UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DE NANOFÓSSEIS
CALCÁRIOS NO GRUPO TALARA, BACIA TALARA
NO NOROESTE DO PERU**

Jesús Yanina Narváez Rodríguez

Orientador: Prof. Dr. Setembrino Petri

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar

SÃO PAULO
1998

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DE NANOFÓSSEIS
CALCÁRIOS NO GRUPO TALARA, BACIA TALARA
NO NOROESTE DO PERU**

JESUS YANINA NARVÁEZ RODRÍGUEZ

Orientador: Prof. Dr. Setembrino Petri

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

COMISSÃO JULGADORA

Nome

Assinatura

Presidente: — Prof. Dr. Setembrino Petri

Examinadores: Prof. Dr. Dimas Dias Brito

Prof. Dr. Thomas Rich Fairchild

SÃO PAULO
1998

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC

30900005334

**OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DE NANOFÓSSEIS
CALCÁRIOS NO GRUPO TALARA, BACIA TALARA
NO NOROESTE DO PERU**

Jesús Yanina Narváez Rodríguez

Orientador: Prof. Dr. Setembrino Petri

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar

SÃO PAULO
1998

*A meus pais
pelo
amor recebido e
a meus irmãos
pelo constante apoio.*

ABSTRACT

The Talara Group (Talara Basin, Eocene of northwest Peru) mainly comprises the Talara Shales, the Talara Sandstones, and the Pozo Formation.

Although microfossils are known in several of these stratigraphic intervals, little is known regarding their taxonomy, paleoecology, and biostratigraphic usefulness.

Thirty-four taxa of calcareous nannofossils are here registered from the Talara Group in well cuttings from the Negritos and Carpitás wells (Graña Montero Petrolera S.A) in the Talara Basin. Of these, thirty-three taxa are registered for the first time from this unit.

The preservational quality of the taxa in the section sampled from the Negritos well reveals that the majority of these taxa were little affected by dissolution, suggesting that deposition must have taken place in relatively shallow depths (that is, above the carbonate compensation depth). The moderate quality of preservation and low diversity of the nannofossils in the Carpitás section is considered the result of dissolution at greater depths than in the Negritos section.

*Biozones are recognized on the basis of the extinction of the taxa *Discoaster sublodoensis* (NP 14), *Chiasmolithus solitus* (NP 15/NP 16), *Helicosphaera seminulum* (NP 15/NP 16/NP 17) e *Discoaster barbadiensis* (NP 19/NP 20), which allow the Talara Group to be dated as Middle to Late Eocene.*

Variations in the frequency between nannofossil taxa characteristic of warm and temperate waters are interpreted as reflecting temperature changes due to global cooling, upwelling, or sea level changes due to the tectonic instability of the basin. The most frequent and most diversified taxa in both sections are characteristic of low latitudes and nearshore environments.

The lack of other detailed studies of calcareous nannofossils in the basin seriously limits both attempts to correlate the proposed biozones and the utility of the paleoecologic, paleoenvironmental and paleogeography information of this study.

RESUMO

O Grupo Talara (Bacia Talara, Eoceno do Noroeste do Peru), é constituído principalmente pelas formações Folhelhos Talara, Arenitos Talara e Pozo.

Alguns desses intervalos estratigráficos apresentam ocorrências de microfósseis. Contudo, há ausência de informações mais detalhadas quanto à sistemática e paleoecologia, além da falta de um esquema bioestratigráfico formal e de ampla utilização.

Trinta e quatro táxons de nanofósseis calcários são registrados no Grupo Talara (Eoceno, Bacia Talara), no Noroeste do Peru, em amostras de calha dos poços "Negritos" e "Carpitas" (Graña Montero Petrolera S.A), dos quais trinta e três são noticiados pela primeira vez na unidade.

A partir da observação do estado de preservação dos táxons da seção do poço Negritos conclui-se que a maioria dos táxons apresentaram resistência à dissolução como resultado provavelmente, da deposição em baixas profundidades.

O estado de preservação dos nanofósseis na seção estudada do poço Carpitas é considerado moderado, com diversidade de espécies muito baixa, reflexo de dissoluções em altas profundidades.

A análise bioestratigráfica permitiu o reconhecimento de biozonas caracterizadas pelas extinções dos táxons *Discoaster subloadoensis* (NP 14), *Chiasmolithus solitus* (NP 15/NP 16), *Helicosphaera seminulum* (NP 15/NP 16/NP 17) e *Discoaster barbadiensis* (NP 19/NP 20) indicando o posicionamento do Grupo Talara entre o Mesoeoceno e o Neoeoceno.

Foram verificadas variações na frequência dos táxons de nanofósseis característicos de águas quentes e temperadas ao longo dos intervalos amostrados. Estas variações foram interpretados com reflexos de mudanças de temperatura devido ao esfriamento climático global, correntes de ressurgência ou flutuações do nível do mar por instabilidade da bacia.

Táxons característicos de assembléias de latitudes baixas e indicativos de ambiente próximo à costa são os mais freqüentes e diversificados em ambos poços.

A escassez de trabalhos divulgados e detalhados com base em nanofósseis calcários na bacia limitaram tentativas de correlações das biozonas propostas e das informações advindas do estudo paleoecológico, paleoambiental e paleogeográfico.

LISTA DAS ILUSTRAÇÕES

Figuras:	Página
Figura 01 - Localização da área onde se situam os poços estudados (modificado de Palacios, 1994).	5
Figura 02 - Mapa geológico da região do Noroeste do Peru (informações geológicas retiradas de Palacios, 1995).	11
Figura 03 - Coluna estratigráfica da Bacia Talara (informações retiradas de Perales, 1994; Palacios, 1995).	14
Figura 04 - Perfil representativo do Grupo Talara no poço Negritos, com indicação dos níveis amostrados para a análise nanofossilífera (fonte: Graña Montero Petrolera, S.A).	16
Figura 05 - Perfil representativo do Grupo Talara no poço Carpitás, com indicação dos níveis amostrados para a análise nanofossilífera (fonte: Graña Montero Petrolera, S.A).	18
Figura 06 - Biozonas de nanofósseis e unidades magnetoestratigráficas do Paleógeno (Quadro modificado por Antunes, 1997; a partir de Wei & Peleo-Alampay, 1993).	51
Figura 07 - Zoneamento proposto para o Grupo Talara, Bacia Talara - Peru.	53
Figura 08 - Correlação bioestratigráfica dos poços Negritos e Carpitás com base nos nanofósseis calcários.	58
Figura 09 - Comparação entre o zoneamento proposto e alguns observados na literatura.	60
Figura 10 - Abundância média dos taxóons característicos de águas quentes no poço	

	Negritos (escala vertical em m de profundidade; escala horizontal em porcentagens do número total de espécies relativa).	73
Figura 11 -	Abundância média dos taxóns característicos de águas temperadas no poço Negritos (escala vertical em m de profundidade; escala horizontal em porcentagens do número total de espécies).	74
Figura 12 -	Variações de freqüência de nanofósseis indicativos de águas quentes e temperadas ao longo da profundidade, na seção representativa do Grupo Talara (poço Negritos).	75
Tabelas:		Página
Tabela 1 -	Escala de preservação.	8
Tabela 2 -	Relação de freqüência para as representações quantitativas das espécies.	9
Tabela 3 -	Zonas bioestratigráficas para a região do Noroeste, segundo Gonzáles (1976c).	20
Tabela 4 -	Distribuição bioestratigráfica dos principais táxons de nanofósseis no Grupo Talara, Bacia Talara-Peru.	54
Tabela 5 -	Ocorrência e abundância média de nanofósseis calcários do Grupo Talara no poço Negritos.	69
Tabela 6 -	Ocorrência e abundância de nanofósseis calcários do Grupo Talara no poço Carpitás.	70

LISTA NANOFLORAL

1. Heterococólitos

Ordem ZYGODISCALES Young *et* Bown ord. nov.

HELICOSPHAERACEAE Black, 1971

Helicosphaera Kamptner, 1954

Helicosphaera lophota Bramlette *et* Sullivan, 1961

Helicosphaera seminulum Bramlette *et* Sullivan, 1961

Helicosphaera sp.

PONTOSPHAERACEAE Lemmermann, 1908

Pontosphaera Lohmann, 1902

Pontosphaera cf. *P. inconspicua* (Sullivan) Perch-Nielsen, 1984

Pontosphaera multipora (Kamptner) Roth, 1970

Pontosphaera pectinata (Bramlette *et* Sullivan) Sherwood, 1974

Pontosphaera plana (Bramlette *et* Sullivan) Haq, 1971

Transversopontis Hay, Mohler *et* Wade, 1966

Transversopontis exilis (Bramlette *et* Sullivan) Perch-Nielsen, 1971

Transversopontis obliquipons (Deflandre) Hay, Mohler *et* Wade, 1966

Transversopontis pulcheroides (Sullivan) Báldi-Beke, 1971

ZYGODISCACEAE Hay *et* Mohler, 1967

Lophodolithus Deflandre, 1954

Lophodolithus mochloporus Deflandre, 1954

Neococcolithes Sujkowski, 1931

Neococcolithes dubius (Deflandre) Black, 1967

Ordem RHABDOSPHAERALES Ostenfeld, 1899

RHABDOSPHAERACEAE Lemmermann, 1908

Blackites (Hay *et* Towe) Varol, 1989

Blackites spinosus (Deflandre *et* Fert) Hay *et* Towe, 1962

Rhabdolithus Kamptner *ex* Deflandre *in* Grassé, 1952

Rhabdolithus inflata Bramlette *et* Sullivan, 1961

Rhabdolithus tenuis Bramlette *et* Sullivan, 1961

Ordem PRINSIALES Young *et* Bown ord. nov.

NOELAE RHABDACEAE (Jerkovic) Young *et* Bown, 1977

Reticulofenestra Hay, Mohler *et* Wade, 1966

Reticulofenestra dictyoda (Deflandre *et* Fert) Stradner, 1968

Reticulofenestra spp.

Ordem COCCOSPHAERALES (Haeckel) Young *et* Bown ord. nov.

COCCOLITHACEAE (Poche) Young *et* Bown, 1997

Chiasmolithus Hay, Mohler *et* Wade, 1966

Chiasmolithus solitus (Bramlette *et* Sullivan) Locker, 1968

Chiasmolithus sp.

Coccolithus Schwarz, 1894

Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller, 1930

Coccolithus formosus Wise, 1973

2. Holococólitos

CALYPTROSPHAERACEAE Boudreaux *et* Hay, 1969

Zygrabolithus Deflandre, 1959

Zygrabolithus bijugatus (Deflandre) Deflandre, 1959

3. Nanolithos

BRAARUDOSPHAERACEAE Deflandre, 1947

Braarudosphaera Deflandre, 1947

Braarudosphaera bigelowii (Grand *et* Braarud) Deflandre, 1947

Micrantholitus Deflandre, 1954

Micrantholitus vesper Deflandre, 1954

Micrantholitus sp.

Pemma Klumpp, 1953

Pemma basquensis Martini, 1959

Pemma rotundum Klumpp, 1953

Ordem DISCOASTERALES Hay, 1977

DISCOASTERACEAE Tan, 1927

Discoaster Tan, 1927

Discoaster barbadiensis Tan, 1927

Discoaster aff. *binodosus* Martini, 1958

Discoaster lodoensis Bramlette *et* Riedel, 1954

Discoaster sublodoensis Bramlette *et* Sullivan, 1961

Discoaster tanii Bramlette *et* Riedel, 1954

Discoaster nodifer (Bramlette *et* Riedel) Bukry, 1973

SPHENOLITHACEAE Deflandre, 1952

Sphenolithus Deflandre, 1952

Sphenolithus radians Deflandre, 1952

AGRADECIMENTOS

A autora expressa seus agradecimentos ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, através do Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, pela oportunidade concedida para a realização do Curso de Mestrado que resultou na presente dissertação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

Ao Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências - USP, pela infraestrutura e liberação dos recursos necessários para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Departamento de Mineralogia e Petrografia do Instituto de Geociências - USP, pela permissão de utilizar os microscópios ópticos para a concretização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Setembrino Petri pela continuidade da orientação e pelas valiosas sugestões e críticas.

À companhia Graña Montero Petrolera S.A. pelo empréstimo das amostras dos poços Negritos e Carpitás do Noroeste do Peru para a realização do presente trabalho.

Ao amigo Prof. Dr. Oscar Rösler pela amizade e orientação nos inícios do presente trabalho, minha profunda gratidão.

Ao engenheiro Alfredo Pardo pela iniciação na Paleontologia, pela amizade, confiança, apoio e constante estímulo recebido.

À engenheira Eva Villavicencio (*in memoriam*) pelo estímulo na escolha da Paleontologia.

Ao CENPES-PETROBRAS S.A. pelo ensino do processamento de amostras para o estudo de nanofósseis.

Ao Prof. Dr. Gergely Sabó (IG-USP) pelo auxílio na utilização dos microscópios ópticos utilizados.

Ao geol. Rogério Antunes (SEBIPE/CENPES-PETROBRÁS S.A.) pelas sugestões recebidas no início do presente trabalho.

Ao geol. F. Henrique de O. Lima (PETROBRÁS S.A.) pelas valiosas sugestões e auxílio na análise bioestratigráfica.

Ao Laboratório de Caracterização Tecnológica do Departamento de Engenharia de Minas da EP-USP pela análise em Microscópio de Varredura (MEV).

Ao Ms. Paulo Alves de Souza pela revisão e sugestões durante a realização da dissertação, meus sinceros agradecimentos.

Ao Prof. Dr. Carlos Mendonça (IAG-USP) pelas sugestões e auxílio na leitura do perfil geofísico.

Ao Prof. Dr. Thomas Rich Fairchild (IG-USP) pelo auxílio na confecção do *Abstract* e sugestões apresentadas na revisão de alguns itens do presente trabalho.

Ao Dr. Luiz Padilha Quadros (CENPES-PETROBRÁS S.A.) pelas sugestões ao texto da sistemática paleontológica.

Ao geol. Oluwaseyi Ogunjobi (Geotrex System Ltd.) pelo amizade, apoio e sugestões durante a realização do projeto.

À Dra. Katharina von Salis (Geological Institute ETHZ) pela colaboração com material bibliográfico.

À Dra. Giuliana Villa (Universita di Parma) pelas sugestões na análise quantitativa.

Aos colegas da Pós-Graduação do IG-USP e amigos, pelo companheirismo e a todos àqueles que colaboraram através de sugestões, críticas, incentivos e apoio, meu profundo reconhecimento.

É difícil continuar enumerando as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram com a concretização deste trabalho, desejo aqui manifestar minha sincera gratidão.

ÍNDICE

<i>Abstract</i>	i
Resumo	ii
Lista das ilustrações	iii
Lista nanofloral	v
Agradecimentos	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	4
3.1 Amostragem	4
3.2 Processamento das amostras	4
3.3 Microscopia óptica (MO)	6
3.4 Documentação gráfica	7
3.5 Análise qualitativa e quantitativa	7
3.6 Estudo sistemático	9
4. CONTEXTO GEOLÓGICO	10
4.1 Considerações gerais	10
4.2 Descrição geológica do poço Negritos	15
4.3 Descrição geológica do poço Carpitás	17
4.4 Conhecimento bioestratigráfico prévio	19
5. SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA	22
5.1 Considerações gerais	22
5.2 Sistemática	24
6. ANÁLISE BIOESTRATIGRÁFICA	50
6.1 Considerações gerais	50
6.2 Zoneamento bioestratigráfico	50
6.3 Correlação bioestratigráfica	56

6.4 Hiatos	57
6.5 Retrabalramento	57
6.6 Comparações bioestratigráficas	59
7. PALEOECOLOGIA	62
7.1 Considerações gerais	62
7.2 Resultados obtidos	68
7.2.1 Preservação	68
7.2.2 Paleotemperatura	71
7.2.3 Paleoambiente	76
7.2.4 Presença de espículas	76
8. CONCLUSÕES	78
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
ESTAMPAS	89

1. INTRODUÇÃO

O registro terciário do Noroeste da faixa costeira constitui-se em diversas formações com idades desde o Paleoceno até o Plioceno.

O Paleógeno do Peru Ocidental é caracterizado por unidades sedimentares de ambientes marinhos e continentais, além do registro de acumulações de rochas vulcânicas. As seqüências sedimentares de origem marinha ocorrem na faixa costeira dos estados de Tumbes, Piura, Lima, Ica e Arequipa e se constituem, principalmente, em folhelhos, arenitos e conglomerados depositados em mares de profundidades moderadas à rasas.

Na região do Noroeste do Peru, entre os estados de Tumbes e Piura, uma série de eventos tectônicos-sedimentares permitiram a instalação e o desenvolvimento sedimentar da Bacia Talara. Esta bacia faz parte de uma extensa cadeia de pares de bacias terciárias alinhadas ao longo da costa peruana em a margem continental ativa. A bacia possui orientação NE-SW e abrange uma área de cerca de 300.000 km². Sua espessura sedimentar total é de 9000 m, da qual, aproximadamente, 6600 m estão preservados em subsuperfície nas zonas mais profundas da bacia.

O Grupo Talara é a unidade estratigráfica com maior distribuição em área e de maior representação do Eoceno do Noroeste do Peru, além de tratar-se da unidade mais produtiva em petróleo. Seus aproximadamente 1560 m de espessura se estendem ao longo da faixa costeira até as proximidades do Maciço Amotapes, com datações posicionando a unidade no Mesoeoceno e no Neoeoceno.

A subdivisão do Grupo Talara e respectiva nomenclatura estratigráfica é ainda confusa. Litoestratigraficamente consiste, de forma geral, em três intervalos sedimentares: a parte inferior de folhelhos, a parte média de arenitos e a superior de folhelhos.

A unidade estratigráfica Talara constitui a seção marinha da margem continental peruana contendo associações de fósseis calcários, os nanofósseis calcários. Estes elementos fósseis são comumente utilizados principalmente, para a datação dos sedimentos onde ocorrem, bem como por fornecerem informações detalhadas (temperatura, salinidade) nas reconstituições paleoambientais, assim usados no estudo da evolução geológica de determinadas unidades. Outros fósseis (foraminíferos, esporos, espículas) porém são mais raros, carentes de revisões sistemáticas, fornecendo informações geológicas mais limitadas.

O significado de nanofósseis calcários como marcadores bioestratigráficos vem sendo demonstrado por diversos autores em muitas partes do mundo. Poucos trabalhos, de qualquer modo, foram empreendidos com base em microfósseis do Noroeste Peruano por vários

pesquisadores, não recebendo a adequada atenção o estudo de nanofósseis calcários.

A presente contribuição fornece informações sobre a ocorrência destes microfósseis no Grupo Talara, ampliando assim seu conhecimento paleontológico.

2. OBJETIVOS

A análise de material de subsuperfície inédito do Grupo Talara dos poços Negritos e Carpitás, com base nos nanofósseis calcários, objetiva, fundamentalmente, o aprimoramento do conhecimento geológico da unidade no que tange à sistemática paleontológica, bioestratigrafia, paleoecologia, datação e reconstituição do cenário e evolução da paleogeografia.

Para tanto, considerando o potencial e limitações de informação destes elementos fósseis, as seguintes metas foram traçadas, procurando fornecer o máximo de informações:

1. Identificar taxonomicamente os nanofósseis presentes;
2. Analisar a ocorrência e distribuição dos táxons verificados;
3. Analisar e identificar as condições paleoecológicas e paleoambientais;
4. Determinar o posicionamento bioestratigráfico e idade da unidade;
5. Integrar os dados bioestratigráficos, paleoecológicos e cronoestratigráficos para a determinação da evolução paleoecológica e estratigráfica da unidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está compreendida parte dos estados de Tumbes e Piura, na região Noroeste do Peru. Nesta área, foram selecionados os 2 poços de maior ocorrência de depósitos sedimentares finos, perfurados pela empresa Graña Montero Petrolera (GMP) denominados Negritos (área Negritos) e Carpitás (área Carpitás-Punta Bravo), assim localizados: Poço Negritos, latitude 4° 38' S e longitude 81° 14' O; Poço Carpitás, latitude 4° 5' S e longitude 80° 59' O (Figura 01).

3.1 Amostragem

O material disponível para estudo constitui-se de amostras de calha, com amostragem geralmente em intervalos espaçados de 3 e 6 m. Do poço Negritos selecionou-se um total de 63 amostras, dentro de um total de 597 m de espessura, espaçadas entre si em 6, 12, 15, 18 e 24 m, ou conforme as variações na litologia, de maneira a cobrir satisfatoriamente todo o intervalo desejado. Do poço Carpitás dispôs-se de um total de 36 amostras, num total de 647 m de espessura, com espaçamento de 3, 6, 9, 12, 15, 21, 24, 27, 30, 36 e 45 m entre si.

3.2 Processamento das amostras

Para a separação em lâminas dos microfósseis presentes nas amostras, o material selecionado para estudo foi processado em função dos resultados obtidos em testes experimentais, conforme consta da literatura (Edwards, 1963; Lord, 1982; Wei, 1988; Beaufort, 1991 e Costa, 1992) bem como a partir do método utilizado no laboratório de Micropaleontologia no CENPES-PETROBRAS. As principais etapas de tratamento das amostras são apresentadas a seguir:

(a) lavagem e secagem de 10 g de amostra para eliminar a lama de perfuração; (b) trituração dos grãos maiores em almofariz com pistilo, com o cuidado de não destruir o conteúdo microfossilífero; (c) maceração: cada amostra é separada em saco de plástico resistente, sendo acrescentados 50 ml de água destilada, com posterior repouso por 2 horas; (d) decantação: a solução da amostra é transferida para um tubo de ensaio de 50 ml, deixando-a decantar por 3 minutos; (e) parte do material é transferido para uma lamínula onde é seco sobre uma chapa elétrica e o resíduo do material é depositado num frasco de vidro; (f) montagem: após a secagem da solução, cola-se a lamínula sobre uma lâmina aquecida com bálsamo do Canadá.

Figura 01 - Localização da área onde se situam os poços estudados (modificado de Palacios, 1994).

Foram preparadas amostras destinadas à análise em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) com a finalidade de obter imagens mais detalhadas, as quais foram realizadas no Laboratório de Caracterização Tecnológica do Departamento de Engenharia de Minas da EP-USP. O procedimento é o mesmo para observação sob microscopia óptica até a fase de secagem da solução sobre a chapa aquecedora, à qual se sucedem as seguintes etapas:

(a) colagem da lamínula sobre *plug* metálico com uma fita aderente; (b) metalização do conjunto com ouro ou fios de carvão por cerca de dez a quinze minutos; (c) após a retirada do *plug* do aparelho metalizador, o material poderá ser analisado sob o MEV. A película metálica gera uma superfície condutora sobre a amostra, protegendo-a do bombardeio de elétrons, cujo acúmulo diminuiria a nitidez da imagem.

3.3 Microscopia óptica (MO)

As lâminas preparadas com nanofósseis foram estudadas em microscópio petrográfico, utilizando o Fotomicroscópio-Zeiss do Laboratório de Óptica do Departamento de Mineralogia e Petrografia do IG-USP sob aumento de 1280 vezes.

Devido ao tamanho extremamente reduzido dos nanofósseis, o uso das condições de luz transmitida polarizada (com filtros polarizadores paralelos, cruzados ou oblíquos) na análise sob microscopia óptica (MO) é necessária, objetivando detalhes sutis e reconhecimento das características ópticas próprias de cada espécimen. Por outro lado, a luz transmitida polarizada é apropriada para a diferenciação de certas classes de nanofósseis calcários. O uso de filtros polarizadores em posição oblíqua gera efeitos semelhantes ao contraste de fase, realçando as imagens dos nanofósseis através do incremento aparente do fundo do campo visual.

Sob filtros polarizadores cruzados, os nanofósseis calcários apresentam padrões de extinção característicos. A inserção da placa de gipso, sob filtros polarizadores cruzados, revela setores alternados de tonalidades azul e laranja, cujos limites coincidem com as linhas de extinção, facilitando a observação destas linhas nos espécimes muito pequenos ou naqueles onde as linhas são pouco distintas.

3.4 Documentação gráfica

As fotomicrografias de microscópio óptico foram realizadas sob óleo de imersão em aumento de 1000 vezes no microscópio petrográfico modelo Axioplan-Zeiss do Departamento de Mineralogia e Petrografia do IG-USP, utilizando filmes preto e branco Kodak TMax 100 e Ilford Panf 50.

Foram realizadas também fotomicrografias de alguns nanofósseis e espículas de sílica, sob MEV. Além disso, foram confeccionados desenhos das formas, a partir da observação direta em MO, o que permitiu retratar certas feições que não são visíveis nas fotomicrografias, auxiliando na classificação dos nanofósseis.

3.5 Análise qualitativa e quantitativa

Na análise qualitativa foi avaliada a preservação dos nanofósseis calcários conforme a escala proposta por Roth e Thierstein (1972) modificada por Roth (1973), com as categorias de preservação que constam na Tabela 1.

Letras foram designadas para denotar a preservação dos nanofósseis calcários em conjunto com a escala em menção: G, para preservação excelente, não apresentam dissolução ou sobrecrecimento; M, para preservação moderada, dissolução e sobrecrecimento aparente; e P, para preservação pobre: significativa dissolução ou sobrecrecimento.

Tipo de preservação	Categoria	Características
Dissolução	E1: dissolução fraca	Cocólitos apresentam contorno serrilhado, área central ampla. Espécies mais suscetíveis á dissolução estão presentes (<i>Pontosphaera</i> , <i>Rhabdolithus</i>).
	E2: dissolução moderada	Espécies mais suscetíveis são dissolvidas. Os gêneros <i>Helicosphaera</i> e <i>Sphenolithus</i> são preservados. A abundância do gênero <i>Discoaster</i> é incrementada
	E3: dissolução forte	Espécies de maior resistência á dissolução são preservados (<i>Discoaster</i> , <i>Coccolithus</i> , <i>Reticulofenestra</i> , <i>Chiasmolithus</i>)
Sobrecrescimento	O1: sobrecrescimento fraco	Engrossamento dos braços do gênero <i>Discoaster</i> e ornamentação da área central do gênero <i>Chiasmolithus</i> .
	O2: sobrecrescimento moderado	Braços e ornamentação de <i>Discoaster</i> fortemente grossos.
	O3: sobrecrescimento forte	Espécies de <i>Discoaster</i> apresentam sobrecrescimento tão grande que é difícil seu reconhecimento.

Tabela 1. Escala de preservação.

Na análise quantitativa, foram contadas, pelo menos, 300 formas em cada lâmina. A contagem foi feita com aumento de 1280 vezes. A abundância foi representada em porcentagens, usando como referência o método utilizado por Okada (1990), como sintetizado na Tabela 2.

Freqüência	Porcentagens
Dominante	> 50%
Abundante	10% - 50%
Comum	1% - 10%
Pouco	> 0,1% e < 1%

Tabela 2 - Relação de freqüência para as representações quantitativas das espécies.

3.6 Estudo sistemático

O reconhecimento dos táxons ao microscópio óptico foi realizado considerando os seguintes critérios: comportamento óptico, configuração das unidades morfoestruturais, tamanho e ornamentação. Estas características são utilizadas na comparação das formas constantes na literatura, a partir de suas características diagnósticas. Diversos trabalhos foram consultados para referências taxonômicas, entre eles figuram citações bibliográficas segundo Loeblich e Tappan (1966; 1968; 1969; 1970a; 1970b; 1970c; 1973).

A terminologia sistemática não apresenta uniformidade, adotando-se como referência aquela utilizada na revisão taxonômica feita por Perch-Nielsen (1985) para nanofósseis calcários do Cenozóico. No presente estudo é utilizada a classificação de nanoplâncton calcário a nível de ordem-família-gênero proposta por Young e Bown (1997).

4. CONTEXTO GEOLÓGICO

4.1 Considerações gerais

Muitos aspectos geológicos vêm sendo intensamente abordados ultimamente para a compreensão do desenvolvimento sedimentar da Bacia Talara e aplicação no âmbito de sua importância econômica. Cerca de 90% da produção de petróleo do Peru provém das camadas do Eoceno ao Mesoceno desta bacia (Thornburg e Kulm, 1981).

Segundo Séranne (1987), a Bacia Talara localiza-se no extremo mais ocidental do continente sul americano (Figura 02), constituindo uma bacia pequena externa do tipo antearco (Dickinson, 1995), ao longo da margem continental ativa, associada ao levantamento de cadeias vulcânicas da crosta continental. As bacias de antearco são caracterizadas por possuir várias configurações fisiográficas (Dickinson e Seely, 1979) e apresentar diversos tipos de substrato de acordo com sua posição no contexto espaço arco-fossa, que com o tempo de evolução e história deposicional evoluem de condições marinhas relativamente profundas para até exposições sub-aéreas (Brito Neves, 1995).

Segundo Carmalt e Saint John (1986), a Bacia Talara se constitui em um dos três únicos casos de bacias tipo antearco geradoras de petróleo, dentre os mais de quinhentos campos gigantes de produção de petróleo e gás natural conhecidos no mundo. Para Stabler (1990 *apud* Dickinson 1995), esta bacia apresenta depósitos clásticos deformados intrincados, de idade terciária, associados estruturalmente ao complexo de subducção que ocorre ao longo da faixa externa dos depocentros, num sistema de antearco composto no flanco do Orógeno Andino do Mesozóico-Cenozóico.

Os sedimentos do Grupo Talara foram inicialmente reconhecidos por Grzybowski (1899), que empregou, pela primeira vez, o nome Talara, em referência a uma formação geológica de ocorrência não definida formalmente, resultado das primeiras descrições geológicas da área de Talara.

Posteriormente, Olsson (1930) definiu uma seqüência de rochas composta por folhelhos e arenitos como Formação Talara relacionando, como área de ocorrência típica da unidade, a que circunda a localidade de Talara limitada, em princípio, à zona costeira entre Yasila e Jaquay Cunas, poucos quilômetros em direção ao sudoeste de Paita, Estado de Piura.

Travis (1953) elevou a unidade estratigráfica Talara para Grupo Talara, que seria composto pelas formações informais: Folhelhos Talara, Arenitos Talara e Folhelhos Pozo. Este autor observou que as duas formações

Figura 02 - Mapa geológico da região do Noroeste do Peru (informações geológicas retiradas de Palacios, 1995).

constituídas de folhelhos estavam separadas por camadas de arenitos e folhelhos intercaladas ritmicamente. Segundo Travis (*op. cit.*), este grupo se sobrepõe, em discordância, à Formação Chacra e recobre todas as formações do Eoceno inferior na região de Talara.

Stainforth (1955) reordenou as formações terciárias do noroeste do Peru relacionando informalmente as formações Conglomerado Basal Talara e Folhelhos Talara (Mesoeoceno), Arenitos Talara e Folhelhos Pozo (Neoeoceno).

Diversos autores (*e.g.* Gonzáles, 1976a; Séranne, 1987; Nuñez del Prado, 1988) propuseram modelos deposicionais para o Terciário, destacando a variedade de fácies e complexidade estrutural desta bacia. O modelo deposicional proposto por Gonzáles (*op. cit.*), é o mais aceito na comunidade geológica peruana, o qual constitui quatro ciclos sedimentares desenvolvidos durante o Eoceno, indicando que cada um destes ciclos começou com fácies transgressiva, continuando com fácies relativamente profundas e terminando com fácies regressiva. Os primeiros ciclos, denominados Salina-Palegreda e Chacra, ocorreram durante o Eoceno inferior ao Eoceno médio. O terceiro, denominado Talara, descansa sobre uma discordância e se distribui durante o Eoceno ao Mesoeoceno; o último ciclo, chamado Verdún-Chira, começou com uma transgressão cobrindo a região do Noroeste no Neoeoceno até o Oligoceno.

Os sedimentos do Cretáceo ao Eoceno pertencem a depósitos clásticos, 80% dos quais é composto de folhelhos. Estes termos são moderadamente fossilíferos e, em geral, constituem boas exposições, utilizadas como controles estratigráficos.

De acordo com Palacios (1995), o Grupo Talara foi depositado durante o Mesoeoceno ao Neoeoceno; composto pelas unidades Conglomerados Lomitos, Formação Folhelhos Talara, Formação Arenitos Talara e a Formação Pozo. A unidade estratigráfica Talara apresenta uma espessura sedimentar aproximadamente de 2.040 m.

A Formação Folhelhos Talara foi interpretada como um depósito de ambiente marinho de baixa energia; as irregularidades de litologia, com a presença de níveis de siltitos intercalados, sugerem ambiente prodeltáico (Séranne, 1987) apresentando moderada microfauna indicando idade mesoeocênica. Os depósitos que compõem a Formação Arenitos Talara foram interpretados como leques submarinos turbidíticos (Dorren 1951; Gonzáles 1976a). A Formação Pozo é interpretada como resultado de uma sedimentação tranqüila, em um ambiente prodeltáico. As unidades Arenitos Talara e Pozo caracterizam-se por apresentar uma escassa microfauna chegando as vezes a ser ausente na Formação Pozo. Ambas unidades registraram idade correspondente ao Neoeoceno (Carozzi e Palomino, 1993 *apud* Ascuña, 1995).

Segundo Muñoz e Zevallos (1970), a Bacia Talara foi individualizada durante o Paleoceno-Eoceno, a partir dos soerguimentos do Arco Higuierón-Punta Picos a norte e do Arco de Paita-Sullana a sul, os quais constituem seus limites com as bacias Progreso e Sechura a norte e sul, respectivamente. As unidades litoestratigráficas da Bacia Talara estão representadas na coluna estratigráfica generalizada pelas empresas petroleiras, como se observa na Figura 03, utilizando a nomenclatura estratigráfica proposta por Perales (1994).

TEMPO Ma.	CRONO		LITOESTRATIGRAFIA		
	SIST	SERIE	UNIDADES	ESP. m	LITO
	Q. A. PLEIST.		TABLAZO	3	
1.6	P A L E O G E N O	E R I O R M É D I O I N F E R I O R P A C E N O	G. C H I R A	F. CONE HILL	1100
				F. MIRADOR	640
				F. CHIRA	610
				F. VERDÚN	620
			G. T A L A R A	F. POZO	290
				F. ARENITOS TALARA	290
				F. FOLHELHOS TALARA	1460
			F. CHACRA		460
			F. PARIÑAS		400
			F. PALEGREDA		550
			S G. A L I N A	F. SALINA SUPERIOR	1870
				F. MOGOLLÓN	
				F. SAN CRISTOBAL	
				F. SALINA INFERIOR	
			G. M A P L A S O	F. BALCONES	760
				F. MESA	460
				F. PETACAS	730
				F. ANCHA	245
65	C R E T A C E O	F. MONTE GRANDE		905	
		G. REDONDO		915	
		G. AMOTAPE		+5000	
250	CARBO- NIFERO				

Figura 03 - Coluna estratigráfica da Bacia Talara (informações retiradas de Perales, 1994; Palacios, 1995).

4.2 Descrição geológica do poço Negritos

A área de Negritos localiza-se no Estado de Piura. Litoestratigraficamente, a área de Negritos está constituída por rochas que apresentam idades paleozóica a recente, mas só uma pequena parte deste intervalo é representada. Sedimentos do Cretáceo até o Eoceno repousam sobre o embasamento metamórfico, composto de filitos, quartzitos e intrusões graníticas, que são cobertos, em alguns lugares, por depósitos marinhos do Pleistoceno (Travis, 1953). Os terraços marinhos pleistocênicos estariam relacionados ao levantamento da margem continental e às flutuações glácio-eustáticas (Ascuña, 1995).

O poço Negritos está cadastrado na empresa Graña Montero Petrolera (GMP) sob a designação 12202, atravessando cerca de 597 m de sedimentos correspondentes ao Grupo Talara (Figura 04). Esta unidade estratigráfica apresenta-se no poço Negritos repousando sobre a Formação Mogollón (Grupo Salina), do Eoceno, e é coberta pelo terraço marinho Talara, de idade pleistocênica. O hiato deposicional observado após a sedimentação do Grupo Talara, evidencia atividade erosiva intensa ocorrida logo após a fase tectônica denominada Fase Inca (Steinmann, 1929), caracterizada por uma fase compressiva, segundo Palacios (1995).

Litologicamente, o Grupo Talara, é composto, em seu conjunto, de folhelhos de cor cinza a marrom acinzentada, em parte micáceos e calcíferos, com algumas intercalações de arenitos de granulação média a fina, além de siltitos finos e camadas finas pouco freqüentes de bentonita branca acinzentada. Exibe grãos cobertos com óxido de ferro. O conteúdo fóssilífero das amostras é caracterizado por microfósseis representados por foraminíferos bentônicos e escassos foraminíferos planctônicos, além dos observados sob microscópio óptico: nanofósseis calcários, espículas de ascídias e de espongiários. Os níveis que compreendem o intervalo entre 24 a 132 metros são paleontologicamente estéreis.

Figura 04 - Perfil representativo do Grupo Talara no poço Negritos, com indicação dos níveis amostrados para a análise nanofossilífera (fonte: Graña Montero Petrolera S.A).

4.3 Descrição geológica do poço Carpitás

A área de Carpitás-Punta Bravo está localizada na parte sul do estado de Tumbes, entre a quebrada Máncora e quebrada Culebras. Estudos nesta área indicam que o Grupo Talara apresenta idade correspondente ao Eoceno médio com possível transição ao Eoceno superior, ocorrendo na parte superior do grupo. Considera-se que os sedimentos desta unidade, foram depositados nesta área, em condições de plataforma submarina profunda (Graña Montero Petrolera, 1988), sendo constituídos litologicamente, por folhelhos e intercalações de arenitos (Sanz, 1989).

O poço Carpitás está cadastrado na empresa (GMP) sob designação de X-2. Neste poço, sedimentos do Grupo Talara apresentam espessura sedimentar de aproximadamente 647 m, repousando sobre a unidade litoestratigráfica informal Echinocyamus, sendo coberta pela Formação Verdún (Figura 05).

As amostras desta unidade constituem-se de folhelhos de cor marrom acinzentada a cinza esverdeada, micáceos, em parte carbonosos, com intercalações de arenitos de granulação grossa a fina e intercalações pouco freqüentes de camadas finas de bentonita branca acinzentada. Partículas de carvão, fragmentos de concreções ferruginosas calcárias, e dolomíticas de coloração escura também são freqüentes, além de microfósseis como foraminíferos bentônicos, nanofósseis calcários e escassas espículas de ascídias. Observou-se que os níveis entre 1070 a 1086 metros são paleontologicamente estéreis.

Figura 05 - Perfil representativo do Grupo Talara no poço Carpitas, com indicação dos níveis amostrados para a análise nanofossilífera (fonte: Graña Montero Petrolera S.A.).

4.4 Conhecimento bioestratigráfico prévio

As áreas que abrangem os poços estudados são carentes de estudos mais detalhados que estejam publicados em veículos de circulação externa às empresas petroleiras. No entanto, possui um número expressivo de trabalhos na forma de relatórios internos da empresa petroleira Petróleos del Perú. A seguir são analisados alguns dos trabalhos disponíveis de interesse bioestratigráfico e paleontológico para o desenvolvimento dos objetivos deste trabalho.

Estudos prévios feitos por Grzybowski (1899) e Olsson (1930) permitiram conhecer a presença de moluscos na região do Noroeste do Peru, na Bacia Talara. Estes registros permitiram o reconhecimento de seis biozonas (Gonzáles, 1976c).

O registro de foraminíferos bentônicos permitiu a Euribe (1951 *apud* Chalco 1954) propor zonas informais de acordo com o aspecto da testa e sua abundância nos sedimentos, denominadas Quemada, Rica, Prieta e Pobre.

Weiss (1955) noticiou a presença de foraminíferos planctônicos para a região do Noroeste, confeccionando um índice destes microfósseis como indicativos de idades desde o Cretáceo ao Mioceno para as unidades estratigráficas que ocorrem nesta região.

Diversas zonas com base em foraminíferos foram descritas por Gonzáles (1976c) para a sequência eocênica (vide Tabela 3). Entre os foraminíferos planctônicos das camadas do Grupo Talara ocorrem: *Globorotalia bolivariana*, *G. spinulosa*, *G. renzi*, *Clavigerinella akersi*, *C. colombiana*, *Globigerina yeguaensis*, segundo Zuñiga e Cruzado (1979).

Estudos estatísticos feitos por Gonzáles (*op. cit.*) foram utilizados para determinar zoneamentos palinológicos para o Paleoceno e Eoceno desta bacia (vide Tabela 3). Chavez (1976) realizou o estudo paleopalinológico do Gênero *Bombacaccidites* nos sedimentos do Eoceno e Mesoeoceno da Bacia Talara, assinalando a presença de formas imaturas no Grupo Talara.

Villavicencio (1965) noticiou a ocorrência de ostracodes do Cenozóico da região do Noroeste, citando para as camadas de folhelhos do Grupo Talara, as espécies: *Paracypris* sp., *Cytherella* sp., *Loxoconcha* cf. *L. buntoni* durante o meso-neoeoceno.

Unidades Estratigráficas	Fósseis		
	Moluscos	Foraminíferos	Palinomorfos
Cone Hill	<i>Pleurophosis</i>		
Mirador	<i>Ampullinopsis</i> <i>Hannatoma</i>		
Chira		<i>Stichocassidulina</i> <i>thamanni</i>	
Verdún		<i>Lepidocyclina peruviana</i>	
Pozo		<i>Valvulineria duboisi</i>	
Arenito Talara		<i>Cyclammina samánica</i>	
Folhelho Talara		<i>Cyclammina</i> P-1 <i>Clavigerinella colombiana</i> <i>Trochammina samánica</i> <i>Discocyclina peruviana</i>	<i>Bombacacidites</i> 11
Chacra		<i>Quinqueloculina</i> <i>mauricensis</i> <i>Virgulina diversa</i> <i>Valvulineria compressa</i> <i>Virgulina restinensis</i>	<i>Syncolpites</i> 2
Pariñas	Microgastrópodes		
Palegredda		<i>Valvulineria palegredensis</i> <i>Globorotalia crassata</i> <i>aequa</i>	<i>Stephanoporites</i> 3 <i>Diporites</i> 2 <i>Syncolpites</i> 1
Salina	<i>Venericardia</i> <i>peruviana</i> <i>Mesalia</i> <i>negritonensis</i>	<i>Chilostomella polsoni</i>	<i>Syncolpites</i> 3 <i>Classopollis</i> spp.

Tabela 3 - Zonas bioestratigráficas para a região do Noroeste, segundo Gonzáles (1976c).

De acordo com Becerra *et al.* (1990), a análise micropaleontológica com base em nanofósseis calcários, dos sedimentos de três poços, na área de Los Organos, localizada ao norte do Estado de Piura, revelaram recorrências de litotipos, mostrando que as camadas da Formação Clavel (Eoceno) sobrepõem-se às camadas de Formação Folhelhos Talara

(Mesoeoceno), com duas recorrências. Becerra *et al.* (*op. cit.*) sugerem que as recorrências estariam vinculadas à atividade tectônica representada pelo falhamento inverso, na área de Los Organos durante o Meso-Neoeoceno, embora, contrariamente, estas recorrências foram interpretadas por outros autores como ciclos estratigráficos (González, 1976a e 1976b) ou falhas gravitacionais de baixo ângulo (Dorren, 1951). Conforme o caso as formações Clavel e Folhelhos Talara poderiam constituir uma só formação, ou apresentando-se em uma zona de transição das duas formações.

Na revisão micropaleontológica desta unidade por Romero *et al.* (1995) nos afloramentos da região de Talara foram encontrados os seguintes foraminíferos bentônicos: *Discocyclina peruviana*, *Lepidocyclina samanica*, *Amphistegina speciosa*, *Hopkinsina talarana*, *Gypsina peruviana*, *Gaudryina villosa* e *Valvulineria obesa*.

Dentre as pesquisas realizadas utilizando sedimentos de subsuperfície obtidos costa afora da margem continental peruana, destaca-se, o estudo bioestratigráfico do Terciário e Quaternário efetuado por Martini (1990) entre os paralelos de 8°-12° Sul, que abrange a área de perfuração do programa *Ocean Drilling Program* (ODP), com base em nanofósseis calcários. Por outro lado, Canchanya (1992) realizou o estudo bioestratigráfico utilizando estes tipo de microfósseis obtidos das amostras de subsuperfície pertencentes à Bacia Salaverry, localizado entre as latitudes de 8°-10° Sul, definindo a ocorrência da biozona *Micrantholithus basquensis* (esta espécie é atualmente conhecida como *Pemma basquensis*) indicando a idade mesoeocênica. Amostras de subsuperfície próximas a estas áreas, foram avaliadas por Blechschmidt (1976) e Bukry (1976). Segundo, Blechschmidt (1976), na análise micropaleontológica, dos sedimentos costa afora da margem central peruana, observou a ocorrência da Biozona *Sphenolithus pseudoradians*, sugerindo a idade neoeocênica. Por outro lado, Bukry (1976), define a Biozona *Discoaster barbadensis*, indicando a mesma idade sugerida por Blechschmidt (*op. cit.*).

Outras pesquisas desenvolvidas em áreas oceânicas afastadas da aqui estudada, mostraram presença exclusiva de espécies de baixa latitude. Entre os trabalhos desenvolvidos destaca-se, o estudo de microfósseis pelágicos da placa de Nazca (abrangendo áreas entre Peru e Chile, com latitudes de 20° a 22° Sul), do Mesoeoceno realizado por Coulbourn e Resig (1979) e o estudo efetuado por Martini (1986) que compreende a ocorrência de nanofósseis calcários nos sedimentos paleógenos do Oceano Pacífico Sudoeste (compreendendo áreas com latitudes de 20°-40° Sul).

5. SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

5.1 Considerações gerais sobre os nanofósseis calcários

A produtividade imensa dos oceanos se deve, em grande parte, à presença abundante de algas microscópicas unicelulares, que constituem o fitoplâncton. Aí se incluem diminutos vegetais, de um milésimo de milímetro ou menos a dois milímetros, que vivem flutuando nos 200 m superiores da lâmina de água, onde a luz solar é disponível para a fotossíntese.

O nanoplâncton calcário, integrando parte do fitoplâncton marinho, contém um envoltório de carbonato de cálcio e, possui formas diversificadas com dimensões entre 2 e 25 micrometros. Entretanto, a denominação de nanoplâncton calcário tem carácter mais abrangente, sendo aplicada tanto às formas atuais como aos fósseis. Os nanofósseis compõem uma fração das rochas sedimentares formadas nos mares antigos de diversas regiões do planeta. A literatura apresenta registro de assembléias de nanofósseis calcários em sedimentos marinhos do Triássico ao Pleistoceno.

A descoberta de nanofósseis calcários é atribuída a Christian Ehrenberg, que mencionou em 1836 (Black, 1965) a ocorrência de diminutos discos elípticos, planos, de carbonato encontrados em margas da ilha de Rügen, Alemanha. Foram descritos por ele como, "discos de cristal calcários" e considerou-os de origem inorgânica.

A expressão cocólito refere-se à partícula orgânica de composição carbonática, que apresenta-se geralmente arredondada. Os cocólitos provêm da desagregação do envoltório carbonático chamado cocosfera, onde estão arrançados em torno de certas algas unicelulares planctônicas denominadas cocolitoforídeos. Sua constituição de calcita é apresentada em cristais de formas e tamanhos variados, basicamente de sistema trigonal.

Embora, a taxonomia dos nanofósseis calcários não é muito bem conhecida, Young e Bown (1997) os dividem em três categorias: heterococólitos, holococólitos e nanolitos.

Os heterococólitos foram definidos por Haq (1984) como cocólitos formados por cristais de tamanho e formas diferentes. A morfologia básica deste grupo esta composta de um anel que está formado por um complexo de unidades de cristais distribuídos em forma radial circundando a área central, mostrando morfoestruturas variáveis. Holococólitos, são

cocólitos formados por tipos de cristais semelhantes em tamanho e forma e finalmente os nanolitos correspondem aos nanofósseis calcários de afinidade incerta, que geralmente apresentam um complexo morfológico de unidades de cristais análogos aos heterococólitos.

Os holococólitos desintegram-se rapidamente e raramente se fossilizam, sendo encontrados apenas em alguns sedimentos margosos do Paleógeno, geralmente ausentes em sedimentos de mar profundo. Os heterococólitos e nanolitos são mais resistentes. Contudo, durante a dissolução ou fragmentação, podem perder alguns de seus elementos (Bigriot, 1985). De acordo com McIntyre e McIntyre (1971) holococólitos são mais frágeis devido a sua construção estrutural, podendo ser rapidamente destruídos por processos orgânicos e inorgânicos. Os heterococólitos apresentam melhor registro fóssil, mostrando-se resistentes à dissolução, preservados seletivamente no ambiente deposicional. O arranjo cristalino dos nanolitos apresenta configuração muito variada.

Quando presentes, nanofósseis calcários são utilizados como a melhor ferramenta nas determinações de idade e correlações estratigráficas, devido à sua ampla distribuição geográfica, abundância nos sedimentos marinhos e desenvolvimento evolutivo no tempo geológico (Perch-Nielsen, 1985). Ocorrem comumente nos sedimentos marinhos que apresentam constituintes pelágicos, especialmente nos sedimentos de granulação fina e constituição argilosa que contenham, pelo menos, uma pequena porcentagem de carbonato de cálcio, sendo extremamente raros em arenitos. Encontram-se melhor preservados em margas.

De acordo com as características morfológicas apresentados pelos nanofósseis baseando-se na literatura, atribuiu-se, a seguinte terminologia para seu agrupamento: asterólitos, aos espécimens pertencentes à família Discoasteraceae; cocólitos, referentes às famílias Coccolithaceae e Prinsiaceae; helicólitos correspondentes à família Helicosphaeraceae; pentálitos, pertencentes à família Braarudosphaeraceae; rabdólitos aos que correspondem à família Rhabdosphaeraceae, e, esfenólitos aos que se incluem na família Sphenolithaceae.

5.2 Sistemática

São apresentados trinta e quatro táxons de nanofósseis calcários, relativos a dezessete gêneros. Neste trabalho são noticiados pela primeira vez trinta e três táxons para o Grupo Talara.

Os aspectos relacionados à terminologia empregada na caracterização não estão muito bem estabelecidos, com ausência de uniformização dos termos. No presente estudo, a nomenclatura é baseada nos trabalhos de Perch-Nielsen (1985) e Costa (1992). Cabe ressaltar, também a ausência de trabalhos prévios que detalhem a descrição de nanofósseis calcários em MO.

Os nanofósseis calcários enquadram-se no reino vegetal, segundo normas estabelecidas pelo Código Internacional de Nomenclatura Botânica (I.C.B.N.). No presente trabalho, adota-se a classificação de nanoplâncton calcário do Cenozóico proposto por Young e Bown (1997):

O repositório do material estudado podera ser localizado na coleção científica da companhia Graña Monteiro Petroleira S.A., onde serem futuramente catalogados.

Reino CHROMISTA Cavalier-Smith, 1981

Divisão HAPTOPHYTA Hibberd ex Cavalier-Smith, 1986

Classe PRYMNESIOPHYCEAE Hibberd, 1976

Subclasse PRYMNESIOPHYCIDAE Cavalier-Smith, 1986

1. Heterococólitos

Ordem ZYGODISCALES Young *et* Bown ord. nov.

Família HELICOSPHAERACEAE Black, 1971

Gênero: *Helicosphaera* Kamptner, 1954

Espécie-tipo: *Coccosphaera carteri* Wallich, 1877

Designados por sua morfologia como helicólitos, segundo Jafar e Martini (1975), possuem formato elíptico a subretangular em vista planar e aparência helicoidal em vista proximal. Na descrição morfoestrutural dos

Helicosphaeraceae, segundo Perch-Nielsen (1985), comportam as seguintes unidades morfoestruturais: escudo distal, flange terminal, escudo proximal e área central, esta geralmente provida de uma ponte contínua ou descontínua, ou ainda, eventualmente vazia. Os critérios usados para o reconhecimento das espécies pertencentes a este gênero foram o tamanho, a forma do helicólito, o formato das aberturas na área central, presença e a orientação da ponte e configuração da porção terminal da flange.

Helicosphaera lophota Bramlette *et* Sullivan, 1961

Est. 01, fig. 1a-b

Diagnose: Ver Bramlette *et* Sullivan (1961. Micropaleontology, Nova York, 7: 129-174).

Descrição: helicólito de forma subelíptica. A área central apresenta uma ponte oblíqua estreita posicionada aos eixos principais do helicólito, limitando duas aberturas alongadas. Mostra a flange terminal unida com a margem.

Dimensões: comprimento entre 10-12,5 μ m

Ocorrência: 216, 222, 228, 240, 252, 288, 300, 318, 360, 366, 372, 396, 402, 534 m (poço Negritos).

Observações: poucos espécimens apresentam sinais de dissolução fraca a moderada.

Distribuição biocronoestratigráfica: ocorre nos sedimentos costa afora da margem central peruana da Bacia Salaverry em sedimentos do Mesoeoceno (Martini, 1990). Perch-Nielsen (1985) sugere que sua distribuição dá-se no Eoeoceno ao Neoeoceno. Documentada no Eoeoceno ao Mesoeoceno na Bacia do Espírito Santo, Brasil (Costa 1992).

Helicosphaera seminulum Bramlette *et* Sullivan, 1961

Est. 01, fig. 2

Diagnose: Ver Bramlette *et* Sullivan (1961. Micropaleontology, Nova York, 7: 129-174).

Descrição: helicólito elíptico. A área central exibe duas aberturas protuberantes de contorno circular limitadas por uma ponte paralela ou

ligeiramente oblíqua ao eixo menor. A flange apresenta aspecto helicoidal.

Dimensões: comprimento 10-15 μm .

Ocorrência: 138, 210, 216, 222, 240, 252, 276, 288, 300, 306, 318, 336, 342, 348, 360, 366, 372, 396, 402, 420, 426, 438, 453, 459, 465, 474, 480, 486, 495, 504, 513, 519, 528, 534, 543, 552, 558, 567, 576, 582, 588 m (poço Negritos). 1122, 1167, 1197, 1212, 1221, 1302, 1347, 1362, 1377, 1407, 1419, 1422, 1437, 1452, 1467, 1476, 1497, 1518, 1527, 1542, 1587, 1707 m (poço Carpitás).

Observações: a preservação dos exemplares mostrou sinais de dissolução fraca a moderada.

Distribuição biocronoestratigráfica: reconhecida costa afora da margem central peruana no Mesoeoceno (Martini 1990). Okada indicou sua ocorrência no Mesoeoceno na Bacia Salaverry (Canchanya, 1992). Perch-Nielsen (1985), ocorre no Eoeoceno ao Mesoeoceno. Ocorrente nos sedimentos de subsuperfície do Oceano Pacífico Sudoeste de idade Mesoeoceno (Martini, 1986). Registra-se a 200 milhas da costa ocidental do Peru, em sedimentos de idade Neoeoceno (Blechs Schmidt, 1976). Observada no Eoeoceno ao Mesoeoceno na Bacia do Espírito Santo, Brasil (Costa 1992).

Helicosphaera sp.

Est. 01, fig. 3

Descrição: helicólito de forma subelíptica. A área central exibe duas aberturas protuberantes limitadas por uma ponte ligeiramente oblíqua ao eixo menor. A flange terminal mostra-se unida com a margem.

Dimensões: comprimento 10-12 μm .

Ocorrência: 138, 144, 150, 156, 162, 180, 192, 210, 216, 222, 240, 252, 258, 276, 288, 300, 306, 318, 336, 342, 348, 360, 366, 372, 396, 402, 420, 426, 438, 453, 459, 465, 474, 480, 486, 495, 504, 513, 519, 528, 534, 543, 552, 558, 567, 576, 582, 588 m (poço Negritos).

Observações: apresenta geralmente sinais de dissolução moderada não permitindo seu reconhecimento.

Comparações: tratam-se de exemplares semelhantes a *Helicosphaera seminulum* que diferem na configuração do ponte.

Família PONTOSPHAERACEAE Lemmermann, 1908

Embora atualmente seja utilizado por diversos autores o gênero *Transversopontis* como sinônimia do gênero *Pontosphaera*, no presente estudo mantém-se a distinção dos gêneros, de acordo com Perch-Nielsen (1985). As amplitudes bioestratigráficas dos gêneros *Pontosphaera* e *Transversopontis* não estão formalmente estabelecidas, ocorrendo seus registros entre o Neopaleoceno e o Mesoeoceno, em diversos lugares do mundo.

Gênero *Pontosphaera* Lohmann, 1902

Espécie-tipo: *Pontosphaera syracusana* Lohmann, 1902

Cocólito de forma elíptica, constituído por uma área central e margem. A área central é provida de perfurações e/ou depressões que variam em número e tamanho, observados em vista planar. Os critérios usados para o reconhecimento das espécies pertencentes a este gênero foram o tamanho, a margem, a forma e a presença de perfurações na área central do cocólito.

Pontosphaera cf. *P. inconspicua* (Sullivan) Perch-Nielsen, 1984

Est. 01, fig. 4; Est. 02, fig. 1

Descrição: cocólito elíptico, com duas aberturas pequenas de forma oval na área central.

Dimensões: comprimento entre 10-12,5 μm .

Ocorrência: 210, 222, 240, 252, 288, 300, 336, 342, 348, 360, 366, 372, 396, 402, 420, 426, 453, 465, 495, 528, 576, 582, 588 m (poço Negritos).

Observações: espécimens apresentando variações no tamanho da abertura devido ao estado de preservação.

Comparações: espécie muito semelhante a *Pontosphaera inconspicua* diferindo pela presença de aberturas.

Pontosphaera multipora (Kamptner) Roth, 1970

Est. 02, fig. 2, 3, 4

Diagnose: Ver Roth (1970. *Eclogae geologicae Helvetiae*, Zurique, 63: 799-881).

Descrição: cocólito subelíptico. Apresenta freqüentemente borda marginal e área central provida de perfurações perceptíveis de forma irregulares, variando em quantidade. Possui linha longitudinal aparente, com interrupção na metade do cocólito.

Dimensões: comprimento 8-15 μm .

Ocorrência: 138, 192, 210, 216, 222, 228, 240, 246, 252, 258, 270, 276, 288, 300, 306, 318, 336, 342, 348, 360, 366, 372, 396, 402, 420, 426, 438, 453, 459, 465, 474, 480, 486, 495, 504, 519, 528, 534, 543, 552, 558, 567, 576, 582, 588 m (poço Negritos); 1122, 1167, 1212, 1221, 1227, 1278, 1302, 1347, 1377, 1419, 1437, 1467, 1476, 1497, 1527, 1542 m (poço Carpitás).

Observações: exemplares geralmente em bom estado de preservação, predominando os tamanhos de 10-12 μm .

Distribuição biocronoestratigráfica: Canchanya (1992) menciona a ocorrência desta espécie no Mesoeoceno, na Bacia Salaverry, Peru. Ocorrente também nos sedimentos da margem externa da costa peruana no Oceano Pacífico Oriental (Blechs Schmidt, 1976).

Pontosphaera pectinata (Bramlette et Sullivan) Sherwood, 1974

Diagnose: Ver Sherwood (1974. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, Nova Orleans, 11: 1-79).

Descrição: cocólito subelíptico. Área central mostrando duas aberturas pequenas quase não perceptíveis no lado basal, bisectada por uma linha ao longo do eixo maior. Margem fina, exibindo perfurações de aparência vertical.

Dimensões: comprimento 7-8 μm .

Ocorrência: 366, 372, 459, 519, 528, 543, 588 m (poço Negritos).

Observações: poucos espécimens em bom estado de preservação.

Distribuição biocronoestratigráfica: registrado nos sedimentos de Califórnia, Estados Unidos, de idade Mesóeceno (Bramlette e Sullivan, 1961).

Pontosphaera plana (Bramlette *et* Sullivan) Haq, 1971

Est. 02, fig. 5

Diagnose: Ver Haq (1971. Stockolm Contributions in Geology, Estocolmo, 25: 1-158).

Descrição: cocólito subelíptico assemelhando possuir duas aberturas.

Dimensões: comprimento 8-10 µm.

Ocorrência: 222, 426, 438, 465 m (poço Negritos).

Observações: apresentam-se poucos espécimens com bom estado de preservação.

Distribuição biocronoestratigráfica: registrado nos sedimentos de idade Mesóeceno e Neóeceno, do Noroeste da Alemanha (Haq, 1971).

Gênero *Transversopontis* Hay, Mohler *et* Wade, 1966

Espécie-tipo: *Transversopontis obliquipons* (Deflandre) Hay, Mohler *et* Wade, 1966

Cocólito elíptico caracterizado por uma ponte geralmente oblíqua que separa duas aberturas na área central. Os critérios usados para o reconhecimento das espécies pertencentes a este gênero foram o tamanho do cocólito e a posição da ponte limitando as duas aberturas.

Transversopontis exilis (Bramlette *et* Sullivan) Perch-Nielsen, 1971

Est. 03, fig. 1

Diagnose: Ver Perch-Nielsen (1971. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab Biol. Skrifter, Copenhagen, 18(3): 1-76).

Descrição: cocólito elíptico com uma borda fina e duas aberturas protuberantes limitadas aparentemente por uma ponte estreita e ligeiramente oblíqua.

Dimensões: comprimento 10-15 μm .

Ocorrência: 210, 222, 240, 276, 288, 300, 318, 336, 348, 360, 366, 372, 396, 402, 420, 438, 453, 459, 474, 480, 486, 504, 519, 528, 534, 552, 576, 582, 588 m (poço Negritos).

Observações: exemplares observados apresentam sinais de dissolução fraca a moderada.

Distribuição biocronoestratigráfica: registrada nos sedimentos de Dinamarca de idade eocênica (Perch-Nielsen, 1971).

Transversopontis obliquipons (Deflandre) Hay, Mohler *et* Wade, 1966

Est. 03, fig. 2

Diagnose: Ver Hay, Mohler *et* Wade (1966. *Eclogae geologicae Helvetiae*, Zurique, 59: 379-399).

Descrição: cocólito elíptico. A área central exibe uma ponte oblíqua estreita em relação ao eixo menor. O ponte limita duas aberturas estreitas semicirculares. A margem apresenta-se quase do mesmo grosso do ponte.

Dimensões: comprimento 7-10 μm ; largura, 4,5-6 μm .

Ocorrência: 210, 216, 222, 240, 252, 276, 288, 300, 306, 318, 336, 348, 360, 366, 372, 396, 402, 420, 426, 453, 465, 480, 528, 543, 558, 576, 588 m (poço Negritos); 1302, 1377, 1419, 1422, 1467, 1527, 1707 m (poço Carpitás).

Observações: espécimens apresentando sinais de dissolução fraca a moderada.

Distribuição biocronoestratigráfica: ocorre nos sedimentos do Oceano Pacífico Oriental da margem externa da costa peruana de idade Mesoeoceno (Blechs Schmidt, 1976).

Transversopontis pulcheroïdes (Sullivan) Báldi-Beke, 1971

Est. 03, fig. 3, 4

Diagnose: Ver Báldi-Beke (1971. *Annales Instituti Geology Publici Hungarici*, Budapeste, 54(4): 13-38).

Descrição: cocólito elíptico. Apresenta área central e margem ampla exibindo perfurações de pequeno tamanho. A área central mostra uma ponte estreita oblíqua em relação ao eixo menor do cocólito, formando ângulo aparente de 45°, que limita duas aberturas semicirculares.

Dimensões: comprimento 8-10 µm.

Ocorrência: 210, 222, 240, 252, 276, 288, 300, 306, 318, 336, 342, 372, 426, 438, 453, 459, 465, 474, 495, 519, 534, 543, 552, 576, 582 m (poço Negritos); 1467, 1497 m (poço Carpitás).

Observações: exemplares apresentando sinais de dissolução fraca a moderada.

Distribuição biocronoestratigráfica: Canchanya (1992) menciona a ocorrência desta espécie no Mesoeoceno na Bacia Salaverry, Peru. Espécimens registrados nos sedimentos do Oceano Pacífico Sudoeste, de idade mesoeocênica (Martini, 1986).

Família ZYGODISCACEAE Hay *et* Mohler, 1967

Gênero *Lophodolithus* Deflandre, 1954

Espécie-tipo: *Lophodolithus mochloporus* Deflandre, 1954

Espécies de forma elíptica assimétrica e flange distinta a pouco distinta, apresentando estrias. Sob luz polarizada, é revelada a presença de uma barra transversal simples alinhada geralmente segundo o eixo menor do espécime. Frequentemente é observado em vista planar. Apresenta forma trapezoidal, em vista lateral. Os critérios usados para o reconhecimento das espécies pertencentes a este gênero foram o tamanho e a forma, o formato da flange, placa central e da barra.

Lophodolithus mochloporus Deflandre, 1954

Est. 03, fig. 5; Est. 04, fig. 1

Diagnose: Ver Deflandre *et* Fert (1954. Annales de Paléontologie, Paris, 40: 115-176).

Descrição: espécimens de forma elíptica, ligeiramente assimétricos. Margem circundada externamente pela flange. A flange apresenta crenulação. A placa central restringe-se às bordas internas da margem,

contornando duas aberturas salientes de tamanhos distintos, limitadas entre si por uma barra transversal simples.

Dimensões: comprimento 12 - 20 μm .

Ocorrência: 210, 216, 222, 228, 240, 246, 252, 258, 270, 276, 288, 300, 306, 318, 336, 342, 348, 360, 366, 372, 420, 438, 453, 465, 474, 480, 486, 495, 504, 513, 519, 528, 534, 543, 552, 567, 576, 582, 588 m (poço Negritos).

Observações: os exemplares apresentam sinais de dissolução geralmente de grau moderado.

Comparações: distingue-se de *L. acutus*, *L. reniformis*, *L. nascens* e *L. rotundus* (não documentados neste estudo) pela forma, configuração da flange e posição da barra.

Distribuição biocronoestratigráfica: Perch-Nielsen (1985) indica que sua ocorrência registra-se no Mesoeoceno. Registrado por Troelsen e Quadros (1971) nos sedimentos marinhos do Brasil de idade mesoeocênica. Segundo Costa (1992), ocorre no Eoeoceno ao Mesoeoceno na Bacia do Espírito Santo, Brasil.

Gênero *Neococcolithes* Sujkowski, 1931

Espécies que apresentam forma elíptica, com parede simples e estrutura central exibindo duas barras cruzadas configurando um "H", em vista planar. O contorno da elipse pode apresentar extremidades superiores arredondadas ou afiladas. Apresenta forma trapezoidal em vista lateral. Geralmente são observados em vista planar. Os critérios usados para o reconhecimento das espécies pertencentes a este gênero foram o tamanho, a forma e a configuração das barras.

Neococcolithes dubius (Deflandre) Black, 1967

Est. 04, fig. 2

Diagnose: Ver Black (1967. Proceedings Geology Society of London, Londres, 1640: 139-145).

Descrição: espécie de forma elíptica com as extremidades da elipse arredondadas, margem estreita e estrutura central composta por duas barras cruzadas configurando uma "H".

Dimensões: comprimento 7-10 μm .

Ocorrência: 222, 228, 252, 258, 306, 336, 342, 348, 360, 366, 372, 396, 402, 453, 465, 480, 486, 495, 504, 513, 519 m (poço Negritos).

Observações: predominam espécimens com fraca sinal de dissolução.

Distribuição biocronoestratigráfica: conforme Martini (1990) ocorre no Eoceno costa afora do Peru. Perch-Nielsen (1985) registra sua ocorrência no Eoeoceno ao Neoeoceno. Observado no Eoeoceno ao Mesoeoceno, no estudo da Bacia do Espírito Santo por Costa (1992). Registrada nos sedimentos do Oceano Pacífico Sudoeste, de idade Mesoeoceno (Martini, 1986).

Ordem RHABDOSPHAERALES Ostenfeld, 1899

Família RHABDOSPHAERACEAE Lemmermann, 1908

Gênero *Blackites* (Hay *et* Towe) Varol, 1989

Espécie-tipo: *Blackites spinosus* (Deflandre *et* Fert) Hay *et* Towe, 1962

Rabdólito caracterizado por apresentar base circular com estrutura fina complexa e haste longa e uniforme. Os critérios usados para o reconhecimento das espécies pertencentes a este gênero foram o tamanho, a forma da haste e sua base.

Blackites spinosus (Deflandre *et* Fert) Hay *et* Towe, 1962

Est. 05, fig. 1a-b; Est. 12, fig. 1

Diagnose: Ver Hay *et* Towe (1962. *Eclogae geologicae Helvetiae*, Zurique, 55: 497-517).

Descrição: rabdólito caracterizado por apresentar base circular e haste longa verticalmente; delgada e uniforme o qual afila-se de modo ascendente até terminar de forma afiada, exibindo um canal central fino.

Dimensões: comprimento entre 17-22,5 μm .

Ocorrência: 210, 216, 222, 240, 252, 276, 288, 300, 306, 318, 336, 342, 360, 366, 372, 402, 426, 453, 465, 528, 543, 576 m (poço Negritos).

Observações: exemplares em bom estado de preservação, apresentam-se alguns por vezes quebrados.

Comparações: diferencia-se de *R. tenuis* pelo formato da placa basal e ponto terminal da haste.

Distribuição biocronoestratigráfica: registrados em sedimentos eocênicos de Donzacq, da França, (Hay e Towe, 1962 *apud* Varol, 1989).

Gênero *Rhabdolithus* Kamptner *ex* Deflandre *in* Grassé, 1952

Rabdólitos caracterizados por apresentar uma placa basal circular e possuir haste tubular observada no lado distal. Os critérios usados para o reconhecimento das espécies pertencentes a este gênero foram o tamanho, a forma da haste e da base.

Rhabdolithus inflata Bramlette *et* Sullivan, 1961

Est. 04, fig. 3

Diagnose: Ver Bramlette *et* Sullivan (1961. Micropaleontology, Nova York, 7: 129-174).

Descrição: rabdólito de base curta e haste de conformação alongada, ligeiramente rugosa, mostrando aspecto inflado gradualmente na parte média, e com extremidade pontiaguda.

Dimensões: comprimento 16-18 μm .

Ocorrência: 276, 360 m (poço Negritos).

Observações: espécimens geralmente com ausência de base.

Distribuição biocronoestratigráfica: segundo Perch-Nielsen (1985), esta espécie ocorre entre o Eoeoceno e Mesoeoceno.

Rhabdolithus tenuis Bramlette *et* Sullivan, 1961

Est. 5, fig. 2

Diagnose: Bramlette *et* Sullivan [1961. Micropaleontology, Nova York, 7: 129-147).

Descrição: rabdólito caracterizado por apresentar haste longa e base circular. A haste é delgada, afilando-se de modo ascendente até constituir um canal central fino.

Dimensões: comprimento 17-20 μm .

Ocorrência: 210, 216, 222, 228, 240, 246, 252, 258, 276, 288, 300, 306, 318, 336, 342, 348, 360, 366, 372, 396, 402, 420, 426, 438, 453, 465, 474, 480, 486, 504, 519, 528, 534, 543, 552, 558, 567, 576, 582, 588 m (poço Negritos); 1377, 1407, 1419, 1437, 1452 m (poço Carpitás).

Observações: distingue-se de *Blackites spinosus* pelo formato da placa basal e parte terminal da haste.

Distribuição biocronoestratigráfica: distribui-se nos sedimentos eocênicos do Oceano Pacífico Sudoeste (Martini, 1986). Ocorre na margem externa da costa peruana, em sedimentos de idade Mesoeoceno (Blehschmidt, 1976).

Ordem PRINSIALES Young *et* Bown ord. nov.

Família NOELAE RHABDACEAE (Jerkovic) Young *et* Bown, 1997

Gênero *Reticulofenestra* Hay, Mohler *et* Wade, 1966

Cocólitos elípticos a circulares com escudos distal e proximal, que constituem anéis marginais. Área central aberta exibindo eventualmente uma malha reticulada. Os critérios usados para o reconhecimento das espécies pertencentes a este gênero foram o tamanho do cocólito, o tamanho e o aspecto da área central.

Reticulofenestra dictyoda (Deflandre *et* Fert) Stradner, 1968

Est. 06, fig. 1, 2

Diagnose: Ver Stradner *et* Edwards (1968. Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, Viena, 13: 1-66).

Descrição: cocólito subelíptico, de tamanho pequeno, composto por escudos desiguais. Área central aberta e pequena, circundada por um anel distinto.

Dimensões: comprimento 7-10 μm .

Ocorrência: 138, 210, 216, 222, 240, 252, 276, 288, 300, 306, 318, 336, 342, 348, 360, 366, 372, 396, 402, 420, 426, 438, 453, 459, 465, 474, 486, 504, 519, 528, 534, 543, 552, 567, 576, 582, 588 m (poço Negritos); 1122, 1167, 1221,

1227, 1377, 1380, 1419, 1437, 1452, 1467, 1476, 1497, 1527, 1542, 1587 m (poço Carpitás).

Observações: alguns dos espécimes mostram a figura de uma cruz na área central.

Distribuição biocronoestratigráfica: distribui-se nos sedimentos da costa afora, margem central peruana no Mesoeoceno, segundo Martini (1990). Observada por Costa (1992) no Mesoeoceno da Bacia do Espírito Santo, Brasil. Perch-Nielsen (1985) indica que sua ocorrência está registrada desde o Eoceno ao Oligoceno.

Reticulofenestra spp.

Est. 06, fig. 3, 4, 5; Est. 14, fig. 1; Est. 15, fig. 1

Descrição: cocólitos elípticos a subelípticos, área central aberta e estreita.

Dimensões: comprimento 3-6 μm .

Ocorrência: 138, 210, 216, 222, 228, 240, 252, 258, 270, 276, 288, 300, 306, 318, 330, 336, 342, 348, 360, 366, 372, 396, 402, 420, 426, 453, 465, 474, 486, 504, 519, 528, 534, 543, 552, 567, 576, 582, 588 m (poço Negritos); 1122, 1167, 1197, 1212, 1221, 1227, 1233, 1257, 1278, 1302, 1317, 1347, 1362, 1377, 1380, 1407, 1419, 1422, 1437, 1452, 1467, 1476, 1497, 1518, 1527, 1542, 1587, 1599, 1617, 1644, 1662, 1686, 1707, 1722 m (poço Carpitás).

Observações: as dimensões reduzidas dos espécimes impediram sua melhor diferenciação e classificação sistemática. Formas pequenas deste gênero também foram observadas em sedimentos eocênicos do Oceano Pacífico Sudoeste (Martini, 1986).

Ordem COCCOSPHAERALES (Haeckel) Young *et* Bown ord. nov.

Família COCCOLITHACEAE (Poche) Young *et* Bown, 1997

Cocólitos de forma elíptica, subelíptica ou circulares, com margem e área central distintas, apresentando concavidade proximal e convexidade distal. A margem é composta de dois anéis, o interno correspondente ao escudo proximal e o externo ao escudo distal. A área central é aberta ou fechada, delimitada por um anel. Quando caso seja aberta, pode apresentar ornamentação, ou não, com barras cruzadas.

Gênero *Chiasmolithus* Hay, Mohler *et* Wade, 1966

Espécie-tipo: *Tremalithus oamaruensis* Deflandre, 1954

Representando por cocólitos elípticos, subelípticos ou circulares, com margem e área central distintas, exibidos em vista planar. A área central é aberta, apresentando barras cruzadas conformando um "X" ou "H". Apresenta figura de extinção em forma de cruz, cujos braços divergem do centro para a margem do cocólito. Os critérios usados para o reconhecimento das espécies pertencentes a este gênero foram o tamanho, a forma do cocólito, a configuração e a espessura das barras cruzadas.

Chiasmolithus solitus (Bramlette *et* Sullivan) Locker, 1968

Est. 06, fig. 6a-b; Est. 07, fig. 1

Diagnose: Ver Locker (1968. Monatsber. Deutsch. Akad. Wiss., Berlim, 10, p. 221, est. 1: 5, 6).

Descrição: cocólito de forma elíptica a subelíptica, caracterizada pela assimetria das barras cruzadas configurando uma "X" na área central, representada por uma barra estreita reta e a outra, também estreita, sigmoidal.

Dimensões: comprimento 11-14 μm .

Ocorrência: 216, 222, 228, 240, 252, 288, 318, 336, 342, 348, 360, 366, 372, 396, 426, 438, 453, 465, 486, 504, 528, 552, 582 m (poço Negritos); 1212, 1518, 1527 m (poço Carpitás).

Observações: espécimens que apresentaram sinais de dissolução fraca a moderado.

Comparações: difere das diversas espécies de *Chiasmolithus* (não documentados neste estudo) por apresentar como característica principal a conformação das barras cruzadas de conformação assimétrica, uma barra reta e outra sigmoidal.

Distribuição biocronoestratigráfica: assinalado no Mesoeoceno, nos sedimentos da costa afora da margem central peruana (Martini 1990). Okada, também registrou esta espécie nos sedimentos do Mesoeoceno da Bacia Salaverry, Canchanya (1992). No Brasil, é registrado na Bacia do

Espírito Santo, no Eoeoceno ao Mesoeoceno (Costa 1992). Sua ocorrência está restrita entre o Eoeoceno e o Mesoeoceno, segundo Martini e Müller (1986). Ocorre também nos sedimentos do Oceano Pacífico Sudoeste de idade Mesoeoceno (Martini, 1986).

Chiasmolithus sp.

Est. 07, fig. 2

Descrição: cocólito subelíptico a circular. Área central circundada por um anel fino; exibe quase simetria em barras cruzadas configurando um "X". Margem com anel externo, por vezes com estrias.

Dimensões: comprimento 8 μ m.

Ocorrência: 210, 222, 240, 252, 288, 300, 306, 318, 348, 360, 366, 372, 396, 402, 420, 438, 474, 480, 486, 504, 513, 519, 552, 582 m (poço Negritos); 1212, 1377, 1452, 1542, 1587 m (poço Carpitás).

Observações: apresentam sinais de dissolução fraca.

Comparações: os exemplares observados apresentam semelhança com a espécie *C. solitus*, porém mostram tamanho pequeno.

Gênero *Coccolithus* Schwarz, 1894

Cocólito de contorno elíptico, apresentando área central aberta ou fechada, de acordo com a classificação de Perch-Nielsen (1985). A margem é composta por dois anéis: um externo e outro interno. A área central apresenta-se aberta, geralmente sem ornamentação. Segundo Perch-Nielsen (1985), os cocólitos pertencentes a este gênero possuem formato elíptico, havendo sido reconhecido neste estudo exemplares de forma circular.

Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller, 1930

Est. 07, fig. 3, 4

Diagnose: Ver Schiller (1930. Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz., Leipzig, v. 10, part. 2: 89-267).

Descrição: cocólito de forma elíptica com estrias na borda da margem.

Dimensões: comprimento entre 7-12,5 μm .

Ocorrência: 138, 150, 162, 180, 192, 210, 216, 222, 228, 240, 252, 276, 288, 300, 306, 318, 336, 342, 348, 360, 366, 372, 396, 402, 420, 426, 438, 453, 465, 474, 486, 495, 504, 519, 528, 534, 543, 552, 558, 567, 576, 582, 588 m (poço Negritos); 1122, 1197, 1212, 1221, 1227, 1257, 1347, 1362, 1377, 1407, 1419, 1422, 1437, 1452, 1467, 1476, 1497, 1527, 1542, 1587, 1662, 1707 m (poço Carpitás).

Observações: os critérios usados para o reconhecimento da espécie pertencente a este gênero foram o tamanho e a forma do cocólito.

Distribuição biocronoestratigráfica: é registrado no Mesoeoceno ao Mioceno, na costa afora do Peru (Martini 1990). Distribui-se nos sedimentos do Oceano Pacífico Suloeste de idade Mesoeoceno (Martini, 1986). Ocorrência assinalada nos sedimentos da margem externa da costa peruana de idade Neoeoceno (Bukry, 1976).

Coccolithus formosus Wise, 1973

Est. 08, fig. 1

Diagnose: Ver Wise (1973. Initial reports Deep Sea Drilling Project, Estados Unidos, 18: 569-615).

Descrição: cocólito de forma circular, apresentando margem estriada. Área central aberta, sem ornamentação.

Dimensões: diâmetro 7-12 μm .

Ocorrência: 138, 192, 210, 216, 222, 228, 240, 246, 252, 258, 276, 288, 300, 306, 318, 330, 336, 342, 348, 360, 366, 372, 396, 402, 420, 426, 438, 453, 459, 465, 480, 495, 504, 519, 528, 534, 543, 552, 558, 567, 576, 582, 588 m (poço Negritos); 1122, 1167, 1197, 1212, 1221, 1227, 1257, 1347, 1362, 1377, 1407, 1419, 1437, 1452, 1467, 1476, 1497, 1527, 1542, 1587, 1662, 1707 m (poço Carpitás).

Observações: os critérios usados para o reconhecimento das espécies pertencentes a este gênero foram a forma do cocólito, conformação da margem e da área central e tamanho do cocólito.

Distribuição biocronoestratigráfica: reconhecido por Martini (1990) no Mesoeoceno ao Neoeoceno, costa afora do Peru. Perch-Nielsen (1985) indica que a ocorrência desta espécie registra-se desde o Eoeoceno ao Oligoceno. Ocorre nos sedimentos obtidos da Placa de Nazca de idade Mesoeoceno (Coulbourn e Resig, 1979). Observado também nos

sedimentos da margem externa da costa peruana de idade Neoceno (Bukry, 1976). Distribuída nos sedimentos do Oceano Pacífico Sudoeste, de idade Mesoeoceno (Martini, 1986).

2. Holococólitos

Família CALYPTROSPHAERACEAE Boudreaux *et* Hay, 1969

Gênero *Zygrablithus* Deflandre, 1959

Espécie-tipo: *Zigolithus bijugatus* Deflandre, 1954

Holococólitos compostos de uma base subcircular a elíptica e um haste afilada que prolonga-se agudamente até o ponto terminal com borda pontiaguda ou arredondada. A haste é acanalada na parte centro proximal em vista planar. Quando é posicionado a 45° mostra o canal de formato triangular, delimitado por linhas de extinção, partindo das extremidades laterais da base. Os critérios usados para o reconhecimento da espécie pertencente a este gênero, foram a presença de haste e o formato do canal.

Zygrablithus bijugatus (Deflandre) Deflandre, 1959

Est. 08, fig. 2, 3a-b

Diagnose: Ver Deflandre (1959. *Revue de Micropaleontologie*, Paris, 2: 127-152).

Descrição: espécie que apresenta na base um disco do qual prolonga-se um haste de aparência piramidal que afila-se de modo ascendente até o ponto terminal onde inclina-se ligeiramente. A haste possui um canal em sua parte centro proximal em vista planar. Apresenta contorno uniforme. O tamanho, em especialmente à altura é variável.

Dimensões: comprimento 6-10 μ m.

Ocorrência: 138, 210, 216, 222, 228, 240, 276, 288, 306, 342, 348, 360, 366, 372, 396, 402, 420, 426, 453, 474, 486, 504, 519, 534, 543, 558, 567, 582, 588 m (poço Negritos); 1347, 1422, 1452, 1476, 1497, 1587 m (poço Carpitás).

Observações: diferencia-se de *Semihololithus kerabyi* (não documentado neste estudo), por este último apresentar, haste provida de canal longitudinal ao longo de toda extensão da haste, quando é observado a 0° e 45° sob filtros polarizadores cruzados.

Distribuição biocronoestratigráfica: registrado por Martini (1990) na costa afora do Peru, em sedimentos do Mesoeoceno. Segundo Costa (1992) ocorre no Eoeoceno ao Mesoeoceno, na Bacia do Espírito Santo, Brasil. Perch-Nielsen (1985) menciona que ocorre do Eoeoceno ao Oligoceno. Ocorre comumente nos sedimentos do Oceano Pacífico Sudoeste de idade Mesoeoceno (Martini, 1986).

3. Nanolitos

Família BRAARUDOSPHAERACEAE Deflandre, 1947

Gênero *Braarudosphaera* Deflandre, 1947

Espécie-tipo: *Braarudosphaera bigelowii* (Grand et Braarud) Deflandre, 1947

Nanolito de simetria pentagonal. Constitui-se pela justaposição ou pela sobreposição parcial de placas calcíticas denominados segmentos, geralmente trapezoidais. Em vista lateral, pode apresentar forma dômica ou trapezoidal.

Braarudosphaera bigelowii (Grand et Braarud) Deflandre, 1947

Est. 09, fig. 1

Diagnose: Ver Deflandre (1947. Comptes Rendus des Séances de L'Académie des Sciences, Paris, 225: 439-441).

Descrição: pentálito composto de cinco segmentos trapezoidais imperforados.

Dimensões: comprimento 8-10 µm.

Ocorrência: profundidades de 138, 276, 342, 396, 453, 576 m (poço Negritos); 1377 m (poço Carpitás).

Observações: os critérios usados para o reconhecimento da espécie pertencente a este gênero, foram contorno do pentálito e o formato do segmento.

Distribuição biocronoestratigráfica: distribui-se de forma esporádica na costa afora do Peru, no Mesoceno (Martini 1990). Comumente ocorre em depósitos hemipelágicos do Eocretáceo ao Recente em regiões de todo o mundo. Apresenta escassamente nos sedimentos do Oceano Pacífico Sudoeste de idade Neoeoceno (Martini, 1986).

Gênero *Micrantholitus* Deflandre, 1954

Espécie-tipo: *Micrantholitus flos* Deflandre, 1950

As espécies deste gênero apresentam cinco segmentos triangulares. Segundo Aubry (1985 *apud* Costa 1992), a determinação das espécies é caracterizada pelo contorno do segmento: pentagonal ou estelar, providos de segmentos com borda recortada em "V". Os critérios usados para o reconhecimento das espécies pertencentes a este gênero, foram o contorno do pentálito e a forma do segmento.

Micrantholitus vesper Deflandre, 1954

Est. 09, fig. 4; Est. 10, fig. 1, 2; Est. 13, fig. 1

Diagnose: Ver Deflandre *et* Fert (1954. Annales de Paléontologie, Paris, 40: 115-176).

Descrição: pentálito de contorno estelar, caracterizado por apresentar segmentos com borda recortada em "V" aberto, em vista planar.

Dimensões: comprimento 15-30 μ m.

Ocorrência: 519, 528, 558, 567, 576, 582 m (poço Negritos); 1122, 1167, 1257, 1437, 1476 m (poço Carpitás).

Observações: ocorrem geralmente segmentos isolados.

Distribuição biocronoestratigráfica: assinalada no Mesoeoceno da costa afora do Peru por Martini (1990). Perch-Nielsen (1985) menciona que *Micrantholitus* parece ser mais comum nos sedimentos do Mesoeoceno e

que poderiam ser restritos a esta idade. Ocorre nos sedimentos eocênicos da margem externa do Peru (Blechschiidt, 1976).

Micrantholitus sp.

Est. 10, fig. 3

Descrição: pentálito composto por cinco segmentos triangulares, providos de uma ligeira reentrância distinta na borda de cada segmento.

Dimensões: comprimento 10 μ m.

Ocorrência: 138, 228, 348, 396, 453, 486, 504, 534, 543, 552 m (poço Negritos); 1197, 1221, 1377, 1419, 1542, 1707 m (poço Carpitás).

Observações: exemplar semelhante a *Micrantholithus flos* descrita por Deflandre (1950 *apud* Deflandre e Fert, 1954).

Gênero *Pemma* Klumpp, 1953

Espécie-tipo: *Pemma rotundum* Klumpp, 1953

Pentálito com contorno as vezes circular, apresentando uma perfuração em cada um dos cinco segmentos e ornamentado por um botão ou depressão central. Os critérios usados para o reconhecimento da espécie pertencente a este gênero, foram a seguir: contorno do pentálito, formato e ornamentação do segmento.

Pemma basquensis Martini, 1959

Est. 08, fig. 4; Est. 09, fig. 2

Diagnose: Ver Martini (1959. *Senckenbergiana lethaea*, Frankfurt, 40: 415-421).

Descrição: pentálito composto de cinco segmentos, de contorno quase arredondado, apresentando borda externa alinhada e uma depressão e perfuração de forma rômbrica central, em cada segmento.

Dimensões: comprimento 8-12 μ m.

Ocorrência: 138, 192, 210, 216, 222, 240, 276, 318, 348, 360, 366, 372, 396, 420, 438, 453, 459, 465, 474, 486, 504, 519, 528, 534, 543, 552, 558, 567, 576, 582, 588 m (poço Negritos); 1122, 1212, 1419, 1437, 1452, 1467, 1476, 1497, 1527, 1542, 1707 m (poço Carpitás).

Observações: ocorrem formas completas e segmentos isolados.

Distribuição biocronoestratigráfica: Canchanya (1992) assinalou a ocorrência desta espécie, de idade mesoeocênica, na Bacia Salaverry, costa afora do Peru. Segundo Gomide (1982) ocorre no Mesoeoceno da Bacia de Campos, Brasil.

Pemma rotundum Klumpp, 1953

Est. 09, fig. 3

Diagnose: Ver Klumpp (1953. *Palaeontographica*, Stuttgart, 103 A: 377-406).

Descrição: pentálito circular, apresentando contorno ondulado e perfuração de forma rômica no centro de cada segmento.

Dimensões: comprimento 8 - 12 μ m.

Ocorrência: 138, 240, 348, 360, 396, 420, 453, 465, 543 m (poço Negritos); 1419, 1467, 1476, 1497, 1518, 1542 m (poço Carpitás).

Observações: ocorrem formas completas e segmentos isolados.

Distribuição biocronoestratigráfica: distribui-se nos sedimentos do Mesoeoceno de Alabama, Estados Unidos (Bybell e Gartner, 1972). Registrada nos sedimentos de idade mesoeocênica da plataforma continental brasileira, segundo Troelsen e Quadros (1971). Ocorre na Bacia de Campos, Brasil no Mesoeoceno (Gomide, 1982).

Ordem DISCOASTERALES Hay, 1977

Família DISCOASTERACEAE Tan, 1927

Gênero: *Discoaster* Tan, 1927

Espécie-tipo: *Discoaster pentaradiatus* Tan, 1927

Gênero representado por asterólitos que exibem forma de roseta ou estrela, de simetria radial e ornamentação quando observados em vista

planar. Os asterólitos com forma de roseta apresentam raios e os de estrela exibem braços; ambos tipos podem ser classificados de acordo com o número de raios ou braços e a ornamentação. São praticamente ocultos entre filtros polarizadores cruzados, mostrando melhor visualização nos filtros polarizadores paralelos. Os critérios usados para o reconhecimento das espécies pertencentes a este gênero foram a forma, o tamanho, o número de braços ou raios e a ornamentação.

Discoaster barbadiensis Tan, 1927

Est. 10, fig. 4, 5

Diagnose: Ver Tan (1927. Proc. Sect. Sc. K. Akad. Wet., Amsterdã, 30: 411-419).

Descrição: asterólito com forma de roseta com 11 a 12 raios de extremidade pontiaguda, unidos ao longo da quase totalidade de seus comprimentos. Área central ornamentada com botão no lado distal e suturas retas em vista distal e ligeiramente curvas em vista proximal.

Dimensões: diâmetro 10-13 μm .

Ocorrência: 216, 222, 240, 252, 276, 288, 300, 318, 336, 342, 348, 360, 366, 372, 396, 402, 420, 426, 438, 453, 465, 495, 528, 534, 543, 552, 558, 576, 582, 588 m (poço Negritos); 1167, 1467, 1527 m (poço Carpitás).

Observações: alguns espécimens apresentam sinais de sobrecrecimento.

Comparações: distingue-se de outras espécies de discoasterídeos pela forma dos raios, e do número de raios.

Distribuição biocronoestratigráfica: segundo Martini (1990), é reconhecido no Mesoeoceno da costa afora da margem central peruana. Canchanya (1992) menciona que Okada observou sua ocorrência no Mesoeoceno nos sedimentos da Bacia Salaverry. Distribui-se nos sedimentos da placa de Nazca de idade Mesoeoceno (Coulbourn e Resig, 1979). Perch-Nielsen (1985) sugere que esta espécie ocorre no Eoeoceno ao Mesoeoceno. Costa (1992) registra sua ocorrência no Eoeoceno ao Mesoeoceno, na Bacia do Espírito Santo, Brasil. Ocorre nos sedimentos na sub-bacia Mundaú (Bacia de Ceará, Brasil) de idade neocênica (Cunha, 1991). Registrada na plataforma continental brasileira no Eoeoceno ao Neoeoceno (Troelsen e Quadros, 1971; Quadros e Gomide, 1972). Observada também na Bacia de Campos, Brasil em sedimentos de idade meso-neoeocênica (Gomide, 1982).

Discoaster aff. *binodosus* Martini, 1958

Est. 11, fig. 1

Descrição: asterólito com formato de estrela, constituído por 8 braços, mostrando um par de nodos e botão central.

Dimensões: diâmetro 12 μ m.

Ocorrência: 240, 288, 360 m (poço Negritos).

Observações: as formas apresentam sinais de sobrecrecimento.

Comparações: espécie com braços semelhantes a *Discoaster binodosus*.

Discoaster lodoensis Bramlette et Riedel, 1954

Est. 11, fig. 2

Diagnose: Ver Bramlette et Riedel (1954. Journal of Paleontology, Tulsa, 28(4): 385-403).

Descrição: asterólito de forma de estrela, com 6 braços alongados curvos, de extremidade pontiaguda. Área central ornamentada com botão ou haste.

Dimensões: diâmetro, 10-12,5 μ m.

Ocorrência: 474, 504, 528, 534, 576, 582, 588 m (poço Negritos).

Observações: os espécimens verificados ocorrem na sua maioria com braços quebrados. Os braços alongados e curvos, nos exemplares pobremente preservados, permitem ser reconhecidos pela remanescentes dos braços curvos e o botão central.

Distribuição biocronoestratigráfica: Bukry (1971a) atribui sua ocorrência no Eoeoceno ao Mesoeoceno. Costa (1992) registrou sua ocorrência no Eoeoceno, na Bacia do Espírito Santo, Brasil.

Discoaster sublodoensis Bramlette et Sullivan, 1961

Est. 11, fig. 3, 4

Diagnose: Ver Bramlette et Sullivan (1961. Micropaleontology, Nova York, 7: 129-174).

Descrição: asterólito com formato de roseta apresenta 5 raios curtos e retos. Exibe área central ornamentada com um botão.

Dimensões: diâmetro 10-12 μm .

Ocorrência: 426, 438, 453, 465, 474, 486, 504, 519, 528, 534, 543, 552, 576, 582, 588 m (poço Negritos).

Observações: exemplares mostram sinais de sobrecrecimento fraco a moderado e por vezes braços quebrados.

Distribuição biocronoestratigráfica: observado no Eoceno, na costa afora do Peru (Martini 1990). Perch-Nielsen (1985) menciona sua ocorrência no Eoceno e o Mesoeoceno. Ocorre em sedimentos do Eoceno pertencentes ao Oceano Pacífico Central (Haq 1970).

Discoaster tanii Bramlette *et* Riedel, 1954

Est. 11, fig. 5

Diagnose: Ver Bramlette *et* Riedel (1954. Journal of Paleontology, Tulsa, 28(4): 385-403).

Descrição: asterólito com formato de estrela, apresentando 5 e 6 braços de aspecto uniforme e terminal truncado.

Dimensões: diâmetro 8-10 μm .

Ocorrência: 222, 240, 336, 342, 360, 396, 420, 426, 438, 453, 465, 495, 504, 528 m (poço Negritos); 1377, 1452, 1527 (poço Carpitás).

Observações: formas que exibem sinais de sobrecrecimento fraco a moderado.

Distribuição biocronoestratigráfica: Perch-Nielsen (1985) menciona sua ocorrência no Neoeoceno ao Oligoceno. Observado em sedimentos do Oceano Pacífico Sudoeste, de idade Mesoeoceno (Martini, 1986).

Discoaster nodifer (Bramlette *et* Riedel) Bukry, 1973

Est. 5, fig. 6

Diagnose: Ver Bukry (1973. Initial reports Deep Sea Drilling Project, Estados Unidos, 16: 653-711).

Descrição: asterólito com formato de estrela, caracterizado por conter 6 braços, com um par de nodulos desenvolvido quase na parte terminal de cada braço.

Dimensões: diâmetro 10 μm .

Ocorrência: 240, 252, 420 m (poço Negritos).

Observações: escassas formas que apresentam sinais de sobrecrecimento fraco.

Distribuição biocronoestratigráfica: registrado por Martini (1990) na costa afora do Peru no Mesoeoceno. Perch-Nielsen (1985) menciona sua ocorrência no Mesoeoceno ao Oligoceno. Observado nos sedimentos do Oceano Pacífico Equatorial Oriental, entre o Mesoeoceno e o Oligoceno (Bukry 1973). Ocorre nos sedimentos da placa de Nazca, de idade Mesoeoceno (Coulbourn e Resig, 1979). Distribui-se nos sedimentos da margem externa da costa peruana, de idade Neoeoceno (Bukry, 1976).

Família SPHENOLITHACEAE Deflandre, 1952

Gênero *Sphenolithus* Deflandre, 1952

Espécie-tipo: *Sphenolithus radians* Deflandre, 1952

Este gênero compreende nanofósseis que exibem formato cônico, por vezes dômico em vista lateral. Apresenta base côncava e ápice pontiagudo ou arredondado, constituindo a coluna e o cone. Morfologicamente são denominados esfenólitos. Os critérios usados para o reconhecimento das espécies pertencentes a este gênero, foram o tamanho e a forma da base e cone.

Sphenolithus radians Deflandre, 1952

Est. 05, fig. 3

Diagnose: Ver Deflandre *et* Fert (1954. Annales de Paléontologie, Paris, 40: 115-176).

Descrição: esfenólitos constituídos por uma coluna basal de forma subcilíndrica e de simetria radial, base proximal côncava e cone alongado, com ápice convexo pontiagudo.

Dimensões: comprimento 7-8 μm .

Ocorrência: 210, 216, 222, 228, 240, 246, 252, 258, 276, 288, 300, 306, 318, 336, 342, 348, 360, 366, 372, 396, 402, 420, 426, 438, 453, 459, 465, 474, 486, 504, 519, 528, 534, 543, 552, 558, 567, 576, 582, 588 m (poço Negritos).

Observações: os exemplares apresentam sinais de dissolução fraca a moderada.

Distribuição biocronoestratigráfica: Ocorre no Mesoeoceno costa afora do Peru (Martini 1990). Okada observou sua ocorrência no Mesoeoceno na Bacia Salaverry (Canchanya, 1992). Registrada nos sedimentos marinhos da plataforma continental brasileira de idade eoeocênica (Troelsen e Quadros, 1997). Observada na Bacia de Campos, Brasil no Neoeoceno, segundo Gomide, 1982.

6. ANÁLISE BIOESTRATIGRÁFICA

6.1 Considerações gerais

Os nanofósseis calcários são utilizados em termos bioestratigráficos por possuírem ampla distribuição geográfica, ocorrerem em abundância nos sedimentos marinhos, além de envolverem grupos com o registro de rápida evolução ao longo do tempo geológico (Gartner, 1977). O uso dos nanofósseis na Bioestratigrafia teve início em Bramlette e Riedel (1954), seguidos de diversos autores que realizaram uma infinidade de estudos, resultando na proposições de zoneamentos bem detalhados.

No entanto, a literatura tem demonstrado que no Paleógeno, o Eoceno é a época que tem recebido maior atenção pelos pesquisadores científicos que trabalham com nanofósseis; nessa época as assembléias de nanofósseis são muito diversificadas.

O zoneamento-padrão bioestratigráfico utilizado no presente trabalho é o desenvolvido por Martini (1970; 1971 *apud* Perch-Nielsen, 1985), que propõe para o Eoceno um total de 12 biozonas. Martini (*op. cit.*) utilizou abreviações e códigos numéricos para as zonas determinadas facilitando a sua referência. De acordo com Bukry (1978, 1981), a faixa geográfica do zoneamento-padrão citado é o cinturão limitado pelos paralelos 40° N e 40° S, nos oceanos Pacífico e Índico. Okada e Bukry (1980) propuseram um zoneamento bioestratigráfico composto por 7 biozonas para o Eoceno (CP 8 a CP 15) e 11 subzonas. Na Figura 6, apresenta-se os zoneamentos-padrão propostos por Martini (*op. cit.*) e Okada e Bukry (1980), aplicáveis em depósitos do Paleógeno.

6.2 Zoneamento bioestratigráfico

Na análise bioestratigráfica do presente trabalho, tendo em vista o emprego de amostras de calha, foram utilizadas as últimas ocorrências (topos) dos táxons de significativo valor bioestratigráfico, como limite mais confiável, pela ocorrência constante de contaminação, pela qual, as primeiras ocorrências foram consideradas duvidosas.

A falta de zoneamentos bioestratigráficos com base em nanofósseis calcários para a unidade estratigráfica Talara em diferentes áreas da bacia limita sua correlação estratigráfica e melhor compreensão de sua evolução sedimentar.

Figura 06 - Biozonas de nanofósseis e unidades magnetoestratigráficas do Paleógeno (Quadro modificado por Antunes, 1997; a partir de Wei & Peleo-Alampay, 1993).

As biozonas propostas (Figura 07) são definidas como zonas de intervalo, caracterizadas por extinções sucessivas (Tabela 4), conforme regulamenta o artigo 50 do "*North American Stratigraphic Code*" (1983). A escala de tempo utilizada para a atribuição de idades absolutas às unidades cronoestratigráficas e às biozonas é a proposta por Berggren *et al.* (1985).

Foram utilizadas espécies-guias comumente usadas nos zoneamentos para regiões de baixa e média latitude. Quando constatada ausência de espécies-guias, considerou-se espécies que apresentam extinção conhecida para o reconhecimento das biozonas

A partir da análise de 63 amostras de calha e da distribuição vertical dos táxons de nanofósseis calcários com relação à profundidade, verificou-se o reconhecimento de duas biozonas no poço Negritos, definidas pela últimas ocorrências dos táxons principais. O intervalo superior do poço foi particularizado estéril. Estas zonas reconhecidas correspondem a:

Biozona *Discoaster sublodoensis*

Autores: Hay (1964 *apud* El-Dawoody e Elewi, 1984) e Bukry (1973b).

Código: NP 14

Definição: Intervalo caracterizado pela última ocorrência de *Discoaster sublodoensis*.

Seção de referência: Poço Negritos, intervalo 426-588 m.

Principais formas associadas: *Sphenolithus radians*, *Coccolithus formosus*, *Neococcolithes dubius*, *Lophodolitus mochloporus*, *Discoaster barbadiensis*, *Discoaster binodosus*, *Discoaster sublodoensis*.

Idade: Mesoeoceno / Eoeoceno.

Observações: Esta zona foi proposta por Hay (1964 *apud* El-Dawoody e Elewi, 1984) originariamente na Formação Lodo Superior, que aflora na área Média Agua Creek, Califórnia-(EUA), caracterizada pela primeira ocorrência de *D. sublodoensis* e o topo pela primeira ocorrência de *Nannotetrina fulgens*.

IDADE (M.A)	GEOCRONOLOGIA	ZONEAMENTO- PADRÃO (Martini, 1971)	ZONEAMENTO PROPOSTO
37	NEO	NP 19/NP 20	<i>Discoaster barbadiensis</i> NP 19/NP 20
38		NP 18	
39			
40	MESO	NP 17	<i>Helicosphaera seminulum</i> NP 15/ NP 16/ NP 17
41			
42		NP 16	
43			
44			
45	EOCENO	NP 15	<i>Discoaster sublodoensis</i> NP 14
46			
47			
48	EO	NP 14	
49		NP 13	
50		NP 12	
51		NP 11	
52		NP 10	

Figura 07 - Zoneamento proposto para o Grupo Talara.

			<i>D</i> <i>l</i> <i>s</i> <i>c</i> <i>o</i> <i>a</i> <i>s</i> <i>t</i> <i>e</i> <i>r</i> <i>b</i> <i>a</i> <i>r</i> <i>b</i> <i>a</i> <i>d</i> <i>l</i> <i>e</i> <i>n</i> <i>s</i> <i>i</i> <i>s</i>	<i>H</i> <i>e</i> <i>l</i> <i>i</i> <i>c</i> <i>o</i> <i>s</i> <i>p</i> <i>h</i> <i>a</i> <i>e</i> <i>r</i> <i>a</i> <i>s</i> <i>e</i> <i>m</i> <i>i</i> <i>n</i> <i>u</i> <i>i</i> <i>u</i> <i>m</i>	<i>C</i> <i>h</i> <i>i</i> <i>a</i> <i>s</i> <i>m</i> <i>o</i> <i>l</i> <i>i</i> <i>t</i> <i>h</i> <i>u</i> <i>s</i> <i>s</i> <i>o</i> <i>l</i> <i>i</i> <i>t</i> <i>u</i> <i>s</i>	<i>D</i> <i>l</i> <i>s</i> <i>c</i> <i>o</i> <i>a</i> <i>s</i> <i>t</i> <i>e</i> <i>r</i> <i>s</i> <i>u</i> <i>b</i> <i>l</i> <i>o</i> <i>d</i> <i>o</i> <i>e</i> <i>n</i> <i>s</i> <i>i</i> <i>s</i>
E O C E N O	NEO	NP 20				
		NP 19				
		NP 18				
	MESO	NP 17				
		NP 16				
		NP 15				
		NP 14				
	EO	NP 13				
		NP 12				
		NP 11				
		NP 10				

Tabela 4 - Distribuição bioestratigráfica dos principais nanofósseis calcários no Grupo Talara, Bacia Talara - Peru.

Biounidade *Helicosphaera seminulum*

Código: NP 17/ NP 16/ NP 15

Definição: Intervalo caracterizado pela última ocorrência de *Helicosphaera seminulum*.

Seção de referência: Poço Negritos, intervalo 138-420 m.

Principais formas associadas: *Chiasmolithus solitus*, *Rhabdolithus inflata*.

Discoaster tanii, *Discoaster nodifer*, *Helicosphaera seminulum*.

Idade: Mesoeoceno.

Observações: Na seção examinada, faltam nanofósseis marcadores que permitam fazer a individualização das biozonas NP 17/NP 16/NP 15. De acordo com Aubry (1988), *H. seminulum* ocorre desde o Eoceno superior (NP 12) e constituiria a biozona *Marthasterites tribrachiatus*, sensu Haq (1973b). A extinção desta espécie ocorreria no topo da zona NP 16 (Haq, 1973b; Perch-Nielsen, 1985). Contudo, o desaparecimento desta espécie ocorreria no topo da zona NP 17, como é registrado na análise bioestratigráfica feita por Martini (1990). Não se conseguiu uma diferenciação entre as zonas mencionadas.

O intervalo superior, compreendido entre os níveis 24-132 m, foi constatado estéril, pela ausência total de nanofósseis calcários.

A análise de 37 amostras de calha e distribuição vertical dos táxons de nanofósseis calcários com relação à profundidade do Grupo Talara no poço Carpitás permitiu a diferenciação de duas biozonas definidas pelas últimas ocorrências dos táxons principais, o intervalo superior foi constatado estéril.

Biounidade *Chiasmolithus solitus*

Autores: Definição emendada por Ritcher *et al.* (1993 *apud* Antunes, 1997).

Código: NP 16 / NP 15

Definição: Intervalo caracterizado pela última ocorrência de *Chiasmolithus solitus*.

Seção de referência: Poço Carpitás, intervalo 1212-1722 m.

Principais formas associadas: *Coccolithus formosus*, *Coccolithus pelagicus* *Discoaster barbadiensis*, *Chiasmolithus solitus*.

Idade: Mesoeoceno.

Observações: Não foi possível individualizar as biozonas NP 16/NP 15. A extinção de *C. solitus*, segundo Martini (1971) define o topo da biozona NP 16. O intervalo que caracteriza a biozona *Chiasmolithus solitus* emendada por Ritcher *et al.* (1993 *apud* Antunes, 1997) é caracterizada por apresentar a base definida pela extinção de *Chiasmolithus gigas* (parte superior da zona NP 15) e o topo pela última ocorrência de *C. solitus* (limite da zona NP 16 / NP 17).

Biozona *Discoaster barbadiensis*

Autores: Bukry e Bramlette (1970).

Código: NP 20 / NP 19

Definição: Intervalo caracterizado pela última ocorrência de *Discoaster barbadiensis*.

Seção de referência: Poço Carpitás, intervalo 1122-1197 m.

Principais formas associadas: *Coccolithus pelagicus*, *Coccolithus formosus*, *Reticulofenestra dictyoda*, *Discoaster barbadiensis*

Idade: Neoeoceno.

Observações: De acordo com Martini (1970) a espécie *Discoaster barbadiensis* apresenta extinção no topo do Neoeoceno.

O intervalo superior compreendido entre os níveis 1078-1086 m, foi considerado estéril devido à ausência total de nanofósseis calcários.

6.3 Correlação bioestratigráfica

A observação da distribuição das biounidades ao longo do Grupo Talara permitiu constatar que seus sedimentos eocênicos apresentam espessuras variáveis, constatando-se que as camadas mesoeocênicas são mais expressivas do que aquela do Neoeoceno.

A análise de correlação bioestratigráfica entre os poços Negritos e Carpitás para o Grupo Talara; permitiu assinalar que a zona NP 14, no poço Negritos, não apresentam correlações conhecidas com o poço Carpitás. Esta zona indica a passagem do Eoceno ao Mesoeoceno. A associação das zonas NP 17/ NP 16 e NP 15 (poço Negritos) permite sua correlação

com as zonas NP 16 e NP15 identificadas no poço Carpitás. Com exceção da zona NP 17, que não ocorre neste último poço. As zonas identificadas representam uma idade Mesoeoceno.

Foi constatado um hiato na seção do poço Carpitás, verificado pela ausência das zonas NP 17 e NP 18. O Neoeoceno no poço Carpitás está representado pela combinação das zonas NP 20 e NP 19. A correlação por nanofósseis entre os poços Negritos e Carpitás pode ser visualizada na Figura 08.

6.4 Hiato

A unidade estratigráfica Talara no poço Carpitás não apresenta continuidade das biozonas, observando-se ausência de espécies-guias na determinação das biozonas NP 17 e NP 18, resultando na impossibilidade de reconhecimento da passagem do Mesoeoceno ao Neoeoceno. Não foi reconhecida a descontinuidade no registro sedimentar deste poço.

Martini e Müller (1986) observaram que a determinação do limite entre o Mesoeoceno e o Neoeoceno e a correspondente subdivisão do Neoeoceno é difícil nas áreas tropicais, devido às presenças raras das espécies-guias *Chiasmolithus oamaruensis* e *Isthmolithus recurvus*. Sendo assim, infere-se que a falta destas espécies não permite o reconhecimento das biozonas ausentes no presente estudo.

6.5 Retrabalhamento

Características dos perfis geofísicos permitiram reconhecer um intervalo que registra a presença de turbiditos. Este intervalo ocorre a partir da base do Grupo Talara, a qual repousa sobre a Formação Mogollón (Eoceno) desde 621 a 465 m aproximadamente, onde o registro de Raios Gama (GR) permitiu diferenciar o topo deste intervalo indicando uma mudança representada pela resposta do conteúdo de argilas nos folhelhos, na passagem de 85 a 75 API.

A literatura tem demonstrado que a base do Grupo Talara está representada por uma discordância regional que ocorreu no Mesoeoceno. O intervalo inferior desta unidade caracteriza-se por um depósito originado por correntes de turbidez (González, 1976a; Séranne, 1987; Nuñez del Prado, 1988).

Figura 08 - Correlação bioestratigráfica dos poços Negritos e Carpitas com base nos nanofósseis calcários.

Discoaster lodoensis, é uma espécie característica do Eoeoceno presente na seção do poço Negritos associada à assembléia de espécies características do Mesoeoceno. A ocorrência desta espécie eoeocênica em depósitos do Mesoeoceno, admitiria duas explicações: a) *Discoaster lodoensis* seria uma espécie antiga, redepositada no Mesoeoceno, ou, b) esta espécie poderia ter uma distribuição estratigráfica mais longa de que a admitida. Considera-se neste estudo como mais provável a hipótese de retrabalhamento, visto que a espécie *Discoaster lodoensis* ocorre esporadicamente e em depósitos turbidíticos.

6.6 Comparações biocronoestratigráficas

A falta de biozonas reconhecidas com base nos nanofósseis calcários para a Bacia Talara, particularmente para o Eoceno, limita sua correlação estratigráfica em maior abrangência.

A literatura referente a zoneamentos reconhecidos em diferentes áreas do oceano Pacífico correlacionada com o zoneamento proposto é representada na Figura 09.

A análise bioestratigráfica dos sedimentos do fundo oceânico costa afora da margem peruana obtidos pelo programa de perfuração no oceano DSDP nos sites 682A, 683B e 688E, permitiu o zoneamento por Martini (1990). Este autor observou que no site 682A, localizado na latitude 11°15.99'S e longitude 79°03.73'O, ocorre a zona de NP 16 (Zona *Discoaster tani nodifer*) de idade Mesoeoceno superior. No site 683B, localizado na latitude 9°01.69'S e longitude 80°24.40'O, foram determinadas as zonas NP 16 (Zona *D. tani nodifer*) e NP 17 (Zona *Discoaster saipanensis*) e no site 688E, localizado entre latitude 11°32.26'S e longitude 78°56.57'O, verificou a ocorrência das zonas NP 16 (Zona *D. tani nodifer*) do Mesoeoceno, NP 14 (Zona *Discoaster sublodoensis*) de idade Meso-Eoeoceno, e a zona NP 13 (Zona *Discoaster lodoensis*), de idade eoeocênica.

Bukry (1976) registrou uma assembléia de baixa latitude nas amostras obtidas pelo DSDP, do fundo oceânico do Pacífico Sul Oriental, na placa de Nazca, no site 321 (latitude 12° 01.29' S e longitude 81° 54.24'O), apresentando espécies abundantes como *Coccolithus formosus*, *Reticulofenestra dictyoda* e, em menor número, *Coccolithus pelagicus* e *Discoaster nodifer*, permitindo reconhecer a Biozona *Discoaster barbadiensis* (Bukry 1973a, 1975) do Neoceno. Para o mesmo site, Blechschmidt (1976) observou uma assembléia de idade neoeocênica, constituída por *D. barbadiensis*, *D. saipanensis*, *Bramlettius serraculoides*, *C.*

		Zonas reconhecidas neste trabalho	Bukry (1976)	Blechschildt (1976)	Coulbourn & Resig (1979)	Martini (1990)		
E O C E N O	NEO	<i>D. barbadiensis</i> (NP 19/ NP 20)	<i>D. barbadiensis</i>	NP 20				
					NP 18			
	MESO	<i>H. seminulum</i> (NP 17/NP 16/ NP 15)			NP 17	NP 17		
					NP 16	NP 16		
					NP 15			
		<i>D. sublodoensis</i> (NP 14)			NP 14	NP 14		
	EO					NP 13		

Figura 09 - Comparação entre o zoneamento proposto e alguns observados na literatura.

formosus e *Reticulofenestra umbilica*, definindo a Zona *Sphenolithus pseudoradians*.

Foi verificada por Canchanya (1992), a Zona *Micrantholithus basquensis*, nos sedimentos do Mesoeoceno (entre as latitudes 8°S e 10°S) costa afora da margem continental peruana. As formas associadas nesta zona são: *Braarudosphaera bigelowii*, *Chiasmolithus grandis*, *Chiasmolithus* sp., *C. pelagicus*, *D. saipanensis*, *Helicosphaera* cf. *lophota*, *Micrantholithus attenuatus*, *Micrantholithus* cf. *australiensis*, *Ponthosphaera* sp.

Coulbourn e Resig (1979) analisaram os sedimentos obtidos da placa de Nazca (latitude 20°57.9'S e longitude 71°41.9'O), na qual determinaram a ocorrência das zonas NP 18, NP 17, NP 16, NP 15 e NP 14, segundo o zoneamento-padrão proposto por Martini (1971 *apud* Perch-Nielsen, 1985).

O estudo em sedimentos obtidos pelo DSDP no oceano Pacífico Sul Oeste, permitiram a Martini (1986) determinar associações de zonas, nos sites 588C, 592 e 593. No site 588C (latitude 26°06.7'S e longitude 161°13.6'E), este autor determinou a combinação das zonas NP 15/NP 16 (Zona *Chiphragmalithus alatus* / Zona *Discoaster tani nodifer*), incluindo espécies importantes como *Neococcolithes dubius*, *Sphenolithus furcatolithoides*, *Chiasmolithus solitus* e *Chiphragmalithus alatus*, este intervalo seria diferenciado pela última ocorrência de *Chiasmolithus solitus* e a primeira ocorrência de *Chiphragmalithus alatus*. Para o site 592 (latitude 36°28.40'S e longitude 165°26.53'E) e 593 (latitude 40°30.47'S e longitude 167°40.47'E) constatou a combinação das zonas NP 20/NP 19, baseado na extinção de *Cribocentrum reticulatum* e *Discoaster saipanensis*.

7. PALEOECOLOGIA

7.1 Considerações gerais

Os nanofósseis calcários constituem-se em organismos encontrados nos sedimentos marinhos e que apresentam afinidade algálica. De modo geral, a paleoecologia dos nanofósseis calcários é estabelecida pelos estudos que interpretam as afinidades paleoambientais apoiados em evidências obtidas de outras pesquisas. Entretanto, muitas mudanças climáticas nos grandes períodos do tempo geológico foram registradas pelos nanofósseis, os quais, devido à grande sensibilidade destes organismos à temperatura.

Sua diversificação no Terciário, esteve relacionada com a temperatura, ocorrendo maior diversidade nos intervalos quentes e menor diversidade nos períodos frios apresentando geralmente táxons cosmopolitas (Tappan, 1980). Esta diversidade é também controlada pela dissolução seletiva dos elementos esqueléticos entre o tempo da morte do organismo e seu soterramento final no fundo dos mares, segundo Bukry (1971b).

O estado de preservação é controlado pela resistência que os nanofósseis oferecem diante a dissolução, embora possa afetar a composição de uma assembléia. Diversos autores (e.g Adelseck *et al.*, 1973; Schlanger *et al.*, 1973; Wise, 1973; Burns, 1975) têm realizado importantes discussões a esse respeito.

Os fatores que limitam a identificação dos nanofósseis calcários é a dissolução e o sobrecrecimento secundário. Os nanofósseis podem sofrer dissolução na medida que afundam-se na coluna de água onde sofrem dissolução, fragmentação e onde as espécies mais resistentes ocorrem nos

sedimentos de fundo próximo à interface sedimento/água (Wise, 1973). As águas subsuperficiais caracterizam-se por serem subsaturadas de cálcio em um meio ácido (valor do pH baixo). Pesquisas experimentais realizadas por Hill (1975) demonstraram que no meio ácido de pH 5.5 os cocólitos exibiram dissolução.

Os efeitos de dissolução continuam na interface sedimento/água e dentro do sedimento depois do soterramento. O carbonato de cálcio presente em um meio de águas mais alcalinas (valor do pH alto) reprecipita como sobrecrecimento secundário de calcita estabelecendo-se na superfície dos nanofósseis. A calcita reprecipitada pode ser derivada da dissolução in situ de outros nanofósseis ou de testes de foraminíferos planctônicos presentes nos sedimentos, segundo Wise (*op. cit.*).

Para Hill (1975), a dissolução é a causa do acúmulo de calcita no sedimento, que é posteriormente recristalizada produzindo sobrecrecimento secundário nos espécimes mais resistentes. Estudos realizados por McIntyre e McIntyre (1971), referentes à dissolução seletiva nos sedimentos atuais do fundo oceânico do Pacífico e Atlântico, revelaram que dentre os invertebrados que secretam carbonato de cálcio, os cocólitos apresentam maior resistência à dissolução com o aumento da profundidade.

As investigações realizadas por Bukry (1981) permitiram o conhecimento do comportamento de alguns gêneros frente à dissolução e recristalização. Entre os gêneros do Cenozóico que mostraram resistência à dissolução, o autor relacionou (em ordem de resistência decrescente): *Discoaster*, *Coccolithus*, *Reticulofenestra*, *Chiasmolithus*, *Sphenolithus*, *Pontosphaera* (imperfurada), *Helicosphaera*, *Lophodolitus*, *Braarudosphaera*, *Micrantholithus*, *Pontosphaera* (perfurada), *Rhabdosphaera* e *Transversopontis*.

De acordo com Aubry (1992), durante o Paleógeno ocorreram mudanças climáticas caracterizadas pela invasão de assembléias de latitudes altas para as latitudes baixa e média. O esfriamento climático seria a causa do declínio na diversidade destes organismos no Mesoeoceno ao Eo-Oligoceno, inicialmente registrados nas latitudes altas próximo ao limite entre o Eoeoceno e o Mesoeoceno, avançando em direção às latitudes médias e baixas. Este autor explicou que a deterioração climática deve ter se iniciado com um esfriamento moderado no Mesoeoceno, intensificando-se no Neoeoceno, com pulsos de esfriamento perto do limite entre o Mesoeoceno ao Neoeoceno, no fim do Eoceno e no Eo-Oligoceno.

As formas que constituem o gênero *Reticulofenestra* foram considerados por Backman e Hermelin (1986) como espécies cosmopolitas. A ocorrência destas espécies estaria relacionada com sua distribuição latitudinal, sendo que espécies de águas temperadas teriam surgido em latitudes muito altas e depois colonizado as latitudes médias e baixas (Pujos, 1987).

Segundo Aubry (1992), a espécie *Reticulofenestra dictyoda* é o primeiro representante deste gênero, surgindo no fim do Eoeoceno, que tendo se diversificado no Mesoeoceno e se empobrecido durante o Oligoceno. Esse autor afirma que estes fatos sugerem, fortemente, uma relação próxima entre a evolução do gênero, as mudanças climáticas e paleoceanográficas no Mesoeoceno e o Eo-Oligoceno. Para Haq *et al.* (1977c) a assembléia de reticulofenestrídeos surgiu no fim do Eoeoceno nas latitudes médias e sua incursão nas latitudes baixas ocorreu de forma ligeira no início do Neoeoceno.

No Mesoeoceno do Atlântico Sul, a presença de *Reticulofenestra dictyoda* é abundante nas latitudes médias, embora alguns autores

tenham observado que tanto nas latitudes muito baixas como nas muito altas sua ocorrência não é conhecida (Wei e Wise, 1990).

Conforme observações realizadas por Wei e Wise (1990) a ocorrência de *Coccolithus formosus* durante o Mesoeoceno indicaria tratar-se de uma espécie abundante nas latitudes baixa e média, com tendência a diminuir em direção às altas latitudes, convertendo-se em um bom indicador de águas quentes.

Nas áreas equatoriais, os esfenólitos apresentaram maior diversidade, contrariamente ao observado nas áreas de latitude média, chegando a ser monoespecíficos nas áreas de latitude alta, indicando assim sua preferência por águas quentes (Wei e Wise, 1990). Segundo Perch-Nielsen (1985), este gênero é mais comum ao redor de continentes ou altos submarinos que nos oceanos abertos.

O esfriamento climático durante o Mesoeoceno é relacionado à retirada de discoasterídeos das latitudes baixas, e pela retirada de assembléias de reticulofenestrídeos das latitudes altas, conforme Haq *et al.* (1979) no oceano Atlântico Norte (entre latitudes 25°-45°). Por outro lado, Wei e Wise (1990) observaram que em sedimentos do Atlântico Sul durante o Mesoeoceno, ocorreu uma diminuição de frequência de *Discoaster* nas latitudes baixas e aumentaram nas latitudes médias, sendo menos freqüente na área equatorial.

Haq (1972, 1973a) observou que nos períodos de alta temperatura os nanofósseis apresentaram maior diversidade durante o Neopaleoceno ao Eoeoceno, intervalo de tempo em que ocorreu a primeira aparição dos discoasterídeos. Este grupo se diversificou rapidamente durante o Eoeoceno ao Mesoeoceno, embora a diversidade tenha declinado gradualmente entre o fim do Mesoeoceno e o Eo-Oligoceno. A diminuição

da diversidade e sua redução na freqüência taxonômica, especialmente nos discoasterídeos, caracterizaram períodos de baixa temperatura.

As espécies de *Helicosphaera* apresentam adaptação às áreas costeiras e de plataforma, chegando a estar ausentes costa afora (Bukry *et al.* 1971). Segundo Wei e Wise (1990), estas espécies estão limitadas às latitudes baixas e ambientes de águas rasas, ocorrendo, geralmente, nos sedimentos hemipelágicos ou altos marinhos, com preferências às áreas de ressurgência (Perch-Nielsen, 1985).

Segundo Madile e Monechi (1991), o gênero *Pontosphaera* teria preferência aos ambientes próximo à costa.

Bramlette e Martini (1964) reconheceram que os Braarudosphaeraceae ocorrem em ambientes marinhos proximais. Com base nesta premissa, Rade (1970) indicou sua utilidade na localização de linhas de praia e assim determinou a distribuição de possíveis rochas-reservatório na acumulação de petróleo. Entretanto, Bybell e Gartner (1972) distinguiram o provincialismo desta família durante o Mesoeoceno e os consideraram como bons indicadores de depósitos hemipelágicos. Quadros (1981) analisou os braarudosferídeos em sedimentos marinhos do Brasil, observando que a variação da porcentagem de formas de *Braarudosphaera bigelowii* permite classificar os diversos ambientes de deposição marinha.

De acordo com Bukry *et al.* (1971), os gêneros *Rhabdosphaera*, *Transversopontis* e a espécie *Zygrhablithus bijugatus* são considerados também como indicativos de ambiente próximo à costa.

A presença mais ou menos comum de *Zygrhablithus bijugatus* é considerada como indicadora de águas profundas por cima da lisoclina (menores que 1000 m), por ser uma espécie que pode ser dissolvida rapidamente e restringida em sua distribuição (Edwards e Perch-Nielsen,

1975). Neste sentido, Wei e Wise (1990) observaram que sua abundância é devida, principalmente, à profundidade e/ou à paleoprodutividade das águas, mais que pela sua temperatura.

Segundo Siesser (1975 *apud* Madile e Monechi, 1991) considera a espécie *Neococcolithes dubius* é indicadora de águas frias. Esta espécie ocorre nos sedimentos do oceano Atlântico Sul Subantártico (entre latitudes de 45° e 50°), durante o Neoeoceno.

Chiasmolithus solitus é uma espécie característica de altas latitudes. Wei e Wise (1990) observaram sua ocorrência em assembléias de baixa latitude (entre 5° N e 28° S) no oceano Atlântico Sul, em sedimentos de idade mesoeocênica, em menores quantidades, incrementando-se em direção às altas latitudes.

A preferência paleoambiental de *Coccolithus pelagicus* é atualmente discutida, embora sua ocorrência nos sedimentos de subsuperfície do leste e sul do África, de idade eocênica, tenha sido associada aos depósitos de águas frias (Mackenzie e Wise, 1983). No oceano Atlântico Sul, esta espécie apresenta-se tanto nos sedimentos de latitudes baixas como em altas, do Mesoeoceno ao Oligoceno (Wei e Wise, 1990), caracterizado como táxon de águas temperadas. Cachao (1995), comentou que a presença desta espécie não só teria alguma relação com a temperatura, mas como poderia estar principalmente ligada a fatores de produtividade ou turbulência, o que ajudaria a compreender sua passagem no registro geológico.

7.2 Resultados obtidos

O registro de nanofósseis calcários nos sedimentos da unidade estratigráfica Talara dos poços analisados permitiu reconhecer o padrão de ocorrência e distribuição destes microfósseis, apresentados nas Tabelas 5 e 6. A abundância representada na Tabela 5 mostra valores numéricos que correspondem à porcentagem das espécies obtidas na contagem total de 300 nanofósseis por lâmina; o símbolo " * " corresponde à presença da espécie em uma lâmina escassa de nanofósseis. A abundância de nanofósseis na Tabela 6 esta representada por letras com base a uma avaliação visual na lâmina.

A análise qualitativa permitiu o reconhecimento do estado de preservação dos nanofósseis calcários, com base na escala proposta por Roth e Thierstein (1972; Roth, 1973) que expressa o grau de dissolução e sobrecrecimento secundário nestes microfósseis.

7.2.1 Preservação

O registro de nanofósseis nos sedimentos do Grupo Talara mostraram que a maioria dos espécimes apresentam sinais de dissolução e sobrecrecimento. Na seção do poço Negritos os nanofósseis apresentaram graus de dissolução fraca a moderada, esta última principalmente nas amostras de maior profundidade. Observou-se a presença de sobrecrecimento secundário com graus fraco a moderado principalmente nos discoasterídeos. Nanofósseis procedentes dos sedimentos do poço Carpitas mostraram sinais de dissolução moderada a forte, e sobrecrecimento moderado preferencialmente nos discoasterídeos.

Tabela 5. Ocorrência e abundância média de nanofósseis calcários do Grupo Talara no poço Negritos.

[illegible]

Estes dados permitiram inferir que os nanofósseis foram depositados em uma lâmina de água profunda no poço Negritos, e de maior profundidade no poço Carpitás. A dissolução ocorreu pela paleopropriedade do depósito.

7.2.2 Paleotemperatura

Os sedimentos do Grupo Talara permitiram registrar trinta e quatro espécies de nanofósseis calcários que indicaram, de modo geral, baixa diversidade em uma região de latitude baixa, de águas quentes. Contudo, observou-se também a presença de nanofósseis característicos de águas temperadas.

Os principais táxons que se destacam segundo a abundância são: *Reticulofenestra*, *Coccolithus formosus*, *Helicosphaera*, *Sphenolithus radians* e *Coccolithus pelagicus*. Os táxons característicos de águas quentes e águas temperadas mostram equilíbrio em relação à abundância.

Os táxons que indicam predominantemente a presença de águas quentes na unidade estratigráfica Talara são: *Coccolithus formosus*, *Sphenolithus radians*, *Helicosphaera* e *Discoaster*. O registro de *C. formosus* e *Helicosphaera* é geralmente constante e muito abundante.

A baixa diversidade de espécies e a maior abundância de exemplares de *Reticulofenestra* e táxons característicos de águas temperadas, entre eles, *Chiasmolithus*, *Coccolithus pelagicus* e *Neococcolithes dubius* sugerem esfriamento climático nesta região de baixa latitude, que é caracterizada por possuir alta temperatura.

Observou-se geralmente a boa preservação de reticulofenestrideos e sua grande abundância, diferenciados pelo pequeno tamanho. Estas características indicariam alta paleoprodutividade e provavelmente

estariam relacionadas ao fenômeno de ressurgência, como sugerem Eshet e Almogi-Labin (1996).

A análise quantitativa de nanofósseis calcários feita para os sedimentos do Grupo Talara no poço Negritos permitiu o conhecimento da abundância média dos táxons característicos de águas quentes e temperadas, como é representado nas Figuras 10 e 11.

A principal evidência do resfriamento climático global no Terciário é o registro de isótopos de oxigênio em foraminíferos calcários nos oceanos, registrando o declínio da temperatura nos oceanos e a acumulação de gelo nos polos, principalmente no polo Sul, ocorrido durante o Mesoeoceno, aproximadamente 50-55 milhões de anos atrás (McGowran, 1990; Frakes *et al.* 1994).

Foram confirmadas variações na frequência dos táxons de nanofósseis característicos de águas quentes e temperadas ao longo da profundidade (Figura 12). Estas variações indicariam mudanças de temperatura devido ao resfriamento climático global, podendo ocorrer simultaneamente correntes ressurgentes ou flutuações do nível do mar por instabilidade da bacia (Figura 12).

Na seção do poço Carpitás registrou-se uma assembléia de nanofósseis calcários de táxons de águas quentes e temperadas ao longo da profundidade, sendo inferidas mudanças na temperatura.

A ocorrência de táxons característicos de latitudes altas na região do Noroeste do Peru aconteceria em resposta ao resfriamento climático originando baixa diversidade e mudanças na circulação oceanica.

Figura 10 - Abundância média dos táxons característicos de águas quentes no poço Negritos (escala vertical em m de profundidade; escala horizontal em porcentagens do número total de espécies).

Chiasmolithus

Coccolithus pelagicus

Neococcolithes dubius

Reticulofenestra

Figura 11 - Abundância média dos táxons característicos de águas temperadas no poço Negritos (escala vertical em m de profundidade; escala horizontal em porcentagens do número total de espécies).

Figura 12 - Variações de freqüência de nanofósseis indicativos de águas quentes e temperadas ao longo da profundidade, na seção representativa do Grupo Talara (poço Negritos).

7.2.3 Paleoambiente

A observação da presença de braarudosferídeos, os gêneros: *Helicosphaera*, *Sphenolithus*, *Rhabdolithus*, *Pontosphaera* e *Transversopontis* proporcionou informações relativas à espessura da coluna de água, indicando que foram registrados em ambientes marinhos proximais, ocorrendo em sedimentos hemipelágicos. A abundância de *Zygrhablithus bijugatus* é moderada, com boa preservação e geralmente constante na seção estudada do poço Negritos indicando ter ocorrido *in situ* em águas profundas menores que 1000 m de profundidade.

Táxons indicativos de ambiente próximo à costa, foram também registrados na seção do poço Carpitás. O estado de preservação da espécie *Zygrhablithus bijugatus* foi moderado ocorrendo de maneira escassa ao longo da profundidade, indicando provavelmente ter ocorrido em águas mais profundas onde sua tendência é desaparecer por causa da dissolução.

7.2.4 Presença de espículas

Observou-se nas lâminas analisadas, entre os níveis 366 e 513 m de profundidade, a presença de espículas de ascídias. Nos níveis 480, 495 e 513 m registrou-se abundância de espículas de ascídias em comparação aos outros níveis, onde apresentaram-se de maneira escassa, com formas diversas, entre elas, forma ogival e formas estelares. A faixa do tamanho destas formas varia de 8-20 μm . A abundância de espículas de ascídias permite seu uso na análise paleoambiental, como foi indicado por Varol e Houghton (1996). Sua paleoecologia está relacionada ao hábitat atual dos tunicados, considerando que o hábitat das espículas fósseis não muda no

transcorrer do tempo, e que formam comunidades bentônicas marinhas nos mares plataformais.

Foram observadas espículas de espongiários de tipo monoaxonas em algumas lâminas do nível de 459 m (poço Negritos). A análise de difração de raios X, sob microscópio eletrônico de varredura (MEV), revelou que estas espículas são de composição silícica.

8. CONCLUSÕES

A presente investigação com base no registro de nanofósseis calcários proporcionou dados que implementaram o conhecimento paleontológico do Grupo Talara. A continuação apresenta-se os resultados obtidos da presente investigação:

1. A análise qualitativa permitiu conhecer o estado de preservação dos nanofósseis calcários, os mesmos que apresentaram graus de dissolução fraca a moderado na seção do poço Negritos e dissolução moderada a forte na seção do poço Carpitás.

O estado de preservação apresentado pelos nanofósseis na seção do poço Negritos permite inferir que foram depositados numa lâmina de água profunda, comparativamente aos nanofósseis observados na seção do poço Carpitás a lâmina de água teria sido de menor profundidade. Contudo, verificou-se o incremento de dissolução nos níveis mais profundos, os mesmos que estariam relacionados com a paleoprofundidade do depósito.

2. A análise sistemática permitiu reconhecer trinta e três táxons de nanofósseis calcários pela primeira vez no Grupo Talara.

3. A região que abrange os poços analisados corresponde a uma região de baixa latitude caracterizada por apresentar águas quentes. Embora foram identificados táxons característicos de assembléias de latitudes baixas e altas, de maneira geral a diversidade é baixa.

4. A análise bioestratigráfica permitiu o reconhecimento das biozonas *Discoaster sublodoensis* (NP 14), *Helicosphaera seminulum* (NP 15/NP 16/NP 17), *Chiasmolithus solitus* (NP 15/NP 16) e *Discoaster barbadiensis* (NP 19/NP 20), indicando o posicionamento do Grupo Talara entre o Mesoeoceno e Neoeoceno.

5. A análise quantitativa de nanofósseis da seção do poço Negritos permitiu verificar variações de frequência dos táxons característicos de águas quentes e temperadas ao longo da profundidade.

Estas variações indicariam mudanças de temperatura que estariam relacionadas à ocorrência de táxons característicos de latitudes altas como uma resposta ao resfriamento climático global ocorrido durante o Mesoeoceno. Contudo, estas variações poderiam estar ligadas

simultaneamente a flutuações do nível do mar devido a movimentos tectônicos.

6. Os táxons de nanofósseis calcários característicos de latitude baixa foram mais freqüentes e diversificados no poço Negritos do que no poço Carpitas. Nanofósseis calcários indicativos de ambos poços sugerem um ambiente próximo à costa.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos no presente trabalho constituem uma contribuição ao estudo bioestratigráfico e paleoecológico do Grupo Talara, onde pesquisas com base em nanofósseis calcários são escassas.

A ocorrência de nanofósseis em subsuperfície e afloramentos é de essencial conhecimento, o que permitira a aplicação destes microfósseis como marcadores bioestratigráficos permitindo que correlações bioestratigráficas podam ser estabelecidas. Desta maneira, proporcionaram maiores informações que auxiliaram no estudo paleoecológico, paleoambiental e paleogeográfico do registro sedimentar desta parte da Bacia Talara.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADELSECK, C.; GEEHAN, G.; ROTH, P. 1973. Experimental evidence for the selective dissolution and overgrowth of calcareous nannofossils during diagenesis. *Geological Society of América Bulletin*, 84: 2755-2762.
- ANTUNES, R. 1997. Introdução ao estudo dos nanofósseis calcários. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Série Didática, 115p.
- ASCUÑA, D. 1995. Evaluación Geológica del Grupo Talara-Lote X, Post-Miembro Hélico, Pre- Verdún (Cuenca Talara-NO del Perú). Cuzco-Perú, 80p., inédito (Tesis para optar el título de Ing. Geologo-Facultad de Geología de la UNSAAC).
- AUBRY, M. 1988. Phylogeny of the Cenozoic calcareous nannoplankton genus *Helicosphaera*. *Paleobiology*, 14(1): 64-80.
- AUBRY, M. 1992. Late Paleogene Calcareous Nannoplankton Evolution: A tale of climatic deterioration. In: PROTHERO, D.; BERGGREN, W. (eds), *Eocene Climatic and Biotic Evolution*, p. 272-309.
- BACKMAN, J.; HERMELIN, O. 1986. Morphometry of the Eocene nannofossil *Reticulofenestra umbilicus* lineage and its biochronological consequences. *Palaeogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology*, 57: 103-116.
- BÁLDI-BEKE, M. 1971. The Eocene nannoplankton of the Bakony Mountains, Hungary. *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.*, 54: 13-25.
- BECERRA, A.; OROSCO, C.; AUGUSTO, M. 1990. Fallamiento inverso en el Nor-Oeste Peruano. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 81: 107-119.
- BERGGREN, W.; KENT, D.; FLYNN, J. 1985. Jurassic to Paleogene: Part 2 Paleogene geochronology and chronostratigraphy. In: N. Snelling (ed.), *The Chronology of the Geological Record*.
- BIGNOT, G. 1985. Elements of micropaleontology. London, Graham & Trotman, 217p.
- BLACK, M. 1965. Cocolitos. *Endeavour*, 24: 131-137.
- BLECHSCHMIDT, G. 1976. Biostratigraphy of Calcareous Nannofossils: Leg 34, Deep Sea Drilling Project. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 34: 705-712.
- BRAMLETTE, M.; MARTINI, E. 1964. The great change in calcareous nannoplankton fossils between the Maestrichtian and Danian. *Micropaleontology*, 10: 291 - 322.

- BRAMLETTE, M.; RIEDEL, W. 1954. Stratigraphic value of discoasters and some other microfossils related to Recent coccolithophores. *Journal of Paleontology*, 28: 385-403.
- BRAMLETTE, M.; SULLIVAN, F. 1961. Coccolithoporids and related nanoplankton of the early Tertiary in California. *Micropaleontology*, 7: 129 - 174.
- BRITO NEVES, B. 1995. Crátons e faixas móveis. *Boletim IG-USP. Série Didática*, 7: 1-187.
- BUKRY, D. 1971a. *Discoaster* evolutionary trends. *Micropaleontology*, 17: 43-52.
- BUKRY, D. 1971b. Cenozoic calcareous nannofossils from the Pacific Ocean. *Transactions San Diego Society Natural History*, 16: 303-328.
- BUKRY, D. 1973a. Coccolith stratigraphy, Eastern Equatorial Pacific, Leg 16 Deep Sea Drilling Project. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 16: 653-711.
- BUKRY, D. 1973b. Low-Latitude coccolith biostratigraphy zonation. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 15: 685-703.
- BUKRY, D. 1975. Coccolith and silicoflagellate stratigraphy northwestern Pacific Ocean, Deep Sea Drilling Project Leg 32. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 32: 677-701.
- BUKRY, D. 1976. Silicoflagellate and Coccolith Stratigraphy, Southeastern Pacific Ocean, Deep Sea Drilling Project Leg 34. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 34: 715-735.
- BUKRY, D. 1978. Biostratigraphic of Cenozoic marine sediment by calcareous nannofossils. *Micropaleontology*, 24: 44-60.
- BUKRY, D. 1981. Cenozoic coccoliths from the Deep Sea Drilling Project. *SEPM Special Publication*, 32: 335-353.
- BUKRY, D.; BRAMLETTE, M. 1970. Coccolith age determinations, Leg 3, Deep Sea Drilling Program. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 3: 589-611.
- BUKRY, D.; DOUGLAS, R.; KLING, S.; KRASHENINNIKOV, V. 1971. Planktonic microfossil of the northwestern Pacific Ocean. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 6: 1253-1300.
- BURNS, D. 1975. Changes in nannofossil morphology by diagenetic processes in Cretaceous chalk deposits. *Journal of Geology and Geography*, 18(3): 469-476.
- BYBELL, L.; GARTNER, S. 1972. Provincialism among mid-Eocene calcareous nannofossils. *Micropaleontology*, 18: 319-336.

- CACHAO, M. 1995. Calcareous Nannofossils in Paleoceanography: a paradigmatic example. *Boletim de Resumos expandidos*, 1º Workshop sobre Paleoceanografia com ênfase em Micropaleontologia e Estratigrafia, Gramado-RS, Brasil, p. 49-52.
- CANCHANYA, Z. 1992. Estudio Bioestratigráfico en base a Nannoplâncton Calcáreo, Cuenca Salaverry. PETROPERÚ/IDES/EP, Lima, Rel. Interno, 13p.
- CARMALT, S.; SAINT JOHN, B. 1986. Giant oil and gas fields. *American Association of Petroleum Geologists Memoir* 40: 11-53.
- CHALCO, A. 1954. Informe geológico de la región Máncora-Fernández. *Boletín técnico de la Empresa Petrolera Fiscal*, Lima-Perú, n. 1: 128-143.
- CHAVEZ, E. 1976. Estudio del Genero *Bombacaceae* polen y su ocurrencia en los sedimentos del Eoceno Medio-Inferior de la Cuenca Talara-Nor Oeste del Perú. Lima-Perú, 80p., inédito (Tesis para optar el grado de Bachiller - Facultad de Geología de la UNMSM).
- COSTA, S. 1992. Caracterização morfoestrutural ao microscópio óptico dos nanofósseis calcários do Paleoceno / Eoceno Médio da Bacia do Espírito Santo. Rio de Janeiro, 301p., inédito (Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências da UFRJ).
- COULBOURN, W.; RESIG, J. 1979. Middle Eocene pelagic microfossils from the Nazca Plate. *Geological Society of America, Bulletin*, 90: 643-650.
- CUNHA, A. 1991. Reconhecimento dos hiatos da seção Terciária da Sub-bacia de Mundaú (Bacia do Ceará): um estudo baseado em nanofósseis calcários. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 5(1/4): 69-82.
- DEFLANDRE, G.; FERT, CH. 1954. Observations sur les Coccolithophoridés actuels et fossiles en microscopie ordinaire et électronique. *Annales de Paléontologie*, 40: 115-176.
- DICKINSON, W. 1995. Forearc Basins. In: Busby, C.; Ingersoll, R. (eds.), *Tectonics of Sedimentary basins*, p. 221-261.
- DICKINSON, W.; SEELY, D. 1979. Structure and Stratigraphy of Forearc Regions. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 63(1): 2-31.
- DORREN, J. M. 1951. Rubble bedding and graded bedding in Talara Formation of Northwestern Peru. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 35: 1829-1849.
- EDWARDS, A. 1963. A preparation technique for calcareous nannoplankton. *Micropaleontology*, 9: 103-104.

- EDWARDS, A.; PERCH-NIELSEN, K. 1975. Calcareous nannofossils from the southwest Pacific, Deep Sea Drilling Project, Leg 29. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 29: 469-539.
- EL-DAWOODY, A.; ELEWI, A. 1984. Discoasters from the Eocene rocks in northern Iraq. *Journal of African Earth Sciences*, 2(4): 365-382.
- ESHET, Y.; ALMOGI-LABIN, A. 1996. Calcareous Nannofossils as Paleoproductivity indicators in Campanian-Maastrichtian upwelling systems. *Journal of Nannoplankton Research*, 17(2): 55.
- FRAKES, L.; FRANCIS, J.; SYKTUS, J. 1994. The Cenozoic Cool Mode: early Eocene to late Miocene. In: L. Frakes; J. Francis; J. Syktus (ed) *Climate Modes of the Phanerozoic*. p: 99-114.
- GARTNER, S. 1977. Nannofossils and biostratigraphic: an overview. *Earth-Science Reviews*, 13: 227-250.
- GOMIDE, J. 1982. Bioestratigrafía do Nanoplâncton Calcário da Bacia de Campos. *Boletim técnico da Petrobrás*, 25(3): 129-137.
- GONZÁLES, G. 1976a. Modelos deposicionales en el Eoceno del Noroeste del Perú. In: Segundo Congreso Latinoamericano de Geología, Memorias, v. 2, p. 1245-1276.
- GONZÁLES, G. 1976b. Ciclos de sedimentación en el Eoceno en la cuenca Talara. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 51: 73-80.
- GONZÁLES, G. 1976c. Bioestratigrafía del Eoceno en la región de Talara. Arequipa -Perú, 224p., inédito (Tesis para optar el título de Ing. Geologo - Facultad de Geología de la UNSA).
- GRAÑA MONTERO PETROLERA 1988. Evaluación Geológica del área Carpitás-Punta Bravo. Informe técnico, 80p.
- GRZYBOWSKI, J. 1899. Die Tertiärablagerungen des nördlichen Peru und ihre Molluskenfauna. *Neues Jahrbuch Mineralogie*, 12: 610-664.
- HAQ, B. 1970. The structure of Eocene coccoliths and discoasters from a Tertiary deep-sea core in the Central Pacific. *Stockholm contributions in Geology*, 21: 1-19.
- HAQ, B. 1972. Paleogene calcareous nannoflora, Part IV. Paleogene nannoplankton biostratigraphy and evolutionary rates in Cenozoic calcareous nannoplankton. *Stockholm contributions in Geology*, 25: 129-158.
- HAQ, B. 1973a. Transgressions, climatic change and the diversity of calcareous nannoplankton. *Marine Geology*, 15: M25-M30.
- HAQ, B. 1973b. Evolutionary trends in the Cenozoic coccolithophore genus *Helicopontosphaera*. *Micropaleontology*, 19(1): 32-52.

- HAQ, B. 1984. Calcareous nannoplankton. /n: Haq,B.;Boersma,A. (eds.), *Introduction to marine micropaleontology*, p. 79-107.
- HAQ, B.; PREMOLI-SILVA, I.; LOHMANN, G. 1977. Calcareous Plankton Paleobiogeographic Evidence for Major climatic Fluctuations in the Early Cenozoic Atlantic Ocean. *Journal of Geophysical Research*, 82: 3861-3876.
- HAQ, B.; OKADA, H.; LOHMANN, G. 1979. Paleobiogeography of the Paleocene/Eocene Calcareous Nannoplankton from the North Atlantic Ocean. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 43: 617-629.
- HAY, W.; MOHLER, H.; WADE, M. 1966. Calcareous nannofossils from Nal'chik (NW Caucasus). *Eclogae geologicae Helvetiae*, 59: 379-399.
- HILL, M. 1975. Selective dissolution of mid-Cretaceous (Cenomanian) calcareous nannofossils. *Micropaleontology*, 21: 227-235.
- KLUMPP, B. 1953. Beitrag zur Kenntnis der Mikrofossilien des Mittleren und Oberen Eozän. *Palaeontographica, Abt. A*, 103: 377-406.
- LOEBLICH, A.; TAPPAN, H. 1966. Annotated Index and Bibliography of the Calcareous Nannoplankton. *Phycologia*, 5(2/3): 81-216.
- LOEBLICH, A.; TAPPAN, H. 1968. Annotated Index and Bibliography of the Calcareous Nannoplankton II. *Journal of Paleontology*, 42(2): 584-598.
- LOEBLICH, A.; TAPPAN, H. 1969. Annotated Index and Bibliography of the Calcareous Nannoplankton III. *Journal of Paleontology*, 43(2): 568-588.
- LOEBLICH, A.; TAPPAN, H. 1970a. Annotated Index and Bibliography of the Calcareous Nannoplankton IV. *Journal of Paleontology*, 44(3): 558-574.
- LOEBLICH, A.; TAPPAN, H. 1970b. Annotated Index and Bibliography of the Calcareous Nannoplankton V. *Phycologia*, 9(2): 157-174.
- LOEBLICH, A.; TAPPAN, H. 1970c. Annotated Index and Bibliography of the Calcareous Nannoplankton VI. *Phycologia*, 10(4): 315-339.
- LOEBLICH, A.; TAPPAN, H. 1973. Annotated Index and Bibliography of the Calcareous Nannoplankton VII. *Journal of Paleontology*, 47(4): 715-759.
- LORD, A.R. 1982. A stratigraphical index of calcareous nannofossils. British Micropaleontological Society Series, 192p.
- MACKENZIE, D. ; WISE, S. 1983. Paleocene and Eocene Calcareous Nannofossils from the Deep Sea Drilling Project Legs 25 and 40, South and East of Africa. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 71, Part 2: 1141-1170.
- MADILE, M.; MONECHI, S. 1991. Late Eocene to Early Oligocene Calcareous Nannofossil Assemblages from sites 699 and 703,

- Subantarctic South Atlantic Ocean. *Proceedings of the Ocean Drilling Program*, 114: 179-192.
- MARTINI, E. 1970. Standard Palaeogene Calcareous Nannoplankton Zonation. *Nature*, 266: 560-561.
- MARTINI, E. 1986. Paleogene calcareous nannoplankton from the Southwest Pacific Ocean, Deep Sea Drilling Project, Leg 90. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 90: 747-761.
- MARTINI, E. 1990. Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton biostratigraphy off Peru (ODP Leg 112). *Proceedings of the Ocean Drilling Program*, 112: 217-238.
- MARTINI, E.; MÜLLER, C. 1986. Current Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton stratigraphy and correlations. *Newsletter Stratigraphy*, 16(2): 99-112.
- MCGOWRAN, B. 1990. Fifty Million Years Ago. *American Scientist*, 78(1): 30-39.
- MCINTYRE, A.; MCINTYRE, R. 1971. Coccolith concentrations and differential solution in oceanic sediments. *In*: Funnell, B.; Riedel, W. (eds.), *The Micropalaeontology of oceans*, p. 253-261.
- MUÑOZ, H.; ZEVALLOS, O. 1970. Petróleo y Paleogeografía del Terciario en el Noroeste del Perú. *In*: PRIMER CONGRESO LATINOAMERICANO DE GEOLOGÍA, Resúmenes, v. 2, p. 139-140.
- NORTH AMERICAN STRATIGRAPHIC CODE. 1983. North American Commission on Stratigraphic nomenclature. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 67(5): 841-875.
- NUÑEZ DEL PRADO, H. 1988. El Terciario en la Cuenca Talara, ambientes sedimentarios y evolución vertical de la serie. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 78: 171-185.
- OKADA, H. 1990. Quaternary and Paleogene Calcareous Nannofossils, Leg 115. *Proceedings of the Ocean Drilling Program*, 115: 129-174.
- OKADA, H.; BUKRY, D. 1980. Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation. *Marine micropaleontology*, 5: 321-325.
- OLSSON, A.A. 1930. Contributions to the Tertiary Paleontology of Northern Peru: Part 3, Eocene Mollusca. *American Paleontology Bulletin*, 17: 1-97.
- PALACIOS, O. 1994. Geología de los cuadrángulos de Paita, Piura, Talara, Sullana y otros. *Boletín del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico*, Lima-Perú, serie A, n. 54.
- PALACIOS, O. 1995. Geología del Perú. *Boletín del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico*, Lima-Perú, serie A, n. 55. 177p.

- PERALES, F. 1994. Glosario y tabla de correlación de las unidades estratigráficas del Perú. Sociedad Geologica del Perú (ed.), 179 p.
- PERCH-NIELSEN, K. 1971. Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Coccolithen und verwandten Formen aus dem Eozän von Dänemark. *Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab Biologiske Skrifter*, 18(3): 1-76.
- PERCH-NIELSEN, K. 1985. Mesozoic calcareous nannofossils/Cenozoic calcareous nannofossils. In: Bolli, H.; Saunders, J.; Perch-Nielsen, K. (eds.), *Plankton Stratigraphy*, p. 329-554.
- PUJOS, A. 1987. Late Eocene to Pleistocene Medium-Sized and Small-Sized "Reticulofenestrids". *Abhandlungen Der Geologischen Bundesanstalt*, 39: 239-277.
- QUADROS, L.P.; GOMIDE, J. 1972. Nanofósseis calcários na plataforma continental do Brasil. *Boletim técnico da Petrobrás*, 15(4): 339-354.
- QUADROS, L.P. 1981. Contribuição à Paleoecologia do Cretáceo Superior na Área de Brejo Grande (Bacia Sergipe/Alagoas). *An. Acad. brasil. Ciênc.*, 53(3): 595-603.
- RADE, J. 1970. Otway Basin, Australia: Use of Calcareous Nannoplankton and Palynology to Determine Depositional Environment. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 54: 2196-2213.
- ROMERO, L.; ALDANA, M.; RANGEL, C.; VILLAVICENCIO, E.; RAMIREZ, J. 1995. Fauna y flora fosil del Perú. *Boletín del Instituto Geológico Minero y Metalurgico*, Lima-Perú, serie D, n. 17.
- ROTH, P. 1970. Oligocene Calcareous Nannoplankton Biostratigraphy. *Eclogae geologicae Helvetiae*, 63: 799-881.
- ROTH, P. 1973. Calcareous Nannofossils - Leg 17, Deep Sea Drilling Project. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 17: 695-795.
- ROTH, P.; THIERSTEIN, H. 1972. Calcareous Nannoplankton: Leg 14 of the Deep Sea Drilling Project. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 14: 421-485.
- SANZ, V. 1989. Entrampamiento Hidrocarburífero estructural estratigráfico en el Eoceno Superior, Yacimiento "Punta Bravo-Carpitas", Dpto. Tumbes, NO del Perú. *Boletín de la Sociedad Geologica del Perú*, 79: 145-165.
- SCHLANGER, S.; DOUGLAS, R.; LANCELOT, Y.; MOORE, T.; ROTH, P. 1973. Fossil preservation and diagenesis of pelagic carbonates from the Magellan Rise, Central North Pacific Ocean. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 17: 407-427.
- SÉRANNE, M. 1987. Évolution tectono-Sédimentaire du Bassin de Talara (nord-ouest du Pérou). *Bulletin Institute Francaise et Andine*, v. XVI (N° 3-4): 103-125.

- STAINFORTH, R. 1955. Age of Tertiary formations in Northwest Peru. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 39: 2068-2077.
- STEINMANN, G. 1929. Geologie von Peru. Karl Winters Universitätsbuchhandlung (eds.), 448p.
- TAPPAN, H. 1980. Haptophyta, coccolithophores, and other calcareous nannoplankton. In: H. Tappan (ed). *The Paleobiology of plant protists*. p. 678-803.
- THORNBURG, T.; KULM, L. 1981. Sedimentary basins of the Peru continental margin: Structure, stratigraphy, and Cenozoic tectonics from 6°S to 16°S latitude. *Geological Society of America Memoir* 154: 393-422.
- TRAVIS, R.B. 1953. La Brea-Parinas Oil Field, Northwestern Peru. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 37: 2093-2118.
- TROESEN, J.; QUADROS, L. 1971. Distribuição Bioestratigráfica dos Nanofósseis em Sedimentos Marinhos (Aptiano-Mioceno) do Brasil. *An. Acad. brasil. Ciênc.*, 43: 577-609.
- VAROL, O. 1989. Eocene calcareous nannofossils from Sile, (Northwest Turkey). *Revista Española de Micropaleontología*, 21: 273-320.
- VAROL, O.; HOUGHTON, S. 1996. A review and classification of fossil didemnid ascidian spicules. *Journal of Micropaleontology*, 15: 135-149.
- VILLAVICENCIO, E. 1965. Estudio de los Ostracodos en el Terciario del Noroeste Peruano. Lima-Perú, p., inédito (Tesis para optar el título de Ing. Geologo - Facultad de Geología de la UNMSM).
- WEI, W. ; WISE, S. 1990. Biogeographic gradients of middle Eocene-Oligocene calcareous nannoplankton in the South Atlantic Ocean. *Palaeogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology*, 79: 29-61.
- WEISS, L. 1955. Planktonic index foraminifera of northwestern Peru. *Micropaleontology*, 1: 301-319.
- WISE, S. 1973. Calcareous Nannofossils from cores recovered during Leg 18, Deep Sea Drilling Project: Biostratigraphy and observations of diagenesis. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 18: 569-615.
- YOUNG, J.; BOWN, P. 1997. Cenozoic Calcareous Nannoplankton Classification. *Journal of Nannoplankton Research*, 19: 36-47.
- ZUÑIGA, F.; CRUZADO, J. 1979. Bioestratigrafía del Noroeste Peruano. *Boletín de la Sociedad Geologica del Perú*, 60: 219-235.

ESTAMPAS

ESTAMPA 01

1a-b. *Helicosphaera lophota* Bramlette *et* Sullivan, 1961.

1a: exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (12 μ m).

1b: exemplar fotografado com filtros polarizadores paralelos.

2- *Helicosphaera seminulum* Bramlette *et* Sullivan, 1961.

Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (13 μ m).

3- *Helicosphaera* sp.

Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (11 μ m).

4- *Pontosphaera* cf. *P. inconspicua* (Sullivan) Perch-Nielsen, 1984.

Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (12,5 μ m).

ESTAMPA 01

1a

1b

2

3

4

ESTAMPA 02

- 1- *Pontosphaera* cf. *P. inconspicua* (Sullivan) Perch-Nielsen, 1984.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (10 μ m).
- 2- *Pontosphaera multipora* (Kamptner) Roth, 1970.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (15 μ m).
- 3- *Pontosphaera multipora* (Kamptner) Roth, 1970.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (8 μ m).
- 4- *Pontosphaera multipora* (Kamptner) Roth, 1970.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (10 μ m).
- 5- *Pontosphaera plana* (Bramlette et Sullivan) Haq, 1971.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (10 μ m).

ESTAMPA 02

1

2

3

4

5

ESTAMPA 03

- 1- *Transversopontis exilis* (Bramlette et Sullivan) Perch-Nielsen, 1971.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (15 μ m).
- 2- *Transversopontis obliquipons* (Deflandre) Hay, Mohler et Wade, 1966.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (10 μ m).
- 3- *Transversopontis pulcheroides* (Sullivan) Báldi-Beke, 1971.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (10 μ m).
- 4- *Transversopontis pulcheroides* (Sullivan) Báldi-Beke, 1971.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (10 μ m).
- 5- *Lophodolithus mochloporus* Deflandre, 1954.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (17,5 μ m).
- 6- Espícula de ascidia.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (10 μ m).

ESTAMPA 03

1

2

3

4

5

6

ESTAMPA 04

1- *Lophodolithus mochloporus* Deflandre, 1954.

Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (15 μ m).

2- *Neococcolithes dubius* (Deflandre) Black, 1967.

Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (10 μ m).

3- *Rhabdolithus inflata* Bramlette *et* Sullivan, 1961.

Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (18 μ m).

ESTAMPA 04

1

2

3

ESTAMPA 05

1 a-b *Blackites spinosus* (Deflandre *et* Fert) Hay *et* Towe, 1962.

1a: exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (21 μ m).

1b: exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados; eixo maior orientado a 45°.

2- *Rhabdolithus tenuis* Bramlette *et* Sullivan, 1961.

Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (19 μ m).

3- *Sphenolithus radians* Deflandre, 1952.

Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (8 μ m).

ESTAMPA 05

1a

1b

2

3

ESTAMPA 06

1- *Reticulofenestra dictyoda* (Deflandre *et* Fert) Stradner, 1968.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (9 μ m).

2- *Reticulofenestra dictyoda*.

Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (8 μ m).

3- *Reticulofenestra* sp.

Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (6 μ m).

4- *Reticulofenestra* sp.

Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (4 μ m).

5- *Reticulofenestra* sp.

Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (6 μ m).

6a-b *Chiasmolithus solitus* (Bramlette *et* Sullivan) Locker, 1968.

6a: exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (11 μ m).

6b: exemplar fotografado com filtros polarizadores paralelos.

ESTAMPA 06

1

2

3

4

5

6a

6b

ESTAMPA 07

- 1- *Chiasmolithus solitus* (Bramlette *et* Sullivan) Locker, 1968.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores paralelos (12,5 μ m).
- 2- *Chiasmolithus* sp.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (8 μ m).
- 3- *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, 1930.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (12 μ m).
- 4- *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, 1930.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (11 μ m).

ESTAMPA 07

1

2

3

4

ESTAMPA 08

- 1- *Coccolithus formosus* Wise, 1973.
Exemplar com filtros polarizadores cruzados (9 μ m).
- 2- *Zygrablithus bijugatus* (Deflandre) Deflandre, 1959.
Exemplar com filtros polarizadores cruzados; vista basal (7 μ m).
- 3a-b *Zygrablithus bijugatus* (Deflandre) Deflandre, 1959.
3a: exemplar com filtros polarizadores cruzados (10 μ m).
3b: exemplar com filtros polarizadores paralelos;
eixo maior orientado a 45°.
- 4- *Pemma basquensis* Martini, 1959.
Exemplar com filtros polarizadores cruzados (9 μ m).

ESTAMPA 08

1

2

3a

3b

4

ESTAMPA 09

- 1- *Braarudosphaera bigelowii* (Grand et Braarud) Deflandre, 1947.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (8 μ m).
- 2- *Pemma basquensis* Martini, 1959.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (10 μ m).
- 3- *Pemma rotundum* Klumpp, 1953.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (12 μ m).
- 4- *Micrantholithus vesper* Deflandre, 1954.
Exemplar fotografado com filtros polarizadores cruzados (tamanho do segmento 10 μ m aprox.).

ESTAMPA 09

1

2

3

4

ESTAMPA 10

- 1- *Micrantholithus vesper* Deflandre, 1954.
Exemplar com filtros polarizadores cruzados (15 μ m).
- 2- *Micrantholithus vesper* Deflandre, 1954.
Exemplar com filtros polarizadores cruzados (12 μ m).
- 3- *Micrantholithus* sp.
Exemplar com filtros polarizadores cruzados (10 μ m).
- 4- *Discoaster barbadiensis* Tan, 1927.
Exemplar com filtros polarizadores paralelos (13 μ m).
- 5- *Discoaster barbadiensis* Tan, 1927.
Exemplar com filtros polarizadores paralelos (13 μ m).

ESTAMPA 10

1

2

3

4

5

ESTAMPA 11

- 1- *Discoaster* aff. *binodosus* Martini, 1958.
Exemplar com filtros polarizadores paralelos (12 μ m).
- 2- *Discoaster lodoensis* Bramlette et Riedel, 1954.
Exemplar com filtros polarizadores paralelos (12 μ m).
- 3- *Discoaster sublodoensis* Bramlette et Sullivan, 1961.
Exemplar com filtros polarizadores paralelos (12 μ m).
- 4- *Discoaster sublodoensis* Bramlette et Sullivan, 1961.
Exemplar com filtros polarizadores paralelos (10 μ m).
- 5- *Discoaster tani* Bramlette et Riedel, 1954.
Exemplar com filtros polarizadores paralelos (10 μ m).
- 6- *Discoaster nodifer* (Bramlette et Riedel) Bukry, 1973.
Exemplar com filtros polarizadores paralelos (10 μ m).

ESTAMPA 11

1

2

3

4

5

6

ESTAMPA 12

1. *Blackites spinosus* (Deflandre *et* Fert) Hay *et* Towe, 1962.
Exemplar em MEV, vista lateral (13400x).

ESTAMPA 13

1. *Micrantholithus vesper* Deflandre, 1954.
Exemplar em MEV (17800x).

ESTAMPA 14

1. *Reticulofenestra* sp.
Exemplar em MEV (20880x).