de Campos e subdividiram o intervalo Beta em Beta-0 e Beta-1. Arai e Uesugui (1989), munidos de novos conhecimentos taxonômicos, renomearam os intervalos bioestratigráficos supracitados, sendo que: Alfa corresponde à Zona de *Cyclopsiella* sp., Beta-0 corresponde à Zona de *Ovoidinium diversum* e Beta-1 corresponde à Zona de *Oligosphaeridium* aff. *complex*.

Conforme o conhecimento acerca das associações de dinoflagelados nas bacias brasileiras avançava, foi possível constatar a existência de provincialismo de determinadas espécies, fator importante para a realização de estudos paleobiogeográficos. O estudo pioneiro no Brasil foi realizado por Lana & Botelho Neto

(1989), que, ao compararem as associações de dinoflagelados das bacias de Santos e Potiguar, confirmaram a existência de provincialismo em bacias brasileiras marinhas do Cretáceo.

Arai (1991a,b, 1992, 1993, 1994), em publicações de relatórios internos do CENPES e resumos de congressos, realizou um levantamento minucioso dos dinoflagelados do Cretáceo da Bacia de Campos, o que aumentou consideravelmente o número de táxons conhecidos para a área.

Arai & Botelho Neto (1996), ao integrarem dados levantados nas bacias de Pelotas, Santos, Campos e Espírito Santo, propuseram para o Cretáceo dessas regiões um biozoneamento baseado exclusivamente em dinoflagelados.

Arai & Masure (1997) realizaram um levantamento das espécies de dinoflagelados para o Vraconiano (parte superior do Albiano superior) da Bacia de Campos, apresentando aproximadamente 70 espécies de dinocistos.

Assim, considerando-se os estudos anteriores, o presente trabalho traz como contribuição uma maior compreensão sobre a distribuição dos palinomorfos no Albiano da Bacia de Campos e sua relação com fatores ambientais vigentes quando se deu sua sedimentação.

1.6. Objetivos

O principal objetivo do trabalho foi compreender como os palinomorfos distribuem-se ao longo da seção do Grupo Macaé da bacia de Campos, a fim de agregar conhecimentos ecológico e paleobiogeográfico ao panorama científico vigente sobre o tema. Para tanto, os objetivos específicos foram os seguintes:

- Fazer o levantamento das espécies de microfósseis que ocorrem nos poços Bonito e Pampo da Bacia de Campos, em estratos referentes ao Albiano (Cretáceo Inferior). Os dois poços foram estudados devido à facilidade do material palinológico já previamente preparado e disponível para pesquisa.
- Comparar quantitativamente as ocorrências de palinomorfos continentais e marinhos a fim de testar modelos paleoambientais.
- Elaborar gráficos e analisar a distribuição dos palinomorfos ao longo das seções dos poços.
- Comparar a associação de dinoflagelados encontrada com associações equatoriais e austrais para discorrer sobre modelos paleobiogeográficos de instalação do Oceano Atlântico Sul.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O material estudado consistiu em lâminas previamente confeccionadas no CENPES - Centro de Pesquisas & Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (Petrobras, Rio de Janeiro-RJ), de acordo com o processo de preparação de material palinológico descrito inicialmente por Uesugui (1979). Convém lembrar que estas lâminas são duplicatas montadas por Mitsuru Arai que não pertencem ao acervo oficial do CENPES.

Para que as amostras de rochas sedimentares sejam transformadas em lâminas palinológicas, elas passam pelos seguintes processos. Depois de limpas e secas, as amostras passam por desagregação mecânica, peneiração e pesagem. Feito isso, a segunda etapa consiste basicamente em atacar as amostras de rochas com ácido clorídrico a 37% para remover os carbonatos e posteriormente com ácido fluorídrico a 40% para eliminar os silicatos. O material que sobra no final desse processo é constituído de partículas de matéria orgânica, entre elas os palinomorfos cuja parede celular é composta por dinosporina, esporopolenina ou celulose.

Ao todo, fizeram parte do trabalho 42 lâminas do poço Pampo (PM) e 38 do poço Bonito (BO) da Bacia de Campos (Figura 5). O foco do estudo foi o estrato geológico referente ao andar Albiano (Série Cretáceo Inferior).

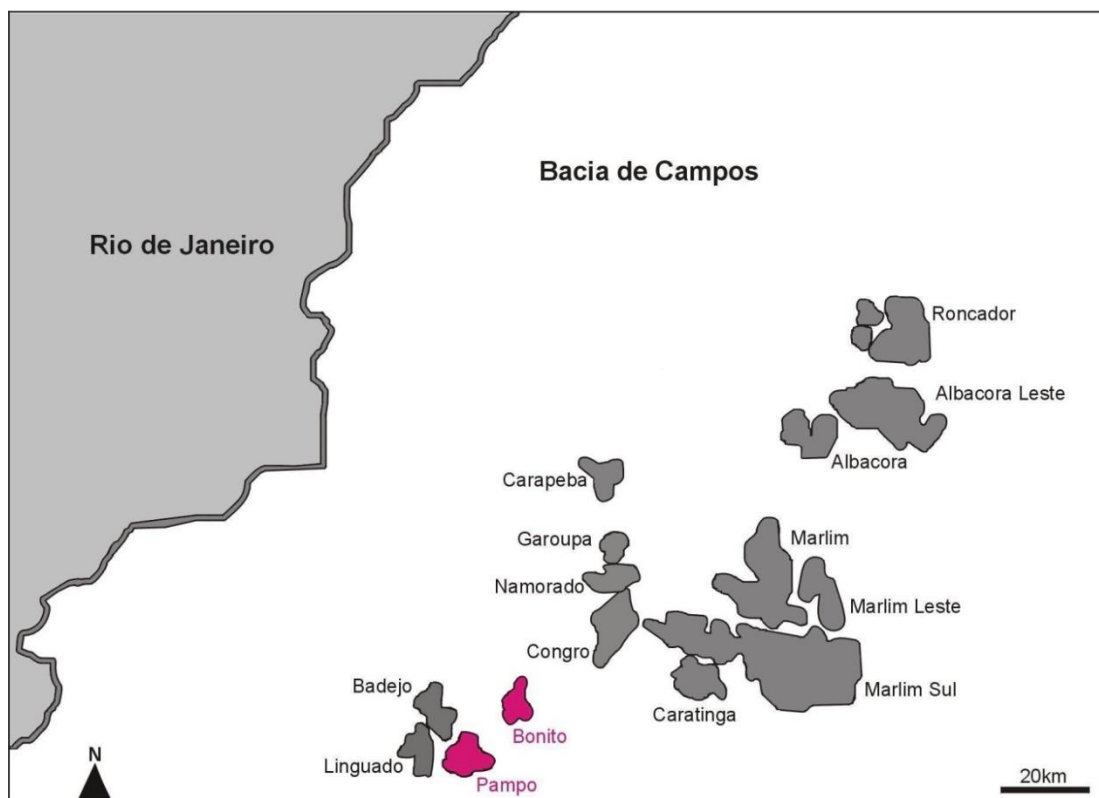


Figura 5. Principais campos petrolíferos da Bacia de Campos com destaque aos campos Bonito e Pampo em rosa, onde se localizam os poços estudados neste trabalho. Modificado de Taioli (2000).

As lâminas foram observadas no microscópio Leica do Laboratório de Bioestratigrafia e Fotomicrografia do UNESPetro – centro de Geociências Aplicadas ao Petróleo - utilizando-se a objetiva de 20x para fazer a varredura de toda sua área. Todo microfóssil encontrado foi contado e fotografado. Os dados quantitativos foram lançados em planilha Excel, gerando a tabela de distribuição dos palinomorfos pela profundidade dos poços. Os palinomorfos foram fotografados nas objetivas de 50x ou 100x (imersão a óleo) utilizando-se o programa Leica Application Suite 4. As fotomicrografias selecionadas serviram para constituir banco de imagens, além de produzir documentação fotográfica (estampas).

Os gráficos de distribuição dos palinomorfos pelas profundidades dos poços foram executados pelos programas PAST – PAleontological STatistics, versão 1.49 – e C2 Data Analysis, versão 1.7.5 (HAMMER et al., 2001; JUGGINS, 2007).

A análise qualitativa consistiu na identificação dos palinomorfos, os quais foram classificados em dois grupos: continentais e marinhos. Quando possível, a identificação

foi efetuada até o nível de espécie baseando-se na consulta a artigos especializados (LENTIN & WILLIAMS, 1993; DINO et al., 1999; OOSTING et al., 2006; TORRICELLI, 2000) e a uma base de dados online sobre dinoflagelados fósseis e viventes, a DINOFLAJ2 (FENSOME et al., 2008).

A contagem da frequência dos palinomorfos não seguiu o método proposto por Chang (1967), pois as quantidades encontradas eram frequentemente inferiores a 200 espécimes de palinomorfos por lâmina. Dessa forma, optou-se por fazer a contagem de todos os palinomorfos encontrados por amostra.

2.1. Palinologia

Originalmente, o termo Palinologia referia-se ao estudo de grãos de pólen e esporos, sendo uma área restrita à Botânica (TRAVERSE, 2007). Entretanto, de acordo com Uesugui (1979), conforme o avanço científico desse campo evoluía, foram sendo englobados no termo todos os organismos encontrados nos resíduos insolúveis ao tratamento com ácidos inorgânicos e que eram observados ao microscópio após a montagem em lâminas. Assim, o conceito expandiu e o conjunto desses elementos recebeu o nome de palinomorfos.

A Micropaléontologia é uma subdivisão da Paleontologia que tem como objetivo o estudo de fósseis de pequenas dimensões – os microfósseis (MATHIEU et al, 2011). Os palinomorfos que se incluem no grupo de microfósseis são definidos como qualquer estrutura diminuta de origem orgânica identificável ao microscópio (SEYVE, 1990; ARAI, 2005; BARTH-SCHATZMAYR & BARROS, 2011). Segundo Mathieu et al. (2011), os palinomorfos podem ser estruturas provenientes de plantas vasculares (como esporos e grãos de pólen), algas, fungos (hifas e esporos), cistos de protistas (dinoflagelados e acritarcos), foraminíferos e fragmentos orgânicos de metazoários (como copépodos e conchostráceos).

Devido à sua grande diversidade biológica, os palinomorfos têm ampla distribuição temporal, ou seja, ocorreram desde o passado remoto da Terra até os dias de hoje, preservando suas particularidades morfológica e ecológica em cada tempo geológico (ANTUNES & AZEVEDO, 2011). Além disso, os palinomorfos apresentam grande potencial para se preservarem nos sedimentos, fossilizando-se com relativa facilidade

(ARAI & LANA, 2004). Dessa forma, a Paleopalinologia tem como principal objetivo científico servir como um instrumento para dar maior confiabilidade à datação de estratos geológicos (CRUZ, 2011).

Durante o Eocretáceo, época estudada no presente trabalho, houve uma mudança na composição de microfósseis marinhos em nível global. Os palinomorfos que prosperaram no Paleozóico, como acritarcos e quitinozoários, tornaram-se escassos ou até mesmo entraram em extinção no final do Paleozoico (HAQ, 1980). Por outro lado, os dinoflagelados – surgidos no Triássico (WILLIAMS & BUJAK, 1985) – persistiram e tornaram-se muito abundantes no Cretáceo, com grande número de espécies e ampla distribuição geográfica (TRAVERSE, 2007; ARAI & LANA, 2011).

2.2. Biologia e Ecologia de Dinoflagelados

Dinoflagelados são seres unicelulares eucariontes que apresentam dois flagelos distintos em pelo menos uma parte do seu ciclo de vida, sendo um desses flagelos longitudinal e o outro transversal (BRASIER, 1980; FENSOME et al., 1993). Basicamente, as espécies viventes são identificadas morfológicamente por apresentarem placas delimitadas por suturas e que definem sua tabulação (teca celulósica), uma cintura transversal denominada cingulo e uma depressão longitudinal, o sulco (Figura 6). São organismos associados a ambientes aquáticos, sendo a grande maioria – aproximadamente 90% das espécies – constituinte do fitoplâncton marinho (WALL et al., 1977; TAYLOR, 1987; MATHIEU et al., 2011). Através da movimentação de seus dois flagelos, os dinoflagelados são capazes de se locomover na coluna d'água até a velocidade de 20 metros em um período de 24 horas (SPECTOR, 1984).

São habitantes preferenciais de plataformas continentais de baixas e médias latitudes, onde a luminosidade, oferta de nutrientes, oxigenação, temperatura e salinidade são mais favoráveis para seu desenvolvimento (WALL et al., 1977). Os dinoflagelados possuem diferentes morfologias, hábitos e estratégias alimentares, podendo ser livre natantes ou simbiontes, autótrofos, heterótrofos ou mixotróficos (TAYLOR, 1987; FENSOME et al., 1996).

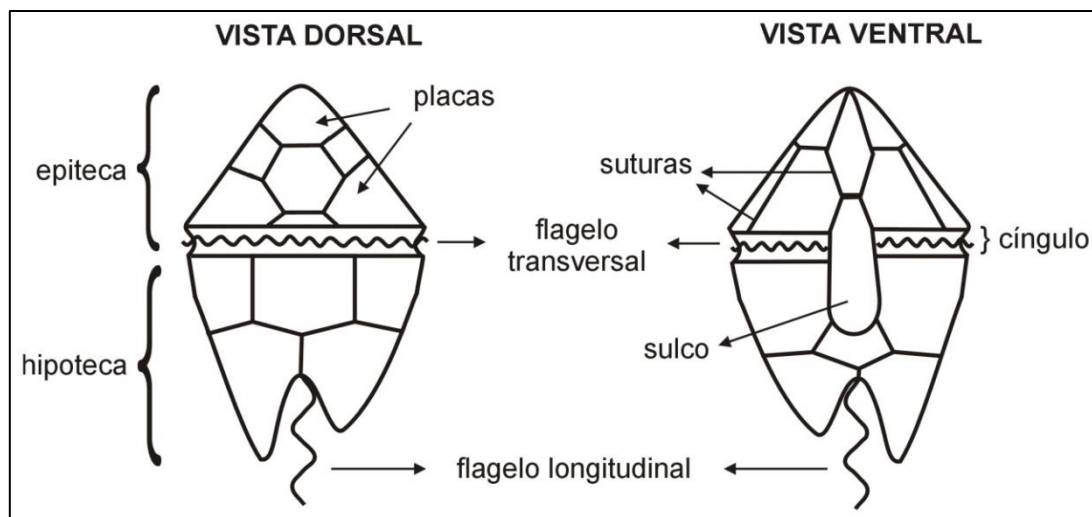


Figura 6. Esquema geral de um dinoflagelado e identificação de suas principais estruturas. Modificado de Arai & Lana (2004).

Algumas espécies de dinoflagelados apresentam a capacidade de se encistar como forma de defesa a condições ambientais adversas, como temperatura, salinidade e luminosidade inadequadas para a manutenção de suas funções vitais (EVITT, 1985; FENSOME & WILLIAMS, 2004). Fensome et al. (1993) definem o cisto de dinoflagelados simplesmente como uma célula imóvel com parede celular. Dodge (1982) afirma que cisto é um estágio resistente no ciclo de vida de um dinoflagelado e que sua parede celular pode ser ornamentada por espinhos ou processos. O cisto encerra o material celular e, quando as condições ambientais voltam a ser favoráveis, ocorre o excistamento do protoplasma através de uma abertura chamada arqueopilo; em seguida, reinicia-se o ciclo reprodutivo. Assim sendo, eles apresentam duas fases de ciclo de vida, uma móvel e outra imóvel ou encistada (Figura 7). Muitas espécies de dinoflagelados são capazes de se manterem vivas dentro dos cistos por um período que varia de 2 a 9 anos em média (LEWIS et al., 1999). Os dinocistos podem ser de constituição orgânica (composição de dinosporina, material semelhante à esporopolenina), silicosa ou calcária. Como são desprovidos de motilidade, eles sedimentam e acabam associando-se ao substrato do corpo de água em que se encontram (ARAI & LANA, 2004; WILLIAMS et al., 2004). Dessa forma, ao contrário da teca celulósica dos dinoflagelados ativos, os dinocistos são fossilizáveis e se preservam ao longo do tempo nos sedimentos (WILLIAMS, 1980).

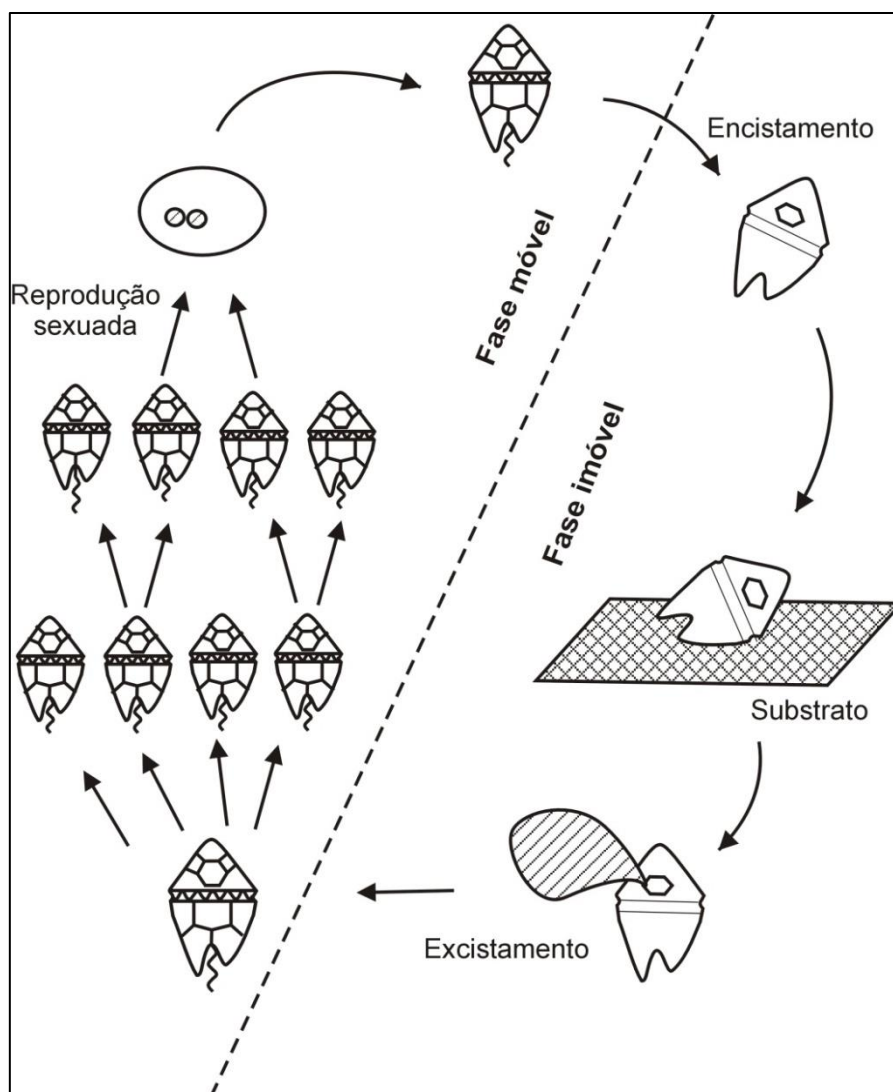


Figura 7. Representação do ciclo de vida de dinoflagelados. A fase imóvel corresponde aos cistos fossilizáveis dormentes e a fase móvel, à forma vivente dotada de motilidade. Modificado de Evitt (1985).

Acreditava-se que os dinoflagelados fossem organismos cosmopolitas pelo fato da maioria deles ser planctônica; no entanto, de acordo com Arai et al. (2000), é possível observar provincialismo nas associações de dinoflagelados, sendo esse dado útil para análises paleobiogeográficas e reconstituições climáticas. A distribuição das espécies viventes e dos dinocistos é influenciada por fatores ambientais e é geralmente delimitada latitudinalmente, com exceção de organismos cosmopolitas tolerantes a variações climáticas.

Os dinoflagelados são utilizados globalmente para estudo de bacias cretáceas de sedimentação marinha, pois são amplamente empregados como fósseis-guia dentro da Palinoestratigrafia (BRASIER, 1980; ARAI & LANA, 2004). Os dinocistos oferecem

uma resolução estratigráfica confiável na correlação de poços dentro da indústria do petróleo (STOVER et al., 1996; SLUIJS et al., 2005). O estudo de dinocistos pode trazer maior compreensão sobre a história natural de dinoflagelados vivos, além de servir como instrumento para estudos bioestratigráficos e também para trabalhos de reconstituições paleoambientais e paleobiogeográficas.

2.3. Conceitos ecológicos

Os índices e conceitos ecológicos são empregados a fim de se compreender a dinâmica de uma comunidade ou como suas espécies se comportam no tempo e no espaço. Define-se diversidade como a variedade e abundância das espécies em uma unidade de estudo delimitada, sendo a abundância uma estimativa de tamanho populacional (BEGON et al., 2007; MAGURRAN, 2008). A partir da diversidade, é possível inferir se uma espécie é rara ou comum. O conceito é determinado por dois componentes principais: riqueza e equabilidade.

Riqueza corresponde ao número de espécies dentro de uma comunidade. Equabilidade representa como os indivíduos distribuem-se dentro dos táxons presentes. O oposto de equabilidade é dominância. De acordo com Magurran (2008), se uma comunidade apresenta alta diversidade, ela possui alta equabilidade. Se a equabilidade é alta, a dominância é baixa. Os valores de dominância variam de 0 (todos os táxons presentes em iguais quantidades de indivíduos) a 1 (um táxon domina completamente a comunidade).

Lloyd e Ghelardi (1964) introduziram o termo equitabilidade, geralmente utilizado como sinônimo de equabilidade. Neste trabalho, será adotado o termo equabilidade.

A tabela 1 a seguir ilustra como os indivíduos de duas comunidades distribuem-se entre as espécies presentes e como os conceitos ecológicos podem ser empregados nos dois casos.

Tabela 1. Exemplo da distribuição de espécies (sp.1, sp.2, sp.3 e sp.4) em duas comunidades hipotéticas.

	Sp.1	Sp.2	Sp.3	Sp.4
Comunidade 1	5%	5%	5%	85%
Comunidade 2	25%	25%	25%	25%

No exemplo citado, ambas as comunidades possuem a mesma riqueza; no entanto, a comunidade 2 é mais diversa devido à distribuição uniforme das abundâncias das espécies. A comunidade 1 apresenta dominância da espécie 4 em relação às demais, o que diminui a equabilidade.

3. RESULTADOS

Ao todo, foram listados 12 táxons continentais e 81 táxons marinhos neste trabalho.

Dentro do grupo dos palinomorfos continentais, os grãos de pólen gimnospérmicos *Classopolis classoides* e *Gnetaceaepollenites* sp. foram os mais representativos em ambos os poços, seguidos por *Equisetosporites* sp. Apenas um gênero de esporo de pteridófita foi encontrado, *Cicatricosisporites* sp. Os pólenes elaterados também foram listados, sendo representados principalmente pelas espécies *Elaterosporites klaszi*, *Elaterosporites protensus* e *Elaterosporites verrucatus*.

Dentre os palinomorfos marinhos, os cistos de dinoflagelados foram sem dúvida o grupo mais significativo tanto em riqueza como em abundância, sendo representantes quase da totalidade de microfósseis marinhos com 78 espécies identificadas, distribuídas em 49 gêneros. Os palinoforaminíferos foram o segundo grupo mais representativo e, como não são o foco central do presente trabalho, não foram identificados taxonomicamente. Escolecodontes e a alga *Pterospermopsis* sp. foram os demais palinomorfos marinhos listados, porém com frequência muito baixa em ambos os poços.

Dentre os dinoflagelados, a espécie *Spiniferites ramosus* foi a mais frequente em ambos os poços, seguida por *Trichodinium castanea*, *Litosphaeridium conispinum*, *Oligosphaeridium complex* e *Odontochitina operculata*. É importante destacar que o gênero de dinoflagelado *Subtilisphaera*, constituinte da ecozona que leva seu nome e é indicativa de águas tetianas, não foi encontrado no Albiano da Bacia de Campos. A referida ecozona não é compatível com bacias com grandes quantidades de evaporitos,

como Santos, Campos e Espírito Santo e, dessa forma, sua ocorrência está restrita às bacias das margens Equatorial e Nordeste, como as bacias de São Luís, Ceará, Potiguar, Parnaíba e Araripe (ANTONIOLI, 2001; ANTONIOLI & ARAI, 2002; ARAI et al., 1994; REGALI, 1989). Em contrapartida, foram encontradas 4 espécies de caráter tipicamente tetiano, com amplitudes de distribuição que abrangem todo o Albiano, sendo elas: *Codoniella campanulata*, *Cyclonephelium vannophorum*, *Endoceratium dettmanniae* e *Tehamadinium mazaganense* (MASURE & VRIELYNCK, 2009).

As espécies de dinoflagelados características da microflora austral – *Ascodinium acrophorum*, *Occisucysta victorii* e *Tenua americana* – não foram encontradas neste trabalho.

Com relação a espécies-guia de dinoflagelados, destacam-se no trabalho *Litosphaeridium conispinum*, exclusiva do Albiano superior (COSTA & DAVEY, 1992), e *Litosphaeridium arundum*, restrita a todo o Albiano (WILLIAMS & BUJAK, 1985).

A seguir, segue a listagem sistemática agrupando os palinomorfos em continentais e marinhos.

3.1. Análise Sistemática

A sistemática de palinomorfos fósseis não segue o Sistema Natural de Classificação devido à dificuldade de se identificar a qual espécie exata o esporo ou o grão de pólen pertencem. Dessa forma, a caracterização de fósseis palinológicos segue o Sistema Artificial de Classificação, proposto inicialmente por Potonié (1951) e que consiste em agrupar os fósseis simplesmente de acordo com suas similaridades morfológicas.

Quando possível, a identificação foi feita até o nível de espécie e foi realizada a relação de similaridade botânica com um grupo vivente para esporos e pólenes.

Palinomorfos continentais

SPORITES H. POTONIÉ, 1893

Gênero *Cicatricosisporites* POTONIÉ & GELLETICH, 1933.

Espécie-tipo: *Cicatricosisporites dorogensis* POTONIÉ & GELLETICH, 1933.

Afinidade botânica: Anemiaceae

Cicatricosisporites spp.

Estampa I, Foto 2.

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2466,75m; 2467,5m; 2469,25m; 2476,55m.

Poço PM, profundidade 1942,75m.

POLLENITES

Gênero *Callialasporites* DEV, 1961.

Espécie-tipo: *Callialasporites trilobatus* (BALME) DEV, 1961.

Afinidade botânica: Araucariaceae.

Callialasporites trilobatus (BALME) DEV, 1961.

Estampa I, Foto 1.

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1942,75m; 1950,15m; 1951,8m; 1953,6m; 1960,25m.

Gênero *Classopolis* PFLUG, 1953.

Espécie-tipo: *Classopolis classoides* PFLUG, 1953.

Afinidade botânica: Cheirolepidiaceae.

Classopolis classoides PFLUG, 1953.

Estampa I, Fotos 8 e 9.

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2462,3m; 2466,3m; 2466,75m; 2467,5m; 2469,25m; 2476,55m; 2477,5m; 2479,05m; 2479,5m.

Poço PM, profundidades 1933,8m; 1936,1m; 1942,75m; 1945,55m; 1950,15m; 1951,8m; 1953,6m; 1954,6m; 1955,45m; 1960,25m; 1961,8m; 1971,3m.

Gênero *Circulina* MALYAWKINA, 1949.

Espécie-tipo: *Circulina funifera* MALYAWKINA, 1949.

Afinidade botânica: Cheirolepidiaceae

Circulina spp.

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2462,3m; 2466,3m; 2466,75m; 2467,5m; 2469,25m; 2476,55m; 2477,5m; 2479,05m; 2479,5m; 2695,6m.

Poço PM, profundidade 1953,6m.

Gênero *Cycadopites* WODEHOUSE, 1933 ex WILSON & WEBSTER, 1946.

Espécie-tipo: *Cycadopites follicularis* WILSON & WEBSTER ex POTONIÉ, 1958.

Afinidade botânica: Cycadaceae.

Cycadopites spp.

Estampa I, Foto 3.

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2466,75m; 2469,25m; 2476,55m; 2477,5m.

Poço PM, profundidades 1939,35m; 1950,15m; 1951,8m; 1953,6m; 1955,45m.

Gênero *Elaterocolpites* JARDINÉ & MAGLOIRE, 1965.

Espécie-tipo: *Elaterocolpites castelainii* JARDINÉ & MAGLOIRE, 1965.

Afinidade botânica: Classe Gnetopsida?

Elaterocolpites castelainii JARDINÉ & MAGLOIRE, 1965.

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2469,25m.

Poço PM, profundidade 1955,45m.

Gênero *Elaterosporites* JARDINÉ, 1967.

Espécie-tipo: *Elaterosporites verrucatus* JARDINÉ, 1967.

Afinidade botânica: Classe Gnetopsida?

Elaterosporites klaszii (JARDINÉ & MAGLOIRE) JARDINÉ, 1967.

Estampa I, Fotos 10 e 11.

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2466,75m; 2467,5m.

Poço PM, profundidades 1942,75m; 1950,15m; 1951,8m; 1953,6m; 1955,45m.

Elaterosporites protensus (STOVER) JARDINÉ, 1967.

Estampa I, Foto 12.

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1950,15m; 1985,35m.

Elaterosporites verrucatus (JARDINÉ & MAGLOIRE) JARDINÉ, 1967.

Estampa I, Foto 13.

Ocorrência neste trabalho: 1950,15m; 1951,8m; 1953,6m; 1955,45m; 1960,25m.

Gênero *Equisetosporites* (DAUGHERTY, 1941) *emend.* SINGH, 1964.

Espécie-tipo: *Equisetosporites chinleana* DAUGHERTY, 1941.

Afinidade botânica: Ephedraceae.

Equisetosporites spp.

Estampa I, Foto 4.

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2462,3m; 2466,3m; 2466,75m; 2467,5m; 2469,25m; 2476,55m; 2477,5m; 2479,05m; 2479,5m.

Poço PM, profundidades 1933,8m; 1939,35m; 1942,75m; 1945,55m; 1950,15m; 1951,8m; 1953,6m; 1954,6m; 1960,25m; 1971,3m.

Gênero *Gnetaceaepollenites* THIEGART, 1938.

Espécie-tipo: *Gnetaceaepollenites ellipticus* THIEGART, 1938.

Afinidade botânica: Ephedraceae/Gnetaceae

Gnetaceaepollenites spp.

Estampa I, Fotos 5 e 6.

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2462,3m; 2466,3m; 2466,75m; 2467,5m; 2469,25m; 2476,55m; 2477,5m; 2479,5m; 2688,6m; 2695,6m.

Poço PM, profundidades 1933,8m; 1936,1m; 1939,35m; 1942,75m; 1945,55m; 1950,15m; 1951,8m; 1953,6m; 1954,6m; 1955,45m; 1960,25m; 1961,8m; 1971,3m.

Gênero *Steevesipollenites* STOVER, 1964.

Espécie-tipo: *Steevesipollenites multilineatus* STOVER, 1964.

Afinidade botânica: Gnetales.

Steevesipollenites spp.

Estampa I, Foto 7.

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2462,3m; 2466,75m; 2469,6m; 2476,55m; 2479,5m.

Poço PM, profundidades 1936,1m; 1950,15m; 1953,6m.

Palinomorfos marinhos

Escolecodonte

Peça mandibular de anelídeos poliquetas fósseis. Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidades 1939,35m; 1942,75m.

Palinoforaminífero

Para o trabalho, foi feita a classificação simplificada dos palinoforaminíferos em trocoespiral, unisserial e bisserial.

Ocorrência neste trabalho:

Trocoespiral: poço BO, profundidades 2466,75m; 2467,5m; 2476,55m; 2477,5m; 2479,05m; 2479,5m; 2688,6m.

Poço PM, profundidades 1933,8m; 1936,1m; 1939,35m; 1942,75m; 1945,55m; 1950,15m; 1951,8m; 1953,6m; 1954,6m; 1955,45m; 1960,25m; 1961,8m; 1971,3m; 1985,35m.

Uniserial: poço PM, profundidade 1933,8m.

Bisserial: poço BO, profundidade 2467,5m.

Poço PM, profundidade 1953,6m.

Alga verde

Divisão Chlorophyta

Gênero *Pterospermopsis* WETZEL, 1952.

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2467,5m

Poço PM, profundidade 1953,6m

Divisão Dinoflagellata (BÜTSCHLI, 1885) FENSOME et al., 1993

Gênero *Achomosphaera* EVITT, 1963.

Espécie-tipo: *Hystrichosphaeridium ramuliferum* DEFLANDRE, 1937.

Achomosphaera sp.

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1951,8m.

Gênero *Adnatosphaeridium* WILLIAMS & DOWNIE, 1966.

Espécie-tipo: *Adnatosphaeridium vittatum* WILLIAMS & DOWNIE, 1966.

Adnatosphaeridium sp.

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2466,75m.

Gênero *Atopodinium* DRUGG 1978.

Espécie-tipo: *Atopodinium prostaticum* DRUGG, 1978.

Atopodinium iuvene PRÖSSL, 1990.

Estrato-tipo: Turoniano superior

Localidade-tipo: Alemanha

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1955,45m.

Atopodinium mirabile (BELOW, 1984) MASURE, 1991.

Estrato-tipo: Cenomaniano inferior

Localidade-tipo: Norte de Agadir (Marrocos)

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2466,75m.

Gênero *Batiacasphaera* DRUGG, 1970.

Espécie-tipo: *Batiacasphaera compta* DRUGG, 1970.

Batiacasphaera sp.

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2467,5m.

Gênero *Caligodinium* DRUGG, 1970.

Espécie-tipo: *Caligodinium amiculum* DRUGG, 1970.

Caligodinium aceras (MANUM & COOKSON, 1964) LENTIN & WILLIAMS, 1973.

Estrato-tipo: Cenomaniano

Localidade-tipo: Ilha Graham (Canadá)

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1936,1m.

Gênero *Circulodinium* ALBERTI, 1961.

Espécie-tipo: *Circulodinium hirtellum* ALBERTI, 1961.

Circulodinium distinctum distinctum DEFLANDRE & COOKSON, 1955.

Estrato-tipo: Senoniano

Localidade-tipo: Austrália Ocidental

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1942,75m.

Circulodinium distinctum longispinatum (DAVEY, 1978) LENTIN & WILLIAMS,
1989.

Estrato-tipo: Turoniano

Localidade-tipo: Furo DSDP 361 (costa sudoeste da África)

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1942,75m.

Circulodinium paucispinum (DAVEY, 1969) FAUCONNIER & MASURE, 2004.

Estrato-tipo: Cenomaniano

Localidade-tipo: Bacia Anglo-parisiense.

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1960,25m.

Gênero *Codoniella* COOKSON & EISENACK, 1961.

Espécie-tipo: *Codonia campanulata* COOKSON & EISENACK, 1960.

Codoniella campanulata (COKKSON & EISENACK, 1960) DOWNIE & SARJEANT,
1965.

Estrato-tipo: Santoniano

Localidade-tipo: Bacia de Perth (Austrália)

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1951,8m.

Gênero *Cometodinium* DEFLANDRE & COURTEVILLE, 1939.

Espécie-tipo: *Cometodinium obscurum* DEFLANDRE & COURTEVILLE, 1939.

Cometodinium sp. aff. *C. obscurum* DEFLANDRE & COURTEVILLE, 1939.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Bacia de Campos

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2469,25m.

Gênero *Cordosphaeridium* EISENACK, 1963b.

Espécie-tipo: *Hystrichosphaeridium inodes* KLUMPP, 1953.

Cordosphaeridium sp.

Estampa II, Foto 1.

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1939,35m.

Gênero *Coronifera* COOKSON & EISENACK, 1958.

Espécie-tipo: *Coronifera oceanica* COOKSON & EISENACK, 1958.

Coronifera oceanica COOKSON & EISENACK, 1958.

Estampa II, Foto 2.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Bacia de Carnarvon (Austrália Ocidental)

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2466,75m; 2467,5m.

Poço PM, profundidades 1936,1m; 1960,25m; 1951,8m; 1953,6m.

Gênero *Craspedodinium* COOKSON & EISENACK, 1974.

Espécie-tipo: *Craspedodinium indistinctum* COOKSON & EISENACK, 1974.

Craspedodinium indistinctum COOKSON & EISENACK, 1974.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Austrália

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2467,5m.

Gênero *Cribroperidinium* NEALE & SARJEANT, 1962.

Espécie-tipo: *Cribroperidinium sepimentum* NEALE & SARJEANT, 1962.

Cribroperidinium sp.

Estampa II, Foto 3.

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1942,75m.

Cribroperidinium edwardsii (COOKSON & EISENACK, 1959) DAVEY, 1969a.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Austrália Ocidental

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1942,75m.

Cribroperidinium fetchamense (SARJEANT, 1966) HELENES, 1984.

Estrato-tipo: Cenomaniano

Localidade-tipo: Inglaterra

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1942,75m.

Cribroperidinium tensiftense BELOW, 1981.

Estrato-tipo: Barremiano

Localidade-tipo: Marrocos

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidades 1942,75m; 1953,6m; 1971,3m.

Gênero *Cyclonephelium* DEFLANDRE & COOKSON, 1955.

Espécie-tipo: *Cyclonephelium compactum* DEFLANDRE & COOKSON, 1955.

Cyclonephelium compactum DEFLANDRE & COOKSON, 1955.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Austrália Ocidental

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1942,75m.

Cyclonephelium paucimarginatum COOKSON & EISENACK, 1962.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Formação Osborne, Austrália

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1942,75m.

Cyclonephelium vannophorum DAVEY, 1969.

Estampa II, Foto 4.

Estrato-tipo: Cenomaniano

Localidade-tipo: Inglaterra

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1936,1m.

Gênero *Dapsilidinium* BUJAK et al., 1980.

Espécie-tipo: *Polysphaeridium pastielsii* DAVEY & WILLIAMS, 1966.

Dapsilidinium laminaspinosum (DAVEY & WILLIAMS, 1966) LENTIN &
WILLIAMS, 1981.

Estrato-tipo: Cenomaniano

Localidade-tipo: Inglaterra

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2477,5m.

Poço PM, profundidades 1953,6m; 1960,25m.

Gênero *Dinopterygium* DEFLANDRE, 1935.

Espécie-tipo: *Dinopterygium cladoides* DEFLANDRE, 1935.

Dinopterygium cladoides DEFLANDRE, 1935.

Estrato-tipo: Senoniano

Localidade-tipo: Bacia de Paris (França)

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1955,45m.

Gênero *Downiesphaeridium* ISLAM, 1993.

Espécie-tipo: *Cleistosphaeridium spinulastrum* ISLAM, 1983.

Downiesphaeridium flexuosum (DAVEY et al., 1966) ISLAM, 1993.

Estrato-tipo: Cenomaniano

Localidade-tipo: Inglaterra

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1933,8m.

Gênero *Endoceratium* VOZZHENNIKOVA, 1965.

Espécie-tipo: *Ceratocystidiopsis ludbrookiae* COOKSON & EISENACK, 1958.

Endoceratium dettmanniae (COOKSON & HUGHES, 1964) STOVER & EVITT,
1978.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Cambridge (Inglaterra)

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1942,75m.

Gênero *Endoscrinium* (KLEMENT, 1960) VOZZHENNIKOVA, 1967.

Espécie-tipo: *Gymnodinium galeritum* DEFLANDRE, 1939.

Endoscrinium tabulatum MILES, 1990.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Costa da Namíbia (Furo DSDP 363)

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1939,35m.

Gênero *Escharisphaeridia* ERKMEN & SARJEANT, 1980.

Espécie-tipo: *Chytroeisphaeridia pocockii* SARJEANT, 1968.

Escharisphaeridia sp.

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1950,15m.

Gênero *Florentinia* DAVEY & VERDIER, 1973.

Espécie-tipo: *Florentinia laciniata* DAVEY & VERDIER, 1973.

Florentinia sp.

Estampa II, Foto 5.

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2462,3.

Florentinia cooksoniae SINGH, 1971.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Alberta (Canadá)

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2467,5m; 2695,6m.

Poço PM, profundidade 1953,6m.

Florentinia ferox (DEFLANDRE, 1937) DUXBURY, 1980.

Estrato-tipo: Senoniano

Localidade-tipo: Bacia de Paris (França)

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2695,6m.

Florentinia mantellii (DAVEY & WILLIAMS, 1966) DAVEY & VERDIER, 1973.

Estrato-tipo: Cenomaniano

Localidade-tipo: Bacia de Paris (França)

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2462,3m; 2695,6m.

Poço PM, profundidades 1936,1m; 1950,15m; 1951,8m; 1953,6m; 1955,45m; 1971,3m.

Florentinia radiculata (DAVEY & WILLIAMS, 1966) DAVEY & VERDIER, 1973.

Estrato-tipo: Cenomaniano

Localidade-tipo: Inglaterra

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2695,6m.

Poço PM, profundidade 1953,6m.

Gênero *Fromea* COOKSON & EISENACK, 1958.

Espécie-tipo: *Fromea amphora* COOKSON & EISENACK, 1958.

Fromea amphora COOKSON & EISENACK, 1958.

Estampa II, Foto 6.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Austrália Meridional

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2462,3m; 2466,75m.

Fromea fragilis (COOKSON & EISENACK, 1962) STOVER & EVITT, 1978.

Estrato-tipo: Aptiano

Localidade-tipo: Austrália

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2466,75m.

Fromea quadrugata DUXBURY, 1980.

Estrato-tipo: Barremiano

Localidade-tipo: Speeton (Inglaterra)

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2462,3m.

Gênero *Gordiacysta* MILES, 1990.

Espécie-tipo: *Gordiacysta coronata* MILES, 1990.

Gordiacysta coronata MILES, 1990.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Costa da Namíbia (Furo DSDP 363)

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1971,3m.

Gênero *Hapsocysta* DAVEY, 1979.

Espécie-tipo: *Cannosphaeropsis peridictya* EISENACK & COOKSON, 1960.

Hapsocysta peridictya (EISENACK & COOKSON, 1960) DAVEY, 1979.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Bacia de Carnarvon (Austrália Ocidental)

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1954,6m.

Gênero *Heterosphaeridium* COOKSON & EISENACK, 1968.

Espécie-tipo: *Heterosphaeridium conjunctum* COOKSON & EISENACK, 1968.

Heterosphaeridium heteracanthum (DEFLANDRE & COOKSON, 1955) EISENACK
& KJELLSTROM, 1972.

Estrato-tipo: Cenomaniano

Localidade-tipo: Austrália

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidades 1936,1m; 1950,15m.

Gênero *Hystrichodinium* DEFLANDRE, 1935.

Espécie-tipo: *Hystrichodinium pulchrum* DEFALNDRE, 1935.

Hystrichodinium pulchrum DEFLANDRE, 1935.

Estrato-tipo: Senoniano

Localidade-tipo: Bacia de Paris (França)

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1939,35m.

Gênero *Impagidinium* STOVER & EVITT, 1978.

Espécie-tipo: *Leptodinium dispertitum* COOKSON & EISENACK, 1965.

Impagidinium sp.

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2462,3m.

Gênero *Impletosphaeridium* MORGENROTH, 1966.

Espécie-tipo: *Impletosphaeridium transfodum* MORGENROTH, 1966.

Impletosphaeridium spp.

Estampa II, Foto 7.

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidades 1933,8m; 1936,1m; 1939,35m; 1942,75m; 1950,15m; 1951,8m; 1953,6m; 1954,6m; 1955,45m; 1960,25m; 1971,3m.

Gênero *Kallosphaeridium* DE CONINCK, 1969.

Espécie-tipo: *Kallosphaeridium brevibarbatum* DE CORNICK, 1969.

Kallosphaeridium ringnesiorum (MANUM & COOKSON, 1964) HELBY, 1987.

Estrato-tipo: Campaniano

Localidade-tipo: Ilha Graham, Canadá

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1953,6m.

Kallosphaeridium romaense (BURGER, 1980a) BURGUER, 1980b.

Estrato-tipo: Aptiano

Localidade-tipo: Bacia de Surat, Austrália

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidades 1936,1m; 1953,6m.

Gênero *Kiokansium* STOVER & EVITT, 1978.

Espécie-tipo: *Hystrichosphaeridium unituberculatum* TASCH et al., 1964.

Kiokansium polypes (COOKSON & EISENACK, 1962) BELOW, 1982.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Bacia de Perth (Austrália)

Ocorrência neste trabalho: poço PM, 1960,25m.

Gênero *Kleithriaphaeridium* DAVEY, 1974.

Espécie-tipo: *Kleithriasphaeridium corrugatum* DAVEY, 1974.

Kleithriaphaeridium sp.

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2462,3m.

Gênero *Leberidocysta* STOVER & EVITT, 1978.

Espécie-tipo: *Hexagonifera chlamydata* COOKSON & EISENACK, 1962.

Leberidocysta chlamydata (COOKSON & EISENACK, 1962) STOVER & EVITT, 1978.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Austrália Ocidental

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1951,8m.

Gênero *Leptodinium* KLEMENT, 1960.

Espécie-tipo: *Leptodinium subtile* KLEMENT, 1960.

Leptodinium sp.

Estampa II, Foto 8.

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidades 1950,15m; 1960,25m.

Gênero *Litosphaeridium* DAVEY & WILLIAMS, 1966b.

Espécie-tipo: *Hystrichosphaeridium siphoniphorum* COOKSON & EISENACK, 1958.

Litosphaeridium arundum EISENACK & COOKSON, 1960.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Austrália Meridional

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2467,5m

Poço PM, profundidade 1942,75m; 1951,8m; 1953,6m.

Litosphaeridium conispinum DAVEY & VERDIER, 1973.

Estampa II, Fotos 9 e 10

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Sudeste da França

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2462,3m; 2466,75m; 2467,5m; 2469,25m; 2476,55m; 2477,5m; 2479,5m.

Poço PM, profundidades: 1933,8m; 1939,35m; 1942,75m; 1954,6m.

Litosphaeridium siphoniphorum COOKSON & EISENACK, 1958.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Austrália

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2479,5m.

Gênero *Muderongia* COOKSON & EISENACK, 1958.

Espécie-tipo: *Muderongia mcwhaei* COOKSON & EISENACK, 1958.

Muderongia sp. cf. *M. parjata* DUXBURY, 1983.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Bacia do Espírito Santo

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1936,1m.

Gênero *Odontochitina* DEFLANDRE, 1937b.

Espécie-tipo: *Odontochitina silicorum* DEFLANDRE, 1937.

Odontochitina ancala BINT, 1986.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Formação Kiowa, Kansas (EUA)

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1942,75m.

Odontochitina costata ALBERTI, 1961.

Estrato-tipo: Cenomaniano

Localidade-tipo: Alemanha

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2462,3m; 2469,25m; 2479,5m.

Odontochitina sp. aff. *O. cribropoda* DEFLANDRE & COOKSON, 1955.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Bacia de Campos

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2462,3m.

Odontochitina operculata WETZEL, 1933a.

Estampa II, Foto 11.

Estrato-tipo: Senoniano

Localidade-tipo: Alemanha

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2462,3m; 2466,75m; 2467,5m; 2469,25m; 2476,55m; 2477,5m; 2479,5m.

Poço PM, profundidades 1933,8m; 1942,75m; 1950,15m; 1951,8m; 1955,45m.

Odontochitina rakhodes BINT, 1986.

Estrato-tipo: Albiano - Cenomaniano

Localidade-tipo: Formação Kiowa, Kansas (EUA)

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2462,3m; 2695,6m.

Espécie *Odontochitina singhii* MORGAN, 1980.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Austrália

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2479,5m.

Poço PM, profundidade 1942,75m.

Gênero *Oligosphaeridium* DAVEY & WILLIAMS, 1966b.

Espécie-tipo: *Xanthidium tubiferum* var. *complex* WHITE, 1842.

Oligosphaeridium complex (WHITE, 1842).

Estampa III, Foto 2.

Estrato-tipo: Cenomaniano

Localidade-tipo: Surrey (Inglaterra)

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2462,3m; 2466,3m; 2466,75m; 2469,25m; 2476,55m; 2477,5m; 2479,5m; 2688,6m.

Poço PM, profundidades 1942,75m; 1950,15m; 1951,8m; 1953,6m; 1955,45m.

Oligosphaeridium itajaiensis MASURE & ARAI, 2003.

Estampa III, Foto 1.

Estrato-tipo: Turoniano

Localidade-tipo: Bacia de Santos

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2467,5m.

Oligosphaeridium pulcherrimum DEFLANDRE & COOKSON, 1955.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Austrália

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2668m.

Poço PM, profundidade 1953,6m.

Oligosphaeridium totum BRIDEAUX, 1971.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Grupo Colorado, Canadá

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1953,6m.

Gênero *Ovoidinium* DAVEY, 1970.

Espécie-tipo: *Ascodinium verrucosum* COOKSON & HUGHES, 1964.

Ovoidinium diversum DAVEY, 1979b.

Estampa III, Foto 3.

Estrato-tipo: Aptiano-Albiano

Localidade-tipo: Baía de Biscay (Furo DSDP 402A)

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2462,3m.

Gênero *Palaeohystrichophora* DEFLANDRE, 1935.

Espécie-tipo: *Palaeohystrichophora infusorioides* DEFLANDRE, 1935.

Palaeohystrichophora infusorioides DEFLANDRE, 1935.

Estrato-tipo: Senoniano

Localidade-tipo: Bacia de Paris (França)

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2467,5m.

Gênero *Palaeoperidinium* DEFALNDRE, 1934.

Espécie-tipo: *Peridinium pyrophorum* EHRENBURG, 1838.

Palaeoperidinium cretaceum (POCOCK, 1962) LENTIN & WILLIAMS, 1976.

Estrato-tipo: Aptiano-Albiano

Localidade-tipo: Canadá

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1939,35m.

Gênero *Pervosphaeridium* YUN HYESU, 1981.

Espécie-tipo: *Hystrichosphaeridium pseudhystrichodinium* DEFLANDRE, 1937.

Pervosphaeridium cenomaniense NORVICK, 1976.

Estampa III, Foto 4.

Estrato-tipo: Cenomaniano

Localidade-tipo: Ilha Bathurst (costa da Austrália Setentrional)

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2467,5m; 2469,25m; 2479,5m.

Poço PM, profundidades 1939,35m; 1942,75m; 1950,15m; 1960,25m.

Pervosphaeridium truncatum (DAVEY, 1969) BELOW, 1982.

Estrato-tipo: Cenomaniano

Localidade-tipo: Bacia de Paris (França)

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2479,5m.

Gênero *Prolixosphaeridium* DAVEY et al., 1966.

Espécie-tipo: *Prolixosphaeridium deirense* DAVEY et al., 1966.

Prolixosphaeridium sp.

Estampa III, Foto 9.

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1953,6m.

Prolixosphaeridium conulum DAVEY, 1969.

Estrato-tipo: Cenomaniano

Localidade-tipo: Bacia de Paris (França)

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2479,5m.

Poço PM, profundidade 1953,6m.

Gênero *Pseudoceratium* GOCHT, 1957.

Espécie-tipo: *Pseudoceratium pelliferum* GOCHT, 1957.

Pseudoceratium sp.

Estampa III, Foto 5.

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1939,35m.

Gênero *Pterodinium* EISENACK, 1958a.

Espécie-tipo: *Pterodinium aliferum* EISENACK, 1958.

Pterodinium sp.

Estampa III, Foto 6.

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidade 2462,3m.

Pterodinium cingulatum cingulatum WETZEL, 1933.

Estrato-tipo: Senoniano

Localidade-tipo: Alemanha Setentrional

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2462,3m; 2466,3m; 2467,5m; 2469,25m; 2476,55m; 2477,5m; 2479,05m.

Poço PM, profundidades 1942,75m; 1950,15m; 1951,8m; 1953,6m; 1954,6m.

Gênero *Spiniferites* MANTELL, 1850.

Espécie-tipo: *Xanthidium ramosum* EHRENBERG, 1838.

Spiniferites ramosus (EHRENBERG, 1838) DAVEY & WILLIAMS, 1966.

Estampa III, Foto 7.

Estrato-tipo: Senoniano

Localidade-tipo: Delitzsch (Alemanha)

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2462,3m; 2466,3m; 2466,75m; 2467,5m; 2469,25m; 2476,55m; 2477,5m; 2479,05m; 2479,5m; 2688,6m; 2695,6m.

Poço PM: 1936,1m; 1939,35m; 1942,75m; 1945,55m; 1950,15m; 1951,8m; 1953,6m; 1954,6m; 1955,45m; 1960,25m; 1961,8m; 1971,3m.

Spiniferites bejui MASURE, RAUSCHER, DEJAX, SCHULER, FERRÉ, 1998.

Estrato-tipo: Santoniano

Localidade-tipo: Costa do Marfim

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidades 1951,8m; 1955,45m.

Gênero *Tanyosphaeridium* DAVEY & WILLIAMS, 1966b.

Espécie-tipo: *Tanyosphaeridium variecalamum* DAVEY & WILLIAMS, 1966.

Tanyosphaeridium sp.

Estampa III, Foto 10

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1939,35m.

Tanyosphaeridium isocalamum (DEFLANDRE & COOKSON, 1955) DAVEY & WILLIAMS, 1969.

Estrato-tipo: Cretáceo Inferior

Localidade-tipo: Austrália

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1939,35m.

Tanyosphaeridium variecalamum DAVEY & WILLIAMS, 1966.

Estrato-tipo: Cenomaniano

Localidade-tipo: Inglaterra

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidades 1939,35m; 1942,75m; 1950,15m.

Gênero *Tehamadinium* JAN DU CHÊNE et al., 1986.

Espécie-tipo: *Occisucysta brixii* BELOW, 1982.

Tehamadinium mazaganense (BELOW, 1984) JAN DU CHENE et al., 1986.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Platô de Mazagan (Furo DSDP 547B)

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidades 1936,1m; 1942,75m; 1955,45m.

Gênero *Trichodinium* EISENACK & COOKSON, 1960.

Espécie-tipo: *Trichodinium pellitum* EISENACK & COOKSON, 1960.

Trichodinium castanea DEFLANDRE, 1935.

Estrato-tipo: Senoniano

Localidade-tipo: Bacia de Paris (França)

Ocorrência neste trabalho: poço BO, profundidades 2462,3m; 2476,55m; 2477,5m; 2479,5m; 2688,6m; 2695,6m.

Poço PM, profundidades 1936,1m; 1939,35m; 1942,75m; 1950,15m; 1951,8m; 1953,6m; 1954,6m; 1955,45m; 1960,25m; 1961,8m; 1971,3m.

Gênero *Walvisia* MILES, 1990.

Espécie-tipo: *Walvisia wodii* MILES, 1990.

Walvisia wodii MILES, 1990.

Estrato-tipo: Albiano

Localidade-tipo: Costa da Namíbia (Furo DSDP 363)

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1955,45m.

Gênero *Wrevittia* HELENES & LUCAS-CLARCK, 1997.

Espécie-tipo: *Gonyaulax helicoidea* EISENACK & COOKSON, 1960.

Wrevittia helicoidea (EISENACK & COOKSON, 1960) HELENES & LUCAS-CLARK, 1997.

Estampa III, Foto 8.

Estrato-tipo: Aptiano

Localidade-tipo: Austrália

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1936,1m; 1950,15m.

Gênero *Xiphophoridium* SARJEANT, 1966.

Espécie-tipo: *Hystriochodium alatum* COOKSON & EISENACK, 1962.

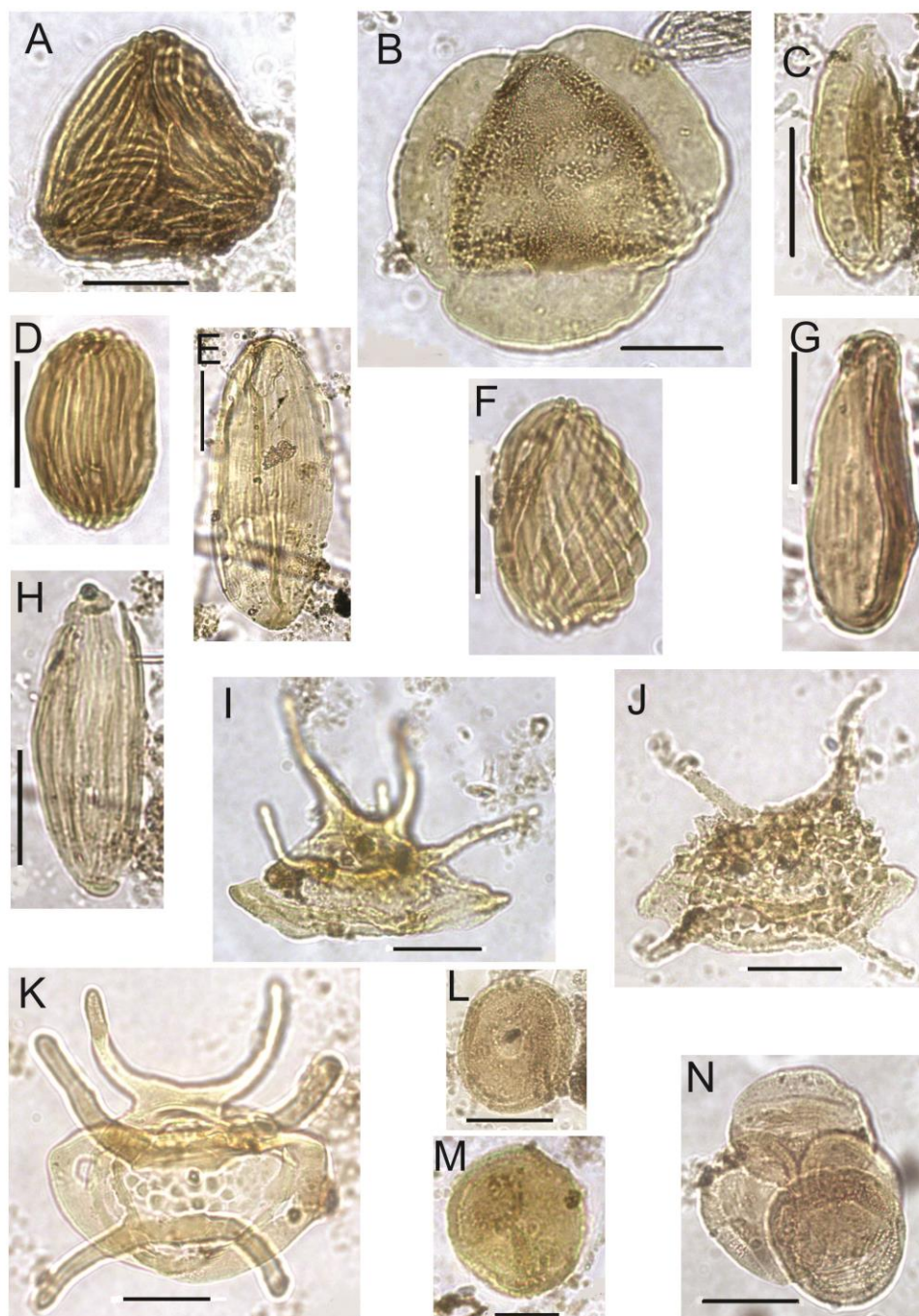
Xiphophoridium alatum (COOKSON & EISENACK, 1962) SARJEANT, 1966.

Estrato-tipo: Albino

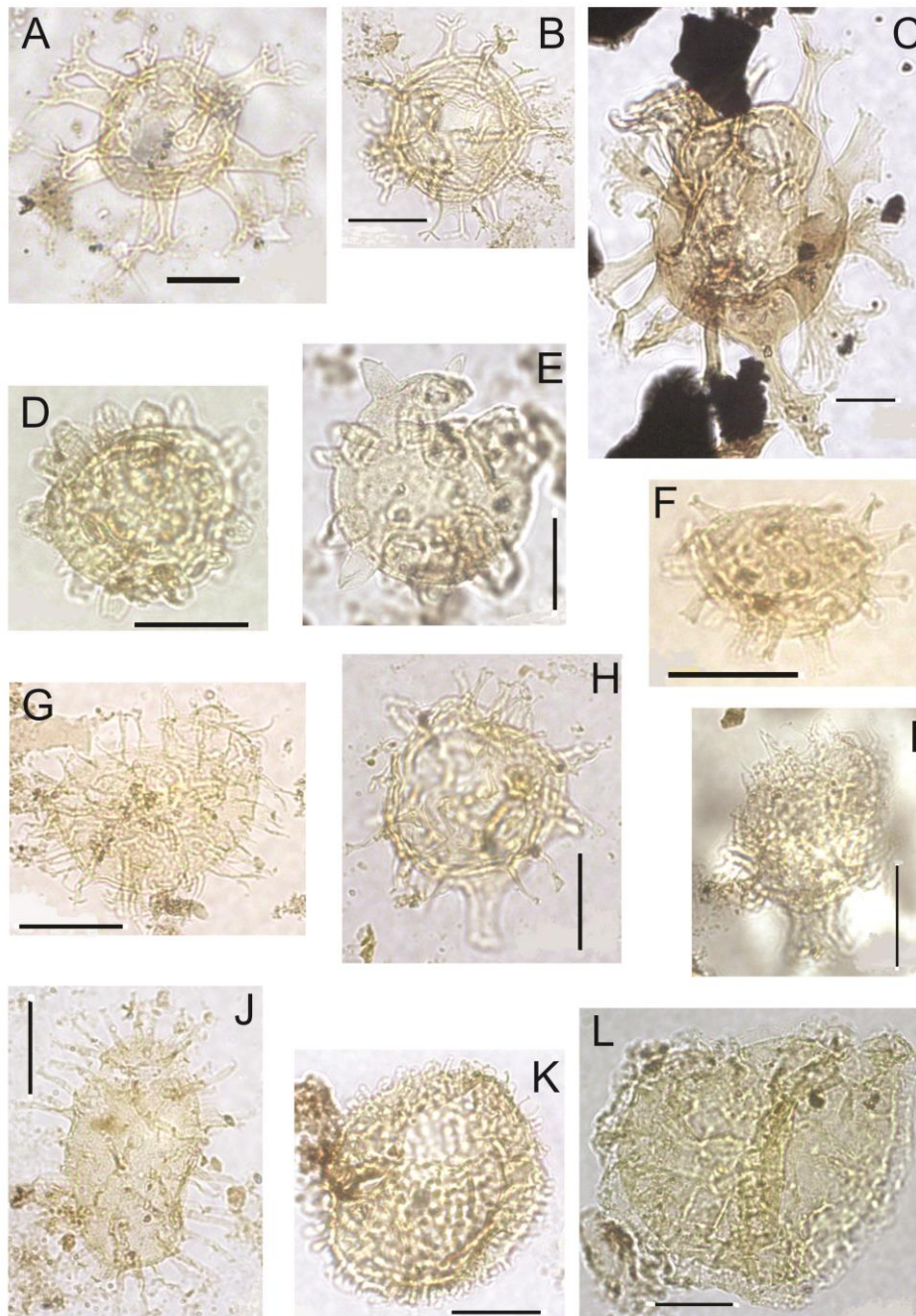
Localidade-tipo: Austrália Ocidental

Ocorrência neste trabalho: poço PM, profundidade 1951,8m.

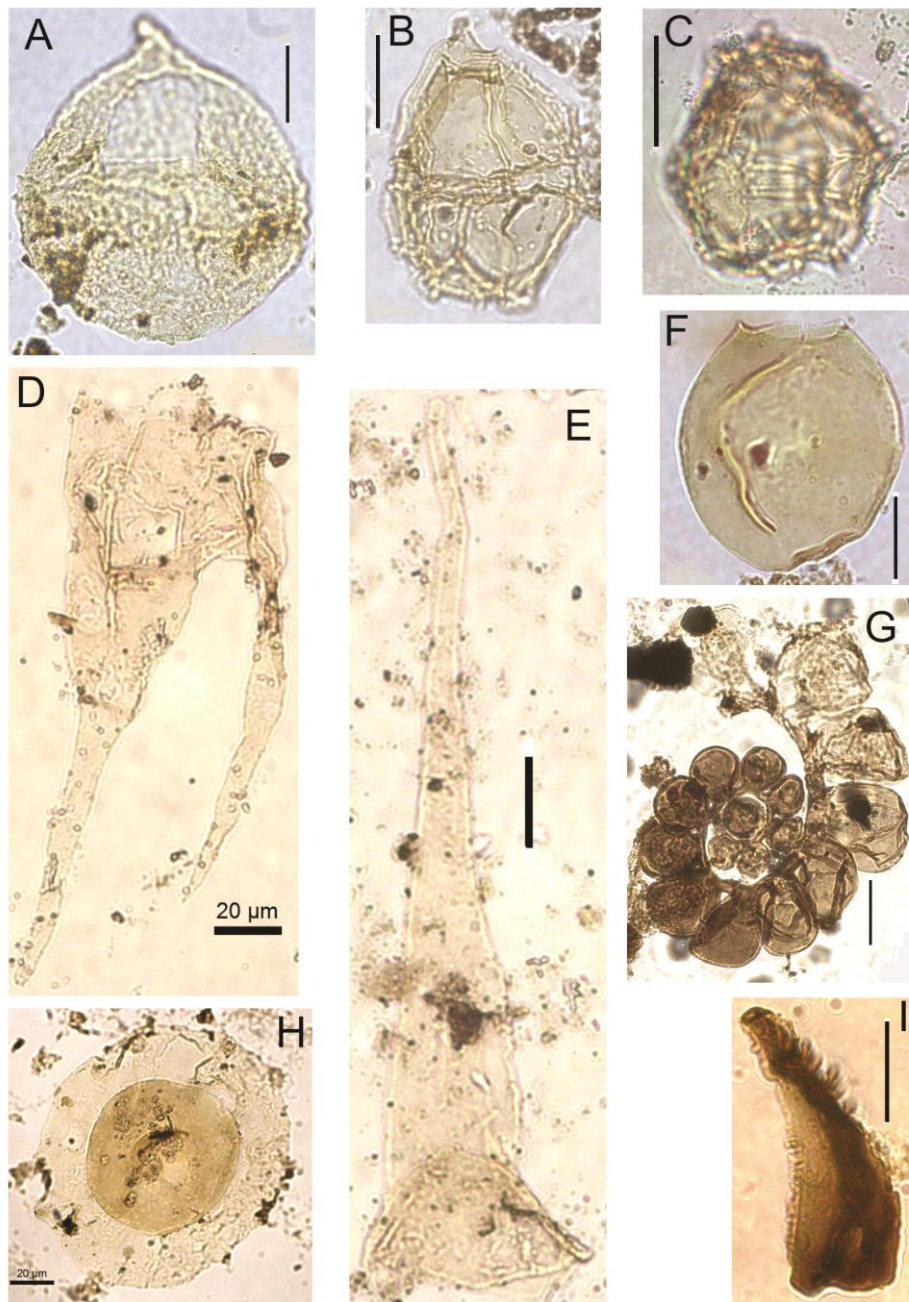
3.2. Estampas



Estampa 1. Fotomicrografias dos palinomorfos continentais. Todas as escalas são de 20 micra, exceto a foto M que é de 10 micra. **A.** *Cicatricosisporites* sp. **B.** *Callialasporites trilobatus* **C.** *Cycadopites* sp. **D, F.** *Gnetaceapollenites* spp. **E, G.** *Equisetosporites* spp. **H.** *Steevesipollenites* sp. **I.** *Elaterosporites klaszii* **J.** *Elaterosporites protensus* **K.** *Elaterosporites verrucatus* **L.** *Classopolis classoides* **M.** *Circulina* sp. **N.** Tétrade de *Classopolis classoides*.



Estampa 2. Fotomicrografias dos dinoflagelados. Todas as escalas são de 20 micra. **A.** *Oligosphaeridium itajaiensis* **B.** *Spiniferites ramosus* **C.** *Cordosphaeridium* sp. **D, E.** *Litosphaeridium conispinum* **F.** *Litosphaeridium* sp. **G.** *Impletosphaeridium* sp. **H.** *Florentinia* sp. **I.** *Coronifera oceanica* **J.** *Tanyosphaeridium* sp. **K.** *Trichodinium castanea* **L.** *Cyclonephelium vannophorum*.



Estampa 3. Fotomicrografias dos dinoflagelados e outros palinomorfos marinhos. Todas as escalas são de 20 micra. **A.** *Cribroperidinium* sp. **B.** *Wrevittia helicoidea* **C.** *Leptodinium* sp. **D.** *Odontochitina operculata* (cisto sem opérculo) **E.** *Odontochitina operculata* (opérculo) **F.** *Fromea amphora* **G.** Palinoforaminífero espiral **H.** *Pterospermopsis* sp. **I.** Escolecodonte.

3.3. Distribuição dos palinomorfos pelas profundidades

No poço BO, as profundidades estudadas foram divididas em duas partes – seção inferior e seção superior – devido à intercalação de arenitos, litologia desfavorável para a preservação de material palinológico. No poço PM, essa intercalação não foi encontrada; contudo, a espessura da coluna sedimentar estudada foi menor, resultando em menor número de amostras do que no poço BO.

Ao se comparar a incidência de palinomorfos continentais e marinhos e suas respectivas distribuições ao longo das seções estudadas dos poços, observou-se que ocorre um incremento de elementos continentais da base para o topo (Figuras 8 e 9). Esse aumento de palinomorfos continentais é mais notável na seção superior do poço BO. Essa tendência é mais discreta no poço PM, que apresentou maior porcentagem de palinomorfos marinhos ao longo de toda sua seção.

Na seção superior do poço BO, os palinomorfos continentais e marinhos apresentam frequências parecidas – 51,8% e 48,2%, respectivamente. Na seção inferior, contudo, essa proporção muda abruptamente, pois a frequência de palinomorfos continentais cai para 15,1% e a frequência de palinomorfos marinhos sobe para 84,9%. No poço PM, a mudança nos valores de frequência dos palinomorfos continentais não é tão evidente quanto no poço BO, mas é possível notar um acréscimo nas suas porcentagens da base para o topo da seção – de 11% para 19%, com picos de 37%.

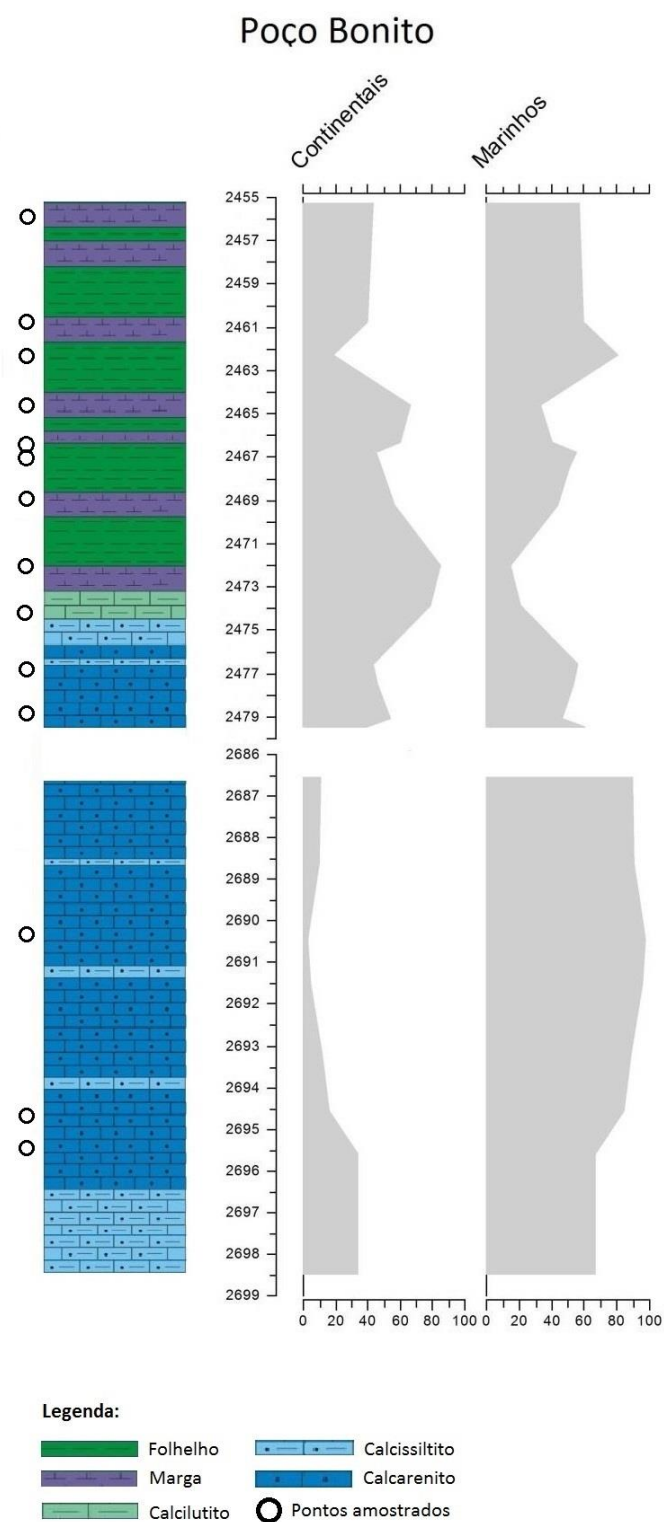


Figura 8. Perfil litológico, pontos amostrados e porcentagem de palinórfos marinhos e continentais ao longo do poço Bonito. Ocorre um aumento na proporção de elementos continentais da base para o topo.

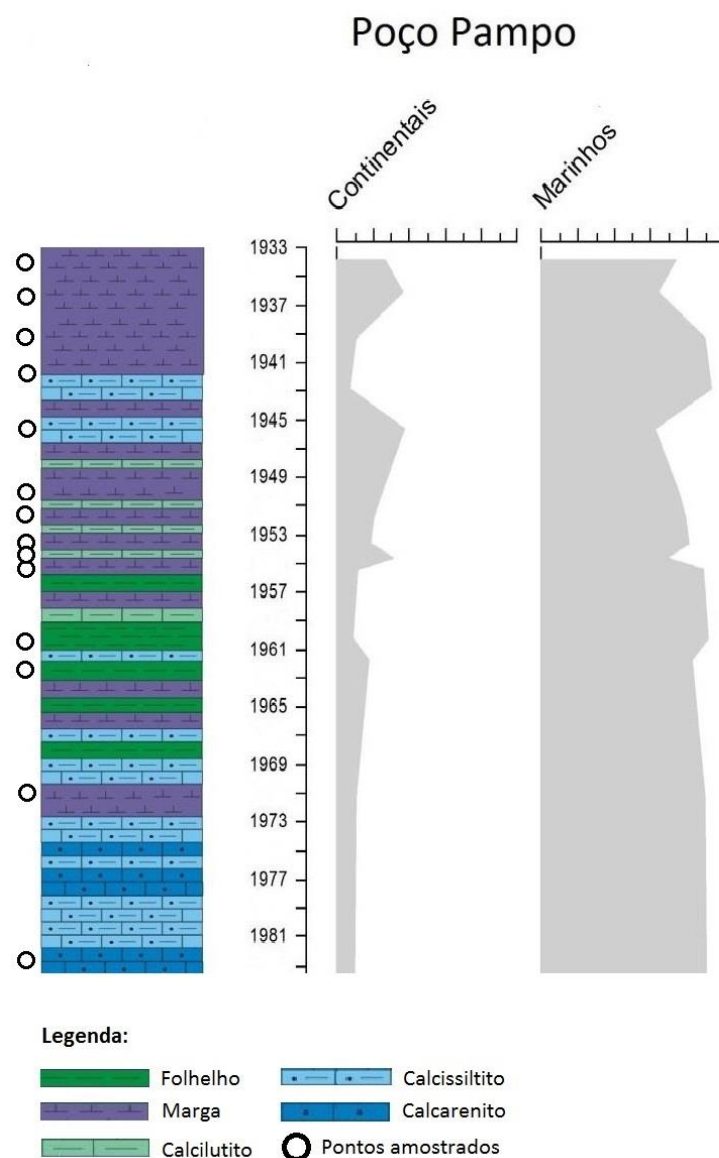


Figura 9. Perfil litológico, pontos amostrados e porcentagem de palinórfos marinhos e continentais ao longo do poço Pampo. Ocorre discreto aumento de palinórfos continentais da base para o topo.

Para uma melhor compreensão sobre o comportamento das espécies ao longo dos horizontes estratigráficos, é fundamental analisá-las individualmente. As Figuras representadas a seguir trazem a distribuição das principais espécies de palinórfos marinhos e continentais em porcentagem pelas profundidades dos poços e também perfis de diversidade, equabilidade e dominância – respectivamente índices de Shannon (H), Equitability (J) e Dominance (D) representados nos gráficos.

1) Palinomorfos continentais

Nas curvas de distribuição representadas, destaca-se o esporo *Cicatricosisporites* sp. e os pólenes *Callialasporites trilobatus*, *Classopollis classoides*, os efedroides *Equisetosporites* sp., *Gnetaceaepollenites* sp., *Steevesipollenites* sp. e os pólenes elaterados agrupados devido à baixa frequência dos representantes de suas espécies. Os demais pólenes gimnospérmicos mencionados referem-se ao agrupamento de *Cycadopites* sp., *Circulina* sp. e *Striacolpites reticulatus*.

No poço BO (Figuras 10 e 11), os palinomorfos continentais mais representativos são *Classopollis classoides*, *Gnetaceaepollenites* sp. e *Equisetosporites* sp. *Classopollis classoides* é sem dúvida o palinomorfo mais abundante nas amostras, pois sua frequência assume o valor médio de 49,7% na seção superior do poço e 43% na seção inferior. Na seção superior do poço, entre as profundidades 2472m e 2474m, *Classopollis classoides* corresponde a 80% dos palinomorfos continentais e a dominância assume valor de 0,78. Pode-se observar comportamento semelhante entre 2686m e 2691,5m na seção inferior, onde o mesmo grão de pólen atinge frequência de 65%, deslocando a curva de dominância para 0,5. Nesses intervalos, a diversidade e a equabilidade da comunidade apresentam valores abaixo da média, pois existe dominância de uma espécie na assembleia de palinomorfos continentais.

Os grãos de pólen efedroides ou poliplicados do gênero *Gnetaceaepollenites* sp. são o segundo táxon mais frequente dentre os palinomorfos continentais. Na seção superior do poço, eles correspondem a 21,7% dos microfósseis de origem terrestre e 17,2% na seção inferior. *Equisetosporites* sp. é encontrado a partir de 2461m na porção superior do poço, com frequência média de 14,2% e um pico de 42,8% em 2479m. Na seção inferior, sua frequência cai para 5,3%.

Como é possível observar, as frequências de *Cicatricosisporites* sp., *Callialasporites* sp., e *Steevesipollenites* sp. são bastante baixas, com valores próximos a zero na seção superior do poço BO. Os pólenes elaterados são encontrados apenas entre as profundidades 2466m e 2469, 25m, onde atingem frequência de 15%.

Na seção inferior do poço, não foram encontrados *Cicatricosisporites* sp. e nem pólenes elaterados. No entanto, há um acréscimo na frequência dos demais pólenes gimnospérmicos (45%) devido a um pequeno intervalo rico em *Cycadopites* sp.

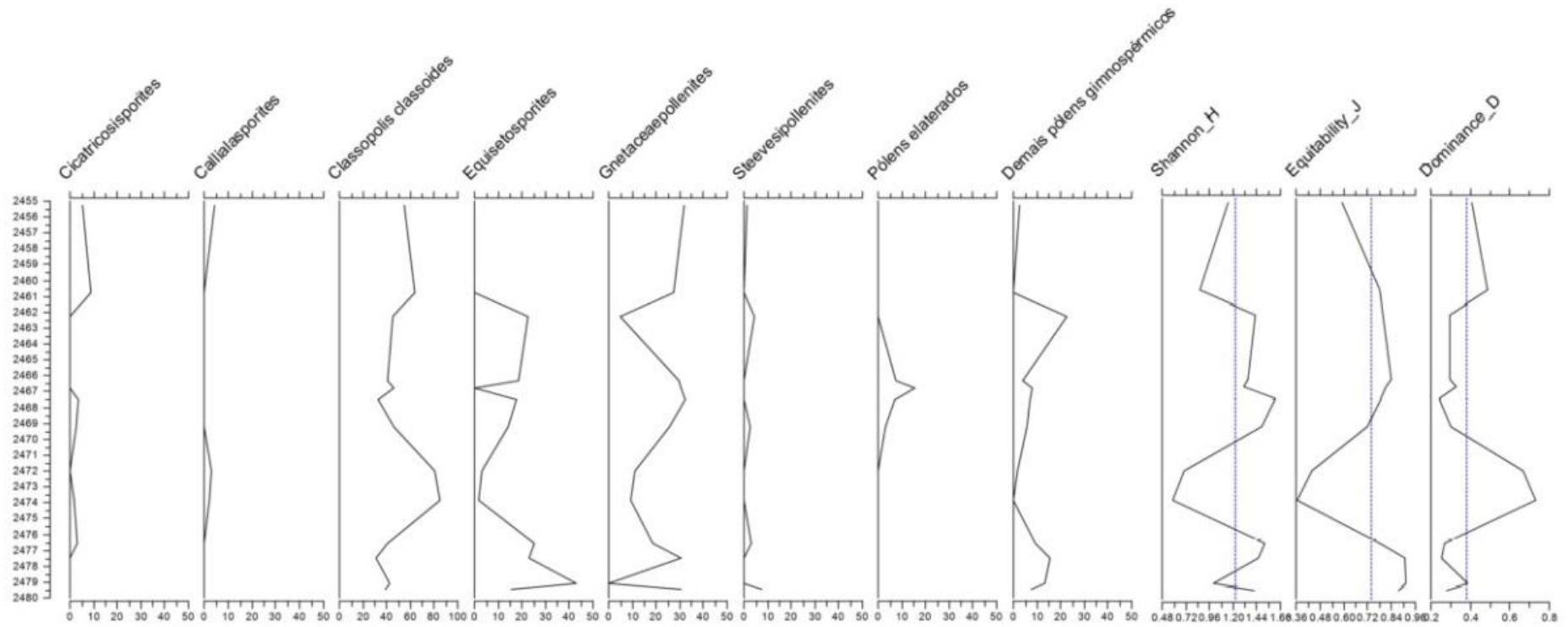


Figura 10. Distribuição em porcentagem dos palinomorfos continentais da seção superior do poço Bonito pelas profundidades.

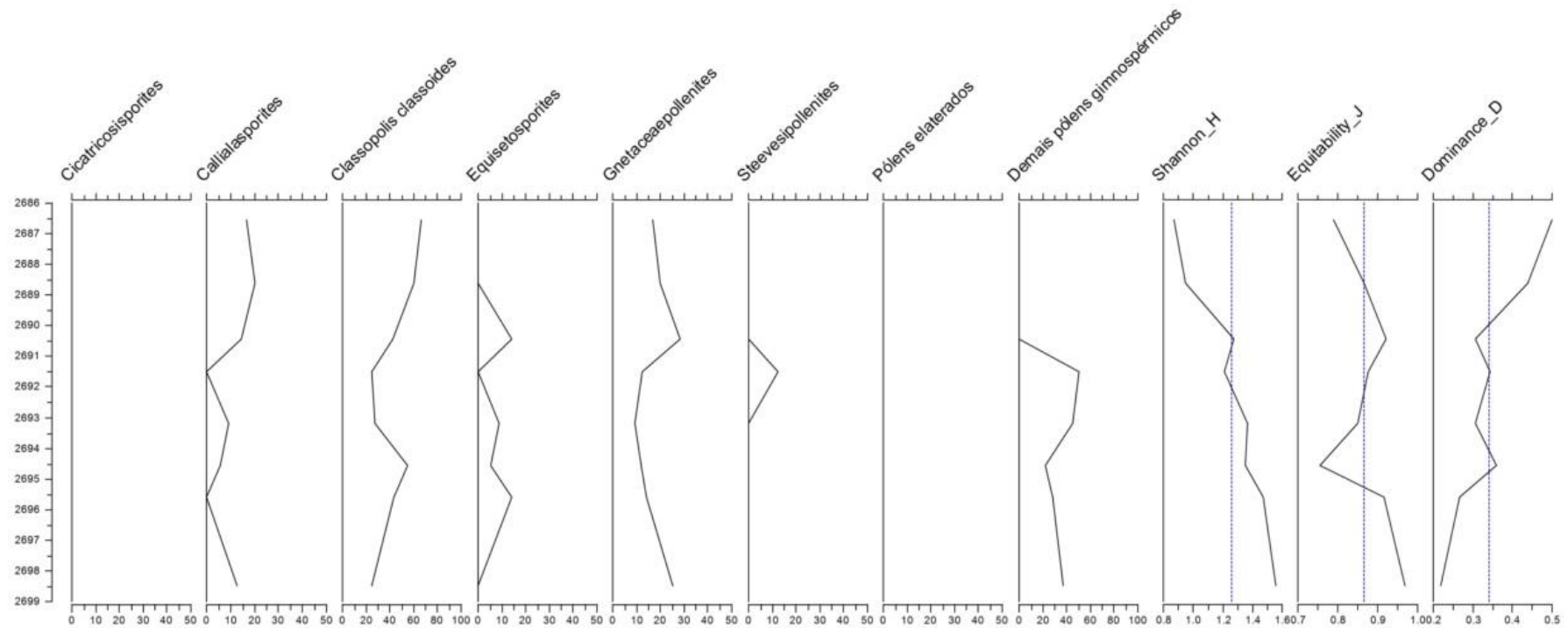


Figura 11. Distribuição em porcentagem dos palinomorfos continentais da seção inferior do poço Bonito pelas profundidades.

No poço PM (Figura 12), os palinórfos continentais mais representativos são *Classopollis classoides*, *Equisetosporites* sp. e *Gnetaceaepollenites* sp. No entanto, a situação é inversa àquela apresentada pelo poço BO, pois os pólenes efedroides *Gnetaceaepollenites* sp. são os mais abundantes nas amostras, com média de frequências igual a 42,6%. Entre as profundidades 1933m e 1955m, a frequência de *Gnetaceaepollenites* sp. chega a 66%, o que desloca suavemente a curva de dominância para o valor de 0,5.

Classopollis classoides é o segundo palinórfio mais representativo, com média de frequência igual a 22,5% ao longo de todo o poço e um pico de 44% em 1971,3m. *Equisetosporites* sp. apresenta frequência mais ou menos uniforme com média de 18,4% para todo o poço. *Cicatricosisporites* sp., *Callialasporites trilobatus* e *Steevesipollenites* sp. apresentam frequências baixas e próximas a zero concentradas em apenas um pequeno intervalo de profundidade.

De 1950m a 1954m, a equabilidade assume valores baixos e, em contrapartida, a curva de dominância fica próxima à média – não há pico de dominância como era de se esperar. Isso se deve ao fato de que no intervalo em questão, todos os táxons de palinórfos continentais listados encontram-se presentes, o que força a curva de diversidade para valores levemente acima da média. Contudo, existe disparidade entre suas frequências: *Gnetaceaepollenites* sp. com 60%, *Equisetosporites* sp. com 20%, *Classopollis classoides* com 15 a 18% e *Steevesipollenites* sp. e *Callialasporites trilobatus* com frequências próximas a zero. Dessa forma, a disparidade nas equabilidades é bastante notável, porém a curva de dominância não se desloca tanto para valores altos.

De 1956m a 1959m, a diversidade alcança valores altos. Nesse intervalo, as espécies presentes possuem frequência parecida, o que faz a equabilidade estar acima da média e a dominância assumir valores baixos.

A partir de 1971,5m, há um intervalo sem amostras e em 1985,6m, apenas o pólen elaterado *Elaterosporites klaszii* foi encontrado nas amostras, o que deslocou bastante as curvas de diversidade, equabilidade e dominância para valores extremos.

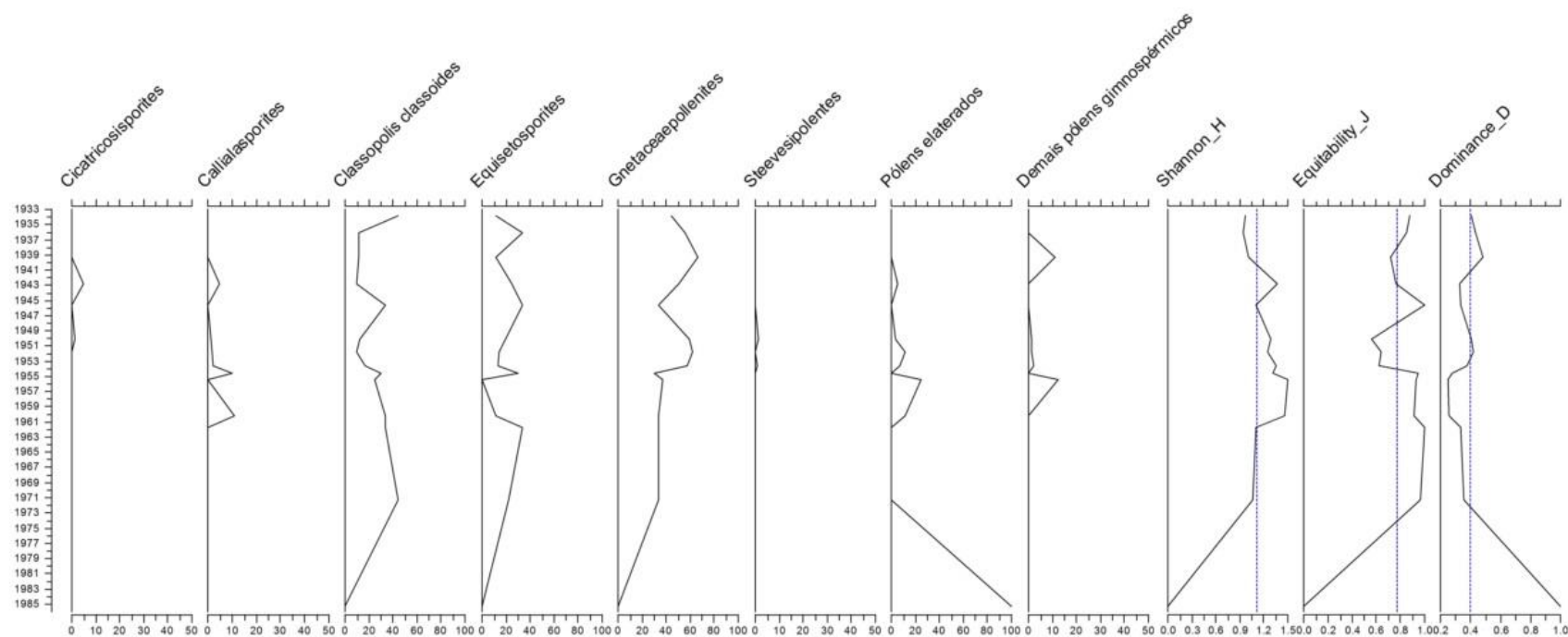


Figura 12. Distribuição em porcentagem dos palinomorfos continentais do poço Pampo pelas profundidades.

2) Palinomorfos marinhos

Dentre os palinomorfos representados nos gráficos a seguir, destacam-se os palinoforaminíferos, os dinoflagelados *Coronifera oceanica*, *Litosphaeridium conispinum*, *Odontochitina operculata*, *Oligosphaeridium complex*, *Spiniferites ramosus* e *Trichodinium castanea*. Os demais palinomorfos marinhos citados correspondem ao agrupamento de dinoflagelados menos representativos e à alga *Pterospermopsis* sp.

Na seção superior do poço BO (Figura 13), é possível observar uma alta frequência de *Odontochitina operculata* entre as profundidades 2455,5m e 2464,5m, com valor que atinge 52,5% no topo do poço. Nesse mesmo intervalo, a curva de dominância assume valores ligeiramente altos e a curva de equabilidade fica sempre abaixo da média, porém apresenta oscilações. Quando a equabilidade está muito baixa, apenas *Odontochitina operculata* apresenta frequência alta; os demais palinomorfos como Foraminíferos, *Coronifera oceanica*, *Oligosphaeridium complex* e *Trichodinium castanea* possuem frequências muito baixas e próximas a zero.

Spiniferites ramosus está presente em toda a seção superior do poço com frequência média de 34%. Em 2476,5m e em 2479,5m, contudo, sua frequência sobe para 51%, o que faz surgir dois pequenos picos de dominância nessas profundidades.

Oligosphaeridium complex foi encontrado com baixa frequência ao longo da seção superior do poço, excetuando-se a profundidade 2466,3m, onde corresponde a 33% dos palinomorfos marinhos.

Litosphaeridium conispinum aparece na seção superior do poço a partir de 2462,5m, porém com frequências que não ultrapassam 14%. *Coronifera oceanica* foi encontrada em algumas profundidades, mas sempre com valores de frequência próximos a zero. A frequência de *Trichodinium castanea* aumenta um pouco na porção basal do poço, chegando a 16% em 2479m.

Os demais palinomorfos marinhos – cuja frequência atinge 36% em 2472m – correspondem principalmente aos dinoflagelados *Florentinia cooksoniae*, *Leptodinium* sp. e *Pervosphaeridium cenomaniense*.

Na seção inferior do poço BO (Figura 14), os palinomorfos mais representativo são sem dúvida os palinoforaminíferos. Em 2686,5m e em 2691,5m, suas frequências correspondem a 75% e 81,5% dos palinomorfos marinhos, respectivamente, o que desloca consideravelmente a curva de dominância, fazendo surgir dois picos nessas profundidades com valores próximos a 0,65.

Spiniferites ramosus é encontrado em toda a seção inferior do poço, porém com frequências que não ultrapassam 29%.

Coronifera oceanica, raramente encontrada na seção superior do poço BO, é mais abundante na seção inferior, com média de frequências igual a 19%. *Trichodinium castanea* também é encontrado com mais facilidade na seção inferior do poço, principalmente a partir de 2693,5m, chegando a 46,8% de frequência. *Litosphaeridium conispinum* e *Odontochitina operculata* não foram encontrados na seção inferior do poço BO.

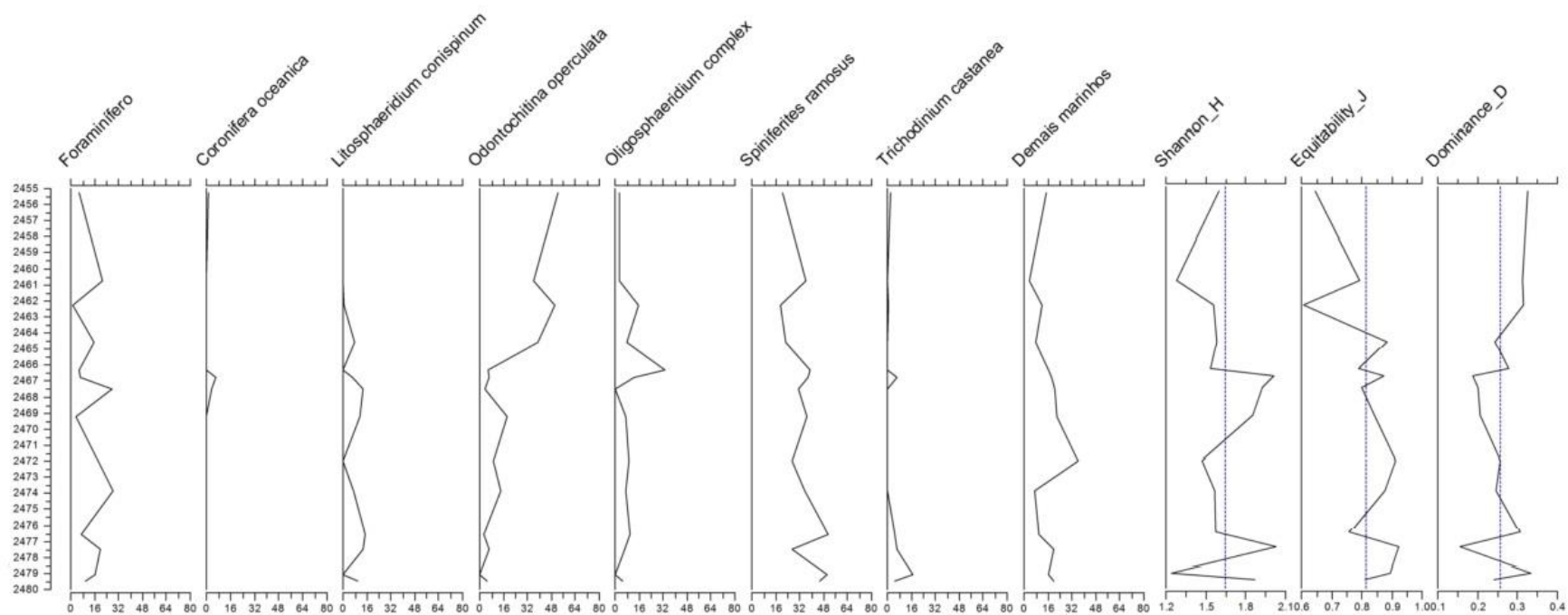


Figura 13. Distribuição em porcentagem dos palinomorfos marinhos da seção superior do poço Bonito pelas profundidades.

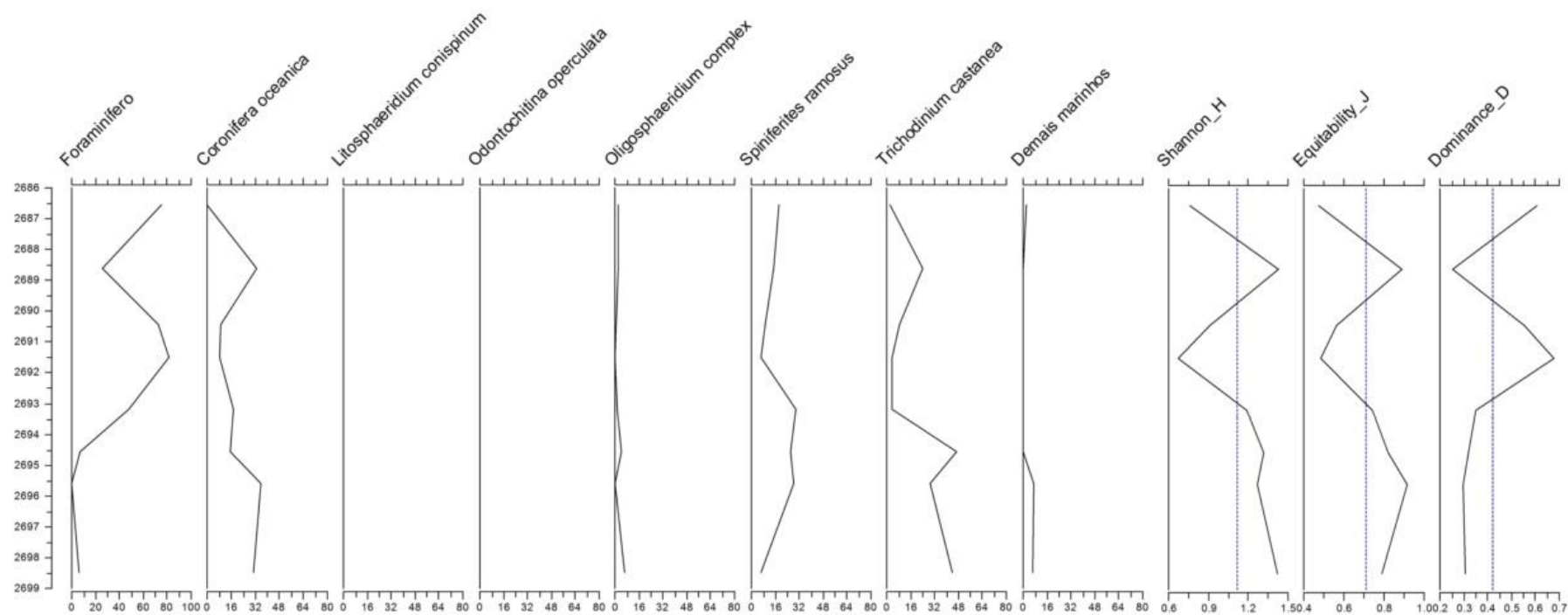


Figura 14. Distribuição em porcentagem dos palinórfos marinhos da seção inferior do poço Bonito pelas profundidades.

No poço PM (Figura 15), o dinoflagelado que mais se destacou foi *Spiniferites ramosus*, cuja frequência média foi de 31,2% subindo para 71% em 1962m, o que gerou um pico na curva de dominância com valor próximo a 0,6. Nessa mesma profundidade, contudo, a equabilidade está próxima do valor médio, enquanto a diversidade assume valor baixo. O motivo é que, nesse ponto de amostragem, apenas 3 táxons foram encontrados – palinoforaminíferos, *Spiniferites ramosus* e *Trichodinium castanea* – com frequências iguais a 21,4%, 71% e 7,2%, o que não foi suficiente para deslocar a curva de equabilidade para além da média.

Os palinoforaminíferos apresentam frequência média semelhante à de *Spiniferites ramosus* no poço PM, mas sua distribuição pelas profundidades é diferente. Até 1962m, eles são encontrados com frequência média de 26%; a partir dessa profundidade, sua frequência começa a subir e chega a 58,6% em 1972m e em 1985m, ele é o único palinomorfo marinho encontrado nas amostras. Dessa forma, o índice de dominância assumiu seu valor máximo e os índices de diversidade e equabilidade, seus valores mínimos.

Trichodinium castanea é encontrado na maior parte das profundidades do poço PM. A média de suas frequências é de 14,5% e em 1942,75m, sua frequência chega a 37%.

Litosphaeridium conispinum apresenta frequência igual a 25% no topo do poço PM, porém não é encontrado nas profundidades mais basais. Padrão semelhante pode ser observado em *Coronifera oceanica*, mas com valores de frequência que não ultrapassam 6,5%.

Odontochitina operculata e *Oligosphaeridium complex* foram encontrados na porção mais superficial do poço, contudo suas frequências apresentam valores baixos próximos a zero. Os demais palinomorfos marinhos, cuja frequência chega a 40% em 1945,5m, são os dinoflagelados *Cribooperidinium tensiftense*, *Florentinia mantellii*, *Impletosphaeridium* sp. e *Pervosphaeridium cenomaniense*.

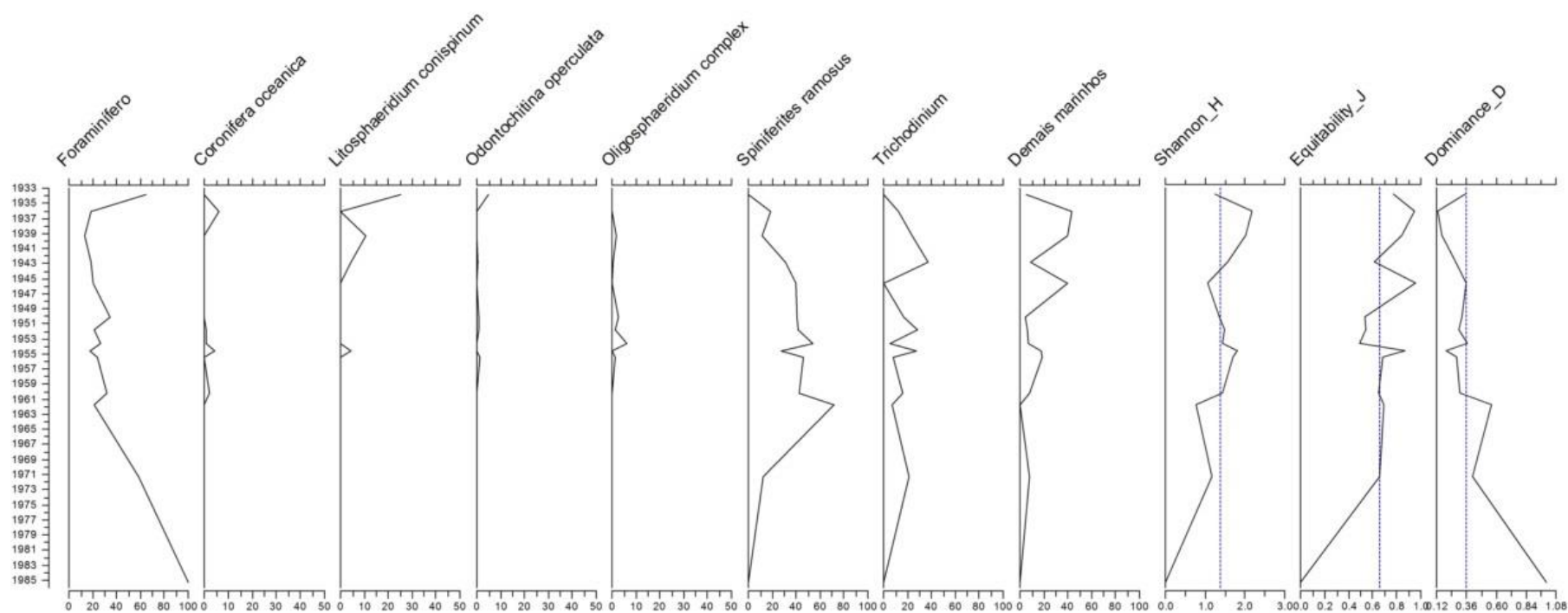


Figura 15. Distribuição em porcentagem dos palinomorfos marinhos do poço Pampo pelas profundidades.

4. DISCUSSÃO

4.1. Palinomorfos continentais

Lima (1978b) estabeleceu critérios para caracterizar os limites Albo-Aptiano e Albo-Cenomaniano no Brasil com base em palinomorfos continentais, com o objetivo de definir uma associação microflorística fóssil para o Albiano. De forma resumida, o autor descreveu os seguintes aspectos florísticos albianos no Brasil:

1. Porcentagens relativamente altas de *Classopollis* sp.;
2. Ausência de pólen bissacados;
3. Presença de esporos triletes em pequenas porcentagens;
4. Diversidade de pólen poliplicados;
5. Ocorrência esporádica de pólen poliporados;
6. Ocorrência de pólen angiospérmicos;
7. Ocorrência de pólen elaterados, com diversos gêneros e espécies presentes.

Os resultados alcançados neste trabalho vão ao encontro de muitas das afirmações postuladas pelo autor.

Os grãos de pólen do gênero *Classopollis* são relacionados a gimnospermas xerófilas da família Cheirolepidiaceae. O gênero está bem representado nas amostras pela espécie *Classopollis classoides*, abundante em toda seção dos poços. Sua ocorrência em altos valores percentuais está relacionada à presença de vegetais bem adaptados a clima seco e árido de baixa paleolatidade, possivelmente afins a solos salinos próximos à costa (POCOCK & JANSONIUS, 1961; UPCHURCH & DOYLE, 1981; VAKHRAMEEV, 1970).

Assim como defende o autor supracitado, os pólen bissacados gimnospérmicos mostraram-se ausentes nas amostras analisadas. A presença de pólen bissacados é indicativa de regiões montanhosas próximas ao sítio deposicional e clima não tropical (LIMA, 1978a).

O único esporo trilete ornamentado encontrado é representado pelo gênero *Cicatricosisporites*, presente com baixos valores percentuais. Os esporos triletes são produzidos por Pteridófitas, vegetais presentes em ambientes úmidos próximos a rios e

corpos d'água, pois são dependentes da água para sua reprodução (ARAI & COELHO, 2001; TRAVERSE, 2007). Levando-se em consideração a baixa abundância do esporo *Cicatricosisporites* sp. no material palinológico, pode-se deduzir que o ambiente deposicional era majoritariamente seco e desfavorável para o estabelecimento do vegetal. A presença esporádica do táxon ambiente árido pode ser explicada pelo fato de algumas espécies de *Cicatricosisporites* serem tolerantes a períodos de seca (ALVIN, 1974).

Os pólenes poliplicados são relacionadas às famílias Ephedraceae e Gnetaceae, representados aqui neste trabalho com alta frequência nas amostras pelos gêneros *Equisetosporites*, *Gnetaceapollenites* e *Steevesipollenites*. As plantas produtoras desses grãos de pólen tinham forte caráter xeromórfico; assim sendo, os pólenes pertencentes aos três gêneros citados são forte indicativos de aridez (DOYLE et al., 1982; ARAI & COELHO, 2001).

Não foram encontrados pólenes poliporados e angiospérmicos nas amostras, o que contrapõe a premissa do autor de que esses dois elementos se fazem presentes no Albiano do Brasil de forma esporádica, porém com diversidade considerável.

Os pólenes elaterados, em contrapartida, foram representados nas amostras com porcentagens baixas – raramente ultrapassavam 20% dos palinomorfos continentais –, porém com diversidade considerável. Eles correspondem a um grupo de pólenes com morfologia bastante peculiar, portadores de projeções de variados tamanhos e formatos conhecidas como eláteros (STOVER, 1964). Não se conhece ao certo a afinidade botânica do grupo; ele é restrito ao intervalo Albiano – Cenomaniano nas bacias da América do Sul e África (DINO et al., 1999).

O pólen inaperturado do gênero *Callialasporites* é característico de regiões de clima seco e de baixas latitudes (KRASSILOV, 1978) e foi encontrado com baixa frequência nas amostras – apenas uma espécie presente, *Callialasporites trilobatus*.

Dessa forma, em função do material palinológico continental estudado, foi possível efetuar uma interpretação florística e climática resumida para as sequências analisadas. Durante a deposição do Grupo Macaé, a bacia de Campos estava sujeita a um clima quente e árido, sendo circundada predominantemente por vegetação gimnospérmica arbórea com alguns elementos herbáceos e Pteridófitas. Destaca-se a presença

esporádica de *Callialasporites trilobatus* e de vegetais produtores de pólen elaterados. Os dados vão ao encontro da premissa de Vakhrameev (1991) de que, durante o Cretáceo, ocorreu a expansão de florestas de coníferas decíduas e semidecíduas ocasionadas pelo clima quente e pelo baixo gradiente latitudinal de temperatura.

4.2. Interpretações Paleoambientais: palinomorfos marinhos x continentais

Ao se refletir sobre os registros da instalação do Atlântico Sul na Bacia de Campos, o esperado seria que os sedimentos mais profundos e mais antigos apresentassem maior proporção de elementos continentais do que os sedimentos menos profundos e mais recentes – com a constante entrada de água, o local passou de um mar restrito a um oceano; assim, o registro fossilífero deveria seguir a lógica e adquirir caráter progressivamente mais marinho com a evolução da bacia.

Entretanto, analisando-se a relação entre palinomorfos continentais e palinomorfos marinhos nos poços BO e PM, fica claro que a porção superior de ambos sofreu maior influência de elementos continentais do que a seção inferior.

Uma hipótese possível para explicar esse resultado seria a ocorrência de mudança climática com acréscimo de umidade no local. Com mais precipitações, o aporte de material terrígeno para dentro da bacia aumentaria e, dessa forma, a proporção de esporos e pólen aumentaria. No entanto, o caráter da assembleia de palinomorfos continentais não permite sustentar essa teoria. Os grãos de pólen e esporos encontrados são diagnósticos de aridez e eles se fazem presente nas amostras com porcentagens relativamente altas, como *Classopollis classoides*, *Equisetosporites* sp. e *Gnetaceaepollenites* sp. Até mesmo *Callialasporites* sp. e o esporo *Cicatricosisporites* sp., presentes com baixa abundância, são característicos de climas relativamente secos.

Outra hipótese possível seria a oscilação no nível do mar. Dias-Brito (1995) articulou os dados de zoneamento propostos por Arai & Uesugui (1989) a novos dados paleoclimáticos baseados em associações de foraminíferos calcários. De acordo com o autor, a Bacia de Campos passou por uma fase marcante de alterações hidrológicas na transição Mesoalbiano – Neoalbiano. Até o Mesoalbiano, a sedimentação da bacia ocorria em grande ecossistema de rampa carbonática, em águas quentes, hipersalinas e ricas em CaCO_3 . O influxo de terrígenos à bacia era bastante baixo. Essa fase foi

batizada de α_1 , cujo intervalo correspondente foi considerado como Albiano inferior a médio. Após esse momento, iniciou-se a fase β_0 (Neoalbiano), marcada por uma elevação no nível do mar e início do afogamento da rampa carbonática com a manutenção do clima árido. Com a subida eustática, mais áreas continentais foram alcançadas, o que trazia material terrígeno para dentro da bacia. Dessa forma, as águas, até então límpidas e pobres em nutrientes, tornaram-se férteis. Com a continuidade da elevação do nível do mar, a bacia passou por um momento de instabilidade e ciclos de ressurgência, o que determinou a deposição de ritmitos e culminou com o fim do afogamento da rampa carbonática e, consequentemente, o fim da deposição calcária na bacia. Esse último ciclo corresponde à fase β_1 . O aumento na proporção de elementos continentais da base para o topo dos poços poderia ser explicado, então, pelo início da fase β_0 na Bacia de Campos.

A passagem de Albiano médio para Albiano superior ficou registrada também na diversidade da associação palinológica da Bacia de Campos neste trabalho. É possível observar que a riqueza aumenta da base para o topo das seções estudadas (Figura 16), o que vai ao encontro do postulado por Arai et al. (2000) e Arai (2009) ao afirmar que a diversidade na assembleia de dinoflagelados das bacias de Campos e Santos atinge valores elevados no Vraconiano. A interpretação para o observado seria o desaparecimento da barreira física existente – alinhamento entre Dorsal de São Paulo e Alto de Florianópolis ou Microcontinente Rio Grande – e a entrada de águas austrais. O mesmo aumento de diversidade já havia sido observado por Dias-Brito (1995) nas associações de foraminíferos bentônicos e planctônicos das bacias da margem continental brasileira durante a transição citada, o que o autor atribuiu à elevação do nível do mar (passagem de mar restrito para oceano aberto e consequente incremento de contato entre as águas).

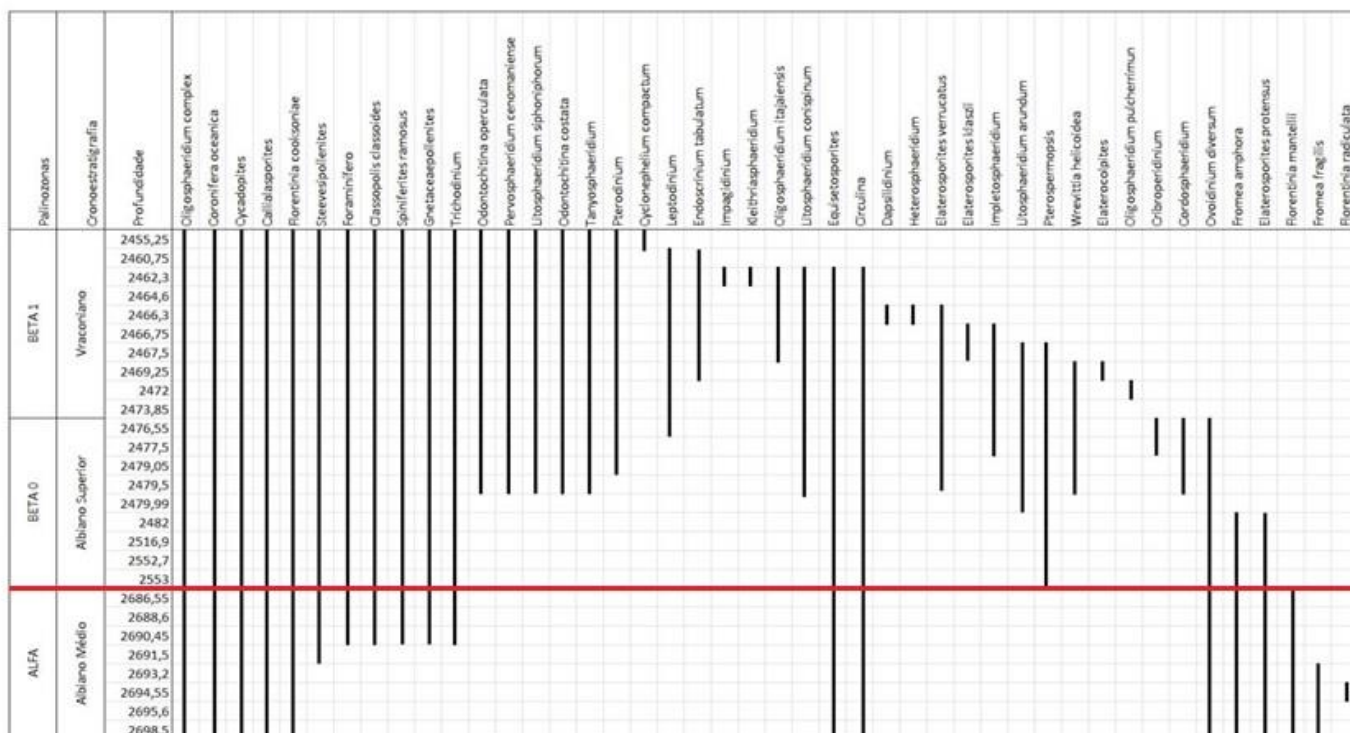


Figura 16. Distribuição estratigráfica dos palinomorfos do poço Bonito. A linha vermelha representa a passagem de Albiano médio para Albiano superior marcada pela elevação eustática. Notar o aumento de diversidade da base para o topo da seção.

Além disso, a litologia dos poços corrobora as afirmações supracitadas. Em ambos os poços, o incremento de palinomorfos continentais e o aumento da riqueza das amostras coincidem com o surgimento de margas, o que significa que a bacia passou a sofrer maior influência de siliciclásticos a partir de então. Os palinomorfos, entre eles os dinocistos, são encontrados em maior quantidade em margas, argilas e limestones (BIGNOT, 1985). Nos poços BO e PM, o registro litológico passa de carbonatos para intercalações de carbonatos com margas e folhelhos, diminuindo a influência carbonática da base para o topo dos poços (Figura 17). Assim sendo, o material terrígeno juntamente com grãos de pólen e esporos passou a se fazer presente com maior representatividade dentro da bacia.

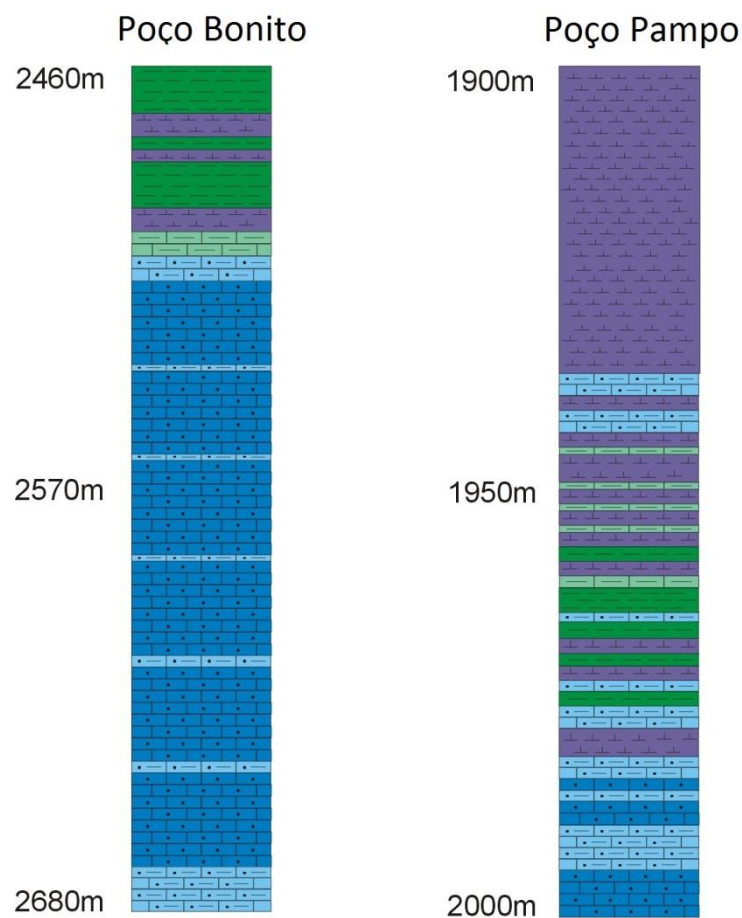


Figura 17. Esquema litológico dos poços Bonito e Pampo.

4.3. Palinomorfos marinhos e a assembleia de dinoflagelados

A maior parte dos dinoflagelados registrados neste trabalho são espécies cosmopolitas e tolerantes a variações latitudinais, o que apoia o cenário de subida eustática, como *Coronifera oceanica*, *Leberidocysta chlamydata*, *Litosphaeridium siphoniphorum*, *Odontochitina operculata*, *Palaeohystricophora infusorioides*, *Spiniferites ramosus*, *Trichodinium castanea* (BOWMAN et al., 2012; OOSTING et al., 2006; WILLIAMS & BUJAK, 1985). Essas espécies estão presentes com abundância em estratos albianos das bacias do Golfo Pérsico, Atlântico Norte e Oceano Glacial Ártico (GHASEMI-NEJAD et al., 2009; OGG, 1994; RADMACHER et al., 2014).

A espécie *Odontochitina operculata* consta na literatura como um táxon de grande amplitude vertical e ampla distribuição biogeográfica; na porção superior do poço BO,

ela representa 52,5% dos palinomorfos marinhos, comportamento anômalo que não é observado para as demais profundidades e nem no poço PM. Não é possível afirmar que a alta porcentagem de *Odontochitina operculata* seja um caso de superdominância, visto que eventos de *blooms* são caracterizados quando um único táxon corresponde a 70-99% dos demais (ARAI & COIMBRA, 1990; NOE-NYGAARD et al., 1987; PEDRÃO & LANA, 2000). A curva de dominância para o intervalo em questão alcança o valor de 0,35, o que não é considerado alto para os parâmetros ecológicos. Além disso, as superdominâncias de dinoflagelados estão relacionadas a uma grande variação ou estresse ambiental – como, por exemplo, eventos regressivos –, quando uma espécie oportunista se aproveita da situação e prolifera rapidamente (ARAI & VIVIERS, 2013). Esse dado não é observado para as amostras em questão, pois o nível do mar continua a subir até o final do Albiano após a transgressão que marcou o início da fase Beta-0, o que está de acordo com a curva paleobatimétrica de Dias-Brito (1995).

É possível que a espécie *Odontochitina operculata* tenha se beneficiado de alguma maneira pelo aumento de aporte de material terrígeno para dentro da bacia, fator estressante para muitos dinoflagelados e que geralmente favorece a prevalência de poucos táxons tolerantes a essa modificação (ARAI & VIVIERS, 2013).

No poço PM, por outro lado, foi possível observar um pico de dominância de *Spiniferites ramosus*. De acordo com Marret & Zonneveld (2003), os exemplares modernos de *Spiniferites ramosus* se adaptam a uma ampla variedade de temperatura, salinidade, concentração de fosfatos e nitratos. Por serem tão generalistas, é comum observar abundância relativa dessa espécie nas associações de dinoflagelados modernos ao redor do mundo, o que também se observa nas assembleias fósseis. Essa constante foi observada nesse trabalho – *Spiniferites ramosus* está presente em todas as profundidades das seções estudadas dos dois poços e representa aproximadamente 43% dos palinomorfos marinhos. No poço PM, na profundidade de 1962m, a espécie corresponde a 71% dos palinomorfos marinhos, o que fez o valor de dominância atingir o valor de 0,6. Pode-se dizer que foi um pequeno evento de superdominância talvez condicionado pelo aumento de material terrígeno dentro da bacia, assim como no caso de *Odontochitina operculata*.

Na porção inferior do poço BO, destaca-se a superdominância de palinoforaminíferos trocoespirais (Figura 18); entre as profundidades 2690,5m e 2691,5m, a curva de

dominância atinge o valor de 0,7 devido à sua predominância na associação de palinomorfos marinhos. Esse fato está em acordo com o panorama vigente antes da transgressão albiana, momento em que as condições ambientais eram estressantes: mar restrito com baixa oxigenação e baixo teor de nutrientes (ARTHUR & SCHLANGER, 1979; DIAS-BRITO, 1987, 1995). É provável que, nesse momento, os foraminíferos tenham sido os representantes da microfauna marinha que melhor toleravam as condições adversas em que estavam inseridos e, assim, obtiveram grande sucesso reprodutivo e ocuparam os nichos vagos.



Figura 18. Foraminífero trocoespiral superdominante no Intervalo Beta 0 ou Eoalbiano.

A distribuição das espécies de dinoflagelados ao longo das seções é um indicativo de como ocorreu a entrada das águas durante a formação do Atlântico Sul. A ausência de dinoflagelados indicativos de águas austrais (*Ascodinium acrophorum*, *Occisucysta victorii* e *Tenua americana*) e a presença de dinoflagelados tipicamente tetianos no material estudado (*Codoniella campanulata*, *Cyclonephelium vannophorum*, *Endoceratium dettmanniae* e *Tehamadinium mazaganense*) permitem inferir que durante o Albiano, a Bacia de Campos apresentava biota com forte caráter tetiano, o que se opõe ao modelo tradicional de influência austral no início de formação do Atlântico Sul defendida por Bolli (1978). Tendo como base a integração dos dados micropaleontológicos citados na introdução do trabalho e, em especial, dados referentes à associação de dinoflagelados do Albiano inferior, é possível confirmar a teoria de Arai (2009) e inferir que a entrada de águas para o estabelecimento do Atlântico Sul não

obedeceu à abertura tectônica de sul para norte, em função da existência de uma barreira física que impedia a livre circulação oceânica – o microcontinente Rio Grande. Dessa forma, durante a elevação eustática do Aptiano, as águas provenientes do Atlântico Central transbordaram e invadiram as margens equatorial e leste da América do Sul, estabelecendo o início do Atlântico Sul primitivo com forte influência do Mar de Tétis, condição esta que prevaleceu praticamente no decorrer do Albiano.

Apenas no final do Albiano (Vraconiano) que a diversidade da biota marinha aumenta consideravelmente em um ambiente francamente oceânico; muitas espécies de dinoflagelados passam a ser encontradas no registro sedimentar, entre elas espécies típicas de mares austrais, o que atesta o desaparecimento de barreira efetiva.

4.4. Caracterização palinológica do Albiano da Bacia de Campos

De acordo com a conjunção de dados palinológicos e paleoambientais, pode-se definir a evolução do Albiano da Bacia de Campos seguindo a variação no seu conteúdo fossilífero da seguinte maneira:

Eoalbiano a Mesoalbiano: momento das primeiras incursões marinhas na Bacia. É caracterizado por ambiente restrito, de mar raso com baixo teor de oxigênio, alta salinidade, baixo nível de nutrientes. A sedimentação ocorria em sistema de rampa carbonática, com presença de calcarenitos e calcilutitos. As condições eram desfavoráveis à manutenção de biota de alta diversidade. Nos depósitos fossilíferos, ocorre a dominância de palinoforaminíferos trocoespirais na comunidade marinha seguidos por alguns poucos dinoflagelados generalistas e resistentes a variações ambientais (*Coronifera oceanica*, *Oligosphaeridium complex*, *Spiniferites ramosus*) e grãos de pólen com baixa abundância, como *Cycadopites* sp., *Callialasporites trilobatus* e *Equisetosporites* sp.

Neoalbiano: tem seu início marcado pela elevação eustática. A sedimentação carbonática passa a entrar em colapso com o maior aporte de material siliciclástico para dentro da Bacia, o que é possível observar no registro litológico com a presença de folhelhos e margas intercalados com carbonatos. A abundância de palinoflora continental aumenta significativamente no registro fóssil, o que é marcado por altas porcentagens relativas de grãos de pólen gimnospérmicos – *Classopollis classoides*,

Equisetosporites sp., *Gnetaceapollenites* sp. As condições ambientais sofrem modificações: o mar começa a deixar de ser restrito com o aumento da coluna d'água, além de ocorrer melhor oxigenação das águas e diminuição da salinidade. Esses fatores favorecem a manutenção de maior diversidade microfaunística. Os palinoforaminíferos ainda se fazem presentes, porém não dominam mais a associação fóssil. No Neoalbiano ocorre um rápido evento de dominância da espécie *Spiniferites ramosus* sobre as demais. A frequência de dinoflagelados aumenta nesse período e começam a aparecer algumas espécies que não eram observadas no Eoalbiano, como *Odontochitina costata*, *Odontochitina operculata*, *Litosphaeridium conispinum*, *Pervosphaeridium cenomaniense* e *Wrevittia helicoidea*. O Neoalbiano ou intervalo Beta-0 é delimitado pela extinção do dinoflagelado *Ovoidinium diversum* em seu topo.

Vraconiano (final do Neoalbiano): intervalo em que se deu o fim da deposição carbonática na bacia. No Vraconiano, a modificação ambiental mais marcante é o aumento da espessura na lâmina de água, ponto culminante da passagem de um mar epicontinental restrito para oceano. Consequentemente, há maior oxigenação das águas, boa quantidade de nutrientes e salinidade favorável para a biota. Mesmo com o estabelecimento de um ambiente francamente marinho, os palinomorfos continentais (principalmente os pólenes gimnospérmicos) são encontrados em abundância no Vraconiano junto com o surgimento de margas e folhelhos. No final do Neoalbiano – Vraconiano – nota-se um aumento significativo da diversidade na Bacia de Campos devido principalmente ao surgimento de muitas espécies de dinoflagelados, como *Cyclonephelium compactum*, *Dapsilidinium* sp., *Heterosphaeridium* sp., *Impagidinium* sp. Nesse período observa-se alta frequência da espécie *Odontochitina operculata*, mas esta não chega a dominar a associação fóssil.

5. CONCLUSÕES

O estudo integrado dos palinomorfos da Bacia de Campos, em especial a assembleia de dinoflagelados, mostrou-se uma ferramenta útil para se fazer interpretações paleoambientais e paleobiogeográficas do Cretáceo Inferior, em particular do Albiano. Os resultados oriundos deste trabalho trazem como contribuição maior embasamento para futuras pesquisas de cunho palinológico e possibilitam a formulação das seguintes conclusões:

Os palinomorfos continentais estão em acordo com os dados contidos na literatura e confirmam que o clima durante o Albiano no Brasil era quente e seco, com a cobertura vegetal próxima à Bacia de Campos dominada por Gimnospermas arbóreas e herbáceas. Havia presença pontual de Pteridófitas resistentes à aridez.

A comparação entre a distribuição de elementos marinhos e continentais permite inferir que a Bacia de Campos, quando da sedimentação do Grupo Macaé, era caracterizada por ambiente marinho, tendo em vista a predominância de elementos como dinoflagelados e palinoforaminíferos.

No entanto, havia influxo constante de material terrígeno, fato este atestado pela presença subordinada de palinomorfos continentais (esporos e grãos de pólen) em todas as amostras. Mesmo com o processo de estabelecimento do Oceano Atlântico Sul e o espessamento da coluna d'água, os palinomorfos continentais se fazem presentes no registro sedimentar e são encontrados em maior quantidade no final do Albiano, quando a litologia passa gradativamente de carbonatos para folhelhos e margas. Dessa forma, é lógico afirmar que o aporte de material terrígeno para dentro da bacia aumentou no final do Albiano.

Os gráficos de distribuição dos palinomorfos marinhos pelas profundidades dos poços mostraram eventos de dominância de algumas espécies relacionados à baixa diversidade da comunidade, o que representa paleoambiente estressante. No início do Albiano, o ambiente marinho era ainda inóspito e correspondia a um mar restrito e raso, com biota pouco expressiva caracterizada por alta dominância de palinoforaminíferos e poucas espécies de dinoflagelados presentes. Conforme o Oceano Atlântico se desenvolve, a preponderância de palinoforaminíferos diminui e vão sendo encontradas mais espécies

de dinoflagelados, o que contribuiu para o aumento da diversidade marinha como um todo.

A assembleia de dinoflagelados da Bacia de Campos serve como indício de como ocorreu o processo de formação do Atlântico Sul. Apesar da maioria das espécies de dinoflagelados serem cosmopolitas, algumas espécies provincialistas foram encontradas e trazem consigo informações biogeográficas relevantes. A presença de espécies de dinoflagelados tetianos e a ausência de dinoflagelados austrais no Albiano da Bacia de Campos – em adição a dados micropaleontológicos anteriores oriundos de palinoforaminíferos, nanofósseis e amonitas – possibilitam inferir que a entrada de águas durante o estabelecimento do Oceano Atlântico Sul ocorreu de Norte para Sul.

6. REFERÊNCIAS

ALVIN, K. L. Leaf anatomy of *Weichselia* based on fusainized material. **Palaeontology**, 17, p. 587-598. 1974.

ANTONIOLI, L. **Estudo Palinocronoestratigráfico da Formação Codó – Cretáceo Inferior do Nordeste Brasileiro**. 2001. 265f. Tese (Doutorado) -Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2001.

ANTONIOLI, L.; ARAI, M. O registro da Ecozona Subtilisphaera na Formação Codó (Cretáceo Inferior da Bacia do Parnaíba, nordeste do Brasil): seu significado paleogeográfico. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 6., 2002, São Pedro. **Boletim...** Rio Claro: UNESP, 2002. p. 25-30.

ANTUNES, R. L.; AZEVEDO, R. L. M. Micropaleontologia e bioestratigrafia na indústria do petróleo. In: CARVALHO, I. S. (ed.). **Paleontologia: microfósseis, paleoinvertebrados**. Rio de Janeiro: Interciência, v.2. p. 3-33. 2011.

ARAI, M. **Dinoflagelados do Cretáceo Médio da Bacia de Campos**. Rio de Janeiro. PETROBRAS. CENPES. DIVEX. SEBIPE. Relatório de progresso do projeto Dinoflagelado – Parte 1. 1991a.

ARAI, M. O gênero *Litosphaeridium* (Dinophyceae) e sua contribuição à cronoestratigrafia do Cretáceo Médio da Bacia de Campos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 12. 1991, São Paulo. **Boletim de Resumos...** São Paulo: SBP-USP, 1991b. p. 90.

ARAI, M. Dinoflagellates from the middle Cretaceous in the offshore Campos Basin, southeastern Brazil. In: SIMPÓSIO SOBRE AS BACIAS CRETÁCIAS BRASILEIRAS, 2., 1992, Rio Claro. **Resumos Expandidos...** Rio Claro: UNESP, 1992. p. 27-29.

ARAI, M. **Dinoflagelados do Cretáceo médio da Bacia de Campos**. 73f. Rio de Janeiro: PETROBRAS. CENPES. DIVEX. SEBIPE, 1993. Relatório final do projeto 01.02.44.

ARAI, M. Dinoflagelados do Cretáceo Superior (Turoniano – Maastrichtiano) da Bacia de Campos, plataforma continental do Sudeste Brasileiro. In: SIMPÓSIO SOBRE O

CRETÁCEO DO BRASIL, 3., 1994, Rio Claro. **Boletim...** Rio Claro: UNESP, 1994, p. 59-61.

ARAI, M. Histórico da palinoestratigrafia marinha no Brasil com ênfase em dinoflagelados cretáceos. **Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro**, v. 63, n. 3, p. 371-384. 2005.

ARAI, M. Paleogeografia do Atlântico Sul no Aptiano: um novo modelo a partir de dados micropaleontológicos recentes. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 17, n. 2, p. 331-351. 2009.

ARAI, M. Aptian/Albian (Early Cretaceous) paleogeography of the South Atlantic: a paleontological perspective. **Brazilian Journal of Geology**, v. 44, n.2, p. 339-350. 2014.

ARAI, M.; BOTELHO NETO, J. Biostratigraphy of the marine Cretaceous of the southern and southeastern Brazilian marginal basins, based on dinoflagellates. **SAMC (South Atlantic Mesozoic Correlations) News**. 6, 15–16. 1996.

ARAI, M.; BOTELHO NETO, J.; LANA, C. C.; PEDRÃO, E. Cretaceous dinoflagellate provincialism in Brazilian marginal basins. **Cretaceous Research**. 21, p. 351-366. 2000.

ARAI, M.; COELHO, P. S. M. Statistical analysis of palynological assemblages from the Aptian-Albian of the Araripe Basin, northeast Brazil: a case of paleoenvironmental significance of Early Cretaceous terrestrial palynomorphs. **Asociación Paleontológica Argentina**. Publicación Especial 7. 2001.

ARAI, M.; COIMBRA, J. C. Análise paleoecológica do registro das primeiras ingressões marinhas na Formação Santana (Cretáceo Inferior da Chapada do Araripe). In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1., 1990. Crato, **Atas...** Fortaleza: DNPM, 1990, p. 225-239.

ARAI, M.; LANA, C. C. Histórico do estudo de dinoflagelados fósseis no Brasil: sua relação com a evolução da exploração petrolífera no Cretáceo das bacias da margem continental. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v.12, n.1, p. 175-189. 2004.

ARAI, M.; LANA, C. C. Dinoflagelados. In: CARVALHO, I. S. (ed.). **Paleontologia: microfósseis, paleoinvertebrados**. Rio de Janeiro: Interciência, v.2. p. 137-166. 2011.

ARAI, M.; LANA, C. C.; PEDRÃO, E. Ecozona Subtilisphaera spp.: Registro eocretáceo de um importante episódio ecológico do Oceano Atlântico primitivo. **Acta Geológica Leopondensia**, XVII, v. 39, n.2, p. 521-538. 1994.

ARAI, M.; MASURE, E. Les dinoflagellés Vraconiens du Bassin de Campos (Brésil). **SAMC News**, n.7, p.9. 1997.

ARAI, M.; UESUGUI, N. Dinoflagellate biostratigraphy of the Macaé Formation (Albian-Cenomanian), Campos Basin. In: International Conference on modern and fossil dinoflagellates. Woods Hole, 1989. **Program and Abstracts**, Wood Hole, 1989, p.20.

ARAI, M.; VIVIERS, M. C. Dinoflagellate cyst superdominance assemblages from the Upper Cretaceous of the Santos Basin, offshore SE Brazil, and their palaeoecological significance. In: LEWIS, J. M.; MARRET, F.; BRADLEY, L. (eds.). **Biological and Geological Perspectives of Dinoflagellates**. London: The Micropalaeontological Society, 2013. p. 285-292.

ARTHUR, M. A.; SCHLANGER, S. O. Cretaceous oceanic anoxic events as causal factors in development of reef reservoir giant oil fields. **AAPG Bulletin**, v. 63, n. 6, p. 870-885. 1979.

AZEVEDO, R. L. M.; GOMIDE, J.; VIVIERS, M. C. Geo-história da Bacia de Campos, Brasil: do Albiano ao Maastrichtiano. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 17, n.2, p. 139-146. 1987a.

AZEVEDO, R. L. M.; GOMIDE, J. VIVIERS, M. C.; HASHIMOTO, A. T. Bioestratigrafia do Cretáceo marinho da Bacia de Campos, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v.17, n.2, p.147-153. 1987b.

BARTH-SCHATZMAYR, O. M.; BARROS, M. A. Palinologia. In: CARVALHO, I. S. (ed.). **Paleontologia: microfósseis, paleoinvertebrados**. Rio de Janeiro: Interciência. v.2. p. 182- 194. 2011.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia – de indivíduos a ecossistemas**. São Paulo: Artmed. 2007. 740 pp.

BENGTSON, P.; KOUTSOUKOS, E. A. M.; KAKABADZE, M. V. Ammonite and foraminiferal biogeography and the opening of the Equatorial Atlantic gateway. In: 1st INTERNATIONAL PALAEOBIOGEOGRAPHY SYPOSIUM, 2007, Paris. **Abstracts**, p. 12.

BIGNOT, G. Collection, preparation, observation and identification of Microfossils. In: BIGNOT, G. **Elements of Micropaleontology**. London: Graham & Trotman Limited, 1985. 217 pp.

BOLLI, H. M. Cretaceous and Paleogene calcisphaerulidae from DSDP Leg 40, southeastern Atlantic. In: BOLLI, H. M.; RYAN, W. E. F. (eds.). **Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project**. Washington: Government Printing Office, 1978. v. 40, p. 819-837.

BOWMAN, V. C.; FRANCIS, J. E.; RIDING, J. B.; HUNTER, S. J.; HAYWOOD, A. M. A latest Cretaceous to earliest Paleogene dinoflagellate cyst zonation from Antarctica, and implications for phytoprovincialism in the high southern latitudes. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 171, p. 40-56. 2012.

BRASIER, M. D. **Microfossils**. London: George Allen & Unwin. 194 pp. 1980.

CAMBOA, L. A. P.; RABINOWITZ, P. D. The evolution of the Rio Grande Rise in the southwest Atlantic Ocean. **Marine Geology**, v. 58, p. 35-58. 1984.

CHANG, H. K.; KOUSMANN, R. O. Interpretação genética das sequências estratigráficas das bacias da margem continental brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 17, n. 2, p. 74-80. 1987.

CHANG, Y. M. Accuracy of fossil percentage estimation. *Journ. Paleont.* Tulsa, v.41, n.2, p. 500-502. 1967.

COOKSON, I. C.; EISENACK, A. Additional microplankton from Australian Cretaceous sediments. **Micropaleontology**, v. 6, n. 1, p. 1-18. 1960.

COSTA, L. I.; DAVEY, R. J. Dinoflagellate cysts of the Cretaceous System. In: POWELL, A. J. (ed.). **A Stratigraphic Index of Dinoflagellate Cysts**. London: Chapman & Hall, 1992. p. 99-153.

CRUZ, N. M. C. Paleopalínologia. In: CARVALHO, I. S. (ed.). **Paleontologia: microfósseis, paleoinvertebrados**. Rio de Janeiro: Interciência, v.2, p. 195-207. 2011.

DIAS, J. L. Tectônica, estratigrafia e sedimentação no Andar Aptiano da margem leste brasileira. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v.13, n. 1, p. 7-25. 2005.

DIAS, J. L. Estratigrafia e sedimentação dos evaporitos neo-aptianos na margem leste brasileira. In: MOHRIAK, W.; SZATMARI, P.; COUTO ANJOS, S. M. (Eds.) **Sal-Geologia e tectônica: exemplos nas bacias brasileiras**. Rio de Janeiro: Petrobras/Beca Edições Ltda., 2008. p. 220-229.

DIAS-BRITO, D. Evolução Paleoecológica da Bacia de Campos durante a deposição dos calcilutitos, margas e folhelhos da Formação Macaé (Albiano e Cenomaniano?). **Boletim Técnico da Petrobrás**, v.25, n.2, p. 84-97. 1982.

DIAS-BRITO, D. A Bacia de Campos no Mesocretáceo: uma contribuição à Paleoceanografia do Atlântico Sul primitivo. **Revista Brasileira de Geociências**, v.17, n.2, p. 162-167, 1987.

DIAS-BRITO, D. Ocorrência de Pitonelídeos (dinoflagelados calcários) nos calcilutitos e calcissiltitos albianos da Bacia de Campos: implicações estratigráficas e paleoambientais. 1989.78 pp. Tese (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

DIAS-BRITO, D. **Calcisferas e microfácies em rochas carbonáticas pelágicas mesocretáceas**. 1995. 688 pp. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

DIAS-BRITO, D. Global stratigraphy, palaeobiogeography and palaeoecology of Albian-Maastrichtian pithonellid calcispheres: impact on Tethys configuration. **Cretaceous Research**, 21, p. 315-349. 2000.

DINO, R.; POCKNALL, D. T.; DETTMANN, M. E. Morphology and ultrastructure of elater-bearing pollen from the Albian to Cenomanian of Brazil and Ecuador:

implications for botanical affinity. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 105, p. 201-235. 1999.

DODGE, J. D. **Marine Dinoflagellates of the British Isles**. Londres: Her Majesty's Stationary Office, 303 p. 1982.

DOYLE, J. A.; JARDINÉ, S. & DOERENKAMP, A. *Afropollis*, a new genus of early angiosperm pollen, with notes on the Cretaceous palynostratigraphy and paleoenvironments of Northern Gondwana. **Bulletin des Centre de Recherches Exploration-Production, Elf-Aquitaine**, v.6, n.1, p. 39-117. 1982.

EVITT, W. R. Sporopollenin dinoflagellate cysts: their morphology and interpretation. **Austin: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation**. 333 pp. 1985.

FENSOME, R. A.; MACRAE, R. A.; MOLDOWAN, J. M.; TAYLOR, F. J. R.; WILLIAMS, G. L. The early Mesozoic radiation of dinoflagellates. **Paleobiology**, v. 22, n. 3, p. 329-338. 1996.

FENSOME, R.A.; MACRAE, R.A.; WILLIAMS, G.L. DINOFLAJ2, Version 1. American Association of Stratigraphic Palynologists, Data Series no. 1. 2008. Disponível em: <http://dinoflaj.smu.ca/wiki/Main_Page>. Acesso em: 12 maio 2015.

FENSOME, R. A.; WILLIAMS, G. L. The Lentin and Williams index of fossil dinoflagellates – 2004 edition. **American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation Contributions Series**, n. 42, p. 1-909. 2004.

FENSOME, R. A.; TAYLOR, F. R. J.; NORRIS, G.; SARJEANT, W. A. S; WHARTON, D. I.; WILLIAMS, G. L. A classification of living and fossil dinoflagellates. **Micropaleontology Special Publication**. New York: American Museum of Natural History. n. 7, 351 pp. 1993.

GHASEMI-NEJAD, E.; HEAD, M. J.; NADERI, M. Palynology and petroleum potential of the Kazhdumi Formation (Cretaceous: Albian-Cenomanian) in the South Pars field, northern Persian Gulf. **Marine and Petroleum Geology**, 26, p. 805-816. 2009.

GUARDADO, L. R.; GAMBOA, L. A. P.; LUCCHESI, C. F. Petroleum geology of the Campos Basin, Brazil, a model for a producing Atlantic type basin. In: Edwards, J.D e Santogriissi, P.A. (ed.) **Passive Margin Basins**. Tulsa, AAPG Memoir, 48. p. 3-79. 1990.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Paleontologia Electronica**, v.4, n.1. 9 pp. 2001.

HAQ, B. U. Calcareous nannoplankton. In: HAQ, B. U.; BOERSMA, A. (eds.). **Introduction to marine micropaleontology**. New York: Elsevier, 376 pp. 1980.

JUGGINS, S. **C2 Version 1.5 User Guide**. Software for ecological and palaeoecological data analysis and visualization. Newcastle University, Newcastle upon Tyne, UK. 73pp. 2007.

KEATING, J. M.; SPENCER-JONES, M.; NEWHAM, S. The stratigraphical palynology of the Kotick Point and Whisky Bay formations, Gustav Group (Cretaceous), James Ross Island. **Antarctic Science**, v.4, n. 3, p. 279-292. 1992.

KENNEDY, W. J.; COOPER, M. Cretaceous ammonite distributions and the opening of the South Atlantic. **Journal of the Geological Society**, v. 131, n. 3, p. 283-288. 1975.

KOUTSOUKOS, E. A. M.; DIAS-BRITO, D. Paleobatimetria da margem continental do Brasil durante o Albiano. **Revista Brasileira de Geociências**, v.17, n.2, p. 86-91, 1987.

KRASSILOV, V. A. *Araucariacites* as indicators of climate and paleolatitudes. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 26, p. 113-124. 1978.

LANA, C. C.; BOTELHO NETO, J. Evidências de provincialismo entre os dinoflagelados peridinioides do Cretáceo Superior – Paleoceno das Bacias de Santos e Potiguar, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia. Curitiba, **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1989, v.1, 353-371.

LARSON, R. L.; LADD, J. W. Evidence for the opening of the South Atlantic in the Early Cretaceous. *Nature*, 246, 209-212. 1973.

LENTIN, J. K.; WILLIAMS, G. L. Fossil dinoflagellates: index to genera and species, 1993 edition. **American Association of Stratigraphic Palynologists Contributions Series**, n.28, 856p. 1993.

LEWIS, J.; HARRIS, A. S. D.; JONES, K. J.; EDMONDS, R. L. Long-term survival of marine planktonic diatoms and dinoflagellates in stored sediment samples. **Journal of Plankton Research**, v. 21, p. 343-354. 1999.

LIMA, M. R. **Palinologia da Formação Santana (Cretáceo do Nordeste do Brasil)**. 1978a. 338 pp. São Paulo. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LIMA, M. R. Caracterização palinológica do Albiano no Brasil. **Boletim do Instituto de Geociências, USP**, v. 9, p. 140-143. 1978b.

LISBOA, V. Cooperação com Japão aproxima Brasil de descobrir « continente perdido » no Atlântico Sul. Agência Brasil – Empresa Brasil de Comunicação. Disponível em : <http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2013-05-06/cooperacao-com-japao-aproxima-brasil-de-descobrir-continente-perdido-no-atlantico-sul>>. Acesso em 24 mar. 2015.

LLOYD, M.; GHELARDI, R. J. A table for calculating the “equitability” component of species diversity. **The Journal of Animal Ecology**. 33, p. 217-225. 1964.

MAGURRAN, A. E. **Measuring Biological Diversity**. Malden : Blackwell Publishing. 2008. 256 pp.

MARRET, F. ; ZONNEVELD, K. A. F. Atlas of modern organic-walled dinoflagellate cyst distribution. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 125, p. 1-200. 2003.

MASURE, E. ; VRIELYNCK, B. Late Albian dinoflagellate cyst paleobiogeography as indicator of asymmetric sea surface temperature gradient on both hemispheres with southern high latitudes warmer than northern ones. **Marine Micropaleontology**, 70, p. 120-133. 2009.

MATHIEU, R.; BELLIER, J.P.; GRANIER, B. Manuel de Micropaléontologie. **Carnets de Géologie**. Livre 2, p. 1-123. 2011.

MOHR, B. A. R.; GEE, C. T. Late Cretaceous palynofloras (sporomorphs and dinocysts) from the Kerguelen Plateau, southern Indian Ocean (Sites 748 and 750). **Ocean Drilling Program. Scientific Results**, v. 120. p. 281-306. 1992.

MORGAN, R. **Palynostratigraphy of the Australian Early and middle Cretaceous**. Geological Survey of New South Wales, 1980. 153p. (Memoirs of the Geological Survey of New South Wales, Palaeontology, n. 18).

NOE-NYGAARD, N., SURLYK, F.; PIASECKI, S. Bivalve mass mortality caused by toxic dinoflagellate blooms in a Berriasian–Valanginian lagoon, Bornholm, Denmark. **Palaios**, 2, p. 263–273. 1987.

OGG, G. Dinoflagellate cysts of the Early Cretaceous North Atlantic Ocean. **Marine Micropaleontology**, 23, p. 241-263. 1994.

OJEDA, H. A. O. Structural framework, stratigraphy, and evolution of Brazilian Marginal Basins. **The American Association of Petroleum Geologists Bulletin**, v.6, n.6, p. 732-749. 1982.

OOSTING, A. M.; LEEREVELD, H.; DICKENS, G. R.; HENDERSON, R. A.; BRINKHUIS, H. Correlation of Barremian-Aptian (mid-Cretaceous) dinoflagellate cyst assemblages between the Tethyan and Austral realms. **Cretaceous Research**, 27, p. 792-813. 2006.

PEDRÃO, E.; LANA, C. C. Ecozona *Subtilisphaera* e seu registro nas bacias brasileiras. **Revista Universidade de Guarulhos, Geociências V** (Número Especial), p. 81-85. 2000.

POCOCK, S. J.; JANSONIUS, J. The pollen genus *Classopolis* Pflug, 1953. **Micropaleontology**, v. 7, n. 4, p. 439-449. 1961.

POTONIE, R. Revision stratigraphisch wichtiger Sporomorphen des mitteleuropäischen Tertiärs. **Palaeontog. Abt. B, Stuttgart**, v. 91, p. 131-151. 1951.

RADMACHER, W. ; TYSZKA, J. ; MANGERUD, G. ; PEARCE, M. A. Dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Upper Albian to Lower Maastrichtian in the southwestern Barents Sea. **Marine and Petroleum Geology**, 57, p. 109-121. 2014.

RANGEL, H. D.; MARTINS, F. A. L.; ESTEVES, F. R.; FEIJÓ, F. J. Bacia de Campos. **Boletim de Geociências da Petrobrás**. Rio de Janeiro. 8 (1). p. 203-217. 1994.

REGALI, M. S. P. Primeiros registros da transgressão neo-aptiana na margem equatorial brasileira. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 11., 1989. Curitiba, **Anais...** Curitiba : SBP, 1989, v.1, p. 275-293.

SCHALLER, H. Estratigrafia da Bacia de Campos. In : Congresso Brasileiro de Geologia, 27. **Simpósio sobre exploração de petróleo no Brasil**, v. 3. Aracaju, 1973.

SEYVE, C. **Introdução à micropaleontologia**. Luanda : Elf Aquitaine Angola, 232p.. 1990.

SLUIJS, A.; PROSS, J.; BRINKHUIS, H. From greenhouse to icehouse; organic-walled dinoflagellate cysts as paleoenvironmental indicators in the Paleogene. **Earth-Science Reviews**, n. 68, p. 281-315. 2005.

SPECTOR, D.L. 1984. Dinoflagellates An Introduction. In: Spector D.L. (ed.). **Dinoflagellates**. Department of Pharmacology Baylor College of Medicine Texas Medical Center Houston, Texas Academic Press, 1984. cap. 1, p. 1-14.

STOVER, L. E. Cretaceous ephedroid pollen from West Africa. **Micropalaeontology**, v.10, n.2, p. 145-156. 1964.

STOVER, L.E.; BRINKHUIS, H.; DAMASSA, S.P.; DE VERTEUIL, L.; HELBY, R.J.; MONTEIL, E.; PARTRIDGE, A.; POWELL, A.J.; RIDING, J.B.; SMELROR, M.; WILLIAMS, G.L. Mesozoic–Tertiary dinoflagellates, acritarchs and prasinophytes. In: JANSONIUS, J.; MCGREGOR, D.C. (eds.). **Palynology: Principles and Applications**. Dallas: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, p. 641–750. 1996.

SZATAMARI, P. ; FRANÇOLIN, J. B. L. ; ZANOTTO, O. WOLFF, S. Evolução tectônica da margem equatorial brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**, v.17, n.2, p. 180-188. 1987.

TAIOLI, F. Recursos Energéticos. In : TEIXEIRA, W. (org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo : Oficina de Textos, 2000. p. 475-480.

TAYLOR, F. J. R. (ed.) The Biology of dinoflagellates. **Botanical Monographs**. London: Blackwell Scientific Publications, n. 21, 785 pp. 1987.

TORRICELLI, S. Lower Cretaceous dinoflagellate cyst and acritarch stratigraphy of the Cismon APTICORE (Southern Alps, Italy). **Review of Paleobotany and Palynology**, v.108, p.213-266. 2000.

TRAVERSE, A. **Paleopalynology**. Pennsylvania: Springer, 2007. 813 pp.

UESUGUI, N. **Intervalos bioestratigráficos da Bacia de Campos do Albiano ao Santoniano**. Rio de Janeiro: PETROBRAS. DEXPRO. DIVEX. SEGEL. 1976. 11p. (Relatório).

UESUGUI, N. Palinologia: Técnicas de tratamento de amostras. **Boletim Técnico PETROBRAS**, 22 (4): p. 229-240. 1979.

UPCHURCH, G. R. & DOYLE, J. A. Paleoecology of the conifers *Frenelopsis* and *Pseudodofrenelopsis* (Cheirolepidiaceae) from the Cretaceous Potomac Group of Maryland and Virginia. In: Romans, R. C. (ed.) **Geobotany II**. New York, Plenum, p. 167-202. 1981.

VAKHRAMEEV, V. A. Range and paleocology of Mesozoic conifers, the Cheirolepidiaceae. **Paleontological Journal**, v.4, n.1, p.11-25. 1970.

VAKHRAMEEV, V. A. **Jurassic and Cretaceous floras and climates of the Earth**. Cambridge : Cambridge University Press, 1991. 318p.

WALL, D.; DALE, B.; LOHMANN, G. P.; SMITH, W. K. The environmental and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern marine sediments from regions in the north and south atlantic oceans and adjacent seas. **Marine Micropaleontology**, 2, p. 121-200. 1977.

WIEDMANN, J.; NEUGEBAUER, J. Lower Cretaceous Ammonites from the South Atlantic Leg 40 (DSDP), their stratigraphic value and sedimentological properties. In: BOLLI, H. M.; RYAN, W. B. F. **Init. Repts. DSDP**. Washington, U. S. Govt. Print Office, 1978. p. 709-734.

WILLIAMS, G. L. Dinoflagellates, acritarchs and tasmanitids. In: HAQ, B. U.; BOERSMA, A. (eds.). **Introduction to marine micropaleontology**. New York: Elsevier, 376 pp. 1980.

WILLIAMS, G. L.; BRINKHUIS, M. A.; PEARCE, M. A.; FENSOME, R. A.; WEEGINK, J. W. Southern ocean and global dinoflagellate cyst events compared: index events for the late Cretaceous-Neogene. **Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results**. v. 189. 2004.

WILLIAMS, G. L.; BUJAK, J. P. Mesozoic and Cenozoic dinoflagellates. In: BOLLI, H. M.; SAUNDERS, J. B.; PERCH-NIELSEN, K. (eds.). **Plankton Stratigraphy**. Cambridge University Press, 1032 pp. 1985.

WINTER, W. R.; JAHNERT, R. J.; FRANÇA, A. B. Bacia de Campos. **Boletim de Geociências da Petrobras**. Rio de Janeiro, v. 15, n. 2. p. 511-529. maio/nov. 2007.