

ESTUDO COMPARATIVO DAS ARGILAS DE ROCHAS MESOZÓICAS E  
CENOZÓICAS DA DEPRESSÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

Pericles Veiga

Departamento de Geociências. Centro de Ciências Naturais e Exatas.  
UFMS. Santa Maria, RS.

RESUMO

Análises por difratometria de raios X permitiram comparar a natureza dos argilominerais de rochas mesozóicas da Depressão Central do Rio Grande do Sul (Formação Rosário do Sul, Formação Santa Maria, e Membro Caturrita da Formação Botucatu) com aqueles de rochas cenozóicas (Terciário ?) que capeiam parcialmente as primeiras.

Nas rochas mesozóicas predomina a montmorilonita, seguida da illita e da camada mixta I-M(10-14M). Nos sedimentos cenozóicos, por outro lado, há total predomínio da caolinita, com pequenas porcentagens de illita, camada mixta I-M(10-14M) e montmorilonita.

Esta diferença auxilia na distinção das duas seqüências, nos locais onde as litologias são semelhantes. O predomínio de montmorilonita no Mesozóico e o de caolinita no Cenozóico pode ser explicado por diferença climática e/ou outros fatores. No caso de diferença climática, o Cenozóico teria sido bem mais úmido que o Mesozóico.

SUMMARY

VEIGA, P., 1979. Comparative study of the clay minerals of Mesozoic and Cenozoic rocks from the Central Depression of the Rio Grande do Sul State, Brazil. *Ciência e Natura* (1): 67-77.

Analysis by x-ray diffractometry permitted to compare the nature of the clay minerals of Mesozoic rocks from the Central Depression of the Rio Grande do Sul State, Brazil (Rosário do Sul Formation, Santa Maria Formation and Caturrita Member of the Botucatu Formation) with those of Cenozoic rocks (Tertiary ?) which partially cover the first ones.

In the Mesozoic rocks predominates the montmorillonite, followed by illite and by mixed-layer I-M(10-14M). On other hand, in Cenozoic rocks there is a complete predomination of kaolinite, with little percentage of illite, mixed-layer I-M(10-14M) and montmorillonite.

This difference helps in the distinction between the two sequences, in places where the litologies are not fully conclusive. The predominance of montmorillonite in the Mesozoic and kaolinite in the Cenozoic can be explained by climatic differences and/or by others

causes. In the case of climatic differences, the Cenozoic would have been much more wet than the Mesozoic.

#### INTRODUÇÃO

A área abrangida por este trabalho situa-se na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1) onde afloram rochas paleozóicas e mesozóicas do *Gondwana* brasileiro. A seqüência mesozóica predomina em extensão ao longo da porção centro-norte desta faixa e sua estratigrafia ainda não foi bem definida.

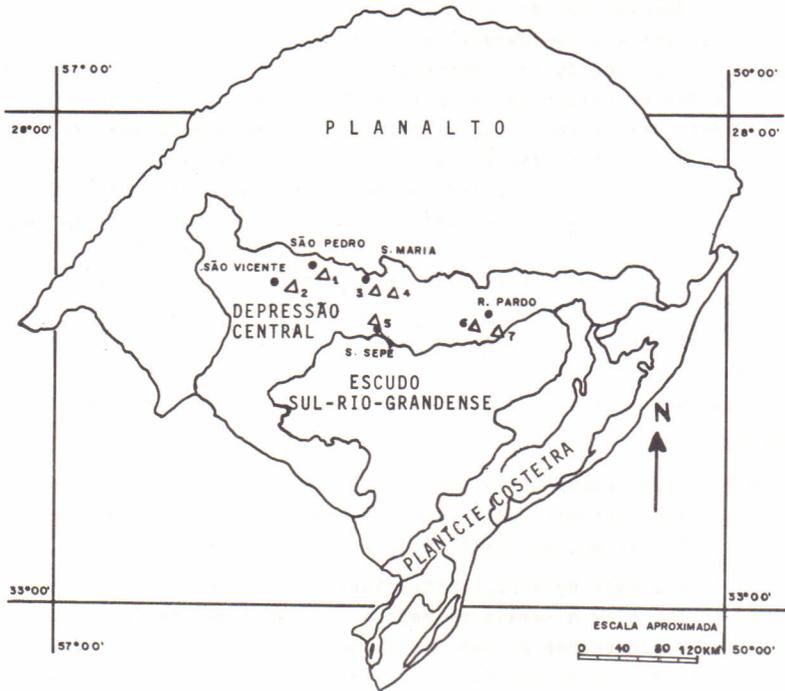


Figura 1. Mapa de localização das amostras.

O pacote de sedimentos mesozóicos inicia com as litologias de natureza fluvial acentadas sobre a Formação Estrada Nova (Permiano) e termina com os arenitos eólicos da Formação Botucatu, que no topo se intercalam com os derrames de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral (Cretáceo).

A seqüência fluvial (*red beds*) intercalada entre a Formação Estrada Nova e os arenitos eólicos da Formação Botucatu foi correlacionada à Formação Rio do Rasto (WHITE, 17) do Grupo Passa Dois e sua parte superior posteriormente elevada a categoria de Formação,

com o nome de Santa Maria, por GORDON JUNIOR(9) e incluída no Grupo São Bento. Mais tarde GAMERMANN(8) denominou Formação Rosário do Sul a todo o pacote de *red beds* considerando a Formação Santa Maria como uma fácies.

Por último, BORTOLUZZI(1) dividiu essa mesma coluna em Formação Rosário do Sul (na base) com predomínio de arenitos e siltitos bem litificados, Formação Santa Maria (parte média) com uma fácies inferior arenosa e outras superior silto-argilosa e Membro Caturrita (parte superior) constituído de arenitos e siltitos tipicamente fluviais que incluiu na Formação Botucatu.

Tendo em vista que ainda não há um consenso na aceitação de uma ou outra destas proposições, o uso dessa nomenclatura gera certa confusão quando não é citada a coluna adotada. Nesse trabalho foi usada a nomenclatura dada por BORTOLUZZI(1), embora acreditemos que não seja a definitiva.

Sobre essa seqüência mesozóica da Depressão Central ocorrem sedimentos fluviais cenozóicos (Terciário ?) que estamos estudando detalhadamente (Tese de Doutorado).

Considerando que essas duas seqüências (Mesozóicas e Cenozóica) são, predominantemente, de ambiente fluvial e que a primeira, em muitos casos, serviu de fonte para a segunda, é comum a presença de litologias e estruturas semelhantes. Isto torna necessário a procura de outros parâmetros que possam também auxiliar na individualização dessas duas seqüências.

Assim, partindo do princípio que rochas semelhantes, mas de idades diferentes, podem apresentar assembléias de argilominerais distintas, em função do tipo de clima reinante durante sua deposição ou do material-fonte, decidimos estudar os grupos de argilominerais que ocorrem nas duas seqüências, com finalidade de detectar possíveis variações.

#### MATERIAL E MÉTODO

O método escolhido para a determinação dos argilominerais foi o da difração de raios X que é o mais usado para esta finalidade.

Do material, inicialmente desagregado em gral de porcelana, foi separada por sedimentação a fração menor que 2 micra, com a adição de exametafosfato de sódio (*calgon*) como agente dispersante.

Em seguida foram preparadas duas lâminas orientadas de cada amostra, secadas ao ar livre, uma para os difratogramas da amostra natural e glicolada e outro para o difratograma da amostra calcinada a 390°C.

O equipamento usado foi um difratômetro marca PHILIPS NO RELCO com tubo 35 KV e 20 mA, com filtro de Ni, existente no Institu

to de Geociências da UFRGS. Os difratogramas atingiram até  $30^\circ$  a velocidade de  $2^\circ$  por minuto.

Na conversão do ângulo  $2\theta$  em distância interplanar dada em Å, empregou-se a tabela FANG & BLOSS(7), e a identificação dos argilominerais foi baseada em BROWN(2), MILLOT(12) e RAMOS & FORMOSO(13).

Segundo esses autores a caolinita apresenta o pico (001) nas proximidades de  $7,15 \text{ \AA}$  e o (002) a  $3,58 \text{ \AA}$ , os quais desaparecem no difratograma da amostra calcinada.

A montmorilonita (esmectita), por outro lado, mostra a reflexão basal (001) entre  $12$  e  $15 \text{ \AA}$  no difratograma da amostra natural; no caso da amostra glicolada esse pico situa-se nas proximidades de  $17 \text{ \AA}$ , enquanto que no difratograma da amostra calcinada o mesmo cai para aproximadamente  $10 \text{ \AA}$ .

A ilita apresenta, no difratograma da amostra natural, o pico (001) bem desenvolvido a  $10 \text{ \AA}$  que permanece na glicolada e se reduz ligeiramente na calcinada.

A clorita registra um pico principal (001) a  $14 \text{ \AA}$  e outro secundário a  $7 \text{ \AA}$  que permanecem na calcinação, além dos picos (001) e (003) a  $3,51$  e  $4,7 \text{ \AA}$ , respectivamente. Quando a clorita é rica em ferro, os picos de  $14$  e  $4,7 \text{ \AA}$  são de pouca intensidade o que pode gerar dúvidas na sua identificação. Neste caso a identificação entre clorita rica em Fe e caolinita, segundo RAMOS e FORMOSO(13), pode ser feita através do pico (004) da clorita a  $3,51 \text{ \AA}$  e o (002) da caolinita a  $3,58 \text{ \AA}$ .

A camada mixta irregular formada por ilita intercalada com montmorilonita é chamada I-M ou 10-14M e seu pico (001) pode estar mais próximo da ilita ou mais próximo da montmorilonita, isto é, pode aparecer entre  $11$  e  $13 \text{ \AA}$ , dependendo do percentual destes argilominerais.

No caso de apresentar maior percentual de montmorilonita, pode ser confundida com a mesma; no entanto, no difratograma da amostra glicolada, o pico desta camada mixta nunca alcança mais de  $16 \text{ \AA}$ .

## RESULTADOS

De um total de 23 amostras coletadas, 12 corresponderam a rochas cenozóicas típicas (Terciário ?) e 11 a rochas sedimentares do Mesozóico (Formações Rosário do Sul, Santa Maria e Membro da Caturrita). Esta coleta foi realizada de preferência em locais onde afloram as duas seqüências nos municípios de São Pedro do Sul, Santa Maria, São Sepê e Rio Pardo (Figura 1).

Na Fazenda Verde em São Sepê, foi feita uma amostragem vertical (Figura 2) com a finalidade de se verificar o comportamento

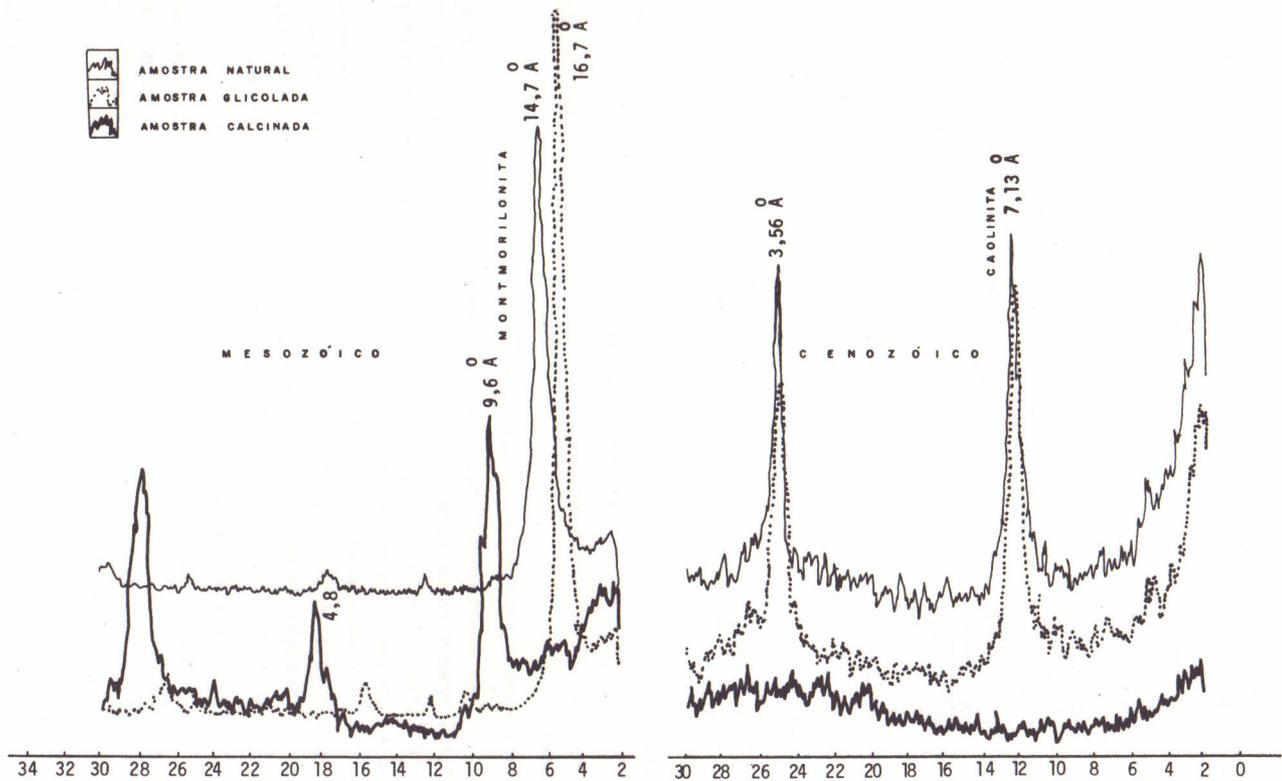


Figura 3. Difratoqramas representativos de argilas da Depressão Central do Rio Grande do Sul.

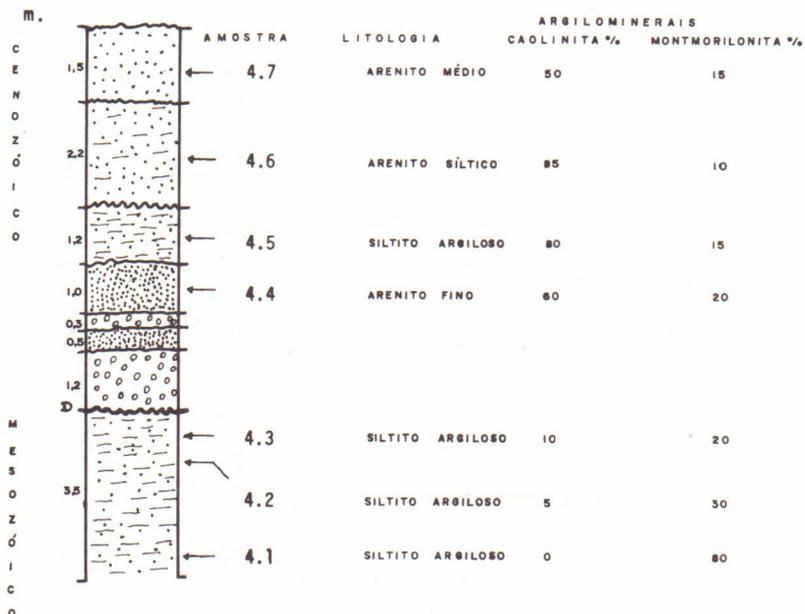


Figura 2. Variação, na vertical, dos argilominerais no afloramento da Fazenda do Verde em São Sepê.

e distribuição dos argilominerais da superfície para o interior das camadas.

#### *Argilominerais presentes nas rochas mesozóicas.*

As amostras estudadas demonstraram que a montmorilonita (esmectita) predomina de maneira absoluta nas rochas do Mesozóico da região (Tabela I e II; Figuras 3 e 4). A ilinita aparece freqüentemente em percentuais pequenos.

A camada mixta I-M(10-14M) foi localizada em algumas amostras geralmente em percentuais inferiores a montmorilonita. A caolinita, com exceção da amostra 6.2 que será discutida mais adiante, normalmente não aparece e quando o faz é em percentuais pequenos.

#### *Argilominerais presentes nos sedimentos cenozóicos.*

O estudo dos difratogramas das rochas cenozóicas indicam um predomínio total do grupo da caolinita (Tabela I e II, Figuras 3 e 4) em todas as amostras analisadas. A ilinita, montmorilonita e in-terestratificado 10-14M aparecem em pequenas quantidades.

#### *Variação dos argilominerais na vertical.*

O perfil vertical amostrado numa camada silto-argilosa da Formação Rosário do Sul, na Fazenda do Verde em São Sepê, demonstrou

TABELA I. GRUPOS DE ARGILOMINERAIS, EM PARTES POR 10, DE ROCHAS SEDIMENTARES CENOZÓICAS E MESOZÓICAS DA DEPRESSÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL.

Amostra	Localidade	Argilominerais em p.p. 10					Litologia	Era	F*
		K	M	I	I-M	Outros			
1	São Pedro do Sul (cidade) .....	0	9	1	0	0	st.arg.	M	SM
2.1	Toropi-São Pedro do Sul .....	0	7	2	1	0	ar.fino	M	R
2.2	" "	0	8,7	1,5	0	0	ar.fino	M	R
2.3	" "	9,5	0	Tr.	0	Tr.	ar.médio	C	N/D
2.4	" "	6,5	0	2	1	Tr.	ar.fino	C	N/D
3.1	Santa Maria(cid.)	0	8	1	1	0	ar.fino	M	C
3.2	Camobi-Santa Maria	0	9	1	0	0	st.arg.	M	SM
3.3	" "	4,5	2,5	2	1	Tr.	ar.fino	C	N/D
3.4	" "	5,5	4,5	Tr.	Tr.	Tr.	arg.ar.	C	N/D
4.1	Faz.Verde-S.Sepê	0	8	2	0	0	st.arg.	M	R
4.2	" " "	0,5	3	4,5	2	0	st.arg.	M	R
4.3	" " "	1	2,5	3	3	Tr.	st.arg.	M	R
4.4	" " "	6	2	1	1	Tr.	ar.silt.	C	N/D
4.5	" " "	8	1,5	Tr.	Tr.	Tr.	ar.fino	C	N/D
4.6	" " "	8,5	1	Tr.	Tr.	Tr.	arg.ar.	C	N/D
4.7	" " "	5	1,5	1,5	2	Tr.	ar.médio	C	N/D
5.1	Norte do Km 101 da BR-290(Rio Pardo)	0,5	9	0,5	0	0	ar.fino	M	R
5.2	" " "	9	0	1	Tr.	0	ar.gros.	C	N/D
5.3	" " "	9	0	1	0	0	ar.cong.	C	N/D
5.4	" " "	7	1	2	Tr.	Tr.	arg.ar.	C	N/D
5.5	" " "	7,5	2	Tr.	Tr.	Tr.	ar.fino	C	N/D
6.1	Rio Pardo (cidade)	3	7	0	0	0	ar.médio	M	R
6.2	" " "	4,5	1	2	2,5	0	ar.médio	M	R

Simbologia: (K) caolinita; (M) montmorilonita; (I) ilita; (I-M)camada mixta ilita-montmorilonita.

Congl.- conglomerado; ar.- arenito; aren.- arenoso;st.- siltito; silt.- siltico; arg.- argilito; argil.-argiloso.

que a caolinita existente nesta camada mesozóica decresce da superfície (contato discordante com as rochas cenozóicas) para o interior(base), atê desaparecer totalmente na profundidade inferior a 3 metros. Assim, a amostra 4.3, extraída a 0,5 m, abaixo da discordância, apresentou 10% de caolinita; a amostra 4.2, retirada a 1 m, abaixo da mesma discordância, apresentou apenas 5%, aproximadamente, de caolinita; finalmente, a amostra 4.1, retirada a 3 m, não registrou a presença de caolinita. Além disso, a montmorilonita aumentou progressivamente

F\*- Formação: (SM) Santa Maria, (R) Rosário; (N/D) Não Descrito; (C) Caturrita.

TABELA II. PERCENTUAL MÉDIO GLOBAL DE MONTMORILONITA E CAOLINITA EM ROCHAS SEDIMENTARES CENOZÓICAS E MESOZÓICAS DA DEPRESSÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL.

Era	Caolinita	Montmorilonita	Outros
Cenozóica	71%	13%	16%
Mesozóica	8%	65%	27%

abaixo da discordância atingindo a 3 metros o seu teor normal nessas rochas, isto é, mais de 70%.

À primeira vista, o fenômeno parece indicar a penetração da caolinita existente nas rochas superiores sobre as inferiores. No entanto, segundo MACIEL FILHO (informação verbal), que vem desenvolvendo pesquisa sobre a obstrução de filtros em barragens, a penetração de argilas em sedimentos mais finos que arenitos não é verificada na prática e, portanto, é mais conveniente invocar fenômenos pedológicos anteriores a deposição da seqüência superior para explicar este fato.

Também as amostras 6.1 e 6.2, colhidas em arenitos médios permeáveis da Formação Rosário do Sul, em Rio Pardo, apresentaram percentual relativamente alto de caolinita, o que poderia ser explicado por fenômeno semelhante ao anterior.



Figura 4. Distribuição percentual dos grupos de argilominerais em sedimentos mesozóicos e cenozóicos da Depressão Central do Rio Grande do Sul.

Em vista do exposto, é evidente que a distinção, pela análise de argilas, entre rochas mesozóicas e cenozóicas, das formações estudadas na área, é possível, desde que a amostragem seja ampla, realizada em perfis verticais e sempre que possível em camadas de granulometria fina.

#### DISCUSSÃO

Como vimos, a montmorilonita predomina claramente nas rochas mesozóicas, enquanto a caolinita é o argilomineral mais abundante nas rochas cenozóicas.

O predomínio de montmorilonita nas formações superiores da Bacia do Paranã não é fato novo pois BORTOLUZZI(1) encontrou este ar

argilomineral com percentuais mais altos que os demais em cinco anos após a Formação Santa Maria. RAMOS & FORMOSO(13) estudando os argilominerais da Formação Botucatu, na qual foram incluídas as Formações Rosário do Sul e Santa Maria, também demonstram que a montmorilonita é dominante.

Esse predomínio da montmorilonita em rochas continentais poderia ser explicado por contribuição vulcânica ou aridez na área fonte, já que normalmente em climas quentes e úmidos há maior abundância de caolinita em rochas continentais (MILLOT,12).

Considerando que a Formação Botucatu é constituída de arenitos eólicos e que a montmorilonita predomina também nas formações inferiores, inclusive a Rosário do Sul, é provável que um clima semi-árido e finalmente árido tenha existido na região durante a sedimentação dessas camadas vermelhas (*red beds*) no Mesozóico.

Quanto a isso, a idade da Formação Santa Maria do Triássico Superior (COLBERT,3) e os arenitos eólicos intercalados às lavas da Formação Serra Geral na área em estudo (VEIGA,15), com idades que atingem o Cretáceo Médio (SARTORI, MACIEL FILHO & MENEGOTTO,14), sugerem a predominância da aridez durante quase todo o Mesozóico.

Nos sedimentos cenozóicos se constatou o predomínio da caolinita sobre a montmorilonita, tanto no computo global como considerando cada localidade em particular (Tabelas I e II).

Sendo a fonte desses sedimentos as rochas subjacentes sedimentares mesozóicas, vulcânicas da Formação Serra Geral e litologias do Escudo Sul-rio-grandense, o predomínio absoluto da caolinita sugere uma mudança bastante prununciada no clima do Cenozóico, em relação àquele do Mesozóico.

MILLOT(12), estudando a neoformação de argilas e de hidróxidos nos solos, concluiu que quando o meio é bem drenado, sem lençol freático permanente, a gibsita acompanhada de goethita, se forma diretamente pela hidrólise dos silicatos. Por outro lado, num meio bem drenado, com lençol freático permanente, o teor de silício em solução aumenta e permite a neoformação da caolinita.

HARDER(10), sintetizou diferentes espécies de argilominerais em torno de 20°C, a partir de soluções diluídas de sílica e óxidos metálicos, afirmando que para isso é necessário ácido silícico monômero entre 5 e 100 ppm, baixa taxa de precipitação além da dependência da composição dos precipitantes e dos tamanhos dos cátions.

A partir dessa experiência o autor sugere que a formação de argilominerais na natureza depende muito do percentual de SiO<sub>2</sub> o qual é muito baixo nas épocas chuvosas dos climas laterizantes (úmidos com estações secas) e muito alto nas estações secas ou climas áridos com dre

nagem fechada.

Assim, como não foi constatada a presença de gibsita nos sedimentos da região estudada (apenas o diásporo em baixas proporções em duas amostras), o predomínio da caolinita poderia advir de um clima úmido, bem drenado; com lençol freático permanente, não chegando a alcançar condições laterizantes.

Para a formação de caolinita em ambientes laterizantes HAR DER(10) sugere certas condições especiais tais como estação menos chuvosa, submersão e presença de compostos orgânicos em soluções ácidas das fracas.

É interessante observar, também, que em sedimentos recentes do Guaíba(5) e da Lagoa dos Patos(16) a montmorilonita é em geral o argilomineral dominante, o que nos leva supor a existência de uma diferença climática entre o Recente e a época de deposição das rochas cenozóicas (Terciário ?) aqui estudadas.

#### CONCLUSÕES

1. Nas rochas sedimentares mesozóicas estudadas da Depressão Central do Rio Grande do Sul, a montmorilonita (esmectita) é o argilomineral dominante.

2. Nas rochas sedimentares cenozóicas que capeiam parcialmente as rochas mesozóicas, na área estudada, existe predomínio marcante da caolinita sobre os demais argilominerais.

3. A illita e a camada mixta illita-montmorilonita (10-14M) foram encontradas nas duas seqüências em pequena percentagem, enquanto a clorita aparece somente em traços.

4. A dominância absoluta da montmorilonita nas rochas fluviais mesozóicas sugere um clima relativamente seco predominando ao longo dessa Era geológica, ao passo que a grande quantidade de caolinita nas rochas cenozóicas estudadas nesse trabalho, na mesma área, sugere clima úmido na época de deposição (Terciário ?).

5. A diferença significativa entre os tipos de argilominerais dominantes nas duas seqüências (montmorilonita no Mesozóico e caolinita no Cenozóico) pode ser usada como um parâmetro para distingui-las quando as litologias forem semelhantes.

#### BIBLIOGRAFIA CITADA

1. BORTOLUZZI, C.A. Contribuição à geologia da região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas*, Porto Alegre, UFRGS, (4): 7-86, 1974.
2. BROWN, G. , Comp. *The X Ray identification and structures of clay minerals*. London, Mineralogical Society, 1972, 544p.
3. COLBERT, E.W. A Saurisshian Dinosaur From the Triassic of Brazil.

- Novitates*, New York, 2405, p.39, 1970.
4. CORDANI, U.G. & VANDOROS, P. Basaltic rocks of the Paraná basin In: BIGARELLA, J.; BEKER, R.D.; PINTO, I.D. (Edit.) *Problems in Brazilian Gondwana Geology*; Curitiba, p. 207-231, 1967.
  5. CUNHA, R. *O estuário do Guaíba. Características texturais, minerais lógicas e morfológicas*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências, UFRGS, 1971, 51p. (Tese de Mestrado).
  6. CUNHA, R. & FORMOSO, M.L.L. Argilominerais das rochas sedimentares da Bacia de Pelotas-Rio Grande do Sul. In: CONG. BRAS. DE GEOLOGIA, 30<sup>a</sup>, 1978. *Anais ...* Recife. SBG 3:1123-1134.
  7. FANG, J.H. & BLOSS, F.D. *X-Ray Diffraction Tables: Southern Illinois University Press*. 1966.
  8. GAMERMANN, N. Formação Rosário do Sul. *Pesquisas*, Porto Alegre, UFRGS (2): 5-25, 1973.
  9. GORDON Jr., M. Classification of the Gondwanic rocks of Parana, S. Catarina and Rio Grande do Sul. *Notas Preliminares e Estudos*; Departamento Nacional de Produção Mineral, Div. de Geol. e Mineralogia; Rio de Janeiro, 38: 1-19, 1947.
  10. HARDER, H. Clay mineral formation under lateritic conditions; *Clay Minerals* 12: 281-288, 1977.
  11. MC.DOUGAL, I. & RUEGG, N.R. Potassium-argon dates on the Serra Geral Formation of South America. *Geoch. Cosmoch. Acta*; 30: 191-195, 1966.
  12. MILLOT, C. *Geologie des Argiles*; Paris, Masson et Cie Editeurs, 1964, 499p.
  13. RAMOS, A.M. & FORMOSO, M.L.L. *Argilominerais das rochas sedimentares da Bacia do Paraná*. Rio de Janeiro, Petrobrás, 1975, 77p. (Série Ciência-Técnica-Petróleo; secção: Exploração de Petróleo, 9).
  14. SARTORI, P.L.P.; MACIEL FILHO, C.; MENEGOTTO, E. Contribuição ao estudo das rochas vulcânicas da Bacia do Paraná na Região de Santa Maria, RS. *Rev. Bras. de Geologia*. São Paulo, 5 (3):141-159, 1975.
  15. VEIGA, P. *Estudo dos arenitos "intertrapps" da Formação Serra Geral na região de Santa Maria, RS*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências, UFRGS, 1973, 88p. (Tese de Mestrado).
  16. VILLWOCK, J.A. *Aspecto da sedimentação na região nordeste da Lagoa dos Patos: Lagoa do Casamento e Saco do Cocuruto-RS-Brasil*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências, UFRGS, 1973, 88p. (Tese de Mestrado).
  17. WHITE, I.C. *Relatório Final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil*. Parte I: Relatório sobre as "Coal

Messures" e rochas associadas do Sul do Brasil; Rio de Janeiro, Min. da Ind. Viação e Obras Públicas, 1908, 300p.