

# *Pesquisas em Geociências*

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

---

## **Contribuição ao Estudo da Borda da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul**

*L. R. Martins, L. M. Arienti, Y. A. Moura, N.M. Santos*  
*Pesquisas em Geociências*, 17 (17): 24-44, jan./abr., 1985.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21688>

---

Publicado por

## **Instituto de Geociências**

---



## **Portal de Periódicos**

# **UFRGS**

UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL

---

### **Informações Adicionais**

**Email:** [pesquisas@ufrgs.br](mailto: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., 1985.

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

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA BORDA  
DA PLATAFORMA CONTINENTAL DO  
RIO GRANDE DO SUL\*

L. R. MARTINS\*\*  
L. M. ARIENTI \*\*  
Y. A. MOURA \*\*  
N. M. SANTOS\*\*

SINOPSE

A Zona de Quebra da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul foi estudada pelos autores, visando sua classificação de acordo com os parâmetros adotados por VANNEY & STANLEY (1983).

Com base em dados levantados em várias campanhas efetuadas na região, a zona de quebra rio-grandense pode ser classificada como pertencente ao tipo encontrado em margens relativamente estáveis, de região temperada e apresentando terraços.

O aporte terrígeno na zona de quebra, atualmente, é mínimo e a influência da zona das ondas para transporte e/ou retrabalhamento dos sedimentos é desconsiderada, já que a profundidade mínima da zona de quebra é de 80 metros.

As correntes marinhas possuem pequena influência, inexistindo evidências de deposição atual de bioclastos, estando a dinâmica mais incisiva vinculada a fluxos gravitacionais (MARTINS et alii, 1980).

Com relação às variações do nível do mar, foram reconhecidos pelos autores, sedimentos relíquias e "palimpséticos", indicando que a linha de costa posicionava-se próxima a zona de quebra, durante a regressão no Pleitoceno Superior.

No que se refere aos tipos de depósitos de minerais encontrados nessa região, a Zona de Quebra de Plataforma Continental do Rio Grande do Sul costuma apresentar calcário bioclástico, mas esta ocorrência merece ainda um estudo mais detalhado para avaliação de sua potencialidade.

ABSTRACT

The shelf break of Rio Grande do Sul Continental Margin was studied by the authors with the purpose of its classification according parameters adopted by VANNEY e STANLEY (1983).

\*Trabalho realizado através de apoio financeiro da CIRM, OEA e CNPq.

\*\*CECO/UFRGS

Trabalho para publicação em 10 de abril de 1985

Pesquisas	Porto Alegre	n. 17	p.24-44	1985
-----------	--------------	-------	---------	------

Based on data obtained through several missions along the region, the shelf break can be classified as a temperate stable margin type, showing terraces.

There is no modern terrigenous sedimentation in the area and the wave influence on transportation and reworking sedimentary material is not considered because the shallow depth of the shelf break is 80 meters.

The oceanic current has little influence, there is no evidence of modern bioclastic carbonate deposition and the more prominent dynamics are related to gravitational flux (MARTINS et alii, 1980).

Regarding to the sea level fluctuations, several authors recognized relict and palimpsest sediments, showing that the shoreline was located near the shelf break, during the Upper Pleistocene Regression.

Relict bioclastic carbonate is the only economic resource occurring in the area, but its potenciality needs future and detailed studies.

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho visa, particularmente, o estudo da Borda da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul, levando em conta sua importância no plano científico, tecnológico, econômico e legal.

Salientamos que serão aqui utilizados dois termos de significado distinto: borda da plataforma, abrangendo parte da plataforma externa e talude continental superior; e zona de quebra, como uma área mais restrita pertencente à primeira.

No campo científico, a borda da plataforma é importante nos estudos geológicos e oceanográficos (morfologia, estruturas, litofácies, mecanismos de transporte e flutuações eustáticas), bem como nos estudos biológicos (influência das ressurgências). No campo econômico, a sua importância é relevante na prospecção de hidrocarbonetos e na prospecção mineral. Finalmente, no campo legal faz-se necessário o conhecimento dos conceitos básicos para efeito de sua delimitação.

Apesar da abundância de estudos sobre as margens continentais em certas regiões do mundo como, por exemplo, na costa leste dos Estados Unidos, e em certa proporção na Margem Continental Brasileira, estes estudos detêm-se de um modo geral na plataforma e talude continentais, relegando a zona de quebra a um segundo plano. Isto se deve ao fato da zona de quebra situar-se entre duas províncias fisiográficas distintas e de grande interesse na pesquisa oceanográfica. A importância da primeira província está no estudo dos ambientes costeiros e da plataforma continental, para os quais a zona de quebra representa o limite no lado do mar. A segunda província é importante na pesquisa de regiões mais profundas, para as quais o talude continental representa o limite mais raso em direção à terra.

Cabe ainda ressaltar que em termos de fisiografia e sedimentação, a zona de quebra é um limite comparável em importância com a linha de costa e a base do talude continental, podendo ser traçada continuamente por mais de 300.000 km de extensão.

Desta maneira, pelas razões apresentadas, torna-se necessárias uma reavaliação da importância da zona de quebra objetivando estudos mais detalhados desta feição.

## ESTUDOS ANTERIORES

Em âmbito internacional, os primeiros estudos pertencem a MARSILLI (1725), que referiu-se à zona de quebra como uma feição submarina bem definida. DIETZ e MENARD (1951), postularam que a zona de quebra é o limite entre duas províncias maiores e distintas, a plataforma continental e o talude continental. Segundo HEEZEN et alii (1959), a zona de quebra é um ambiente de primeira ordem em importância na superfície terrestre.

Os estudos de EMERY e UCHUPI (1972), DOYLE et alii (1968), PILKEY et alii (1971), WEAR et alii (1974) e WATKINS et alii (1979) restringiram-se à morfologia, estrutura e litofácies, não enfocando os processos de transporte sedimentar.

FLEMING e REVELLE (1939) e GALT (1971) detiveram-se nos processos atmosféricos e oceanográficos, capazes de produzir fortes correntes e turbulências influentes na dinâmica da zona de quebra.

ARX (1962); CSANADY (1973); LEE (1975); MOOERS et alii (1976) reconheceram a importância da zona de quebra como uma zona de ressurgência.

CARTWRIGHT e STRIDE (1958), LYALL et alii (1971); STANLEY et alii (1972) inferiram fortes correntes na zona de quebra, analisando a distribuição dos sedimentos do fundo e outros parâmetros.

Em relação ao modelo sedimentar, PITMAN (1978, 1979) cita que a taxa, direção e magnitude da variação do nível do mar são os fatores determinantes na zona de quebra em margens passivas.

STANLEY e MOORE (1983) publicaram uma série de trabalhos de diferentes autores, sobre a zona de quebra, baseados em uma grande quantidade de amostragens e modernas técnicas, permitindo alcançar novos conhecimentos sobre esta província fisiográfica. Nesta mesma obra, os autores apresentam um histórico dos conceitos pertinentes à borda da plataforma continental, incluindo as citações dos autores acima.

Este trabalho visa abordar, de modo mais detalhado certos aspectos da zona de quebra, representando portanto, uma tentativa de dar maior destaque a esta expressiva feição morfológica.

Trabalhos anteriores sobre a Margem Continental Brasileira dão ênfase à plataforma, talude e elevação continentais, referindo-se à zona de quebra somente na indicação de sua ocorrência em termos batimétricos.

Neste particular, só recentemente trabalhos de MARTINS et alii (1980), se ocuparam em detalhar os mecanismos deposicionais presentes na região, identificando uma série de mecanismos de transporte gravitacional.

### A BORDA DA PLATAFORMA CONTINENTAL DO RIO GRANDE DO SUL

#### 1 – METODOLOGIA DE TRABALHO

Segundo as conclusões e parâmetros estabelecidos por STANLEY & MOORE (op. cit.) para outras regiões do mundo, os autores efetuaram uma tentativa de caracterizar, delimitar e definir a Borda da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul.

## 2 – DELIMITAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

A área de trabalho possui uma extensão de aproximadamente 622 km, de Torres ao Chuí, acompanhando a isóbata de 200m, delimitada pelas latitudes 29°30'S e 34°00'S, e pelas longitudes 48°15'W e 52°0'W (Mapa de localização na Fig. 1).

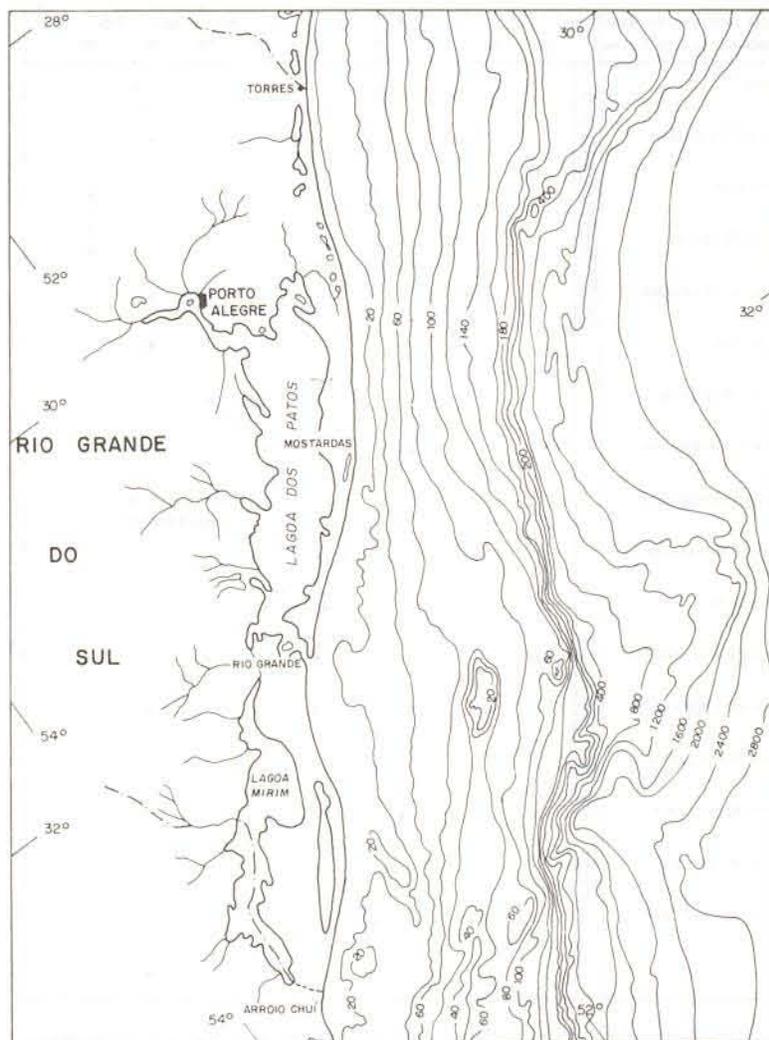


Fig. 1: Mapa de Localização da Borda da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul. Modificado de MARTINS (1983).

A profundidade mínima ocorre na altura da Lagoa Mirim/Chuí, com cerca de 80 m, e a máxima de 180 m na altura de Tramandaí.

Quanto a distância da costa, a lagura máxima da plataforma é de 200 km e é observada na altura da Lagoa Mirim Norte, e a mínima é de 100 km, na altura de Mostardas (Fig. 2).

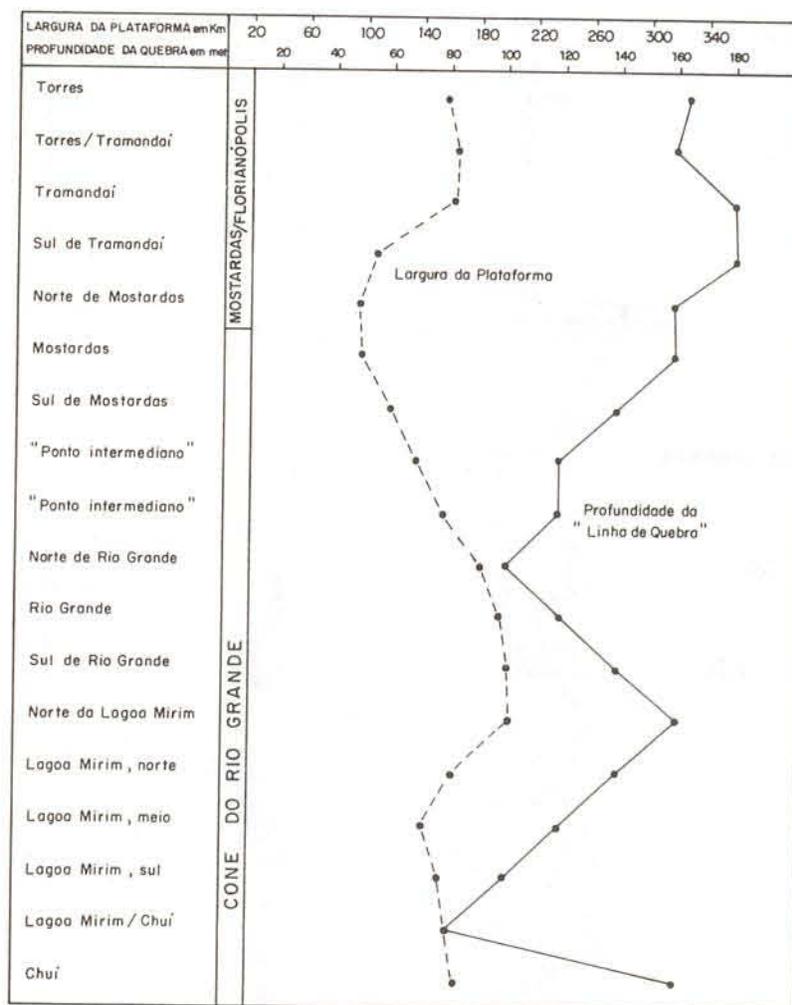


Fig. 2: Variação da largura da plataforma e da profundidade da zona de quebra ao longo da Margem Continental Sul Brasileira. Adaptado de ZEMBRUSKI, IN: Projeto Remac(1979).

### 3 – BASES DA CLASSIFICAÇÃO DE ZONAS DE QUEBRA

A classificação da zona de quebra e suas variantes utilizadas neste trabalho foi estabelecida por STANLEY e MOORE (op. cit.) (Fig. 3).

		Structural Control		Relatively Stable Margin	Unstable Convergent Margin	Unstable Margin
		Depositional Influence				
Sedimentation as Related to Moon Climatic Belts	Polar Region	Glacial		(a) Embanked variant (b) Chamfer variant		
		Not-Glacial				
	Temperate Region			(a) Convex, arcuate Fig. 7 (b) Terraced variant (c) Crestal variant	(a) Depositional dominated variant (b) Substrate displaced variant	(a) Abrasional variant (b) Prograded, outbuilt variant (c) Prograded, upbuilt variant
		Carbonate Reef Build-Up (Non-Fluvial)		(both attached and isolated plataforms)		
	Tropical Region				(a) Fore-Arc variant (b) Outer-Arc ridges variant	(a) Broken rectilinear variant (b) Oblique festooned variant
		Fluvial (deltaic)				

Fig. 3 – Tabela I, com a classificação dos principais tipos de zona de quebra e suas variantes, baseada no controle estrutural e modelos de sedimentação, relacionados com as diferentes regiões climato-geográficas.

Esta classificação está baseada em dois fatores predominantes no controle da fisiografia da zona de quebra:

a) influência da mobilidade estrutural e deslocamento do substrato, que classifica as zonas de quebra em três tipos segundo o controle estrutural subjacente: Tipo I, margens relativamente estáveis; Tipo II, margens instáveis convergentes (subducção) e Tipo III, margens instáveis do tipo "rift" (Fig. 4).

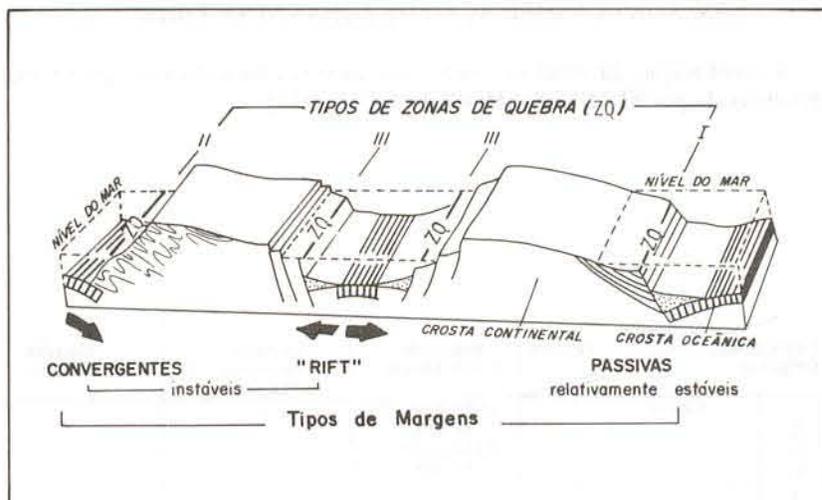


Fig. 4 – Três tipos distintos de zona de quebra, baseados no controle estrutural. As fichas pretas indicam o movimento crustal. Adaptado de VANNEY e STANLEY (op. cit.).

b) influência dos processos sedimentares, em que a zona de quebra constitui uma resposta a longo tempo ao desenvolvimento dos diversos processos sedimentares atuantes, tais como: processos fluvial e glacial, processos litorâneos, atuantes durante épocas de levantamentos moderados do nível do mar; processos de "fluid-driven" e processos marinhos gravitacionais em épocas de levantamentos acentuados do nível do mar.

Deste modo, a zona de quebra representa o limite no lado do mar nas margens continentais, onde os processos subaéreos (vento, rios e gelo) deixaram uma impressão direta, junto com os eventos deposicionais marinhos (VANNEY, 1976; SOUTHARD e STANLEY, 1976) in: STANLEY e MOORE (op. cit.).

Como desde o início da última elevação eustática não houve tempo suficiente para os processos sedimentares modernos agirem para modificar completamente a forma da zona de quebra, a mesma está em desequilíbrio com os processos sedimentares atuais e com as feições pleistocênicas. É uma feição palimpsética, caracterizada pela interação de processos que estão retrabalhando sedimentos relíquias e modificando a morfologia herdada de ventos geológicos anteriores, principalmente tectônicos (VANNEY e STANLEY, 1983) in: STANLEY e MOORE (op. cit.).

A presente classificação leva em conta os fatores sedimentares nas diferentes zonas climato-geográficas, caracterizando os Tipos I, II e III de zona de quebra e suas variantes, que ocorrem nas várias regiões:

- a) POLAR: Glacial e não glacial;
- b) TEMPERADA;
- c) TROPICAL: Fluvial e não fluvial.

#### 4 – TIPOS DE ZONAS DE QUEBRA OCORRENTES NA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

Apesar deste trabalho ser específico à Borda da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul, faz-se necessário uma classificação mais abrangente, englobando toda a Margem Continental Brasileira, para que se tenha uma visão clara da variação de Tipos de Zona de Quebra existentes na mesma. Para tanto, adotou-se a divisão apresentada pelo Projeto Remac (7):

- a) Margem Continental Equatorial Oeste Brasileira:  
Zona de Quebra do Tipo I, da região tropical fluvial.
- b) Margem Continental Norte Brasileira:  
Zona de Quebra do Tipo I, de região tropical fluvial.

Características: Neste caso a fisiografia da zona de quebra foi modelada sob o domínio fluvial, com acentuada influência de sedimentos transportados por grandes rios tropicais, sendo nula ou subordinada a influência de sedimentação carbonática biogênica.

A zona de quebra (Fig. 5) ocorre a distâncias variáveis da costa e representaria o limite externo do prodelta, mostrando-se como uma protuberância saliente em direção ao mar. Sua forma seria o resultado de interação do suprimento sedimentar e de abaixamento do assoalho oceânico (pela compactação da cunha sedimentar espessa e subsidência). Em perfil, a zona de quebra tem a forma de um arco suave convexo para cima, e resultante da progradação em direção ao mar, por rápida acumulação de lamas fluviais.

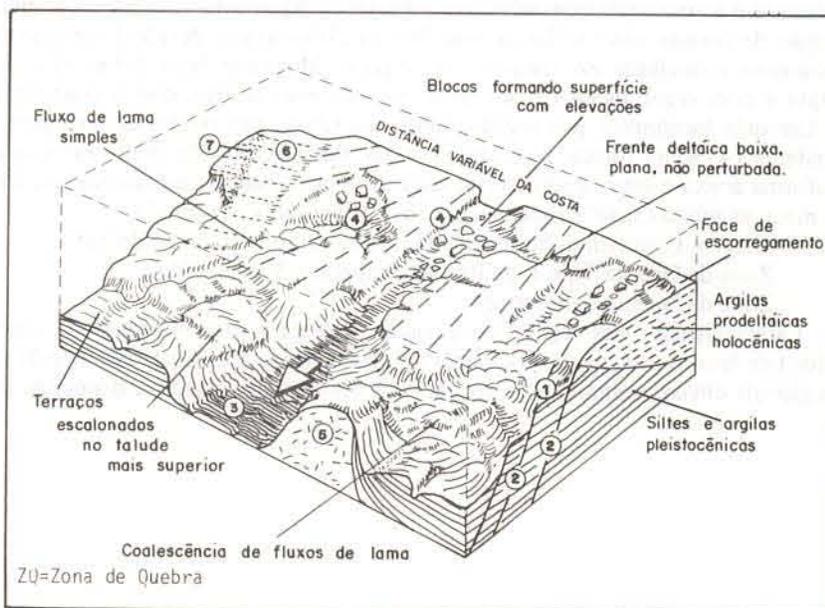


Fig. 5 – Bloco diagrama esquemático mostrando a zona de quebra do Tipo I e margem adjacente em regiões tropicais fluviais, com as feições ocorrentes. Adaptado de VANNEY e STANLEY (op. cit.).

As feições comumente encontradas neste tipo de zona de quebra são: superfícies côncavas para cima (1) e falhas de crescimento (2), por efeitos de processos gravitacionais; canions (3) e gargantas (4), cortando a zona de quebra; diápiros (5); limite relíquia de paleodelta (6); cadeias estreitas de areias grosseiras (7), que ocorrem a profundidades de 100-130 m, paralelas à zona de quebra, ao longo de grandes distâncias, no Golfo da Guiné, Golfo do México, Plataforma Amazonas-Guiana-Orinoco (MARTINS et alii, 1975), Costa de Bengala. A zona de quebra pode representar um limite relíquia de paleodelta, quando não há influência da sedimentação prodeltática moderna.

c) Margem Continental Leste Brasileira:

Zona de Quebra do Tipo I, da região tropical não-fluvial.

Características: É uma zona de quebra que sofre influência de sedimentação carbonática biogênica — recifes de corais e biohermas, estando ausente ou muito subordinada a influência de suprimento clástico. Observa-se que em épocas de rebaixamento do nível do mar o desenvolvimento de recifes de corais e biohermas dá-se próximo ao limite externo da plataforma; e em épocas de elevação do nível do mar o desenvolvimento é inibido, ou é contínuo para cima só junto da zona de quebra.

A configuração da zona de quebra é abrupta e ocorre a pouca profundidade, 60 a 90 m, pouco distante da costa. Tais aspectos foram descritos previamente por MARTINS e VILLWOCK (1974) para a Plataforma Continental Leste Brasileira. É o resultado da formação quase contínua de um espesso crescimento carbonático ascendente e acumulação num substrato subsidente. Apresenta-se com grande diversificação de formas nos bordos de plataformas carbonáticas, devido à variação do crescimento ascendente no tempo e no espaço. Mostra-se bem definida (Fig. 6), abrupta e com reentrâncias (2) no setor mais externo da plataforma continental (1). Limitada localmente por recifes submersos (3) ou por recifes de crescimento ascendente (4) sobre formas residuais cársticas. Pode ocorrer do limite externo da plataforma anexa e estar separado por uma série de elevações carbonáticas isoladas tipo mesa, angulosa (5a) e arredondadas (5b) ("seamounts e guyots").

d) Margem Continental Sul Brasileira: incluindo o Rio Grande do Sul.

Zona de Quebra Tipo I, de Região temperada/Variante (b):

Zona de Quebra com terraços.

Características: Nas regiões temperadas a característica marcante é a ausência dos três fatores dominantes nas regiões polares e tropicais, isto é, ausência de feições glaciais óbvias, sedimentação recifal e carbonática dominante, e deposição fluvial.

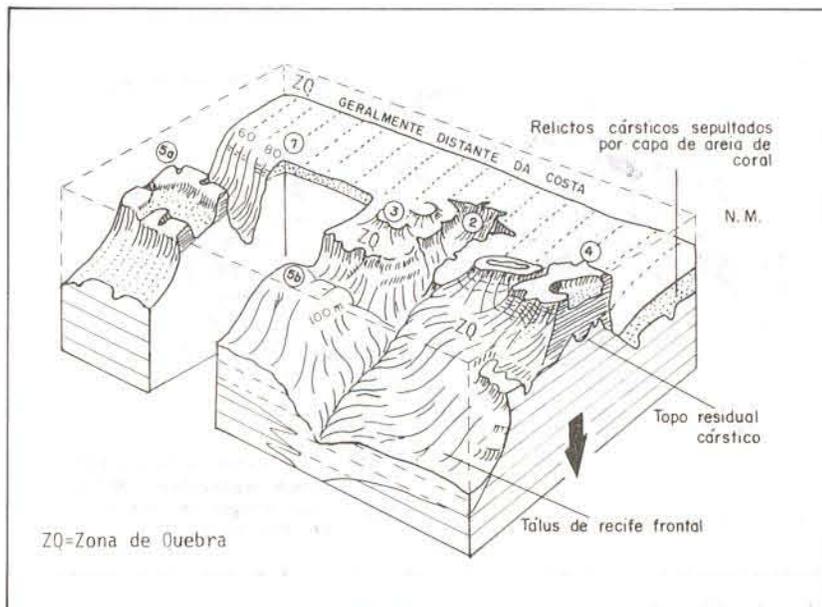


Fig. 6 - Bloco-diagrama esquemático mostrando a zona de quebra do Tipo e margem adjacente em regiões tropicais, não fluviais, com as feições ocorrentes. Adaptado de VANNEY e STANLEY (op. cit.).

A influência nestas regiões é de eventos de resfriamento climático, que inibe o desenvolvimento recifal, mas não é tão rigoroso como o resfriamento ocasionado pelas geleiras. Há períodos de exposição subaérea e desenvolvimento recifal subordinado.

Os fatores dominantes são:

- a) erosão de rios que migraram pela plataforma e estenderam-se até a quebra;
- b) processos litorâneos na zona de quebra.

O regime erosivo dominante é evidenciado pela borda externa das plataformas estruturalmente estáveis e inativas, através do relativo adelgamento do prisma sedimentar progradante.

Os efeitos de erosão são também evidenciados pela sedimentação afetada pelas condições de alta anergia e processos gravitacionais (escorregamentos, fluxos gravitacionais) no talude superior.

A variante da zona de quebra com terraços (Fig. 7) ocorre abaixo de deltas fluviais preservados. Observa-se terraços erodidos, cortados e com superfície ondulatória.

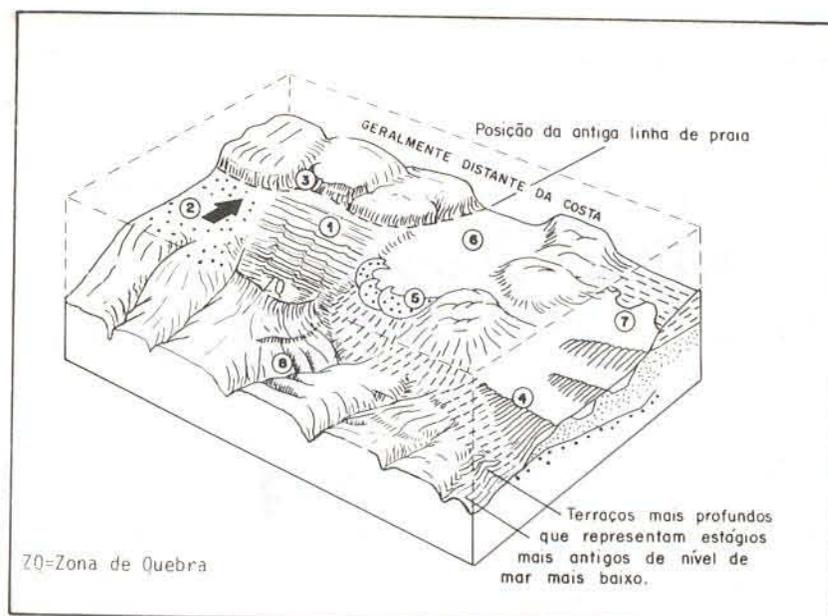


Fig. 7 - Bloco-diagrama esquemático mostrando a zona de quebra do Tipo I, variante com terraços, e margem adjacente em regiões temperadas, com as feições ocorrentes. Adaptado de VANNEY e STANLEY (op. cit.).

As feições que ocorrem são:

- feições litorâneas do tipo "wave-cut" (1) e "wave-built" (2), associadas com a erosão durante estabilizações de nível de mar baixo.
- penhascos baixos (3);
- elevações alongadas mais escarpadas em direção ao mar, que são ilhas de barreira de pós-praia (4) ou barras de boca de baía (5);
- depressões - estuários relíquias (6) e lagunas (7);
- dissecamento da porção superior dos canions (8), relacionado a escorregamentos.

Parte destas feições foram identificadas na Zona de Quebrada Plataforma Continental do Rio Grande do Sul por MARTINS e URIEN (1979) e por URIEN et alii (1980a, 1980b).

##### 5 - MECANISMOS DE DEPOSIÇÃO E INSTABILIDADE DA BORDA DA PLATAFORMA

A zona de quebra tem sido definida como região de passagem do suave gradiente da plataforma para o acentuado declive do talude continental. A origem da zona de quebra nas margens passivas (caso da Plataforma Atlântica) é o resultado de vários fatores que podem ter agido isoladamente, ou em conjunto, a saber:

- a) colapso tectônico da plataforma externa;
- b) formação de recifes na plataforma externa;
- c) progradação da plataforma.

A Plataforma Continental Sul Brasileira tem sua gênese ligada a um arcabouço tectono-estrutural pretérito, resultante da separação do Brasil com a África, concomitantemente a uma intensa progradação sedimentar até o Terciário. A partir de então, considerando-se já uma estabilidade tectônica, as oscilações do nível do mar passaram a ser responsáveis pelos processos deposicionais e erosionais que ocorreram respectivamente durante as regressões e transgressões. Assim, a zona de quebra foi o reflexo direto da progradação da plataforma. A forma predominantemente arredondada, convexa, uniforme e de relevo moderado a zona de quebra confirmaram este fato.

Podemos tecer as seguintes considerações para o que ocorre nos dias atuais:

– O aporte terrígeno é mínimo; as distâncias mínima e máxima da zona de quebra à costa variam de 100 a 200 km, distância essa que vinculada ao pequeno aporte sedimentar tornam esse fator praticamente desprezível.

– a profundidade mínima da zona de quebra é de 80 m, o que descarta a influência da ação de efeito de ondas para o transporte e/ou retrabalhamento dos sedimentos;

– embora não se tenha dados aprofundados sobre as correntes marítimas, sabe-se que elas são de pequena intensidade, o que leva a crer que sua influência no transporte de sedimentos seja mínima ou mesmo nula;

– os bioclastos amostrados em operações GEOMAR (bioclastos esses característicos de ambiente de alta energia) apresentam datação de aproximadamente 15.000 anos B.P., não havendo evidências de deposição atual.

Face a essas assertivas pode-se sugerir que o modelo sedimentar é vinculado aos fatores basicamente pretéritos já citados.

Igualmente, não há evidências de grandes instabilidades na zona de quebra no presente. As marcas de instabilidades mais incisivas se resumem a eventos pretéritos. Assim, um ambiente deltático implantado durante o Pleistoceno (e talvez no Terciário Superior), segundo URIEN, MARTINS e MARTINS (1980), quando provavelmente o Rio da Prata teria alcançado a Borda da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul, ocasionou um modelo progradante durante os abaixamentos do nível do mar. O Cone do Rio Grande do, segundo MARTINS e URIEN (1972) e MARTINS (1983) seria o maior testemunho de um depocentro sedimentar decorrente do grande aporte de sedimentos na Borda da Plataforma do Rio Grande do Sul.

A Comissão GEOMAR XIII e XIV (MARTINS, MARTINS e CORREA, 1984) e (MARTINS e MARTINS, 1984), através da análise dos testemunhos coletados sugerem a ocorrência de pelo menos três mecanismos de deposição na região do talude: fluxo de fragmentos, fluxo de grãos e correntes de turbidez.

#### 5.1 – OCORRÊNCIA DA “MUDLINE” NA MARGEM CONTINENTAL DO RIO GRANDE DO SUL

O conceito de uma gradação textural nas margens continentais, mostrando

na plataforma continental externa areias, silte no talude e argila nas elevações continentais foi desenvolvido através dos resultados das expedições oceanográficas do século XIX. Observou-se assim, uma tendência, nos diferentes oceanos, de uma diminuição do tamanho de grãos dos sedimentos em direção ao mar profundo.

O termo "mudline" foi utilizado até o início deste século para designar a profundidade a partir da qual, geralmente no talude continental, a quantidade de silte e argila depositados eram maiores que a areia depositada, segundo STETSON (1939). Este termo foi recentemente retomado, porém com maior precisão e a ele somado um significado genético, que pôde ser atribuído graças a expressiva quantidade de amostragens nas Margens Continentais da América do Norte.

Para o estudo da "mudline" ao longo das margens continentais é necessário considerar que este limite é o resultado não somente de um fator, mas de vários fatores interdependentes a saber:

a) fatores de sedimentação – suprimento de sedimentos, mecanismos de transporte de material através da plataforma e sua passagem pelo talude, interações de processos de "fluid-driven";

b) efeitos do condicionamento geológico regional – morfologia da margem externa, arcabouço estrutural, atividade sísmica, instabilidade do talude e evolução eustática.

Considerando os aspectos indicados acima, foram constatadas diferenças entre as profundidades de "mudline" em relação à quebra da plataforma em duas áreas detalhadamente estudadas, o Golfo do México e Oceano Atlântico Médio e assim foi possível a classificação de quatro tipos de "mudline", denominados de I a IV segundo STANLEY, ADDY e BEHRENS (1983) in: STANLEY e MOORE (op. cit.). Apesar desta classificação conceitual ter sido desenvolvida e aplicada para as duas regiões mencionadas, a mesma é o embasamento para a classificação e análise de todas as margens continentais a serem estudadas. Os quatro tipos de "mudline" podem ser observados na Fig. 8.

O Tipo I de "mudline" ocorre a profundidades consideráveis do talude superior ao talude médio (de 300 até 1000m), onde fluxos de alta energia fluidal permitem o transporte de material do tamanho areia através da plataforma e talude superior ("offshelf spillover"). Cabe observar que uma plataforma estreita facilita ainda mais este processo.

O tipo II de "mudline" ocorre no talude mais superior, a aproximadamente 200 a 400m. Este tipo identifica alta energia concentrada no assoalho oceânico; a erosão (que ocasiona a ressuspensão) resulta da interação de vários mecanismos, incluindo frentes tidais e ondas internas.

O Tipo III é constatado quando há uma coincidência da "mudline" com a quebra da plataforma (130 – 175 m) e significa a intersecção de duas densidades distintas ("pycnoclines"), ou seja, águas da plataforma e águas do talude.

O Tipo IV fica posicionado acima da quebra da plataforma e ocorre nas margens onde há uma alta taxa de suprimento sedimentar, como é o caso da região do Delta do Mississippi, no Golfo do México.

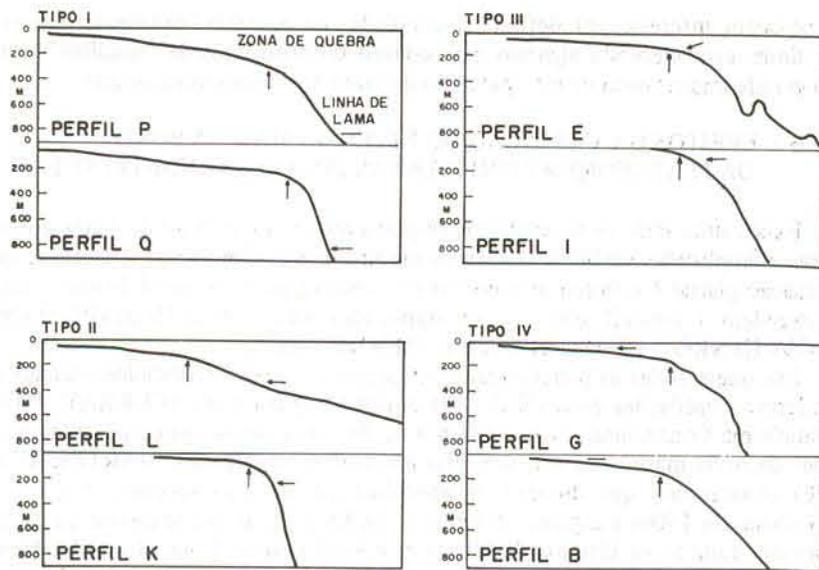


Fig. 8 — Perfis batimétricos mostrando posições relativas da "mudline" e zona de quebra para quatro tipos de "mudline" no Golfo do México. Adaptado de STANLEY, ADDY e BEHRENS (op. cit.).

Considerando que a Margem Continental do Rio Grande do Sul é ampla, com larguras máxima e mínima de 200 a 100 km, respectivamente, segundo ZEMBRUSKI (op. cit.), pertencente ao tipo Atlântico, com um mergulho muito suave da plataforma, profundidade média da quebra da plataforma a aproximadamente 150 m, talude com gradiente moderado e um arcabouço tectônico estável, esta fica enquadrada como margem passiva. Deste modo, os fatores determinantes da "mudline" são a taxa de suprimento sedimentar que chega a plataforma e a energia fluidal da plataforma externa e talude.

A costa do Rio Grande do Sul, atualmente, recebe um aporte fluvial mínimo, sendo possível, deste modo, concluir que a energia fluidal é o principal fator controlador da geração da "mudline", e assim ser classificada como pertencente ao Tipo II.

Uma consideração importante é o efeito da variação do nível do mar através do tempo geológico sobre a "mudline". Para uma primeira interpretação, pode-se considerar que a "mudline" é elevada ou rebaixada proporcionalmente com o nível do mar. Deste modo, é de se supor que durante a regressão do Pleistoceno Superior, quando o nível do mar baixou até aproximadamente 100m, ou seja, se encontrava próximo da quebra da plataforma, a "mudline" no Rio Grande do Sul era do Tipo I e que com a Transgressão Flandriana a "mudline" elevou-se até sua posição atual.

Finalizando, a "mudline" é em alguns casos um indicador efetivo da competência do transporte dos sedimentos e pode também significar o limite entre erosão-deposição. Portanto, a "mudline" presta-se como marcador do nível de energia e a identificação de sua posição é de grande valor para oceanógrafos físicos

que possuem interesse em definir as condições de margem continental externa. Mais ainda, estabelecendo algumas das variáveis controladoras da "mudline", estas terão grande importância na interpretação de margens continentais antigas.

#### 6 – EFEITOS DA VARIAÇÃO DO NÍVEL DO MAR NA BORDA DA PLATAFORMA CONTINENTAL DO RIO GRANDE DO SUL

Existe uma série de mecanismos responsáveis pela oscilação do nível do mar a taxas e amplitudes variadas. Dentre os mecanismos conhecidos, considera-se que a flutuação glacial é o único responsável por uma variação do nível do mar a taxas que excedem 1 cm/mil anos e com amplitudes superiores a 100m (PITMAN e GOLOVCHENKO, 1983) in: STANLEY e MOORE (op. cit.).

Em quase todas as plataformas continentais têm sido verificados indícios de consideráveis oscilações do nível do mar durante o Quaternário (CURRAY, 1964). A Plataforma Continental do Rio Grande do Sul também foi palco de grandes variações do nível marinho, em função das glaciações quaternárias. MARTINS et alii (1978) constataram que durante os episódios glaciais mais recentes, o nível do mar baixou até 150m a algumas dezenas de milhares de anos e se elevou na mesma proporção durante os últimos 20.000 anos e 10.000 anos. Com isto a plataforma que anteriormente estava exposta à erosão, foi atingida pelo avanço do nível do mar recobrando em muitas regiões uma planície costeira adjacente, onde operavam uma série de sistemas deposicionais (rios, dunas, pântanos, lagos e lagunas). Toda uma paisagem fisiográfica representada por feixes de restingas, canais fluviais, deltas, estuários, praias e terraços recobertos por sedimentos peculiares, em cada um destes ambientes, foi afogada.

De acordo com PITMAN e GOLOVCHENKO (op. cit.), nas bordas de plataformas de considerável largura e progradantes, situação análoga à Plataforma Continental do Rio Grande do Sul, a taxa de subsidência dos sedimentos é muito elevada e geralmente superior a taxa de abaixamento do nível do mar, fato este que torna menos provável que a linha de costa possa migrar para além da zona de quebra por ocasião de um abaixamento do nível do mar. Entretanto, existem feições que evidenciam o deslocamento da linha de costa até as proximidades da Borda da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul, que são as paleolinhas de costa, bem como a presença de sedimentos relíquias e sedimentos palimpséticos.

MARTINS et alii (op. cit.) concluíram que os sedimentos relíquias existentes na Plataforma Continental do Rio Grande do Sul encontram-se em condições batimétricas totalmente adversas daquelas que representam o seu meio de ocorrência atual e que, provavelmente, tenham se depositado em estágios de nível de mar mais baixo em condições subaéreas.

Sedimentos fluviais pleistocênicos identificados na Plataforma Continental Interna do Rio Grande do Sul por CALLIARI (1982), associados a rios, que drenavam a planície costeira durante a Regressão Wisconsiniana, indicam este tipo de influência no transporte de sedimentos na região pesquisada.

KOWSMANN e COSTA (1974), em estudos de paleolinhas de costa na Plataforma Continental da Região Sul, identificaram três possíveis zonas de costa; a primeira encontra-se a uma isóbata de 60m, a segunda coincide com a isóbata de 105m e a terceira zona situa-se na isóbata de 170m.

Estudos recentes, efetuados em testemunhos coletados através da Operação GEOMAR XXII (MARTINS et alii, comunicação verbal), indicaram a ocorrência de sedimentos terrígenos grosseiros associados a calciruditos e calcarenitos bioclásticos com acamadamento gradacional por atividade de tormentaas, que caracterizam zonas rasas da plataforma durante estabilizações do nível do mar, por ocasião da Transgressão Flandriana nas isóbatas de 110,60 e 30m.

A importância do estudo da variação do nível do mar até a borda da plataforma tem por escopo uma melhor compreensão da evolução paleogeográfica quaternária e dos aspectos pertinentes aos depósitos superficiais de valor econômico, como por exemplo, os paleopláceres depositados em antigas linhas de praia e em antigos vales fluviais.

#### 7 – RECURSOS ECONÔMICOS ASSOCIADOS

Segundo CRUICKSHANK e ROWLAND Jr. (1983) in: STANLEY e MOORE (op. cit.), os depósitos sedimentares de potencial econômico, que ocorrem na quebra da plataforma, estão relacionados com processos físicos e com as condições do assoalho oceânico. A partir desta constatação os autores acima citados propuseram quatro tipos de depósitos principais.

a) Depósitos de origem geoquímica, resultantes de “upwelling”, em áreas de oxigenação mínima. Tendem a ocorrer nas margens oeste dos continentes, por serem regiões que reúnem todas as condições necessárias para a produção em abundância de material biogênico, como por exemplo na Margem Continental Peruana, onde ocorrem depósitos de fosforita enriquecida em urânio.

O ambiente propício requer:

- águas quentes;
- com baixa salinidade;
- ricas em oxigênio e nutrientes, que ascendem de maiores profundidades para a superfície, aumentando a produtividade biótica e induzindo uma alta taxa de precipitação biogênica.

A distribuição mundial destes depósitos pode ser observada na Fig. 9.



Fig. 9 – Áreas de depósitos marinhos de fosforitas nas margens continentais, incluindo a zona de quebra (adaptado de EMERY e NOAKES, 1968).

b) Depósitos tipo plácer, resultantes de variações eustáticas e condições oceanográficas, correntes de fundo, fluxo de densidade e energia de maré. Os ambientes mais adequados para a formação de pláceres próximo da quebra de plataforma incluem paleolinhas de costa submersas, depressões do fundo do mar e vales de rios afogados (Fig. 10).

A Fig. 11 mostra as áreas com potencial para a exploração de pláceres no mundo.

c) Depósitos biológicos, associados com biohermas de coral, recifes e atóis. Este tipo de depósito ocorre no oeste da Flórida, nordeste do Brasil, alguns locais do Rio Grande do Sul, Yucatan, assim como estruturas em atóis no Pacífico, onde a latitude é o fator determinante para a sua ocorrência.

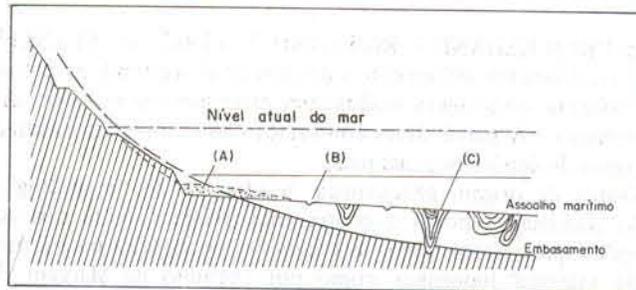


Fig. 10 - Diagrama esquemático de ambientes com potencial para exploração de depósitos do tipo plácer (adaptado de CRONAN, 1980) próximos da quebra de plataforma: (A) pláceres em praias submersas; (B) pláceres trapeadas nas depressões superficiais do fundo do mar; (C) pláceres em vales de rios afogados.



Fig. 11 - Mostra as áreas com potencial para a exploração de pláceres no âmbito mundial. Adaptado de EMERY e NOAKES (1968) e CRONAN (1980).

d) Depósitos de evaporitos, enxôfre, potássio, folhelhos oleígenos e carvão. Podem estar associados diretamente com a zona de quebra, sendo que a gênese destes depósitos está relacionada com a separação dos continentes. Há ocorrência de hidrocarbonetos na Bacia de Campos e na Margem Continental Leste do Brasil.

O que se constata é a ausência destes tipos de depósitos na Borda da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul, excetuando a ocorrência de calcário bioclástico mapeado por vários autores como MARTINS e URIEN (1979) e MARTINS et alii (1980). No entanto, pode existir algum bem mineral ainda não detectado devido à insuficiência de pesquisa.

Há ocorrência de plácetes, mas estes não representam, até o momento, depósitos economicamente aproveitáveis.

## CONCLUSÕES

A Plataforma Continental do Rio Grande do Sul tem sua gênese relacionada a um arcabouço tectono-estrutural pretérito, produto do rompimento crustal ocorrido no Mesozóico, concomitantemente a uma intensa progradação sedimentar até o Terciário. Desde então, sob condições tectônicas estáveis a Plataforma foi palco de oscilações sucessivas do nível do mar, responsáveis pelos processos deposicionais e erosionais, resultantes das transgressões e regressões.

Detivemo-nos no estudo da Zona de Quebra da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul, que segundo a classificação de zona de quebra e suas variantes, proposta por VANNEY e STANLEY (op. cit.) e adotada neste trabalho, enquadrarse no Tipo I, Margens Relativamente Estáveis, de região temperada/Variante (b): Zona de Quebra com Terraços.

Atualmente o aporte terrígeno na Zona de Quebra da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul é mínimo e pode ser considerado desprezível, tendo em vista as distâncias mínima e máxima entre a zona de quebra e a linha de costa serem de 100 a 200km. A influência da ação do efeito de ondas para o transporte e/ou retrabalhamento dos sedimentos é desconsiderada, já que a profundidade mínima da zona de quebra é de 80m. As correntes marítimas são de pequena intensidade e portanto sua influência no transporte de sedimentos é mínima ou nula. Não há evidências de deposição atual de bioclastos (característicos de ambiente de alta energia) e os únicos bioclastos encontrados datam de 15.000 anos B.P.

Pelo acima exposto, o modelo sedimentar é vinculado a estes fatores pretéritos, não havendo igualmente evidências de instabilidades atuais muito pronunciadas na Zona de Quebra da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul.

Quanto à "mudline", a costa do Rio Grande do Sul atualmente recebe um aporte fluvial mínimo, sendo possível, deste modo, concluir que a energia fluidal é o principal fator controlador da geração da "mudline" e assim classificá-la como pertencente ao Tipo II, segundo STANLEY, ADDY e BEHRENS (op. cit.).

Com relação às variações do nível do mar no Quaternário é bem possível que a linha de costa não tenha ultrapassado a Borda da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul, mas tenha se deslocado até suas proximidades, tendo em vista que a taxa de subsidência geralmente é maior do que a taxa de abaixamento do

nível do mar. Os efeitos mais diretos deste deslocamento estão representados pelos sedimentos relíquias, palimpsésticos e paleolinhas de costa, descritos por vários autores citados no presente trabalho.

A Borda da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul aparentemente não apresenta nenhum dos quatro tipos de depósitos minerais especificados por CRUICKSHANK e ROWLAND Jr. (op. cit.), com potencial para a exploração econômica. Atualmente, em outras partes do mundo existe um interesse para a exploração econômica somente de depósitos de fosforitas, alguns tipos de pláceres e certos corais preciosos, visto a possibilidade de prospecção dos outros tipos de depósitos no continente. Além do que, as dificuldades tecnológicas e o alto custo da pesquisa e exploração, inerentes à borda da plataforma, retardam ainda mais a utilização destes bens minerais.

#### BIBLIOGRAFIA

- ARX, W.S. von. 1962. *An introduction to physical oceanography*. Reading, Addison-Wesley. 422p.
- CALLIARI, L. J. et alii. 1982. Evidências de um depósito continental pleistocênico na plataforma continental interna do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO SOBRE OCEANOGRAFIA BIOLÓGICA, Montevideo, 8. *Resumo das comunicações...* p. 77.
- CARTWRIGHT, D. E. & STRIDE, A. H. 1958. Large sand waves the edge of the continental shelf. *Nature*, London, 181:41.
- CSANADY, G. T. 1973. Wind-induced baroclinic motions at the edge of the continental shelf. *Journal of Physical Oceanography*, 3(3): 274-9.
- CRONAN, D.S. 1980. *Underwater minerals*. London, Academic Press. 362p.
- CURRAY, J.R. Transgression and regressions. In: MILLER, R.L., ed *Papers in marine geology*. New York, Mac Millan. p. 175-203. v.1. (Shepard Commemorative Volume).
- DIETZ, R.S. & MENARD, H. 1951. Origin of abrupt change in slope at continental shelf margin. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, Tulsa, Okla., 35: 194-216.
- DOYLE, L.J.; CLEARY, W.J.; PILKEY, O.H. 1968. Use of mica in determining shelf depositional regimes. *Marine Geology*, Amsterdam, 6: 381-9.
- EMERY, K.O. & NOAKES, L.C. 1968. Economic placer deposits of continental shelf. *Tech Bull. ECAFE 1*. 94-111.
- \_\_\_\_\_ & UCHUPI, E. 1972. Western North Atlantic ocean: topography, rocks, structure, life and sediments. *Memoir. American Association of Petroleum Geologists*, Tulsa, Okla, 17: 532.
- FLEMING, R.H. & REVELLE, R. 1939. Physical processes in the ocean. In: TRASK, P.D., ed. *Recent marine sediments*. p. 48-141.
- HEEZEN, B. C.; THARP, M.; EWING, M. 1959. The floors of the oceans. 1 The North Atlantic. *Special Paper. Geological Society of American*, Baltimore, Md. 65: 1-122.

- KOWSMANN, R.O. & COSTA, M.P.A. 1974. Paleolinhas de costa na plataforma continental das regiões sul e norte brasileira. *Revista de Geociências*, São Paulo, 4: 215-21.
- LYALL, A.D. et alii. 1971. Suspended sediment and transport at the shelfbreak and slope. *Mar. Tech. Soc. Journal*, 5: 15-72.
- MARSILLI, L.F. 1725. *Histoire physique de la mer. Ouvrage enrichi de figures dessinées d'après le naturel*. Amsterdam, Academia des Sciences de Paris. 173p.
- MARTINS, L.R. & URIEN, C.M. 1972. Províncias fisiográficas da margem continental sul-americana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., Belém, SBG. *Resumos das comunicações...* p. 49-50. (Boletim n.2).
- \_\_\_\_\_ & VILWOCK, J.A. 1974. Morfologia e sedimentos da plataforma continental leste brasileira. *Pesquisas, Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre*, 3: 93-100.
- \_\_\_\_\_ ; URIEN, C.M.; BUTLER, L.W.; MARTINS, I.R. 1975. Morfologia e sedimentos da plataforma continental Atlântica Sul-Americana entre Cabo Orange e o Chuí (Brasil). *Anais Hidrográficos*, Rio de Janeiro, 32: 83-109.
- \_\_\_\_\_ & URIEN, C.M. 1978. Operação GEOMAR VI. *Boletim DHN-DGE32-VI*, Rio de Janeiro. p. 57-121.
- \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. 1979. Evolução paleogeográfica. In: *Atlas sedimentológico da plataforma continental do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, CECO, Série Mapas n. 4. (Carta n. 9).
- \_\_\_\_\_ ; MARTINS, I.R.; URIEN, C.M. 1980. Evidências de movimentos descendentes no Talude Superior do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Camboriú, SC. SBG. *Resumos...* p. 379. (Boletim n. 2).
- \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; CORRÊA, I.C.S. 1984. Operação GEOMAR XIV – Costa Sul – Geologia Marinha, Diretoria de Hidrografia e Navegação. Niterói-RJ. *Boletim DG-XIV*, Rio de Janeiro, 21p. 4 fig.
- MARTINS, I.R. 1983. *Modelo sedimentar do cone do Rio Grande*. Porto Alegre, Institut. de Geociências, UFRGS. Tese Doutorado Geociências.
- MOOERS J.N.K.; COLLINS, C.A.; SMITH, R.L. 1976. The dynamic structure of the frontal zone in the coastal upwelling region of Oregon. *Journal on Physical Oceanography*, 6(2): 240-1.
- PILKEY, O.H.; MACINTYRE, I.A.; UCHUPI. 1971. Shallow structures: shelf edge of continental margin between cape hatteras and Cap Fear, North Carolina. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, Tulsa, Okla., 25: 110-5.
- PITMAN, W.C. 1978. Relationship between eustacy and stratigraphic and sequences of passive margins. *Geological Society of America Bulletin*, New York, 89: 1389-403.
- \_\_\_\_\_ . 1979. The effect eustatic sea level changes on stratigraphic sequences at Atlantic margins. *Memoir of the American Association of Petroleum Geologists*, Tulsa, Okla., 29: 453-60.
- PROJETO REMAC. 1977. *Geomorfologia da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes*. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, CENPES, DINTEP. v.7.

- SOUTHARD, J.B. & STANLEY, D.J. 1976. Shelf-break processes and sedimentation. In: STANLEY, D.J. & SWIFT, D.J.P. *Marine sediment transport and environmental management*. New York, Wiley Interscience. p. 351-77.
- STANLEY, D.J.; FENNER, P.; KELLING, G. 1972. Currents and sediment transport at Wilmington Canyon Shelfbreak, as observed by underwater television. In: SWIFT, D.J.P. et alii, ed. *Shelf sediment transport: Processes and patterns*. p. 621-44.
- \_\_\_\_\_ & MOORE, G.J. 1983. The shelfbreak: critical interface on continental margins. *Special Publication of the Society of Economic Paleontologists and Mineralogists*, Tulsa, Okla., 33.
- STETSON, H.C. 1939. Summary of sedimentary conditions on the continental shelf of the East Coast of United States. In: TRASK, P.D., ed. *Recent marine sediments*. Tulsa, Okla., AAPG.
- URIEN, C.M.; MARTINS, L.R.; MARTINS, I.R. 1980a. Modelos deposicionais na plataforma continental do Rio Grande do Sul (Brasil), Uruguai e Buenos Aires (Argentina). *Notas Técnicas, CECO*, Porto Alegre, 2: 13-26.
- \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_. 1980b. Evolução geológica do Quaternário o litoral Atlântico Uruguaio, plataforma continental e regiões vizinhas. *Notas Técnicas, CECO*, Porto Alegre, 3: 7-43.
- VANNEY, J.R. 1972. *Cartes bathymétriques de la plate-forme continentale de la Province ao 1/50.000*. Feauill de Toulon. Paris, CNEXO.
- \_\_\_\_\_ & STANLEY, D.J. 1983. Shelfbreak physiography: an overview. In: STANLEY, D.J. & MOORE, G.T. *The shelfbreak: critical interface on continental margins*. p. 1-24. (SEPM Special Publication n. 33).
- WATKINS, J.S. et alii. 1978. Occurrence and evolution of salt in deep Gulf of Mexico. In: BOUMA, A.H. et alii, ed. *Framework facies and oil trapping characteristics of Upper Continental Margin*. p. 43-60. (Studies in Geology n. 7).
- WEAR, C.M.; STANLEY, D.J.; BOUMA, J.E. 1974. Shelfbreak physiography between Welmington and Norfolk Canyons. *Marine Tech. Soc. Journal*, 8: 37-48.