INTERPRETAÇÃO DO TESTEMUNHO T-101, (32°05'S; 47°35'W) COM BASE EM NANOFÓSSEIS CALCÁRIOS - CONE DO RIO GRANDE, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

HELENA MARIA SOUTO GONÇALVES & BEATRIZ APPEL DEHNHARDT

ABSTRACT *INTERPRETATION OF PISTON CORE T-101, (32°05'S; 47°35'W) WITH CALCAREOUS NANNOFOSSILS - RIO GRANDE CONE, RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL* The present paper refers to the study of the calcareous nannofossils of the piston core T-101, placed in the Rio Grande do Sul Continental Elevation, latitude 32°05'S and longitude 47°35'W. The piston core presents 670cm of length and was obtained in a depth of 3.200m in the Rio Grande Cone area, during the accomplishment of the oceanography campaign GEOMAR VII, 1976. The analysis of these microfossils shows that they do not have a sequential distribution along the piston core, occurring concentrated at 670cm, 620cm and 580cm of the base and at 15cm of the top. Through the taxonomic identification of these microfossils, reworked material was detected in the base of the piston core mixing the early Pleistocene species with the Pliocene species. In the top, exist an assemblage of late Pleistocene. In the interval 580-15cm, calcareous nannofossils doesn't exist. Palaeoecologic and palaeoenvironmental inferences were presented. As the same time, took place the correlation of the top of the Zone *Calcidiscus macintyre* of Gartner, 1977 of lower Pleistocene with the medium part of the magnetostratigraphic Matuyama unit and of the Zone *Emiliania huxleyi* of Gartner, 1977 with the superior part of the Brunhes unit.

Keywords: Calcareous nannofossils, taxonomic, reworked, biostratigraphic.

RESUMO O presente trabalho se refere ao estudo dos nanofósseis calcários do testemunho T-101, situado na Elevação Continental do Rio Grande do Sul, latitude 32°05'S e longitude 47°35'W. O testemunho apresenta 670cm de comprimento e foi obtido a uma profundidade de lâmina d'água de 3.200m na área do Cone do Rio Grande, durante a realização da campanha oceanográfica GEOMAR VII de 1976. A análise dos microfósseis permitiu observar que eles apresentam uma distribuição não sequencial ao longo do testemunho, estando concentrados a 670cm, 620cm e 580cm da base e a 15cm do topo. A identificação taxonômica destes microfósseis possibilitou detectar um retrabalhamento na base do testemunho de espécies do Eopleistoceno com espécies do Plioceno. No topo, foi registrado uma assembleia neopleistocênica. No intervalo compreendido entre 580-15cm não foi detectado nanofósseis calcários. Inferências sobre questões paleoecológicas e paleoambientais também são apresentadas. Este estudo ainda permitiu correlacionar o topo da Zona *Calcidiscus macintyre* de Gartner, 1977 do Eopleistoceno, com a parte média da unidade magnetoestratigráfica Matuyama e da Zona *Emiliania huxleyi* de Gartner, 1977 com a parte superior da unidade Brunhes.

Palavras-chave: Nanofósseis calcários, taxonomia, retrabalhamento, bioestratigráfica.

INTRODUÇÃO O Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM) criado em 1969 permitiu a realização de operações técnico-científicas de exploração na Margem Continental Brasileira. Estas operações foram efetuadas com navios da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), do Ministério da Marinha, denominadas GEOMAR, cuja coordenação cabia aos pesquisadores de universidades brasileiras. O principal objetivo do programa era o conhecimento básico da sedimentologia, estratigrafia, estrutura e topografia da plataforma, do talude e da elevação continental, até os 3.000m de profundidade.

Este trabalho consiste em um estudo do testemunho T-101 com base em nanofósseis calcários, coletado durante a Operação GEOMAR VII, desenvolvida na Plataforma Continental Sul Brasileira. Através dos *taxa* identificados realizou-se interpretações sobre a dinâmica deposicional, a idade da seção estudada, bem como inferências climáticas e bioestratigráficas.

O referido testemunho foi extraído na Elevação Continental do Rio Grande do Sul, latitude de 32°05'S e longitude de 47°35'W, na porção média do Cone do Rio Grande, e apresenta 670cm de comprimento, a uma profundidade de lâmina d'água de 3.200m, com testemunhador DRISCOL (Fig. 1).

Os procedimentos de laboratório, exames macroscópicos, descrições, análises composicionais, classificação dos sedimentos e perfis litológicos, do testemunho analisado, foram feitos por pesquisadores, técnicos e bolsistas do Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica/CECO (Martins *et al.* 1987).

Para este estudo, foram selecionadas 17 amostras ao longo do testemunho (a 20, 80, 120, 160, 200, 240, 280, 320, 360, 420, 460, 500, 520, 550, 580, 620 e 670cm) a partir do topo, preparadas para exame ao microscópio óptico (M.O.). Uma amostra localizada a aproximadamente 15cm do topo do testemunho (Amostra 3, seção 3), foi extraída de um quarteamento *in natura* (processo usual de laboratório). Já para análise em microscópio eletrônico de varredura (M.E.V.) foi preparada uma amostra (A-17) a 670cm, da base do testemunho.

As fotografias foram realizadas em Microscópio Óptico Cari Zeiss, do Laboratório de Microscopia Óptica do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e em Microscópio Eletrônico de Varredura Digital Philips com máquina fotográfica acoplada da Faculdade de Engenharia Metalúrgica desta mesma universidade.

Por meio da identificação dos nanofósseis calcários, somada com as análises sedimentares realizadas por Alves (1977) e por Martins (1983), e com estudos palinológicos feitos por Lorscheitter (1984), foi possível inferir para o testemunho T-101 uma deposição marinha na base, uma continental para a seção intermediária e uma francamente marinha para o topo.

As análises tanto ao M.O. como ao M.E.V. permitiram reconhecer na base do testemunho uma assembleia de nanofósseis calcários do Eopleistoceno retrabalhada com espécies do Plioceno. No topo do testemunho ocorre uma assembleia tipicamente neopleistocênica, com a contaminação de dois espécimes de *Reticulofenestrapseudumbilica* e dois espécimes de *Cyclicargolithus floridanus* do Plioceno.

A associação de nanofósseis calcários eopleistocênica, revela que possivelmente o clima da época era mais quente e que os mesmos viviam em águas mais profundas, uma vez que as espécies identificadas são indicativas deste tipo de habitat.

No intervalo compreendido entre 580 e até os 15cm, o testemunho apresenta-se estéril em nanofósseis calcários. A razão pela qual não

Figura 1 - Mapa de localização da área estudada e ponto amostrado. (Modificado de Martins *et al.* 1987)

* Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500 - Prédio 43125, sala 211, Campus do Vale. Porto Alegre, RS, Brasil. CEP.: 91509-900

foram encontrados nanofósseis calcários nesta porção do testemunho T-101, possivelmente tenha sido pela influência de material terrígeno depositado no Cone do Rio Grande, interpretação de Lorscheitter (1984) ao analisar pólen e esporos de um testemunho da GEOMAR VII (T-15), e que se confirma também com o registro da grande acumulação de material continental ocorrida durante o último estágio de mar regressivo do Pleistoceno, conforme Martins (1983).

Interpretações bioestratigráficas foram possíveis de serem feitas, com parte da base e parte do topo do testemunho em estudo, tendo como modelo as proposições de zoneamento de Martini (1971), de Gartner (1977) e de Antunes (1994).

Este trabalho representa o primeiro estudo com nanofósseis calcários do Quaternário no Cone do Rio Grande contribuindo para um melhor conhecimento da plataforma continental e do talude sul brasileiro.

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E EVOLUÇÃO DO CONE DO RIO GRANDE O Cone do Rio Grande, assim definido por Martins, Urien & Butler (1972) é caracterizado como uma espessa cunha sedimentar situada na Margem Continental do Rio Grande do Sul, na Bacia de Pelotas, abrangendo o talude e a elevação continental. Essa feição localiza-se aproximadamente entre as latitudes de 31° a 34°S e as longitudes de 45° a 51°W. Apresenta-se alongado na direção leste, e estende-se por 550km, abrangendo o talude, a elevação continental, e alcançando as profundidades em torno de 4.000m, sua largura máxima está entre 350 a 400km (Martins 1983). É limitado ao sul pelo complexo de vales do Rio Grande, de direção noroeste-sudeste (Zembruski et al. 1972).

Trabalhos recentes de sísmica de reflexão citados por Fontana (1990) indicam para o Cone do Rio Grande, em cotas batimétricas de 100m até 3.600m, a presença de um espesso pacote sedimentar oriundo do continente, provavelmente constituído, em sua maior parte, de folhelhos de rápida deposição, com grandes estruturas de escorregamento, assentado sobre uma superfície de deslocamento do Oligoceno.

Alves (1977) registrou que o início de formação do Cone do Rio Grande se situaria no limite entre o Neomioceno e o Eoplioceno, desenvolvendo-se até o Pleistoceno-Holoceno.

Martins (1983) com base na pequena variação da composição mecânica dos sedimentos do Cone do Rio Grande, comprova a existência de duas fontes supridoras, uma situada ao sul (com regime deltaico) e outra ao norte (sistema lagunar). Além disso, aponta a presença de montmorillonita, proveniente das rochas do escudo pré-Cambriano e das rochas da Bacia do Paraná, e ilita, proveniente das formações pampeanas e trazida pela drenagem platina. O Cone do Rio Grande, conforme a mesma autora, sofreu uma grande acumulação de material terrígeno fluvial, depositado junto ao talude, durante o último estágio de mar regressivo do Pleistoceno. A força do desague fluvial, na zona do cone, erodiu a superfície inclinada do talude, formando *canyons* submarinos. Os rios meandantes depositavam grande parte de sua carga de material grosso, quando da passagem pela extensa Planície Costeira existente na época. Por sua vez, a grande carga em suspensão, depositada diretamente sobre o talude, gerava intensa acumulação de material lamoso (silte e argila), o principal componente na formação do Cone do Rio Grande. O grande acúmulo temporário de sedimentos deltaicos junto ao talude, ocasionava desmoronamentos e deslizamentos, gerando turbulência e mantendo em suspensão, mesmo fragmentos grosseiros. Os fluxos gravitacionais daí resultantes constituem o principal mecanismo para a formação de cones, leques e camadas de sedimentos grosseiros, no talude, na elevação continental e na planície abissal. Segundo a mesma autora, as correntes de turbidez destacam-se como o principal mecanismo de aporte de sedimentos terrígenos ao Cone do Rio Grande, apesar da interferência das correntes geostróficas de contorno, de direção horizontal (paralelas às curvas batimétricas). Esses movimentos de água podem erodir e retrabalhar sedimentos, formando depósitos denominados conturitos, facilmente identificáveis, especialmente pelas laminações finas e bem classificadas, onde predomina areia fina, silte ou argila (Hollister 1967 *apud* Lorscheitter 1984 Martins 1983).

A extensa planície formada pela plataforma emersa durante o último estágio pleistocênico, propiciou o desenvolvimento de redes de drenagem próprias, caracterizando ambientes transicionais através da presença de deltas na área sul, de influência platina, e de rios meandantes e lagunas costeiras na porção norte (Urien & Ewing 1974, Urien et al. 1980 a, b, Dillenburg 1988). Como prova disso, Urien et al. (1980a) mencionaram a presença de paleocanais na atual plataforma, cuja orientação indica antigas conexões com o Rio da Prata e

terras rio-grandenses (Escudo Cristalino e rochas gonduânicas da Bacia do Paraná).

Martins (1983) e Zouain (1986) reportaram que o Rio da Prata pode ser o principal responsável pela carga sedimentar que alimentou o Cone do Rio Grande, via marés ou correntes marítimas de sentido sul-norte.

Conforme Vicalvi (1976) a taxa de sedimentação holocênica deve ter variado de 1,4cm/10³ anos e 5cm/10³ anos. A inatividade atual do cone deve-se à ausência de grandes rios desagando na plataforma e ao reduzido transporte de material terrígeno em suspensão na área (Millamann & Santana 1974).

Na região em estudo, os rios que drenavam a plataforma emersa foram afogados pelo mar, diminuindo assim, gradativamente, a influência da sedimentação terrígena fluvial no talude e elevação continental. A redução do aporte de terrígenos atinge seu máximo na atualidade, quando os sedimentos grosseiros e a quase totalidade dos finos é trapeada em estuários e lagunas costeiras, e somente uma pequena parte das partículas mais finas consegue ultrapassar essas barreiras naturais. Essa quantidade mínima de partículas sedimentares em suspensão pode, pelo fenômeno de *by passing*, ultrapassar a plataforma continental, depositando-se a grandes profundidades (Lorscheitter 1984).

O último evento deposicional terrígeno observado sobre a região do Cone do Rio Grande foi praticamente nulo, prevalecendo, durante todo o Holoceno, uma sedimentação marinha, estritamente pelágica (Alves 1977).

Segundo Fontana (1990) na atual sedimentação do Cone contribuem tanto os sedimentos vindos das chamadas terras altas e província externa do Rio Grande do Sul, como os da província platina.

HISTÓRICO DAS PESQUISAS MICROPALÉONTOLÓGICAS

CAS A Micropaleontologia da plataforma sul brasileira e talude tem sido objeto de estudo desde o início dos anos 70, onde foram efetivadas pesquisas com foraminíferos, radiolários, ostracóides e palinóforos, além de uma única contribuição científica versando sobre nanofósseis calcários (Gomide 1989).

Boltovskoy (1973) analisou foraminíferos procedentes de testemunhos submarinos localizados na margem continental da Argentina, do Uruguai e do Brasil. Em três dos seis testemunhos analisados na Plataforma Continental do Rio Grande do Sul, o autor conseguiu delimitar o limite Pleistoceno/Holoceno.

Vicalvi (1977) estabeleceu um zoneamento bioestratigráfico para o Quaternário, com base em foraminíferos oriundos de amostras de testemunhos da plataforma e talude superior do sul do Brasil. Neste mesmo trabalho o autor propôs uma curva paleoclimática, datou com ¹⁴C o Interestadial Würmiense e a porção superior do Würm Principal em um dos testemunhos.

As pesquisas realizadas posteriormente com foraminíferos e radiolários permitiram reconhecer eventos de oscilações do nível do mar e evidências de alternância de ambientes deposicionais (ora característico de elementos continentais, ora de elementos marinhos) na plataforma continental sul brasileira e talude (Bertels & Madeira-Falcetta 1977, Bertels et al. 1980, Madeira-Falcetta et al. 1980, Bertels et al. 1982).

A continuidade dos estudos sobre radiolários espumelários e nasselários permitiu ampliar o conhecimento taxonômico do grupo, assim como possibilitou a sua utilização em elaborar inferências bioestratigráficas para a área em questão (Kotzian & Eilert 1983, Kotzian 1984, Eilert 1985, Kotzian & Eilert 1985, Kotzian et al. 1987, Baecker & Souza 1993).

A ostracofauna reconhecida na plataforma sul brasileira apresenta alta diversidade genérica e específica, incluindo novos *taxa* descritos (Santos 1987, Coimbra & Ornellas 1987, Azevedo 1988, Purper & Ornellas 1989, Bittencourt-Calcagno 1991, Sanguinetti et al. 1991, Ramos 1992, Carmo 1993, Azevedo 1995). Os dados paleoambientais obtidos através destes *taxa* coincidem com os apresentados pelos grupos taxonômicos supracitados.

As oscilações do nível do mar também foram reconhecidas com base nos estudos palinológicos efetivados por Lorscheitter (1984) em amostras de um testemunho (T-15) procedente do Cone do Rio Grande. O predomínio de pólen e esporos alternado com o de formas tipicamente marinhas, indica a maior ou menor influência continental na acumulação de sedimentos. Também o limite Pleistoceno-Holoceno e um interestágio do Pleistoceno foram evidenciados no Cone do Rio Grande, através de interpretações palinológicas, Lorscheitter (1983).

Gomide (1989) estabeleceu a bioestratigrafia da seção marinha da Bacia de Pelotas utilizando como principal ferramenta os nanofósseis calcários.

Listagem das Espécies de Nanofósseis Calcários identificadas

Calcidiscus leptoporus (Murray & Blackman 1898) Loeblich & Tappan 1978
Calcidiscus macintyre (Bukry & Bramlette 1969) Loeblich & Tappan 1978
Ceratolithus cristatus Kamptner 1950
Ceratolithus simplex Bakir 1979
Ceratolithus telesmus Norris 1965
Coccolithus pelagicus (Wallich 1877) Schiller 1930
Cydicargolithus floridanus (Roth & Hay in Hay et al. 1967) Bukry 1971
Discoaster brouweri Tan Sin Hok, sens. emend. Bramlette & Riedel 1954
Discoaster challenger Bramlette & Riedel 1954
Discoaster exilis Martini & Bramlette 1963
Discoaster pentaradiatus Jan 1927 emend. Bramlette & Riedel 1954
Discoaster surculus Martini & Bramlette 1963
Discoaster variabilis Martini & Bramlette 1963
Emiliania amula (Cohen 1964) Bukry 1973
Emiliania huxleyi (Lohmann 1902) Hay & Mohler 1967
Gephyrocapsa caribbeana Boudreaux & Hay 1967
Gephyrocapsa ericsonii MacIntyre & Be 1978
Gephyrocapsa margarelin Bréhéret 1978
Gephyrocapsa oceanica Kamptner 1943
Gephyrocapsa omega Bukry 1973
Helicosphaera acuta Theodoridis 1984
Helicosphaera carteri (Wallich 1877) Kamptner 1954
Helicosphaera hyalina Gaarder 1970
Helicosphaera inversa Gartner 1980
Helicosphaera paleocarteri Theodoridis 1984
Oolithotus antillarum (Cohen 1964) Reinhardt in Cohen & Reinhardt 1968
Pontosphaera discopora Schiller 1925
Pseudoemiliania lacunosa (Kamptner 1961) Gartner 1969
Reticulofenestra minutula (Gartner 1967) Haq & Berggren 1978
Reticulofenestra pseudumbilica (Gartner 1967) Gartner 1969
Rhabdosphaera clavigera Murray & Blackman 1898
Scyracosphaera pulchra Lohmann 1902
Thoracosphaera heimii (Lohmann 1919) Kamptner 1941
Thoracosphaera saxea Stradner 1961
Umbilicosphaera mirabilis Lohmann 1902

DISCUSSÃO O estudo dos sedimentos do testemunho T-101 permitiu reconhecer na base (670-580cm), uma assembleia de nanofósseis calcários representativos do Eopleistoceno, tais como: *Calcidiscus macintyre*, *Gephyrocapsa caribbeana* e gefirocapsas "pequenas", associados a *Helicosphaera carteri*, *Helicosphaera paleocarteri*, *Helicosphaera acuta*, *Calcidiscus leptoporus*, *Pseudoemiliania lacunosa*, *Reticulofenestra minutula*, *Ceratolithus cristatus*, *Ceratolithus telesmus*, *Ceratolithus simplex*, *Pontosphaera discopora*, *Syracosphaera pulchra*, *Umbilicosphaera mirabilis*, *Thoracosphaera saxea*, *Thoracosphaera heimii*, *Oolithotus antillarum* e *Rhabdosphaera clavigera* nos intervalos 670cm, 620cm e 580cm. Esta associação está retrabalhada com espécies do Plioceno evidenciado pela presença de *Discoaster brouweri*, *Discoaster challenger*, *Discoaster exilis*, *Discoaster variabilis*, *Discoaster surculus*, *Discoaster pentaradiatus*, *Reticulofenestra pseudumbilica*, *Cydicargolithus floridanus* e *Gephyrocapsa margarelin*. Foi registrado também espécies como *Emiliania huxleyi*, *Helicosphaera hyalina* e *Gephyrocapsa ericsonii* (Fig. 2) do Neopleistoceno, provavelmente caracterizando uma contaminação.

Antunes (1994) realizou estudo bioestratigráfico dos nanofósseis calcários quaternários da Bacia de Campos e dividiu o Plioceno-Pleistoceno/Holoceno em intervalos bioestratigráficos informais, os Intervalos A, B, C, D, E, F e G. Registra a ocorrência de gefirocapsas "grandes" (*Gephyrocapsa omega*) a partir do intervalo "D".

A ocorrência de muitos exemplares de gefirocapsas "grandes" ($\geq 6\mu\text{m}$), como a *Gephyrocapsa omega*, nos sedimentos da base do testemunho T-101 também evidencia o retrabalhamento, já que segundo Young (1991) *Gephyrocapsa omega* teria seu surgimento na base da Zona *Pseudoemiliania lacunosa* (parte média da Zona NN-19 de Martini 1971) e ter-se-ia extinto no topo da Zona *Pseudoemiliania lacunosa* de Gartner 1977 (Fig. 4).

O registro de uma espécie de helicólito, *Helicosphaera inversa*, nestes sedimentos da base do testemunho é outra evidência de retrabalhamento, pois esta espécie tem sua primeira ocorrência também na parte mediana da Zona NN-19 de Martini (1971) (Fig. 4).

Inferir-se para esta seção do testemunho (base) uma deposição sedimentar marinha, confirmada pela presença dos nanofósseis calcários, já que eles são exclusivamente marinhos (Fig. 4).

Os sedimentos do testemunho T-101 que abrangem a parte mediana do testemunho (580-15cm) apresentam-se estéreis em nanofósseis calcários, e são caracterizados por partículas mais finas (silte e argila). De acordo com Martins (1983) estas partículas finas resultam da

grande acumulação de material terrígeno fluvial que se depositou junto ao talude, durante o último estágio de mar regressivo da época pleistocênica. Embora as zonas oceânicas profundas apresentem baixas de sedimentação, é possível um maior aporte sedimentar, condicionados a presença de sistemas deltaicos no bordo da plataforma continental nos períodos de mar regressivo (Dr. Elirio Toldo Júnior, comunicação verbal).

Lorscheitter (1984), também detecta na área do Cone do Rio Grande que corresponde à elevação continental, a influência de sedimentos terrígenos. No testemunho analisado pela autora (T-15), onde ocorrem sedimentos mais finos, existe uma quantidade considerável de pólenes e esporos transportados por correntes fluviais, e afirma que foi a plasticidade destas partículas sedimentares que possibilitou a retenção polínica.

Com base no exposto acima e correlacionando com Fontana (1990) que detecta em cotas batimétricas de 100m até 3.600m a presença de um espesso pacote sedimentar oriundo do continente, estima-se para esta parte do testemunho, que localiza-se na cota aproximada de 3.500m, um ambiente continental (Fig. 4).

Os sedimentos do topo (a 15cm) do testemunho T-101 contém uma assembleia característica do Neopleistoceno: *Ceratolithus cristatus*, *Ceratolithus telesmus*, *Ceratolithus simplex*, *Helicosphaera carteri*, *Pontosphaera discopora* e gefirocapsas "pequenas" (Fig. 2); *Emiliania amula*, *Emiliania huxleyi*, *Gephyrocapsa oceanica*, *Gephyrocapsa omega*, *Coccolithus pelagicus* e *Oolithotus antillarum* (Fig. 3). Tendo em vista que foram encontrados apenas dois espécimes de *Reticulofenestra pseudumbilica* e dois espécimes de *Cydicargolithus floridanus* (espécies do Plioceno), o registro nesta assembleia do topo do testemunho não se traduz num retrabalhamento e sim em uma provável contaminação.

A presença marcante de *Ceratolithus cristatus*, *Ceratolithus telesmus* e *Ceratolithus simplex*, bem como a ocorrência de espécimes do gênero *Pontosphaera*, e de *Calcidiscus leptoporus* (a variedade pequena), *Rhabdosphaera clavigera* e *Syracosphaera pulchra* indicam águas quentes de acordo com estudos paleoecológicos realizados por Be & McIntyre (1964), McIntyre & Be (1967), Berggren & Hollister (1974), McIntyre (1976) e Okada & McIntyre (1977).

A espécie *Oolithotus antillarum*, também indicativa de clima quente, marca com sua presença, o avanço de águas quentes como uma massa bem definida na Zona de Transição (zona de convergência subtropical-subantártica) reconhecida por Mostajo (1984) para o Atlântico Sul.

A ausência de espécies do gênero *Scyphosphaera* e da espécie *Braarudosphaera bigelowi*, que caracterizam taxa de águas rasas e deveriam ser encontradas neste intervalo de tempo, indica provavelmente que na época da deposição as águas seriam mais profundas.

Todas estas evidências permitem inferir que os sedimentos do Eopleistoceno e do Neopleistoceno, conteriam assembleias de nanofósseis calcários que viveram em um mar de águas não tão rasas e quentes.

Nesta porção do testemunho cessa a deposição de sedimentos continentais, prevalecendo a sedimentação marinha estritamente pelágica, caracterizando portanto, um ambiente marinho (Fig. 4).

As zonas bioestratigráficas reconhecidas (Zona *Calcidiscus macintyre* e Zona *Emiliania huxleyi*) nos sedimentos do testemunho T-101 são biozonas já descritas na literatura e podem com facilidade serem correlacionadas com unidades magnetoestratigráficas, segundo Antunes (1994). A Zona *Calcidiscus macintyre* de Gartner 1977 que tem correlação perfeita com o intervalo "A" de Antunes (1994) está totalmente dentro da unidade Matuyama (reverso) pela magnetoestratigrafia. O intervalo reconhecido do testemunho T-101 da Zona *Calcidiscus macintyre* localiza-se no topo desta zona, pois apresenta uma assembleia de nanofósseis calcários do Eopleistoceno, dentro da unidade Matuyama (Fig. 4).

A Zona *Emiliania huxleyi* de Gartner (1977) tem identidade parcial com o intervalo "F" de Antunes (1994) porque a base desta unidade bioestratigráfica apresenta diferentes definições. O intervalo reconhecido para o testemunho T-101 da Zona *Emiliania huxleyi* tem correlação idêntica com o intervalo "F" de Antunes (1994) e está dentro da unidade magnetoestratigráfica Bruhnes (normal) do Neopleistoceno (Fig. 4).

CONCLUSÕES Pelo estudo do testemunho T-101 foi possível concluir que:

A ausência de nanofósseis calcários na seção compreendida entre 580-15cm do T-101 pode ter sido, provavelmente, devido a grande acumulação de sedimentos terrígenos que ocorreu durante o último estágio de mar regressivo do Pleistoceno também comprovado pela

presença de pólen e esporos de origem continental, que se depositaram nesta porção do cone.

Com base na bibliografia consultada pode-se colocar que possivelmente o retrabalhamento dos nanofósseis calcários ocorreu em decorrência dos deslizamentos provocados por fluxos gravitacionais, como

as correntes de turbidez, conforme indica o comportamento dos sedimentos (silte e argila) identificados nesta área.

O limite Pleistoceno/Holoceno não pôde ser reconhecido em função do retrabalhamento, mas mediante a identificação dos nanofósseis calcários foi dectado que a associação corresponde ao Pleistoceno.

Figura 2 - Nanofósseis calcários: 1 - *Calcidiscus leptoporus* (vista distai); 2a - *Calcidiscus macintyreii* (vista proximal), 2b - *Calcidiscus leptoporus* (vista distai); 3 - *Gephyrocapsa caribbeana*; 4 - *Gephyrocapsa pequena* (7.500X); 5 - *Gephyrocapsa pequena* (6.500X); 6 - *Calcidiscus macintyreii* (vista proximal); 7 - *Calcidiscus leptoporus* (6.250X); 8 - *Pseudoemiliana lacunosa* (4.250X); 9 - *Reticulofenestra minutula* (4.000X); 10 - *Helicosphaera acuta*; 11 - *Helicosphaera carteri* (6.666X); 12 - *Helicosphaera carteri* (7.000X); 13 - *Helicosphaera carteri*; 14 - *Helicosphaera inversa*; 15 - *Ceratolithus cristatus* (6.875X); 16 e 17 - *Ceratolithus cristatus*; 18 - *Ceratolithus simplex* (4.800X); 19 e 20 - *Ceratolithus simplex*; 21 - *Ceratolithus telesmus* (5.500X); 22 e 23 - *Ceratolithus telesmus*; 24 - *Pontosphaera discopora* (12.000X); 25 - *Pontosphaera discopora* (1 1.250X); 26 - *Umbilicosphaera mirabilis*; 27 - *Thoracosphaera saxeia*; 28 - *Thoracosphaera saxeia* (20.000X); 29 - *Thoracosphaera heimii*

Corroborando assim com os resultados encontrados pelos demais autores consultados que estimaram a mesma época para foraminíferos, radiolários, pólen e esporos.

O reconhecimento do topo da Zona *Calcidiscus macintyre* de Gartner (1977) do Eopleistoceno pôde ser correlacionado com a parte

superior do intervalo "A" de Antunes (1994), dentro da unidade Matuyama. E que o intervalo reconhecido para o T-101 da Zona *Emiliana huxleyi* foi considerado idêntico ao intervalo "F" de Antunes (1994), dentro da unidade magnetoestratigráfica Brunhes do Neopleistoceno.

Figura 3 - Nanofósseis calcários 1 - *Syracosphaera pulchra*; 2 - *Syracosphaera pulchra* (5.555X); 3 a-b - *Oolithotus antillarum*; 4 - *Rhabdosphaera clavigera*; 5 - *Discoaster exilis* (6.000X); 6 - *Discoaster brouweri* (6.333X); 7 - *Discoaster variabilis* (6.666X); 8 - *Discoaster challenger* (6.666X); 9 - *Reticulofenestra pseudoumbilica*; 10 - *Discoaster surculus* (7.500X); 11 - *Discoaster pentaradiatus* (5.333X); 12 - *Helicosphaera hyalina*; 13 - *Reticulofenestra pseudoumbilica* (6.000X); 14 - *Cocosfera* de *Reticulofenestra pseudoumbilica*; 15 - *Cyclicargolithus floridanus* (5.000X); 16 - *Helicosphaera hyalina* (5.000X); 17 - *Helicosphaera paleocarteri* (vista distal); 18 - *Emiliana annula*; 19 - *Helicosphaera paleocarteri* (vista proximal); 20 - *Gephyrocapsa oceanica*; 21 - *Gephyrocapsa oceanica* (5.000X); 22 - *Emiliana huxleyi*; 23 - *Gephyrocapsa omega* (5.000X); 24 - *Gephyrocapsa margarelli*; 25 - *Gephyrocapsa ericsonii*; 26 - *Coccolithus pelagicus*; 27 - *Coccolithus pelagicus* (6.250X); 28 - *Gephyrocapsa omega*

Ma	Crono-estratigrafia	Magneto-estratigrafia	Zoneamento de Martini (1971)	Zoneamento de Antunes (1994)	Zoneamento de Gartner (1977)	Eventos Biológicos do Testemunho 101	Ambiente
0,1	PLEISTOCENO / HOLOCENO	BRUNES (NORMAL)	NN-21	G 8,06 F 8,22	B. huxleyi (acme) 8,06 B. huxleyi 8,24	—	Marinho
0,3			NN-20	E 8,44	G. oostera	—	
0,5			NN-19	D 8,91	P. laticosta	Eventos para microfósseis calcários	Continental (sedimentos terrígenos)
0,7				C 9,13	Chilomenopsis parvulus (x 3,5 µm) (acme) 9,13		
0,9				B 9,44	H. salilli		
1,1				A 9,91	C. maculata		
1,3	PLIOCENO	MATEJANA (NORMAL)	NN-18	—	—	—	—
1,5				—	—	—	—
1,7				—	—	—	—

Figura 4 - Arcabouço bioestratigráfico proposto e correlação com outros zoneamentos. (Modificado de Antunes 1994)

Referências

- Alves E.C. 1977. *Estrutura rasa do Talude e Sopé da Margem Continental do Rio Grande do Sul e Uruguai*. Inst. de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Dissertação de Mestrado, 74 p.
- Antunes R.L. 1994. Bioestratigrafia dos Nanofósseis Quaternários da Bacia de Campos. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 8(2/4):295-313.
- Azevedo I. 1988. *O Gênero Urocythereis Ruggieri, 1950 (Ostracoda) na Plataforma Continental Brasileira*. Inst. de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Dissertação de Mestrado, 106 p.
- Azevedo I. 1995. *Ostracodes Quaternários da Plataforma Continental Externa e Talude Superior do Estado de Santa Catarina*. Inst. de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Tese de Doutorado, 191 p.
- Baecker S., Souza V. de. 1993. Análise da associação de Radiolários (Polycystina) Pleisto-holocénicos do testemunho T-99, Geomar VI, Margem Continental do Rio Grande do Sul. In: SBP, Congresso Brasileiro de Paleontologia 13; Simpósio Paleontológico do Cone Sul, I, São Leopoldo, Resumos, 57.
- Be A.W.H. & McIntyre, A. 1964. Recent coccoliths of the Atlantic Ocean. *Geol. Soc. Amer., Special Paper*, 82.
- Berggren W.A. & Hollister, C.D. 1974. Paleogeography, paleobiogeography and the history of circulation in the Atlantic Ocean. *Stud. Paleocenoogr. Soc. Econom. Paleontol. Mineralog., Special Publication*, 20.
- Bertels A. & Madeira-Falcetta, M. 1977. Cenozoic foraminifera (Neogene) of South America. In: Swain, F.H. (ed.), *Developments in paleontology and stratigraphy*. Amsterdam, Elsevier, 441-466.
- Bertels A., Kotzian S.B., Madeira-Falcetta M., Thiesen Z.V. 1980. Notas preliminares sobre a micropaleontologia da plataforma e talude do Rio Grande do Sul. *Notas Técnicas*, 2:27-32.
- Bertels A., Kotzian S.B., Madeira-Falcetta, M. 1982. Micropaleontologia (foraminíferos y ostracodos) del Cuaternario de Palmares do Sul (Formacion Chui), Brasil. *Ameghiniana*, 19(1-2): 125-156.
- Bittencourt-Calcagno V.M. 1991. *O Gênero Callistocythere Ruggieri, 1953 (Ostracoda) na Plataforma Continental Brasileira*. Inst. de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Dissertação de Mestrado, 146 p.
- Boltovskoy E. 1973. Estudio de testigos submarinos del Atlántico Sudoccidental. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*, 7(4):215-347.
- Boltovskoy E., Madeira-Falcetta M., Thiesen Z.V. 1982. Foraminíferos del testigo 22 (talud de Brasil Meridional). *Ameghiniana*, 19(1-2):179-208.
- Carmo D.A. 1993. *Taxonomia e Ecologia do Gênero Krieh (Ostracoda) na Margem Continental Brasileira, com Ênfase na Variabilidade do Vértice de Krieh leonesidae sp. nov.* Inst. de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Dissertação de Mestrado, 59 p.
- Coimbra J.C. & Omellas L.P. 1987. The Subfamily Orioninae Puri, 1973 (Ostracoda, Hemicytheridae) in the Brazilian Continental Shelf. Part II. Systematic of the Genus *Caudites* Coryell & Fields, 1937. *Pesquisas*, 19:55-79.
- Dillenburg S.R. 1988. *Contribuição à Evolução Paleogeográfica Quaternária da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul*. Inst. de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Dissertação de Mestrado, 77 p.
- Eilert V.P. 1985. Ocorrência de Polycystina (Protozoa, Radiolaria) antárticos e subantárticos em sedimentos superficiais do Atlântico Sudoeste (32°-35°S; 45°-52°W). *Pesquisas*, 17:151-167.
- Fontana R.L. 1990. Investigações geofísicas preliminares sobre o Cone do Rio Grande, Bacia de Pelotas-Brasil. *Acta Geológica Leopoldensia*, 13(30): 161-170.
- Gartner Jr. S. 1977. Nanofossils and biostratigraphy: an overview. *Earth Science Review*, 13(3):227-250.
- Gomide J. 1989. Bacia de Pelotas. Biocronostratigrafia baseada em Nanofósseis Calcários. In: SBG, Congresso Brasileiro de Paleontologia, 11, Curitiba, *Anais*, 1:329-351.
- Kotzian S.B. 1984. Radiolários (Polycystina) pleisto-holocénicos do Testemunho T-15, Margem Continental Sul-brasileira (33°33'S - 48°28'W). In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 33, Rio de Janeiro, Resumos, 39.
- Kotzian S.B. & Eilert V.P. 1983. Radiolários (Polycystina) quaternários de testemunhos do talude continental sul-brasileiro. In: SBG, Congresso Brasileiro de Paleontologia, 8, Rio de Janeiro, Resumos, 68.
- Kotzian S.B. & Eilert V.P. 1985. Radiolários (Polycystina-Spumellaria: Spunguridae, Spungodiscidae) Cenozóicos em testemunhos da Margem Continental Sul Brasileira. Rio de Janeiro, Paleontologia/Estratigrafia, MME-DNPM, 2(27):343-353.
- Kotzian S.B., Eilert V.P., Ruthner, M.P. 1987. Nova contribuição sobre a ocorrência de radiolários Polycystina na Margem Continental do Rio Grande do Sul, Brasil. *GEOMAR VI. Pesquisas*, 20:85-102.
- Kowsmann R.O., Leyden R., Francisconi O. 1974. Refração sísmica marinha nas bacias de Pelotas e Santos Sul e da Plataforma de Torres. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 28, Porto Alegre, *Anais*, 3:283-295.
- Lorschetter M.L. 1983. Evidences of sea oscillations of the Late Quaternary in Rio Grande do Sul, Brazil, provided by palynological studies. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 1:53-60.
- Lorschetter M.L. 1984. *Palinologia de Sedimentos Quaternários do Cone do Rio Grande - Brasil*. Inst. de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Tese de Doutorado, 270 p.
- Madeira-Falcetta M., Thiesen Z.V., Bertels A., Kotzian S.B. 1980. Foraminíferos e radiolários de testemunhos da plataforma continental e talude do Rio Grande do Sul, Brasil. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 31, Camboriú, *Anais*, 3090-3100.
- Martini E. 1971. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: Farinacci (ed.), *Proceedings II Planktonic Conference*, Roma, 1970, 2:739-785.
- Martins L.L.R. 1983. *Modelo Sedimentar no Cone do Rio Grande*. Inst. Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Tese de Doutorado, 222 p.
- Martins L.L.R., Toldo Jr. E.E., Gruber N.L.S. 1987. Descrição de Testemunhos da Plataforma Continental Sul-brasileira. *GEOMAR VII. Notas Técnicas*, 5:1-158.
- Martins L.R., Urien C.M., Butler L.W. 1972. Províncias fisiográficas e sedimentos da margem continental atlântica. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 26, Belém, *Anais*, 105-114.
- McIntyre A. 1976. Coccoliths as Paleoclimatic Indicators of Pleistocene Glaciation. *Science*, 158(3806):1314-1317.
- McIntyre A. & Be A. 1967. Modern Coccolithophoridae of the Atlantic Ocean. I. Placoliths and Cyloliths. *Deep-sea Res.*, 14:561-597.
- Millmann J.D. & Santana C.I. 1974. Oceanography and suspended matter in the surface waters of southern Brazil. Relatório interno, Projeto REMAC. (Inédito)
- Mostajo E.L. 1984. Nanoplankton calcareo del Oceano Atlântico Sur. *Revista Espanola de Micropaleontologia*, 17(2):261-280.
- Okada H. & McIntyre A. 1977. Modern coccolithophores of the Pacific and North Atlantic Oceans. *Micropaleontology*, 23(1): 1-55.
- Purpur I. & Omellas L.P. 1989. New species of *Paracytheridea* (Ostracoda) in the Brazilian Continental Shelf. In: SBP, Congresso Brasileiro de Paleontologia, 11, Curitiba, *Anais*, 1:721-732.
- Ramos M.I.F. 1992. *A Subfamília Coquimbinae Ohmert, 1968 (Ostracoda) da Plataforma Continental Brasileira - Taxonomia, Ecologia e Distribuições Geográfica e Batimétrica*. Inst. de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Dissertação de Mestrado, 155 p.
- Sanguinetti Y.T., Omellas L.P., Coimbra J.C. 1991. Post-Miocene Ostracodes from Pelotas Basin, Southern Brazil. *Taxonomy-Part I. Pesquisas*, 18(2):138-155.
- Santos M.I.F. 1987. *O Gênero Actinocythereis (Ostracoda) na Plataforma Continental Brasileira - Taxonomia, Distribuições Geográfica e Batimétrica e Relações Ecológicas*. Inst. de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Dissertação de Mestrado, 97 p.
- Urien C.M. & Ewing M. 1974. Recent sediments and environments of Southern Brazil, Uruguay, Buenos Aires and Rio Negro continental shelf. In: Burck, C.A. & Drake, C.L. (ed.) *The geology continental margins*. Berlin, Springer Verlag, p. 157-177.
- Urien C.M., Martins L.R., Martins L.L.R. 1980a. Modelos deposicionais na plataforma continental do Rio Grande do Sul (Brasil), Uruguai e Buenos Aires (Argentina). *Notas Técnicas*, 2:13-25.
- Urien C.M., Martins L.R., Martins L.L.R. 1980b. Evolução geológica do Quaternário do litoral atlântico uruguai, plataforma continental e regiões vizinhas. *Notas Técnicas*, 3:7-43.
- Vivalvi M.A. 1976. Sedimentos quaternários da plataforma continental e talude do sul do Brasil: Estratigrafia e Curvas Paleoclimáticas. Relatório interno, Projeto REMAC. (Inédito)
- Vivalvi M.A. 1977. *Sedimentos quaternários da plataforma continental e talude do sul do Brasil: estratigrafia e curvas paleoclimáticas*. Rio de Janeiro, PETROBRAS, p. 27-76, (Série Projeto REMAC 2)
- Young J.R.A. 1991. Quaternary range chart. *International Nannoplankton Association Newsletter*, 13(1):14-17.
- Zembruski S., Barreto H.T., Palma J.C., Millman J.D. 1972. Estudo preliminar das províncias geomorfológicas da margem continental brasileira. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 26, São Paulo, *Anais*, 2:187-209.
- Zouain R.N.A. 1986. *Aspectos da dinâmica sedimentar no Rio de La Plata exterior e plataforma interna adjacente*. Inst. de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Dissertação de Mestrado, 226 p.

Manuscrito A-1065

Recebido em 06 de dezembro de 1998

Revisão dos autores em 17 de novembro de 1999

Revisão aceita em 20 de novembro de 1999