Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Modelo Sedimentar do Cone de Rio Grande

Inês da Rosa Martins

Pesquisas em Geociências, 16 (16): 91-189, jan./abr., 1984.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21715>

Publicado por

Instituto de Geociências

Portal de Periódicos
UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - jan./abr., 1984.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

MODELO SEDIMENTAR DO CONE DE RIO GRANDE

INÊS DA ROSA MARTINS*

RESUMO

O presente estudo tem por objetivo o conhecimento do modelo sedimentar do Cone do Rio Grande, localizado na margem continental do Rio Grande do Sul.

Foram analisados, em suas propriedades texturais, mineralógicas e deposicionais, vinte e três testemunhos, totalizando 134 metros de material sedimentar.

Foram estudados os principais processos deposicionais presentes na região do talude e comparados com os resultados, obtidos no processamento das amostras e dados do Cone.

O Cone do Rio Grande é uma feição de mar profundo, de origem tipicamente sedimentar, cuja formação iniciou no Mioceno Superior, sendo produzido pela acumulação de material terrígeno, predominantemente pelítico, fornecido pela drenagem platina e pelas terras altas do Rio Grande do Sul.

A seqüência sedimentar, tipicamente progradacional, foi submetida a movimentos descendentes do tipo gravitacional (correntes de turbidez e outros tipos de fluxos) e se encontra modelada por correntes geostróficas de contorno, responsáveis pela ocorrência de camadas de conturitos em, praticamente, toda a seqüência.

A vinculação entre o depocentro estudado, a drenagem responsável por sua alimentação e a dinâmica existente na época do mar Wisconsiniano, constituíram elementos de grande importância na identificação da história evolutiva paleo-geográfica do Quaternário da Margem Continental do Atlântico Sul.

Por outro lado, a fisiografia e a evolução sedimentar dessa região, geraram uma sedimentação de talude extremamente rica em matéria orgânica.

O estudo realizado fornece condições para a identificação de seqüências similares mais antigas.

ABSTRACT

The main objectives of this work were to study the sedimentary model of the Rio Grande Cone, located at the Continental Margin of the State of Rio Grande do Sul (Brazil).

Twenty-three cores collected in the region, amounting to 134 meters, were analysed as to textural, mineralogical and depositional properties.

The more prominent depositional processes usually at work on the continental slope were analysed together with the results obtained through the study of the cone sediments.

*Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica-CECO, Instituto de Geociências – UFRGS. Trabalho recebido para publicação em 26.08.83.

Pesquisas	Porto Alegre	n.16	p.91-189	mar.1984
-----------	--------------	------	----------	----------

The Rio Grande do Sul Cone is a deep sea feature of typical sedimentary origin which began to be formed in the Upper Miocene, produced by the accumulation of predominantly pelitic terrigenous material from the drainage of the River Plate and the Highlands of Rio Grande do Sul.

This typical progradational sedimentary sequence was submitted to downslope gravitational movements (turbidity currents and other movements) and modelling through geostrophic contour currents which are responsible for the conturite beds occurring in all sedimentary cones.

The relationship between the studied depocenter, the drainage responsible for its main sediment supply and the existing dynamics in the sea during the Wisconsin offered strong evidence for the identification of the Quaternary paleo-geographic evolution of the South Atlantic Continental Margin.

On the other hand, the physiography and the sedimentary evolution of this area produced a slope sedimentation expecially rich in organic matter.

The present study offers new elements to identify older sedimentary sequences.

INTRODUÇÃO

A margem continental atlântica, composta pela plataforma, talude e elevação continental, apresenta gradientes com valores médios respectivos de 1:1.000, 1:40 e 1:150. Ela representa a zona de transição entre o domínio continental e o oceânico.

A margem Continental Sul Atlântica, que compreende a região Sul do Brasil, o Uruguai e Argentina é a porção mais ampla da margem continental atlântica.

Plataforma Continental

Esta província oceânica que é um prolongamento e parte do continente encoberto temporariamente pelas águas marinhas, também, foi denominada de planície costeira submersa.

A plataforma Continental Sul Atlântica é uma plataforma do tipo atlântico estável e que tem estado sujeita às variações do nível do mar. Ela é larga, com baixa taxa de suprimento sedimentar, onde as lamas trazidas pelos rios, são trapeadas nos estuários e vales afogados, ou pequena quantidade permanece em suspensão, devido a turbulência, até ultrapassar a plataforma e ir depositar-se em águas mais profundas do talude continental.

Apresenta-se consideravelmente ampla, com a zona de quebra em torno da isóbata de 170 metros (Figura 1). A morfologia é suave e está coberta por sedimentos relíquias onde as flutuações do nível do mar formaram um conjunto de feições tanto de caráter erosivo como construtivo.

As irregularidades da plataforma são representadas especialmente por bancos e dunas arenosas evidenciando uma topografia relíquia. Apresenta, também, na porção interna, uma linha de restingas submersas em resposta a hidrodinâmica atual.

No final do Pleistoceno (15.000 anos a.C.) a drenagem oriunda das terras altas do Rio Grande do Sul e a drenagem platina cortavam essa extensa e ampla planície arenosa costeira alcançando o talude continental. Esses rios esculpiam vales nesta paleo-planície, atualmente soterrados (KOWSMANN et alii, 1974), e condicionavam em sua desembocadura, o aparecimento de facies estuarinas e deltaicas, com seus diversos ambientes transicionais, como campos de dunas, lagos, lagoas, canais fluviais e praias.

Durante a transgressão Flandriana, e a conseqüente migração da linha de costa, essas feições foram parcialmente erodidas e cobertas por sedimentos marinhos.

Talude Continental

O Talude da região Sul pode ser incluído na classificação de DIETZ (1964), como tipo III — secundário, modificado pela sedimentação.

Sua forma geral é convexa, sua declividade pequena, em torno de 2°, revelando predominância dos processos sedimentares deposicionais na sua configuração. Essa declividade do talude, na altura do Rio Grande do Sul, reduz-se para 1°, onde o talude inferior toma a forma de um cone (Figura 1).

Apresenta-se, portanto, nitidamente progradante, desde o Cretáceo Interior. Ele é amplo e irregular na forma e no relevo e nele foram impressas feições sob a forma de "canyons" e canais submarinos relacionados com a migração do paleovale do Prata e a drenagem oriunda das terras altas do Rio Grande do Sul. A feição máxima resultante dessas duas contribuições sobre o talude continental, acha-se representado pelo CONE DO RIO GRANDE (URIEN, MARTINS & BUTLER, 1973).

Os sedimentos predominantes, no talude continental, são pelitos e as frações arenosas são restritas a uma pequena porcentagem de carapaças de foraminíferos, grãos de quartzo, concreções piritosas e fragmentos limonitizados.

Elevação Continental

Estende-se desde a base do talude com profundidade em torno de 2.700 até 4.000m, na planície abissal da Argentina.

A elevação continental da região sul, não apresenta feições topográficas, tanto deposicionais como erosionais, muito salientes; seu relevo em geral bastante moderado, condicionado apenas pelas porções distais do Cone do Rio Grande, cujos sedimentos, alcançam essas profundezas trazidas pelas correntes de turbidez e outros fluxos gravitacionais.

URIEN & MARTINS (1978) dão o nome da "canyon" do Rio Grande a depressão que se estende ao longo da elevação continental situada entre o Cone do Rio Grande e o Arco de Torres.

A sedimentação é de caráter hemipelágico, caracterizada pela presença de vasas abissais e lutitos, intercaladas com finas camadas de tamanho areia e silte.

Esta unidade fisiográfica e morfológica, foi assim denominada por MARTINS, URIEN & BUTLER (1972). Pode ser caracterizada 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 (Figura 2).

ALVES (1977) descreveu morfológica e estruturalmente e delimitou de maneira preliminar essa unidade. Sua idade de formação é Mioceno Superior até o Pleistoceno-Holoceno.

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, alcançando as profundidades em torno de 4.000m. Sua largura máxima é de mais ou menos 350 a 400km. A declividade média na região do talude é de 1° (BUTLER, 1970).

Geomorfologicamente, O CONE DO RIO GRANDE se divide em porção superior, que compreende o talude superior, cone médio que abrange o talude inferior e a elevação continental, e o cone inferior compreende a porção mais profunda dessa feição.

A partir do ápice do cone, junto a borda da plataforma continental externa, diverge um sistema de canais distributários. Esses canais não estão, ainda, totalmente delineados e necessitam de um estudo de detalhe. Na figura eles estão apenas inferidos.

PROCESSOS DEPOSICIONAIS NO TALUDE, NA ELEVÇÃO CONTINENTAL E PLANÍCIE ABISSAL

Comumente, antes da II Guerra Mundial, a teoria em geral aceita pelos oceanógrafos, era que no fundo dos mares e oceanos, não havia movimentação das águas, isto é, circulação de fundo. Conseqüentemente, apenas sedimentos argilosos e vasas acumulavam-se no fundo dos oceanos.

Não obstante, a possível influência da circulação de fundo no transporte dos sedimentos abissais, foi sugerida pela primeira vez por Wüst (1936).

Com o aperfeiçoamento das técnicas de amostragem tais como: a tomada de amostras de fundo, a testemunhagem a grandes profundidades, a perfilagem sísmica e a fotografia submarina, três fatos foram comprovados:

1. A superfície das profundezas abissais pode apresentar sulcos, ondas, depressões, etc.
2. A existência, nessas regiões de diferentes texturas sedimentares.
3. Entre essas texturas encontram-se sedimentos grosseiros, componentes bióticos e minerais (micas, por exemplo) característicos de zonas costeiras.

Esses elementos comprovaram claramente a presença de correntes submarinas profundas e também a conexão das zonas costeiras com as profundidades oceânicas.

Essas descobertas coincidiram com as experiências de KUENEN & MIGLIORINI (1950), HEEZEN & EWING (1952), KUENEN & MENARD (1952) que demonstraram em laboratório a possibilidade de movimentos de massa subaquosas e estabeleceram a hipótese das correntes de turbidez para explicar a presença dos "canyons", cones e leques de mar profundo.

Também *correntes de contorno de fundo* foram registradas em muitos oceanos (SHALLOW & WORTHINGTON, 1961 e 1969; HEEZEN, HOLLISTER, RUDDIMAN, 1966; HOLLISTER, 1967, HOLLISTER & ELDER, 1968) e seus efeitos puderam ser observados através de fotografias de fundo (HOLLISTER & HEEZEN, 1972; KOLLA, MOORE & CURRAY, 1976).

JACOBS & EWING (1969), JACOBS, THORNDIKE & EWING (1973) estudaram a concentração de sedimentos dentro da *camada nefelóide* e a relacionaram com a distribuição dos sedimentos pelas correntes de fundo.

Após todos estes estudos, não restaram mais dúvidas a respeito da existência das correntes de fundo e sua profunda influência na distribuição dos sedimentos nessa região. A partir daí, entendeu-se o significado geológico e a interpretação de seqüências antigas, levando em consideração os processos de transporte e deposição dos sedimentos efetuados por essas correntes.

DAVIES & LAUGHTON (1972) baseados na interpretação de perfis sísmicos e ecogramas, concluíram que os turbiditos mostravam alta refletividade devido a sua estratificação e que os conturitos eram relativamente transparentes, com ecos hiperbólicos ou prolongados, indicativos de superfícies onduladas.

Estudos semelhantes foram feitos por HOLLISTER & HEEZEN (1972); SCHNEIDER et alii (1967); DAMUTH (1975), evidenciando estas características nos perfis sísmicos da margem continental, paralelos ou perpendiculares aos contornos batimétricos, o que comprova a presença das correntes de turbidez como responsáveis pela deposição dos sedimentos de fundo.

Além disso, assinalaram a importante participação das correntes geostróficas na captação e transporte de partículas terrígenas de origem continental, dentro das profundidades marinhas, ao longo da elevação continental e planícies abissais.

TIPOS DE PROCESSOS DEPOSICIONAIS

Menos do que 10% do material sólido, trazido em suspensão pelos rios alcançam o oceano profundo. A grande maioria dos sedimentos inorgânicos são depositados nas plataformas continentais e, especialmente, em ambientes transicionais. Os processos responsáveis pelo transporte dos sedimentos terrígenos, do continente para as profundezas abissais, são:

- fluxos gravitacionais ou de massa
- difusão do material fino em suspensão

Chamados, também, de fluxos de massa, os fluxos gravitacionais constituem os mecanismos deposicionais evocados para explicar a presença de cones, leques e camadas de sedimentos grosseiros no talude, na elevação continental e planície abissal.

Conforme MIDDLETON & HAMPTON (1976) os quatro tipos fundamentais de fluxo têm suas características baseadas em 2 aspectos fundamentais:

— no primeiro caso, o fluxo gravitacional de sedimentos é um transporte no qual o material é movido paralelo à camada, ativado por ação da gravidade, que atua diretamente sobre as partículas e estas, ao se deslocarem, causam o movimento do fluido intergranular;

— no segundo aspecto, o meio (água), no qual está mergulhado o sedimento, é que se move sob ação da gravidade, carregando, portanto, os sedimentos e detritos.

Os quatro tipos fundamentais de fluxos gravitacionais são:

- a) CORRENTES DE TURBIDEZ
- b) FLUXOS LIQUEFEITOS
- c) FLUXOS DE GRÃOS
- d) FLUXOS DE FRAGMENTOS

a) *CORRENTES DE TURBIDEZ* — é um termo utilizado para designar correntes de densidade, produto de sólidos em suspensão momentânea e no qual o sedimento é suportado pelo componente da turbulência do fluido. Neste mecanismo de transporte, os grãos são mantidos em suspensão pela turbulência do meio.

As correntes de turbidez fazem parte de um conjunto de processos de deslocamento de sedimentos, que variam de transporte fluido até movimentos de massa, presentes em taludes com declividades variáveis, consideradas como o termo final, menos denso da sequência. (Figura 3).

A importância dos fluxos de turbidez, é atestada pela abundância de camadas de areias gradadas, encontradas na base do talude e nas sequências similares pertencentes a cones e leques submarinos.

Segundo KELLING & STANLEY (1976), a relativa raridade de camadas de areias gradadas nas porções mais superficiais dos testemunhos da elevação continental sugere que, atualmente, a maioria das correntes de turbidez transporta a areia através dos vales, presentes nos leques submarinos, até as planícies abissais.

Quando é feita uma detalhada análise da textura dos sedimentos, vê-se que as sequências hemipelágicas são compostas de unidades gradadas de silte e argila, o que demonstra que a contribuição de lama turbidítica na elevação continental é, muitas vezes, mais importante que as areias turbidíticas.

As correntes de turbidez podem ter sua origem em movimentos catastróficos da natureza (tremores de terra, vulcões, movimentos epirogênicos, etc) ou mesmo na mudança de suprimento sedimentar nos rios que deságuam no oceano, principal-

mente em plataformas relativamente estreitas. Cessado o impulso inicial, que coloca em suspensão uma grande quantidade de sedimentos, elas podem prosseguir seu fluxo sob ação da gravidade. Ao iniciar seu movimento, geralmente, ficam confinadas a *canyons* e em canais que atravessam a superfície de leques aluviais e ao diminuir a turbulência do fluxo, na porção distal dos leques e cones, elas se espalham lateralmente, depositando as partículas que permaneceram em suspensão.

A taxa de deposição dessas correntes em geral, parece ser bastante elevada e rápida, especialmente na parte proximal dos cones, onde começa a diminuir a intensidade da turbulência produzida pelo mecanismo gerador da corrente. Esta rápida deposição pode, também, resultar da diminuição de inclinação do talude continental, especialmente na boca dos *canyons*.

b) *FLUXOS LIQUEFEITOS* (ou fluxos de sedimentos fluidizados) — ocorrem quando o arrasto ascendente, exercido pelo movimento do fluido intersticial, excede o peso efetivo dos grãos, em um corpo de sedimentos, suspendendo as partículas contra a força da gravidade.

Desta maneira, diz-se que o fluxo liquefeito é um meio onde os grãos são sustentados pelo escape ascendente do fluido intergranular. Quando este movimento ascendente ultrapassa a velocidade mínima de liquefação, a camada se expande rapidamente, a porosidade aumenta e o sedimento torna-se mais mantido pelo fluido do que por grãos. O sedimento, então, é dito fluidizado. Geralmente ocorre quando a matriz original dos grãos, pouco compacta, é rompida, ficando os grãos temporariamente suspensos no fluido intersticial e depois assentam rapidamente através do mesmo. Portanto, a fluidização ocorre quando há um colapso na fábrica metaestável de um pacote de areia ou silte, até que uma nova fábrica suportada por grãos, seja restabelecida. Esse tipo de transporte pode possuir um movimento bastante veloz, em declives relativamente suaves, mas o mecanismo de sustentação é rapidamente dissipado com o escape do fluido intergranular.

Durante a deposição deste tipo de carga, podem formar-se estruturas em disco e colunar.

c) *FLUXOS DE GRÃOS* — são tipos de fluxos gravitacionais de sedimentos, onde os grãos são suportados por uma pressão dispersiva e há uma interação direta grão a grão (colisão).

No dizer de SHEPARD & DILL (1966), são verdadeiros rios de areia que descem pelos *canyons*, onde o declive da plataforma excede o ângulo de repouso da areia.

Este mecanismo de transporte pode atuar junto com outros processos e a deposição se dá por acumulação de massa, produzindo, provavelmente, uma graduação inversa e a orientação de grãos paralelos ao fluxo.

Este tipo de transporte é típico de margens estreitas, onde há uma passagem brusca da plataforma para o talude continental, como ocorre no Pacífico (por exemplo, na Califórnia).

d) *FLUXOS DE FRAGMENTOS* — é o tipo de transporte, onde as partículas maiores são sustentadas por uma matriz, constituída por uma mistura de fluído intersticial e sedimentos finos.

Só recentemente o fluxo subaquoso de fragmentos recebeu a devida consideração dos pesquisadores, sendo incluído como um processo importante no transporte de sedimentos oceânicos.

O produto final deste tipo de fluxo é uma lama conglomerática ou uma lama arenosa conglomerática.

De maneira geral, fluxos de fragmentos marinhos produzem seqüências mais arenosas na matriz do que nas seqüências similares subaéreas, que usualmente são mais lamosas.

Este tipo de fluxo, geralmente possui velocidades baixas em declives médios, sendo que a matriz impede o assentamento das partículas.

Os depósitos podem ser grosseiros, pobremente classificados e inteiramente maciços com marcas de sola na base da unidade e superfície irregular no topo.

Algumas areias, com moderadas quantidades de matriz lamosa, podem ser deslocadas para águas profundas como fluxo de fragmentos arenosos.

Dentro do mecanismo acima descrito, podem igualmente incluir um depósito resultante da erosão de sedimentos semiconsolidados e removidos em forma de pedaços ou fragmentos (usualmente material pelítico), que durante o transporte assumem a forma concrecionar, formando *bolas de lama* e que são englobadas no sedimento.

Por fim, deve ser considerado, que é possível o desenvolvimento dos quatro tipos fundamentais de movimentos, vistos anteriormente, numa mesma região, por ação combinada.

Assim, é provável que grandes fluxos de grãos ou fluxos liquefeitos tornem-se turbulentos e mudem para correntes de turbidez.

Por outro lado, é esperado que correntes de turbidez de alta densidade possam apresentar feições de fluxos liquefeitos, de fragmentos, ou de grãos.

Na Figura 4, apresenta-se de forma sucinta, as principais características dos quatro tipos de transporte de sedimentos produzidos pela gravidade em talude e os depósitos resultantes que os caracterizam.

Difusão do Material Fino em Suspensão

A velocidade das correntes de fundo, na plataforma continental, em geral, excede a velocidade requerida para a erosão e o transporte do silte e da argila. Assim, este material ($< 2\mu$) sobrepassa em suspensão a plataforma, alcança o talude superior e vai depositar-se em profundidades abissais.

Entretanto, a maneira precisa pela qual este material em suspensão é transferido da borda da plataforma para o assoalho oceânico ainda é discutida.

Para explicar este importante problema da geologia marinha, alguns cientistas procuraram estabelecer modelos, a fim de explicar os rumos seguidos pelas partículas em suspensão da plataforma até o mar profundo. (Figura 5).

MOORE (1969) sugere que a grande densidade ocasionada pela matéria em suspensão é suficiente para manter o fluxo gravitacional deslocando-se junto ao fundo.

DRAKE et alii (1972) desenvolvem a idéia do transporte junto ao fundo da plataforma continental de uma zona de alta turbidez. Ao alcançar maiores profundidades, em zonas de densidades também maiores, haveria uma separação desta zona túrbida.

NELSON et alii (1973) propõem um mecanismo denominado *cascadeamento*, que não difere muito do modelo anterior, mas que somente existiria uma zona de aumento de turbidez.

Também a advecção e a difusão, através da Plataforma, podem ocasionar o assentamento das partículas da coluna de água mais profunda (BOUMA et alii, 1969). As partículas que sobrepassam a plataforma através da coluna de água, acumulam-se na picnoclina seguinte e superior. Se houver uma mudança nas condições oceanográficas, pode ocorrer um novo assentamento, e as partículas vão se acumular, então, na próxima descontinuidade de densidade inferior. E assim, continua este movimento até que a partícula alcance o fundo. Na ausência de estratificação de densidade o assentamento das partículas não é interrompido.

As partículas, que sobrepassam a plataforma e não são depositadas, vão fazer parte da camada nefelóide. Nos últimos vinte anos, alguns cientistas (EWING & THORNDIKE, 1965; EITTREIM et alii, 1969; EITTREIM & EWING, 1972) reconheceram e analisaram a chamada *camada nefelóide*.

Camada nefelóide — esta pode ser considerada como uma nuvem de partículas menores que 2μ , em suspensão nas profundidades além de 2.000 metros. Já foram observadas na América do Norte, nas bacias do Pacífico, no Golfo do Alasca e no lado oeste das bacias da Argentina e Brasil.

A espessura dessa camada varia bastante, de algumas dezenas até 2.400 metros. Sendo uma feição de fundo está associada às massas de água mais densas e frias encontradas no fundo dos oceanos. Desloca-se no Atlântico Sul com um sistema de movimentos em giros contrários aos ponteiros do relógio.

Segundo EITTREIM & EWING (1972), essa camada no Atlântico Norte, apresenta maior espessura, porém menor concentração na elevação e na planície abissal (1km). É considerada como uma feição permanente no fundo do oceano, com um papel significativo no transporte dos sedimentos para as profundidades abissais, apesar das concentrações baixas e da velocidade do fluxo ser lenta em muitos locais.

A concentração deste material em suspensão é grandemente aumentada pela injeção de correntes de turbidez e pela erosão do material de tamanho argila que se encontra na interface sedimento/água.

Este fato pode ser comprovado através de fotografias de fundo, que mostram, claramente, a presença dessa nuvem de partículas em suspensão.

A análise mineralógica das partículas em suspensão nesta camada, permite resolver problemas relacionados a áreas fontes.

Levando em conta a taxa de concentração de material em suspensão, a deposição, a partir da camada nefelóide, é insignificante num período relativamente curto, mas no tempo geológico essa deposição pode originar depósitos espessos e homogêneos.

TRANSPORTE E DEPOSIÇÃO PELAS CORRENTES DE CONTORNO DE FUNDO

A sedimentação no talude e elevação continental, como viu-se anteriormente, deve-se especialmente, à combinação de 2 tipos de mecanismos de transporte: os *fluxos gravitacionais* e a *difusão do material fino em suspensão*. Poder-se-ia dizer que estes mecanismos constituem os agentes transportadores dos sedimentos inorgânicos dos continentes para o oceano profundo.

Mas existe um terceiro mecanismo muito importante, e que atua em movimentos paralelos às curvas batimétricas: são as *correntes geostróficas de contorno*.

Assim, as correntes de turbidez, que descem pelo talude abaixo, constituem o maior fornecedor de sedimentos finos que mantêm ou aumentam a turbidez das correntes geostróficas, que fluem paralelas às linhas de contorno batimétrico.

Os sedimentos grosseiros são transportados até a elevação continental e depositados, formando leques submarinos coalescentes, geralmente na boca dos *canyons*.

A velocidade das correntes de fundo são suficientes para colocar em suspensão e retrabalhar os sedimentos pleistocênicos depositados na boca desses *canyons*, que eram bastante ativos em níveis de mar mais baixos que o atual. Esse processo, ainda ativo, pode remodelar as feições geomórficas então existentes.

A massa de água fria do Atlântico Sul, Água Antártica de Fundo, tem sua origem na Convergência Antártica (EWING et alii, 1971). Ao fluir para a bacia da Argentina através do estreito das Malvinas, ela traz uma carga de sedimentos em suspensão proveniente das regiões polares. Como ela flui, por este estreito, com velocidades de até 100cm/seg., naturalmente, não deposita esta carga, e também erosiona o material das regiões por onde passa.

À medida que migra para norte, sob a influência da força de Coriolis, ao entrar na bacia da Argentina, inflete para oeste. Com a perda de velocidade, deposita parte de sua carga e diminui a concentração de material em suspensão da camada nefelóide.

Para haver uma realimentação de material nessa corrente é necessário a contribuição de correntes de turbidez.

A corrente geostrófica de fundo atuaria, então, como uma ação de *winnowing*, carregando os sedimentos mais finos, e deixando, como já foi dito, os grosseiros nas

proximidades da boca dos *canyons* (EWING et alii, 1971). Estas correntes podem tornar-se ocasionalmente eventos pulsáteis, de maior competência, sendo então capazes de transportar também areias finas, que formam camadas pouco espessas, mas extensas, na elevação continental.

O transporte vertical, isto é, talude abaixo, gera conseqüentemente leques e cones, e dominam onde as correntes de contorno são mais fracas ou ausentes e, portanto, só os *canyons* são ativos.

Onde não existem *canyons* ativos, domina o transporte horizontal, ou seja, as correntes geostróficas de contorno.

Os depósitos originados por este tipo de processo foram chamados de CONTURITOS por HEEZEN et alii (1966).

Conturitos

Pode-se definir os CONTURITOS, como um depósito de sedimentos de mar profundo acumulados sob a influência de fortes correntes de contorno de fundo.

HOLLISTER (1967) listou as principais diferenças entre conturitos e turbiditos. (Tabela 1):

Como características principais dos conturitos holocênicos da elevação continental, podemos citar:

- a) tamanho de grão predominante é areia fina, silte ou argila;
- b) apresentam-se em várias camadas de pouca espessura (0,2 a 0,5cm);
- c) contato superior e inferior brusco
- d) laminações acentuadas pela concentração de minerais pesados;
- e) orientação preferencial do grão é plano paralela;
- f) apresentam uma classificação de boa a muito boa, com menos de 5% de matriz;
- g) acamadamento normal ou reverso;
- h) microfósseis desgastados ou quebrados.

STOW & LOVELL (1979) descrevem duas variedades de conturitos: *conturitos lamosos* — sem acamadamento definido e depositados a partir dos sedimentos em suspensão na camada nefelóide; *conturitos arenosos* — resultantes da ação de *winnowing*, nos sedimentos trazidos pelas correntes descendentes. Este último tipo é constituído por areias finas e bem classificadas.

PROCESSOS DEPOSICIONAIS NO TALUDE E ELEVAÇÃO CONTINENTAIS DO RIO GRANDE DO SUL

Examinando a cobertura sedimentar moderna das plataformas continentais, verifica-se que, com exceção das áreas localizadas nas proximidades das desembocaduras dos grandes rios, pouco material de origem continental atinge as regiões de mar profundo.

Tabela 1
PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS TURBIDITOS E CONTURITOS (Segundo HOLLISTER, 1967)

Classificação		Turbidito	Conturito	Conclusões
		Moderado a pobremente classificado <1,50 (FOLK)	Classificação boa a muito boa <0,75 (FOLK)	Conturitos são melhor classificados
Espessura da camada		Usualmente 10-100m	Usualmente 5cm	Conturitos apresentam finas camadas
Estruturas primárias	Acamadamento	Acamadamento normal; contato basal brusco. Contato superior pouco definido.	Normal e reverso, contato basal e contato superior brusco.	Conturitos tendem a ter uma gradção menos regular e um contato superior brusco. Conturitos contrastam com os turbiditos pelos minerais pesados colocarem-se em finos estratos.
	Laminação cruzada	Comum acentuada pela concentração de lutitos.	Comum, acentuada pela concentração de minerais pesados.	
	Laminação horizontal	Comum na porção superior, acentuada pela concentração de lutitos.	Comum em todo depósito, acentuada pela concentração de minerais pesados ou conchas de foraminíferos.	
Acamadamento maciço		Comum especialmente na porção inferior.	Ausente.	Conturitos são laminados.
Fábrica do grão		Pouca ou nenhuma orientação dos grãos na porção maciça.	Grãos com orientação preferencial paralela ou acamadamento.	Conturitos possuem uma melhor orientação do grão.
Constituintes da areia e silte	Matriz (<2μ)	10 a 20%	0 a 5%	Conturitos têm menos matriz.
	Microfósseis	Comuns e bem preservados.	Raros desgastados e quebrados.	Conturitos mostram mais evidências de retrabalhamento.
	Plantas e restos de esqueletos	Comuns e bem preservados, classificados pelo tamanho da camada.	Raros e usualmente quebrados ou desgastados	Conturitos mostram maior evidência de retrabalhamento.
Classificação (Pettijohn)		Grauwaque e subgrauwaque	Subgrauwaque arcoso e orto-quartzito.	Conturitos são mais maduros.

Tem sido demonstrado que parte da carga terrígena é trapeada em ambientes transicionais tais como: lagunas, deltas, estuários e baías, que funcionam como verdadeiras armadilhas naturais de aprisionamento de sedimentos e, portanto, só parte do material proveniente do continente é liberado para o mar profundo.

Devido a agitação produzida pelas ondas e correntes, a parte restante deste material, é mantida em transporte, sobrepassa a plataforma (ação de *by passing*) e alcança o talude superior, indo mais tarde depositar-se em profundidades mais elevadas.

Assim, esses sedimentos finos juntam-se às espessas seqüências lamosas que se acumularam no talude e elevação continentais, produtos da sedimentação pleistocênica durante os diversos níveis de mar. Além disso, essa região é constantemente afetada pelos variados mecanismos e redistribuição dos sedimentos, diagnósticos de uma dinâmica sedimentar característica para cada setor.

A maneira precisa pela qual estes materiais são transferidos para a elevação continental é ainda discutida, mas não impossível de explicar.

Pode-se afirmar, através dos estudos prévios feitos por outros e no presente trabalho, que a margem continental do Rio Grande do Sul apresenta como meios de transporte e dinamização dos sedimentos, os seguintes mecanismos: a difusão em direção ao mar dos sedimentos em suspensão, os fluxos gravitacionais de sedimentos, entre os quais sobressaem as correntes de turbidez e finalmente as correntes geostróficas contínuas, que se desenvolvem paralelas aos contornos batimétricos.

A presença destes últimos tipos de depósitos denominados conturitos, na região do Cone de Rio Grande, foram referidos pela primeira vez por MARTINS, MARTINS & URIEN (1978).

Estudando a região localizada ao norte do Cone do Rio Grande, MARTINS, MARTINS & URIEN (1980), e MARTINS, MARTINS & CORREA (1981) descreveram a presença de três tipos de fluxos gravitacionais: de grãos, de fragmentos e também correntes de turbidez.

Recentemente, em estudos por nós efetuados durante a operação GEOMAR XVII, na região mais ao sul do Cone (mas ainda não divulgados), pudemos novamente constatar a presença desses três mecanismos citados anteriormente e também depósitos conturíticos.

Os movimentos descendentes, no talude continental, podem ser perfeitamente acompanhados pela presença de componentes grosseiros, constituídos por conchas inteiras e/ou fragmentadas de moluscos e subordinadamente por fragmentos de *beach-rock* e foraminíferos.

Na seqüência de testemunhos analisados nos trabalhos citados, são evidentes as atividades de correntes de turbidez (*turbidity current*), produzindo efeitos erosivos no topo das camadas lamosas e provocando o surgimento de camadas grosseiras gradacionais com contato basal brusco.

Nestas camadas de turbiditos, ocorrem, além dos componentes mais grosseiros representados por material carbonático proveniente da atividade organógena, areias quartzosas e lama como componentes terrígenos.

Outra ocorrência de material grosseiro imerso em matriz lamosa, mas sem gradação acentuada, é representado por fluxos de fragmentos (*debris flow*). Estes fragmentos são de corais de tamanho variado. Os testemunhos foram obtidos a uma profundidade de 600 metros. Também foram identificados, em algumas seqüências, os depósitos formados por *bolas de lama*, resultantes da erosão dos sedimentos semiconsolidados.

Camadas com espessuras superiores a 1 metro, de areias glauconíticas foram registradas, em testemunhos coletados a 400 metros de profundidade. Este tipo de ocorrência parece caracterizar fluxos gravitacionais de grãos (*grain flow*), a partir da borda da plataforma.

Tais evidências indicam claramente o transporte sedimentar de caráter gravitacional presentes no talude e elevação continental ao norte e ao sul da região em estudo neste trabalho.

Dos tipos de fluxos gravitacionais, anteriormente descritos e caracterizados, apenas correntes de turbidez e fluxos de grãos foram evidenciados na área do Cone do Rio Grande, que, aliada à ação desenvolvida pelas correntes geostróficas de contorno, constituem os principais elementos de distribuição de sedimentos nesta região.

A ausência dos outros tipos de depósitos pode estar ligada à morfologia do talude continental, cuja inclinação na região do Cone do Rio Grande, está grandemente suavizada pela progradação de sedimentos finos que preencheram a Bacia de Pelotas.

SEDIMENTOLOGIA MARINHA REGIONAL

Os primeiros estudos sobre os tipos e as características dos sedimentos de fundo da plataforma continental da área pesquisada foram feitos por MARTINS, URIEN & EICHLER (1967) e ZEMBRUSCKI (1967). Destas pesquisas resultaram o mapeamento das facies sedimentares e superficiais e as primeiras tentativas de determinar a relação dos sedimentos com os paleoambientes quaternários. Os trabalhos acima mencionados deram enfoque somente à região da plataforma continental e talude superior.

Para se ter uma clara conceituação da nomenclatura adotada e para descrever a cobertura sedimentar da margem continental sul-brasileira, convém fazer uma pequena síntese dos conceitos adotados anteriormente por outros autores.

JOHNSON (1919), estudando o padrão de sedimentação terrígena em plataformas continentais, afirma que há um decréscimo progressivo no tamanho das partículas em função do aumento da profundidade.

SHEPARD (1932), baseado em um grande volume de dados, fez a primeira contestação a essa afirmação de Johnson, que pode ser considerada como regra geral. O referido autor verificou que o padrão de distribuição de tamanhos de grãos era mais complexo e que não era só regulado pela profundidade, mas as distribui-

ções anômalas podiam ser controladas pelas oscilações do nível do mar, durante o Quaternário.

Finalmente, baseado nesta nova concepção, EMERY (1952, 1968), classificou os sedimentos superficiais, de acordo com a sua gênese, em:

- a) autógenos (glauconita, fosforita)
- b) orgânicos (conchas, foraminíferos)
- c) residuais (de rochas subjacentes)
- d) relíquias (remanescentes de um ambiente mais antigo)
- e) detríticos (terrígenos de contribuição atual, transportados por agentes diversos)

Portanto, os sedimentos que atacam a maioria das plataformas atuais são considerados relíquias ou modernos. Os sedimentos modernos restringem-se a uma estreita faixa junto à costa.

Considera-se sedimentos relíquias, àqueles depositados em outro ambiente, diferente do atual (EMERY, 1952 e 1968) e que aí permanecem, em desequilíbrio com a dinâmica existente, que tende a retrabalhá-los ajustando-os às novas condições ambientais.

Assim, SWIFT et alii (1971) chamaram estes sedimentos retrabalhados de *palimpsésticos*.

CURRAY (1964), baseado nos estudos de SHEPARD & EMERY, citados anteriormente, ampliou a conceituação de transgressão e regressão e passou a interpretar as *seqüências estratigráficas depositadas nas plataformas continentais, como resultantes da relação entre a taxa de elevação do nível do mar e a taxa de deposição efetiva*.

As alternâncias climáticas ocorridas durante o Quaternário, geraram períodos sucessivos de frio e calor, que se manifestaram como ciclos glaciais e interglaciais.

Esses períodos modificaram o volume de água nos oceanos e concentraram maior ou menor quantidade de gelo nas calotas polares. Afetaram, também, o equilíbrio isostático, alterando, assim, de forma global, os níveis relativos do mar.

Essas mudanças *glacio eustáticas* cobriram e descobriram grandes porções da planície costeira-plataforma continental, como unidades.

Tais mudanças refletiram-se nas migrações laterais sucessivas da linha de costa, e ficaram registradas em formas erosivas e construcionais, influenciando assim, profundamente, a sedimentação e a morfologia das plataformas continentais.

Entre estas flutuações do nível do mar, as mais modernas e, conseqüentemente, melhor preservadas, foram: a regressão ocorrida no final do Wisconsiniano (Pleistoceno Superior) e a subseqüente transgressão Flandriana (Holoceno).

Sedimentação Moderna do Sul do Brasil

A sedimentação da margem continental do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Uruguai é predominantemente terrígena e do tipo de seqüência areia-lama-areia (plataforma) e lama de talude (hemipelágica). (Figura 6).

A única exceção desta ordem lateral de ocorrência, em escala muito baixa, está presente na desembocadura da Lagoa dos Patos, onde há uma contribuição atual de sedimentos finos que se misturam, e por vezes, recobrem o corpo arenoso interno da plataforma continental e na desembocadura do Rio da Prata, onde a contribuição moderna platina se faz sentir com alguma intensidade..

a) *Seqüência arenosa*

Essa seqüência foi descrita por MARTINS et alii (1967, 1972 e 1978), URIEN & EWING (1974) e por ROCHA et alii (1975) como relíquia, excetuando a zona ativada pelo regime hidráulico atual que adquire características palimpsésticas.

Essa cobertura arenosa, mais interna, originalmente fluvial, foi posteriormente submetida a novas condições hidrodinâmicas, ao trocar o nível da base das ondas e correntes litorâneas. Esse mesmo material constitui, agora, o cordão arenoso costeiro.

Além disso, esses sedimentos costeiros arenosos estão relacionados com elementos bioclásticos grosseiros, que marcaram as zonas sucessivas de alta energia (biodeétritos de plataforma interna e externa). Explica-se assim, a predominância de certas zonas de material biogênico alternado ou misturado com clásticos terrígenos.

Na transgressão Flandriana, com o deslocamento da linha de praia e com estabilizações breves, é provável que a mobilização do estoque arenoso da plataforma tenha dado início à formação de restingas múltiplas similares à da Lagoa dos Patos e o Banco do Prata.

b) *Seqüência lamosa*

Com o nível do mar abatido, toda a drenagem fluvial das terras altas do Rio Grande do Sul e grande parte do deságüe platino, derramava sua carga de suspensão diretamente no talude continental (MARTINS et alii, 1967), dando origem a uma seqüência de sedimentos predominantemente finos terrígenos, hoje apresentando uma fina película de sedimentos hemipelágicos em sua parte superior.

A transgressão Flandriana deixou, como consequência, uma mudança na zona de deposição desta lama fluvial. Essa ingressão do nível do mar chegou mesmo a ultrapassar o atual nível, conforme comprova VILLWOCK (1973); URIEN, MARTINS & MARTINS (1980) e URIEN & MARTINS (1981).

Dentro destas duas seqüências terrígenas principais, presentes na margem continental do Rio Grande do Sul, podemos identificar as diversas fácies sedimentares já descritas anteriormente por outros autores.

SEDIMENTOS DO CONE DO RIO GRANDE

Processamento das Amostras e Dados

Os testemunhos utilizados neste estudo foram coletados durante a missão GEOMAR VII, desenvolvida de 19 de março a 18 de maio de 1976, na margem continental do Rio Grande do Sul. A localização exata destes testemunhos pode ser acompanhada na Figura 3.

Todos os trabalhos de bordo foram realizados com o NOc Almirante Câmara, através do Programa de Geologia e Geofísica Marinha — PGGM, da Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha.

As testemunhagens foram feitas com um testemunhador a pistão, tipo Driscoll, cujas especificações podem ser obtidas em FIGUEIREDO Jr. & HOFMEISTER (1978).

A região do talude, em particular o Cone do Rio Grande, foi pesquisada com certo detalhe pela primeira vez, com a realização de 25 estações de testemunhagem, alcançando um total de 134 metros de coluna sedimentar numa seqüência predominantemente pelítica.

O processamento de dados e amostras foram executados nos laboratórios do Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica — CECO.

Esse processamento constou de uma seqüência de análises usuais em estudos dessa natureza, visando obter um máximo de informações de caráter textural, mineralógico, de feições deposicionais e diagênicas que pudessem ser utilizadas, na interpretação da seqüência sedimentar presente.

A metodologia aplicada pode ser acompanhada no fluxograma que segue.

Os dados quantitativos obtidos através dessas análises, e todas as informações relacionadas com localização, profundidade, etc., podem ser acompanhados na Tabela 2.

Tabela 2
LOCALIZAÇÃO, PROFUNDIDADE DA LÂMINA D'ÁGUA, COMPRIMENTO DOS TESTILINHOS, PERCENTAGEM DOS COMPONENTES PRINCIPAIS,
PARÂMETROS ESTATÍSTICOS, PROPRIEDADES FÍSICAS DAS AMOSTRAS ESTUDADAS NO CONE DO RIO GRANDE

Estação	Posicion.	Comprim. m	Profund. m	Amostra	Profund. Amostra	% Areia	% Silte	% Argil.	Md	Mz	SK _I	Sigma	KGL _I	Dens.	% umid.
01	33°05'S 51°14'W	4,30	1,184	04	0,05	21,0	53,0	26,0	5,40	6,17	0,44	2,51	0,44	—	—
				05	0,27	46,0	47,0	7,0	4,07	4,52	0,58	1,53	0,60	—	—
				06	0,48	27,0	64,0	9,0	4,47	5,02	0,58	1,79	0,58	—	—
				14	0,73	52,0	25,0	23,0	4,90	6,94	0,57	2,52	0,45	—	—
				15	1,38	15,0	40,0	45,0	7,45	7,53	0,03	2,99	0,35	—	—
				16	1,79	6,0	39,0	55,0	8,60	8,43	-0,14	2,74	0,41	—	—
02	33°08'S 50°48'W	0,88	1,907	17	2,04	8,0	49,0	43,0	7,20	7,45	0,11	2,81	0,36	—	—
				18	2,45	6,0	36,0	58,0	8,44	8,47	-0,07	2,56	0,44	—	—
				19	2,86	11,0	46,0	43,0	7,85	7,80	-0,03	2,96	0,36	—	—
				20	3,38	22,0	40,0	38,0	5,90	6,89	0,39	3,04	0,39	—	—
				24	3,70	9,0	41,0	50,0	8,75	8,12	-0,27	2,88	0,35	—	—
				25	4,00	9,0	42,0	49,0	8,00	7,87	-0,06	2,90	0,37	—	—
				26	4,27	12,0	41,0	47,0	7,70	7,68	-0,01	2,91	0,36	—	—
				04	0,21	1,0	55,0	44,0	7,32	7,43	0,10	2,07	0,46	1,64	46,54
				05	0,50	3,0	62,0	35,0	6,60	6,48	0,22	2,25	0,44	1,55	52,28
				06	0,86	5,0	37,0	58,0	8,94	8,55	-0,23	2,31	0,42	1,62	38,08
04	34°25'S 51°55'W	2,80	150	06 07	0,22 0,08	80,0 100,0	20,0 —	— —	3,09 3,13	3,21 2,98	0,80 0,56	0,31 0,23	0,64 0,64	—	28,28
05	34°27'S 51°43'W	7,18	769	04	0,33	35,0	50,0	15,0	4,36	5,29	0,68	2,22	0,51	1,69	33,62
				05	0,99	52,0	34,0	14,0	3,92	4,70	0,70	2,03	0,64	1,42	27,77
				15	1,70	42,0	47,0	11,0	4,18	4,93	0,71	1,95	0,64	—	31,39
				16	3,10	13,0	54,0	33,0	5,57	6,69	0,51	2,78	0,38	1,44	30,70
				17	4,22	70,0	17,0	13,0	3,47	4,42	0,78	2,08	0,74	1,65	20,44
				26	4,48	83,0	9,0	8,0	3,25	3,45	0,73	1,21	0,83	1,56	19,37
06	34°46'S 51°17'W	5,56	2,000	27	5,60	70,0	15,0	15,0	3,48	4,49	0,79	2,28	0,71	1,62	21,71
				28	6,35	19,0	36,0	45,0	5,70	6,95	0,48	3,11	0,35	1,73	26,26
				29	6,98	35,0	35,0	30,0	5,00	6,11	0,54	2,85	0,37	1,65	26,71
				05	0,65	1,0	60,0	39,0	7,12	7,48	0,20	2,37	0,43	0,80	52,55
				06	1,30	1,0	62,0	37,0	6,95	7,03	0,13	2,13	0,51	1,26	52,83
				07	2,05	4,0	63,0	33,0	6,60	7,11	0,28	2,45	0,43	1,91	49,26
				10	3,22	2,0	54,0	44,0	7,29	7,81	0,23	2,51	0,40	1,48	36,92
				11	4,08	9,0	52,0	39,0	6,50	7,34	0,34	2,91	0,36	1,42	37,48
				14	4,70	5,0	54,0	41,0	7,10	7,60	0,20	2,96	0,38	1,45	38,37
				15	5,40	7,0	57,0	36,0	7,50	7,06	0,36	2,69	0,38	1,50	39,00

Estação	Posicion.	Comprim. m	Profund. m	Amostra	Profund. Amostra	% Areia	% Silte	% Argil.	Md	Mz	SK _i	Sigma	KGL1	Dens.	% umid.
07	35°21'S 49°57'W	6,58	3,850	05	0,24	1,0	66,0	33,0	6,91	7,16	0,18	2,10	0,45	1,27	50,15
				06	0,70	8,0	73,0	19,0	5,00	6,90	0,65	2,19	0,53	1,56	29,18
				12	1,03	21,0	62,0	17,0	4,55	5,46	0,68	2,15	0,50	1,21	52,61
				14	2,65	1,0	52,0	47,0	7,95	7,92	-0,02	2,47	0,39	1,28	49,78
				15	3,55	5,0	50,0	45,0	7,40	7,61	0,11	2,76	0,39	1,35	45,57
				19	4,38	27,0	58,0	15,0	4,41	5,30	0,72	1,89	0,57	1,32	42,09
09	34°30'S 48°37'W	5,67	4,550	20	5,20	3,0	46,0	51,0	8,12	8,03	-0,04	2,59	0,40	1,29	42,64
				21	6,29	1,0	45,0	54,0	8,47	8,36	-0,07	2,59	0,36	1,37	43,18
				04	0,15	0,5	61,5	38,0	7,06	7,33	0,18	2,05	0,43	1,16	57,75
				05	1,87	1,0	50,0	49,0	7,90	8,08	0,06	2,44	0,38	1,16	54,15
				10	3,08	2,0	47,0	51,0	8,10	8,16	0,00	2,68	0,37	1,28	41,12
				11	4,20	2,0	53,0	45,0	7,40	7,56	0,10	2,74	0,37	1,0	42,45
10	34°14'S 47°55'W	6,54	4,028	12	5,30	1,0	49,0	50,0	8,00	8,15	0,06	2,67	0,37	1,39	33,89
				03	0,38	5,0	54,0	41,0	6,70	7,23	0,24	2,59	0,35	1,37	39,04
				04	0,80	2,0	54,0	44,0	7,20	7,74	0,22	2,68	0,35	1,37	39,04
				16	1,24	5,0	64,0	31,0	6,10	7,03	0,44	2,66	0,39	1,62	34,46
				17	1,35	3,0	59,0	38,0	6,79	7,50	0,24	2,81	0,35	1,62	34,46
				18	1,58	1,0	61,0	38,0	7,13	7,68	0,27	2,53	0,35	1,47	36,37
11	33°58'S 50°16'W	4,40	2,016	19	3,03	67,0	26,0	5,0	3,74	3,78	0,38	0,99	0,72	1,53	19,65
				03	0,22	5,0	42,0	56,0	8,30	8,21	-0,06	2,89	0,37	1,19	45,84
				04	1,20	9,0	45,0	46,0	7,60	7,68	-0,02	2,86	0,37	1,30	44,84
				08	2,18	3,0	39,0	58,0	8,90	8,68	-0,15	2,76	0,37	1,31	43,84
				09	3,68	3,0	46,0	51,0	8,50	8,32	-0,11	2,68	0,39	1,36	43,87
				08	0,11	46,0	26,0	28,0	4,50	4,98	0,25	3,01	0,40	1,28	41,95
12	33°06'S 50°37'W	3,96	100	09	0,32	100,0	—	—	2,08	-2,04	-0,14	0,32	0,42	1,37	11,55
				10	0,61	55,0	30,0	15,0	3,0	4,08	0,55	2,90	0,47	1,59	23,57
				11	0,93	100,0	—	—	19,3	-1,93	0,03	0,32	0,50	1,38	10,36
				20	1,73	100,0	—	—	1,78	-1,76	-0,05	0,38	0,49	1,38	10,49
				21	2,03	100,0	—	—	1,71	-1,72	0,04	0,42	0,54	1,54	11,86
				22	3,00	100,0	—	—	1,90	-1,85	-0,26	0,38	0,61	1,36	9,92
13	33°12'S 50°10'W	6,76	800	23	3,44	100,0	—	—	1,97	-1,95	-0,08	0,41	0,52	1,40	11,25
				24	3,78	100,0	—	—	1,96	-1,95	-0,01	0,36	0,51	1,51	11,11
				06	0,30	30,0	44,0	26,0	5,05	-6,17	0,53	2,85	0,43	1,48	32,78
				07	0,80	52,0	27,0	21,0	4,63	-6,01	0,64	2,89	0,49	1,54	25,67
				17	1,20	40,0	28,0	32,0	4,50	-6,12	0,69	2,94	0,42	1,78	28,07
				18	2,23	21,0	59,0	21,0	4,64	-5,86	0,71	2,48	0,52	1,73	22,27
14	33°22'S 49°25'W	2,00	2,007	19	2,71	15,0	52,0	33,0	5,10	-6,57	0,65	2,84	0,38	1,70	27,28
				20	3,36	7,0	51,0	42,0	6,85	-7,52	0,27	3,00	0,34	1,66	30,81
				27	4,28	10,0	52,0	38,0	6,10	-7,10	0,42	2,93	0,34	1,77	23,04
				28	4,91	2,0	41,0	57,0	8,90	-8,77	-0,08	2,36	0,35	1,69	31,23
				29	5,41	34,0	36,0	30,0	4,80	-6,07	0,57	2,76	0,36	1,63	35,91
				30	6,72	15,0	47,0	38,0	5,96	-7,07	0,43	3,01	0,35	1,74	26,61
14	33°22'S 49°25'W	2,00	2,007	06	0,85	71,0	19,0	10,0	3,42	-3,62	0,30	2,54	0,60	1,59	31,75
				07	0,90	3,0	47,0	50,0	8,0	-8,14	0,04	2,81	0,39	1,63	30,72
				08	1,57	2,0	41,0	57,0	8,80	-8,51	-0,14	2,71	0,38	1,56	31,06

Estação	Posicion.	Comprim. m	Profund. m	Amostra	Profund. Amostra	% Areia	% Silte	% Argil.	Md	Mz	SK _i	Sigma	KGL _i	Dens.	% umid.
15	33°33'S 47°11'W	7,54	3,198	04	0,14	5,0	42,0	53,0	8,40	8,25	-0,12	2,54	0,41	1,34	51,36
				05	0,60	—	56,0	44,0	7,52	7,84	0,15	2,48	0,41	1,38	49,80
				06	1,50	1,0	57,0	42,0	7,29	7,62	0,18	2,45	0,38	1,37	57,16
				10	2,20	1,0	41,0	58,0	8,45	8,68	0,00	2,35	0,39	1,53	43,50
				11	3,27	1,0	40,0	59,0	8,65	8,14	-0,32	2,04	0,41	1,46	45,19
				12	4,55	1,0	44,0	55,0	8,70	8,63	-0,10	2,39	0,39	1,51	43,23
				16	5,52	3,0	50,0	47,0	7,15	7,51	0,17	2,55	0,43	1,37	51,88
				17	6,41	1,0	41,0	58,0	8,80	8,72	-0,08	2,54	0,38	1,43	47,99
16	33°47'S 47°11'W	6,91	4,000	18	7,25	1,0	47,0	52,0	8,22	8,31	0,00	2,54	0,37	1,43	40,78
				04	0,20	1,0	29,0	70,0	9,80	9,38	-0,32	2,36	0,43	1,42	49,52
				05	0,95	1,0	31,0	68,0	9,88	9,11	-0,34	2,14	0,41	1,51	48,10
				09	1,71	1,0	30,0	69,0	9,90	9,06	-0,46	2,52	0,44	1,39	50,14
				10	2,28	1,0	36,0	63,0	9,01	8,73	-0,18	2,54	0,39	1,43	48,09
				11	3,37	1,0	25,0	74,0	9,42	9,02	-0,33	2,01	0,50	1,47	46,18
				16	4,42	1,0	40,0	59,0	8,90	8,64	-0,13	2,28	0,38	1,47	46,68
				17	5,49	2,0	32,0	66,0	9,30	8,68	-0,33	2,56	0,44	1,47	44,35
17	33°45'S 46°00'W	7,75	4,123	18	6,78	2,0	26,0	72,0	9,85	9,48	-0,29	1,79	0,37	1,46	46,57
				05	0,22	5,0	46,0	49,0	7,80	7,92	0,01	2,64	0,39	1,50	48,26
				06	0,56	3,0	38,0	59,0	9,31	8,73	-0,29	2,79	0,39	1,47	48,15
				07	0,93	3,0	50,0	47,0	7,85	7,68	0,02	2,51	0,37	1,38	49,23
				08	1,86	3,0	51,0	46,0	8,15	8,05	-0,07	2,64	0,37	1,53	44,53
				12	2,24	51,0	39,0	10,0	3,88	4,66	0,73	1,75	0,62	1,40	53,94
				13	3,22	—	48,0	52,0	8,10	8,27	0,07	2,60	0,38	1,40	42,02
				14	4,08	0,5	32,5	67,0	9,61	9,28	-0,25	2,17	0,41	1,60	47,96
18	33°21'S 46°49'W	7,76	3,645	19	5,05	3,0	44,0	53,0	8,18	8,14	-0,05	2,67	0,41	1,31	47,63
				20	6,55	0,5	58,5	40,0	7,00	7,69	0,30	2,66	0,34	1,56	42,57
				21	7,25	1,0	65,0	34,0	6,46	7,31	0,45	2,45	0,41	1,37	46,88
				22	7,54	0,5	34,5	65,0	8,84	8,47	-0,31	1,68	0,45	1,41	47,20
				04	0,15	—	43,0	57,0	8,60	8,66	-0,44	2,05	0,41	1,39	56,78
				05	0,28	—	45,0	55,0	8,51	8,46	-0,07	2,14	0,43	1,39	56,78
				06	0,93	0,5	52,5	47,0	7,60	8,02	0,09	2,24	0,42	1,24	59,16
				07	1,58	1,0	46,0	53,0	8,40	8,34	-0,08	2,31	0,40	1,43	53,71
				11	2,34	—	38,0	62,0	8,90	8,49	-0,21	2,53	0,38	1,31	53,80
				12	3,20	0,5	39,5	60,0	9,04	8,72	-0,22	2,43	0,40	1,39	50,89
				13	4,54	1,0	35,0	60,0	8,60	8,54	-0,06	2,24	0,40	1,40	50,27
				18	5,10	1,0	30,0	69,0	9,28	9,15	-0,12	2,40	0,40	1,39	50,36
				19	5,95	1,0	36,0	63,0	9,25	8,95	-0,25	2,27	0,40	1,37	51,97
				20	6,70	1,0	41,0	58,0	8,90	8,74	-0,12	2,38	0,38	1,48	47,54
				21	7,45	1,0	39,0	60,0	8,69	8,65	-0,03	2,41	0,40	1,39	47,94

Estação	Posicion.	Comprim. m	Profund. m	Amostra	Profund. Amostra	% Areia	% Silta	% Argil.	Md	Mz	SKi	Sigma	KGLj	Dens.	% unid.
19	32°59'S 48°58'W	6,81	2,841	04	0,18	9,0	56,0	35,0	6,05	6,97	0,41	2,73	0,36	1,58	42,69
				05	0,94	7,0	44,0	49,0	7,90	7,87	-0,04	2,85	0,36	1,39	48,21
				10	1,89	3,0	52,0	45,0	7,30	7,60	0,14	2,56	0,40	1,66	46,30
				11	2,75	6,0	52,0	42,0	7,90	7,84	-0,04	2,74	0,36	1,57	46,38
				12	3,35	51,0	29,0	20,0	4,11	5,53	0,69	2,80	0,47	1,78	48,17
				16	4,76	2,0	43,0	55,0	8,60	8,38	-0,14	2,61	0,37	1,44	45,27
				17	5,82	3,0	42,0	55,0	8,50	8,31	-0,12	2,55	0,38	1,56	45,44
				18	6,60	4,0	39,0	57,0	8,70	8,28	-0,23	2,61	0,38	1,45	44,44
22	32°13'S 49°35'W	6,10	2,000	03	0,06	8,0	44,0	48,0	7,71	7,76	-0,06	2,87	0,41	1,69	46,12
				04	0,20	6,0	49,0	45,0	7,86	7,69	-0,15	2,33	0,40	1,53	52,90
				10	0,60	6,0	47,0	47,0	7,50	7,69	0,05	2,75	0,38	1,74	42,66
				11	1,50	1,0	53,0	46,0	7,75	7,97	0,09	2,40	0,37	1,65	48,62
				12	2,69	55,0	35,0	10,0	3,90	4,60	0,87	1,94	0,61	2,07	20,18
				13	2,88	36,0	42,0	22,0	4,41	5,97	0,72	2,80	0,49	1,77	22,12
				14	3,00	34,0	39,0	27,0	4,85	6,30	0,62	2,95	0,42	1,70	29,51
				18	3,69	1,0	45,0	54,0	9,00	8,48	-0,26	2,58	0,35	1,53	46,56
23	32°30'S 48°10'W	5,61	3,200	18	4,78	0,5	42,5	57,0	8,92	8,63	-0,18	2,53	0,38	1,67	44,73
				19	4,78	0,5	42,5	57,0	8,92	8,63	-0,18	2,53	0,38	1,67	44,73
				20	5,77	1,0	44,0	55,0	8,89	8,59	-0,15	2,68	0,36	1,48	43,31
				04	0,18	7,0	40,0	53,0	8,50	8,24	-0,15	2,60	0,39	1,58	46,09
				05	1,34	1,0	59,0	40,0	7,03	7,53	0,26	2,46	0,35	1,42	53,58
				06	2,83	1,0	49,0	50,0	8,00	8,20	0,08	2,31	0,39	1,53	50,86
				10	3,28	1,0	33,0	66,0	8,81	8,43	-0,21	2,47	0,40	1,40	48,30
				11	4,56	1,0	42,0	57,0	8,61	8,51	-0,09	2,33	0,39	1,34	49,52
99	33°02'S 45°26'W	7,15	4,100	12	5,45	3,0	45,0	52,0	8,10	7,96	-0,09	2,21	0,42	1,45	47,46
				04	0,20	0,5	41,5	58,0	8,62	8,61	-0,16	2,40	0,41	1,37	59,94
				05	0,40	—	39,0	61,0	9,37	8,82	-0,36	2,22	0,43	1,24	58,66
				06	1,18	—	40,0	60,0	10,05	9,36	-0,46	2,36	0,42	1,27	60,60
				10	1,54	7,0	50,0	43,0	7,45	7,61	0,02	2,62	0,40	1,43	52,80
				11	2,81	—	30,0	70,0	9,10	8,55	-0,38	2,13	0,46	1,44	51,37
				12	3,97	0,5	37,5	62,0	9,78	9,07	-0,42	2,22	0,43	1,56	55,42
				16	4,62	—	40,0	60,0	9,55	8,91	-0,37	2,38	0,41	1,42	51,02
100	32°29'S 45°27'W	7,77	4,000	17	5,87	1,0	41,0	58,0	8,67	8,70	-0,04	1,84	0,43	1,37	51,49
				18	6,98	1,0	32,0	67,0	9,35	9,13	-0,20	1,82	0,42	1,57	50,63
				04	0,08	—	38,0	62,0	9,40	8,80	-0,02	2,07	0,44	1,37	54,92
				05	1,86	—	34,0	66,0	9,37	9,07	-0,25	1,94	0,43	1,42	55,00
				06	2,50	0,5	34,5	65,0	9,40	9,03	-0,30	2,01	0,43	1,46	52,44
				11	3,30	—	25,0	75,0	8,92	9,07	0,03	1,93	0,47	1,54	51,48
				12	3,90	65,0	25,0	10,0	3,65	4,31	0,73	1,89	0,70	1,66	21,71
				13	4,75	2,0	31,0	67,0	9,42	9,01	-0,33	2,07	0,44	1,37	51,89
				14	5,65	6,0	57,0	37,0	7,00	7,40	0,15	2,50	0,40	1,32	42,29

Estadío	Posición	Comprim. m	Profund. m	Amostra	Profund. Amostra	% Arena	% Silte	% Argil.	Md	Mz	SK ₁	Sigma	KGL1	Dens.	% umid.
101	32°06'S 47°35'W	6,70	3,200	03 .04 08 09 .10 15 16 17 18	0,18 0,78 1,17 2,30 3,37 4,18 5,25 5,82 6,58	7,0 0,5 — 0,5 — — 0,5 9,0 1,0	51,0 51,5 42,0 34,5 38,0 38,0 38,5 65,0 39,0	42,0 48,0 58,0 65,0 62,0 62,0 61,0 26,0 60,0	7,30 7,79 8,90 9,46 9,10 9,10 9,15 9,15 9,00	7,47 8,05 8,56 9,11 8,87 8,85 8,83 6,63 8,84	0,03 0,11 -0,21 -0,28 -0,18 -0,21 -0,25 0,51 -0,17	2,55 2,33 2,28 2,28 2,04 2,19 2,15 2,67 2,40	0,43 0,40 0,39 0,41 0,40 0,42 0,40 0,41 0,40	1,38 1,56 1,45 1,54 1,42 1,44 1,44 1,83 1,45	46,30 59,91 50,41 49,74 47,21 52,38 54,67 30,08 50,50

Descrição dos Testemunhos

Entre os testemunhos coletados para o presente estudo, na borda da plataforma, talude e elevação continentais, podemos distinguir quatro perfis aproximadamente normais à linha de costa. São eles: perfil A-A', B-B', C-C', D-D'. E cinco perfis escalonados tomados na porção média distal do Cone: perfil G-G', F-F', I-I' (Figura 7).

Com tais elementos foi possível à luz das litologias e estruturas apresentadas pelos 23 testemunhos analisados, evidenciar os principais padrões de sedimentação existentes nesta região e também os mecanismos responsáveis pela sua produção.

A seguir, descreve-se os aspectos mais importantes das seqüências sedimentares estudadas.

Perfis normais à linha de costa

a) Perfil A-A'

Constitui o perfil localizado mais ao norte do Cone e inclui os testemunhos 22, 23, 18 e 17 (Figura 8).

TESTEMUNHO 22
profundidade: 2.000m
comprimento: 6,10m
figura: 9

Descrição: Este testemunho apresenta uma seqüência inteiramente lamosa de cor cinza esverdeado escuro (5G 4/1), bastante plástica. A partir de 1m do topo, ocorrem pequenas concreções piritosas em toda coluna até a base.

São notadas, na seqüência, zonas alternadas de maior compactação.

Na porção intermediária do testemunho, nota-se lâminas de areias quartzosas e de foraminíferos com uma espessura não superior a 1cm. Nestas finas lâminas estão presentes minerais pesados, sobressaindo ilmenita e turmalina. Também foram identificados grãos de glauconita. Estas lâminas, formadas de grãos de tamanho de areia fina, apresentam contatos bruscos.

Com relação às feições deposicionais, a seqüência apresenta-se homogênea, excetuando-se o metro inicial, a partir do topo, onde é encontrada uma estrutura mosqueada por atividade organógena.

O diâmetro médio (Mz Ø) (Tabela 5), dessa lama situa-se entre 7 e 8Ø, com a percentagem de componentes grosseiros variando de 0,5 a 1%. Apenas em dois níveis temos uma presença maior de grosseiros. No topo, nos primeiros 0,50m, a incidência de grosseiros é de 6 a 8%, e entre 2 e 3m, onde ocorrem lâminas arenosas, o percentual de grosseiros é bastante elevado, 34 a 55%. As camadas arenosas do testemunho apresentam mediana (Md Ø) entre 3,90 a 4,85 Ø e um diâmetro médio entre 4,60 e 6,30 Ø, isto é, o mais grosseiro da seqüência.

Na parte superior do testemunho temos MD Ø entre 7,71 e 7,50 Ø e Mz Ø 7,76 e 7,69 Ø.

A fração grosseira, ocorrente no primeiro metro do testemunho, é composta quase que exclusivamente por componentes bióticos, com 90% de foraminíferos planctônicos, 5% de fragmentos de conchas e os restantes 5% são formados por micas, minerais pesados e fragmentos limonitizados.

No restante do testemunho, os componentes grosseiros são constituídos, predominantemente, por grãos de quartzo (80%), e os restantes (20%) são constituídos por minerais pesados, micas, fragmentos carbonosos, pirita, foraminíferos e fragmentos de conchas.

TESTEMUNHO 23

profundidade: 3.200m

comprimento: 5,61m

figura: 10

Descrição: A seqüência é constituída por uma lama plástica, homogênea, com cor variando de cinza esverdeado escuro (5G 4/1) a cinza oliva claro (5Y 6/1).

Nesse testemunho não foram identificadas lâminas de material arenoso, conforme o testemunho anterior.

O estudo detalhado do testemunho no laboratório revelou que o diâmetro médio (Mz Ø) da lama situa-se entre 8 e 9 Ø, um intervalo mais fino do que o encontrado no testemunho 22. A percentagem de grosseiros é também menor com uma variação de 1 a 3% excetuando os primeiros 0,20m, onde a incidência é de 5%, que é o setor de ocorrência um pouco mais expressivo de componentes grosseiros nesta seqüência inteiramente lamosa.

Esses componentes grosseiros são formados quase unicamente por foraminíferos planctônicos e alguma mica e pirita.

Os componentes da fração grosseira (>0,062mm) no restante do testemunho, são formados por quartzo, pirita, minerais pesados e fragmentos de conchas.

Deve ser salientada, na porção basal do testemunho, dentro da fração grosseira, a presença de 70% de fragmentos limonitizados.

TESTEMUNHO 18

profundidade: 3.647m

comprimento: 7,76m

figura: 11

Descrição: Apresenta-se inteiramente formado por lama plástica de cor cinza esverdeado escuro (5G 4/1) e com a presença de uma camada mais arenosa próxima à base do testemunho.

A seqüência possui um diâmetro médio situado entre 8 e 9 Ø (Tabela 5) e com ocorrência menor do que 1% de grosseiros.

A exemplo do que ocorreu com os dois testemunhos anteriormente analisados, existe uma diferença bem definida na composição dessa fração grosseira, o que pode indicar regimes distintos de sedimentação.

Na porção superior predominam os constituintes bióticos, especialmente foraminíferos, enquanto que na porção média e inferior sobressaem os abióticos, principalmente grãos de quartzo.

No caso desse testemunho (T18), a porção média-inferior voltou a apresentar, com bastante evidência, fragmentos limonitizados, embora com um percentual menor do que no testemunho 23, além da matéria carbonosa, pirita e minerais pesados.

Os componentes bióticos não são muito freqüentes nessa porção (<5%).

TESTEMUNHO 17

profundidade: 4.123m

comprimento: 7,75m

figura: 12

Descrição: Este testemunho revela a predominância de sedimentos pelíticos intercalados por pequenas camadas de material grosseiro.

Os 0,50m iniciais, apresentam a cor cinza oliva claro (5Y 5/2), mudando para cinza esverdeado escuro (5G 4/1), e depois tornando-se cinza oliva (5Y 3/2).

O diâmetro médio da lama varia de 8 a 9,50 ϕ (Tabela 5) com percentuais de material grosseiro variando de 0,5 a 3%, exceto nas lâminas grosseiras, onde o percentual pode atingir 51%.

Nessa fração grosseira, nos primeiros dois metros do testemunho, predomina o quartzo com mais de 80%, e os 20% restantes são representados por minerais pesados, pirita, mica e foraminíferos. Em alguns níveis o quartzo apresenta grãos mameionados e polidos.

Na porção intermediária inferior temos quartzo, matéria carbonosa e pirita, alternando-se na predominância da composição grosseira, com fragmentos limonitizados, foraminíferos e micas em composição secundária.

Chama atenção que, mesmo no topo do testemunho, os componentes abióticos predominam sobre os elementos bióticos, bastante subordinados.

As camadas de material grosseiro segregados em espessuras pouco apreciáveis, possuem quartzo como elementos predominante, seguido por minerais pesados e pirita, ocorrendo subordinadamente.

Comentários

Os quatro testemunhos componentes do perfil A-A' apresentaram, em sua litologia, predominantemente lamosa, algumas feições bastante diagnósticas do regime sedimentar da área pesquisada.

A fração grosseira associada é de fundamental importância na caracterização da seqüência sedimentar, levando em conta a composição dos diversos elementos que a compõem: bióticos e abióticos.

A fração grosseira, associada ao topo dos testemunhos com lama bastante fluída e pouco compacta, representa a sedimentação hemipelágica e contribuição holocênica e restrita a uma espessura entre 30 e 50cm.

Os componentes grosseiros dessa fração revela uma acentuada influência organógena, evidenciada pelas testas de foraminíferos predominantemente planctônicos.

O restante da coluna lamosa plástica, apresenta níveis com estrutura mosqueada e de idade pleistocênica, conforme revela a fração grosseira associada, constituída por componentes abióticos, sobressaltando grãos de quartzo e, muitas vezes, com fragmentos limonitizados e micas predominando.

Esse material foi acumulado durante um nível de mar mais baixo (pré-Flandriano) numa taxa de sedimentação bastante alta, que criou na área, condições de geração de uma concentração de material fino, proveniente da carga de suspensão fluvial que, através de sistemas deltáicos coalescentes, se distribuiu na região, com acentuada influência das Terras Altas do Rio Grande do Sul e do Rio da Prata.

As lâminas de areia quartzosa, encontradas nas porções média e basal dos testemunhos, assemelham-se a uma sedimentação conturbática descrita por vários autores para seqüências similares e já anteriormente estudadas. (MARTINS et alii 1978).

São lâminas ou pequenas camadas de areia e silte sem gradação, pouco espessas, repetidas ao longo da seqüência com contatos mais ou menos distintos, tanto na base como no topo.

Entre o testemunho 23 (proximal) e o testemunho 17 (distal), nota-se uma variação de tamanho médio, bastante consistente, passando de 7,53 a 8,59 ϕ para 8,73 a 9,28 ϕ .

Os níveis de estrutura mosqueada produzida por atividade organógena, recorrentes em vários níveis dos testemunhos, sugerem pequenas interrupções no regime sedimentar e conseqüente atividade orgânica de fundo, posteriormente recoberta pela reativação da sedimentação e que estaria ligada a períodos de alternância de maior ou menor aporte de material, devido a flutuações na liberação de carga sólida, em suspensão, por efeitos cíclicos climáticos.

b) Perfil B-B'

Constitui o perfil orientado, aproximadamente com a parte central do Cone do Rio Grande, sendo constituído por testemunhos: 12, 13, 14, 15 e 16. (Figura 13).

TESTEMUNHO 12

profundidade: 100m

comprimento: 3,96m

figura: 14

Descrição: Toda seqüência, excetuando os 15cm iniciais a partir do topo, é constituída por areia inteiramente quartzosa. Na porção central apresenta bolas de argila.

Na parte arenosa o diâmetro médio (Mz ϕ) variou de 1,71 a 2,08 ϕ . Nas duas pequenas lâminas de lama arenosa localizadas no topo, o Mz ϕ ficou situado entre 3,0 a 4,5 ϕ . Na base encontra-se areia bioclástica. O quartzo predomina inteiramente

(90%), com seu aspecto morfológico mamelonado polido o que indica índices elevados de retrabalhamento e maturidade.

O componente acessório está representado pela fração pesada, geralmente não superior a 3%.

TESTEMUNHO 13
profundidade: 800m
comprimento: 6,76m
figura: 15

Descrição: Esta seqüência chama atenção pela presença de 44 camadas ou lâminas de areia muito fina e silte grosso. Sua cor é cinza esverdeado escuro (5GY 4/1). O diâmetro mediano (Md ϕ), na parte mais pelítica, encontra-se numa faixa de variação entre 6,85 e 8,90 ϕ , com uma incidência de material grosso entre 2 e 7%.

Por sua vez, o mesmo parâmetro estatístico de tamanho revelou uma oscilação entre 4,50 e 6,10 ϕ , nas regiões de maior incidência de sedimentos grosseiros, isto é, 15 a 52% de material grosso.

A composição mineralógica da fração grosseira das lâminas areno-silticas é predominantemente quartzosa com uma incidência variável de 52 a 92%, ocorrendo de forma subordinada, matéria carbonosa, minerais pesados, mica e fragmentos de conchas.

Deve ser salientado que a fração grosseira encontrada associada à lama dos primeiros 0,20m do testemunho, é composta por proporções aproximadamente equivalentes de grãos de quartzo e testas de foraminíferos (45% para cada um), sendo o restante composto por minerais pesados, micas e fragmentos de conchas..

As camadas areno-silticas possuem uma espessura reduzida, não apresentam graduação e ocorrem em número superior a 50 em 10m de testemunho, o que evidencia a deposição através de correntes geostroficas de contorno e podem ser consideradas como conturitos.

TESTEMUNHO 14
profundidade: 2,007m
comprimento: 2,00m
figura: 16 (p.45)

Descrição: Apresenta uma coluna sedimentar com predomínio de lama de cor cinza esverdeado escuro (5GY 4/1).

Nota-se no topo (0,40m) uma camada de areia gradada de cor cinza escuro amarelo (10YR 4/2).

O diâmetro médio (Mz ϕ) da porção pelítica está situado entre 8,14 e 8,51 ϕ , enquanto a porção arenosa apresenta uma variação em torno de 3 a 4 ϕ .

Com relação à composição mineralógica da fração grosseira, o quartzo predomina na porção superior, com uma percentagem de 68%, 3% de minerais pesados e 29% de foraminíferos planctônicos.

A porção inteiramente lamosa possui em sua fração grosseira associada, 85% de quartzo, com os restantes 15% ocupados por minerais pesados, micas, restos de vegetais e foraminíferos.

Amostras tomadas nas duas lâminas de lama arenosa revelaram a composição mineralógica de fração grosseira constituída por 45% de quartzo, 40% de material carbonoso e o restante por foraminíferos, espículas e restos de vegetais.

A camada arenosa é formada por 71% de material maior que 0,062mm, a lama arenosa por 3% e a lama plástica por apenas 2%.

Dentro da seqüência analisada, é o primeiro registro de uma camada espessa, gradada, com aparência de sedimentação por atividade de correntes de turbidez, que aparece na seqüência.

TESTEMUNHO 15
profundidade: 2,199m
comprimento: 7,54m
figura: 17

Descrição: É formada por uma seqüência inteiramente lamosa de cor cinza esverdeado escuro (5GY 4/1), apresentando um mosqueamento com lama preta acinzentada (N2). A incidência de grosseiros nessa coluna sedimentar não ultrapassa de 3%, excetuando a porção superior da mesma que não atinge 5%.

Na porção lamosa a variação de tamanho médio situou-se entre 7,52 e 8,80 ϕ e a composição mineralógica da fração grosseira mostra duas zonas distintas:

- uma mais superior até 1m, onde predominam os foraminíferos numa incidência de 50 a 70%, ocorrendo ainda grãos de quartzo (0 a 30%), fragmentos de conchas (20 a 22%) e pirita (0 a 10%);

- a outra porção, que ocupa inteiramente o restante da coluna sedimentar, tem o quartzo como componente principal (30 a 80%), fragmentos limonitizados (5 a 45%), fragmentos de conchas (10 e 15%) e foraminíferos (10 a 20%).

Desta forma, a seqüência de topo do testemunho mostra, na fração grosseira, a predominância dos constituintes bióticos, enquanto no restante da coluna sedimentar, a fração grosseira é dominada pelos componentes abióticos, o que praticamente aconteceu com todos os testemunhos analisados do perfil A-A' e B-B'.

TESTEMUNHO 16
profundidade: 4,000m
comprimento: 6,91m
figura: 18

Descrição: A coluna sedimentar é composta inteiramente por lama com pequenas esférulas de aparência concrecionar.

Sua cor varia de cinza oliva claro no topo (5Y 5/2), a cinza esverdeado escuro (5GY 4/1), no restante do testemunho.

A coluna é inteiramente homogênea, não existindo feições deposicionais possíveis de identificação nas radiografias tomadas.

Ressalta, na seqüência, o diâmetro médio que se aproxima de forma consistente, do valor correspondente às granulometrias mais finas, identificadas na região do Cone, ou seja, 8,64 a 9,48 ϕ (o Md ϕ = 8,60 a 9,90 ϕ) mesmo levando em conta a influência pelas pequenas concreções, incidiu neste parâmetro estatístico de tamanho.

Assim, a percentagem da fração maior do que 0,062 tem uma variação de incidência em toda coluna num percentual de 1 a 2%.

A mineralogia dessa fração grosseira mostra que o testemunho pode ser dividido numa região superficial menos espessa onde os grãos de quartzo predominam (55 a 75%), e o restante é ocupado por micas, fragmentos de conchas, foraminíferos e espículas.

O restante da coluna sedimentar possui uma fração grosseira constituída de forma predominante, por material carbonoso e concreções piritosas, indicadores de regime de sedimentação deficiente de oxigênio (ambiente redutor).

Entretanto, em toda coluna predomina, na fração grosseira, componentes abióticos.

Comentários

Esse perfil mais central, obtido na região do Cone apresenta uma seqüência sedimentar bastante diagnóstica, por incluir um testemunho de plataforma externa, e fornecer elementos de comparação entre dois regimes de sedimentação contrastantes.

O testemunho 12 é característico do setor externo e borda da plataforma, com areia regressiva pleistocênica em sua porção média e basal, apresentando, inclusive, uma areia bioclástica média a grossa.

O diâmetro médio desses sedimentos está entre 1,71 a 1,96 ϕ , isto é, dentro do intervalo areia média.

Esta areia foi acumulada em nível baixo de mar (regressão Wisconsiniana) quando a plataforma externa esteve submetida a um regime de alta energia que retrabalhava e depositava os sedimentos grosseiros de origem fluvial e acumulava as frações finas em suspensão, no talude continental. A presença de lâminas de mica, fragmentos vegetais misturados com fragmentos limonitizados, foraminíferos e restos calcáreos indicam um considerável aporte fluvial distal em determinados setores do talude superior.

Este material mencionado foi transportado por fluxos de massa e depositado a mais de 2.000 metros de profundidade.

A transgressão Flandrina, responsável pelo avanço da linha de costa também deslocou a zona de acumulação de lama, recobrindo, assim, as areias pleistocênicas. Esta lama holocênica tornou-se transgressiva, por sobre o substrato arenoso.

A seqüência que segue no perfil é representada pelos testemunhos 13, 14, 15 e 16, que são típicos das regiões de talude, onde foram gerados centros de acumulação lamosa durante o último máximo glacial.

Entre as feições mais representativas das seqüências sedimentares deste perfil, temos:

- a) a presença de quarenta e quatro finas camadas areno-sílticas no testemunho 13;
- b) a evidência da presença de correntes de turbidez, representada pela camada localizada no topo do testemunho 14. Esta camada de espessura média é gradativa em contato com a lama sotoposta;
- c) sinais de condições redutoras, evidenciadas por microconcreções pirotosas, que ocorrem em toda seqüência de lamelas escuras do testemunho 16, indicando rápido soterramento;
- d) a nítida separação, através do exame da composição mineralógica da fração grosseira, da seqüência pelítica pleistocênica e do regime hemipelágico holocênico;
- e) sensível diminuição do tamanho do grão evidenciado pelo diâmetro médio ($Mz \phi$) e diâmetro mediano ($Md \phi$), observado a partir da borda da plataforma central, parte proximal do Cone.

c) *Perfil C-C'*

Tomado na porção média-sul do Cone, este perfil é constituído por cinco testemunhos: 01, 02, 11, 10 e 09 (Figura 19).

TESTEMUNHO 01

profundidade: 1.184m

comprimento: 4,30m

figura: 20

Descrição: Trata-se de uma coluna sedimentar constituída por lama arenosa plástica com uma laminação incipiente, excetuando no topo e na base, onde se apresenta homogênea e mosqueada respectivamente.

A cor varia de cinza esverdeado escuro (5Y 4/1), que, a partir de 2m apresenta-se mosqueada com preto (N1), e na porção basal apresenta-se cinza oliva claro (5Y 5/2) mosqueada com preto acinzentado (N2). O tamanho médio variou de 4,52 a 8,47 ϕ sendo que o percentual de material grosseiro acentua-se bastante em todo testemunho, variando de 4 a 46%.

A distribuição dos componentes da fração grosseira é bastante regular, pois predominam os terrígenos, sendo que destes, o quartzo distribui-se de modo consistente desde o topo até a base, numa incidência de 65 a 90%.

O restante é ocupado por fragmentos de conchas, foraminíferos, mica e restos de vegetais.

Nenhum dos testemunhos analisados nos dois perfis anteriores revelou uma distribuição de material grosseiro do tipo apresentado pelo testemunho 01. De um modo geral, ocorriam ou camadas finas e numerosas (conturitos) ou camadas espessas, gradacionais e menos numerosas (turbiditos).

Situado a uma profundidade de 1,184 metros, é provável que tenhamos nesse testemunho a presença de um outro tipo de fluxo gravitacional de sedimentos (fluxo de grãos) conforme será discutido mais adiante, em aspectos conclusivos.

TESTEMUNHO 02

profundidade: 1.907m

comprimento: 0,88m

figura: 21

Descrição: O testemunho é composto por uma lama plástica de cor cinza oliva (5Y 5/2), homogênea no topo, apresentando, na base, areia quartzosa gradada e feições de deslizamento.

As amostras tomadas ao longo do testemunho mostram um aumento progressivo do percentual de grosseiros em direção à base e o que é mais significativo, o aumento bastante expressivo desse material na parte basal do testemunho.

Em outras palavras, dos 5% de material grosseiro da porção basal do testemunho, 55% são de quartzo, 20% de pirita, 10% de matéria carbonosa, 10% de foraminíferos e os restantes 5% divididos em fragmentos de conchas e espículas.

Na porção intermediária, dos 3% de material grosseiro, 80% são de quartzo, 15% de pirita e os restantes 5% são de foraminíferos, fragmentos de conchas e micas.

O topo do testemunho possui apenas 1% de material grosseiro, sendo constituído por 85% de quartzo, 10% de pirita e os 5% restantes de foraminíferos e fragmentos de conchas.

Embora o testemunho possua um comprimento pequeno, os indícios são de que a parte recuperada pertence a uma camada de turbitito.

TESTEMUNHO 11

profundidade: 2.016m

comprimento: 4,41m

figura: 22

Descrição: É constituído por uma lama cinza oliva (5Y 3/2) no topo, mudando para preto esverdeado (5G 2/1) na porção basal.

É plástica e inteiramente homogênea sem indícios de estruturas.

O diâmetro médio (Mz Ø) varia de 7,60 a 8,90 Ø, enquanto a incidência de matéria grosseira situa-se entre 3 e 9%.

A exemplo do que ocorreu com o testemunho anterior, os componentes abióticos predominam na fração grosseira com o quartzo ocorrendo numa percentagem de 85 a 90%, e a fração restante foi ocupada por fragmentos de conchas, foraminíferos e restos vegetais.

Mais uma vez aparece na fração grosseira, os vestígios da contribuição fluvial destes sedimentos, com a incidência de restos vegetais e fibras de madeira na fração grosseira.

Por outro lado, as evidências do ambiente redutor, gerados no depocentro estão marcadas pelas concreções piritosas e foraminíferos piritizados.

TESTEMUNHO 10

profundidade: 4.028m

comprimento: 6,54m

figura: 23

Descrição: Este testemunho representa um modelo clássico de sedimentação provocada pelas correntes geostróficas de contorno.

Trata-se de uma lama plástica homogênea apresentando ocorrência cíclica de lâminas e pequenas camadas de areia e silte grosseiro. Apresenta-se de cor cinza olivácea (5Y 3/2) no topo, e cinza esverdeado escuro (5GY 4/1) na base.

A percentagem da fração grosseira apresenta uma variação de 1% nas porções mais lamosas, a 67% nas camadas arenosas.

O diâmetro médio (Mz Ø), em todo testemunho possui uma variação de 3,78 Ø (nas camadas arenosas) a 8,01 Ø (nas porções pelíticas).

Os constituintes abióticos constituem a maior parte da fração grosseira, tanto na porção lamosa como na arenosa. O quartzo sobressai de forma marcante com incidência que varia entre 90 a 95%, sendo portanto extremamente pequena a ocorrência de fragmentos de conchas, foraminíferos, fibras de madeira e micas.

A textura e as estruturas encontradas neste testemunho caracterizam uma sequência conturbática, bastante comum nos sedimentos do Cone.

TESTEMUNHO 09

profundidade: 4.550m

comprimento: 5,67m

figura: 24

Descrição: É o testemunho mais distal do Cone, e coletado, portanto, a maior profundidade.

É constituído por uma lama plástica, homogênea, de cor cinza esverdeado escuro (5GY 4/1), apresentando ocorrência de lâminas e pequenas camadas de areia, de forma cíclica, em toda coluna sedimentar amostrada.

O tamanho médio (Mz Ø) mostra uma variação de 7,55 a 8,16 Ø, e a percentagem da fração grosseira mostra uma variação entre 0,5 e 2%, e que difere do testemunho anterior.

Isto significa que as camadas grosseiras do testemunho 09 são mais sílticas, mostrando, assim, uma acentuada diminuição no tamanho do grão.

Na fração mineralógica da fração grosseira, exceto nos 0,20 metros superiores, predomina o quartzo com incidência de 85 a 90%, e o restante é representado por fragmentos de conchas piritizadas, restos vegetais, espículas e foraminíferos bentônicos.

A parte superior possui, na fração grosseira, 50% de foraminíferos planctônicos, 45% de grãos de quartzo e mais fragmentos de conchas, espículas e restos de vegetais.

Comentários

Este perfil apresenta, em sua porção distal, duas seqüências bastante diagnósticas da atuação das correntes geostróficas de contronó nessa região.

As camadas finas arenosas, areno-silticas ou siltico-arenosas, sem gradação, bastante numerosas nas colunas sedimentares lamosas, indicam a presença de camadas conturísticas.

Por outro lado, uma das secções estudadas revela indícios da presença de turbiditos gerados por fluxos gravitacionais de sedimentos e no testemunho 01 temos a presença de fluxos gravitacionais de grãos.

Outro aspecto, que convém ressaltar, incide na lâmina hemipelágica de 0,20m, de idade holocênica, que foi possível identificar no testemunho 09.

Igualmente, a contribuição fluvial, produto do nível baixo do mar Wisconsiniano, foi evidenciada pela presença de mica, restos vegetais e fibras de madeira, na fração grosseira associada com material intimamente relacionado com as contribuições fundamentalmente fluviais.

Microconcreções piritosas, fósseis piritizados e matéria carbonosa sugerem, por outro lado, o ambiente redutor gerado após espessa e rápida acumulação de sedimentos finos nessa região.

d) Perfil D-D'

Constitui o perfil localizado no extremo sul do Cone, inclui três testemunhos do talude e da elevação continental e um da zona de quebra da plataforma. É composto pelos testemunhos 04, 05, 06 e 07. (Figura 25).

TESTEMUNHO 04

profundidade: 150m

comprimento: 2,80m

figura: 26 (p.56)

Descrição: É representativo da zona de plataforma externa e revela características que predominam na linha de costa Wisconsiniana, ou seja, regime sedimentar de alta energia, correspondendo à deposição de areias quartzosas retrabalhadas e maduras, com níveis de conchas, demonstrando, igualmente, através da morfometria dos bioclásticos, grande desgaste de cantos e bordos.

O testemunho apresenta uma coluna sedimentar inteiramente arenosa, de coloração verde oliva escuro (5Y 2/1), devido à presença de lama contaminante.

O diâmetro médio situa-se entre os valores 2,98 e 3,21 ϕ (areia fina a muito fina). Na parte superior do testemunho, o percentual de areia é de 80% e os restantes 20% são lama. Este percentual aumenta até atingir 100% de areia.

O quartzo é constituinte dominante com 75 a 97%, sendo o restante ocupado especialmente por fragmentos de conchas de moluscos que se acham segregados em três níveis diferentes.

Estes três níveis indicam períodos de variação energética (quizás à ação de tormentas) responsáveis pela acumulação de areia e cascalho bioclástico.

Na radiografia tomada, foi identificada uma laminação incipiente.

TESTEMUNHO 05

profundidade: 769m

comprimento: 7,18m

figura: 27

Descrição: Constitui uma seqüência lamosa que revela, em toda sua coluna sedimentar, incisivas evidências da presença de atividade de fluxos gravitacionais de sedimentos.

A seqüência possui cor cinza oliva (5Y 3/2) na porção superior e cinza esverdeado escuro (5GY 4/1) na parte média e inferior.

A variação do tamanho médio é de 3,45 a 6,69 ϕ (Mz ϕ). A fração grosseira varia de 19 a 83% em todo testemunho. As camadas grosseiras possuem, usualmente, os contatos basais bruscos e irregulares, passando de modo gradativo para porções mais finas, o que representa forte argumento em favor da presença cíclica de fluxos de correntes.

Além do quartzo, que preenche 75 a 90% em todas as amostras obtidas no testemunho, o segundo componente mais importante e que ressalta a organização interna gradacional são os fragmentos de conchas de moluscos e os minerais pesados com percentuais de 10 a 15%.

Esta percentagem elevada de minerais pesados dentro da fração grosseira, que muitas vezes perfaz 40 a 89% da fração total dos sedimentos, é um índice bastante saliente a favor da presença de ambientes deltáicos do tipo destrutivo (dominado por ondas).

No topo do testemunho, os minerais pesados e os fragmentos de conchas de moluscos cedem lugar por ordem percentual, aos foraminíferos que caracterizam a zona de sedimentação holocênica no topo da maioria dos testemunhos coletados.

TESTEMUNHO 06

profundidade: 2.002m

comprimento: 5,56m

figura: 28

Descrição: É constituída por lama fluída no topo aumentando progressivamente o grau de compactação em direção à base.

Concreções pirotosas ocorrem na porção média e inferior da coluna sedimentar.

Sua cor varia de preto acinzentado (5G 2/1) no topo, a cinza esverdeado escuro (5GY 4/1) na porção mediana e verde oliva acinzentado na base (5GY 3/2).

A incidência da fração grosseira varia, em todo o testemunho, de 1 a 9% de um modo geral, aumentando em direção à base pela presença de concreções piritosas.

A variação de tamanho médio situou-se entre 7,03 a 7,81 ϕ . Este testemunho constitui uma secção não perturbada ou ativada pela presença de correntes de fundo ou correntes gravitacionais.

A composição da fração grosseira permite distinguir na coluna sedimentar, duas porções. A porção superior (20cm) onde os componentes bióticos, representados por 45% de carapaças de foraminíferos planctônicos, constituem a porção mais saliente, o quartzo ocupa 35% e os fragmentos de conchas, minerais pesados e espículas em posição acessória. Esta porção constitui a sedimentação de caráter holocênico.

No restante do testemunho, o quartzo predomina, constituindo 65 a 90% da fração grosseira, seguido por percentuais menores de minerais pesados, concreções piritosas, foraminíferos, micas e fragmentos de conchas.

TESTEMUNHO 07

profundidade: 3,850m

comprimento: 6,58m

figura: 29

Descrição: A seqüência é constituída por lama plástica de cor cinza esverdeado escuro (5GY 4/1) ou preto (0), mudando para verde oliva acinzentado (5GY 3/2), nos diversos níveis arenosos que ocorrem na coluna sedimentar.

O diâmetro médio (Md ϕ) possui uma variação de 4,71 a 8,36 ϕ , com a percentagem de material grosseiro variando de 1 a 47%, apresentando índices mais expressivos, nas amostras tomadas nos níveis mais arenosos.

No topo, a seqüência apresenta-se homogênea, tornando-se levemente laminada e com estrutura mosqueada a partir da porção média até a base.

A análise da fração grosseira indica que o quartzo é o componente predominante numa incidência de 80 a 90%.

O restante é ocupado por minerais pesados, foraminíferos, especialmente no topo, fragmentos carbonosos e espículas, além das escamas de mica.

As camadas finas arenosas possuem as mesmas características das demais descritas em outros testemunhos da região, ou seja, produtos de atividade de correntes geostróficas de contorno.

Comentários

O perfil D-D' sob o ponto de vista de dinâmica sedimentar, revelou-se bastante diagnóstico com relação aos diferentes mecanismos deposicionais que vêm sendo descritos, baseados nos aspectos litológicos e de estruturas apresentados pelos demais testemunhos coletados na região do Cone do Rio Grande.

Assim, o testemunho 04 é característico da região de borda da plataforma, com sua litologia evidenciando uma acumulação em nível energético elevado (ação de ondas e correntes).

O transporte deste material arenoso, foi realizado pela drenagem fluvial, que atingia, durante o máximo de descenso do mar, a atual zona de quebra da plataforma continental.

Enquanto a carga de suspensão era derramada diretamente sobre o talude superior, gerando um centro de lama, alternada com material arenoso. Isto foi influenciado pelo complexo de deltas coalescentes estabelecido na região, conforme URIEN, MARTINS & MARTINS (1978).

Perfis aproximadamente paralelos à linha de costa

Os quatro perfis descritos e interpretados anteriormente, correspondem a testemunhos alinhados de forma aproximadamente normal à batimetria e através dos quais se pode constatar aspectos bastante diagnósticos da sedimentação presente, desde a borda da plataforma até a parte mais distal do Cone.

Os perfis, analisados a seguir, dispõem-se de forma sub-paralela às linhas batimétricas. Em sua análise são utilizados os perfis já interpretados anteriormente e são incluídos mais quatro testemunhos: 19, 99, 100 e 101.

A seguir, analisa-se os perfis E-E', F-F', G-G', H-H' e I-I', descrevendo-se apenas os testemunhos ainda não abordados. Mas, para os comentários de cada perfil, serão utilizados os dados já descritos nos perfis anteriores.

a) Perfil E-E'

Representa o perfil mais distal e profundo, constituído por cinco testemunhos, dos quais três (07, 09 e 17) já foram discutidos, e dois que se passará a descrever: 99 e 100. (Figura 45).

TESTEMUNHO 99
profundidade: 1.100m
comprimento: 7,15m
figura: 31

Descrição: É constituído por lama plástica com diversos níveis de maior compactação, com estrutura mosqueada predominando na sequência de cor cinza esverdeado escuro (5GY 4/1).

O tamanho médio (Mz Ø) se distribui entre valores de 8,61 a 1051 Ø, com incidência de material grosseiro variando de 0,5 a 1,0%, excetuando uma pequena porção representada por um nível de carapaças de foraminíferos onde o percentual atinge 7%. Este nível está situado a 1,50 metros a partir do topo.

A composição mineralógica de fração grosseira é bastante contrastante entre a porção situada a partir do topo, até 1,50 metros e o restante do testemunho.

Na parte superior sobressaem os componentes bióticos, com foraminíferos predominando de 80 a 92%, ocorrendo de forma muito secundária minerais pesados, fragmentos de conchas e material carbonoso.

A partir deste nível (1,50m), até 5,00m, o quartzo sobressai na composição da fração grosseira com uma percentagem de 40%; 30% é constituído de material piritoso e carbonoso; 20% de fragmentos de conchas e o restante é constituído por minerais pesados, micas, espículas e foraminíferos.

A porção inferior revela condições extremamente redutoras, existentes nessa região, enquanto a porção superior apresenta uma incidência expressiva de foraminíferos, identificada na maioria dos testemunhos.

Contudo, as formas a partir de 0,20m tornam-se bastante desgastadas e piritizadas, o que indica uma idade diferente da sedimentação hemipelágica, da porção inicial.

TESTEMUNHO 100

profundidade: 4,000m

comprimento: 5,77m

figura: 32

Descrição: A sequência é formada por lama plástica homogênea com níveis de compactação variável, de cor cinza esverdeado escuro (5GY 4/1).

O tamanho médio situa-se entre 8,8 e 9,7 ϕ exceto em dois níveis grosseiros localizados a 3,80 e 5,70m a partir de topo, onde o valor é de 4,31 e 7,70 ϕ respectivamente.

A porção superior até 2,50m é inteiramente lamosa sem a presença da fração grosseira, a partir desta altura até a base ela varia a 2% nas porções lamosas e de 6 a 65% nas porções mais grosseiras.

A porção mineralógica da fração grosseira indica que os dois níveis arenosos são distintos. No nível situado a 5,70m a partir do topo, a predominância é de foraminíferos, com 80%, ficando o quartzo subordinado (10%), fragmentos de conchas (5%), minerais pesados e espículas (5%).

Na lâmina localizada a 3,80m a composição da fração grosseira é de 90% de frãos de quartzo, com minerais pesados e micas ocupando os restantes 10%.

Os demais testemunhos componentes do perfil já foram descritos, e estão abordados na interpretação conjunta destes três perfis.

Comentários

O perfil mais distal, em relação à borda da plataforma continental, é o perfil E-E', cujos testemunhos apresentam uma sedimentação compatível com a faixa batimétrica de sua localização entre 3.850 e 4.450 metros.

A sedimentação da região é a mais fina de todo conjunto estudado com o valor mínimo de tamanho médio de grão atingindo 10,05 ϕ . Está representada pela ocorrência de lamas homogêneas mosqueadas nas porções mais inferiores.

Os níveis de materiais mais grosseiros identificados, estão representados por camadas de pequena espessura, de composição areno-siltico ou siltico-arenoso, ocorrendo de forma cíclica em toda sequência.

Salienta-se, igualmente, a predominância de foraminíferos planctônicos na porção superior, efetuando a separação Holoceno/Pleistoceno.

Igualmente, o ambiente redutor, gerado nas porções mais inferiores fica ressaltado pela presença de microconcreções piritosas, fósseis piritizados, especialmente foraminíferos bentônicos, material carbonoso e mica.

b) *Perfis F-F' e G-G'*

O perfil F-F' (Figura 33) é composto pelos testemunhos 07 (Figura 29), 10 (Figura 23), 16 (Figura 18), 18 (Figura 11) e o perfil G-G' (Figura 34) é composto pelos testemunhos 06 (Figura 28), 11 (Figura 22), 13 (Figura 15), 22 (Figura 9), já analisados anteriormente e que serão discutidos.

Comentários

Perfil F-F' — Neste perfil, as extremidades são ocupadas pelos testemunhos 07 e 100, já interpretados. Os testemunhos 16, 18 e 10 repetem os aspectos já analisados no perfil anterior, pois encontram-se numa faixa batimétrica muito próxima a esse perfil, ou seja, 3.850 a 4.828 metros.

O que é mais conspícuo nestes testemunhos são as camadas recorrentes de sedimentos mais grosseiros e a presença de fragmentos já discutidos anteriormente.

Igualmente as porções mais inferiores revelam sinais evidentes de deficiência de oxigênio, com a presença de material piritizado sob a forma de microconcreções e fragmentos organógenos.

O diâmetro médio (Md ϕ) correspondente à distribuição de tamanho fino do perfil situou-se em 9,04 ϕ .

Este perfil contornaria o bordo do Cone onde as condições sedimentares distais estão sob a influência das correntes geostróficas.

Perfil G-G' — Formado por quatro testemunhos localizados numa faixa batimétrica entre 800 e 2.000 metros. o valor do diâmetro médio mais fino é de 8,89 ϕ . (Figura 34).

A característica mais saliente é representada pelo consistente predomínio do componente quartzo na fração grosseira de todos os testemunhos, excetuando a porção superior que marca o limite Holoceno/Pleistoceno.

É bastante notório no testemunho 13 a presença de quarenta e quatro camadas arenosas.

Esta secção corta normalmente o plano axial do Cone, onde predominam os efeitos do transporte horizontal, com a presença de camadas tipicamente conturfticas.

c) *Perfil H-H'*

Este perfil (Figura 35) está formado pelos testemunhos 23 (Figura 10), 101 (Figura 36) e 19 (Figura 37), que se passa a descrever.

TESTEMUNHO 101
profundidade: 3.200m
comprimento: 6.70m
figura: 36

Descrição: É constituído de lama plástica de cor cinza esverdeado escuro (5GY 4/1) e variações mais claras.

Apresenta-se homogêneo na porção superior até dois metros, mudando para estrutura mosqueada em praticamente todo restante da coluna sedimentar.

Apresenta três regiões distintas, onde os componentes grosseiros indicam maior percentagem, Na parte próxima ao topo com 7%, na porção média de 0,5 a 1% e na inferior e terminal com 1 a 9% de grosseiros. No restante a incidência é praticamente nula.

A composição mineralógica destas quatro porções é também bastante contrastante, sugerindo aspectos diagnósticos para a seqüência sedimentar.

Os componentes bióticos predominam na fração grosseira do topo do testemunho, com carapaças de foraminíferos ocupando de 70 a 80%, ficando os fragmentos de conchas com 10 a 15% e o restante é ocupado por grãos de quartzo, micas, minerais pesados e fragmentos limonitizados.

A fração grosseira da porção intermediária é ocupada quase inteiramente por fragmentos limonitizados (80 a 90%), enquanto a porção mais inferior mostra predominância de fragmentos piritizados, numa incidência de 80 a 90%, com quartzo e fragmentos lateritizados, ocorrendo subordinados.

Somente no final do testemunho, o quartzo predomina na fração grosseira, ocorrendo uma incidência de 85%, ficando minerais pesados, foraminíferos e espículas como componentes acessórios.

Esse testemunho parece revelar episódios bastante singulares ocorridos durante a acumulação dessa coluna sedimentar, predominantemente lamítica.

A porção superior com os componentes bióticos predominando na fração grosseira, mostrando o filme superficial da sedimentação holocênica.

A porção intermediária revela episódios ligados à sedimentação pleistocênica, que transportou sedimentos que mostram indícios de formação de laterita na área drenada pelo sistema fluvial implantado na então planície costeira Wisconsiniana.

A parte inferior mostra mudança do potencial oxidação/redução causada pelo soterramento das camadas, mostrando a presença de microconcreções piritosas e restos de organismos piritizados.

Por fim, a parte basal corresponderia a uma sedimentação de material oriundo, igualmente, das Terras Altas mas que sofreu um intemperismo químico mais drástico, ficando apenas os componentes quimicamente mais resistentes, como quartzo e minerais pesados, poucos foraminíferos piritizados.

TESTEMUNHO 19

profundidade: 2,841m

comprimento: 6,81m

figura: 37

Descrição: É constituído por uma lama plástica homogênea do topo, tornando-se mosqueada em direção à base. Possui cor cinza esverdeado escuro (5GY 4/1) apresenta dois níveis de sedimentos mais grosseiros.

O diâmetro médio (Mz Ø) encontra-se representado por valores situados entre 5,53 e 8,38 Ø, com a fração grosseira variando de 2 a 9% na porção lamosa e 51% na porção mais arenosa.

Nesse testemunho, pela análise de composição grosseira a parte superior holocênica apresenta-se coberta por material onde o quartzo é predominante, mostrando sinais de deslizamento de material que, quando presentes, marcaram a predominância de carapaças de foraminíferos nessa camada de sedimentação hemipelágica atual.

Este comportamento foi, igualmente, observado no testemunho 18, o que parece corroborar com a hipótese de mascaramento provocado por movimentos de massa de sedimentos, através de deslizamentos submarinos.

No restante do testemunho, o quartzo é o componente que predomina, com 80 a 90% e o restante é ocupado por minerais pesados, fragmentos limonitizados, foraminíferos e espículas.

Comentários

Deve ser salientado nos testemunhos deste perfil o aspecto de distinção entre o limite Holoceno/Pleistoceno e quando este se apresenta mascarado é indicativo da presença de escorregamentos submarinos.

É incisiva a presença de fragmentos limonitizados na fração grosseira que se concentram especialmente nesta porção do talude de maneira mais evidente que em outras regiões.

Os testemunhos deste perfil ocupam uma situação batimétrica entre 2.800 e 3.200 metros.

O valor do diâmetro médio da distribuição de frequência grão mais fino foi de 9,11 Ø.

d) Perfil I-I'

Este perfil (Figura 38) é constituído pelos testemunhos 05 (Figura 27) e 01 (Figura 20).

Encontra-se localizado na faixa batimétrica de 769 a 1.184 metros e foi traçado com o sentido de mostrar a presença de seqüência turbidítica neste setor proximal do talude continental.

O diâmetro médio mais fino é de 8,47 Ø.

A seqüência sedimentar, presente nestes testemunhos indica, de maneira precisa, feições diagnósticas de escorregamentos e o conseqüente surgimento de camadas grosseiras mais espessas e menos numerosas que os conturitos e apresentando acamamento gradacional.

Análises Complementares

Aspectos texturais e estatísticos

Dos vinte e dois testemunhos obtidos para estudo da área, foram retiradas cento e oitenta amostras para análises de laboratório.

De uma maneira geral, não houve critério uniforme com relação ao espaçamento das mesmas na coluna sedimentar de cada testemunho. As amostras foram retiradas onde havia variação de cor, mudança na litologia ou a ocorrência de uma feição ou estrutura considerada importante para a caracterização e interpretação da coluna sedimentar apresentada pelo testemunho.

Para melhor observação do comportamento dos três parâmetros de tamanho, ou seja, média aritmética, desvio padrão e assimetria, foram construídos histogramas de frequência baseados na variação de incidência em todas as amostras coletadas em cada testemunho.

Para uma melhor observação das possíveis variações ocorrentes, os testemunhos foram ordenados numa seqüência de profundidade crescente (Figuras 39, 40 e 41).

Verifica-se desta forma, que se tem uma faixa de localização batimétrica de 769 a 4.500 metros.

O tamanho médio de grãos situou-se predominantemente no intervalo silte médio e silte fino nas porções lamosas predominantes, enquanto nas camadas arenosas, mais subordinadas o tamanho médio variou entre areia fina a muito fina.

Nos histogramas, construídos para verificação do comportamento da frequência do tamanho médio (Figura 39) vê-se um aumento progressivo da concentração em direção aos tamanhos mais finos.

Assim, no testemunho 05 (769m) a modalidade situava-se no intervalo 4-5 ϕ , no testemunho 02 (1.907m) no intervalo 6,5-7,5 ϕ e no testemunho 18 (3.645m) entre 9-10 ϕ .

Este comportamento comprova, em todas amostras, a média geral observada e discutida anteriormente, ou seja, uma diminuição gradativa do tamanho de grão com o aumento da profundidade.

O conjunto de histogramas construídos com as variações observadas para o desvio padrão (Figura 40) não mostrou variações acentuadas entre a modalidade encontrada nos testemunhos mais rasos e os mais profundos, localizando-se a moda no intervalo 2-3 ϕ , o que caracteriza a má classificação de todo o conjunto sedimentar.

O conjunto de histogramas confeccionado para a variação encontrada para assimetria (Figura 41) mostra um comportamento bastante interessante, pois mostra que o depocentro sedimentar estudado é composto por duas populações de sedimentos de comportamentos hidrodinâmicos diferentes.

Praticamente, todos os histogramas mostram duas áreas de concentração, uma formada por assimetrias de sinal negativo e outra constituída por valores positivos para o terceiro momento estatístico.

Os valores negativos correspondem às lâminas síltico-arenosas das camadas de conturitos ou de fluxos gravitacionais de sedimentos, enquanto os padrões de sinal positivo são diagnósticos das amostras obtidas na seqüência predominantemente pelítica do testemunho.

Desta maneira, sob o ponto de vista de interpretação, apenas o tamanho médio ($Mz \ 0$) e a assimetria (SK_1) são capazes de oferecer elementos de distinção ou de comportamento diferencial.

O desvio padrão ($\sigma \ 0$) mostrou ser um elemento apenas significativo da má seleção de todo conjunto sedimentar, mas não representativo da fonte de dispersão dos sedimentos.

Observou-se uma tendência de diminuição de tamanho médio, como já era esperado, a partir da porção proximal do Cone em direção à região distal.

Tal constatação é observada em outras feições similares ao Cone do Rio Grande, como o Laurentian Fan, estudado por STOW (1981), que constatou igual comportamento de diminuição do tamanho médio de grãos em direção às profundidades mais expressivas, relacionando com a distância da fonte supridora.

Foi possível verificar, também, que a região norte apresenta dentro do domínio inteiramente pelítico do Cone, uma granulometria mais fina que a região sul. O tamanho médio variou entre 8,77 e 10,05 ϕ , enquanto que na região mais ao sul do Cone, o tamanho médio variou entre 6,95 e 8,36 ϕ .

Pode-se observar, também, esta variação de tamanho médio, na região da borda da plataforma, onde para a porção norte tem-se um tamanho médio de 4,50 ϕ e para a zona mais ao sul um Mz de 3,21 ϕ .

Tal comportamento sugere algumas considerações relativas à paisagem pré-holocênica da costa rio-grandense.

Conforme o modelo evolutivo paleogeográfico estabelecido para a região (MARTINS & URIEN, 1979 e URIEN, et alii, 1980), um número bastante elevado de deltas coalescentes foram construídos na borda da plataforma através do sistema deltáico do Rio da Prata.

Essa fisionomia da região sul do Cone favoreceu o deságüe, sobre o talude continental, de uma carga de suspensão de granulometria mais grosseira.

A parte norte, embora sofresse influência platina, recebia a carga de suspensão das Terras Altas do Rio Grande do Sul, que não eram aprisionadas nas lagoas costeiras presentes na região.

Se por analogia emprega-se o atual modelo de sedimentação da Lagoa dos Patos, que aprisiona os componentes mais grosseiros da carga de suspensão, é fácil compreender que, somente granulometrias mais finas eram na época transmitidas ao talude, para a construção do Cone.

Continuando ainda a tentativa de caracterizar textualmente os sedimentos do Cone, foram confeccionados diagramas triangulares. Embora seja difícil esta distinção de caráter textural, quando se trata de seqüências de sedimentos finos, evidenciamos algumas tendências bastante marcantes.

Os diagramas triangulares construídos (SHEPARD, 1954) basearam-se na proporção areia/silte/argila e apresentaram os seguintes resultados:

— para a porção proximal norte, os pontos que representam as diversas amostras concentraram-se entre areia, areia silteica e misturas proporcionais de areia, silte e argila, ocupando um campo bastante disperso (Figura 421);

- as amostras da porção proximal sul mostraram um campo de variação bem menor pela concentração das amostras no campo de domínio "areia" (Figura 42b);
- para a parte média-distal, o mesmo diagrama apresenta para a região norte maior concentração de amostras no campo correspondente à argila síltica, seguindo-se silte argiloso e outros campos com incidência menor de amostras (Figura 42c);
- para as porções média-distal sul, as amostras apresentaram maior concentração no campo silte argiloso, seguindo silte arenoso e areia síltica com um número bem menor de amostras (Figura 42d).

A tendência manifestada na porção proximal é mantida na região médio-distal, com relação à proporção dos componentes texturais, areia, silte e argila.

A porção norte possui uma quantidade mais elevada de componentes finos em relação à porção sul do Cone, que embora de constituição pelítica, possui uma proporção levemente maior de componentes de maior diâmetro.

Outro gráfico construído, foi o diagrama disperso, utilizando o tamanho médio ($Mz \phi$) e o desvio padrão ($\sigma \phi$) (Figura 42 — p.89). Neste diagrama foram colocadas todas as amostras obtidas dos testemunhos do Cone. Verifica-se que as amostras correspondentes à porção norte (tanto proximais como distais), concentram-se numa área do diagrama correspondente à seleção extremamente pobre, com elevado número de classes texturais, apresentando, contudo, os menores tamanhos de grão.

Já as amostras representativas da porção sul se dispersam, predominantemente, num índice de seleção pobre a bem classificados e com tamanhos de grão levemente superiores.

A observação desse padrão distintivo, baseado no caráter textural, conforme já assinalamos, nem sempre é muito evidente, devendo os dados e gráficos serem cuidadosamente construídos e interpretados, a fim de que seja possível distinguir os aspectos ligados à dinâmica e às áreas fontes, às vezes bastante tênues, mas importantes sob o ponto de vista interpretativo.

Assim, a porção sul, apesar de mais grosseira, possui índices de melhor seleção que a porção norte, de granulometria mais fina, mas de classificação mais pobre.

Parece que os índices de maior energia, que prevaleceram nos sistemas deltáicos coalescentes de idade pleistocênica, retrabalharam os sedimentos de maneira intensa em nível de mar abatido, tendo os sedimentos grosseiros, presentes no Cone, herdado tais características.

Os sedimentos mais finos, transportados em suspensão, mantiveram o número de classes texturais presentes quando assentaram provavelmente floculados pela influência da água salgada, numa situação em que a carga de suspensão fluvial se derramava diretamente sobre o talude continental.

Mineralogia

Os elementos de caráter textural, obtidos e discutidos anteriormente, foram complementados por estudos relativos à composição mineralógica dos sedimentos

presentes e forneceram desta forma, subsídios indispensáveis para a caracterização do modelo sedimentar presente na região estudada.

a) *Minerais leves e pesados*

Esta determinação foi realizada na fração grosseira dos sedimentos ($> 4\phi$) e constou na separação dos conjuntos de minerais leves e pesados, através de Bromo-fórmio, montagem de lâminas, identificação e contagem dos minerais ocorrentes num fluxograma adotado em estudos de composição mineralógica no CECO e descrito por TOMAZELLI (1978).

Os minerais leves e predominantes, conforme pode ser observado nas figuras de descrição dos testemunhos, são respectivamente o quartzo dominante em todas as amostras, com índices de subangular a subarredondado e grãos de carbonato de cálcio de origem biogênica representados por testas de foraminíferos e fragmentos de conchas (shell ash).

Feldspatos são raramente encontrados, o que é explicável, pois sendo os sedimentos do Cone produtos de uma sedimentação predominantemente pré-holocênica, os mesmos, sendo transportados por cursos meandriformes, sobre uma extensa planície costeira, eram física e quimicamente atacados e alterados.

Fragmentos limonitizados representam produtos herdados dos sedimentos que atacam a planície costeira pré-transgressão Flandriana, produzidos portanto em ambientes transicionais de caráter oxidante.

Pírita e concreções piritosas são produzidos *in situ* e representam os primeiros sinais de progressão diagênica de sedimentos pelíticos em ambiente redutor, num estágio caracterizado por DAPPLES (1962), como redoxomórfico.

Esse material fino, rico em matéria orgânica foi acumulado, de maneira bastante incisiva, nos tempos pré-holocênicos, quando espessas camadas pelíticas, que se tornaram rapidamente deficientes de oxigênio, geraram a produção de sulfetos.

Espículas de esponjas representam outro componente de origem biogênica, mas de composição silicosa, igualmente ocorrente entre os componentes da fração grosseira, mas de forma mais subordinada.

Micas e matéria carbonosa ocorrem, igualmente, com incidência variada, mas sempre como acessório dos componentes leves predominantes. Não foram realizados estudos de detalhe a respeito desses dois componentes, mas o material carbonoso parece ser de origem diagênica.

Os componentes da fração pesada foram estudados com o detalhe permitido, tendo como finalidade primordial, o emprego nas relações existentes entre sedimentos e área fonte.

Texturalmente já haviam sido notadas diferenças entre as porções norte e sul do Cone e, portanto, buscava-se uma outra linha de evidência que pudesse confirmar ou não a pequena diferença textural, calcada, especialmente, no tamanho médio.

Foram escolhidas amostras que apresentassem uma maior incidência de minerais pesados e efetuou-se a identificação.

MARTINS (1967), TOMAZELLI (1978), VILLWOCK et alii (1978) e MARTINS DA SILVA (1976 e 1979) realizaram estudos minerais pesados ocorrentes nas praias oceânicas, planície costeira e plataforma continental do Rio Grande do Sul.

Esses trabalhos sintetizam praticamente todo o conhecimento obtido, até o momento, sobre o comportamento dos minerais pesados nos sedimentos dos diferentes ambientes que compõem a província costeira e a plataforma continental sul-rio-grandense.

No presente estudo da fração grosseira dos sedimentos do Cone, procurou-se verificar quais os minerais pesados mais persistentes, procurando relacioná-los com as principais fontes.

Levou-se em consideração, portanto, os elementos proveniência/estabilidade mineralógica, com o objetivo de se observar a presença ou não de certos padrões diferenciais.

Dado o elevado número de amostras, foram escolhidas frações representativas no sentido norte-sul e leste-oeste, incluindo assim a parte norte e a parte sul do Cone, bem como a zona proximal, média e distal, marcadas pela distância do bordo da plataforma e o gradativo aumento da profundidade.

Apesar de subordinadas em quase todas as frações grosseiras das amostras estudadas, as espécies mineralógicas identificadas fornecem alguns elementos, bastante importantes e interessantes na elucidação de alguns pontos, relativos à fonte do material presente no Cone.

Foi igualmente constatada a persistência de certos minerais pesados de elevada estabilidade mineralógica. Entre esses, predominam os minerais opacos, especialmente a ilmenita, magnetita e pirita, pela ordem de abundância.

Na fração constituída por minerais transparentes, predominou a turmalina, seguida pelo zircão, epidoto, granada, estaurolita, augita, glauconita, monazita, biotita, apatita e hiperstênio.

De uma maneira geral, os aspectos morfométricos dos minerais pesados variaram os índices de moderado a elevado arredondamento a faces polidas, diagnosticando um retrabalhamento de mais de um ciclo de sedimentação, o que aconteceu dentro dos episódios da sedimentação pleistocênica.

Com relação à diferença obtida na distribuição do tamanho médio nas regiões norte e sul do Cone, discutida no item anterior, pode-se apenas constatar que através dos minerais pesados não foi possível efetuar uma delimitação da influência platina e das Terras Altas do Rio Grande do Sul.

Tanto a porção norte como sul apresentam uma *suíte* mineralógica similar, não sendo possível evidenciar uma distinção entre a influência das chamadas Províncias Rio-Grandense Externa e Platina (TOMAZELLI, 1978), constatando-se apenas que ambas porções possuem espécies mineralógicas presentes e que, portanto, a contribuição parece ser dupla na construção deste depocentro.

b) *Minerais argilosos*

Foi feita a análise dos minerais argilosos de amostras superficiais coletadas em onze estações na região do Cone do Rio Grande.

Os argilo-minerais identificados foram: illita, montmorillonita, caolinita e algumas camadas mistas I-M, cujas percentagens relativas são apresentadas na Tabela 3:

Tabela 3			
Amostra	Illita %	Montmor. %	Caolinita %
01	50	35	15
04	60	22	18
05	48	37	15
07	50	25	25
09	41	32	27
11	47	31	22
15	50	28	22
17	51	34	15
99	34	40	26
101	37	44	19

De acordo com a localização das amostras, pode-se notar que não houve uma grande diferenciação nos componentes argilosos do Cone.

De maneira geral, houve um predomínio na percentagem da illita, seguida pela montmorillonita e a caolinita. Mas na porção mais ao norte e mais profunda, houve um aumento na quantidade relativa da montmorillonita e ao sul da área de estudos notou-se um predomínio de caolinita em relação à montmorillonita, como o segundo elemento mais abundante.

Esta maior percentagem de illita, parece ser explicável pelo aporte de material argiloso, proveniente do Rio da Prata, especialmente em épocas pretéritas.

A mineralogia da região mais ao norte do Cone, onde houve um predomínio de montmorillonita, parece estar de acordo com os minerais argilosos da plataforma continental situada ao norte da área em estudo e que sofreu a influência da contribuição detrítica das Terras Altas do Rio Grande do Sul, sugerindo que as argilas desta região tenham sido depositadas quando o nível de mar estava aproximadamente a 150 metros abaixo do atual (GAMBÔA et alii, 1973).

Feições Depositionais

A coluna sedimentar observada através da testemunhagem efetuada no Cone do Rio Grande, apresentou, tanto nas chapas radiográficas obtidas antes da operação de corte, como no cuidadoso estudo efetuado à vista desarmada, uma presença bastante subordinada de feições deposicionais.

As seqüências se apresentam, de uma maneira geral, homogênea, sendo que as laminações presentes são pouco consistentes, excetuando aquelas marcadas por litologias contrastantes, como as finas lâminas siltico-arenosas, que se sucedem em uma seqüência inteiramente lamosa e que representam a atuação das correntes geostróficas de contorno, com atuação incisiva na região do Cone.

Outra feição bastante comum é a estrutura mosqueada marcada, muitas vezes, mais por mudança de cor do que por destruição por atividade organógena, de uma lâmina original.

Ela é também marcada por manchas siltico-arenosas, de forma lenticular, presentes na seqüência predominantemente pelítica.

De maneira similar ao que ocorre em outras zonas do talude continental do Rio Grande do Sul, aparecem igualmente na região do Cone, isto é, evidências da presença de atividades de mecanismos descendentes de sedimentos.

Embora as estruturas predominantes sejam produzidas pelos conturitos, foram encontradas feições características indicativas da presença de atividades de fluxos gravitacionais de massa, especialmente correntes de turbidez e fluxos de grãos.

Na parte norte do Cone (MARTINS, MARTINS & CORREA, 1981) e na parte sul (MARTINS & MARTINS, 1981), já foram evidenciados depósitos com texturas e estruturas diagnósticas de fluxos de fragmentos, fluxos de grãos e correntes de turbidez.

É possível que, o progressivo suavizamento da pendente do talude continental, produzido pela sedimentação de caráter progradante, tenha inibido, em grande parte, tais tipos de fluxos que são característicos de taludes instáveis ou abruptos.

Desta maneira, apenas camadas mais ou menos extensas de areia (fluxos de grãos), camadas com sedimentos grosseiros e finos, gradados da base para o topo (correntes de turbidez), foram identificadas na região do Cone.

Salienta-se, portanto, como feição deposicional mais conspícua do Cone, a recorrência de lâminas finas de material siltico-arenoso em uma seqüência pelítica, indicativas de atividades de correntes geostróficas de contorno.

ASPECTOS CONCLUSIVOS

Utilizando os elementos fornecidos pela análise do padrão de circulação de massas de água do Atlântico Sul, pela geologia regional e a evolução paleogeográfica, juntamente com os resultados do processamento sedimentológico dos testemunhos coletados na área de estudo, pode-se chegar às seguintes conclusões:

— Através do estudo das massas de água e da circulação profunda na região, conclui-se alguns aspectos relativos à ocorrência de camadas conturíticas. Entre as diversas massas de água existentes na região, a Água Antártica de Fundo, especialmente, desempenha papel bastante significativo no transporte e deposição dos sedimentos de fundo.

Formada pela convecção termoalina, nas plataformas do continente Antártico e com o seu eixo de expansão deslocado para oeste, no hemisfério sul, sob influência da força de Coriolis, a Água Antártica de Fundo, desloca-se na direção norte, ao longo do declive continental do Brasil e Argentina. Nessas regiões chega a alcançar, em determinadas épocas, velocidades de até 25cm/seg. Desta maneira, desempenha uma atividade bastante incisiva, não somente na distribuição dos sedimentos finos que alcançam o talude e a elevação continental, como também são responsáveis pelo aparecimento de camadas de sedimentos mais grosseiros (silte arenoso ou silte grosseiro) em uma unidade inteiramente lamosa. Essas camadas são pouco espessas, mas, recorrentes dentro da sequência sedimentar na região em estudo.

— Com relação à distribuição sedimentar, vê-se que a plataforma continental sulbrasileira possui uma cobertura sedimentar de caráter predominantemente terrígeno, cujas fontes se encontram localizadas nas terras altas do Rio Grande do Sul e estão, também, sob a influência do Rio da Prata, cuja drenagem de captação, bastante ampla, inclui fontes sedimentares diversas da anterior.

A influência destas duas fontes principais, supridoras de material sedimentar foram comprovadas através de vários trabalhos realizados que tiveram como base, especialmente, os aspectos diferenciais encontrados na composição mecânica dos sedimentos, na mineralogia da fração grosseira, na mineralogia das argilas.

Dentro dessa análise da distribuição dos sedimentos da plataforma continental, podemos indicar que a porção norte e média foram influenciadas por fontes sedimentares representadas pelas rochas que formam o Escudo Cristalino e pelas rochas gondiânicas da Bacia do Paraná, enquanto que a porção sul teve como principal fonte fornecedora de material, o Rio da Prata, através das litologias pampeanas.

— Conclui-se, também, que a distribuição sedimentar da margem continental da região em estudo é de origem alóctone, de acordo com os modernos conceitos de caracterização de cobertura sedimentar em plataformas continentais.

A sedimentação autóctone se acha representada pela concentração de material calcário bioclástico, encontrado em determinados setores da plataforma continental e pelo material remobilizado pela hidrodinâmica presente acima do nível de base de atuação das ondas e correntes na plataforma interna.

Esta distribuição sedimentar se encontra inteiramente ligada aos ciclos sucessivos de nível de mar alto (transgressões) e baixo (regressões).

Durante os níveis de mar baixo, especialmente o que se estabeleceu durante o Wisconsiniano, os grandes agentes de distribuição de material sedimentar eram os rios, que se desenvolviam com suas faixas meandantes por sobre uma extensa planície costeira (hoje representada pela plataforma continental) e que construíam deltas e estuários em suas desembocaduras.

Nessa passagem através da planície costeira e nos planos subaéreos deltáicos, esses rios distribuíam praticamente toda sua carga de material grosseiro, por intermédio da formação de bancos em pontal, depósitos do tipo crevasses em seu curso fluvial e em bancos entre os distributivos e a face praial, junto ao plano deltáico.

Também o vento exercia um papel de destaque nessa planície costeira, construindo campos de dunas e planos arenosos.

Como os planos deltáicos se situavam no que hoje representa a zona de quebra da plataforma continental, a carga de suspensão era depositada diretamente sobre o talude, gerando uma acumulação intensa de material fino (silte e argila). E por sua vez, estes planos subaquáticos deltáicos e seus depósitos associados, por se encontrarem nas proximidades de uma região de pendente pronunciada (talude continental), geravam deslizamentos submarinos, ocasionando o aparecimento de fluxos gravitacionais de sedimentos, entre os quais sobressaem as correntes de turbidez.

Assim, através destes episódios pulsáteis, rápidos e de curta duração, o material grosseiro era transportado para o talude e elevação continental que recebiam normalmente uma contribuição, de caráter nitidamente pelítico (carga de suspensão dos rios).

Deve-se levar em conta que o suavimento mais acentuado do talude continental e o conseqüente surgimento, na região, do Cone do Rio Grande, deveu-se à concentração, nesta zona, de parte do deságüe platino, que juntamente com a contribuição sul-riograndense, gerou uma evolução sedimentar acentuada de sedimentos finos e subordinadamente sedimentos grosseiros, fornecidos por mecanismos espasmódicos, ligados à instabilidade do talude continental.

Esta seria, portanto, a distribuição sedimentar e seus principais elementos dinamizadores (rios e fluxos gravitacionais) na paisagem pleistocênica, antes da transgressão Flandriana.

Deve ser considerada ainda, que nessa época a zona praial, de alta energia, localizava-se na região do bordo da plataforma, desenvolvendo em alguns locais fora da influência do deságüe fluvial, uma sedimentação orgánógena representada por moluscos e outros organismos de carapaça ou esqueleto calcário. Assim se explica a ocorrência da sub-facões biodetrítica externa na região entre o Rio Grande do Sul e o Cabo de Santa Marta.

Durante a transgressão Flandriana a subida do nível do mar efetuou-se de maneira gradativa, com períodos de estabilização, até afogar as terras baixas e efetuar contato direto com as terras altas. Tornou-se, então, responsável por uma nova redistribuição da cobertura sedimentar.

Durante o avanço do mar por sobre a planície costeira e a conseqüente migração da linha de alta energia (linha de praia) em direção ao continente, a remobilização do substrato arenoso foi gerando o surgimento de barras e restingas ocasionando o surgimento de lagunas costeiras. Estas lagunas mantiveram conexões com o mar aberto e foram responsáveis, durante os períodos de intensa pluviosidade, pelo fornecimento de verdadeiras nuvens de material fino a, então, estreita plataforma e talude inferior.

Este transporte de sedimentos terrígenos costeiros ao talude continental, pode ser identificado através da presença constante, nos sedimentos dos testemu-

nhos, de restos vegetais, micas, biodetritos, fragmentos limonitizados, grãos de quartzo tamanho areia e foraminíferos característicos de águas rasas.

— Pode-se relacionar esses aspectos gerais, discutidos anteriormente, com as características texturais, estruturais e mineralógicas dos sedimentos do Cone do Rio Grande e incluí-lo como mais um modelo de sedimentação de mar profundo, entre os muitos que se formaram nos últimos 15m.a.

a) os aspectos relativos às propriedades texturais mostraram uma pequena variação na composição mecânica dos sedimentos do Cone, quando se considera o valor do diâmetro médio ($Mz \phi$), revelando as duas fontes supridoras de material para o depocentro e/ou uma variação na paisagem costeira pleistocênica com um regime deltáico (de maior aporte) ao sul e um sistema lagunar (de menor aporte) ao norte.

Esta observação é coincidente com os resultados dos estudos realizados na plataforma continental da região sul-brasileira por URIEN & EWING (1974) e URIEN, MARTINS & MARTINS *a* e *b* (1980), onde apresentam uma paisagem paleogeográfica de ambientes transicionais, caracterizados pela presença de deltas na área sul, de influência platina e de rios meândricos e lagunas costeiras na porção norte.

Essa distinção pode ser acompanhada na documentação gráfica preparada com os dados obtidos no processamento textural, como diagrama triangulares relativos à proporção areia/silte/argila e diagrama disperso de tamanho médio ($Mz \phi$) versus desvio padrão ($\sigma \phi$).

A partir da interpretação da análise mecânica, conclui-se que há uma variação no nível de energia, no local de deposição, levemente superior na região sul do Cone. Outro aspecto relacionado a propriedade tamanho médio, foi a diminuição da granulometria a partir da porção proximal até as porções mais distais do Cone. Esta diminuição de tamanho de grão, parece estar ligada a competência das correntes de fundo (porque as correntes geostróficas possuem maior velocidade na porção oeste, junto ao talude e elevação continental) e ao tamanho original do material acumulado e posteriormente retrabalhado para formar os conturitos.

b) A mineralogia da fração leve, revelou, na parte herdada dos sistemas deposicionais anteriores, o componente estável (quartzo) como predominante. Os demais componentes são subordinados, salientando-se os fragmentos limonitizados, igualmente herdados de ambientes desenvolvidos anteriores à Transgressão Flandriana.

Na fração pesada herdada, pode-se contatar, com relação aos aspectos de área fonte, a contribuição platina e rio-grandense na suíte mineralógica identificada, não sendo, contudo, possível separar as duas regiões evidenciadas pela propriedades texturais.

Desta maneira, o estudo da fração grosseira ($>0,062\text{mm}$) presente como elemento acessório numa sedimentação de predomínio pelítico, serviu para indicar e relacionar as prováveis áreas fontes, responsáveis pela alimentação e desenvolvimento deste depocentro de lama, representado pelo Cone do Rio Grande.

Neste particular, ficou evidente que a geração do centro lamoso deu-se pela captação de material proveniente de dois sistemas de drenagem importantes, representados pelas Terras Altas do Rio Grande do Sul e o sistema do Prata.

A paisagem da então extensa planície costeira existente, favorecia de maneira peculiar, a geração de sistemas deposicionais de sedimentos mais grosseiros na zona de borda da plataforma e a transferência para o talude da carga fina de suspensão.

Pode-se, também, determinar com relação à estabilidade mineralógica, a maturidade acentuada dos componentes herdados de fração grosseira, o que indica um conjunto sedimentar retrabalhado e submetido a vários ciclos de sedimentação.

A mineralogia das argilas foi, também, um elemento diagnóstico na caracterização das áreas fontes dos sedimentos.

De maneira geral, a composição encontrada seguiu os padrões já anteriormente determinados por VILLWOCK et alii (1972), para a porção norte da área estudada, onde há o predomínio da percentagem relativa da montmorillonita herdada das rochas do escudo pré-cambriano e das rochas sedimentares da Bacia do Paraná.

Por sua vez, a região situada mais ao sul apresentou como argilo mineral predominante, a illita, herdada da contribuição das formações pampeanas, trazidas pela drenagem platina.

Tal observação efetuada através da relação de argilo minerais presentes no talude e as áreas fontes, é realizada pela primeira vez na região estudada, demonstrando ainda, a utilidade do uso da fração argilosa herdada, na determinação desse parâmetro.

Verifica-se desta forma, que o conjunto de informações oferecidas pelo estudo da composição mecânica e mineralógica das amostras dos testemunhos do Cone, foi de singular importância no controle do regime sedimentar presente no local de acumulação, modo de transporte e fonte de sedimentos.

c) Paralelamente aos estudos texturais e mineralógicos, foram analisados, com detalhe, as feições deposicionais presentes na coluna sedimentar.

Tais feições acham-se relacionadas aos quatro regimes contantes de acumulação de material sedimentar. Conseqüentemente as estruturas sedimentares identificadas podem ser agrupadas da seguinte maneira:

1) as laminações plano-paralelas encontradas em alguns testemunhos indicam condições normais de sedimentação relativamente tranqüila da carga de suspensão;

2) o acamadamento gradacional e as espessas camadas de sedimentos de tamanho de areia (material biótico e/ou abiótico) comprovam a atividade de fluxos gravitacionais de sedimentos, depositando-se em níveis bem característicos dentro da coluna sedimentar, identificados nos diversos tamanhos estudados;

3) finas e numerosas camadas de material siltico/arenoso fino, que representam uma feição deposicional bastante comum e que foram seguramente produzidas por movimentos paralelos às curvas isóbatas, através de correntes geostróficas de contorno;

4) finalmente, a estrutura mosqueada observada parece ter sido produzida por pequenos deslizamentos, devido à instabilidade de declive, surgindo como manchas

irregulares de material mais arenoso imerso numa matriz lamosa. Estão, provavelmente, relacionadas com o transporte da massa do tipo de lama e não devem ser confundidas com fluxos de fragmentos, variedade de fluxo gravitacional.

— Outro elemento conclusivo é a presença bastante subordinada, dos componentes grosseiros nos sedimentos do Cone. Ela é atribuída a fluxos gravitacionais de sedimentos, devida à instabilidade do talude e pela atividade das correntes geostróficas de Contorno (gerando conturitos).

De outra maneira não se pode explicar a presença de sedimentos grosseiros, pois as diferenças de altitude entre as terras altas e as profundidades abissais, no caso da paisagem Wisconsiniana, era atenuada pela existência de uma extensa planície costeira de pendente muito suave, não permitindo assim a deposição de turbiditos clássicos (que necessitariam de maior energia de transporte), mas camadas de sedimentos grosseiros com algumas características de turbiditos.

Além das feições produzidas por fluxos gravitacionais, os depósitos produzidos pelas correntes geostróficas de contorno — conturitos — constituem a feição mais conspícua da seqüência sedimentar estudada.

A afirmação efetuada por vários autores, de que as camadas de conturitos eram encontradas somente no talude e elevação continentais de oceanos modernos profundos, parece não encontrar apoio depois dos estudos efetuados por BOUMA (1972 *a* e *b*) que as descreveu em seqüências sedimentares do passado geológico.

Desta maneira, o estudo e o detalhamento de conturitos modernos poderá conduzir a obtenção de certas indicações que possam favorecer sua identificação em seqüências sedimentares mais antigas.

Ficaria assim, mais clara a distinção entre as espessas seqüências de prodelta e as lamas de talude e elevação continentais.

O estabelecimento de certos critérios diferenciais bem definidos, como os já existentes entre os turbiditos e os conturitos, obtidos após muitos estudos, devem necessariamente facilitar a distinção entre seqüências lamosas de plataforma e de mar profundo.

Por outro lado, a vinculação indicada neste trabalho, entre o depocentro estudado, a drenagem e a dinâmica existente na época do nível de mar Wisconsiniano, constitui um elemento de primordial importância na construção do Modelo Evolutivo Paleogeográfico Quaternário da Margem Continental do Atlântico sul, na região compreendida entre o Cabo de Santa Marta (Brasil) e a Baía de Samboronbon (Argentina).

— Deve ser considerado ainda, dentro dos aspectos conclusivos, que os mecanismos que modelaram a atual fisiografia e a evolução sedimentar da margem continental, conduziram a uma sedimentação de talude extremamente rica em matéria orgânica gerando condições de deficiência de O_2 devido a grande quantidade de material pelítico acumulado.

Esta afirmativa encontra-se baseada na abundância de restos vegetais e na presença de concreções piritosas e fósseis piritizados encontrados nos sedimentos do Cone.

BIBLIOGRAFIA

- ALVES, E.C. 1977. *Estrutura rasa do talude e sopé da margem continental do Rio Grande do Sul e Uruguai*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências, UFRGS. Dissertação Mestrado Geociências.
- BOUMA, A.H. 1972a. Recent and ancient turbidites and contourites. *Transaction Gulf Coast Association Geological Society*, New Orleans, 22: 205-21.
- . 1972b. Fossil contourites in lower Niesenflysch, Switzerland. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, Okla., 42: 917-21.
- ; REZAK, R.; CHMELIK, F.B. 1969. Sediments transport along oceanic density interfaces. *Geological Society of America*, Abstract Programs, New York, 7: 259-60.
- BUTLER, L.W. 1970. Shallow structure of the Continental Margin, Southern Brazil and Uruguay. *Geological Society of America Bulletin*, New York, 81: 1079-96.
- CURRAY, J.R. 1964. Transgressions and regressions. In: MILLES, R. ed. *Papers in marine Geology*. New York, MacMillan, p.175-203. (Shepard Commemorative volume).
- DAMUTH, J.E. 1975b. Quaternary climate change as revealed by calcium carbonate fluctuations in Western equatorial Atlantic sediments. *Deep-Sea Research*, Hudson, 22: 725-43.
- DAPPLES, E.C. 1962. Stages of diagenesis in the development of sandstones. *Geological Society of America Bulletin*, New York, 73: 913-34.
- DAVIES, T.A. & LAUGHTON, A.S. 1972. Sedimentary process in the North Atlantic. In: LAUGHTON, W.A. et alii ed. *Initial Reports of the D.S.D.P.*, encl. 12; p.905-34.
- DIETZ, T.R. 1964. Continental slope. In: JOSK, N. *Encyclopedia of Oceanography*. New York, Reinhold Publishing Co. v.1, p.205-7.
- DRAKE, D.E.; KOLPAK, R.L.; FISCHER, P.J. 1972. Sediment transport on Santa Barbara — Oxnard Shelf, Santa Barbara Channel, California. In: SWIFT, D.J.P.; DUANE, O.B.; PILKEY, O.H. ed. *Shelf Sediment Transport*. Stroudsburg, Pa., Dowden, Hutchinson & Ross, p.307-31.
- EITTEIM, S. & EWING, M. 1972. Suspended particulate matter in deep waters of the North American Basin. In: GORDON, A.L. ed. *Studies in Physical Oceanography*. New York, George Wust Tribute, 2, Gordon & Brezch, p.123-67.
- ; —; THORNDIKE, E.M. 1969. Suspend matter along the continental margin in the North American Basin. *Deep-Sea Research*, London, 16: 613-24.
- EMERY, K.O. 1952. Continental shelf Sediments of Southern California: *Geological Society America Bulletin*, v.63, p.1105-1108.
- . 1968. Relict Sediments on Continental Shelves of world. *American Association Petroleum Geologists*, v.52, nº 3, p.445-64.
- EWING, M. & THORNDIKE, E.M. 1965. Suspended matter in deep ocean *Sciences*, Washington, D.C., 147: 1291-4.

- EITREIM, S.L.; EWING, J.I.; LE PICHON, X. 1971. Sediment transport and distribution in the Argentina Basin. 3. Nepheloid layer and processes of sedimentation. In: AHRENS, J.H.; Press, F.; Rucorn, S.K.; Urey, H.C. ed. *Physics and Chemistry of the Earth* 8. New York, Pergamon, p.49-77.
- FIGUEIREDO Jr., A.G. & HOFMEISTER, I. 1978. Manual de operações de bordo, LXV Comissão Oceanográfica Operação Geomar VII, Costa Sul — Geologia Marinha, *Boletim DHN-DG32*, Rio de Janeiro, 7: 7-37.
- GAMBÔA, L.A.; FIGUEIREDO Jr., A.G.; MARTINS, I.R.; FORMOSO, M.L.L. 1973. Argilominerais da plataforma continental do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27., Aracaju. *Anais.* . . São Paulo, S.B.G. v.1, p.353-8.
- HEEZEN, B.C. & EWING, M. 1952. Turbidity currents and submarine slumps, and the Grand Banks earthquake. *American Journal of Science*, New Haven, 250: 849-73.
- ; HOLLISTER, C.D.; RUDDIMAN, W.F. 1966. Shaping of the Continental Rise by deep geostrophic contour currents. *Science*, Washington, D.C. 152: 502-8.
- HOLLISTER, C.D. 1967. *Sediment distribution and deep circulation in the Western North Atlantic*. Columbia University Thesis Doctor.
- & ELDER, R.B. 1968. Contour currents in the Wedell sea. *Deep-Sea Research*, London, 16: 99-101.
- & HEEZEN, B.C. 1972. Geologic effects of ocean bottom currents: Western North Atlantic. In: GORDON, A.L. & BREACH. *Studies in Physical Oceanography*. New York, v.2, p.19-35.
- JACOBS, M.B. & EWING, M. 1969. Suspended particulate matter: Concentration in major oceans. *Science*, Washington, D.C. 163: 380-3.
- THORNDIKE, E.; EWING, M. 1973. A Comparison of suspended particulate matter from nepheloid and clear water. *Marine Geology*, Amsterdam, 14: 117-28.
- JOHNSON, D. 1919. *Shore processes and shortline development*. New York, John Wiley & Sons. 585p.
- KEELING, C. & STANLEY, D.J. 1976. Sedimentation in canyon slope and basin-slope environments. In: STANLEY, D.J. & SWIFT, D.J.P. ed. *Marine Sediment transport and environmental management*.
- KOWSMANN, R.O. & COSTA, M.P.A. 1974. Interpretação de testemunhos coletados na margem continental brasileira durante a Operação GEOMAR VI, 2º Simpósio de Oceanografia e Geologia Marinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 28., Porto Alegre, *Anais.* . . Porto Alegre, S.B.G. v.3, p.297-304.
- KUENEN, P.H. & MIGLIORIN, C.I. 1950. Turbidity currents as a cause of graded bedding. *Journal of Geology*, Chicago, Ill., 58: 91-127.
- & MENARD, H.W. 1952. Turbidity currents graded and ungraded deposits. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, Okla., 22: 83-95.

- MARTINS, I.R.; MARTINS, L.R.; URIEN, C.M. 1978. Presença de conturitos no Cone do Rio Grande. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 30. Recife. *Resumo das Comunicações*. Recife, S.B.G. v.1, p. i69.
- MARTINS, L.R. 1967. Aspectos texturais e deposicionais dos sedimentos praias de Planície Costeira do Rio Grande do Sul. *Publicação Especial. Escola de Geologia*, UFRGS, Porto Alegre, 13: 1-102.
- & MARTINS, I.R. 1981. Sedimentologia da Plataforma Externa e Talude Superior de Santa Catarina. *Boletim DHN-DG32 XIII*, Rio de Janeiro, No prelo.
- & URIEN, C.M. 1979. Margem Continental do Cabo de Santa Marta ao Arroio Chuí: Evolução Paleogeográfica. In: *Atlas Sedimentológico da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul*. v.2. Carta nº 9.
- ; MARTINS, I.R.; CORREA, I.S. 1981. Aspectos Sedimentares da Plataforma Externa e Talude Superior do Rio Grande do Sul. *Boletim DHN-DG32 XIII*, Rio de Janeiro. No prelo.
- ; —; URIEN, C.M. 1980. Evidências de movimentos descendentes no talude superior do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 31., Balneário de Camburiú. *Resumo das Comunicações*. Florianópolis, S.B.G. 379p.
- ; URIEN, C.M.; BUTLER, L.W. 1972. Províncias fisiográficas e sedimentos da margem continental atlântica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 26., Belém. *Anais*. . . Belém, S.B.G. p. 105-14.
- MARTINS, L.R.; URIEN, C.M.; EICHLER, B.B. 1967. Distribuição dos sedimentos modernos da plataforma continental sul-brasileira e uruguaia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. *Anais*. . . Curitiba, p.29-43.
- ; —; MARTINS, I.R. 1980. Evolução geológica do quaternário do litoral atlântico uruguaio, plataforma continental e regiões vizinhas. *Notas Técnicas*, CECO, Porto Alegre, 3: 7-43.
- ; CORREA, I.S.; MARTINS, I.R.; PONZI, V.R. 1978. *Aspectos geológicos da margem continental do Rio Grande do Sul*. LXV Comissão Oceanográfica. Operação GEOMAR VII. p.38-89.
- ; MELO, U.; FRANÇA, A.M.C.; SANTANA, I.; MARTINS, I.R. 1972. Distribuição faciológica da margem continental Sul-Riograndense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 26., Belém. *Anais*. . . Belém, S.B.G. v.2, p.115-32.
- MARTINS DA SILVA, M.A. 1976. *Mineralogia das areias de praia entre Rio Grande e Chuí*, RGS. Porto Alegre, instituto de Geociências, UFRGS. Dissertação de Mestrado Geociências.
- . 1979. Provenance of heavy minerals in beach sands — Southern Brazil: from Rio Grande to Chuí (Rio Grande do Sul State). *Sedimentary Geology*, Amsterdam, 24: 133-48.
- MIDDLETON, G.V. & HAMPTON, M.A. 1976. Subaqueous sediment transport and deposition by sediment gravity flows. In: STANLYE, D.J. & SWIFT, D.J.P. ed. *Marine Sediment Management*.

- MOORE, D.G. 1969. Reflection profiling studies of the California Continental Borderland; structure and Quaternary turbidite basins. *Geological Society of America Special Paper*, New York, 107: 1-142.
- NELSON, D.D.; PIERCE, J.W.; COLQUHOUN, D.D. 1973. Sediment dispersal by cascading coastal water. *Geological Society of America. Abstract Programs*, New York, 8: 473-4.
- PIERCE, J.W. 1976. Suspended Sediment Transport at the shelf Break and over the outer Margin. In: STANLEY, I.D.; SWIFT, D.J.P. Marine Sediment Transport and Environmental Management.
- ROCHA, J.A.; MILLIMAN, J.D.; SANTANA, C.I.; VILCALVI, M.A. 1975. *Upper continental margin sedimentation of Brazil*. Part V. Southern Brazil. Relatório Interno. Projeto REMAC.
- SCHNEIDER, E.D.; FOX, P.J.; HOLLIESTER, C.D.; NEEDHAM, H.D.; HEEZEN, B.C. 1967. Further evidence of contour currents in the western North Atlantic. *Earth Planetary Science Letters*. Amsterdam, 2: 351-9.
- SHEPARD, F.P. 1932. Sediments on continental shelves. *Geological Society of America Bulletin*, Rochester, N.Y., 43: 1017-34.
- . 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journal Sedimentary Petrology*, Tulsa, Okla., 24: 151-8.
- & DILL, R.F. 1966. *Submarine canyons and other valleys*. Chicago, Ill., Rand-McNally.
- STOW, D.A.V. 1981. Laurentian Fan: morphology, sediments, processes and growth pattern. *Bulletin of American Association of Petroleum Geologists*, Tulsa, Okla., 65(3): 375-93.
- STOW, D.A.V. & LOVELL, J.P.B. 1979. Contourites: their recognition in modern and ancient sediments. *Earth Science Review*, Amsterdam, 14: 251-91.
- SHALLOW, J.C. & WORTHINGTON, L.V. 1961. An observation of a deep contour current in the Western North Atlantic. *Deep-Sea Research*, London, 8: 1-19.
- & —. 1969. Deep currents in the Labrador Sea. *Deep-Sea Research*, London, 16: 77-84.
- SWIFT, D.J.P.; STANLEY, D.C.; CURRAY, J.R. 1971. Reflect sediments on continental shelves; a reconsideration. *Journal of Geology*, Chicago, Ill., 79: 322-76.
- TOMAZELLI, L. 1978. Minerais pesados da plataforma continental do Rio Grande do Sul. *Acta Geológica Leopoldense*, São Leopoldo, 3.
- URIEN, C.M. & MARTINS, L.R. 1978. *Structural and Physiographic map of Eastern South America and Western South Atlantic*. Porto Alegre, CECO, Série Mapas, nº 3.
- & —. 1981. Delta moderno no Paraná: um modelo deltaico confinado em um estuário. In: Simpósio do Quaternário no Brasil, 4º, Rio de Janeiro. *Resumo das Comunicações*, p.17.
- ; —; MARTINS, L.R. 1978. Modelos deposicionales en la plataforma continental do Rio Grande do Sul, Uruguay y Buenos Aires. Introduccion a los deltas preholocenos en la Terraza Continental del Rio de La Plata. In: CONGRESSO GEO-

- LÓGICO ARGENTINO. 7., Neuquen. *Actas...* Neuquen, República Argentina, v.2, p.639-58.
- ; MARTINS, I.R. 1980. Evolução geológica do quaternário do litoral atlântico uruguaio, plataforma continental e regiões vizinhas. *Notas técnicas*. CECO, Porto Alegre, 3: 7-43.
- VILLWOCK, J.A. 1973. *Contribuição à geologia do Holoceno da província costeira do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências. Dissertação Mestrado Geociências.
- ; MARTINS, I.R.; FORMOSO, M.L.L. 1972. Contribuição ao estudo da mineralogia das argilas dos sedimentos de fundo da Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul, Brasil). *Estudos Sedimentológicos*, Natal, 2(1/2): 13-34.
- VILLWOCK, J.A.; TOMAZELLI, L.J.; HOFMEISTER, T.; JUCHEM, P.L. DEHNHARDT, E.A.; LOSS, E.L. 1978. Análise textural e mineralógica das areias negras da costa do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., Recife. *Anais...* Recife, S.B.G. p.913-26.
- WÜST, G. 1936. Schichtung und zirculation des Atlantischen ozeans. Das Bodenwasser und die Stratosphäre. *Wiss. Erg. Deutsch. Atlant. Exp. "Meteor"* 1925-27, 6: 1-288.
- ZEMBRUSCKI, S. 1967. *Sedimentos da plataforma continental do Brasil*. Diretoria de Hidrografia e Navegação. XXXIII Comissão Oceanográfica. Apêndice B, p.369-409.

Corrente de Turbidez
(Turbidity Current)

Fluxo Liquefeito
(Liquefied Flow)

Fluxo de Grãos
(Grain Flow)

Fluxo de Fragmentos
(Debris Flow)

Tipos de Fluxos Gravitacionais de Sedimentos e seus Depósitos

(Modificado de Middleton e Hampton - 1976.)

Fig. 4

A

Fluxo com excesso de densidade

(Moore , 1969)

B

Desprendimento de porções da camada turbida nas zonas profundas

(Drake e outros, 1972)

C

Cascadeamento

(Nelson e outros, 1973)

D

Acumulação por simples deposição de partículas na interface mais densa e renovação de assentamento.

(Bouma e outros, 1969)

Figura 5 — Modelo esquemático sugerido por Pierce (1976) para o transporte do material em suspensão da plataforma continental para mar profundo.

TEXTURAS SEDIMENTARES E FÁCIES
DA MARGEM CONTINENTAL
RIO GRANDE DO SUL
FÁCIES SEDIMENTARES PARALÍCIAS

- FÁCIES ARENOSA — Áreas de plataforma interna e média
- SUB-FÁCIES BIOGÊNICA INTERNA — Áreas superficiais com biódetritos
- SUB-FÁCIES BIOGÊNICA EXTERNA — Áreas superficiais com biódetritos
- FÁCIES PLATINA — Lama fúvil, proveniente do Rio de La Plata
- FÁCIES PATOS — Lama argilosa proveniente do Lago das Patas
- FÁCIES TRANSICIONAL — Lamas de plataforma interna com não retromontadas
- FÁCIES SEDIMENTARES HEMIPÉLICAS
- FÁCIES DE TALUDE — Lama com intercalações de terrígenos e compostos de foraminíferos
- FÁCIES DE MAR PROFUNDO — Lama hemipélica com intercalações de terrígenos
- — — limite aproximado entre as regiões paralic e hemipélica

ESCALA 1:3.500.000

FONTE: MARTINS ET ALII 1976
1978

FIG. 6

FIG. 11

CONE DO RIO GRANDE (INFERIOR)

CONE DO RIO GRANDE

FIG. 13

CONE DO RIO GRANDE (SUPERIOR) FIG. 14

CONE DO RIO GRANDE

FIG. 19

CONE DO RIO GRANDE (SUPERIOR) FIG. 20

CONE DO RIO GRANDE (INFERIOR)

FIG. 24

CONE DO RIO GRANDE

FIG. 25

CONE DO RIO GRANDE (SUPERIOR)

CONE DO RIO GRANDE (SUPERIOR) FIG. 27

FIG. 28

CONE DO RIO GRANDE (MÉDIO)

FIG. 29

CONE DO RIO GRANDE (INFERIOR)

FIG. 30

FIG. 33

FIG. 34

FIG. 35

FIG. 38

Histogramas de Variação de Tamanho Médio

Fig. 39

Histogramas de Variação de Desvio Padrão

Fig. 40

Histogramas de Variação de Assimetria

Fig. 41

Diagrama Disperso (Cone do Rio Grande) — Fig. 43