

Copyright 2004, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP

Este Trabalho Técnico Científico foi preparado para apresentação no 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, a ser realizado no período de 2 a 5 de outubro de 2005, em Salvador. Este Trabalho Técnico Científico foi selecionado e/ou revisado pela Comissão Científica, para apresentação no Evento. O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, Sócios e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho será publicado nos Anais do 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS GRANADAS NO ESTUDO DE PROVENIÊNCIA DOS SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS DA PORÇÃO SUL DA BACIA DE PELOTAS, RS.

Fábio Splendor¹, Marcus V.D. Remus²

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Geociências, Avenida Bento Gonçalves, 9500,
jrsplend@terra.com.br

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Geociências, Avenida Bento Gonçalves, 9500,
marcus.remus@ufrgs.br

Resumo

A análise de minerais detríticos pesados é uma ferramenta de alta precisão para determinar a proveniência sedimentar, devido à diversidade de espécies minerais encontrados nas rochas-fonte. Este estudo mostra os resultados da composição química das granadas dos sedimentos Quaternários da plataforma continental interna da Bacia de Pelotas. Os dados mostram a presença de quatro populações para os sedimentos da Bacia: (1) granadas ricas no componente piropo, a mais freqüente, indicando áreas-fonte de terrenos de alto grau metamórfico, granulitos e gnaisses pelíticos do Complexo Granulítico Santa Maria Chico. (2) granadas com teores baixos de piropo, elevados valores para almandina+espessartita e teores variáveis de grossularia+andradita+uvarovita, com área fonte principal relacionada às rochas metamórficas de médio a baixo grau metamórfico do Complexo Metamórfico Porongos do Cinturão Tijucas e menor contribuição dos metamorfitos de médio e baixo grau do Bloco São Gabriel; (3) granadas com elevados teores de piropo e grossularia+andradita+uvarovita, provenientes de metabasitos, com área fonte principal relacionado aos granulitos máficos do Complexo Granulítico Santa Maria Chico e aos anfibolitos do Complexo Metamórficos Porongos; (4) granadas com elevados valores de espessartita e baixos teores de piropo+grossularia+andradita+uvarovita, encontradas em pegmatitos, aplitos graníticos e alguns granitos, tendo como área fonte principal o Cinturão Dom Feliciano.

Palavras chaves: Bacia de Pelotas; granada; proveniência.

Abstract

The analysis of detrital heavy mineral is a high precision tool for the determination of the sedimentary provenance, owing to the diversity of mineral species in the source-rocks. This study compares the chemical composition of garnet grains of Quaternary sediments from the Pelotas Basin (south Brazil) with that of the garnets from the basement units of the Sul-Riograndense Shield. The results show that the Quaternary sediments of Pelotas Basin have 4 distinct garnet populations: 1) garnets of pyrope composition, originated from high-grade metamorphic rocks, including granulites and pelitic gneisses of Santa Maria Chico Granulitic Complex; 2) garnets with low-pyrope composition, high almandine + spessartine and variable grossular + andradite + uvarovite contents related to middle to low-grade metamorphic rocks of the Porongos Complex, Tijucas Belt, with possible minor contribution also from the middle to low-grade metamorphic rocks of São Gabriel Block; 3) garnets with high pyrope and grossular + andradite + uvarovite composition, which are related to metabasites, mainly from mafic granulites of Santa Maria Chico Granulitic Complex, and possible contribution from amphibolites of the Porongos Metamorphic Complex; 4) spessartine and low pyrope+grossular+andradite+uvarovite garnets, which are related to pegmatites and aplitic granites from the Dom Feliciano Belt.

Keywords: Pelotas Basin; garnet; provenance.

1. Introdução

A análise de proveniência sedimentar é reconhecida atualmente como uma ferramenta importante para análise de bacias. Estudos petrológicos e geoquímicos dos componentes detríticos têm sido bastante utilizados na interpretação da evolução tectônica e do preenchimento das bacias. Estudos de proveniência sedimentar são métodos em rápida expansão na exploração de petróleo. Diversas empresas já perceberam o grande potencial desta ferramenta para a compreensão dos padrões de preenchimento das bacias e previsão da distribuição dos corpos-reservatórios. Além disso, os estudos de proveniência permitem caracterizar e prever a composição detrítica dos arenitos que têm grande influência na sua evolução diagenética, causando efeitos na porosidade e permeabilidade do reservatório, respondendo diretamente na sua qualidade.

A Bacia de Pelotas é uma extensa bacia em um estágio limitado de exploração, com padrões de preenchimento e rotas de abastecimento dos sedimentos pouco conhecidos. Assim um estudo da proveniência dos sedimentos quaternários da Bacia de Pelotas é de grande importância para o entendimento dos padrões de abastecimento dos sedimentos, pela identificação das áreas-fonte e direções preferenciais de transporte sedimentar. A análise de minerais pesados oferece uma abordagem de alta precisão para determinar a proveniência sedimentar, devido à diversidade de espécies minerais encontrados nas rochas-fonte. Entretanto, a assinatura de proveniência original pode ser modificada nos sedimentos, pela alteração intempérica, pelos processos hidráulicos durante o transporte e pela diagênese (Morton & Hallsworth, 1999).

A utilização dos minerais pesados é uma técnica sensível para determinar a proveniência, pois muitos desses minerais têm uma paragenese muito restrita e específica e por isso fornecem informação crucial sobre a proveniência (Morton & Hallsworth, 1994). Estudos anteriores nos sedimentos quaternários da Bacia de Pelotas (Tomazelli, 1978; Vilwock & Tomazelli, 1995; Caruso *et al.*, 1999) determinaram a presença de várias espécies minerais e associações de minerais pesados neste sistema. Esses dados permitiram aos autores estabelecer algumas correlações com as áreas-fonte da bacia, faltando, entretanto, a identificação das variedades composicionais específicas dos grupos minerais (por exemplo, granadas) para identificar com maior precisão as áreas fonte.

Estudos de variedades de espécies minerais específicas (p. ex. granadas) são executados porque variedades não mostram modificações sensíveis nas proporções originais por alteração seletiva no intemperismo, no transporte, na deposição e diagênese, nem seleção hidráulica considerável entre si no transporte. Além disso, a composição química da granada é diagnóstica das litologias fonte e, das condições físico-químicas de sua formação (Morton, 1984; Morton, *et al.*, 1991). Os resultados deste estudo compreenderam a determinação da composição química e a distribuição dos minerais pesados (granadas), permitindo estabelecer mais precisamente as correlações entre os sedimentos da Bacia de Pelotas e das litologias aflorantes do Escudo Sul-Riograndense.

2. Área de estudo

O presente estudo ocupa-se da fração arenosa dos depósitos sedimentares do Quaternário (Holoceno-Pleistoceno), na porção sul (entre os paralelos 30°-32°), retirados de testemunhos da operação Geomar VII na plataforma continental interna da Bacia de Pelotas (Figura 1).

3. Proveniência x minerais pesados

A composição dos minerais pesados não é controlada somente pela composição mineralógica da região de origem. Além disso, eles são afetados por três processos atuantes durante o transporte e deposição: seleção física, abrasão mecânica e dissolução (Morton e Hallsworth, 1994). Em uma visão mais ampla, o sinal original da proveniência dos minerais pesados é modificado por processos que acontecem durante todo os ciclos sedimentares, incluindo o intemperismo na área de origem, a abrasão e efeitos hidrodinâmicos durante o transporte e deposição, o intemperismo durante o período de armazenagem aluvial, e os processos de diagênese durante o soterramento (Morton e Hallsworth, 1994).

A composição dos minerais pesados produzidos das áreas-fonte depende basicamente de três fatores: da composição da suíte original dos minerais pesados (controlado pela litologia da rocha-mãe) da situação fisiográfica e do clima. Quando o processo de transporte (remoção) do sedimento é mais rápido do que o processo que o gera, os detritos são rapidamente removidos sem significantes modificações químicas e assim o sinal de proveniência é transferido pelo sistema de transporte. Se por outro lado, a geração exceder a capacidade de remoção dos sedimentos, os produtos têm mais tempo para interagir com a água, afetando muito a composição dos detritos. Nessa situação, modificações extensas das suítes dos minerais pesados podem ocorrer antes do sedimento alcançar o sistema de transporte. (Johnsson *et al.*, 1991).

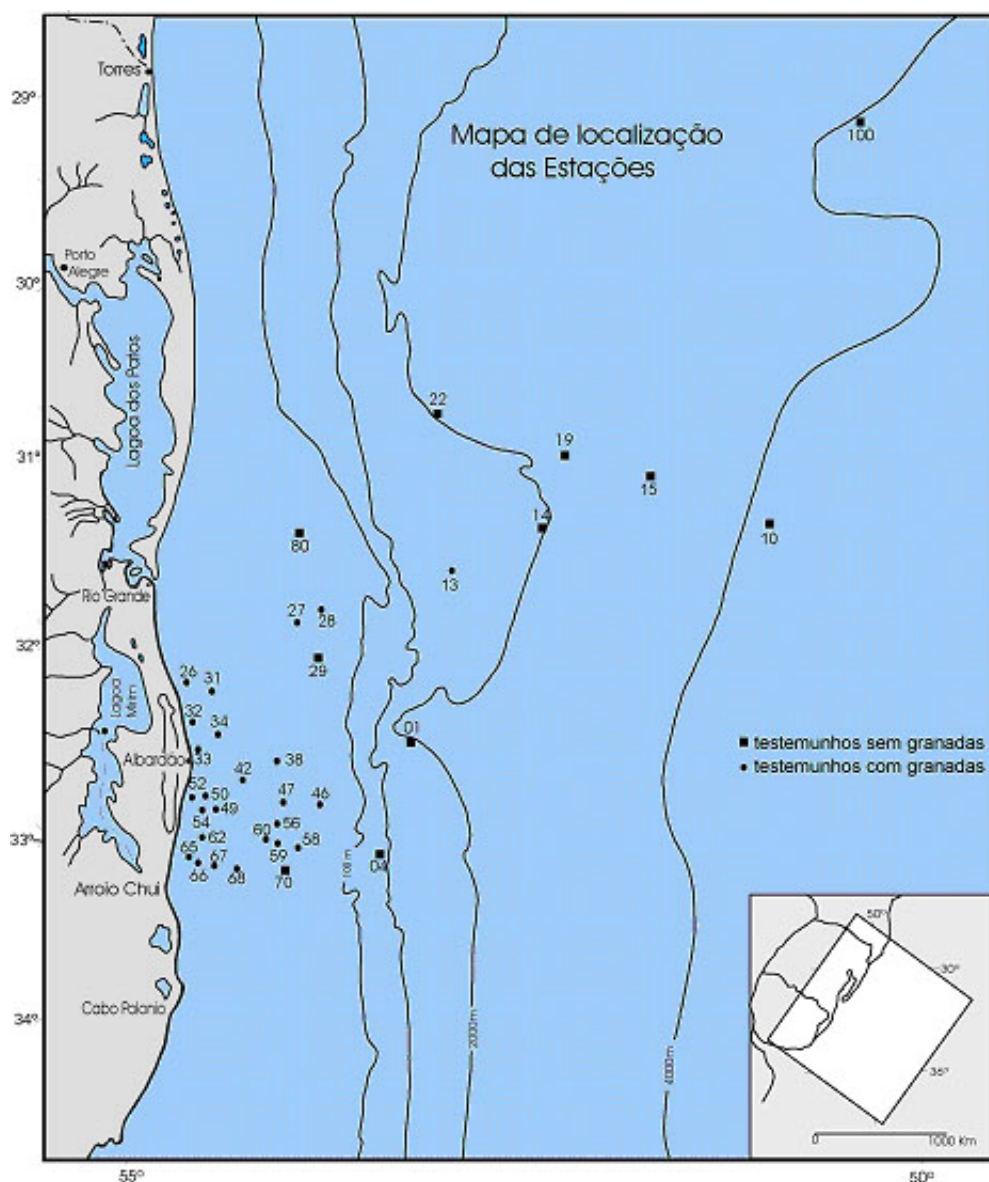


Figura 1 – Mapa de localização dos testemunhos dos sedimentos quaternários da Bacia de Pelotas.

3.1. Análise Mineral Pesado Varietal (AMP)

Os efeitos de sobreposição da seleção hidráulica e da diagênese podem ser minimizados concentrando-se nas propriedades de um único grupo mineral. Parâmetros tais como cor (zircão, turmalina) e morfologia (zircão e apatita), foram usados para estudo de proveniência com excelentes resultados (Morton e Hallsworth, 1994).

O advento da técnica de microsonda eletrônica acrescentou uma nova dimensão à análise de minerais pesados varietal por permitir a caracterização geoquímica de grupos individuais de minerais pesados. Esse tipo de informação acrescenta sofisticação na discriminação da proveniência e permite uma comparação mineralógica direta entre a fonte e o sedimento. Essa abordagem pode ser aplicada a muitas espécies de minerais, mas mostra melhor resultado em minerais que são estáveis, como por exemplo o grupo das granadas.

3.2. Granadas

As granadas são minerais pesados adequados para estudos de proveniência, consistindo numa importante ferramenta para traçar as áreas-fonte dos sedimentos. Dentre as suas características favoráveis (Morton, 1985) destacam-se:

- a sua ampla variação composicional, ou seja, há sete membros finais principais no grupo que fornecem informações detalhadas sobre os tipos litológicos das áreas-fonte;
- são extremamente estáveis no intemperismo e relativamente estáveis na diagênese;
- possuem uma variação de densidade relativamente pequena (3.6 - 4.3) diminuindo o efeito de seleção hidráulica;

- a utilização da fração 65-125 µm minimiza os efeitos hidráulicos e as variações nas propriedades óticas para seu reconhecimento;
- o estudo de um único grupo de mineral, como por exemplo a granada minimiza os possíveis efeitos de instabilidade mecânica, ou seja, minimiza os efeitos da destruição seletiva durante o intemperismo, o transporte e diagênese.

A identificação das rochas-fonte das granadas pode ser realizada através da discriminação de sua composição através de dois diagramas triangulares distintos, representados pelos vértices: **P** (Piropo); **AlS** (Al = Almandina + S = Espessartita); **GAU** (G = Grossulária + A = Andradita + U = Uvarovita) e **PGAU** (P = Piropo + G = Grossulária + A = Andradita + U = Uvarovita). Os diagrama triangulares **P-AIS-GAU** e **Al-S-PGAU** (Figura 2) discriminam cinco campos composicionais (a), (b), (c), (d) e (e) correspondentes a 8 grupos distintos de rochas portadoras de granadas conforme definido abaixo.(Morton, 1984).

(a) Granadas com elevado teor de Piropo ($P > 20$) e baixo teor de Grossulária+Andradita+Uvarovita ($GAU < 10$), derivadas de rochas metamórficas de alto grau (paragnaisses, granulitos e charnockitos).

(b) Granadas com teores baixos de Piropo, elevados valores para AIS e teores variáveis de GAU são características de rochas metasedimentares de baixo a médio grau (metapelitos e outros metasedimentos siliciclásticos).

(c) Granadas com elevados teores de Piropo e GAU, derivadas de metabasitos (anfibilos e gnaisses máficos).

(d) Granadas com elevados teores de GAU ($GAU > 50$ e baixo $P < 10$) são encontradas em rochas metacarbonáticas (rochas metamórficas regionais e de contato; escarnitos). Neste campo plotam ainda outros tipos litológicos representados por: – granadas Andraditas da variedade Melanita ($TiO_2 > 1,0\%$) derivadas de rochas ígneas alcalinas – Uvarovitas (elevado teor de Cr) que ocorrem em serpentinitos.

(e) Granadas com baixos teores de PGAU e elevados valores de Espessartita ($S > 20$) são encontradas em granitos; pegmatitos e aplitos graníticos.

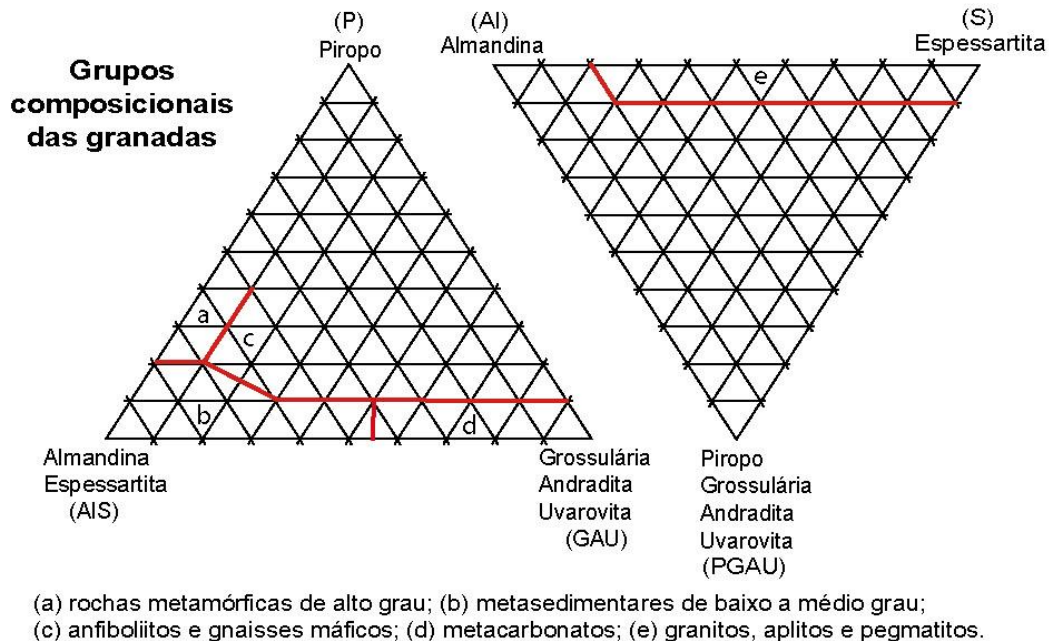


Figura 2 – Diagramas triangulares discriminantes com os respectivos campos composicionais relacionados as litologias fonte.

4. CONCLUSÕES

Os resultados mostram a presença de quatro populações para os sedimentos Quaternários da Bacia de Pelotas (Figura 3): (1) a mais freqüente consiste de granadas ricas no componente piropo, indicando áreas-fonte de terrenos de alto grau metamórfico, granulitos e gnaisses pelíticos do Complexo Granulítico Santa Maria Chico (Bloco Taquarém) e com provável contribuição dos granulitos pré-brasileiros do Cinturão Valentines (Uruguai) - (figura 4); (2) granadas com teores baixos de piropo, elevados valores para almandina+espessartita e teores variáveis de grossulária+andradita+uvarovita, derivadas de rochas meta-sedimentares de baixo a médio grau, com área fonte principal relacionada às rochas metamórficas de médio a baixo grau metamórfico do Complexo Metamórfico Porongos do Cinturão Tijucas e menor contribuição dos metamorfitos de médio e baixo grau do Bloco São Gabriel; (3) granadas com elevados teores de piropo e grossulária+andradita+uvarovita, provenientes de metabasitos, com área fonte principal

do Bloco Taquarembó, relacionados aos granulitos máficos do Complexo Granulítico Santa Maria Chico e do Cinturão Tijucas, relacionado aos anfibolitos do Complexo Metamórficos Porongos; (4) menos expressiva, contendo granadas com elevados valores de espessartita e baixos teores de piropo+grossulária+andradita+uvarovita, encontradas em pegmatitos e aplitos graníticos e alguns granitos, tendo como área fonte principal o Cinturão Dom Feliciano.

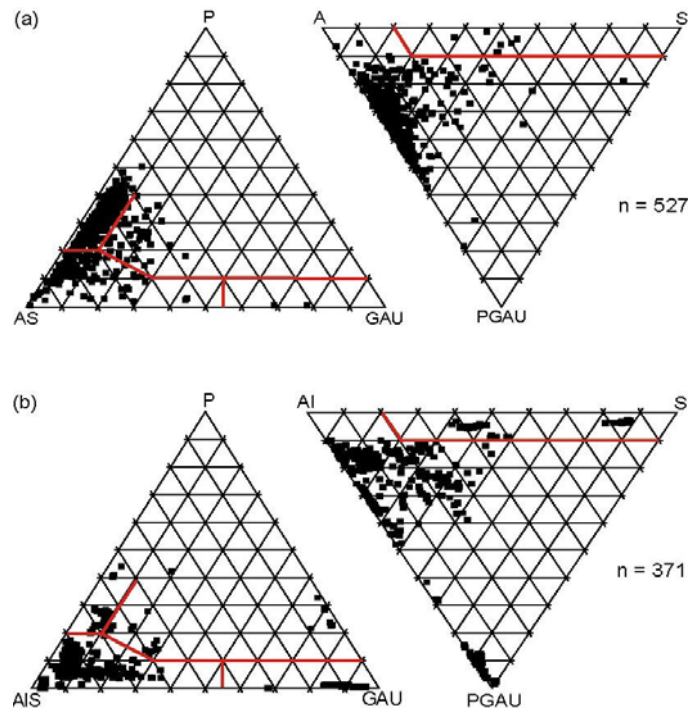


Figura 3 - (a) Composição das granadas dos sedimentos do Quaternário da Bacia de Pelotas envolvendo amostras de testemunhos da Província Sul-Riograndense Interna e Patos, mostrando 4 populações distintas, com predomínio de granadas derivadas de terrenos de alto grau metamórfico. (b) Granadas das diversas litologias-fonte do Escudo Sul-Riograndense mostrando grande diversidade composicional, relacionada aos diferentes grupos composicionais de rochas de terrenos com idade variável do Paleoproterozóico ao Terciário.

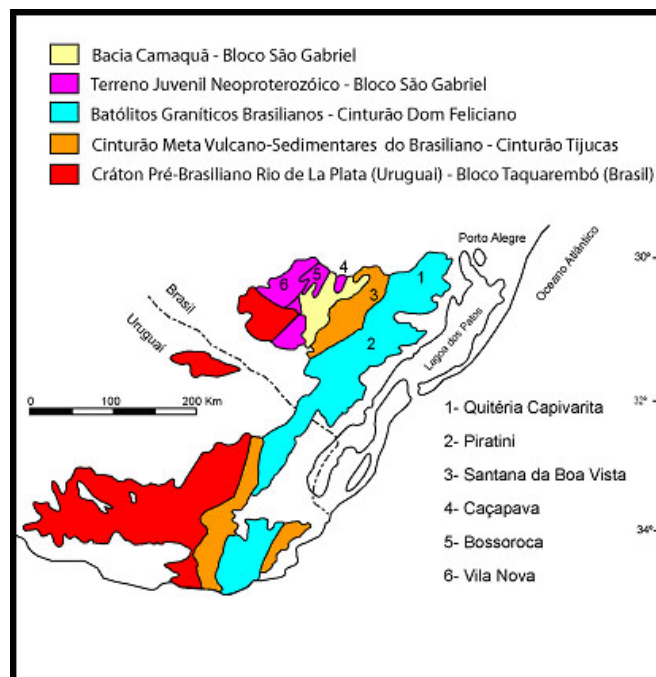


Figura 4 - Esboço geológico dos Escudos Sul-Riograndense e Uruguai contendo os principais segmentos geotectônicos (modificado de Costa, 1997).

5. Referências

- CARUSO, JR., F.MARTINS, L.R., POTTER, P.E. AND WOLFF, I.M., Heavy Mineral Sand Deposits of the Rio Grande do Sul Coastal Plain, Southern Brazil, *In*: Martins, L.R., Santana, C. I., eds., *Non Living Resources of the Southern Brazilian Coastal Zone and Continental Margin*, IOC-UNESCO: 110p. 1999.
- COSTA, A.F.V., 1997. Teste e modelagem geofísica da estruturação das associações litotectônicas pré-cambrianas no Escudo Sul-Riograndense. Tese de Doutorado.
- JOHNSSON, M.J., STALLARD, R.F., LUNDBERG, N. Controls on the composition of fluvial sands from tropical weathering environment: Sands of the Orinoco drainage basin, Venezuela and Colombia. *Bull.Geol.Soc.Am.* 103, 1622-1647. 1991.
- MORTON, A. C., Heavy Minerals In Provenance Studies, *In*: Zuffa, G.G., *Provenance of Arenites*-Reidel Publishing Company, p.249-277. 1984
- MORTON, A.C. Geochemical studies of detrital heavy minerals and their application to provenance studies. *In*: Morton, A.C., Todd, S.P., Haughton, P.D.W. (Eds.), *Developments in Sedimentary Provenance Studies*. Geol. Soc. London, Spec. Publ. 57, 31-45. 1991.
- MORTON, A. C., HALLSWORTH, C.R. Processes controlling the composition of heavy mineral assemblages in sandstones: *Sedimentary Geology*, v. 124, p. 3-30. 1994.
- TOMAZELLI, L.J. Minerais pesados da plataforma continental do Rio Grande do Sul, in *Estudos Tecnológicos*, Acta Geológica Leopoldensia, Vol. 2, p 103-159. 1978.
- TOMAZELLI, L.J. VILLWOCK, J.A. Considerações Sobre o Ambiente Praial e a Deriva Litorânea de Sedimentos ao Longo do Litoral do Rio Grande do Sul, Brasil, *Pesquisas*, 19 nº 1, p.3-12. 1992.