Pesquisas em Geociências

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

Intercâmbio Sedimentar entre o Rio de la Plata Exterior e a Plataforma Continental Adjacente

Ricardo Ayup

Pesquisas em Geociências, 19 (19): 105-126, jan./abr., 1987.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21685>

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., 1987.

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

Intercâmbio Sedimentar entre o Rio de la Plata Exterior
e a Plataforma Continental Adjacente

Ricardo N. Ayup*

SINOPSE

Através da análise das diferentes condições hidrodinâmica e do comportamento dos sedimentos em suspensão, foi possível com o apoio de imagens do Satélite LANDSAT 4, descrever as condições do intercâmbio sedimentar entre o Rio de la Plata e a Plataforma Continental adjacente.

Foram quantificados os aportes de sedimentos aos diferentes setores do Rio da la Plata, assim como os aportes deste até a Plataforma Continental. Foi apresentado um modelo do esquema de circulação e transporte dos sedimentos. Além disso foi possível estabelecer a incidência atual dos sedimentos de origem platense na plataforma sul brasileira.

ABSTRACT

The application of Landsat MSS to validate studies of the sedimentary exchange of Rio de la Plata estuary and adjacent Continental Shelf associated with hydrodynamics and sediment transport condition are present in this paper.

The average of sedimentary ranges of deposition in the Rio de la Plata system and contribution in the Continental Shelf are defined. Data obtained will permit design of a sedimentary model drawn from the suspended sedimentary transport. In addition, occurrence of "platenses" sediments was detected in the Southern Brazilian Continental Shelf.

INTRODUÇÃO

O comportamento dos sedimentos em suspensão dentro do Rio de la Plata, observado por Ayup (1986a) pode ser verificado conforme registros nas imagens MSS do satélite LANDSAT-4 fornecidas pelo MCT-INPE.

Os trabalhos de Herz (1977) e Sausen (1981) já haviam demonstrado que as imagens LANDSAT eram instrumentos importantes para o estudo dos processos de dispersão de partículas sólidas em corpos d'água. Am-

* Curso de Pós-Graduação em Geociências. Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Pesquisas	Porto Alegre	N.19	P.105-126	1987
-----------	--------------	------	-----------	------

Os autores desenvolveram trabalhos com imagens nos canais 4 e 5 do MSS, pois as respostas espectrais são correlacionadas linearmente com os níveis de turbidez, o que possibilita a identificação de áreas com diferentes concentrações de sólidos em suspensão.

Como o objetivo do presente trabalho não é desenvolver um estudo através de imagens de satélites, e sim a utilização das mesmas para fornecer subsídios que apoiem as observações feitas sobre a dinâmica dos sedimentos em suspensão, foram utilizadas imagens LANDSAT correspondentes ao canal 6 do MSS.

Segundo Jackson (1984) as respostas espectrais nos canais 4, 5 e 6 do MSS das imagens LANDSAT apontam informação satisfatória para identificação do movimento dos sedimentos em suspensão e remoção do silte por erosão.

As informações fornecidas através dos estudos sobre o comportamento dinâmico e dos sedimentos no Rio de la Plata, foram complementadas com os principais antecedentes bibliográficos desenvolvidos na plataforma adjacente para caracterizar as condições do intercâmbio sedimentar.

LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA ESTUDADA

A área em estudo compreende o Rio de la Plata e a Plataforma Continental adjacente, limitada entre os paralelos 33° e 37° de latitude sul e pelos meridianos 52° e $56^{\circ}20'$ de longitude oeste na zona de plataforma e $58^{\circ}30'$ de longitude oeste no extremo continental (Figura 1).

A área considerada abrange uma superfície de 170.000 km^2 caracterizando-se pelo elevado interesse econômico que se deriva da elevada produtividade da pesca e como meio marítimo comercial do Uruguai e Argentina.

O Rio de la Plata apresenta características de estuário do tipo de costa plana com forma afunilada; aumentando sua profundidade e largura desde seu limite fluvial (50 km na zona inferior) até o oceano (220 km na zona exterior). A profundidade média oscila de 2,5 m na zona inferior, 5 m nas proximidades de Montevideo a 15 m na zona exterior, com a profundidade máxima de 25 m de frente a Punta del Este (Figura 2).

O Rio de la Plata é um estuário micro-mareal com variação das marés de +1.28 m a +0.67 m, com nível médio de +0.43 m (SOHMA, 1978), apresentando velocidade média de 0.20 cm/s, e que podem alcançar até 1,0 m/s em épocas de perturbações meteorológicas.

A maré se estende em toda a extensão do estuário, e a salinidade penetra 150 km desde o limite exterior do Rio de la Plata.

A salinidade apresenta-se geralmente como um fator importante para definir a circulação do sistema na zona exterior, oscilando temporariamente e espacialmente com valores entre 0,1‰ a 33‰. Os padrões de circulação estuarina observados por Ayup (1986a) permitiram analisar o comportamento dos sedimentos em suspensão no Rio de la Plata e adjacências.

MÉTODO APLICADO

Como o objetivo do presente trabalho é caracterizar o intercâmbio sedimentar entre o Rio de la Plata e a Plataforma Continental adjacente utilizou-se o método descrito por Ayup (1986b). Basicamente, nele são considerados os antecedentes bibliográficos, as imagens orbitais e as condições hidrodinâmicas e sedimentares que condicionam o comportamento dos sedimentos em suspensão na área de estudo. A correlação existente entre as diferentes variáveis consideradas, permitem descrever os mecanismos que atuam no intercâmbio sedimentar entre o Rio de la Plata e a Plataforma Continental adjacente.

A aplicação dos antecedentes descritos por Ayup (1986a e b) permitem quantificar os aportes de sedimentos ao Rio de la Plata e deste até as zonas adjacentes.

Além disso, a informação discutida permitiu a confecção de um modelo do mecanismo de transporte na direção da plataforma.

ANÁLISE DE IMAGENS ORBITAIS

Nas imagens do LANDSAT 4 de 18 de outubro de 1982 do Rio de la Plata B4-01366 WRS223/84 e 85 (Figura 3) são observadas condições que confirmam o comportamento dos sedimentos em suspensão descrito por Ayup (1986a).

Na zona central da imagem observa-se uma elevada concentração de sedimentos em suspensão, que pode ser considerada como o resultado do aporte da descarga fluvial e em parte da ressuspensão dos materiais nas proximidades do complexo Banco Arquimedes-Inglês onde se percebem plumas deslocadas do grupo principal (Figura 3).

Na área sul se observa uma faixa de elevada turbidez que se desloca contra a costa oceânica argentina, ingressando no Rio de la Plata, este comportamento é resultado da deriva litorânea atuante na costa da Província de Buenos Aires.

A presença de duas frentes de turbidez de densidade colorimétrica diferente na zona central, são em parte consequência da difusão e

submersão dos sedimentos em suspensão presentes na camada superficial.

O fato dos sedimentos ser mantidos em suspensão e deslocar-se nas proximidades da costa uruguaia pela camada superficial, resulta do trapeamento da água de origem fluvial, pelo ingresso da onda de maré e salinidade, assim como o efeito das vagas e os ventos próximo ao setor costeiro. Este comportamento foi observado por Ayup (1986a), mas não se possuíam evidências suficientes que confirmassem o trapeamento no setor norte e sul na zona central do Rio de la Plata exterior. A distribuição faciológica dos sedimentos superficiais do fundo nesta área (Ayup, 1986b), é um dos elementos que permitem evidenciar a importância da dinâmica sedimentar que favorece a deposição de argila siltica nestes setores (Figura 4).

Na zona central observa-se com frequência plumas deslocadas (dye patches) a partir de zonas de baixas concentrações relativas, apresentando uma direção dominante para o setor noroeste ou seja deslocando-se para a plataforma interna uruguaia e sulbrasileira.

A visualização de uma extensa área de baixa turbidez somente explicaria o comportamento dos sedimentos na camada superficial já que as águas dos estuários apresentam um alto coeficiente de atenuação (0,33 em média), reduzindo-se a profundidade de penetração das radiações.

As curvas de atenuação construídas por Mc Alister e Mc Leish (1965) baseados em Duggar, demonstram que para o canal 6 do MSS os comprimentos de atenuação permitiram uma penetração de 5 a 0,8 m sem presença de sedimentos em suspensão. Aplicando o trabalho de Ritchie et alii (1976) podemos observar que os comprimentos de atenuação, para os valores de sedimentos em suspensão encontrados no Rio de la Plata, são restritos ao primeiro metro da camada de água.

Condições idênticas do comportamento dos sedimentos em suspensão foi observado para as imagens B4-0625900 WRS 223/84 e 85 de 19 de setembro de 1983, e B4-06492-00 WRS 223/84 e 85 de 5 de outubro de 1983. Observações feitas para o setor norte desta área por Jackson (1984), demonstraram situações com comportamento dos sedimentos em suspensão similares as encontradas neste trabalho, em imagens LANDSAT 4 do ano de 1977.

DISCUSSÃO

O comportamento dos sedimentos em suspensão no setor norte do Rio de la Plata exterior, permitem afirmar que existem condições favoráveis para serem transportados os sedimentos finos de origem continental

desde o Rio de la Plata até a plataforma uruguaia e sulbrasileira. O mecanismo mais provável para que isto possa acontecer, seria através da existência de uma corrente de densidade derivada dos corpos de turbidez observados no Rio de la Plata.

Esta afirmação baseia-se nos estudos desenvolvidos por Einstein et alii (1961) e Krone (1962) os quais estabeleceram que as correntes de densidade ou turbidez são geradas pela presença de partículas em suspensão, que apresentam uma certa estratificação nas massas de água dos sistemas rasos, sendo os estuários e deltas os ambientes mais favoráveis para sua geração. Segundo os autores, as mesmas se deslocam desde os estuários e deltas na direção ao mar, com velocidades da corrente segundo a equação proposta por Kuenen (1952).

No Rio de la Plata, o aporte de sedimentos finos transportados em suspensão na direção da plataforma, são geralmente condicionados pela existência do canal no setor norte e dos "poços de lama" na plataforma (interna). Isto permite supor a existência de uma corrente de turbidez, gerada dentro do estuário como consequência da descarga fluvial e os padrões de circulação estuarina, que condicionam o comportamento dos sedimentos em suspensão, favorecendo o deslocamento destes pelo setor norte (Ayup, 1986 a e b). Estudos desenvolvidos por diferentes autores na plataforma sulbrasileira permitem confirmar esta hipótese.

A variação das propriedades físicas originais das águas marinhas, pelo intenso processo de mistura com águas menos salinas levou Miranda (1972) a concluir que o baixo teor da salinidade do mar próximo da costa é originado pela diluição provocada pelas águas da bacia do Rio de la Plata. Miranda et alii (1973) confirma a distribuição dessas propriedades regionais, acrescentando ainda, que na altura de Mostardas, pode-se observar superficialmente uma camada delgada de água de baixo teor salino que pode se estender a uma distância de até 160 km da costa. Esse fato como em afirmações anteriores tem sido atribuído à influência das águas do Rio de la Plata trazidas à deriva pelas correntes marinhas (Herz, 1977).

No trabalho desenvolvido por Kantin et alii (1982), analisando o comportamento da temperatura na massa de água, observaram a influência das águas oriundas do estuário do Rio de la Plata no outono, na região compreendida entre Rio Grande e Chuí, a nível da superfície e sub-superfície. Os mesmos autores, determinaram que as águas oriundas do Rio de la Plata podem ocupar toda a plataforma e parte do talude continental, considerando a baixa salinidade que as águas apresentam na região.

Poplawski (1983) no seu trabalho sobre variabilidade temporal da

salinidade na costa uruguaia, observou que geralmente os valores menores que 30‰ de salinidade acontecem nos meses de abril a outubro no setor de La Paloma (distante 120 km do Chuí). No período estival a isohalina de 30‰ geralmente encontra-se na costa uruguaia a 50-60 km a leste de Montevideo, atingindo esses valores nessa zona excepcionalmente durante 25-30 dias ao ano.

Este fenômeno dinâmico da penetração da maré de salinidade pelo setor norte confirma a importância da penetração da maré de salinidade na distribuição das fácies argilo-silticas e argilo-arenosas (Figura 4) descritas por Ayup (1986b) no Rio de la Plata exterior, assim como a influência na plataforma dos sedimentos de origem fluvial.

No estudo desenvolvido por Poplawski (op.cit.), observou-se que são frequentes, salinidades menores que 20‰ no setor oceânico podendo atingir valores de até 4‰ (como aconteceu no mês de junho de 1983 em La Paloma) como consequência das enchentes ocorridas nas bacias do Rio Paraná e Uruguai. Nessas condições, a capacidade de transporte em plumas assim como pela presença de correntes de turbidez, permitem supor um aporte de materiais sedimentares acima da média anual. As observações feitas por Ayup (1986b), mostraram que com valores de salinidade menor que 5‰ (e que é definida como água fluvial) as concentrações de sedimentos em suspensão oscilavam entre 150 mg l^{-1} a 400 mg l^{-1} .

Kantin et alii (op.cit.) observaram que o teor de material em suspensão na plataforma entre Rio Grande e Chuí é inferior a 5 mg l^{-1} nas águas de origem tropical na superfície (maio de 1979) ou na sub-superfície (outubro de 1980). Em contrapartida, nas águas de origem continental, observou-se um acréscimo do material em suspensão, geralmente superior a 10 mg l^{-1} , permitindo caracterizar a importância da penetração das águas continentais (plumas).

Evidentemente que as condições acima citadas, são consequência das variações sazonais de descarga fluvial no estuário do Rio de la Plata, ocasionando mudanças das plumas e corpos de turbidez, como foi observado por Ayup (1986a).

A posição de frentes de turbidez com elevadas concentrações de sedimentos em suspensão apresentando oscilações sazonais importantes com a descarga fluvial foi apreciada nos estuários do St Lawrence (Goebel et alii, 1981), na Gironde (Migniot, 1971) e no Severn (Kirby et alii, 1982).

Emery e Milliman (1978) observaram que as concentrações de sedimentos em suspensão na plataforma continental do Brasil, apresentam duas zonas de elevada concentração: uma ao norte originada pelo Rio Amazonas

e outra no extremo sul procedente da descarga do Rio de la Plata. Esta última região, segundo os autores citados, apresenta concentração maior que 25 mg l^{-1} numa extensão localizável a 50 km da costa.

A maior parte do material em suspensão da região sulbrasileira segundo Kantin et alii (op.cit.) provém do Rio de la Plata, já que concentrações elevadas em material em suspensão são ainda encontradas a 150 milhas ao largo de Chuí, em superfície e sub-superfície, associadas à penetração das águas rioplatenses (Figura 5).

Em regra geral, Kantin et alii (op.cit.) observaram que as concentrações de material em suspensão encontradas ao nível do fundo foram maiores que as de superfície.

Deste modo podemos considerar que essas concentrações de sedimentos ao nível de fundo se derivam da existência de uma corrente de turbidez, originada no estuário do Rio de la Plata e que se desloca em direção ao setor norte, ingressando na plataforma sulbrasileira. Um dos elementos que permite confirmar o transporte dos sedimentos finos de origem terrígena por uma corrente de turbidez que se desloca através dos "poços de lama" é a presença de uma faixa de fácies silto-argilosas nos sedimentos superficiais do fundo. A queda da velocidade da corrente, facilitaria a deposição das partículas silto-argilosas, as quais geralmente ocupam o setor mais profundo da plataforma localizadas, numa faixa entre duas feições de areias (Figura 4).

As concentrações mencionadas por Emery e Milliman (op.cit.) e Kantin et alii (op.cit.) de sedimento em suspensão são concordantes com as observadas por Ayup (1986a) no limite externo do Rio de la Plata a nível de pluma e a nível de camada de fundo. A presença de elevadas concentrações de sedimentos em suspensão na camada de fundo pode não estar relacionada a águas fluviais, muitas vezes podendo ser associada a águas do tipo estuário-marinho e inclusive marinhas, que carregam os sedimentos em direção a plataforma.

Biscaye (1972) mediante a aplicação de rubídio e estrôncio (Sr^{86} e Sr^{87}) determinou as condições de transporte sedimentar das partículas lamosas no Rio de la Plata (caracterizando sua origem continental), concluindo que são misturadas e transportadas na direção da plataforma continental uruguaia e sulbrasileira.

Segundo Allen e Klingebiel (1974) o volume de sedimentos em suspensão rejeitados à plataforma pelo estuário da Gironde, depende do coeficiente da maré e da descarga fluvial.

A descarga fluvial do Rio de la Plata no limite externo foi estimado por François (1981) em $125.000 \text{ m}^3/\text{s}$. Nessas condições de descarga,

o volume de sedimento transportado em suspensão para a plataforma pode ser calculado em $59,13 \times 10^6$ ton/ano.

Urien e Martins (1974) determinaram que as texturas finas observadas no Rio de la Plata são produto do material transportado em suspensão. Parte destes sedimentos fica trapeado no Rio de la Plata inferior e médio, outra na Baía de Samborombom e sobre a costa norte; o restante atinge a plataforma interna, onde se acumula esporadicamente e outra parte deste material atingiria a plataforma até o talude continental.

Segundo Depetris e Griffin (1968) e Urien (1972) o Rio de la Plata recebe entre $79,6$ a 129×10^6 ton/ano de sedimentos em suspensão. Aplicando os dados obtidos por Anastasia (1985) para calcular os prismas de maré, estimou-se que ingressa ao estuário (Rio de la Plata inferior) entre $47,3$ a 103×10^6 ton/ano de sedimentos em suspensão, dos quais ficariam trapeados dentro do estuário entre $8,9$ a $44,5 \times 10^6$ ton/ano. O restante que oscila entre $19,9$ a $70,4 \times 10^6$ ton/ano, são fornecidos para a plataforma adjacente, sendo que o valor mais preciso de aporte de sedimento é de $59,13 \times 10^6$ ton/ano. Estes dados não concordam com os descritos por Emery e Milliman (1978) que estabeleceram o aporte anual de sedimentos em suspensão pelo Rio de la Plata em 177×10^6 ton ou seja 2,5 vezes maiores ao máximo valor calculado para o período de estudos.

A distribuição faciológica dos sedimentos no Rio de la Plata e Plataforma adjacente (Ayup, 1986b), assim como as observações feitas por Ayup (1986a) sobre o comportamento do material em suspensão nas diferentes condições do padrão circulatório dentro do Rio de la Plata e observadas nas imagens de satélite, além dos resultados obtidos por Kantinet alii (1982) permitem confirmar a influência atual dos sedimentos plateneses na plataforma uruguaia e sulbrasileira.

Analisando a distribuição sedimentar da plataforma continental sulbrasileira, Martins (1984), concluiu que possui uma cobertura sedimentar predominantemente terrígena, derivadas das terras altas do Rio Grande do Sul e do Rio de la Plata. A mesma autora afirma que as feições deposicionais presente na coluna sedimentar do cone de Rio Grande acham-se relacionadas a quatro regimes contrastantes de acumulação do material sedimentar.

Considerando o fato de um aporte constante de sedimentos na direção da plataforma, pela presença de correntes de turbidez, e da possibilidade destas ser orientadas pelas correntes oceânicas presentes no setor, podemos considerar que as laminações plano-paralelas, o acamadamento gradacional e as estruturas mosqueadas citadas por Martins (1984) es

tão relacionadas com os aportes derivados do Rio de la Plata na atualidade.

Muitos autores citaram a presença de sedimentos lamíticos na plataforma uruguaia e sulbrasileira vinculando-os ao Rio de la Plata (Martins et alii, 1972; Martins et alii, 1973; Urien e Martins, 1974; Urien e Martins, 1979; Corrêa e Santos Abreu, 1983; Ayup, 1983; Martins, 1984 e Ayup, 1985a), mas de um modo geral as especulações dos mesmos limitavam-se a sugerir um aporte produzido durante o nível do mar Wisconsiniano.

O presente estudo permite confirmar que o aporte médio de sedimentos na atualidade atinge a $59,13 \times 10^6$ ton/ano, e que em condições normais são rejeitados na direção da plataforma, em uma pluma de espessura de até 6 metros ou por uma corrente de turbidez de até 14 m de espessura (com o dobro da concentração de sedimentos em suspensão que a da superfície). Em condições excepcionais como aconteceram em junho de 1983, o volume total transportado pode atingir até o dobro da média obtida sendo importante a presença das plumas, que coincidem com as observações feitas por Miranda (1972) e Miranda et alii (1973).

Estas evidências analisadas, possibilitam apresentar um modelo sobre as condições em que são transportados os sedimentos na direção da plataforma, a partir dos corpos de turbidez presentes no Rio de la Plata.

O esquema de transporte permite sugerir: o ingresso de material através dos afluentes principais que é transportado pelo fluxo fluvial, o material mais grosseiro deposita-se no setor inferior permitindo o desenvolvimento do delta sub-fluvial. Parte do material fino continua em suspensão e por efeitos da penetração da salinidade, ao ingressar no estuário, se depositam gerando lençóis lamíticos com predominância das texturas argilosas no limite máximo da intrusão (efeito da floculação), o restante mantido em suspensão gera o corpo de turbidez por submersão da pluma e pela forte concentração das proximidades do fundo, que iniciam seu percurso na direção da plataforma como uma corrente de turbidez (Figura 6) com velocidades de até 50 cm/s. A situação apresentada como modelo ideal, foi observada no Rio de la Plata exterior no comportamento espaço-temporal dos sedimentos em suspensão em diversas oportunidades, (Ayup, 1986a).

Condições similares a estas foram descritas por Allen et alii (1971) sobre a distribuição dos sedimentos procedentes do estuário da Gironde na plataforma continental Atlântica nordeste. A maior parte dos sedimentos finos transportados em suspensão, após uma permanência mais

ou menos longa no estuário, são carregados na direção da plataforma onde são reciclados pelas correntes existentes no setor. Segundo os autores, parte dos sedimentos finos são fornecidos à plataforma nas proximidades da desembocadura do estuário e outra se estende até as zonas abissais.

Os aportes atuais desde a plataforma até o estuário, principalmente, ficam restritos ao ingresso de areias transportadas através do setor sul pela deriva litorânea, fato este visível na imagem de satélite (Figura 3) e comprovado pela complexidade textural no setor exterior da Baía de Samborombon (Figura 4).

A distribuição faciológica dos sedimentos mostra uma nítida concordância com a hidrodinâmica ativa. Na zona exterior a batimetria tem se apresentado como um fator importante na distribuição textural associada à hidrodinâmica. Principalmente nas proximidades de punta Rasa onde as faixas de restingas existentes e as características do transporte sedimentar, favorecem o ingresso de areias pela deriva litorânea (Figura 3).

Esta influência das areias procedentes da plataforma foi descrito por Ottman e Urien (1964b), Urien (1967), Biscaye (1972), Urien et alii (1980b) e Ayup (1985b).

A complexidade do setor da Baía da Samborombon, onde são depositados sedimentos finos de origem fluvial e sedimentos mais grosseiros de origem marinha, explica as modificações dinâmicas da maré no interior e a influência das correntes transitórias que são geradas pelo ingresso de águas e sedimentos pela deriva litorânea, produzindo uma circulação dos sedimentos em celas.

Este tipo de comportamento, foi observado por Oertel et alii (1972) na região dos bancos arenosos que se estendem nas áreas marinhas e margens dos estuários da Costa da Geórgia.

Uma consideração importante que tem se observado é a baixa concentração de sedimentos em suspensão na zona central do Rio de la Plata exterior, o que implica numa dinâmica sedimentar muito baixa, sem efeitos de ressuspensão e deposição.

No estuário de Saint Lawrence, Silverberg e Sundby (1979) observaram a ausência de processos de ressuspensão e deposição nos sedimentos com texturas arenosas ou mais grosseiros.

O conhecimento dos mecanismos hidrodinâmicos que atuam no transporte e na distribuição dos sedimentos em suspensão do Rio de la Plata, permitem estabelecer que são introduzidos sedimentos grosseiros (textura areia) pelo setor sul em direção ao estuário transportados sedimen -

tos fluviais finos pelo setor norte em direção à plataforma.

A distribuição faciológica, está vinculada com os processos hidrodinâmicos e conseqüentemente com o transporte sedimentar em suspensão. As fácies silte-argiloso e argila-siltica marcam a influência do transporte e deposição fluvial assim como os efeitos da floculação pelo ingresso da maré de salinidade. As areias encontradas na zona central do Rio de la Plata correspondem principalmente a uma deposição relíquia as quais atualmente são submetidas a uma deposição de siltes, derivados da dinâmica atual do estuário.

Na zona de plataforma, pode-se considerar que existe um retrabalhamento das areias relíquias pelo aporte ocasionado pela deriva litorânea e dos efeitos produzidos pelas correntes de plataforma vinculadas com a corrente das Malvinas, que favorecem a presença de minerais de origem pampeano patagônica misturados com os de origem do escudo uruguaio-sulbrasileiro (Ayup, 1985b).

CONCLUSÕES

A deriva litorânea favorece o ingresso de areias marinhas ao Rio de la Plata pelo setor sul, na região da Baía de Samborombon.

A morfologia é muito importante para direcionar o transporte dos sedimentos em suspensão até a plataforma externa, principalmente pela camada próxima do fundo.

O sistema fluvial do Rio de la Plata pode ser considerado como o delta sub-fluvial dos rios Paran e Uruguai, onde so depositados mais de 35×10^6 ton/ano de sedimentos transportados em suspensão.

O sistema de esturio no setor interior pode ser considerado como o delta distal que progressivamente se desenvolve atapetando as areias relíquias do setor central. O total de sedimentos depositados nesta zona varia entre $19,9$ at $47,6 \times 10^6$ ton/ano.

O transporte dos sedimentos em suspensão em direção da plataforma, se produz por uma "corrente de turbidez" gerada no Rio de la Plata e cuja velocidade (V_{CT}) pode ser representada pela seguinte equação

$$V_{CT} = C_{MK} \sqrt{\frac{\sigma_{Ff} \sigma_{Ts}}{\sigma_{Ts}} \cdot Z_c \cdot t_g \alpha}$$

onde C_{MK} , constante de Kuenen modificada que é igual a $14 \text{ cm}^{1/2} \cdot \text{s}^{-1}$, σ_{Tf} é a densidade específica na camada mais densa e σ_{Ts} na camada de

superfície; Z_c , espessura da camada de concentração máxima de sedimentos no fundo e α o declive do fundo.

O aporte de sedimentos terrígenos do Rio de la Plata à plataforma pelo transporte em suspensão pode ser quantificado até $59,13 \times 10^6$ ton/ano, transportados principalmente pelo setor norte através dos "poços de lama". Estes sedimentos terrígenos aportados são principalmente siltes. A baixa concentração de argilas (menos de 25%) pode ser associada à flocculação que acarreta a deposição das mesmas dentro do estuário ocasionada pela máxima penetração da salinidade.

Os sedimentos aportados pelo Rio de la Plata se fazem sentir até o talude continental no setor norte uruguaio e sulbrasileiro. Isto como consequência da morfologia, principalmente pela presença do Banco La Plata, que atua como uma obstáculo que direciona para o norte, a corrente de turbidez que se desloca pelo limite interno da plataforma. Os "poços de lama" atuam como canal e receptor da deposição das partículas, facilitando o deslocamento das correntes de turbidez para o setor exterior. Deste modo existe uma deposição seletiva por perda da competência no transporte, atingindo a zona de influência das correntes oceânicas onde são re-direcionadas. Ao mudar o agente transportador e ao alcançar o declive do fundo, no bordo da plataforma, a corrente de turbidez terá condições de aumentar a concentração da carga em suspensão pela ressuspensão e erosão produzida na superfície do fundo nesta zona, distribuindo assim os sedimentos ao longo do talude e adjacências.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Iran C.S. Corrêa pela correção do manuscrito e as múltiplas sugestões, assim como ao Prof. Clovis Carraro pelas suas sugestões.

Ao Prof. Dr. Luiz R. Martins, Diretor do CECO do Instituto de Geociências da UFRGS, pelas facilidades oferecidas para a execução deste trabalho.

À UNESCO-ROSTLAC que facilitou minha estada no INPE para a obtenção e análise das imagens de satélite.

BIBLIOGRAFIA

ALLEN, G.P. & KLINGEBIEL, A. 1974. La Sédimentation Estuarienne: Exemple de de la Gironde. *Bulletin du Centre de Recherche*, Pau-SNPA, 8(1):263-93.

- ALLEN, G.P. & VIGNEAUX, M. 1971. Modalités de répartition des suspensions issues de l'estuaire de la Gironde, sur le plateau continental atlantique. *Compte Rendu del'Academie Science*, Paris, 273D:221-4.
- ANASTASIA, L.H. 1985. *Análisis crítico de la metodología usada en el Río de la Plata para el estudio de corrientes de marea*. Montevideo, Departamento de Oceanografía, Facultad de Humanidades y Ciencias. Tese Licenciatura.
- AYUP, R. 1983. Influencia actual de los sedimentos platenses en la plataforma continental. In: *Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica*, 8, Montevideo, 1983, ALICMAR, *Resúmenes*, Montevideo, V.8. p.84.
- _____. 1985a. Feições Morfológicas do Rio de la Plata Exterior e Margem Continental Uruguiaia. In: *Simposio Sul-Brasileiro de Geologia*, 2, Florianópolis, 1985, *Anais ...* Florianópolis, SBG, p.379-91.
- _____. 1985b. Áreas Fonte e Dispersão dos Minerais Pesados na Margem Continental Sul-Brasileira e Uruguiaia. In: *Simposio Sul-Brasileiro de Geologia*, 2, Florianópolis, 1985. *Anais ...* Florianópolis, SB, p.362-78.
- _____. 1986a. Comportamento dos sedimentos em suspensão no Rio de la Plata exterior e proximidades. *PESQUISAS*, Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre, 18: (no prelo).
- _____. 1986b. *Aspectos da dinâmica sedimentar do Rio de la Plata Exterior e plataforma interna adjacente*. Curso de Pós-Graduação em Geociências da UFRGS. Dissertação Mestrado.
- BISCAYE, P.E. 1972. Strontium Isotope Composition and Sediment Transport in the Rio de la Plata Estuary. Nelson B.W. ed. *Environmental Framework of Coastal Plain Estuaries*, Geological Society of America, Memoir 133:, Boulder, Co., p.349-57.
- CORREIA, I.C.S. & ABREU, V. dos S. 1983. Modelo da Sedimentação Quaternária da porção setentrional da Plataforma Continental e Talude Superior do Rio Grande do Sul - Brasil. In: *Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica*, 8, Montevideo, 1983, ALICMAR, *Resúmenes ...* Montevideo, p.75.
- DEPETRIS, P.J. & GRIFFIN, J.J. 1968. Suspended load in the Rio de la Plata drainage basins. *Sedimentology*, Amsterdam, 11:53-60.
- EINSTEIN, H.A. & KRONE, R.B. 1961. Estuarial Sediment Transport Patterns. *Proceeding of American Society of Civil Engineering*, New York, 87. HY2:51-9.
- EMERY, K.O. & MILLIMAN, J.D. 1978. Suspended matter in surface waters: influence of river discharge and of upwelling. *Sedimentology*, Amsterdam, 25:125-40.
- FRANÇOIS, A. 1981. Características de la mezcla del Rio de la Plata con el agua oceánica. Plan para la Evaluación de la Contaminación del Rio de la Plata. SOHMA I. V.1. 15p.
- GOBEIL, C.; SUNDBY, B.; SILVERBERG, N. 1981. Factors Influencing Particulate Matter Geochemistry in the St. Lawrence Estuary Turbidity Maximum. *Marine Chemistry*, Amsterdam, 10:123-40.

- HERZ, R. 1977. *Circulação das águas superficiais da lagoa dos Patos*. São Paulo, Departamento de Geografia da U.S.P. Tese Doutorado.
- JACKSON, M. 1984. Contributions to the Geology and Hydrology of Southeastern Uruguay Based on Visual Satellite Remote Sensing Interpretation. *Münchener Geographische Abhandlungen*, München, 31:1-72.
- KANTIN, R.; BAUMGARTEN, M.G.Z.; NIENCHESKI, L.F. 1982. Distribuição do Material Particulado em suspensão na costa sul do Estado do Rio Grande do Sul, entre Rio Grande e Chuí. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 32., Bahia, 1982. *Anais ... Bahia, Sociedade Brasileira de Geologia*, 4:1720-6.
- KIRBY, R. & PARKER, W.R. 1982. A suspended sediment front in the Severn Estuary. *Nature*, London, 295:396-9.
- KRONE, R.B. 1962. *Flume Studies of the Transport of Sediment in Estuarial Shoaling Processes*. Hydraulic Engineering Laboratory. Berkeley, University of California. 110p.
- KUENEN, P.H. 1952. Properties of turbidity currents of high density. *Society Economist Paleontology and Mineralogy, Special Publication* 2: 14-33.
- MARTINS, L.R.; URIEN, C.M.; MARTINS, I.R. 1973. Sedimentos Modernos e relíquias da plataforma continental sul-americana oriental. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 27, Aracajú. *Resumos*. Aracajú, SBG, V.1. p.212-3.
- _____; MELO, V.; FRANÇA, A.M.C.; SANTANA, I.; MARTINS, I.R. 1972. Distribuição Faciológica da Margem Continental Sul Riograndense. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 26, Belem, 1972. *Anais ... Belem, SBG*. V.2. p.115-32.
- MARTINS, I.R. 1984. Modelo Sedimentar do Cone do Rio Grande. *Pesquisas. Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre*, 19:91-189.
- Mc ALISTER, E.D. & Mc LEISH, W.L. 1965. The applied oceanography group of the Scripps Institution Of Oceanography University of California, San Diego, La Jolla, California. In: Ewing, G.C. ed. *Oceanography from space*. Massachusetts, Woods Hole Oceanographic Institution, 65 (10):189-214.
- MIGNIOT, C. 1971. L'evolution de la Gironde au cours des temps. *Bulletin de l'Institut de Geologie du Bassin d'Aquitaine*, Bordeaux, 11: 221-81.
- MIRANDA, L.B. de. 1972. *Propriedades e variáveis físicas das águas da plataforma continental do Rio Grande do Sul*. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. Tese Doutorado.
- _____; LUEDEMANN, E.F.; MIYAO, S.Y. 1973. Distribuição da temperatura salinidade e circulação geral em superfície. Relatório sobre a segunda pesquisa oceanográfica e pesqueira do Atlântico Sul, entre Torres e Maldonado (Lat. 29°S-35°S). Programa Rio Grande do Sul II. *Publicação Especial. Instituto Oceanográfico, U.S.P., São Paulo*. 3(2):3-82.
- ORTTELL II, G.F. & HOWARD, J.D. 1972. Water Circulation and Sedimentation at Estuary Entrances on the Georgia Coast. In: Swift, D.J.P.; Duane, D.B.; Pilker, O.H. ed. *Shelf Sediment Transport: Processes and Pattern*. Strondsburg, P.A., Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. p.411-27.

- OTTMANN, F. & URIEN, C.M. 1964. Observaciones preliminares sobre la distribución de los sedimentos en la zona externa del Río de la Plata. In: *Simposio sobre a Oceanografia do Atlântico Sul Oriental*, Rio de Janeiro, 1964. Academia Brasileira de Ciências. 8p.
- POPLAWSKI, R. 1983. *Introducción al estudio de la variabilidad temporal de la salinidad en la costa uruguaya*. Montevideo. Departamento de Oceanografía de la Facultad de Humanidades y Ciencias. Tese Licenciatura.
- RITCHIE, J.C.; SCHIEBE, F.R.; Mc HENRY, J.R. 1976. Remote sensing of suspended sediments in surface waters. *Photogrammetry, Engineering & Remote Sensing*: Falls Church, Va., 42(12):1539-49.
- SAUSSEN, T. 1981. *Estudo dinâmico do alto Rio São Francisco e reservatório de Três Marias, através de imagens MSS/Landsat*. São José dos Campos, SP, Instituto de Pesquisas Espaciais, INPE, Com. 4/RPE. 1-75.
- SILVERBERG, N. & SUNDBY, B. 1979. Observation in the turbidity maximum of the St. Lawrence Estuary. *Canadian Journal of Earth Science*, 16:939-50.
- SOHMA, 1978. Puerto de Montevideo: observaciones mareográficas. *Servicio de Oceanografía Hidrografía y Meteorología de la Armada*, Montevideo, 15:72p.
- URIEN, C.M. 1967. Los sedimentos modernos del Río de la Plata exterior. *Boletín del Servicio de Hidrografía Naval*, Buenos Aires, 4(2): 113-213.
- _____. 1972. The Río de la Plata Estuary Environments. In: Nelson, B.W. ed. *Environmental Framework of Coastal Plain Estuaries*. Boulder, Co. Geological Society of America, Memoir 133. p.213-33.
- _____ & MARTINS, L.R. Sedimentos da Plataforma Continental Sul America na entre Cabo Santa Maria (Brasil) e Terra do Fogo (Argentina), In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 28, Porto Alegre, *Anais ...* Porto Alegre. SBG. p.213-23.
- _____. 1979. Sedimentación Marina en América del Sur Oriental. In: *Seminário sobre Bentos y Sedimentología en el Atlantico Sudoccidental*, Montevideo, 1978. *Memorias ...* p.43-66.
- _____ & MARTINS, I.R. 1980. Modelos Deposicionais na Plataforma Continental do Rio Grande do Sul (Brasil) Uruguai e Buenos Aires (Argentina). *Notas Técnicas*, I.G., CECO, UFRGS, Porto Alegre, 2:13-25.

FIG. 1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

FIG. 2 - MAPA MORFOLÓGICO DO RIO DE LA PLATA

FIG. 4 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DAS FÁCIES SEDIMENTARES OCORRENTES NO RIO DE LA PLATA E PLATAFORMA INTERNA ADJACENTE (Segundo AYUP , 1986).

FIG. 6 - ESQUEMA DO TRANSPORTE DOS SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO E DAS CORRENTES DE TURBIDEZ GERADAS NO RIO DE LA PLATA.

Dr. Flávia Boyen